

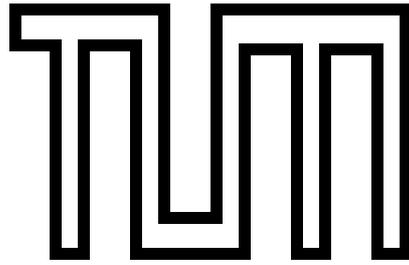
**Technische Universität München**  
**Institut für Informatik**

Diplomarbeit

**Das V-Modell 97 als  
Softwareentwicklungsprozeß aus der Sicht  
des Capability Maturity Models (CMM) für  
Software**

Viktor Schuppan





**Technische Universität München  
Institut für Informatik**

Diplomarbeit

**Das V-Modell 97 als  
Softwareentwicklungsprozeß aus der Sicht  
des Capability Maturity Models (CMM) für  
Software**

Viktor Schuppan

Aufgabensteller: Prof. Dr. Manfred Broy  
Betreuer: Veronika Thurner (TU München),  
Sascha Vogel (TU München),  
Dr. Winfried Rußwurm (Siemens AG)  
Abgabedatum: 16.08.1999



Ich versichere, daß ich diese Diplomarbeit selbständig verfaßt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

München, den 16.08.1999

Viktor Schuppan



## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen herzlich danken, die zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt:

- Prof. Dr. Manfred Broy, Inhaber des Lehrstuhls für Informatik IV an der TU München, für die Betreuung als Aufgabensteller dieser Diplomarbeit, seine ermutigenden Worte und sein Interesse an den Ergebnissen,
- Veronika Thurner für ihr Engagement als Betreuerin von der Seite der TU München in der Anfangsphase der Arbeit,
- Sascha Vogel, der trotz hoher Arbeitsbelastung als Betreuer an der TU München in der zweiten Hälfte der Arbeit eingesprungen ist,
- Christine Stobbe, Leiterin des Fachzentrums ZT SE 3 der Siemens AG, die den Fortgang der Arbeit mit großem Interesse verfolgt hat,
- Dr. Winfried Rußwurm, der – motiviert durch seine Arbeit als Berater für das V-Modell und als Assessor im Fachzentrum ZT SE 3 der Siemens AG – das Thema für diese Diplomarbeit formuliert hat, während der gesamten Bearbeitung auch bei hoher zeitlicher Belastung durch Kundenprojekte immer ein kompetenter Ansprechpartner für Fragen war und die Arbeit durch seine Verbesserungsvorschläge bereichert hat,
- Karl Lebsanft, Dr. Peter Louis, Ludger Meyer, Monika Rheindt, Chris Urra und Christiana Weber für die Beantwortung aller Fragen zum CMM und zum Siemens Process Assessment, dem Korrekturlesen der Abschnitte zum Siemens Process Assessment und der Durchführung einer Bewertung mit dem Siemens Process Assessment,
- allen Mitarbeitern des Fachzentrums ZT SE 3 der Siemens AG, insbesondere meinen Zimmerkollegen Hermann Friedrich und Beate Nothhelfer-Kolb, für viele Gespräche, Ratschläge und ihr Interesse an meiner Arbeit,
- den Lesern der Mailingliste zum V-Modell für die Beantwortung aller Fragen rund um das V-Modell,
- Isabel Schaupt, Selma Schenkl und Martin Stark für's Korrekturlesen und viele Vorschläge und
- meinen Eltern und Freunden für ihre Unterstützung während meiner Arbeit.



## Zusammenfassung

In dieser Diplomarbeit wurde eine Bewertung des V-Modells 97 anhand des Capability Maturity Models für Software (SW-CMM 2.0 Draft C) durchgeführt.

Das V-Modell ist in Deutschland der Standard für die Entwicklung von IT-Systemen für Bundesbehörden im militärischen und zivilen Bereich. Zunehmend findet es auch außerhalb dieses Anwenderkreises Verbreitung. Das CMM bildet für viele Organisationen weltweit den Ausgangspunkt zur Bewertung und anschließenden Verbesserung von Prozessen in der Softwareentwicklung. Für Organisationen, die mit dem V-Modell arbeiten oder eine Einführung planen, ist es daher wichtig zu wissen, welche Stärken und Schwächen das V-Modell aufweist und wie eine Prozeßbewertung auf der Basis des CMM ausfallen wird.

Nach einer Motivation und Einführung werden die grundlegenden Begriffe und Konzepte des V-Modells und des CMM erläutert. Anschließend wird das Vorgehen bei der Bewertung vorgestellt. Es folgt eine allgemeine Gegenüberstellung der beiden Modelle. Danach werden die Ergebnisse der Bewertung in einer einheitlichen Form dargestellt. Die Ergebnisse werden ausgewertet und anhand des Bewertungsverfahrens der Siemens AG validiert. Schließlich werden Ansätze für Verbesserungsmöglichkeiten im V-Modell aufgezeigt.

Die Bewertung zeigt Stärken des V-Modells bei der Projektabwicklung, denen Schwächen bei projektübergreifenden Regelungen gegenüberstehen. Mit dem Bewertungsverfahren im CMM Appraisal Framework ergibt sich ein Reifegrad von 1 für das V-Modell. Eine nähere Betrachtung zeigt allerdings, daß ein Reifegrad von 2 angemessen ist. Dies wird durch die Ergebnisse der Bewertung des V-Modells mit dem Siemens Process Assessment bestätigt.



## **Vorwort: Motivation der Siemens AG**

In den Gründerjahren der Informatik wurde das Entwickeln von Software als „Kunst“ und mit steigender und immer komplexerer Funktionalität als „Wissenschaft“ betrachtet. Mittlerweile dominiert die Softwareerstellung Entwicklungszeiten, -kosten und Qualität der typischen Produkte in der Siemens AG. Damit entstand vor ca. einer Dekade der Bedarf, Softwareentwicklung im Sinne ingenieurmäßigen Arbeitens durch Vorgehensmodelle zu systematisieren, um SW-Entwicklung planbarer, vorhersehbarer und beherrschbarer zu machen.

Diese Notwendigkeit hat im Lauf der Zeit zur Definition zahlreicher Qualitätsnormen und -standards geführt. Zusätzlich haben praktisch alle SW-Entwicklungsfirmen eigene Definitionen zum Entwicklungsvorgehen verfaßt, die untereinander jedoch mehr oder weniger ähnlich sind.

Zu den standardisierten Modellen der ersten Stunde gehört das „V-Modell“, das ausgehend von seinen Wurzeln im Verteidigungsbereich zwischenzeitlich im deutschsprachigen Raum eine weite Verbreitung und allgemeine Akzeptanz als Software-Entwicklungsstandard gefunden hat.

Im gleichen Zeitraum entstand in USA das Capability Maturity Model (CMM) als „Metamodell“, zunächst auch im Verteidigungsbereich, um die Beurteilung der Prozeßreife von SW-Lieferanten zu systematisieren. Es hat als präzise Meßlatte auch in Europa einen hohen Stellenwert. Immer mehr Organisationen, auch die Siemens AG, richten ihre Prozesse an der Meßlatte des CMM aus.

Die Abteilung ZT SE 3 im Zentralbereich Technik der Siemens AG hat sich seit 1992 als „Missionsziel“ die Stärkung der Wettbewerbsposition und Innovationsfähigkeit der Geschäftsbereiche, in denen Software strategische Bedeutung hat, gesetzt. Dazu werden gemeinsam mit den Bereichen Assessmentprojekte auf Basis des CMM und Improvementprojekte durchgeführt. Die Erfahrungen aus den Bereichen zeigen, daß der Nutzen in der Reduzierung der Software-Fehler und der Entwicklungszeit und -kosten sowie einer besseren Plantreue liegt.

Alle Prozeßverbesserungsprogramme erfordern Investitionen, um bei einer Laufzeit von einigen Jahren einen meßbaren Nutzen zu erreichen. Eine nicht zielgerichtete oder zu langsame Durchführung stellt das Programm selbst in Frage, verzögert den meßbaren Nutzen, demotiviert die Mitarbeiter und kostet mehr Geld und Zeit als nötig.

Eine Maßnahme, die eine schnelle und zielgerichtete Umsetzung von Prozeßverbesserungen verspricht, ist z. B. die Einführung des V-Modells. Dieses wird immer öfter in Unternehmen benutzt und dort weiter angepaßt und verbessert. Auf diese Situation trifft ZT SE 3 als Improver und Assessor zunehmend und es muß abschätzbar sein, ob das V-Modell die gesteckten Ziele der Prozeßverbesserung erfüllen kann, und welche alternativen oder additiven Maßnahmen erforderlich sind. Da V-Modell und CMM-basiertes Assessment verschiedene Zielrichtungen haben, aber trotzdem komplementär zueinander sind, ist es für den Projekterfolg entscheidend, wie sich das V-Modell hinsichtlich Prozeßreife und Stärken und Schwächen darstellt (unter der Annahme, daß es auch in der Praxis entsprechend gelebt wird!).

Um diese Frage umfassend zu klären, haben wir das Thema für die vorliegende Arbeit formuliert. Sie behandelt die Aufgabenstellung sehr detailliert und aus neutraler Sichtweise.

Wir als ZT SE 3 werden die Ergebnisse dieser Diplomarbeit konkret bei der Einführung des V-Modell 97 in Organisationseinheiten verwenden, um gezielt bereits bei der Prozeßdefinition auf Basis VM 97 für die Organisation Risikominimierung betreiben und organisationsspezifisch Verbesserungen implementieren zu können.

Es bleibt zu hoffen, daß einiges Potential, das in der Arbeit aufgezeigt wird, in die nächste Version des V-Modells einfließt. Damit würde für das V-Modell einen großen Schritt auf dem Weg Richtung „Kompatibilität zum CMM Level x“ vorankommen. Dies wäre ein signifikanter Beitrag zur Vereinfachung und zum schnelleren und verbesserten Nutzen von Improvementprogrammen. Standardisierte und qualitativ hochwertige SW-Entwicklungsprozesse sind nicht nur eine Antwort auf momentan drängende Probleme, sondern auch Voraussetzung für die Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen in der Software-Entwicklung, die u. a. immer komplexere Systeme, erhöhte Anforderungen an Zuverlässigkeit, Fragen nach Haftung, Vorgaben zur SW-Zertifizierung etc. beinhalten.

Dr. Winfried Rußwurm  
Siemens AG, München  
E-Mail: [winfried.russwurm@mchp.siemens.de](mailto:winfried.russwurm@mchp.siemens.de)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	Softwareentwicklung als Prozeß .....	1
1.2	Aufgabenstellung .....	2
1.3	Arbeiten anderer Autoren .....	3
1.4	Das Fachzentrum „Software- und Systemprozesse“ (ZT SE 3) der Siemens AG .....	4
1.5	Gliederung der Arbeit .....	5
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Begriffe .....</b>	<b>7</b>
2.1.1	Prozeß .....	7
2.1.2	Modell .....	7
2.1.3	Prozeßmodell .....	7
2.1.4	Prozeßbewertung .....	8
2.1.4.1	Ziele und Arten .....	8
2.1.4.2	Referenzmodelle .....	9
2.1.4.3	Vorgehen .....	11
2.1.5	Prozeßverbesserung .....	11
2.1.5.1	Ziel und Definition .....	11
2.1.5.2	Vorgehen .....	12
2.1.6	Ein Zyklus aus Prozeßbewertung und Prozeßverbesserung .....	12
<b>2.2</b>	<b>Das V-Modell .....</b>	<b>13</b>
2.2.1	Historie .....	13
2.2.1.1	Entwicklung .....	13
2.2.1.2	ANSSTAND e. V. .....	14
2.2.2	Aufbau .....	14
2.2.3	Konzepte .....	15
2.2.3.1	Erzeugnisstruktur .....	15
2.2.3.2	Aktivitäten und Produkte .....	15
2.2.3.3	Submodelle .....	16
2.2.3.4	Tailoring .....	17
2.2.3.5	Rollen .....	17
2.2.3.6	Szenarien .....	18
2.2.4	Beschreibung der Submodelle .....	18
2.2.4.1	Systemerstellung .....	18
2.2.4.2	Qualitätssicherung .....	19
2.2.4.3	Konfigurationsmanagement .....	20
2.2.4.4	Projektmanagement .....	21
2.2.5	Methodenzuordnung .....	22
2.2.6	Funktionale Werkzeuganforderungen .....	23
2.2.7	Kritik am V-Modell aus der Literatur .....	23
<b>2.3</b>	<b>Das Capability Maturity Model für Software .....</b>	<b>24</b>
2.3.1	Historie .....	24
2.3.1.1	Entwicklung .....	24
2.3.1.2	Wurzeln .....	25
2.3.1.3	Das Software Engineering Institute .....	25
2.3.2	Konzepte .....	25
2.3.2.1	Prozeßreife und Prozeßfähigkeit .....	25
2.3.2.2	Reifegradstufen .....	26

2.3.2.3	Struktur der Reifegradstufen .....	27
2.3.3	Beschreibung der Reifegradstufen .....	28
2.3.3.1	Stufe 1 .....	29
2.3.3.2	Stufe 2 .....	29
2.3.3.3	Stufe 3 .....	31
2.3.3.4	Stufe 4 .....	32
2.3.3.5	Stufe 5 .....	32
2.3.4	Bewertungsverfahren .....	33
2.3.4.1	Arten.....	33
2.3.4.2	Bewertungsalgorithmus.....	34
2.3.5	Prozeßverbesserung .....	34
2.3.6	Kritik am CMM aus der Literatur .....	35
<b>2.4</b>	<b>Siemens Process Assessments .....</b>	<b>36</b>
<b>3</b>	<b>DIE WEITERE VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Abdeckung der generischen Phasen einer Prozeßbewertung .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2</b>	<b>Das Vorgehen im Detail .....</b>	<b>39</b>
3.2.1	Basis für die Bewertung.....	39
3.2.2	Gliederung der Bewertungen .....	39
3.2.3	Darstellung der Ergebnisse .....	40
3.2.4	Bewertungsverfahren .....	40
<b>4</b>	<b>DAS V-MODELL UND DAS SW-CMM IM VERGLEICH.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Ursprung, Ansatz, Anwendungsbereiche .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Eigenschaften und Umfang der Regelungen .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>Tailoring.....</b>	<b>45</b>
4.3.1	Tailoring im SW-CMM .....	45
4.3.2	Bewertung des Tailoring im V-Modell aus der Sicht des SW-CMM .....	46
<b>4.4</b>	<b>Bezug zu weiteren Normen und Standards.....</b>	<b>48</b>
<b>4.5</b>	<b>Gegenüberstellung im Überblick.....</b>	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>BEWERTUNG DES V-MODELLS AUS DER SICHT DES CMM .....</b>	<b>51</b>
<b>5.1</b>	<b>Generelle Annahmen.....</b>	<b>51</b>
<b>5.2</b>	<b>Bewertung der Schlüsselprozesse.....</b>	<b>54</b>
5.2.1	Stufe 2: Anforderungsmanagement ( <i>requirements management</i> ).....	54
5.2.2	Stufe 2: Projektplanung ( <i>software project planning</i> ).....	55
5.2.3	Stufe 2: Projektkontrolle ( <i>software project control</i> ).....	57
5.2.4	Stufe 2: Lieferantenmanagement ( <i>software acquisition management</i> ).....	59
5.2.5	Stufe 2: Qualitätssicherung ( <i>software quality assurance</i> ).....	61
5.2.6	Stufe 2: Konfigurationsmanagement ( <i>software configuration management</i> ) .....	62
5.2.7	Stufe 3: Organisationsweiter Prozeßfokus ( <i>organization process focus</i> ).....	64
5.2.8	Stufe 3: Organisationsweite Definition von Standardprozessen ( <i>organization process definition</i> ) 65	
5.2.9	Stufe 3: Organisationsweites Schulungsprogramm ( <i>organization training program</i> ).....	67
5.2.10	Stufe 3: Integriertes Softwaremanagement ( <i>integrated software management</i> ) .....	68
5.2.11	Stufe 3: Softwareerstellung ( <i>software product engineering</i> ) .....	70
5.2.12	Stufe 3: Koordination der Projektschnittstellen ( <i>project interface coordination</i> ).....	72
5.2.13	Stufe 3: Reviews ( <i>peer reviews</i> ) .....	74
5.2.14	Stufe 4: Organisationsweite Wiederverwendung ( <i>organization software asset commonality</i> ).....	75

5.2.15	Stufe 4: Organisationsweite Prozeßmessung ( <i>organization process performance</i> ).....	76
5.2.16	Stufe 4: Statistische Prozeßsteuerung ( <i>statistical process management</i> ).....	78
5.2.17	Stufe 5: Systematische Fehlervermeidung ( <i>defect prevention</i> ).....	80
5.2.18	Stufe 5: Organisationsweite Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten ( <i>organization process &amp; technology innovation</i> ).....	81
5.2.19	Stufe 5: Organisationsweite Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen ( <i>organization improvement deployment</i> ).....	82
<b>5.3</b>	<b>Bewertung der gleichartigen Schlüsselaufgaben .....</b>	<b>83</b>
5.3.1	Verpflichtungen zur Durchführung: Festlegung von Richtlinien ( <i>policy</i> ).....	83
5.3.2	Verpflichtungen zur Durchführung: Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management ( <i>sponsorship</i> ).....	85
5.3.3	Voraussetzungen für die Durchführung: Planung ( <i>plan</i> ).....	86
5.3.4	Voraussetzungen für die Durchführung: Ressourcen ( <i>resources</i> ).....	88
5.3.5	Voraussetzungen für die Durchführung: Verantwortlichkeiten im Projekt ( <i>responsibility</i> ).....	89
5.3.6	Voraussetzungen für die Durchführung: Schulung der Mitarbeiter ( <i>training</i> ).....	90
5.3.7	Durchzuführende Tätigkeiten: Durchführung ( <i>perform</i> ).....	91
5.3.8	Prozeßmessung und -analyse: Einblick ( <i>insight</i> ).....	92
5.3.9	Überprüfung der Durchführung: Prozeßprüfung ( <i>process assurance</i> ).....	93
5.3.10	Überprüfung der Durchführung: Produktprüfung ( <i>product assurance</i> ).....	94
5.3.11	Überprüfung der Durchführung: Besprechungen mit dem übergeordneten Management ( <i>senior management reviews</i> ).....	95
5.3.12	Überprüfung der Durchführung: Besprechungen mit dem Projektmanagement ( <i>project management reviews</i> ).....	96
<b>6</b>	<b>AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>97</b>
<b>6.1</b>	<b>Zusammenfassung der Einzelbewertungen anhand der Schlüsselaufgaben des CMM.....</b>	<b>97</b>
6.1.1	Zusammenfassende Bewertung der Schlüsselprozesse.....	97
6.1.2	Zusammenfassende Bewertung der gleichartigen Schlüsselaufgaben.....	98
6.1.3	Zusammenfassung auf Reifegradstufen.....	100
6.1.4	Reifegrad nach dem Algorithmus des CAF.....	100
6.1.5	Kulturell bedingte Unterschiede.....	100
<b>6.2</b>	<b>Bewertung des V-Modells mit dem Siemens Process Assessment.....</b>	<b>101</b>
6.2.1	Annahmen und Vorgehen.....	101
6.2.2	Ergebnisse.....	102
6.2.2.1	Bewertung der Themengebiete.....	102
6.2.2.2	Bewertung der Reifegradstufen und Siemens-Level.....	104
6.2.3	Effekte des BOOTSTRAP-Algorithmus.....	104
<b>6.3</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>105</b>
6.3.1	Stärken und Schwächen des V-Modells sowie Reifegrad.....	105
6.3.2	Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit einer Bewertung anhand des SW-CMM Version 1.1.....	107
6.3.3	Vergleich der Ergebnisse der Bewertungen des V-Modells mit dem CMM und dem Siemens Process Assessment.....	108
6.3.4	Eignung der Basis für die Bewertung.....	108
<b>7</b>	<b>ANSÄTZE FÜR VERBESSERUNGSMAßNAHMEN IM V-MODELL.....</b>	<b>111</b>
<b>7.1</b>	<b>Das V-Modell als definierter und gepflegter Standard.....</b>	<b>111</b>
7.1.1	Definition, Pflege und Unterstützung des V-Modells.....	111
7.1.2	Einfluß der externen Definitions- und Pflegemaßnahmen auf die Bewertung.....	112
<b>7.2</b>	<b>Erweiterungsmöglichkeiten für das V-Modell.....</b>	<b>113</b>
<b>8</b>	<b>FAZIT UND AUSBLICK.....</b>	<b>115</b>

<b>ANHANG</b> .....	<b>117</b>
<b>A ERGÄNZENDE ABBILDUNGEN</b> .....	<b>119</b>
<b>A.1 V-Modell</b> .....	<b>119</b>
<b>A.2 CMM</b> .....	<b>124</b>
<b>B BEWERTUNGEN - DETAILS</b> .....	<b>127</b>
<b>B.1 CMM</b> .....	<b>127</b>
B.1.1 Aufbau der Tabellen .....	127
B.1.2 Schlüsselprozesse.....	128
B.1.2.1 Anforderungsmanagement .....	128
B.1.2.2 Projektplanung .....	129
B.1.2.3 Projektkontrolle.....	136
B.1.2.4 Lieferantenmanagement .....	139
B.1.2.5 Qualitätssicherung.....	143
B.1.2.6 Konfigurationsmanagment .....	145
B.1.2.7 Organisationsweiter Prozeßfokus.....	147
B.1.2.8 Organisationsweite Definition von Standardprozessen.....	149
B.1.2.9 Organisationsweites Schulungsprogramm .....	151
B.1.2.10 Integriertes Softwaremanagement .....	153
B.1.2.11 Softwareerstellung.....	156
B.1.2.12 Koordination der Projektschnittstellen .....	163
B.1.2.13 Reviews .....	165
B.1.2.14 Organisationsweite Wiederverwendung.....	166
B.1.2.15 Organisationsweite Prozeßmessung .....	168
B.1.2.16 Statistische Prozeßsteuerung.....	170
B.1.2.17 Systematische Fehlervermeidung.....	173
B.1.2.18 Organisationsweite Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten .....	175
B.1.2.19 Organisationsweite Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen .....	178
B.1.3 Gleichartige Schlüsselaufgaben .....	180
B.1.3.1 Festlegung von Richtlinien.....	180
B.1.3.2 Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management.....	183
B.1.3.3 Planung.....	184
B.1.3.4 Ressourcen .....	190
B.1.3.5 Verantwortlichkeiten im Projekt.....	193
B.1.3.6 Schulung der Mitarbeiter.....	196
B.1.3.7 Durchführung .....	198
B.1.3.8 Einblick .....	200
B.1.3.9 Prozeßprüfung .....	202
B.1.3.10 Produktprüfung .....	204
B.1.3.11 Besprechungen mit dem übergeordneten Management.....	207
B.1.3.12 Besprechungen mit dem Projektmanagement .....	209
<b>B.2 Siemens Process Assessment</b> .....	<b>211</b>
B.2.1 Aufbau der Tabellen .....	211
B.2.2 Themengebiete.....	211
B.2.2.1 Planung und Verfolgung .....	211
B.2.2.2 Lieferantenmanagement.....	212
B.2.2.3 Qualitätssicherung.....	212
B.2.2.4 Konfigurationsmanagement .....	212
B.2.2.5 Requirements Management.....	213
B.2.2.6 System Engineering und System-Validierung.....	213
B.2.2.7 SW-Erstellung .....	213
B.2.2.8 SW-Integration und -Test.....	213
B.2.2.9 Wiederverwendung .....	214
B.2.2.10 Prozeßdefinition und -pflege.....	214
B.2.2.11 Schulung.....	214

---

B.2.2.12	Prozeß- und Produktmessung .....	215
B.2.2.13	Prozeß- und Technologieverbesserung .....	215
<b>C</b>	<b>KÜRZEL UND ABKÜRZUNGEN .....</b>	<b>217</b>
<b>C.1</b>	<b>V-Modell.....</b>	<b>217</b>
C.1.1	Hauptaktivitäten .....	217
C.1.2	Produkte .....	218
C.1.3	Handbücher .....	219
C.1.4	Ausgewählte Methoden.....	219
C.1.5	Leistungskomplexe aus den funktionalen Werkzeuganforderungen.....	219
<b>C.2</b>	<b>CMM .....</b>	<b>220</b>
C.2.1	Schlüsselprozesse.....	220
C.2.2	Gemeinsame Aspekte.....	220
<b>C.3</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>220</b>
<b>D</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>223</b>
<b>E</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>233</b>
<b>F</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>235</b>



# 1 Einleitung

## 1.1 Softwareentwicklung als Prozeß

Zu den wichtigsten Zielen in der industriellen Projektarbeit gehören seit jeher die Begrenzung der Kosten, die Einhaltung von Terminen und die Gewährleistung der Qualität. Folgende Beispiele verdeutlichen die Bedeutung dieser Kriterien bei der Entwicklung von Produkten mit hohem Softwareanteil:

- Der Anteil der Softwareentwicklung am gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwand des Bereiches Private Kommunikationssysteme der Siemens AG betrug im Geschäftsjahr 1995/96 rund 80 % von insgesamt 780 Millionen DM [Bör97].
- Verspätungen bei Softwareprojekten belaufen sich nicht auf Tage, sondern auf Monate. Bei 17 größeren Projekten für das amerikanische Verteidigungsministerium wurde die durchschnittliche Projektdauer von 28 Monaten um 20 Monate überschritten (zitiert nach [PWC+95]).
- Probleme in Verbindung mit Software haben bereits zahlreiche Menschenleben gekostet – so z. B. durch erhöhte Strahlungsdosen bei medizinischen Behandlungen. Bis August 1993 zählt [Neu95] allein 81 Todesfälle und 286 Fälle von lebensbedrohlichen Situationen.

Bereits in den sechziger Jahren wurde deutlich, daß viele Softwareprojekte den Kosten- und Zeitrahmen überschritten oder die geforderte Qualität nicht erbringen konnten. Man sprach von einer Softwarekrise. In der Folge fand 1968 in Garmisch-Partenkirchen eine erste Konferenz zum Thema „software engineering“ statt, nachdem F. L. Bauer diesen Begriff kurz zuvor geprägt hatte [Bau93]. Seitdem befaßt sich diese Teildisziplin der Informatik mit der Softwareentwicklung.

Damit war der Wandel der Informatik vom Handwerk zur Ingenieurdisziplin eingeläutet. Eine Folge war die Trennung von Produkt und Prozeß. Die Qualität des Produktes und die Einhaltung der vereinbarten Budget- und Zeitrestriktionen wurden als Ergebnis eines geeigneten Prozesses betrachtet. Es entstanden erste Prozeßmodelle, die den gesamten Lebenszyklus eines Softwareproduktes in einzelne Phasen unterteilten und diese Phasen zueinander in Beziehung setzten.

In den späten achtziger Jahren begann Watts Humphrey, Erkenntnisse aus der industriellen Qualitätssicherung auf die Softwareentwicklung zu übertragen. Dies war der Ausgangspunkt für die Untersuchung, Bewertung und Verbesserung der Prozeßmodelle und der tatsächlich durchgeführten Prozesse.

Es blieb jedoch nicht bei einem Prozeßmodell oder einem Ansatz zur Prozeßbewertung und -verbesserung. Statt dessen etablierten staatliche und nicht-staatliche, nationale und internationale Gremien viele verschiedene Modelle und Verfahren, die jeweils die unterschiedlichen Sichtweisen und Bedürfnisse ihrer Auftraggeber berücksichtigten.

Vermehrt wurde nun auch der Einsatz bestimmter Prozeßmodelle oder die Einstufung durch Bewertungsverfahren sowie die Implementierung von Verfahren zur Prozeßverbesserung zu einer Bedingung bei der Auftragsvergabe für Softwareprojekte gemacht. Unternehmen, die wettbewerbsfähig bleiben wollten, mußten dem Rechnung tragen.



Es ist der Stammvater der meisten anderen vergleichbaren Modelle (siehe auch Abbildung 1). Auch in Deutschland ist das SW-CMM in vielen Unternehmen Grundlage der Bemühungen zur Prozeßbewertung und -verbesserung.

Daher ist es für viele Organisationen von Interesse, wie ein Prozeßmodell auf der Grundlage des V-Modells aus der Sicht des SW-CMM zu bewerten ist und welche Verbesserungsmöglichkeiten sich anbieten.

In dieser Arbeit sollen das V-Modell und das SW-CMM zunächst auf fundierter Basis gegenübergestellt werden. Es sollen grundsätzliche Unterschiede und Gemeinsamkeiten in der Philosophie, Zielsetzung und Struktur aufgezeigt werden. Die verschiedenen Teile des V-Modells sollen in die Sichtweise des SW-CMM eingeordnet werden. Auf dieser Basis soll das V-Modell anhand des SW-CMM bewertet werden. Die dabei herausgearbeiteten Stärken und Schwächen des V-Modells sollen dargestellt und schließlich Ansätze für entsprechende Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Werden im Verlauf der Arbeit Stärken und Schwächen des SW-CMM festgestellt, so sollen auch diese dokumentiert werden. Aufgrund des unterschiedlichen Charakters der beiden Modelle<sup>1</sup> erscheint aber eine Bewertung des SW-CMM aus der Sicht des V-Modells nicht sinnvoll und soll daher nicht durchgeführt werden.

Als Ergebnis dieser Arbeit soll eine Organisation, die das V-Modell einführen möchte oder sogar bereits damit arbeitet, einen Eindruck erhalten, welchen Reifegrad sie bei einer Prozeßbewertung nach dem SW-CMM zu erwarten hat und wo zusätzliche Maßnahmen für die Erlangung höherer Reifegrade erforderlich sind.

Für das V-Modell dienen dabei die aktuellen Dokumente vom Juni 1997 (V-Modell 97) als Grundlage. Beim SW-CMM gestaltet sich die Situation schwieriger. Die aktuell gültige Version ist das SW-CMM 1.1. Die Arbeiten am Draft C der Version 2.0 des SW-CMM wurden gestoppt, da derzeit an der Integration des SW-CMM mit anderen CMMs in das Capability Maturity Model Integration (CMMI) gearbeitet wird. Die Veröffentlichung des ersten Drafts des CMMI-SW ist erst für August 1999 zu erwarten – zu spät um in dieser Arbeit noch Berücksichtigung zu finden. Basis soll daher das SW-CMM, Version 2.0, Draft C sein, da hier bereits einige systematische Vereinheitlichungen gegenüber der Version 1.1 vorgenommen sind. Außerdem soll damit eine einfachere Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das kommende CMMI-SW sichergestellt werden. Wo noch keine Dokumente vorlagen, wurde auf die entsprechenden Dokumente der Version 1.1 zurückgegriffen: Während die Schlüsselprozesse vollständig beschrieben sind, fehlen die einführenden Teile fast völlig.

### 1.3 Arbeiten anderer Autoren

Die „Konformität des V-Modells der Bundesbehörden mit den Prinzipien des Total Quality Management Konzeptes in der Softwareentwicklung unter Einbeziehung des CMM“ wurde von Ehling im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht [Ehl94]. Dabei wurde unter anderem das V-Modell 92 auf der Basis des SW-CMM 1.1 mit Hilfe eines Fragebogens bewertet. Als Reifegrad wurde Grad 1 ermittelt, da nicht alle erforderlichen Fragen der Stufe 2 positiv beantwortet werden konnten. Insgesamt wurden 66 % der Fragen auf Stufe 2 positiv beantwortet, 69 % auf Stufe 3, 19 % auf Stufe 4 und 0 % auf Stufe 5. Der Autor stellt jedoch fest [Ehl94]:

*Die daraus abgeleitete Folgerung, daß das V-Modell einen chaotischen, ad-hoc-Prozeß beschreibt, der nur einen qualitativ minderwertigen Output produzieren kann, ist jedoch falsch. Aufgrund der bereits beschriebenen Regelungen*

---

<sup>1</sup> Das V-Modell ist ein Prozeßmodell, das SW-CMM ein Modell zur Prozeßbewertung und -verbesserung.

*des V-Modells ist es denkbar, durch dessen Einsatz erfolgreiche Projekte wiederholt durchzuführen. So beschreibt das V-Modell auch Regelungen, die für höhere Stufen gefordert werden, aber aufgrund der bereits zuvor kritisierten künstlichen Reihenfolge der einzuführenden Maßnahmen nicht in die Bewertung eingehen.*

Aufgrund eines anderen Schwerpunktes findet sich in Ehltings Arbeit keine detaillierte Gegenüberstellung der Elemente des V-Modells und denen des SW-CMM. Darüber hinaus ist keine Übersicht der Erfüllung der Kriterien des SW-CMM auf der Basis der Schlüsselprozesse sondern nur auf der Basis der Reifegradstufen enthalten. Auch finden sich keine Ansätze für Erweiterungen des V-Modells. Zudem kann diese Arbeit die aktuellen Versionen der beiden Modelle berücksichtigen.

#### **1.4 Das Fachzentrum „Software- und Systemprozesse“ (ZT SE 3) der Siemens AG**

*Software ist ein bestimmender Erfolgsfaktor für den Großteil unserer Produkte, Systeme und Anlagen. Mehr als die Hälfte des Umsatzes im Unternehmen ist essentiell durch die Leistungsfähigkeit von Software beeinflusst.*

Mit diesen Worten beschreibt Monika Gonauser in [Sie98] die Bedeutung von Software für die Siemens AG. Dieser Bedeutung trägt Siemens durch eine eigene Abteilung „Software und Engineering“ innerhalb der Zentralabteilung Technik Rechnung.

Fünf Fachzentren zu den Themen „Komponentenbasierte Software“ (ZT SE 1), „Software- und Systemarchitekturen“ (ZT SE 2), „Software- und Systemprozesse“ (ZT SE 3), „Entwicklungsautomatisierung“ (ZT SE 4) und „Anlagen-Engineering“ (ZT SE 5) betreiben angewandte Forschung und stellen die Ergebnisse den Geschäftsbereichen der Siemens AG als Beratungsleistungen zur Verfügung. Die Fokussierung der Software-Kompetenz aus dem gesamten Unternehmen ist die Aufgabe der Software-Initiative. Dies erreicht sie, indem sie die laufenden Software-Aktivitäten bündelt und verstärkt, systematisch Know-how aufbaut und den Erfahrungsaustausch und Innovationen fördert [Gon97].

Prozeßinnovation, Messen und Bewerten von Entwicklungsprozessen und -projekten sowie die Definition von Systemen und Produkten sind die Kompetenzen der 30 Mitarbeiter des Fachzentrums „Software- und Systemprozesse“, das den Anstoß zu dieser Arbeit gab und die gesamte Durchführung begleitete.

Die Aufgaben zur Prozeßinnovation beinhalten auch Unterstützung bei der Einführung von standardisierten Prozeßmodellen. So wurde im ehemaligen Bereich der Wehrtechnik (SI) der Siemens AG (jetzt DaimlerChrysler Aerospace AG, DASA) ein harmonisierter und integrierter Entwicklungsprozeß auf der Basis des V-Modells 92 für alle Projektarten (HW, SW, Logistik) definiert, wobei die Konformität zum Original-V-Modell gewahrt wurde [Sie98]. Dieser Prozeß war so erfolgreich, daß er mit Unterstützung der Zentralabteilung Technik nun nach der Integration des Bereichs SI in die DASA auf den gesamten Geschäftsbereich Verteidigung und zivile Systeme (GBV) der DASA mit 6500 Mitarbeitern ausgedehnt wird.

Im Rahmen der Bewertung und Messung von Projekten und Prozessen wurden seit 1992 über 130 Prozeßbewertungen mit einem eigenen Bewertungsverfahren (Siemens Process Assessment, siehe Abschnitt 2.4) auf der Basis des SW-CMM und des BOOTSTRAP-Verfahrens [Koc93] in den Geschäftsbereichen durchgeführt. Die daran anschließenden Programme zur Prozeßverbesserung führten zu Verkürzungen der Software-Entwicklungszyklen bis zu 50 %, die Kosten sanken dabei gleichzeitig um bis zu 35 % [Gon97].

## 1.5 Gliederung der Arbeit

In Kapitel 2 werden zunächst einige Begriffe definiert, erläutert und zueinander in Beziehung gesetzt. Anschließend werden das V-Modell 97, das SW-CMM und Siemens Process Assessments im Detail vorgestellt.

Im dritten Kapitel wird die weitere Vorgehensweise bei der Gegenüberstellung und Bewertung näher erläutert.

In Kapitel 4 erfolgt ein grundsätzlicher Vergleich der beiden Modelle.

Danach wird in Kapitel 5 untersucht, wie weit und wodurch die Elemente des SW-CMM durch das V-Modell 97 abgedeckt sind.

Die Ergebnisse daraus werden dann in Kapitel 6 zu konkreten Bewertungen des V-Modells 97 zusammengefaßt. Außerdem werden die Ergebnisse einer Bewertung des V-Modells 97 mit dem Siemens Process Assessment Questionnaire vorgestellt und mit den Ergebnissen der Bewertung mit dem SW-CMM verglichen. Schließlich werden die Ergebnisse und das Vorgehen bei der Bewertung des V-Modells 97 diskutiert.

In Kapitel 7 werden einige Ansätze für Verbesserungsmaßnahmen im V-Modell 97 aufgezeigt.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefaßt und Ansatzpunkte für weitere Arbeiten vorgeschlagen.

Daran schließt sich ein Anhang mit ergänzenden Abbildungen, Tabellen mit detaillierten Bewertungen, verwendeten Kürzeln und Abkürzungen, Literatur- und Abbildungsverzeichnis sowie einem Tabellenverzeichnis an.



## 2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen für diese Arbeit vorgestellt. Dazu werden zunächst wichtige Begriffe definiert, erläutert und zueinander in Beziehung gesetzt. Anschließend werden das V-Modell, das SW-CMM und Siemens Process Assessments im Detail vorgestellt.

### 2.1 Begriffe

#### 2.1.1 Prozeß

Der zentrale Begriff in dieser Arbeit ist der des *Prozesses*. Im IEEE Standard Glossary of Software Engineering Technology [IEEE610] ist *process* wie folgt definiert:

*A sequence of steps performed for a given purpose; for example, the software development process.*

In der ISO/IEC 12207 [ISO12207], die einen Rahmen für die Prozesse im gesamten Lebenszyklus von Software bildet, liegt eine etwas andere Betonung vor:

*A set of interrelated activities which transform inputs into outputs.*

Zusammen ergeben sich die wichtigsten Aspekte des Prozeßbegriffs:

- Es geht um zusammenhängende Tätigkeiten,
- die einer bestimmten Anordnung unterliegen,
- einem vorgegebenen Zweck dienen und
- aus Eingangsprodukten Ausgangsprodukte erzeugen.

#### 2.1.2 Modell

Den Begriff *Modell* definiert das Fremdwörterbuch [Wi90] folgendermaßen:

*1. Muster, Vorbild.*

...

*7. vereinfachte Darstellung der Funktion eines Gegenstands od. des Ablaufs eines Sachverhalts, die eine Untersuchung od. Erforschung erleichtert od. erst möglich macht.*

...

In der Softwaretechnik sind beide Aspekte von Bedeutung: Zusammenhänge aus der Praxis werden abstrahiert und in Modellen abgebildet, um sie zu untersuchen; die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen dann in neue Modelle mit normativem Charakter ein.

#### 2.1.3 Prozeßmodell

Kombiniert man die Definitionen von Prozeß und Modell, so dient ein *Prozeßmodell* nach Humphrey [Hum89]

- zur Abstraktion (Nachbildung) durchgeführter Prozesse (*descriptive use*) und
- als Vorbild und Definition des idealisierten Prozesses (*prescriptive use*).

In dieser Arbeit steht die zweite Definition im Vordergrund. Balzert zufolge legt ein Prozeßmodell dann auch folgendes fest [Bal98]:

- *Reihenfolge des Arbeitsablaufs (Entwicklungsstufen, Phasenkonzepte),*
- *jeweils durchzuführende Aktivitäten,*
- *Definition der Teilprodukte einschließlich Layout und Inhalt,*
- *Fertigstellungskriterien (Wann ist ein Teilprodukt fertiggestellt?),*
- *Notwendige Mitarbeiterqualifikationen,*
- *Verantwortlichkeiten und Kompetenzen,*
- *Anzuwendende Standards, Richtlinien, Methoden und Werkzeuge.*

Die Terminologie in diesem Bereich ist nicht sehr einheitlich. So begegnet man auch häufig folgenden Begriffen: *Vorgehensmodell*, *Phasenmodell* und *Lebenszyklusmodell*. Der Begriff Vorgehensmodell soll in dieser Arbeit jedoch nur in Zusammenhang mit dem Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes gebraucht werden. Die anderen beiden Begriffe sind mit einiger Unschärfe behaftet. Sie bezeichnen meist Modelle, die die Anordnung der Phasen im Lebenszyklus eines Softwareprodukts beschreiben, jedoch nicht der umfassenden Definition eines Prozeßmodells von Balzert genügen. Phasenmodell und Lebenszyklusmodell sollen daher in dieser Arbeit im Sinne von Chrousts *Ablaufstruktur* verstanden werden, die er wie folgt definiert [Chr92]:

*Sie beschreibt, wann und in welcher Reihenfolge die Arbeiten auszuführen sind.*

Typische Beispiele für Lebenszyklusmodelle sind Royce' Wasserfallmodell oder das Spiralmodell von Boehm.

## 2.1.4 Prozeßbewertung

### 2.1.4.1 Ziele und Arten

Eine *Prozeßbewertung* kann mehreren Zielen dienen [MHS98]:

- Als Grundlage für ein Programm zur Prozeßverbesserung untersucht eine Organisation – ggf. unter Mithilfe externer Partner – ihre eigenen Prozesse.
- Im Rahmen eines Softwareprojekts veranlaßt der Auftraggeber vor der Vergabe die Untersuchung, welcher Anbieter die Anforderungen an die Prozesse für das Projekt am besten erfüllt, und im Verlauf des Projektes, ob die Anforderungen auch eingehalten werden.
- Für eine Zertifizierung wird untersucht, ob die Prozesse die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllen.
- Die Organisation mit den besten Prozessen soll im Vergleich zwischen mehreren Organisationen ermittelt werden, z. B. im Rahmen eines Qualitätspreises.

Im ersten Fall ist ein Stärken-/Schwächenprofil das wichtigste Ergebnis. Im zweiten Fall steht die Einschätzung im Vordergrund, ob ein Anbieter das Projekt entsprechend den Anforderungen des Auftraggebers abwickeln wird und wo die größten Risiken zu erwarten sind. Der dritte Fall weist große Ähnlichkeit mit einer entsprechend durchgeführten Lieferantenauswahl auf und wird hier nicht gesondert behandelt. Der vierte Fall ist hier im weiteren nicht von Interesse.

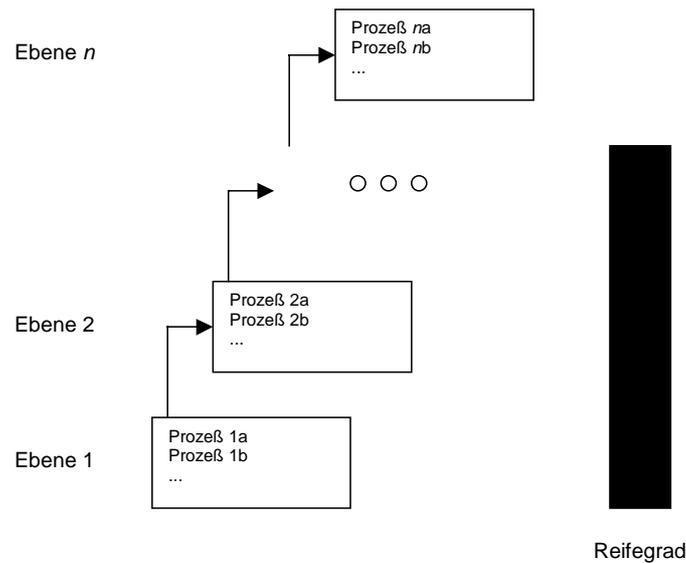


Abbildung 2: Referenzmodell mit Prozessen in übereinander liegenden Stufen

Im Englischen spricht man im ersten Fall von *software process assessment*. Im SW-CMM [PWG+93] ist dies wie folgt definiert:

*An appraisal by a trained team of software professionals to determine the state of an organization's current software process, to determine the high-priority software process-related issues facing an organization, and to obtain the organizational support for software process improvement.*

Der zweite Fall wird auf Englisch als *software capability evaluation* bezeichnet. Ebenfalls im SW-CMM [PWG+93] findet sich folgende Definition:

*An appraisal by a trained team of professionals to identify contractors who are qualified to perform the software work or to monitor the state of the software process used on an existing software effort.*

Häufig wird eine Bewertung in Form eines *Reifegrades* festgestellt. Der Reifegrad ist ein Maß für die Güte des Softwareentwicklungsprozesses in der untersuchten Organisation. Das Konzept der Prozeßreife wird in Abschnitt 2.3.2.1 näher beschrieben.

#### 2.1.4.2 Referenzmodelle

Basis für die Bewertung ist bei beiden Arten meist ein Referenzmodell als Ideal eines Softwareentwicklungsprozesses. Es wird dann geprüft, wie weit real durchgeführte Prozesse sowie das verwendete Prozeßmodell inhaltlich mit dem Referenzmodell übereinstimmen bzw. ob entscheidende Charakteristika des Referenzmodells erfüllt sind.

Das Referenzmodell definiert in der Regel eine Reihe von Prozessen, die bei einer Softwareentwicklung ablaufen sollen. Zu jedem dieser Prozesse werden dann Merkmale genannt, die konforme reale Prozesse zu erfüllen haben.

Einige Referenzmodelle ordnen nun die Prozesse in übereinander liegenden Stufen an (siehe Abbildung 2). Jeder Stufe entspricht dann ein Reifegrad der Bewertungsskala. Bei einer Prozeßbewertung werden dann die einzelnen Stufen von unten nach oben untersucht. Die erteilte Bewertung ist dann der höchste Reifegrad, dessen zugehörige Anforderungen noch vollständig erfüllt sind. Wird auf einer Stufe festgestellt, daß nicht alle Anforderungen erfüllt sind, werden darüberliegende Stufen gar nicht erst berücksichtigt. Die Bewertungen des SEI auf der Basis des SW-CMM basieren auf diesem Modell.



Abbildung 3: Referenzmodell mit gleichberechtigt nebeneinander liegenden Prozessen

Andere Referenzmodelle, wie z. B. auf ISO/IEC 15504 [EDM98] basierende Bewertungsverfahren, sehen alle Teilprozesse als gleichberechtigt nebeneinander an (siehe Abbildung 3). Dafür definieren sie dann aber unterschiedliche Reifegrade je Prozeß. Die Reifegrade stellen dabei fest, wie regelmäßig der Prozeß durchgeführt wird, wie einheitlich er definiert ist und welche Kontrollen und Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden. Bei einer Bewertung wird dann für jeden einzelnen Prozeß ein Reifegrad ermittelt. Die Gesamtbewertung ergibt sich dann nach einem festgelegten Verfahren aus den Einzelbewertungen.

Die Begründung für Referenzmodelle mit Stufen sehen ihre Befürworter darin, daß die erfolgreiche Implementierung der Prozesse einer Stufe eine notwendige Voraussetzung zur sinnvollen Durchführung der Prozesse auf den nächsten Stufen ist, womit dann auch ein klarer Evolutionspfad zur Prozeßverbesserung vorgegeben ist. So ist beispielsweise die statistische Auswertung von Messungen der Prozeßeffektivität eine Basis für die Bewertung und Einführung von neuen Techniken und Methoden. Die Zuordnung der Prozesse zu den einzelnen Stufen kann dabei jedoch willkürlich erscheinen. So kann es durchaus sinnvoll sein die systematische Fehlervermeidung, die das SW-CMM auf der höchsten Stufe ansiedelt, auch durchzuführen, wenn diese Stufe noch nicht erreicht ist. Ein in der Praxis bedeutsamer psychologischer Nachteil von abgestuften Verfahren ist die Motivation bei Neubewertungen im Anschluß an Maßnahmen zur Prozeßverbesserung. Wenn nicht alle Anforderungen der nächsten Stufe erfüllt sind, kann keine verbesserte Bewertung erteilt werden, selbst wenn sich in der Realität viel verbessert hat.

Für die Referenzmodelle mit nebeneinander liegenden Prozessen spricht die Bewertung aller Prozesse. Dadurch werden auch alle erfolgreichen Anstrengungen zur Prozeßverbesserung sichtbar. Die sich ergebende Bewertung ist zwar detaillierter aber auch komplexer. Die Definition von Maßnahmen zur Prozeßverbesserung zur Erreichung einer besseren Bewertung läßt mehr Freiheiten, kann dadurch aber auch zu Schwierigkeiten bei der Priorisierung der Maßnahmen führen.

In der Praxis sind Mischformen denkbar, so kann z. B. bei einem abgestuften Modell die teilweise Erfüllung der gerade nicht mehr vollständig erfüllten Stufe berücksichtigt werden, um einen nicht-ganzzahligen Reifegrad zu ermitteln. Ein Beispiel hierfür ist das BOOT-STRAP-Verfahren [Boo93].

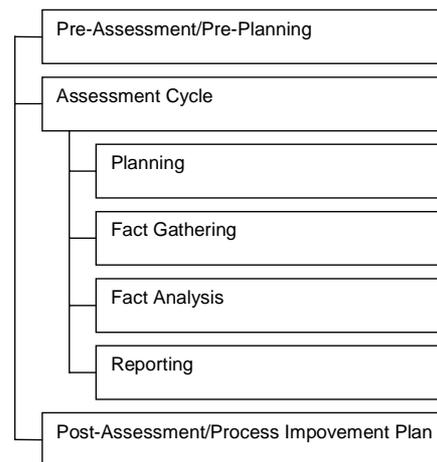


Abbildung 4: Generische Phasen einer Prozeßbewertung ([Zah98], S. 159)

### 2.1.4.3 Vorgehen

Das Vorgehen bei einer Prozeßbewertung kann nach Zahran [Zah98] in generische Phasen unterteilt werden (Abbildung 4).

Zu Beginn der Prozeßbewertung müssen zunächst die Gründe für die Bewertung und das organisatorische Umfeld bestimmt werden (*pre-assessment*). Danach können Umfang und Grenzen der Bewertung festgelegt werden, über die Einbeziehung externer Assessoren entschieden werden sowie ein Sponsor für die Bewertung bestimmt werden, der für die Finanzierung und Bereitstellung der organisatorischen Unterstützung verantwortlich ist und der die Ergebnisse erhält (*pre-planning*).

Während der eigentlichen Bewertungsphase (*assessment cycle*) muß zunächst die konkrete Durchführung geplant werden (*planning*). Anschließend werden alle für die Bewertung relevanten Fakten zusammengetragen (*fact gathering*). Dies kann z. B. mittels Fragebögen oder Interviews geschehen. Die Fakten werden dann analysiert, um zu einer Bewertung zu gelangen (*fact analysis*). Schließlich werden die Ergebnisse zusammengefaßt und an den Sponsor übergeben (*reporting*).

Falls die Prozeßbewertung Grundlage für eine Prozeßverbesserung war, schließt sich noch eine Phase an, in der die Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden (*post-assessment*).

## 2.1.5 Prozeßverbesserung

### 2.1.5.1 Ziel und Definition

Ziel der *Prozeßverbesserung* ist die Umsetzung der bei der Prozeßbewertung gewonnenen Erkenntnisse in ein verbessertes Prozeßmodell, das dann zu verbesserten Prozessen führen soll. Die Geschäftsziele der Organisation müssen dabei berücksichtigt werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit verwendete Definition von *Prozeßverbesserung* (*process improvement*) findet sich wieder bei SPICE [EDM98]:

*Action taken to change an organization's processes so that they meet the organization's business needs and achieve the business goals more effectively.*

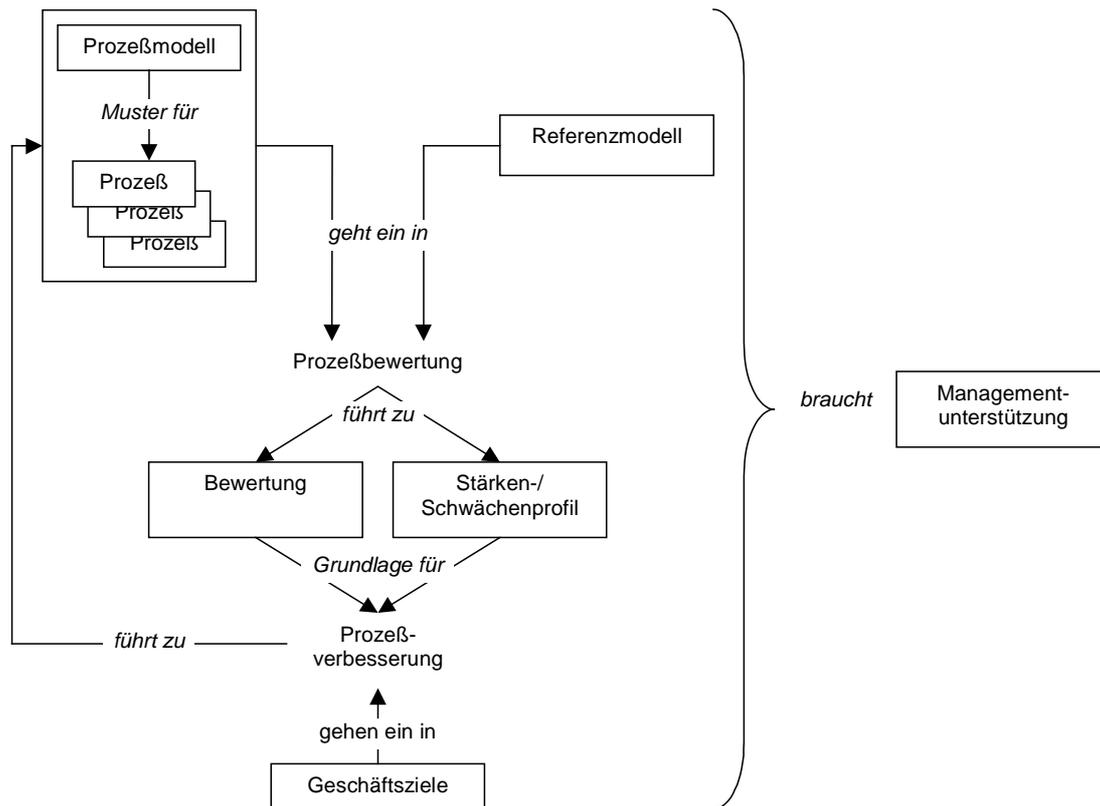


Abbildung 5: Zyklus aus Prozeßbewertung und Prozeßverbesserung

### 2.1.5.2 Vorgehen

Zahran [Zah98] schlägt 3 Schritte vor, um die Ergebnisse einer Prozeßverbesserung in einer Organisation umzusetzen. Zunächst muß ein Plan erstellt werden, der die Maßnahmen zur Prozeßverbesserung dokumentiert. Für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen müssen dann Verantwortliche benannt werden. Schließlich müssen die Maßnahmen implementiert werden.

### 2.1.6 Ein Zyklus aus Prozeßbewertung und Prozeßverbesserung

Damit die Prozeßverbesserung keine einmalige Aktion bleibt sondern fortlaufend stattfindet, sollte ein Zyklus aus Prozeßbewertung und anschließender Prozeßverbesserung etabliert werden.

Abbildung 5 zeigt einen solchen Zyklus und stellt dabei die Begriffe Prozeß, Prozeßmodell, Prozeßbewertung und Prozeßverbesserung im Zusammenhang dar.

Am Anfang steht das Prozeßmodell einer Organisation. Daraus werden für jedes Projekt entsprechende Prozeßbeschreibungen durch Anpassung (*tailing*) abgeleitet, nach denen sich dann die real durchgeführten Prozesse richten. Bei einer Prozeßbewertung werden dann das Prozeßmodell und die real durchgeführten Prozesse der Organisation dem Referenzmodell gegenübergestellt, das im verwendeten Ansatz zur Prozeßbewertung enthalten ist. Die Ergebnisse der Prozeßbewertung werden mit den Geschäftszielen abgeglichen und in ein Programm zur Prozeßverbesserung eingebracht. Dies wiederum führt zu einem neuen Prozeßmodell und in der Folge auch neuen Prozessen. Nach einer geeigneten Zeitspanne kann dann der Zyklus von vorne beginnen. Während des gesamten Zyklus ist die aktive Unterstützung durch das Management unerlässlich [Pic99].

## 2.2 Das V-Modell

### 2.2.1 Historie

#### 2.2.1.1 Entwicklung

Die zunehmende Bedeutung von Software, die zunehmenden Anforderungen an die Qualität von Software und der immer höhere Verbrauch an finanziellen und personellen Ressourcen für die Softwareentwicklung sowie insbesondere die Softwarepflege und -änderung veranlaßten den Bundesminister für Verteidigung 1986 zwei Projekte zur Standardisierung der Softwareentwicklung, -pflege und -änderung in der Bundeswehr zu starten; dies waren zum einen das Projekt „Softwareentwicklungsumgebung für Informationssysteme (SEU-IS)“ zum anderen das Projekt „Softwareentwicklungsumgebung für Waffen- und Waffeneinsatzsysteme (SEU-WS)“.

Die Projekte, die mit Beteiligung der Industrie (z. B. IABG, Ottobrunn) abgewickelt werden sollten, verfolgten dabei vier Ziele [BD95]:

- *Eindämmung der Kosten über den gesamten Life Cycle,*
- *Verbesserung/Gewährleistung der Softwarequalität,*
- *Verminderung der Abhängigkeit des Auftraggebers von Auftragnehmern,*
- *größere Transparenz bei der Eigenentwicklung von Software.*

Existierende Prozeßmodelle aus anderen Staaten, insbesondere DoD STD 2167 A aus den USA und GAM T 17 aus Frankreich, wurden den Anforderungen nicht gerecht, so daß eine Eigenentwicklung nötig wurde [BD95].

Die Projektarbeit im Rahmen von SEU-WS führte Ende 1988 zu einer ersten Version des V-Modells, 1989 erfolgte der erste Einsatz im Rahmen von Aufträgen. Die Ergebnisse des Projektes SEU-IS flossen darin ein, woraus dann im April 1990 die erste konsolidierte Version des V-Modells entstand. Mit dem Erlaß des V-Modells durch den Bundesminister für Verteidigung im Februar 1991 wurde das V-Modell schließlich zum verbindlichen Standard für Softwareentwicklung, -pflege und -änderung im militärischen Bereich. Ende 1991 übernahm die Koordinierungs- und Beratungsstelle des Bundesministers des Inneren das V-Modell als Basis eines entsprechenden Standards im Bereich des Bundes (bis 1996 jedoch nur mit dem Status „zur Erprobung empfohlen“ [IABG1]). Im August 1992 wurde vom Bundesminister für Verteidigung und dem Bundesminister des Inneren eine gemeinsame, einheitliche Version des V-Modells festgeschrieben und veröffentlicht.

Die Diskussionen im Rahmen der für die Weiterentwicklung des V-Modells verantwortlichen Änderungskonferenz führten 1996 zu einem Strategiepapier „Standardisierung der Softwaretechnologie“, das Änderungswünsche zusammenfaßte und Lösungsansätze aufzeigte. Zu den wichtigsten Änderungen zählten die Weiterentwicklung vom reinen Software- zu einem Systementwicklungsstandard, der die Hardwareentwicklung von vornherein mit berücksichtigt, der Einsatz von Fertigprodukten und neue Technologien.

Die Änderungen wurden eingearbeitet, so daß im Juni 1997 dann schließlich die derzeit gültige Version des V-Modells als „Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes“ veröffentlicht werden konnte. Zum 10. Juni 1997 wurde diese neue Version dann vom Bundesministerium der Verteidigung in Kraft gesetzt [BMVg97].

Im Bereich der zivilen Bundesverwaltung ist das V-Modell in der jeweils gültigen Version seit dem 05.06.1996 vom Interministeriellen Koordinierungsausschuß zur Anwendung empfohlen. Dies ist grundsätzlich bindend [IABG1]. Das V-Modell stellt somit eine verbindlich



Abbildung 6: Zweifache Untergliederung des V-Modells ([AU250kurz], S. 4)

einzusetzende Vorschrift bei der Entwicklung von IT-Systemen im Bereich der Bundesverwaltung dar.

### 2.2.1.2 ANSSTAND e. V.

Bereits 1992 gründeten Vertreter der öffentlichen Bundesverwaltung und der Industrie den Verein ANSSTAND e. V. (Anwender des Software-Entwicklungsstandards der öffentlichen Verwaltung), der seitdem als Interessenvertretung von Anwendern des V-Modells fungiert [ANSS98].

### 2.2.2 Aufbau

Der Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes regelt die Entwicklung auf drei Ebenen:

- Vorgehensweise („Was ist zu tun?“),
- anzuwendende Methoden („Wie ist etwas zu tun?“),
- Anforderungen an die einzusetzenden Werkzeuge („Womit ist etwas zu tun?“).

Diese drei Ebenen sind in drei „Allgemeinen Umdrucke (AU)“ veröffentlicht:

- AU 250 beschreibt das eigentliche Vorgehensmodell – wiederum in drei Teilen:
  - AU 250/1 [AU250/1a] enthält den Regelungsteil, der die durchzuführenden Arbeitsschritte sowie deren Ergebnisse beschreibt.
  - AU 250/2 [AU250/2a, AU250/2b] beschreibt behördenspezifische Ergänzungen, die nähere Angaben zur Anwendung im Bereich der Bundeswehr und in der zivilen Bundesverwaltung enthalten.
  - AU 250/3 [AU250/3] ist die Handbuchsammlung. Hier finden sich einzelne Handbücher zu verschiedenen Themen wie dem Rollenkonzept, dem Tailoring, den Bezug zur ISO 9000 o. ä.
- Die Methodenzuordnung AU 251 [AU251] regelt, mit welchen Methoden die Tätigkeiten aus dem Regelungsteil durchzuführen sind und beschreibt die einzelnen Methoden kurz.
- Die funktionalen Werkzeugaanforderungen in AU 252 [AU252] listen Anforderungen an Werkzeuge auf, die zur Durchführung der Arbeiten zum Einsatz kommen sollen.

Neben diesen drei Ebenen findet noch eine zweite, orthogonale Unterteilung der Tätigkeiten und damit auch den zugeordneten Ergebnissen, Methoden und Werkzeugaanforderungen nach funktionalen Gesichtspunkten statt: Jede Aktivität ist einem der vier Submodelle Systementwicklung, Qualitätssicherung, Konfigurationsmanagement oder Projektmanagement zugeordnet. Diese zweifache Untergliederung verdeutlicht Abbildung 6.

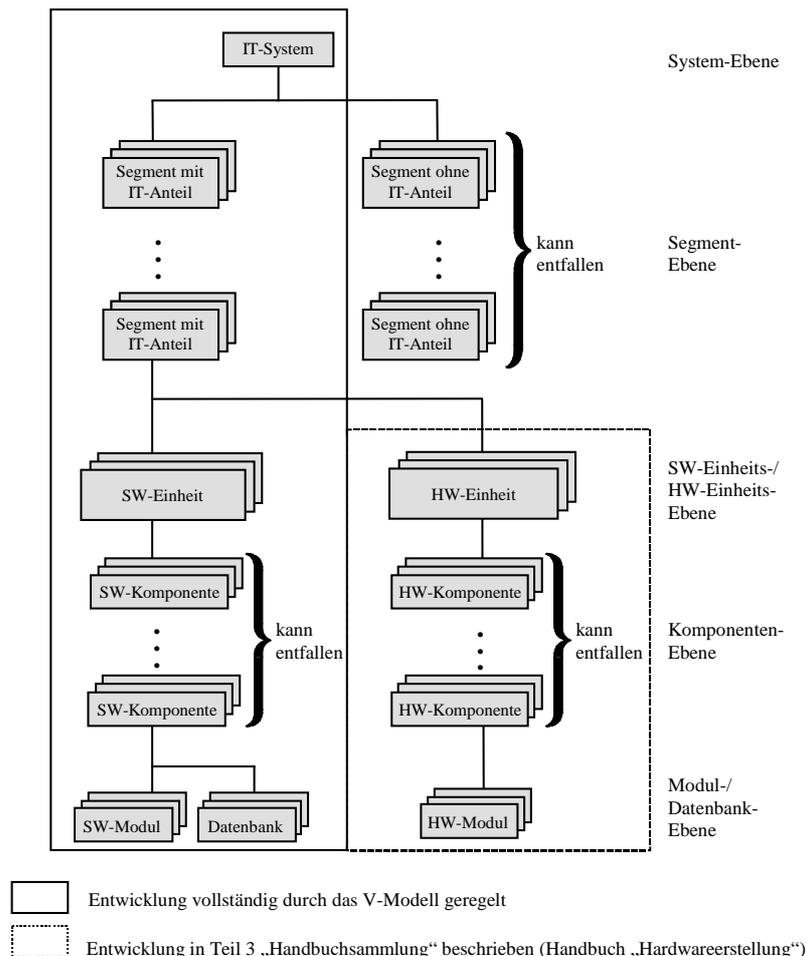


Abbildung 7: Erzeugnisstruktur des V-Modells ([AU250/1a], S. 2-2)

## 2.2.3 Konzepte

### 2.2.3.1 Erzeugnisstruktur

Wie in der Informatik üblich wird das zu erstellende IT-System hierarchisch zerlegt. Das V-Modell sieht dabei eine bestimmte Erzeugnisstruktur vor. Das IT-System zerfällt in – ggf. mehrere Ebenen von – Segmenten. Dabei werden nur Segmente mit IT-Anteil weiter vom V-Modell behandelt. Segmente untergliedern sich in SW-Einheiten und HW-Einheiten, die wiederum in – ggf. mehrere Ebenen von – SW- und HW-Komponenten zerfallen. Die kleinsten Bausteine sind dann SW-Module, Datenbanken und HW-Module. Abbildung 7 veranschaulicht die Zusammenhänge.

### 2.2.3.2 Aktivitäten und Produkte

Die im Entwicklungsprozeß durchzuführenden Tätigkeiten werden im V-Modell als Aktivitäten bezeichnet. Komplexe Aktivitäten können aus Teilaktivitäten bestehen. Aktivitäten der obersten Ebene heißen Hauptaktivitäten. Die Ergebnisse von Aktivitäten sind Produkte, die wiederum in anderen Aktivitäten weiter bearbeitet werden. Teilaktivitäten führen dabei zu Teilprodukten.

Eine Aktivität erstellt ein Produkt, ändert den Zustand eines Produktes oder seinen Inhalt.

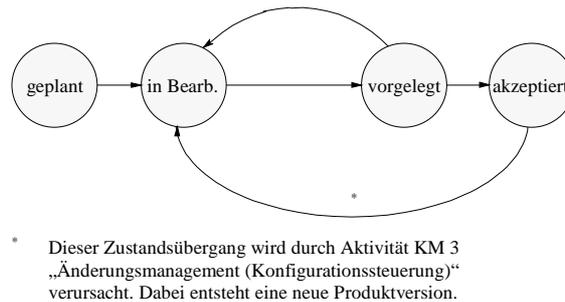


Abbildung 8: Produktzustände und zulässige Übergänge ([AU250/1a], S. 2-6)

Sowohl die Aktivitäten als auch die Produkte sind generisch beschrieben, d. h. es wird nur einmal die Aktivitäten- oder Produktklasse dargestellt, auch wenn mehrere Instanzen der Aktivität durchgeführt werden oder mehrere Instanzen des Produktes erstellt werden.

Während des Entwicklungsprozesses befindet sich ein Produkt in verschiedenen Zuständen. Jedes Produkt beginnt im Zustand „geplant“. Sobald die Arbeit an diesem Produkt aufgenommen wird, ist es „in Bearbeitung“. Ist der Bearbeiter mit dem Produkt fertig, wird das Produkt zur Qualitätssicherung „vorgelegt“. Dem Ergebnis entsprechend geht das Produkt dann entweder wieder in den Zustand „in Bearbeitung“ über oder es ist „akzeptiert“. Sobald ein Produkt einmal im Zustand „vorgelegt“ war, befindet es sich unter der Kontrolle des Konfigurationsmanagements. Abbildung 8 zeigt die Produktzustände und die möglichen Übergänge.

Jede Aktivität wird nach einem einheitlichen Aktivitätenschema beschrieben. Im Abschnitt Produktfluß zeigt eine Tabelle die von der Aktivität betroffenen Produkte mit Quell- und Zielaktivität sowie Eingangs- und Ausgangszustand. Im Abschnitt Abwicklung wird die Durchführung der Aktivität verbindlich vorgeschrieben. Darauf kann noch ein Abschnitt mit – nicht bindenden – Empfehlungen und Erläuterungen folgen.

Alle Aktivitäten werden durch ein Kürzel bestehend aus der Abkürzung des Submodells, der Nummer der Hauptaktivität und ggf. der Nummer der Teilaktivität gekennzeichnet.

Die Gliederung und der Inhalt der Produkte ist durch Produktmuster geregelt. Alle Produkte des V-Modells zeigt Abbildung 22 im Anhang.

### 2.2.3.3 Submodelle

Die Aktivitäten sind entsprechend ihrer Zusammengehörigkeit in vier Submodelle gegliedert. Das Submodell Systemerstellung (SE) beschreibt die eigentliche Systementwicklung von der Anforderungsanalyse bis zur Überleitung in die Nutzung. Das Submodell Qualitätssicherung (QS) beschreibt die Planung, Durchführung und Berichterstattung von Maßnahmen zur Produkt- und Prozeßprüfung. Das Submodell Konfigurationsmanagement (KM) regelt die Verwaltung der Produkte. Die übergreifende Planung, Information und Kontrolle der übrigen Submodelle ist im Submodell Projektmanagement (PM) festgelegt.

Bei Bedarf können Submodelle zum Teil oder als ganzes durch verschiedene in der Handbuchsammlung [AU250/3] beschriebene operative Module ersetzt werden, z. B. für Hardwareentwicklung oder für Reverse Engineering.

Das Zusammenspiel der Submodelle zeigt Abbildung 9.

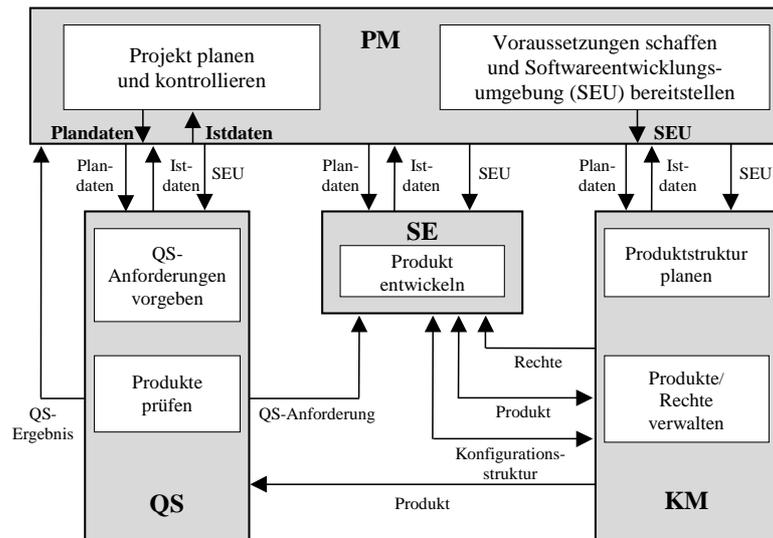


Abbildung 9: Zusammenspiel der Submodelle ([AU250/1a], S. 2-9)

### 2.2.3.4 Tailoring

Kein Projekt gleicht dem anderen. Daher kann es auch keine einheitliche Vorgehensweise für alle Projekte geben. Das V-Modell trägt dem Rechnung, indem es eine Menge von denkbaren Aktivitäten und Produkten beschreibt. Welche Aktivitäten und welche Produkte erforderlich sind, muß im Rahmen jedes Projektes erneut entschieden werden. Dabei entsteht das projektspezifische V-Modell. Die Auswahl der Aktivitäten und Produkte wird Tailoring genannt.

Dabei sind zwei verschiedene Arten des Tailoring vorgesehen. Das ausschreibungsrelevante Tailoring wird einmal zu Beginn des Projektes durchgeführt und schließt Aktivitäten und Produkte aus, die von vornherein nicht sinnvoll erscheinen. Im Rahmen des technischen Tailoring werden während der Projektdurchführung situationsabhängig Aktivitäten und Produkte gestrichen, die aufgrund vorher festgelegter Ausführungsbedingungen nicht mehr notwendig sind.

Das V-Modell bietet Unterstützung für das Tailoring an, indem für bestimmte Vorhabentypen bereits ein standardisiertes Vortailoring durchgeführt wurde. Paßt kein Vorhabentyp auf das Projekt, so können vordefinierte Streichbedingungen verwendet werden. Dabei sind jedoch stets bestimmte Mindestanforderungen zu beachten.

Das Tailoring wird im Handbuch „Tailoring und projektspezifisches V-Modell“ der Handbuchsammlung erläutert.

### 2.2.3.5 Rollen

Das V-Modell schreibt keine bestimmte Projektorganisation vor, es ist organisationsneutral. Statt dessen wird eine Menge von Rollen definiert, die in jedem Projekt konkreten Personen zugeordnet werden müssen. Dabei kann ein Projektmitarbeiter mehrere Rollen innehaben, während andere Rollen auf mehrere Mitarbeiter aufgeteilt werden. Es ist darauf zu achten, daß Interessenkonflikte vermieden werden. So darf der Projektleiter nicht der QS-Verantwortliche sein. Das Tailoring des Projektes kann dazu führen, daß bestimmte Rollen entfallen, so z. B. der HW-Entwickler bei einem Projekt ohne Hardwareanteil.

Die Rollen sind nach Submodellen gegliedert. Dabei gibt es für jedes Submodell Manager, Verantwortliche und Durchführende. Der Manager legt die Rahmenbedingungen fest und ist die oberste Entscheidungsinstanz. Er ist meist für mehrere Projekte als Manager tätig. Der

Verantwortliche plant, steuert und kontrolliert die Aufgaben des Submodells im Projekt. Die Durchführenden bearbeiten die Aufgaben des Submodells.

Den Rollen werden bestimmte Aufgaben zugewiesen, die bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten erfordern. Jeder Aktivität sind dann bestimmte Rollen als verantwortlich, mitwirkend oder beratend zugeordnet.

Beschrieben ist dies im Handbuch „Rollenkonzept im V-Modell“ der Handbuchsammlung.

### 2.2.3.6 Szenarien

Der Regelungsteil des V-Modells beschreibt zwar durch die Produktzustände und Produktflüsse logische Abhängigkeiten zwischen den Aktivitäten und Produkten. Damit ist jedoch noch kein Lebenszyklusmodell festgelegt. So ist es durchaus möglich, dem klassischen Wasserfallmodell zu folgen. Man kann aber auch – das V-Modell betrachtet dies als Normalfall – ein System inkrementell erstellen. Diese und andere Lebenszyklusmodelle bezeichnet das V-Modell als Szenarien. Sie sind im Handbuch „Szenarien“ der Handbuchsammlung beschrieben. Jedes Projekt muß ein geeignetes Szenario auswählen.

## 2.2.4 Beschreibung der Submodelle

### 2.2.4.1 Systemerstellung

Das Submodell Systemerstellung regelt die eigentliche Entwicklung des Systems. Dabei wird auf der Basis der Anforderungen des Kunden zunächst eine immer feiner werdende top-down Beschreibung des Systems bis zur Realisierung der einzelnen Komponenten durchgeführt. Anschließend werden die Komponenten bottom-up bis zum System integriert und die Erfüllung der jeweiligen Entwurfsdokumente verifiziert<sup>2</sup>. Schließlich wird das System eingeführt und validiert<sup>3</sup>, ob die Anforderungen des Kunden erfüllt sind. Dabei sind jedoch immer Rückschritte in frühere Phasen vorgesehen, falls dies notwendig oder wünschenswert erscheint (s. u.).

Prüfungen oder Tests erfolgen im Submodell SE immer nur als Selbstprüfungen durch die Entwickler. Die eigentlichen (formellen) Prüfungen erfolgen dann im Submodell QS. Nur letztere „stellen eine auch für Außenstehende nachvollziehbare Nachweisführung dar, daß das Prüfobjekt die gestellten Anforderungen erfüllt“ [AU250/1a].

Zunächst werden in der Aktivität System-Anforderungsanalyse (SE 1) die Anwenderforderungen erarbeitet. Liegen erste Architekturüberlegungen aus SE 2 vor, wird ein Forderungscontrolling durchgeführt. Dies dient insbesondere dazu, die Forderungen an möglicherweise verwendbare Fertigprodukte anzupassen. Schließlich wird ein Konzept für die spätere Wartung entworfen (SWPÄ-Konzept).

Im Systementwurf (SE 2) wird die Erarbeitung der Systemarchitektur beschrieben, wobei stets auch der Einsatz von Fertigprodukten geprüft werden soll. Die Systemarchitektur ist dann die Basis für die Technischen Anforderungen, die Schnittstellenübersicht, die Schnittstellenbeschreibung und den Integrationsplan. Schließlich können bereits vorliegende Betriebsinformationen dokumentiert werden.

---

<sup>2</sup> Unter Verifikation versteht das V-Modell das „Bestätigen aufgrund einer Untersuchung und durch Führung eines Nachweises, daß die festgelegten Forderungen erfüllt worden sind“ [AU250/1a]. Dies kann als Prozeß- oder Produktprüfung durchgeführt werden.

<sup>3</sup> Validierung bedeutet im V-Modell das „Bestätigen aufgrund einer Untersuchung und durch Führen eines Nachweises, daß die besonderen Forderungen für einen speziellen vorgesehenen Gebrauch (Erwartungshaltung des Anwenders) erfüllt worden sind“ [AU250/1a].

Für jede SW- und HW-Einheit werden in der Hauptaktivität SW-/HW-Anforderungsanalyse (SE 3) die Technischen Anforderungen und die Betriebsinformationen verfeinert.

Die SW-Architektur jeder SW-Einheit wird im SW-Grobentwurf (SE 4-SW) erarbeitet. Dabei werden die Schnittstellenübersicht, die Schnittstellenbeschreibung, die Betriebsinformationen und der Integrationsplan im Hinblick auf diese Einheit vervollständigt.

Im SW-Feinentwurf (SE 5-SW) muß jedes SW-Modul, jede SW-Komponente und jede Datenbank in einem SW-Entwurf soweit beschrieben werden, daß die Implementierung eindeutig vorgegeben ist. Von der SW-Einheit benutzte Daten sind in einen Datenkatalog aufzunehmen, die Betriebsinformationen sind entsprechend zu ergänzen. Außerdem muß noch der Betriebsmittel- und Zeitbedarf der SW-Komponenten, SW-Module und Datenbanken ermittelt und im SW-Entwurf festgehalten werden.

Die Implementierung der SW-Module und Datenbanken erfolgt in der SW-Implementierung (SE 6-SW). Bestandteil der Implementierungsdokumente sind auch alle notwendigen Compilierungs-, Binde- und Generierungsprozeduren. Schließlich hat der Entwickler eine Prüfung der von ihm erstellten SW-Module und Datenbanken vorzunehmen.

Die Integration der SW-Module und Datenbanken zu SW-Komponenten und -Einheiten wird in Aktivität SE 7-SW (Zur SW-Komponente integrieren) beschrieben. Neben der eigentlichen Integration müssen Selbstprüfungen durchgeführt werden.

Das Vorliegen aller Komponenten ist die Voraussetzung für die System-Integration in SE 8. Danach sind eine Selbstprüfung vorzunehmen, die Betriebsinformationen zu vervollständigen und schließlich das System in einer installierbaren Form bereitzustellen.

Die Überleitung in die Nutzung erfolgt in SE 9. Neben der Installation und Inbetriebnahme gehört auch ein Beitrag zur Einführungsunterstützung dazu.

Abbildung 23 (im Anhang) zeigt die Funktionen des Submodells SE im Überblick.

#### *2.2.4.2 Qualitätssicherung*

Gegenstand des Submodells Qualitätssicherung sind alle Aktivitäten und Produkte, die die Qualität des zu erstellenden Systems sicherstellen sollen. Die Maßnahmen zur Qualitätssicherung werden dabei in konstruktive und analytische Maßnahmen unterteilt. Die Planung erfolgt für beide Kategorien in diesem Submodell. Die analytischen Maßnahmen werden im Rahmen von QS auch durchgeführt, die konstruktiven Maßnahmen werden hingegen im Submodell SE ausgeführt. Neben planenden (QS 1, QS 2) und prüfenden (QS 3, QS 4) beschreibt dieses Submodell auch noch lenkende Aktivitäten (QS 5).

Zunächst wird die Qualitätssicherung in QS 1 initialisiert. Dabei werden der QS-Plan und der Prüfplan erstellt. Der QS-Plan regelt, welche generischen Produkte und Aktivitäten geprüft werden. Zusätzlich werden z. B. noch die Ein- und Ausgangskontrolle von Produkten beschrieben. Der Prüfplan nennt die konkreten Ausprägungen der zu prüfenden Aktivitäten und Produkte zusammen mit einem Zeitplan und den für die Prüfungen verantwortlichen Personen.

In QS 2 werden die einzelnen Prüfungen vorbereitet. Dazu werden in einer Prüfspezifikation Prüfmethode und -kriterien festgelegt, sowie die Prüffälle spezifiziert. Die Prüfumgebung wird im Prüfplan beschrieben. Schließlich wird noch eine Prüfprozedur erstellt.

Die Prozeßprüfung von Aktivitäten ist Gegenstand von QS 3. Die Ergebnisse werden in einem Prüfprotokoll festgehalten.

Die Produktprüfung in QS 4 zerfällt in zwei Teile. Zunächst wird die Prüfbarkeit des Produkts festgestellt, d. h. ob das Produkt die formalen Anforderungen für eine inhaltliche Prüfung

erfüllt. Anschließend kann das Produkt der Prüfprozedur folgend geprüft werden. Schließlich sind die Ergebnisse in einem Prüfprotokoll zu dokumentieren.

Die Auswertung der Prüfprotokolle nach Kriterien wie Anzahl, Schwere und Ursache der Probleme erfolgt im QS-Berichtswesen (QS 5). Die dabei gewonnenen Erfahrungen dienen nicht nur der Fehlervermeidung im laufenden Projekt, sondern sollen auch über Projektgrenzen hinweg ausgewertet werden.

Einen Überblick über alle Funktionen des Submodells QS gibt Abbildung 24 im Anhang.

#### 2.2.4.3 Konfigurationsmanagement

Aufgabe des Konfigurationsmanagements ist die Verwaltung der erstellten Produkte. Dabei werden aufeinander abgestimmte Produktversionen zu Konfigurationen zusammengefaßt. Ziel ist, daß Produkte und Konfigurationen, insbesondere auch ausgelieferte, jederzeit eindeutig identifizierbar sind. Weiterhin dürfen Zugriffe und Änderungen nur kontrolliert erfolgen und vorhergehende Versionen nicht verloren gehen. Neben den eigentlichen Maßnahmen zur Produkt- und Konfigurationsverwaltung (KM 2) und zum Änderungsmanagement (KM 3) sind Planungsaktivitäten (KM 1) und weitere Dienste (KM 4) in diesem Submodell beschrieben.

In der KM-Planung (KM 1) wird zunächst der KM-Plan erstellt. Außerdem wird das KM eingerichtet. Dabei werden die Produktbibliothek initialisiert, die alle Produkte zusammenfaßt und führt, und die zugehörigen Werkzeuge verfügbar gemacht.

KM 2 regelt die eigentliche Produkt- und Konfigurationsverwaltung. Dabei ist jedes Produkt zunächst zu initialisieren, wobei es in der Produktbibliothek erfaßt wird und die notwendigen Attribute eingetragen werden. Systeme, SW- und HW-Einheiten werden zusätzlich als Konfiguration initialisiert. In der Konfiguration werden dabei auch Angaben über Compilerversion o. ä. mitgeführt. Die Produktverwaltung nimmt ein Produkt physisch in der Produktbibliothek in Verwahrung. Schließlich wird noch die Fortschreibung der Konfigurationen und die Verwaltung der Zugriffsrechte geregelt.

Das Änderungsmanagement wird in KM 3 behandelt. Eingehende Änderungsanträge und Problemmeldungen werden zunächst bewertet. Die Änderung erhält den Status „beantragt“. Aufgrund einer Entscheidung aus dem Submodell PM erhält anschließend die Änderung den Status „abgelehnt“ oder „beabsichtigt“. Im letzteren Fall wird dann im fachlich zuständigen Submodell ein Änderungsvorschlag erarbeitet. Dieser wird dann hinsichtlich seiner Auswirkungen untersucht. Danach wird dann entschieden, ob die Änderung „abgelehnt“ oder „beauftragt“ wird. Der Abschluß der Änderung beinhaltet die Feststellung, ob die Änderung korrekt abgeschlossen ist (Status „erledigt“) sowie die Information der Betroffenen.

Verschiedene KM-Dienste sind in KM 4 zusammengefaßt. Dazu gehört die Datenadministration, die den projektspezifischen Datenkatalog führt und ggf. die Daten in einen projektübergreifenden Datenkatalog aufnimmt. Projektübergreifende Wiederverwendung wird durch die Katalogisierung von SW-/HW-Produkten ermöglicht. Dabei werden entweder Produkte in einen zentralen Produktkatalog aufgenommen oder aus ihm zur Verfügung gestellt. Die Koordination der Schnittstellen stellt die Kompatibilität aller technischen Schnittstellen sicher. Die Sicherung der Ergebnisse erfolgt kontinuierlich, zu festgelegten Terminen und vor Abschluß des Projekts. Die Führung der KM-Dokumentation beinhaltet die Erstellung von Änderungshistorien und Differenzinformationen zwischen Konfigurationen, Versionen und Dateien. Die Durchführung des Release-Managements gehört ebenfalls zu KM 4. Die Führung der Projekthistorie dokumentiert die Erfahrungen des Projektes für spätere Projekte.

Alle Funktionen des Konfigurationsmanagements zeigt Abbildung 25 im Anhang.

#### 2.2.4.4 Projektmanagement

Das technische Projektmanagement ist Gegenstand des Submodells PM. Neben der Planung Kontrolle und Steuerung der projektinternen Tätigkeiten sowie der Zuordnung projektinterner Rollen zählt auch die Einrichtung einer Schnittstelle zu projektexternen Einheiten zu der Aufgaben von PM [AU250kurz].

Die Aktivitäten von PM können wie folgt unterteilt werden [AU250/1a]:

- Projektbezogene Aktivitäten werden in der Regel nur einmal durchgeführt. Dies sind die Projektinitialisierung (PM 1) und der Projektabschluß (PM 14).
- Aktivitäten, die bei Vergabe oder Beschaffung durchgeführt werden. Diese umfassen die eigentliche Vergabe/Beschaffung (PM 2) und das Auftragnehmer-Management (PM 3).
- Planungsbezogene Aktivitäten sind die Feinplanung (PM 4), Kosten-/Nutzenanalysen (PM 5) sowie Durchführungsentscheidungen (PM 6).
- Periodisch durchgeführt werden Risikomanagement (PM 7), Projektkontrolle und -steuerung (PM 8) und Informationsdienst und Berichtswesen (PM 9).
- In jedem Arbeitsabschnitt muß die Schulung/Einarbeitung (PM 10), die Bereitstellung der Ressourcen (PM 11), die Vergabe von Arbeitsaufträgen (PM 12) und schließlich die Einweisung der Mitarbeiter (PM 13) erfolgen.

Während der Projektinitialisierung (PM 1) muß das Projekt zunächst eingerichtet werden. Dazu ist ein Projektauftrag mit den Projektzielen, der Zusage der Finanzmittel und der Benennung des Projektleiters erforderlich. Nach der Organisationsplanung kann das Projekt mit einem Kick-off-Meeting etabliert werden. Dann ist eine Projektbeschreibung zu verfassen und eine geeignete Entwicklungsstrategie auszuwählen. Durch das ausschreibungsrelevante Tailoring wird das projektspezifische V-Modell erstellt. Anschließend werden die benötigten Hilfsmittel ausgewählt. Alle bisherigen Ergebnisse werden im Projekthandbuch festgehalten, das die Kommunikationsgrundlage zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer darstellt. Auf der Grundlage des Projekthandbuchs kann dann ein Grobplanung durchgeführt und im Projektplan dokumentiert werden.

Bei der Vergabe/Beschaffung (PM 2) ist eine Ausschreibung durchzuführen, die Angebote sind auszuwerten und ein Vertrag ist abzuschließen. Die Überwachung der Vertragserfüllung geschieht in PM 3, Auftragnehmer-Management.

Die Feinplanung des nächsten Projektabschnittes wird in PM 4 beschrieben. Dabei wird das technische Tailoring durchgeführt, die Produkte des nächsten Entwicklungsabschnittes geplant, die dazugehörige Ablauforganisation bestimmt und schließlich die Aufwands-, Termin-, und Ressourcenplanung sowie die Planung der weiteren Baselines vollzogen. Gegebenenfalls werden Teilprojekte oder Unteraufträge vergeben. Der Projektplan wird jeweils entsprechend fortgeschrieben.

Bei mehreren möglichen Lösungen muß deren Rentabilität während des gesamten Lebenszyklus untersucht werden. Dies geschieht in PM 5 durch Erstellung einer Kosten-/Nutzenanalyse.

Durchführungsentscheidungen (PM 6) können zu folgenden Themen gefällt werden: Bestätigung von Baselines, Durchführung eines Forderungscontrolling, Maßnahmen im Anschluß an das Forderungscontrolling, Vorbereitung der Erstellung und Billigung von Entscheidungspapieren, Entscheidung über Abschluß von Verträgen und Prüfung einer bevorstehenden Auslieferung. Gegebenenfalls ist der Auftraggeber an den Entscheidungen zu beteiligen. Ein Protokoll enthält jeweils die Ergebnisse.

Risikomanagement (PM 7) findet fortlaufend statt. Risiken sollen frühzeitig erkannt, ihre möglichen Auswirkungen bewertet und geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Die Wirksamkeit der Maßnahmen muß überwacht werden.

Die Kontrolle des Projektfortschrittes und die Einleitung entsprechender Maßnahmen bei Abweichungen ist Aufgabe der Projektkontrolle und -steuerung (PM 8).

Der Informationsdienst/Berichtswesen (PM 9) sorgt dafür, daß alle Beteiligten die für ihre Arbeit relevanten Informationen erhalten.

Die Schulung/Einarbeitung (PM 10) vermittelt den Mitarbeitern die zur Durchführung ihrer Aufgaben notwendigen Kenntnisse.

Die für die Arbeiten notwendigen Ressourcen wie Werkzeuge, Arbeits- und Betriebsmittel werden in PM 11 bereitgestellt. Dazu zählt auch die Verwaltung der Software-Entwicklungsumgebung.

Die Mitarbeiter erhalten ihre Arbeitsaufträge in PM 12 und werden in PM 13 in ihre Arbeit eingewiesen.

Beim Projektabschluß in PM 14 ist ein Projektabschlußbericht zu verfassen, der eine Rückschau auf das Projekt bietet und Erfahrungen für nachfolgende Projekte dokumentiert. Dabei werden die Berichtsdokumente und die Projekthistorie ausgewertet.

Einen Überblick über die Aktivitäten des Submodells bietet Abbildung 26 im Anhang.

### 2.2.5 Methodenzuordnung

Die Methodenzuordnung beschreibt die Methoden, die bei der Durchführung der Aktivitäten aus dem Regelungsteil zur Anwendung kommen sollen. Um eine große Vielfalt und eine breite Werkzeugunterstützung zu gewährleisten, beschränkt sich die Methodenzuordnung auf Elementarmethoden, d. h. Methoden, [AU251kurz]

*die eine spezifische abgegrenzte Sicht des Systems (...) und /oder einen bestimmten Ausschnitt der Systementwicklung (...) oder der begleitenden Tätigkeiten (...) beschreiben.*

In einem Anhang werden dann Elementarmethoden zu komplexen Methoden zusammengefaßt. Methoden mit vergleichbaren Aufgaben werden zu Methodenkategorien zusammengefaßt, z. B. Schätzmodelle.

Die Auswahl der im Projekt einzusetzenden Methoden geschieht im Anschluß an das Tailoring anhand von Zuordnungstabellen in der Methodenzuordnung. Die Ergebnisse werden dann im Projekthandbuch eingetragen.

Die Beschreibung der Methoden erfolgt in der Methodenzuordnung in sechs Teilen:

1. Identifikation/Definition,
2. Kurzcharakteristik der Methode,
3. Grenzen des Methodeneinsatzes,
4. Detaillierung der Methodenzuordnung,
5. Schnittstellen und
6. Weiterführende Literatur.

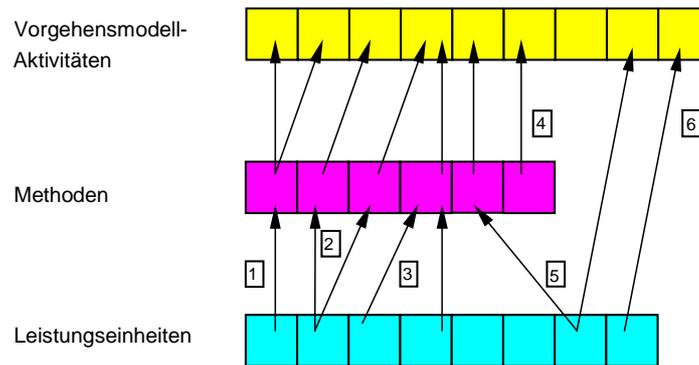


Abbildung 10: Zuordnung von Leistungseinheiten zu Methoden und Aktivitäten des V-Modells ([AU252kurz], S. 6)

### 2.2.6 Funktionale Werkzeuganforderungen

Durch die Beschreibung von funktionalen Werkzeuganforderungen soll den Anwendern des V-Modells Hilfestellung bei der Auswahl geeigneter Werkzeuge gegeben werden, ohne jedoch durch die Vorgabe konkreter Produkte bestimmte Anbieter zu bevorzugen und eine ständige Aktualisierung notwendig zu machen.

Den Aktivitäten und Methoden des V-Modells werden dabei Leistungseinheiten zugeordnet, die Anforderungen an die Werkzeuge enthalten. Abbildung 10 zeigt, wie eine Leistungseinheit einer Methode (1), eine Leistungseinheit mehreren Methoden (2), mehrere Leistungseinheiten einer Methode (3) und Leistungseinheiten Aktivitäten ohne Methodenunterstützung (6) zugeordnet werden. Für manche Methoden ist keine Werkzeugunterstützung denkbar (4). Mischfälle sind ebenfalls möglich (5).

Die Beschreibung der Leistungseinheiten ist dabei wie folgt gegliedert:

- Name der Leistungseinheit,
  - Zuordnung zum V-Modell und zur Methodenzuordnung,
  - Kurzcharakteristik,
  - Anforderungen,
    - Anforderungen an die Schnittstellen,
    - Anforderungen an die Methodenunterstützung,
    - Anforderungen an die Funktionen und
    - sonstige Anforderungen.

### 2.2.7 Kritik am V-Modell aus der Literatur

Die integrierte, detaillierte Darstellung aller Aufgaben im Lebenszyklus und die Generizität in Verbindung mit Tailoring stellen wichtige Vorteile dar [Bal98].

Die Kurzbeschreibung zum Vorgehensmodell nennt unter anderem folgende Vorteile des V-Modells [AU250kurz]: verbesserte Kommunikation, höhere Produktqualität, Produktivitätsgewinn, bessere Kalkulation, geringere Abhängigkeit von Personen und Firmen sowie Verringerung des Wartungsaufwands zählen zu den wichtigsten. Ob diese Ziele im praktischen Einsatz des V-Modells auch erreicht werden, können aber nur empirische Studien belegen.

Die Praxis zeigt (z. B. [Plö98]), daß die Verringerung der Kosten über den Lebenszyklus eintritt, allerdings erst in der Wartungsphase. Woletz [Wol96] lobt am V-Modell 92 die Erleich-

terung der Vertragsverhandlungen durch das standardisierte Vortailoring, die flexible Einsetzbarkeit und transparentere Aufwands-Kalkulation.

Der Umfang der Regelungen wird von Balzert kritisiert [Bal98], er spricht sogar von Software-Bürokratie. Daneben stellt er fest, daß eine effiziente Durchführung ohne geeignete Werkzeugunterstützung kaum machbar ist. Schließlich zeigt er auf, daß durch die Methoden-zuordnung keine Methodenneutralität mehr gegeben ist, wodurch möglicherweise eine zügige Integration neuer Methoden verhindert wird.

Mansel berichtet [Man96] – allerdings auf der Basis des V-Modell 92 – von hohem Aufwand bei der Erstanwendung, Schwierigkeiten beim projektspezifischen Tailoring und Problemen bei der Umsetzung im konkreten Projekt aufgrund der Komplexität des Standards.

## 2.3 Das Capability Maturity Model für Software

### 2.3.1 Historie

#### 2.3.1.1 Entwicklung

Die Arbeit am Capability Maturity Model für Software (SW-CMM<sup>4</sup>) begann aus ähnlichen Gründen und etwa zur selben Zeit wie die am V-Modell. 1986 bat die Regierung der Vereinigten Staaten das Software Engineering Institute (SEI) um die Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung des Standes der Softwareentwicklung bei ihren Vertragspartnern. Daraufhin begann das SEI mit Hilfe der Firma MITRE die Entwicklung eines ersten Modells zur Prozeßbewertung und -verbesserung, das im September 1987 veröffentlicht wurde [HK87]. Diese Beschreibung bildete später die Grundlage für Humphreys Werk „Managing the Software Process“ [Hum89] von 1989. Zusammen mit der Beschreibung des Modells wurde ein erster Fragenkatalog zur Durchführung der Bewertungen erstellt [HS87]. Bereits zu diesem Zeitpunkt waren *software process assessments* und *software capability evaluations* vorgesehen.

1991 wurde das ursprüngliche Modell zur ersten Version des Capability Maturity Models für Software weiterentwickelt, wobei die in den vier Jahren seit der Entstehung gesammelten Erfahrungen einfließen. Breite Anwendung und Rückkopplung durch die Softwareindustrie führten dann 1993 zur derzeit immer noch gültigen Version 1.1 des SW-CMM, die in Form von zwei technischen Berichten vorliegt [PCC+93, PWG+93] und später mit kleinen Ergänzungen als Buch veröffentlicht wurde [PWC+95]. Eine Übertragung des SW-CMM ins Deutsche findet sich in [Tha93].

Der Erfolg des Capability Maturity Models für Software führte zur Übertragung der zugrundeliegenden Ideen auf andere Anwendungsbereiche, woraus weitere Capability Maturity Models entstanden, z. B. das Systems Engineering CMM (SE-CMM) [BKW+95] oder das People CMM (P-CMM) [CHM95]. Abbildung 1 zeigt diese und noch einige weitere Abkömmlinge des SW-CMM.

Währenddessen blieb die Arbeit am SW-CMM jedoch nicht stehen, sondern es wurde mit Hochdruck an der Version 2.0 gearbeitet, die Ende 1997 erscheinen sollte. Diese Arbeiten resultierten im Draft C der Version 2.0 [SW-CMM2.0C], der am 22. Oktober 1997 veröffentlicht wurde.

Angesichts der vielen verschiedenen CMMs entschied jedoch das US Verteidigungsministerium, der Geldgeber des SEI, die Arbeit am SW-CMM auszusetzen und mit dem CMM Inte-

---

<sup>4</sup> In diesem und dem folgenden Abschnitt bezeichnet CMM ein (allgemeines) Capability Maturity Model, SW-CMM das Capability Maturity Model für Software. In den folgenden Abschnitten wird, wo keine Verwechslungsgefahr besteht, das SW-CMM auch kurz als CMM und entsprechend das Capability Maturity Model für Software als Capability Maturity Model bezeichnet.

gration (CMMI) einen gemeinsamen Rahmen für die verschiedenen CMMs zu schaffen. Die einzelnen CMMs sollten dann von diesem gemeinsamen Rahmen abgeleitet werden. Damit sollte der Aufwand verringert werden, der durch die Anwendung vieler verschiedener Modelle entstanden war. Einen Ausblick auf das CMMI bieten [BW99] und [FAD+99].

Nach dem Stand vom 25. März 1999 ist die Veröffentlichung eines Drafts des Capability Maturity Model-Integrated-Software (CMMI-SW) für August 1999 geplant, im Juni 2000 soll dann die endgültige Version folgen [SEI2].

### 2.3.1.2 Wurzeln

Die Ideen des CMM reichen bis in die industrielle Produktion der 30er Jahre zurück. Damals entwickelte Shewart die Prinzipien der statistischen Qualitätskontrolle. Später schlug Juran vier Schritte zur Qualitätskontrolle und -verbesserung vor, während Deming die Idee der statistischen Qualitätskontrolle in Japan mit großem Erfolg verbreitete. Schließlich entwickelte Crosby ein erstes fünfstufiges Reifegradmodell für das Qualitätsmanagement [Zah98].

Die dem Reifegradmodell von Crosby zugrundeliegenden Ideen übertrug dann Radice bei IBM unter der Leitung von Humphrey auf die Softwareentwicklung. Letzterer brachte schließlich bei seinem Wechsel an das SEI das Reifegradmodell mit dorthin [PCC+93].

Die Verfasser des SW-CMM sehen das Modell als Anwendung der Prinzipien des Total Quality Management (TQM) auf die Softwareentwicklung [PWC+95]. Wie sie jedoch selbst zugeben, beschränkt sich das SW-CMM auf prozeßorientierte Aspekte.

### 2.3.1.3 Das Software Engineering Institute

Das Software Engineering Institute (SEI) an der Carnegie Mellon University (CMU) wurde 1984 vom US Verteidigungsministerium als staatlich finanzierte Forschungseinrichtung gegründet. Das Ziel ist [SEI1],

*to provide leadership in advancing the state of the practice of software engineering to improve the quality of systems that depend on software.*

Dieses Ziel soll erreicht werden durch [SEI1]

*promoting the evolution of software engineering from an ad hoc, labor-intensive activity to a discipline that is well managed and supported by technology.*

## 2.3.2 Konzepte<sup>5</sup>

### 2.3.2.1 Prozeßreife und Prozeßfähigkeit

Das CMM stellt den Reifegrad des Softwareentwicklungsprozesses in einer Organisation fest und beschreibt einen Weg von einem unreifen zu einem reifen Softwareentwicklungsprozeß. Doch was unterscheidet eine unreife von einer reifen Organisation?

In einer unreifen Organisation dominiert Improvisation, definierte Prozesse werden nicht unbedingt befolgt und Reaktion geht vor Prävention. Es ist kein Verständnis für den Zusammenhang zwischen Prozeß und Produkt vorhanden. Dies kann häufig zu Termin- und Budgetüberschreitungen aufgrund mangelhafter Schätzungen führen. Qualitätssicherung ist eine Frage der zur Verfügung stehenden Zeit. Eine Vorhersage hinsichtlich der Einhaltung von vertraglichen Vereinbarungen ist kaum möglich.

---

<sup>5</sup> Für diesen Abschnitt wurde das SW-CMM Version 1.1 zugrunde gelegt [PCC+93, PWG+93, PWC+95].

Eine reife Organisation hingegen setzt die dokumentierten Prozesse in allen Projekten konsistent ein, ihre Bedeutung ist den Mitarbeitern bewußt. Prozesse werden bei Bedarf in kontrollierter Weise an veränderte Bedingungen angepaßt. Für Termin- und Kostenschätzungen werden geeignete Methoden auf der Grundlage einer breiten Erfahrungsbasis verwendet. Qualitätssicherung ist integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses. Dadurch kann die Organisation die Zusagen an ihre Vertragspartner in aller Regel einhalten.

Definiert wird die Reife des Softwareentwicklungsprozesses (*software process maturity*) im CMM [PWC+95] wie folgt:

*Software process maturity is the extent to which a specific process is explicitly defined, managed, measured, controlled, and effective.*

Das CMM besagt nun, daß die Reife des Softwareentwicklungsprozesses der entscheidende Einflußfaktor für die Prozeßfähigkeit (*software process capability*) ist. Diese gibt an, in welchem Bereich die Ergebnisse eines Prozesses voraussichtlich liegen werden. Das CMM formuliert dies so [PWC+95]:

*Software process capability describes the range of expected results that can be achieved by following a software process. The software process capability of an organization provides one means of predicting the most likely outcomes to be expected from the next software project the organization undertakes.*

Dieser letzte Satz macht die Prozeßfähigkeit für Kunden interessant. Je höher der Reifegrad einer Organisation, desto eher können ihre Kunden ihren Zusagen vertrauen.

### 2.3.2.2 Reifegradstufen

Um einer Organisation den Weg zu einem reifen Softwareentwicklungsprozeß zu erleichtern, unterteilt das CMM die dazu notwendigen Schritte in fünf aufeinander aufbauende Stufen. Bei einer Prozeßbewertung nach dem CMM wird festgestellt, auf welcher Stufe sich die Organisation befindet.

Diese Stufen werden als Reifegradstufen (*maturity levels*) bezeichnet und wie folgt definiert [PWC+95]:

*A maturity level is a well-defined evolutionary plateau toward achieving a mature software process.*

Auf jeder Reifegradstufe werden dem Softwareentwicklungsprozeß bestimmte Teilprozesse hinzugefügt, die die Prozeßfähigkeit weiter erhöhen sollen.

Die niedrigste Stufe ist der initiale Prozeß, auf der der Softwareentwicklungsprozeß kaum definiert ist und nicht genau befolgt wird. Die projektspezifische Definition und Befolgung eines Softwareentwicklungsprozesses führt durch die damit einhergehende Prozeßdisziplin zu einem wiederholbaren Prozeß in vergleichbaren Projekten. Die organisationsweite Definition eines Standardprozesses sichert den Schritt auf die nächste Stufe. Metriken ermöglichen eine Steuerung des Prozesses und machen ihn vorhersagbar. Schließlich führt fortlaufende Prozeßverbesserung zu einem beständig optimierten Prozeß.

Das CMM kennzeichnet die fünf Reifegradstufen wie folgt [PWC+95]:

1. Initial	The software process is characterized as ad hoc, and occasionally even chaotic. Few processes are defined, and success depends on individual effort and heroics.
2. Repeatable	Basic project management processes are established to track cost, schedule, and functionality. The necessary process discipline is in place to repeat earlier successes on projects with similar applications.
3. Defined	The software process for both management and engineering activities is documented, standardized, and integrated into a standard software process for the organization. All projects use an approved, tailored version of the organization's standard software process for developing and maintaining software.
4. Managed	Detailed measures of the software process and product quality are collected. Both the software process and products are quantitatively understood and controlled.
5. Optimizing	Continuous process improvement is enabled by quantitative feedback from the process and from piloting innovative ideas and technologies.

Abbildung 11: Kurzbeschreibung der Reifegradstufen

Mit zunehmendem Reifegrad verbindet das CMM große Hoffnungen [PWC+95]. Die Transparenz des Entwicklungsprozesses soll sich für Außenstehende wie z. B. das Management verbessern. Außerdem erhöhe sich die Vorhersagbarkeit in Bezug auf Termine, Kosten und Zeit. Die Schwankungsbreite dieser Größen für eine gegebene Vorhersage soll abnehmen und schließlich steigende Effizienz des Entwicklungsprozesses zu kürzeren Entwicklungszeiten, geringeren Kosten und steigender Qualität führen. Abbildung 27 und Abbildung 28 im Anhang stellen dies dar.

Abschnitt 2.3.6 nennt empirische Untersuchungen, die zeigen, daß diese Ziele auch erreicht werden können.

### 2.3.2.3 Struktur der Reifegradstufen

Alle Reifegradstufen mit Ausnahme der ersten sind nach der in Abbildung 12 gezeigten Struktur gegliedert. Da die Stufe 1 den Ausgangszustand für eine Organisation darstellt, werden hier keinerlei Anforderungen definiert.

Wie oben bereits beschrieben läßt die Reifegradstufe auf die Prozeßfähigkeit schließen.

Jede Reifegradstufe enthält eine Reihe von Schlüsselprozessen (*key process areas*), die den Softwareentwicklungsprozeß der Organisation um bestimmte Teilprozesse ergänzen. Der Begriff Schlüsselprozeß soll andeuten, daß hier der Fokus der Prozeßverbesserung liegt. Die Schlüsselprozesse umfassen jedoch keinesfalls alle Teilprozesse eines Softwareentwicklungsprozesses. Jeder Schlüsselprozeß soll bestimmte Ziele (*goals*) erreichen.

Die Schlüsselaufgaben (*key practices*) beschreiben, was im Rahmen der einzelnen Schlüsselprozesse zu tun ist bzw. welche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung des Teilprozesses erfüllt sein müssen. Für wiederkehrende Aufgaben sind dabei Textschablonen definiert [SW-CMM2.0B].

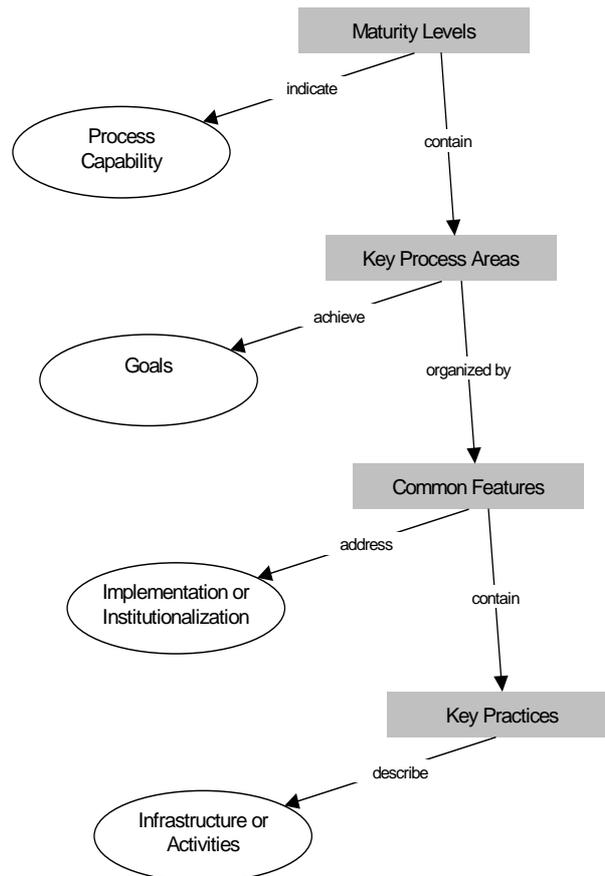


Abbildung 12: Struktur der Reifegradstufen (nach [PCC+93], S. 29)

Die Schlüsselaufgaben sind dabei jeweils in folgende fünf Gruppen von gemeinsamen Aspekten (*common features*) zusammengefaßt:

- Verpflichtungen zur Durchführung (*commitment to perform*),
- Voraussetzungen für die Durchführung (*ability to perform*),
- durchzuführende Tätigkeiten (*activities to perform*),
- Prozeßmessung und -analyse (*measurement and analysis*) und
- Überprüfung der Durchführung (*verifying implementation*).

### 2.3.3 Beschreibung der Reifegradstufen<sup>6</sup>

Abbildung 13 zeigt die Schlüsselprozesse und ihre Zuordnung zu den Reifegradstufen. Die Reifegradstufen werden im folgenden beschrieben. Dabei werden zunächst die Anforderungen an einen Prozeß auf der jeweiligen Stufe, dann die gemeinsamen Aspekte mit Ausnahme der durchzuführenden Tätigkeiten dargestellt, da sie für alle Schlüsselprozesse ähnlich sind. Bei den höheren Stufen werden nur die Änderungen zu den vorhergehenden kenntlich gemacht. Schließlich werden die durchzuführenden Tätigkeiten der einzelnen Schlüsselprozesse angegeben.

<sup>6</sup> Die Beschreibung der Reifegradstufen in diesem Abschnitt wurde anhand des Draft C für die Version 2.0 des SW-CMM erstellt [SW-CMM2.0C].

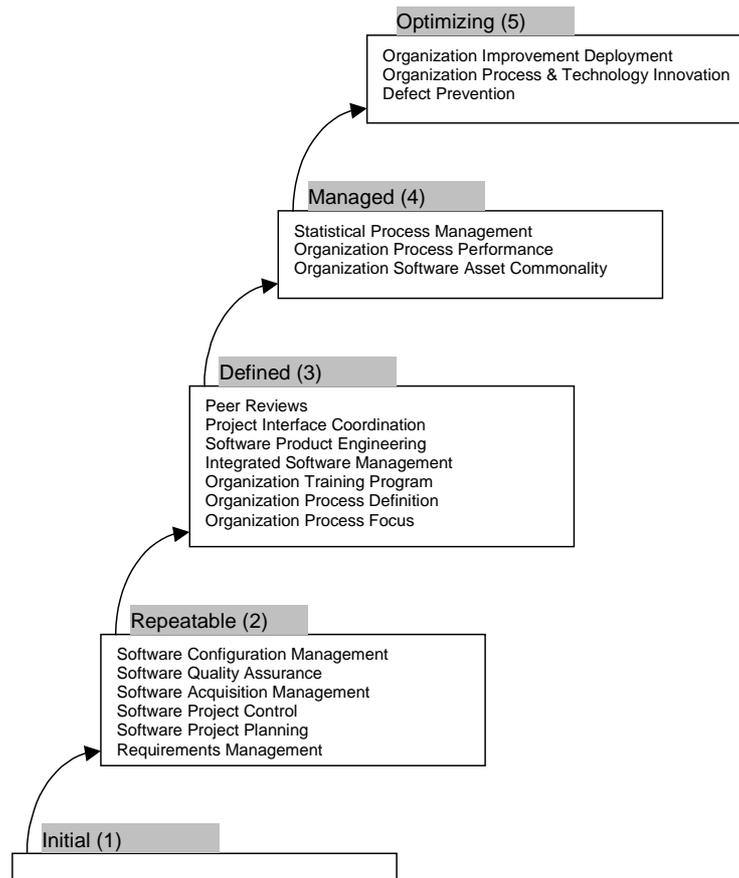


Abbildung 13: Schlüsselprozesse des CMM auf den verschiedenen Reifegradstufen (nach [PCC+93], S. 31)

### 2.3.3.1 Stufe 1

Wie zuvor bereits erwähnt gibt es für diese Stufe keinerlei Forderungen.

### 2.3.3.2 Stufe 2

Ein wiederholbarer Prozeß erledigt einfach die im weiteren angegebenen Aufgaben.

Die Verpflichtungen zur Durchführung beinhalten auf Stufe 2 jeweils nur die Festlegung von organisationsweiten Richtlinien zur Durchführung des Schlüsselprozesses. Diese Richtlinien sind durch das übergeordnete Management zu erstellen und fortzuführen.

Die Voraussetzungen für die Durchführung beinhalten die Planung des Teilprozesses, die Bereitstellung von Finanzmitteln, ausgebildeten Mitarbeitern und geeigneten Werkzeugen, die Benennung von Verantwortlichen sowie die Durchführung von Weiterbildungsmaßnahmen entsprechend dem konkreten Bedarf der einzelnen Mitarbeiter für dieses Projekt.

Im Rahmen der Prozeßmessung und -analyse sollen Meßwerte zum Status und Fortgang des Schlüsselprozesses ermittelt werden.

Produkt- und prozeßbezogene Qualitätssicherung ist Gegenstand der Maßnahmen zur Überprüfung der Durchführung. Zusätzlich wird der Status des Schlüsselprozesses regelmäßig und bei Bedarf mit dem Projektmanagement und dem übergeordneten Management besprochen.

Im Anforderungsmanagement (*requirements management*) werden die Kundenanforderungen festgehalten, verwaltet und die Konsistenz mit anderen Projektdokumenten aufrecht erhalten. Dazu werden die Anforderungen dokumentiert. Dies gilt auch für Änderungen an der Anforderungen, wobei zusätzlich alle anderen davon betroffenen Dokumente entsprechend ange-

paßt werden müssen. Schließlich soll überwacht werden, daß alle Anforderungen im Projekt auch tatsächlich angemessen berücksichtigt werden.

In der Projektplanung (*software project planning*) werden die wichtigsten Planzahlen geschätzt, Zusagen an externe und interne Projektpartner abgegeben und aufrecht erhalten und schließlich ein Projektplan erstellt. Zunächst werden die einzelnen Arbeitspakete geplant. Falls das Softwareprojekt Teil eines Gesamtprojektes ist, dann muß diese Planung mit der übergeordneten Projektplanung abgestimmt werden. Ein geeignetes Lebenszyklusmodell ist auszuwählen. Im Projekt verwendete Metriken müssen festgelegt werden. Der Umfang der zu entwickelnden Produkte sowie der dazu benötigte Aufwand und die zu erwartenden Kosten müssen mit geeigneten Methoden geschätzt werden. Die Ressourcenanforderungen der zu entwickelnden Software sind ebenfalls abzuschätzen. Weiterhin müssen die im Projekt erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel benannt werden. Ein Terminplan ist aufzustellen und eine Risikoanalyse ist durchzuführen. Zusagen innerhalb und außerhalb des Projektes sollten schriftlich fixiert werden. Die gesamte Planung wird in einem Projektplan (*software development plan*) niedergelegt und ist bei Bedarf anzupassen. Die Planungsdaten werden außerdem über das Projekt hinaus aufbewahrt, damit folgende Projekte diese Erfahrungen nutzen können.

Die Projektkontrolle (*software project control*) verfolgt den Fortschritt des Projekts. Dabei werden insbesondere die Planzahlen der Projektplanung mit den tatsächlichen Werten verglichen. Bei Abweichungen sind die Auswirkungen zu untersuchen und zu dokumentieren. Bei Bedarf sind entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten und der Projektplan anzupassen. Außerdem sind die tatsächlichen Werte wieder über das Projekt hinaus aufzubewahren. Die Risikoanalyse muß ständig aktuell gehalten werden. Die Einhaltung der externen und internen Zusagen soll verfolgt werden. Beim Erreichen von Meilensteinen sind die Ergebnisse der vergangenen Phasen in Reviews zu bewerten.

Lieferantenauswahl, Abschluß und Überwachung von Lieferverträgen und fortlaufende Überprüfung der Leistungen der Lieferanten ist Gegenstand des Lieferantenmanagements (*software acquisition management*). Zu Beginn wird entschieden, ob, und wenn ja, welche Teile des Projektes extern vergeben werden. Dazu müssen die entsprechenden Anforderungen formuliert werden. Möglicherweise werden diese von Fertigprodukten erfüllt. Sonst ist ein Vertragspartner sorgfältig auszuwählen, der Vertrag muß geschlossen und überwacht werden. Reviews zu technischen und managementbezogenen Themen sind durchzuführen. Die Leistung des Vertragspartners ist regelmäßig zu überprüfen. Schließlich muß das fertige Produkt übergeben und ins Projekt integriert werden.

Im Rahmen der Qualitätssicherung (*software quality assurance*) werden Aktivitäten und Produkte überprüft. Die Ergebnisse werden an das Projekt weitergeleitet und Abweichungen vom vereinbarten Standard behoben. Wichtig für eine ordnungsgemäße Durchführung der Qualitätssicherung ist ein vom eigentlichen Projektmanagement unabhängiger Berichtsweg der Qualitätssicherung zum übergeordneten Management.

Das Konfigurationsmanagement (*software configuration management*) verwaltet die erstellten Softwareprodukte in einer Bibliothek. Dazu sind alle Produkte zu benennen, die unter das Konfigurationsmanagement fallen. Geeignete Produkte der Bibliothek sind zu Baselines zusammenzufassen. Zu den Produkten in der Bibliothek sollen Beschreibungen erstellt und gepflegt werden. Weiterhin fallen das Änderungs- und Fehlermanagement in den Bereich des Konfigurationsmanagements. Das Konfigurationsmanagement unterzieht sich regelmäßigen Audits. Schließlich sind noch Statusberichte zu erstellen.

### 2.3.3.3 Stufe 3

Ein definierter Prozeß erfüllt die Voraussetzungen für einen wiederholbaren Prozeß. Er wird aber zusätzlich für jedes Projekt von einem organisationsweiten Standardprozeß für diesen Prozeß abgeleitet, wobei Änderungen dokumentiert und begründet werden müssen. Eingangsprodukte, Eintrittsbedingungen, Aktivitäten, Rollen, Metriken, Prüfmaßnahmen, Ausgangsprodukte und Austrittsbedingungen müssen angegeben sein. Ausgewählte Produkte werden Reviews unterzogen.

Ab Reifegradstufe 3 gibt es Schlüsselprozesse, die nicht sich nicht auf ein einzelnes Projekt sondern auf die gesamte Organisation beziehen. Diese sind durch den Zusatz „Organisationsweite(r/s)“ („*organization*“) im Namen des Schlüsselprozesses gekennzeichnet.

Die Verpflichtungen zur Durchführung werden für die projektübergreifenden Schlüsselprozesse um die Forderung nach Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management ergänzt.

Die Planung im Rahmen der Voraussetzungen für die Durchführung ist nun auf der Basis der organisationsweit gültigen Prozeßvorlage zu erstellen und Reviews zu unterziehen. Zu den projektspezifischen Schulungsmaßnahmen treten nun organisationsweit definierte Standardschulungen hinzu.

Neben dem Status und Fortgang im Projekt ist ab Stufe 3 auch der Stand der Prozeßverbesserung zu messen und zu analysieren.

Im Schlüsselprozeß zum organisationsweiten Prozeßfokus (*organization process focus*) sind Maßnahmen zur Bewertung und Verbesserung der organisationsweiten Standardprozesse zusammengefaßt. Nach der Bewertung sind Maßnahmenkataloge zu erstellen und umzusetzen. Prozeßdokumente und andere Prozeßinformationen für die Unterstützung der Standardprozesse sollen den Projekten zur Verfügung gestellt werden. Schließlich sollen Erfahrungen mit den Prozessen in einen organisationsweiten Lernprozeß einfließen.

Die Definition der organisationsweiten Standardprozesse ist in einem eigenen Schlüsselprozeß geregelt (*organization process definition*). Dazu sind eine Reihe von Lebenszyklusmodellen zu beschreiben. Richtlinien für das Tailoring sind zu erstellen und eine Metrikdatenbank einzurichten. Dokumentation zur Unterstützung der Prozesse muß in einer Prozeßdatenbank zur Verfügung gestellt werden. Alle Regelungen sind bei Bedarf anzupassen.

Ein organisationsweites Schulungsprogramm (*organization training program*) ist ebenfalls auf Stufe 3 angesiedelt. Zunächst wird der Schulungsbedarf ermittelt, der sich aus dem organisationsweiten Standardprozeß und den strategischen Geschäftszielen ergibt, anschließend der projektspezifische Schulungsbedarf. Die notwendigen Schulungsmaterialien müssen erstellt und gepflegt werden. Schließlich müssen die Schulungen durchgeführt werden und die Schulungsmaßnahmen für alle Teilnehmer festgehalten werden.

Die Maßnahmen im integrierten Softwaremanagement (*integrated software management*) ergänzen die Schlüsselprozesse zur Projektplanung und -kontrolle aus Stufe 2. Zu Beginn muß der Softwareentwicklungsprozeß im Projekt aus den organisationsweiten Standardprozessen abgeleitet und im Projektplan dokumentiert werden. Die projektspezifischen Schulungsmaßnahmen müssen dem Bedarf entsprechend durchgeführt werden. Ist das Softwareentwicklungsprojekt Teil eines größeren Projektes, muß das Projektmanagement entsprechend abgestimmt werden. In jedem Fall ist eine Abstimmung des Projektmanagements mit dem Management für die Organisation erforderlich. Strategien zur Risikobekämpfung sollen entwickelt und Risiken entsprechend behandelt werden. Schließlich tragen die Projekte zum Ausbau der Prozeßdatenbank bei.

Die Aufgaben im Rahmen der eigentlichen Softwareentwicklung sind im Schlüsselprozeß Softwareerstellung (*software product engineering*) zusammengefaßt. Die Aufgaben sind im

einzelnen: Ermittlung und Fortschreibung der Kundenanforderungen, Entwicklung und Fortschreibung der Anforderungen an die Software, Softwareentwurf, Codierung, Integrationstest, Systemtest, Abnahmetest, Erstellung der Benutzerdokumentation, Auslieferung und Support.

Der Abstimmung des Softwareprojekts mit anderen Teilprojekten im Rahmen einer Systementwicklung ist ein eigener Schlüsselprozeß gewidmet, die Koordination der Projektschnittstellen (*project interface coordination*). Dies betrifft zunächst die Anforderungen des Kunden an das System. Daneben müssen aber auch die Systemarchitektur und der Systementwurf in enger Zusammenarbeit entwickelt werden. Abhängigkeiten und Zusagen zwischen den Teilprojekten sind zu ermitteln und überwachen. Produktlieferungen zwischen Teilprojekten müssen den vereinbarten Anforderungen genügen. Jegliche Probleme, die bei der Abstimmung zwischen den Teilprojekten auftreten, sollten gemeinsam gelöst oder dem übergeordnete Management vorgetragen werden.

Die Durchführung von Reviews (*peer reviews*) wird ebenfalls in einem Schlüsselprozeß beschrieben. Die einzelnen Schritte umfassen neben der Vorbereitung, Durchführung und Implementierung der Änderungen auch die Aufnahme der anfallenden Daten in eine Datenbank.

#### 2.3.3.4 Stufe 4

Ein quantitativ gesteuerter Prozeß entsteht aus einem definierten Prozeß durch Kontrolle mit Hilfe von statistischen Techniken.

Bei den Messungen im Rahmen der gemeinsamen Aspekte sollen nun statistische Hilfsmittel benutzt werden.

Für die organisationsweite Wiederverwendung (*organization software asset commonality*) müssen zunächst Gemeinsamkeiten zwischen den Produkten gesucht werden. Außerdem sind auch gezielt Produkte für mehrfache Verwendung zu entwickeln oder zuzukaufen. Natürlich müssen die Produkte dann nach Möglichkeit auch eingesetzt werden. Schließlich soll Feedback zum Stand der Wiederverwendung in den Projekten gegeben werden.

Der Schlüsselprozeß zur organisationsweiten Prozeßmessung (*organization process performance*) dient der Etablierung eines organisationsweiten Metrikprogramms. Dazu sind zunächst die Standardprozesse auszuwählen, die in die Analyse einbezogen werden sollen. Für diese Teilprozesse sind dann geeignete Metriken zu definieren und quantitative Ziele festzulegen. Aus den gemessenen Daten kann dann eine Baseline erstellt werden. Auf dieser Basis soll dann das Verhalten der Prozesse quantitativ modelliert werden.

Die im vorigen Schlüsselprozeß gewonnenen Daten werden in den einzelnen Projekten für die statistische Prozeßsteuerung (*statistical process management*) verwendet. Dazu legt das Projekt die zu erreichenden Qualitätsziele für Prozesse und Produkte fest. Dann werden die Teilprozesse, die mit statistischen Mitteln gesteuert werden sollen, und entsprechende Metriken und Analysetechniken ausgewählt. Bei der Auswahl der für das Projekt geeigneten Teilprozesse aus den organisationsweiten Standardprozessen sollen Daten über deren vergangene Leistungsfähigkeit mit einbezogen werden. Während der Prozeßdurchführung werden nun die entsprechenden Daten erhoben, analysiert und in einer Datenbank aufbewahrt. Aus den Daten kann schließlich die Prozeßfähigkeit von ausgewählten Teilprozessen bestimmt werden.

#### 2.3.3.5 Stufe 5

Werden die Daten eines quantitativ gesteuerten Prozesses dazu genutzt, um wiederkehrende Probleme bei der Prozeßdurchführung zu erkennen, zu beseitigen und so den Prozeß zu verbessern, dann entsteht ein beständig verbesserter Prozeß.

Bei den gemeinsamen Aspekten ergeben sich keine Änderungen.

Systematische Fehlervermeidung (*defect prevention*) findet in einem eigenen Schlüsselprozeß statt. Dazu werden zunächst Daten zu Fehler- und Problemmeldungen gesammelt. Diese werden dann auf gemeinsame Ursachen untersucht und Verbesserungsvorschläge unterbreitet. Die Vorschläge müssen anschließend priorisiert und umgesetzt werden. Die Wirksamkeit der Maßnahmen soll anhand von Meßwerten untersucht werden. Alle innerhalb des Schlüsselprozesses gewonnenen Daten sollen zur Verwendung über das Projekt hinaus aufbewahrt werden. Schließlich sollen die Mitarbeiter im Projekt Informationen über die Aktivitäten und Ergebnisse der Fehlervermeidung erhalten.

Während der Fokus der Maßnahmen im vorhergehenden Schlüsselprozeß das einzelne Projekt war, untersucht organisationsweite Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten (*organization process & technology innovation*) Verbesserungsvorschläge für die organisationsweiten Standardprozesse. Dazu werden zunächst Ziele für die Prozeßverbesserung definiert. Alle Verbesserungsvorschläge werden gesammelt und analysiert. Potentielle Innovationen im Technologie- oder Prozeßbereich werden untersucht. Gegebenenfalls werden Verbesserungsmöglichkeiten in Pilotprojekten erprobt. Schließlich können Kandidaten für die organisationsweite Einführung ausgewählt werden. Zuletzt erhält die gesamte Organisation Informationen über die Aktivitäten und Ergebnisse zur Prozeßverbesserung.

Die organisationsweite Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen (*organization improvement deployment*) wird in diesem Schlüsselprozeß durchgeführt. Die im vorigen Schlüsselprozeß identifizierten Kandidaten für eine organisationsweite Umsetzung werden untersucht und bewertet. Auf dieser Grundlage können nun die Vorschläge ausgewählt werden, die umgesetzt werden sollen. Deren Umsetzung muß dann geplant und gesteuert werden. Die resultierenden Verbesserungen sind zu messen. Schließlich sollen die Aktivitäten zur Umsetzung der Maßnahmen dokumentiert werden und zuletzt soll wiederum die gesamte Organisation über alle wichtigen Maßnahmen und Ergebnisse informiert werden.

## 2.3.4 Bewertungsverfahren

### 2.3.4.1 Arten

Ausgehend vom ursprünglichen Fragenkatalog [HS87] hat das SEI Bewertungsverfahren für verschiedene Ziele auf der Basis des SW-CMM entwickelt.

Der ursprüngliche Zweck der Lieferantenauswahl hat sich in der *Software Capability Evaluation (SCE)* erhalten [BP96]. Als Ausgangspunkt für interne Prozeßverbesserungsmaßnahmen ist ein *CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement (CBA IPI)* vorgesehen [DM96]. Dies entspricht dem *software process assessment* aus Abschnitt 2.1.4.1. Um trotzdem eine gewisse Vergleichbarkeit zwischen beiden Methoden sicherzustellen, wurden in einem *CMM Appraisal Framework (CAF)* gemeinsame Anforderungen an diese Bewertungsverfahren formuliert [MB95].

Um den Stand der Maßnahmen zur Prozeßverbesserung zwischen zwei *software process assessments* bestimmen zu können, wurde das *interim profile* geschaffen [WNH+94]. Es ist mit weniger Aufwand als die anderen beiden Verfahren verbunden, weil es sich überwiegend auf eine Befragung der Mitarbeiter mit Hilfe eines Fragenkatalogs stützt, ohne die Antworten intensiv in Interviews o. ä. zu überprüfen. Dafür wird aber auch kein Reifegrad ermittelt, sondern es wird ein Profil erstellt, wie weit die Anforderungen der einzelnen Schlüsselprozesse erfüllt werden.

### 2.3.4.2 Bewertungsalgorithmus

CAF-konforme Bewertungsverfahren müssen folgenden Algorithmus zur Ermittlung des Reifegrades einer Organisation verwenden [MB95]:

1. Für jeden Schlüsselprozeß ist die Erreichung der Ziele zu bewerten. Dabei sind folgende Bewertungen möglich:
  - erfüllt: Die Erfüllung des Zieles ist durch die Durchführung der im CMM formulierten Schlüsselaufgaben oder dazu äquivalente Maßnahmen unter allen Umständen sichergestellt.
  - nicht erfüllt: Die Erfüllung des Zieles ist nicht sichergestellt – sei es mangels geeigneter Maßnahmen, sei es, daß unter widrigen Umständen von den vorgesehenen Vorgehensweisen abgewichen wird.
  - nicht anwendbar: Das betreffende Ziel ist im Kontext der bewerteten Organisation nicht anwendbar. Dies kann z. B. das Unterauftragsmanagement betreffen.
  - nicht bewertet: Das betreffende Ziel wurde nicht bewertet.
2. Ein Schlüsselprozeß wird mit „erfüllt“ bewertet, wenn alle Ziele „erfüllt“ sind. Ist nur ein Ziel „nicht erfüllt“, dann ist der Schlüsselprozeß „nicht erfüllt“. Gegebenenfalls wird auch der gesamte Schlüsselprozeß als „nicht anwendbar“ oder „nicht bewertet“ eingestuft.
3. Eine Reifegradstufe ist „erfüllt“, wenn alle Schlüsselprozesse dieser Stufe sowie alle niedrigeren Stufen „erfüllt“ sind. Der Reifegrad der Organisation entspricht dann dem der höchsten „erfüllten“ Reifegradstufe.

### 2.3.5 Prozeßverbesserung

Am Anfang seines Buches „Managing the Software Process“ [Hum89] beschreibt Humphrey 6 Schritte, die eine Organisation im Rahmen der Prozeßverbesserung durchführen soll:

1. *Understand the current status of their development process or processes.*
2. *Develop a vision of the desired process.*
3. *Establish a list of required process improvement actions in order of priority.*
4. *Produce a plan to accomplish the required actions.*
5. *Commit the resources to execute the plan.*
6. *Start over at step 1.*

Das SEI entwickelte daraus das IDEAL Modell für die Verbesserung des Softwareprozesses [Fee96]. Es definiert einen Zyklus aus den fünf Phasen *Initiating*, *Diagnosing*, *Establishing*, *Acting* und *Leveraging*. In der ersten Phase werden die Ziele für die Prozeßverbesserung aus den Geschäftszielen abgeleitet, die notwendigen Ressourcen bereitgestellt und ein Plan für das weitere Vorgehen erstellt. Im zweiten Schritt werden die derzeitigen Prozesse und Verbesserungsmaßnahmen untersucht und Empfehlungen und Verbesserungsvorschläge erarbeitet. Diese werden dann im dritten Schritt priorisiert und die Umsetzung im Detail geplant. Die Pilotierung und anschließende organisationsweite Umsetzung erfolgt im vierten Schritt. Der letzte Schritt dient zur Vorbereitung des nächsten Zyklus; hier werden die Erfahrungen dokumentiert und das weitere Vorgehen entsprechend angepaßt. Schließlich beginnt mit Schritt 2 der Zyklus erneut. Abbildung 14 zeigt alle Phasen des Zyklus.

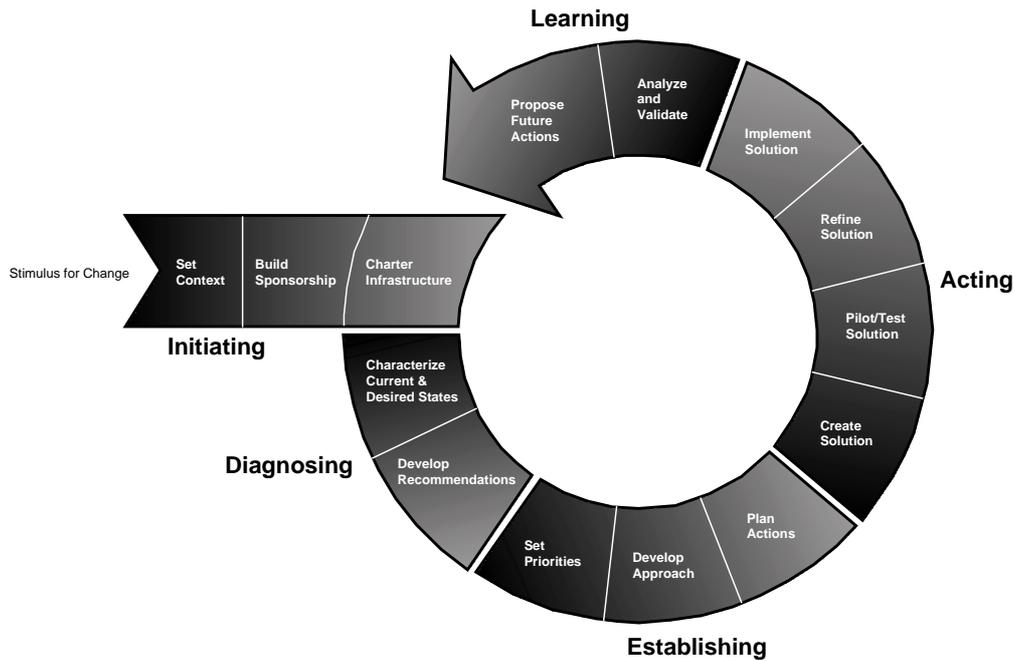


Abbildung 14: IDEAL Zyklus (Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/graphics/pc/ideal.full.greyscale.ppt> [Stand: 10.05.1999])

### 2.3.6 Kritik am CMM aus der Literatur

Balzert zählt in [Bal98] einige Vorteile des CMM auf. So bietet es einen systematischen Ansatz zur Prozessverbesserung. Ein Bewertungsverfahren auf der Basis des CMM kann die Stärken und Schwächen des Entwicklungsprozesses aufzeigen. Es gibt empirische Untersuchungen, die einen hohen Nutzen von Prozessverbesserung nach dem CMM ausweisen (siehe auch [HCR+94]). Weiterhin lenkt das CMM den Blick von Methoden und Werkzeugen auf den bislang vernachlässigten Prozeß. Schließlich ermöglicht die weite Verbreitung des CMM Vergleiche zwischen verschiedenen Organisationen.

Es findet sich in der Literatur jedoch auch deutliche Kritik am CMM. So beklagt Bach [Bac94] mangelnde theoretische Fundierung. Ausreichende empirische Daten über den Nutzen im Vergleich zu anderen Modellen [Bac94] und für die höheren Reifegradstufen [FL97] werden vermißt. Den einzelnen Aktivitäten des CMM wird von [Fa94] zwar praktischer Wert zugemessen, die Ideen entspringen nach [Gla99] den Köpfen einigen der besten Fachleute in diesem Bereich. Doch wirkt die Zuordnung der Schlüsselprozesse zu den einzelnen Reifegradstufen auf [FL97] künstlich. So ist die systematische Fehlervermeidung sicherlich auch für Organisationen unterhalb der Stufe 5 sinnvoll [Bac94]. Die Rolle des Menschen in der Softwareentwicklung wird nicht ausreichend beachtet [Bac94, MHS98] – dies wird sogar von den Autoren des CMM so gesehen [PWC+95]. Auch andere Prinzipien des TQM werden nach Ansicht von Mellis et al. [MHS98] nicht ausreichend adressiert. Der Bewertungsalgorithmus des CMM ist durch ausschließlich binäre Antworten auf die Fragen und bei der Erfüllung der Ziele ebenso problematisch wie die Notwendigkeit zur vollständigen Erfüllung aller Kriterien einer Reifegradstufe und aller darunterliegenden für die Erlangung des entsprechenden Reifegrades [Bal98]. Kleine Unternehmen sehen sich nicht in der Lage, den organisatorischen Extraaufwand für das CMM zu tragen [FL97]. Der Kultur innovativer Unternehmen wird das CMM laut Bach [Bac94] in keiner Weise gerecht. Nicht zuletzt besteht kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem wirtschaftlichen Erfolg eines Softwareunternehmens und seinem Reifegrad [MS99].

## 2.4 Siemens Process Assessments

Seit 1992 werden von ZT SE 3 Prozeßbewertungen auf der Basis des CMM für die Geschäftsbereiche der Siemens AG durchgeführt.

Als Grundlage für die Bewertung wurden eine einheitliche Vorgehensweise, ein Fragenkatalog auf der Basis von BOOTSTRAP und CMM (das Siemens Process Assessment Questionnaire [SPAQ]) und eine standardisierte Aufbereitung der Ergebnisse entwickelt. Um den Bedürfnissen der Geschäftsbereiche gerecht zu werden, wurden verschiedene Ergänzungen am ursprünglichen Fragenkatalog vorgenommen, die hauptsächlich die Hardware- und Systementwicklung betreffen [Ruß99a].

Die Arbeitsgebiete der Geschäftsbereiche decken ein weites Spektrum ab. Daher sind nicht bei jeder Bewertung alle Fragen relevant. So können z. B. die Fragen zur HW-Erstellung und zum HW-Test entfallen, wenn es sich um reine Softwareentwicklungsprojekte handelt. Außerdem finden Entwicklungsarbeiten in Organisationseinheiten verschiedener Größe und Struktur statt. Deswegen schließt die Vorgehensweise die Anpassung an die Größe und das Produktspektrum der untersuchten Organisationseinheit ein. So gibt es neben den Assessments für mittlere und große Entwicklungseinheiten auch noch Varianten für kleine (bis ca. 70 Mitarbeiter) und kleinste (1-Raum-Entwicklung, bis ca. 10 Mitarbeiter) Organisationseinheiten.

Der Focus der Siemens Process Assessments liegt auf der Identifikation von Verbesserungsmaßnahmen, der Reifegrad dient als Spiegel des Ist-Zustandes und als Meßplatte zum Vergleich mit anderen Bereichen.

Die insgesamt über 250 Fragen sind 15 Themengebieten zugeordnet, die wiederum zu 3 Säulen zusammengefaßt sind. Abbildung 15 zeigt die Zuordnung der Themengebiete zu den Säulen.

Jede Frage ist einer Reifegradstufe zugeordnet. Die Fragen innerhalb eines Themengebietes können dabei verschiedene Reifegradstufen überdecken. So sind z. B. im Themengebiet Planung und Verfolgung Kriterien des CMM aus den Schlüsselprozessen Projektplanung und Projektverfolgung (beide Stufe 2) sowie aus dem Integrierten Softwaremanagement (Stufe 3) zusammengefaßt. Anmerkungen zu den Fragen stellen den Bezug zu den Schlüsselaufgaben des CMM her.

Das BOOTSTRAP-Verfahren [HMC92, HMK+94] bildet die Grundlage für den Algorithmus zur Bewertung der Fragen. Im BOOTSTRAP-Verfahren wird jede relevante Frage mit „nicht erfüllt“, „teilweise erfüllt“, „im wesentlichen erfüllt“ oder „voll erfüllt“ bewertet und entsprechend ein Erfüllungsgrad von 0 %, 33 %, 67 % oder 100 % festgestellt. Dann wird in einer Grobauswertung zunächst eine untere Schranke  $i$  und eine obere Schranke  $i + 1$  für den Reifegrad  $r$  ermittelt, wobei die Fragen aus allen Reifegradstufen in die Bewertung mit eingehen. Anschließend erfolgt eine Feinauswertung auf der Basis der Fragen aus den Reifegraden 2 bis  $i + 2$ . Die Gewichtung der Fragen auf einer Reifegradstufe hängt dabei von der Gesamtzahl der Fragen auf dieser Reifegradstufe und dem Erfüllungsgrad auf den unteren Reifegradstufen ab. Schließlich wird der so errechnete Reifegrad auf Quartile abgerundet. Bei der Berechnung sind zwei weitere Regeln zu beachten. Ist ein Reifegrad zu 80 % erfüllt, so wird er als voll erfüllt angerechnet („80 = 100 Regel“). Ausgehend von einer Reifegradstufe  $i$  kann die nächsthöhere Reifegradstufe  $i + 1$  nur erreicht werden, wenn bei bestimmten kritischen Themengebieten ein Erfüllungsgrad von mindestens 50 % erzielt wird („50 % Hürde“). Der im Siemens Process Assessment verwendete Algorithmus ist eng an das beschriebene Verfahren angelehnt.

Die Anrechnung von Fragen aus dem nächsthöheren Reifegrad soll der Tatsache Rechnung tragen, daß in der Regel auch für Bereiche mit niedrigem Prozeßreifegrad einige Kriterien von

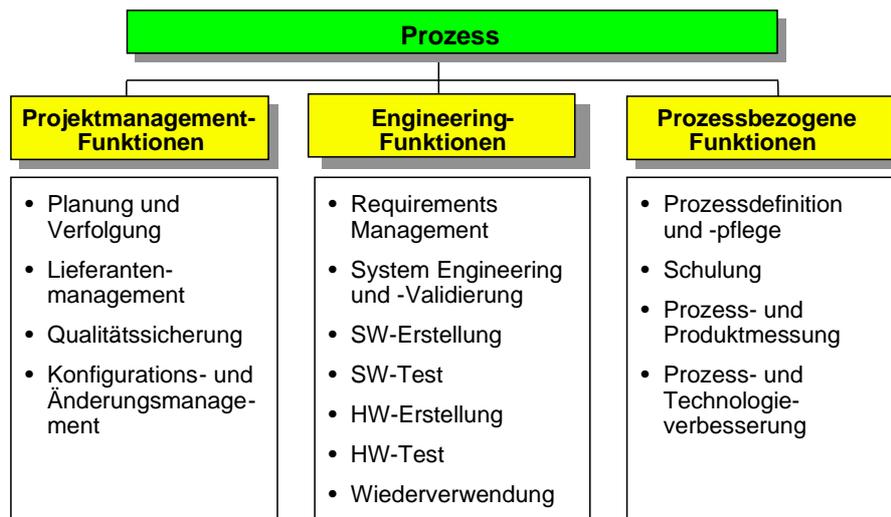


Abbildung 15: Themengebiete des Siemens Process Assessment [Sie99a, Folie 18]

Bedeutung sind, die höheren Reifegradstufen zugeordnet sind. Dies stellt zugleich einen Anreiz für Prozessinnovationen dar. Durch die Hürde von 50 % bei kritischen Themengebieten wird sichergestellt, daß alle wichtigen Themen in ausreichendem Maße abgedeckt sind. Durch die „80 = 100 Regel“ und die „50 % Hürde“ können sich in Abhängigkeit von der Bewertung einzelner Fragen Unstetigkeiten in der Bewertung ergeben [Lou99]. Daher ist in der Praxis eine sorgsame Auswertung und eine angemessene Interpretation der Ergebnisse notwendig.

Die Theorie und die gelebte Praxis werden unabhängig voneinander bewertet, indem zum einen der dokumentierte Prozeß, zum anderen die Praxis in einem oder mehreren Projekten untersucht werden.

Die Ergebnisse werden getrennt dargestellt nach Themengebieten, nach dokumentiertem Prozeß und gelebter Praxis sowie nach den untersuchten Projekten. Zusätzlich zu der Bewertung nach dem BOOTSTRAP-Verfahren wird auch ein (ganzzahliger) Reifegrad nach CMM erteilt (siehe Abschnitt 2.3.4.2). Dabei werden die Bewertungen „nicht erfüllt“ und „teilweise erfüllt“ in ein „nicht erfüllt“ und die Bewertungen „im wesentlichen erfüllt“ und „voll erfüllt“ in ein „erfüllt“ des CMM umgerechnet. In die Bewertung fließen nur die Kriterien ein, die auch im CMM enthalten sind.

Neben der detaillierten Darstellung des Ist-Zustandes wird von den Assessoren ein umfangreicher Maßnahmenkatalog erarbeitet. Zu jeder Maßnahme wird eine Priorität ermittelt, der Aufwand zur Umsetzung angegeben und ein Zeithorizont für die Realisierung abgeschätzt. Spezielle Kriterien wie z. B. die Relevanz für eine Zertifizierung nach ISO 9000 werden ggf. angegeben. Die Maßnahmen werden zu Aktionsschwerpunkten zusammengefaßt, die im wesentlichen den Themengebieten entsprechen. Jeder Aktionsschwerpunkt wird nun in eine Handlungsbedarfsmatrix eingeordnet. Dies geschieht zum einen anhand der Bedeutung des Aktionsschwerpunkts, die sich aus der Bedeutung für das operative Geschäft aus der Sicht des Geschäftsbereichs ergibt, und zum anderen aus dem Handlungsbedarf bezogen auf die vorhandenen Lücken gemessen am CMM. Aus der Handlungsbedarfsmatrix lassen sich dann die Aktionsschwerpunkte herauslesen, die mit höchster Priorität angegangen werden sollten.

Auf der Basis der Assessment-Methodik werden außerdem die Siemens Projekt-Risikoanalyse und die Software-Lieferantenbewertung durchgeführt. Der Fortschrittskontrolle in Verbesserungsprogrammen dient das Siemens Interim Profile. Schließlich werden noch Schulungskurse zum CMM und zum Siemens Process Assessment angeboten. Aufgrund des Erfolges der Siemens Process Assessments in der Software- und Hardwareentwicklung ist es geplant, Assessments auch für weitere Entwicklungsprozesse anzubieten.

Über 130 durchgeführte Assessments sprechen für die Akzeptanz des Verfahrens in den Geschäftsbereichen der Siemens AG. Die meisten der bewerteten Bereiche nutzen die Ergebnisse der Prozeßbewertungen als Grundlage für ein systematisches Programm zur Prozeßverbesserung. In zahlreichen in den vergangenen Jahren durchgeführten Re-Assessments konnte so eine sichtbare Verbesserung der Prozesse festgestellt werden. Einige Geschäftseinheiten haben bereits die Stufe 3 erreicht und führen ein Programm zur Prozeßverbesserung durch, um demnächst die Stufe 4 zu erlangen [ICN99].

### 3 Die weitere Vorgehensweise

Dieses Kapitel erläutert die Vorgehensweise bei der Bewertung des V-Modells aus der Sicht des CMM. Zunächst wird gezeigt, wie der Aufbau dieser Arbeit die generischen Phasen einer Prozeßbewertung nahezu vollständig abdeckt. Anschließend wird das Vorgehen im Detail dargestellt.

#### 3.1 Abdeckung der generischen Phasen einer Prozeßbewertung

In Abschnitt 2.1.4.3 wurden die generischen Phasen einer Prozeßbewertung nach Zahran [Zah98] vorgestellt. Die vorliegende Arbeit deckt die bei Zahran angegebenen Phasen nahezu vollständig ab. Damit ist sichergestellt, daß alle wichtigen Aspekte einer Prozeßbewertung berücksichtigt werden.

Die Motivation für die Bewertung, der Umfang und das organisatorische Umfeld sind in der Einleitung dargestellt (*pre-assessment/pre-planning*). Die zeitliche und inhaltliche Planung der Bewertungsphase wurde auf einer Kick-Off-Veranstaltung zu dieser Diplomarbeit vorgestellt; die inhaltliche Planung diente als Grundlage für die Gliederung der Arbeit (*planning*). Die Einarbeitung in die Modelle, als deren Ergebnis Kapitel 2 vorliegt, kann bereits der Phase des Zusammentragens der Fakten (*fact gathering*) zugerechnet werden. Nach diesem Einschub folgen die Kapitel 4 und 5, die die wesentlichen Ergebnisse der Gegenüberstellung und Bewertung auf einer detaillierten Ebene enthalten (*fact gathering/fact analysis*). Daran schließt sich in Kapitel 6 eine Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse an (*reporting*). Schließlich werden in Kapitel 7 Verbesserungsvorschläge skizziert (*post-assessment*).

#### 3.2 Das Vorgehen im Detail

##### 3.2.1 Basis für die Bewertung

Basis für eine Prozeßbewertung ist häufig ein Fragenkatalog, z. B. [ZHS+94] für das CMM oder [SPAQ] für Siemens Process Assessments. Gerade bei einem so umfangreichen Referenzmodell wie dem CMM können jedoch nicht alle Nuancen des Modells durch einen Fragenkatalog erfaßt werden. Bei einer realen Prozeßbewertung in einer Organisation kennen erfahrene Assessoren diese Nuancen und verwenden daher die Antworten auf die Fragen als Grundlage für den weiteren Gesprächsverlauf, in dem Punkte aus dem Fragenkatalog vertieft werden können.

Entscheidendes Kriterium für eine Prozeßbewertung nach dem CMM ist die Erreichung der Ziele, die jedem Schlüsselprozeß vorangestellt sind. Bei einer Bewertung allein anhand der Ziele werden jedoch noch weniger Details erfaßt als auf der Basis eines Fragenkatalogs.

Um einen möglichst hohen Detaillierungsgrad zu erreichen, wird die Bewertung des V-Modells in Kapitel 5 dieser Arbeit auf der detailliertesten Ebene des CMM durchgeführt, den Schlüsselaufgaben und ggf. deren Teilaufgaben. Allgemeine Aspekte der beiden Modelle, die auf einer solchen Ebene nicht zu vergleichen sind, werden in Kapitel 4 gegenübergestellt.

Die Bewertung erfolgt ausschließlich anhand der Prozeßdokumentation des V-Modells [AU250/1a, AU250/2a, AU250/3, AU251, AU252] (Theorie), die gelebte Praxis kann hier nicht berücksichtigt werden.

##### 3.2.2 Gliederung der Bewertungen

Bei der Gliederung der Bewertungen wird der Aufbau des CMM ausgenutzt, wie er in Abschnitt 2.3.2.3 dargestellt ist. Die für jeden Schlüsselprozeß spezifischen Kerntätigkeiten sind in den durchzuführenden Tätigkeiten enthalten. Alle Schlüsselaufgaben aus den übrigen ge-

meinsamen Aspekten sowie die jeweils erste Schlüsselaufgabe der durchzuführenden Tätigkeiten beschreiben gleichartige Aufgaben, die für alle Schlüsselprozesse durchzuführen sind. Dazu zählen z. B. die Planung des Schlüsselprozesses oder die Überprüfung der erzeugten Produkte.

Daher wird die Bewertung der Schlüsselprozesse aufgeteilt in eine Bewertung der spezifischen Aufgaben für jeden Schlüsselprozeß und eine Bewertung für jede gleichartige Aufgabe aus allen Schlüsselprozessen.

So wird für jeden Schlüsselprozeß eine Bewertung erstellt, die alle Schlüsselaufgaben – bis auf die erste – aus den durchzuführenden Tätigkeiten enthält. Dadurch werden die individuellen Anforderungen eines jeden Schlüsselprozesses berücksichtigt. Es gibt also je eine Bewertung für die Projektplanung, die Qualitätssicherung, das Konfigurationsmanagement usw.

Bei den verbleibenden Schlüsselaufgaben wird für jede gleichartige Schlüsselaufgabe eine Bewertung erstellt, die diese Schlüsselaufgabe aus allen Schlüsselprozessen enthält. Dies ermöglicht ein weitgehendes Ausnutzen von Gemeinsamkeiten. So sind z. B. die Planung oder die Prozeßprüfung für alle Schlüsselprozesse in je einer Bewertung enthalten.

### 3.2.3 Darstellung der Ergebnisse

Die Bewertung wurde mit Hilfe von je einer Tabelle für jeden Schlüsselprozeß bzw. jede gleichartige Schlüsselaufgabe durchgeführt. Darin werden den Teilaufgaben des CMM die Elemente des V-Modells (Hauptaktivitäten, Produktmuster, Handbücher und Methoden) zugeordnet, die zur Erfüllung der Teilaufgabe beitragen. Die Bewertung der Teilaufgabe wird angegeben und ggf. durch eine Bemerkung ergänzt. Die Bewertung der Teilaufgaben wird zu einer Bewertung für die Schlüsselaufgabe zusammengefaßt (siehe Abschnitt 3.2.4). Der Aufbau der Tabellen ist in Abschnitt B.1.1 erläutert.

Um diese Arbeit gut lesbar zu gestalten, werden die wichtigsten Ergebnisse aus jeder der Tabellen im Hauptteil in einer einheitlichen Form auf jeweils ein oder zwei Seiten präsentiert:

- Eine Zusammenfassung gibt einen kurzen Überblick.
- Das auf eine ganze Zahl gerundete arithmetische Mittel der Erfüllungsgrade der betrachteten Schlüsselaufgaben ist angegeben.
- Die Kürzel der bewerteten Schlüsselaufgaben werden genannt.
- Ein Abschnitt erläutert Annahmen, die der Bewertung zugrundeliegen.
- Die Feststellungen werden aufgelistet.

Die vollständigen Tabellen sind in Anhang B.1 aufgenommen.

Damit ist sowohl ein schneller Zugriff auf die Ergebnisse als auch deren Nachvollziehbarkeit im Detail gewährleistet.

### 3.2.4 Bewertungsverfahren

In den verschiedenen Verfahren zur Prozeßbewertung werden bei der Beantwortung der einzelnen Fragen verschiedene Bewertungsskalen verwendet. Der Fragenkatalog des CMM [ZHS+94] verwendet eine zweistufige Skala, während beim BOOTSTRAP-Verfahren [HMC92] nach einer vierstufigen Skala beurteilt wird.

Im Rahmen des SPICE Projektes wurden Untersuchungen über die Auswirkungen der Verwendung einer vierstufigen Bewertungsskala im Vergleich zu einer zweistufigen Skala angestellt. Untersucht wurde dabei unter anderem die Übereinstimmung im Urteil verschiedener Assessoren beim Vorliegen der gleichen Informationen. Während in [EBS96] durch die Ver-

wendung einer zweistufigen Skala die Übereinstimmung im Urteil bei manchen Bewertungen erhöht wurde, konnte in [SPI98] keine solche Erhöhung nachgewiesen werden. In [SPI98] wurde darüber hinaus eine höhere interne Konsistenz bei der Bewertung mit dem SPICE Verfahren als mit dem Verfahren nach dem CMM festgestellt. Ob dies auf die Bewertungsskala oder auf andere Faktoren zurückzuführen ist, konnte in dieser Studie nicht geklärt werden. Schließlich wurde in [SPI98] die Sensitivität von aggregierten Bewertungen gegenüber systematischen Verschiebungen von Einzelbewertungen analysiert. Die vierstufige Skala erwies sich in den meisten Fällen als robust gegenüber Verschiebungen um eine Stufe auf der Skala.

Eine vierstufige Bewertungsskala ermöglicht es einem Assessor, seine einzelnen Bewertungen feiner abzustufen. Damit sind Nuancen in den Aussagen möglich, die eine zweistufige Bewertungsskala nicht anbieten kann.

Liegt der Fokus einer Prozeßbewertung ausschließlich auf der Erteilung einer Note, z. B. weil sie die Grundlage für eine Lieferantenauswahl darstellt, so ist wegen der u. U. besseren Übereinstimmung im Urteil verschiedener Assessoren dem zweistufigen Verfahren der Vorzug zu geben.

In der Regel dient jedoch eine Prozeßbewertung als Grundlage für Maßnahmen zur Prozeßverbesserung. Damit stehen nicht so sehr die errechneten Zahlenwerte, sondern die ermittelten Stärken und Schwächen sowie Verbesserungsmöglichkeiten im Zentrum des Interesses. Für diesen Anwendungsfall überwiegt der Vorteil der größeren Ausdrucksmöglichkeiten bei einer vierstufigen Bewertungsskala den Nachteil einer möglicherweise geringeren Übereinstimmung im Urteil verschiedener Assessoren.

Ziel dieser Arbeit ist die Identifizierung von Stärken und Schwächen des V-Modells sowie entsprechender Verbesserungsmöglichkeiten. Daher wird die vierstufige Skala des BOOTSTRAP-Algorithmus [HMC92] verwendet. In Verbindung mit den dokumentierten Annahmen für die Bewertung ist damit eine feinere Abstufung bei den einzelnen Bewertungen möglich. Zudem können die Bewertungen dann für eine Untersuchung mit dem Siemens Process Assessment herangezogen werden.

Folgender Maßstab wird dabei als Richtschnur verwendet, detailliertere Angaben sind ggf. direkt bei den Annahmen in den Bewertungen zu finden:

- Eine Teilaufgabe ist „nicht erfüllt“, wenn keine Entsprechung im V-Modell vorhanden ist oder wenn nur sehr vage Andeutungen existieren. Ist im CMM eine Liste mit Tätigkeiten, Produkten oder anderen Beispielen angegeben, so wird ein „nicht erfüllt“ vergeben, wenn weniger als ein Viertel der Elemente aus der Liste im V-Modell vorgesehen sind.
- Eine Teilaufgabe ist „teilweise erfüllt“, wenn im V-Modell einige Anforderungen des CMM abgedeckt sind, während andere, wesentliche Aspekte der Teilaufgabe nicht erfüllt werden. Bei Listen wird „teilweise erfüllt“ vergeben, falls zwischen einem Viertel und der Hälfte der Elemente im V-Modell vorgesehen sind. Außerdem werden Teilaufgaben mit „teilweise erfüllt“ bewertet, wenn die entsprechenden Aktivitäten und Produkte im V-Modell nur unter bestimmten Umständen durchzuführen bzw. zu erstellen sind.
- „Im wesentlichen erfüllt“ ist eine Teilaufgabe, wenn die Anforderungen des CMM mit kleineren Abstrichen erfüllt sind oder bei Listen zwischen der Hälfte und drei Vierteln der Elemente erfüllt sind.
- „Voll erfüllt“ sind Teilaufgaben, bei denen geringe Abstriche zu machen sind, oder Listen, bei denen mehr als drei Viertel der Elemente erfüllt sind.

Die Bewertungen für die Teilaufgaben werden dann, wie in Abschnitt 2.4 erläutert, in Erfüllungsgrade von 0 %, 33 %, 67 % und 100 % umgerechnet.

Bei der Aggregation von mehreren Bewertungen zu einer einzigen Bewertung wird grundsätzlich das auf eine ganze Zahl gerundete arithmetische Mittel der zugrundeliegenden Bewertungen verwendet. Dadurch erhalten alle Einzelbewertungen die gleiche Bedeutung in der aggregierten Bewertung. So ergibt sich der Erfüllungsgrad einer Schlüsselaufgabe als das auf eine ganze Zahl gerundete arithmetische Mittel der Erfüllungsgrade der Teilaufgaben, ebenso ist der Erfüllungsgrad einer Gruppe von Schlüsselaufgaben das auf eine ganze Zahl gerundete arithmetische Mittel der Erfüllungsgrade der entsprechenden Schlüsselaufgaben.

## 4 Das V-Modell und das SW-CMM<sup>7</sup> im Vergleich

In diesem Kapitel erfolgt eine allgemeine Gegenüberstellung von V-Modell und SW-CMM. Dabei werden zunächst der Ursprung, Ansatz und die Anwendungsbereiche untersucht. Dann werden Eigenschaften und Umfang der Regelungen verglichen. Danach werden das Tailoring und der Bezug zu anderen Normen und Standards in je einem Abschnitt betrachtet. Die wichtigsten Ergebnisse der Gegenüberstellung werden abschließend in einer Tabelle zusammengefaßt.

Bei dem Vergleich zwischen V-Modell und SW-CMM in diesem Kapitel werden nur Gemeinsamkeiten und Unterschiede genannt. Für eine ausführlichere Darstellung der Modelle wird auf die Abschnitte 2.2 und 2.3 verwiesen.

### 4.1 Ursprung, Ansatz, Anwendungsbereiche

Beiden Modellen gemeinsam ist der Ursprung im Verteidigungsbereich. Budget- und Terminüberschreitungen sowie Qualitätsdefizite in Softwareprojekten veranlaßten das deutsche bzw. das amerikanische Verteidigungsministerium Mitte der Achtziger Jahre, nach Gegenmaßnahmen zu suchen. Dabei wurden unterschiedliche Lösungsansätze gewählt.

Mit dem V-Modell schreibt das Bundesverteidigungsministerium vor, wie Software für den wehrtechnischen Bereich zu entwickeln ist. Das Bundesinnenministerium hat die Regelungen für den Bereich der zivilen Bundesverwaltung übernommen. Grundsätzlich kommt jeder Lieferant in Frage, der sich verpflichtet, das V-Modell zu benutzen. Dieses einheitliche Vorgehensmodell stellt zugleich eine Vertragsgrundlage und eine Kommunikationsbasis zwischen Auftraggeber, Auftragnehmer, Unterauftragnehmern und Konsorten dar.

Ziel des amerikanischen Ansatzes ist dagegen die Auswahl von qualifizierten Lieferanten für das amerikanische Verteidigungsministerium. Dazu erfolgt u. a. eine Bewertung der Prozeßfähigkeit des Lieferanten mit Hilfe eines Fragenkatalogs. Es ist jedoch kein bestimmter Reifegrad für Lieferanten vorgeschrieben, sondern die Prozeßfähigkeit eines Lieferanten ist eines von mehreren Auswahlkriterien [New96]. Das SW-CMM dient dabei sowohl als Referenzmodell für die Bewertung als auch als Leitlinie zur Verbesserung des Softwareentwicklungsprozesses bei den Lieferanten.

Entsprechend gibt es umfangreiche Unterstützung über das eigentliche SW-CMM hinaus zur Durchführung von Prozeßbewertungen und Prozeßverbesserungen auf der Basis des SW-CMM. Obwohl das V-Modell ursprünglich nicht für diesen Zweck gedacht war, geben eine Reihe von Organisationen an, es als Orientierungshilfe für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozeß zu verwenden [Ste99].

Das V-Modell beschränkt sich auf die Abwicklung des Projektes und trifft kaum projektübergreifende Regelungen. Das SW-CMM stellt hingegen sowohl Anforderungen an die Arbeit im Projekt als auch an die organisationsweite Gestaltung von Prozessen.

Mit dem V-Modell 97 wurde ein integriertes Vorgehensmodell für gemischte Hardware-/Softwaresysteme geschaffen. Das SW-CMM betrifft ausschließlich die Softwareentwicklung. Es gibt allerdings andere CMMs, die die Entwicklung ganzer Systeme umfassen. Das Systems Engineering Capability Maturity Model (SE-CMM) [BKW+95] bezieht sich auf allgemeine Systeme, ohne speziell auf Hard- oder Software einzugehen. Im Gegensatz zum SW-CMM verfolgt das SE-CMM einen Ansatz mit gleichberechtigt nebeneinander liegenden Prozessen.

---

<sup>7</sup> In diesem Kapitel meint CMM ein allgemeines Capability Maturity Model, das Capability Maturity Model für Software wird explizit als SW-CMM bezeichnet.

Das V-Modell ermöglicht Ergänzungen oder das Ersetzen von Submodellen durch operative Module. Im SW-CMM selbst ist keine solche Möglichkeit vorgesehen. Mark C. Paulk, einer der Mitautoren des SW-CMM, gibt jedoch in einer Sammlung von Fragen und Antworten zum SW-CMM [Pau94a] einige diesbezügliche Hinweise. So ist es grundsätzlich möglich, Schlüsselprozesse zu streichen, zu ergänzen oder hinzuzufügen. Allerdings beschränkt eine Streichung/Nicht-Bewertung von Schlüsselprozessen den erreichbaren Reifegrad. Zusätzlich eingeführte Schlüsselprozesse sollen keiner Reifegradstufe zugeordnet werden. Das CMMI weist voraussichtlich eine flexiblere Struktur auf, indem es einen gemeinsamen Rahmen vorgibt und diesen dann durch spezifische Prozesse für einzelne Anwendungsgebiete ergänzt [FAD+99].

Das V-Modell schenkt dem Aspekt der IT-Sicherheit besondere Beachtung, sowohl im Sinne von *security* („klassische“ IT-Sicherheit) als auch im Sinne von *safety* (Verfahrens- oder Betriebssicherheit) [AU250/1a]. Das SW-CMM berücksichtigt diesen Aspekt nicht besonders. Es existiert allerdings ein spezielles CMM hierfür, das Security Systems Engineering Capability Maturity Model (SSE-CMM) [SSE-CMM].

Zur Verbreitung der beiden Modelle liegen keine genauen Informationen vor. Ein Indiz beim V-Modell stellt die Leserzahl der Mailingliste zum V-Modell dar, die bei etwa 230 liegt [IABG1]. Eine CD-ROM zum V-Modell wurde in einer Auflage von 25 000 Stück erstellt, fast alle Exemplare sind bereits verteilt [Plö99c]. Dies zeigt ein großes Interesse am V-Modell. Die verpflichtende Anwendung bei Projekten für das Bundesverteidigungsministerium und die zivilen Bundesbehörden sprechen für einen hohen Verbreitungsgrad. In der Schweiz gibt das Bundesamt für Informatik das auf dem V-Modell 92 basierende Prozeßmodell HERMES [HERMES] heraus. Das österreichische Bundesvorgehensmodell IT-BVM [IT-BVM] ist an das V-Modell angelehnt. Eine englische Übersetzung des V-Modells erleichtert darüber hinaus die internationale Verbreitung. Das SW-CMM bildet die Grundlage für Prozeßbewertungen und -verbesserungen weltweit. Viele weitere Ansätze sind aus dem SW-CMM abgeleitet oder beziehen es mit ein. Eine Aussage über die zahlenmäßige Verbreitung ist schwierig. Eine untere Grenze stellen die Daten dar, die vom SEI gesammelt und veröffentlicht werden. Demnach wurden zwischen 1987 und 1998 in 1213 Prozeßbewertungen in 951 Organisationen durchgeführt [SEMA99].

## 4.2 Eigenschaften und Umfang der Regelungen

Eine Gemeinsamkeit beider Modelle ist die grundsätzliche Unabhängigkeit von einem bestimmten Lebenszyklusmodell. Im Submodell SE des V-Modells sind in den Hauptaktivitäten die verschiedenen Phasen einer Softwareentwicklung beschrieben. Das CMM formuliert im Schlüsselprozeß Softwareerstellung die Anforderungen an die Phasen in der Softwareentwicklung. Diese Phasen können dann zu verschiedenen Lebenszyklusmodellen zusammengesetzt werden. In beiden Modellen wird allerdings der Überarbeitung bereits vorhandener Produktteile, wie sie z. B. für eine evolutionäre Entwicklung erforderlich ist, keine (V-Modell) bzw. wenig (CMM) Beachtung geschenkt. Das V-Modell gibt für die Verwendung bestimmter Lebenszyklusmodelle Hilfestellung im Handbuch „Szenarien“ aus der Handbuchsammlung.

Weiterhin sind beide Modelle unabhängig von einer bestimmten Organisationsstruktur. Das SW-CMM schlägt die Vergabe bestimmter Aufgaben an eigene Organisationseinheiten vor, z. B. die Definition und Pflege des Softwareentwicklungsprozesses in der Organisation.

Die Aktivitäten und Produkte des V-Modells sind generisch formuliert, d. h. es wird jeweils nur eine Aktivitäten- oder Produktklasse beschrieben, die dann im Projekt mehrfach zu instanzieren ist. Im SW-CMM werden dagegen wiederkehrende Teilaufgaben jedesmal ausformuliert. Zur Vereinheitlichung werden dann Schablonen (*templates*) verwendet.

Das V-Modell enthält detaillierte Vorschriften, welche Produkte zu erstellen sind, wie sie zu gliedern sind und welchen Inhalt die einzelnen Gliederungspunkte haben sollen. Die Produkte haben verschiedene Zustände und der Produktfluß zwischen den Aktivitäten ist eindeutig geregelt. Die Erzeugnisstruktur beschreibt, wie das zu erstellende System in verschiedene Ebenen hierarchisch zerlegt wird. Das SW-CMM kennt nur wenige Produkte. Es stellt inhaltliche Anforderungen, gibt aber keine Gliederungshilfe. Produktzustände, einen Produktfluß oder eine Erzeugnisstruktur gibt es im SW-CMM nicht.

Der logische Zusammenhang zwischen den Aktivitäten des V-Modells ist aus dem Produktfluß herauszulesen. Zum Teil müssen noch die Produktzustände hinzugezogen werden, um die zeitliche Abfolge von Aktivitäten zu erkennen. Diese ist daher im Projektplan festzulegen. Die Teilaufgaben des SW-CMM können durchaus als Teilschritte zur Lösung von Schlüsselaufgaben aufgefaßt werden. Verbindungen zu anderen Schlüsselprozessen werden durch Referenzen im Text hergestellt. Allerdings ist auch hier keine eindeutige zeitliche Abfolge zwischen den Schlüsselaufgaben vorgegeben.

Welche Aktivitäten von welchen Rollen eine verantwortliche, mitwirkende oder beratende Beteiligung erfordern, ist im V-Modell in einem eigenen Handbuch „Rollenkonzept im V-Modell“ der Handbuchsammlung [AU250/3] beschrieben. Neben der Zuordnung der Rollen zu den Aktivitäten sind zu jeder Rolle die Aufgaben sowie die geforderten Kenntnisse und Fähigkeiten angegeben. Das SW-CMM kennt weniger Rollen, ihre Aufgaben, Kenntnisse und Fähigkeiten sind nicht so detailliert angegeben wie im V-Modell. Eine eindeutige Zuordnung von Rollen zu Teilaufgaben findet nur in seltenen Fällen statt. So wird bei Teilaufgaben unter Beteiligung des übergeordneten Managements darauf hingewiesen, daß nur an dieser Stelle die Aufgabe von keiner anderen Rolle übernommen werden kann [SW-CMM2.0C].

Die Trennung zwischen durchzuführenden Aktivitäten, anzuwendenden Methoden und einzusetzenden Werkzeugen ist im V-Modell klar ersichtlich, die Zuordnung zwischen diesen Elementen ist eindeutig geregelt. Im SW-CMM findet sich dagegen keine klare Trennung. So ist der Schlüsselprozeß für die Durchführung von Reviews aus der Sicht des V-Modells eine Methode im Rahmen der Aktivität Produktprüfung. In einigen weiteren Schlüsselaufgaben verlangt das SW-CMM den Einsatz von effektiven Methoden. Es werden dann Beispiele genannt, eine Beschreibung oder genaue Referenzierung der Methoden gibt es nicht. Im V-Modell werden in der Methodenzuordnung [AU251] vielen Aktivitäten Methoden zugeordnet und diese kurz beschrieben. Auch die zu verwendenden Werkzeuge sind im SW-CMM nicht näher spezifiziert. In den Voraussetzungen zur Durchführung werden nur grobe Kategorien von Werkzeugen genannt, die die Durchführung des Schlüsselprozesses unterstützen können. Das V-Modell formuliert dagegen detaillierte Anforderungen an Werkzeuge zur Unterstützung der einzelnen Aktivitäten [AU252].

### 4.3 Tailoring

Neben dem Vergleich der Ansätze zum Tailoring im SW-CMM und im V-Modell soll in diesem Abschnitt der Frage nachgegangen werden, welche Auswirkungen das Tailoring im V-Modell auf eine Bewertung nach dem SW-CMM hat.

Das Tailoring im V-Modell wurde bereits in Abschnitt 2.2.3.4 erläutert, daher wird zunächst auf das Tailoring im SW-CMM eingegangen und anschließend das Tailoring im V-Modell aus dem Blickwinkel des SW-CMM beleuchtet.

#### 4.3.1 Tailoring im SW-CMM

Beim SW-CMM sind zwei Varianten des Tailoring zu unterscheiden. Zum einen wird im Schlüsselprozeß zum integrierten Softwaremanagement das Ziel formuliert, den im Projekt zu

verwendenden Prozeß aus einem organisationsweiten Standardprozeß (der im entsprechenden Schlüsselprozeß definiert wird) abzuleiten. Zum anderen ist ein Tailoring des SW-CMM selbst denkbar, d. h. also eine Ergänzung, Modifikation oder Streichung von Teilaufgaben, Schlüsselaufgaben oder ganzen Schlüsselprozessen.

Die erste Variante des Tailoring wird im SW-CMM zwar gefordert, es finden sich aber keine Hinweise, wie ein konformes Tailoring auszusehen hat. Die zweite Variante ist im SW-CMM nicht vorgesehen. Da das SW-CMM stark auf große Entwicklungsprojekte im Auftrag der US-Regierung ausgerichtet ist [PWC+95], tauchte jedoch bald die Frage auf, wie das SW-CMM in einem anderen Umfeld anzuwenden ist. Paulk geht in zwei Dokumenten mit Erläuterungen zum SW-CMM auch auf diese Frage ein [Pau94a, Pau97]. Wie das SW-CMM auf die Bedürfnisse kleinerer und mittlerer Unternehmen zugeschnitten werden kann, beschreiben Johnson und Brodman in [JB99]. Am ausführlichsten erläutert ein technischer Bericht des SEI von Ginsberg und Quinn das Tailoring des SW-CMM [GQ95]. Darin werden beide Varianten behandelt.

Für diese Arbeit ist die erste Variante des Tailoring entscheidend. Da jedoch das SW-CMM hier kaum Hilfe für die Bewertung bietet, werden neben [GQ95] auch die anderen angegebenen Quellen berücksichtigt. Die Autoren stimmen in der Grundtendenz ihrer Aussagen weitgehend überein.

Unproblematisch gestaltet sich demnach der Verzicht auf Schlüsselaufgaben oder Schlüsselprozesse, die in einem gegebenen Kontext als „nicht anwendbar“ einzustufen sind. Ein typisches Beispiel hierfür ist ein Entwicklungsprojekt, das keine Leistungen von außerhalb des Projektes bezieht. Hier kann auf Lieferantenmanagement verzichtet werden. Es besteht jedoch immer ein Unterschied zwischen einer Bewertung mit „nicht anwendbar“ und „nicht bewertet“ [Pau94a]. Daraus läßt sich die Forderung ableiten, alle Tailoringentscheidungen ausreichend zu begründen.

Für alle anderen Tailoringmaßnahmen gilt folgender Leitsatz: Entscheidend ist, *ob* die Ziele eines Schlüsselprozesses erreicht werden, aber nicht *wie*. Ein typisches Beispiel hierfür stellt bei kleinen Projekten die Zusammenfassung verschiedener Dokumente in einem einzigen Dokument dar – solange die einzelnen Teile klar erkennbar bleiben. Ähnlich kann mit Sitzungen und Statusdurchsprachen verfahren werden [JB99]. Alternative Ansätze im Vorgehen können einzelne Schlüsselaufgaben überflüssig machen. So sind bei einer Entwicklung nach dem Cleanroom Prinzip (siehe dazu z. B. [MDL87]) einige Aufgaben im Testbereich nicht erforderlich [Pau94a].

#### 4.3.2 Bewertung des Tailoring im V-Modell aus der Sicht des SW-CMM

Die Durchführung des Tailoring im V-Modell wird bei der Bewertung der Schlüsselprozesse betrachtet. An dieser Stelle stehen die Auswirkungen der einzelnen Tailoringkriterien im V-Modell im Vordergrund.

Beim Tailoring mit Streichbedingungen ist zu jeder Tailoringmaßnahme eine kurze Begründung angegeben. Darüberhinaus sind ggf. Auswirkungen aufgeführt, z. B. welche Aktivitäten oder Produkte die Funktion der nicht durchgeführten Aktivitäten oder der nicht erstellten Produkte übernehmen können. Damit kann entschieden werden, ob Aktivitäten oder Produkte aus der Sicht des SW-CMM als „nicht anwendbar“ einzustufen sind, ob ihre Funktion anderweitig übernommen wird oder ob wirklich Ziele des SW-CMM verletzt werden.

Die Streichbedingungen lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Die Aktivität oder das Produkt können vollständig entfallen, weil sie im Projektkontext keinen Sinn machen oder bereits vorgegeben sind:
  - Die Aktivität ist unter den Bedingungen des Projektes nicht anwendbar. Ein Beispiel sind die Aktivitäten Vergabe/Beschaffung (PM 2) und Auftragnehmer-Management (PM 3) bei Projekten ohne externe Beschaffungen und Unterauftragnehmer.
  - Der Inhalt des (Teil-) Produktes ist vorgegeben oder kann aus einem ähnlichen Projekt übernommen werden. Damit braucht die zugehörige Aktivität nicht durchgeführt zu werden. So kann z. B. die Aktivität Toolset-Management durchführen (PM 1.4) entfallen, wenn die SEU, Methoden und Standards vom Auftraggeber vorgegeben werden. Auch bei Pflege-/Änderungsprojekten sind Produkte wie das Projekthandbuch oder der QS-Plan z. T. aus dem ursprünglichen Projekt vorgegeben. Werden SW-Einheiten durch Fertigprodukte realisiert, können die Aktivitäten SE 4-SW – SE 7-SW entfallen.

Dies ist aus der Sicht des SW-CMM unproblematisch, solange die Entscheidungen nachvollziehbar dokumentiert und überprüft werden.

- Gerade bei kleineren Projekten bietet es sich an, manche Aktivitäten von anderen Aktivitäten mit erledigen zu lassen. So kann das QS-Berichtswesen (QS 5) vom PM-Berichtswesen (PM 9) übernommen werden. Die Einweisung der Mitarbeiter (PM 13) kann schriftlich in den Arbeitsaufträgen (PM 12) erfolgen. Werden keine größeren Probleme erwartet, kann das Risikomanagement (PM 7) im Rahmen der Feinplanung durchgeführt werden.

Hier sind aus der Sicht des SW-CMM dann keine Probleme zu erwarten, wenn die Aufgabenstellung der übernommenen Aktivität innerhalb der übernehmenden Aktivität tatsächlich so mit erledigt wird, daß die ursprünglichen Ziele der Aktivität erreicht werden.

- Wenige Tailoringkriterien verletzen Ziele des SW-CMM. Dazu gehört die Streichung der Prozeßprüfung von Aktivitäten (QS 3), wenn die vorgegebenen Vorgehensweisen und das V-Modell den Projektbeteiligten hinreichend bekannt sind [AU250/3]. Dies verletzt das Ziel einer objektiven Überprüfung, daß die Prozesse den entsprechenden Standards gemäß durchgeführt werden.

Der weit überwiegende Teil der Streichbedingungen im V-Modell fällt in die ersten beiden Kategorien. Ein negativer Einfluß des Tailorings mit Streichbedingungen auf eine Bewertung nach dem SW-CMM ist daher mit wenigen Ausnahmen auszuschließen, sofern die Adäquatheit der Streichbedingungen überprüft und begründet wird sowie ggf. die ersatzweise benannten Aktivitäten und Produkte entsprechend durchgeführt und gestaltet werden.

Mit dem standardisierten Vortailoring macht das V-Modell Vorschläge für bestimmte Vorhabentypen. Dadurch soll für viele Projekte ein einfacheres Vorgehen als beim Tailoring mit Streichbedingungen erreicht werden. Im Prinzip sollte das Ergebnis bei beiden Arten des Tailoring gleich sein, in der Praxis unterscheiden sich die Ergebnisse meist leicht [Plö99d]. Beim standardisierten Vortailoring sind keine Begründungen angegeben, warum einzelne Aktivitäten oder Produkte entfallen. Außerdem werden keine Aktivitäten oder Produkte benannt, die ggf. die Funktion der nicht durchgeführten Aktivitäten oder der nicht erstellten Produkte übernehmen können. Eine allgemeine Entscheidung, wie die Tailoringmaßnahmen aus dem standardisierten Vortailoring aus der Sicht des SW-CMM zu bewerten sind, kann daher hier nicht getroffen werden. So ist in jedem einzelnen Projekt das Ergebnis des standardisierten Vortailorings zu überprüfen und bei Verletzung von Zielen des SW-CMM anzupassen.

#### 4.4 Bezug zu weiteren Normen und Standards

Weitere wichtige Normen und Standards im Bereich der Softwareentwicklung sind

- die Normenfamilie der ISO 9000 [ISO9001, ISO9000-3], die die Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem in einer Organisation beschreibt,
- die ISO/IEC 12207 [ISO12207], die einen Rahmen für die Prozesse im gesamten Lebenszyklus von Software bildet,
- die ISO/IEC 15504 oder ihr Vorläufer SPICE [EDM98], eine Norm für Verfahren zu Prozeßbewertungen, und
- der MIL-STD-498 [MIL498], der die Abwicklung von Softwareprojekten mit dem amerikanischen Verteidigungsministerium regelt.

Der Bezug des V-Modells zu den Normen DIN/ISO 9001 und ISO/IEC 12207 wird durch das Handbuch „Das V-Modell in einer ISO- und AQAP<sup>8</sup>-Umgebung“ in der Handbuchsammlung [AU250/3] hergestellt. Eine Zuordnung zwischen den Aktivitäten des V-Modells und denen des MIL-STD-498 befindet sich in den behördenspezifischen Ergänzungen für das Bundesverteidigungsministerium [AU250/2b]. Verschiedene Veröffentlichungen stellen die Beziehung des SW-CMM zur ISO 9000 [Pau94c], zur ISO 12207 [Pau98], zur ISO 15504 [Pau98] und zum MIL-STD-498 [Sor96, Mut96] her. Der Zusammenhang zwischen dem SW-CMM und der ISO 9000 sowie weiteren Qualitätsmodellen wird in einer eigenen Diplomarbeit [Kot99] untersucht, die in Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Graz und der Abteilung ZT SE 3 der Siemens AG entstand.

Sowohl das V-Modell als auch das SW-CMM erweisen sich als weitgehend konform zur ISO 9001. Das V-Modell läßt einige projektübergreifende Anforderungen unerfüllt, die allesamt im o. g. Handbuch aufgeführt sind. Während Organisationen mit Reifegraden 2 oder 3 des SW-CMM die ISO 9001 zwar nicht automatisch erfüllen, haben sie doch große Vorteile auf dem Weg zur Zertifizierung [Pau94c].

Die Aktivitäten des V-Modells decken die Prozesse der ISO 12207 bis auf wenige Ausnahmen ab [AU250/3], die alle außerhalb des Anwendungsbereichs des V-Modells liegen. [Pau98] zeigt eine weitgehende Konformität des SW-CMM Version 2.0 Draft C zur ISO 12207.

Eine große Überdeckung in den Anforderungen an Prozeßmodelle zwischen dem SW-CMM Version 2.0 Draft C und der ISO 15504 läßt sich aus [Pau98] ablesen. Untersuchungen zum Bezug zwischen dem V-Modell und der ISO 15504 liegen nicht vor.

Das V-Modell kann zu fast allen Aktivitäten des MIL-STD-498 entsprechende Aktivitäten vorweisen, insbesondere schließen beide Standards die IT-Sicherheit mit ein. Während bei den Schlüsselprozessen der Stufe 2 des SW-CMM in [Sor96] noch eine hohe Abdeckung durch den MIL-STD-498 zu erkennen ist, sind die projektübergreifenden Schlüsselprozesse auf Stufe 3 im MIL-STD-498 nicht vorhanden.

---

<sup>8</sup> Allied Quality Assurance Publication, Standards für Qualitätssicherung in der NATO

## 4.5 Gegenüberstellung im Überblick

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Gegenüberstellung aus den vorangegangenen Abschnitten.

Kriterium	V-Modell	SW-CMM
Ursprung	Budget-, Termin- und Qualitätsprobleme bei Softwareprojekten im Umfeld des jeweiligen Verteidigungsministeriums	
Ansatz	Vorgabe eines Prozeßmodells für Lieferanten der Behörden	Unterstützung der Auswahl von Lieferanten für das amerikanische Verteidigungsministerium durch Prozeßbewertung
Verbindlichkeit	verbindlich für Auftragnehmer von Softwareprojekten mit Bundesbehörden	kein bestimmter Reifegrad für Auftragnehmer vorgegeben
projektübergreifende Regelungen	kaum	ja
Unterstützung bei der Prozeßbewertung und -verbesserung	nein	ja
Berücksichtigung der Systementwicklung	ja	nein, SE-CMM
Berücksichtigung von IT-Sicherheit	ja	nein, SSE-CMM
Verbreitung	überwiegend deutschsprachiger Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz), alle Vertragspartner von Bundesbehörden bei Softwareprojekten	weltweit, bis Ende 1998 mehr als 1213 Prozeßbewertungen beim SEI gemeldet
Unabhängigkeit von Lebenszyklusmodellen	ja	
Unabhängigkeit von Organisationsstrukturen	ja	
Generizität von Aktivitäten	ja	nein, Textschablonen
Vorlagen für Produkte	ja	nein
Rollenkonzept	ja	ansatzweise
Zuordnung von Methoden	ja	nur Reviews
Anforderungen an Werkzeugunterstützung	detailliert	Produktkategorien
Trennung von Aktivitäten und Methoden	ja	nicht vollständig
Tailoring des Modells	Handbuch	Beschreibung in separaten Veröffentlichungen
Bezug zu anderen Standards	Handbuch	Beschreibung in separaten Veröffentlichungen

Tabelle 1: Gegenüberstellung von V-Modell und SW-CMM im Überblick



## 5 Bewertung des V-Modells aus der Sicht des CMM

In diesem Kapitel erfolgt die detaillierte Bewertung des V-Modells aus der Sicht des CMM auf der Ebene der Schlüsselaufgaben und ihrer Teilaufgaben. Nachdem zunächst die Annahmen erläutert werden, werden dann für jeden Schlüsselprozeß und jede Schlüsselaufgabe, die für alle Schlüsselprozesse gemeinsam bewertet wurde, die Ergebnisse der Bewertung dargestellt.

### 5.1 Generelle Annahmen

In diesem Abschnitt sind die Annahmen bei der Bewertung aufgeführt, die sich auf mehrere Schlüsselprozesse oder Schlüsselaufgaben beziehen. Spezifische Annahmen finden sich jeweils bei den einzelnen Bewertungen.

- Neben den Dokumenten des Standards [AU250/1a, AU250/2a, AU250/3, AU251, AU252] existiert organisatorische Unterstützung für das V-Modell in Form der Pflege durch die Änderungskonferenz sowie Anwenderunterstützung mit einer Mailingliste, einer WWW-Seite und dem regelmäßigen Erfahrungsaustausch durch ANSSTAND.

Arbeitet eine Organisation mit dem V-Modell, so ist davon auszugehen, daß die Dokumente des Standards die Basis für den Prozeß bilden. Daher werden alle genannten Dokumente in die Bewertung einbezogen.

Die Mechanismen zur Pflege und Anwenderunterstützung beim V-Modell stellen eine wertvolle Hilfe für die Prozeßpflege und -unterstützung in einer Organisation dar. Es ist jedoch nicht automatisch dafür gesorgt, daß der Prozeß in der Organisation entsprechend den Änderungen der Änderungskonferenz gepflegt wird oder die Anwenderunterstützung die Anwender auch erreicht und angenommen wird. Die externe Unterstützung stellt also eine Hilfe für die Organisation dar, entbindet sie jedoch nicht von der Pflicht, den eigenen Prozeß zu pflegen und ihre Mitarbeiter bei der Prozeßdurchführung zu unterstützen. Diese Aufgaben sind im V-Modell nicht angesprochen. Daher werden die externe Pflege und Unterstützung des V-Modells nicht in die Bewertung einbezogen. Das Verbesserungspotential in der Bewertung z. B. durch eine Rolle mit der Aufgabe der Prozeßpflege und -unterstützung sowie entsprechenden Aktivitäten beleuchtet Abschnitt 7.1.

- Bei vielen Schlüsselaufgaben erwartet das CMM, daß für diese Schlüsselaufgabe ein festgelegtes Verfahren (*documented procedure*) existiert. Das CMM fordert von einem festgelegten Verfahren, daß der Bearbeiter die entsprechende Aufgabe nachvollziehbar und wiederholbar abarbeiten kann, unerfahrene Bearbeiter mit allgemeinen Kenntnissen auf dem betreffenden Gebiet dieses Verfahren anhand der Beschreibung erlernen und durchführen können und die Empfänger der Arbeitsergebnisse von einer konsistenten Aufgabenerfüllung überzeugt sind [PWC+95]. Damit dies anhand eines Prozeßmodells gelingen kann, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein:
  1. Die betreffende Aufgabe muß im Prozeßmodell ausreichend beschrieben sein. Dies kann anhand des Erfüllungsgrades für die betreffende Schlüsselaufgabe festgestellt werden.
  2. Die Beschreibung der Aufgabe darf nicht auf zu viele Stellen der Prozeßbeschreibung verteilt sein.

Die Erfüllung dieser beiden Voraussetzungen wird anhand zweier Kennzahlen bestimmt. Für die erste Voraussetzung kann direkt der mittlere Erfüllungsgrad der Teilaufgaben der Schlüsselaufgabe verwendet werden. Die Erfüllung der zweiten Voraussetzung wird daran gemessen, wie stark die Beschreibung der Aufgabe auf verschiedene Hauptaktivitäten

vereilt ist. Aus der Summe der beiden Kennzahlen ergibt sich dann die genaue Bewertung. Die Ober- und Untergrenzen bei der Bewertung („nicht erfüllt“ und „voll erfüllt“) wurden dabei empirisch anhand einiger ausgewählter Beispiele ermittelt. Für den mittleren Bereich („teilweise erfüllt“, „im wesentlichen erfüllt“) wurde eine lineare Skalierung gewählt. Schließlich wurden für beide Kennzahlen Untergrenzen festgelegt, die eine Mindestbefriedigung der beiden oben genannten Anforderungen an ein festgelegtes Verfahren sicherstellen sollen.

Die einzelnen Schritte für eine Bewertung lauten wie folgt:

1. Es wird ein auf eine ganze Zahl gerundeter mittlerer Erfüllungsgrad für die Schlüsselaufgabe ermittelt, wobei alle Teilaufgaben *außer* der Forderung nach einem festgelegten Verfahren in die Berechnung einbezogen werden. In den Tabellen im Anhang ist diese Kennzahl bei den Bemerkungen durch ein „E“ gekennzeichnet.
  2. Es wird ermittelt, wie hoch der auf eine ganze Zahl gerundete Anteil der zwei meistgenannten Hauptaktivitäten an allen Hauptaktivitäten für die Schlüsselaufgabe ist. Diese Kennzahl wird in den Tabellen im Anhang mit „V“ bezeichnet.
  3. Ist eine der beiden Kennzahlen kleiner als 50 %, so ist die Forderung nicht erfüllt.
  4. Liegt die Summe der Kennzahlen zwischen 100 % und 124 %, so ist die Forderung teilweise erfüllt, liegt die Summe zwischen 125 % und 149 %, so ist die Forderung überwiegend erfüllt, und ab einer Summe von 150 % ist die Forderung erfüllt.
- Es kommt eine Softwareentwicklungsumgebung (SEU) zum Einsatz, die den funktionalen Werkzeuganforderungen des V-Modells entspricht.
  - Im V-Modell wird bei der Erstellung des KM-Plans im Projekt festgelegt, welche Produkte unter KM-Kontrolle gestellt werden. Das Produktmuster zum KM-Plan macht keine Vorgaben, welche Produkte unter KM-Kontrolle zu stellen sind. Hier wird davon ausgegangen, daß darunter alle Produkte der Submodelle SE und QS sowie das Projekthandbuch, der Projektplan, der KM-Plan und die Projekthistorie fallen. Für die Erfüllung entsprechender Forderungen im CMM müssen die übrigen Forderungen (mit Ausnahme der nach einem festgelegten Verfahren) der Schlüsselaufgabe mindestens zu 25 % erfüllt sein.
  - Planung ist im V-Modell eine fortlaufende Aktivität, so daß notwendige Änderungen an Dokumenten aus PM im Rahmen der Feinplanung oder der entsprechenden Aktivitäten in PM durchgeführt werden. Für Dokumente der anderen Submodelle löst das Änderungsmanagement (Konfigurationssteuerung) (KM 3) bei Bedarf Anpassungen aus. Auch hier müssen für die Erfüllung entsprechender Forderungen im CMM die übrigen Forderungen (mit Ausnahme der nach einem festgelegten Verfahren) der Schlüsselaufgabe mindestens zu 25 % erfüllt sein.
  - Aktivitäten zur Bewertung von Risiken und die Planung und Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen finden im V-Modell für das gesamte Projekt im Rahmen des Risikomanagements (PM 7) statt.
  - Die Forderung nach einem *peer review* im CMM ist erfüllt, wenn der Prüfplan Qualitäts-sicherungsmaßnahmen für das betreffende Produkt vorsieht, und die Methoden-kategorie Review zugeordnet ist.

Für die Bewertung der Schlüsselaufgaben, die gemeinsam für alle Schlüsselprozesse bewertet werden, werden darüber hinaus folgende Annahmen getroffen:

- Im V-Modell sind keine Maßnahmen zur organisationsweiten Prozeßdefinition und -verbesserung vorgesehen. Daher wurden die Schlüsselprozesse organisationsweiter Prozeßfokus, organisationsweite Prozeßdefinition, organisationsweite Identifikation von Ver-

besserungsmöglichkeiten und organisationsweite Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen mit „nicht erfüllt“ bewertet.

- Grundsätzlich sind im V-Modell die Schlüsselaufgaben Planung, Ressourcen, Verantwortlichkeiten im Projekt, Schulung der Mitarbeiter, Einblick, Prozeßprüfung und Produktprüfung angesprochen. Um zu vermeiden, daß hier eine gute Bewertung für die Planung, Zuordnung von Ressourcen, Definition von Verantwortlichkeiten, Schulungen, Messungen und Prüfungen für durchzuführende Tätigkeiten vergeben wird, die im V-Modell gar nicht beschrieben sind, richtet sich die bestmögliche Bewertung dieser Schlüsselaufgaben nach dem Erfüllungsgrad der durchzuführenden Tätigkeiten:

Schlüsselprozesse, deren durchschnittliche Bewertung für die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n kleiner als 50 % ist, können keine bessere Bewertung als „im wesentlichen erfüllt“ erzielen, Schlüsselprozesse, deren durchschnittliche Bewertung für die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n kleiner als 25 % ist, keine bessere Bewertung als „teilweise erfüllt“.

## 5.2 Bewertung der Schlüsselprozesse

In diesem Abschnitt werden die Bewertungen des V-Modells für die durchzuführenden Tätigkeiten jedes Schlüsselprozesses im CMM vorgestellt. Die Motivation für die Darstellungsart der Ergebnisse ist in Abschnitt 3.2.3 beschrieben.

### 5.2.1 Stufe 2: Anforderungsmanagement (*requirements management*)

#### *Zusammenfassung*

Das Anforderungsmanagement im CMM regelt ausschließlich die Verwaltung der Anforderungen und nicht deren Ermittlung. Daher finden sich die entsprechenden Vorschriften im V-Modell überwiegend im Submodell KM, nämlich in der Produkt- und Konfigurationsverwaltung (KM 2) und im Änderungsmanagement (Konfigurationssteuerung) (KM 3). Die Forderungen des CMM werden weitgehend erfüllt, Schwächen zeigt das V-Modell bei Reviews sowohl der Anforderungen als auch der Auswirkung von Änderungen der Anforderungen durch die Betroffenen.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 72 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.AC.02 – RM.AC.04*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Die Dokumentation der Anforderungen erfolgt im V-Modell im Submodell SE, die Dokumente werden dann von KM in das Konfigurationsmanagement übernommen. Die Anforderungen werden in der Durchführungsentscheidung vom Management bestätigt.
- Das Änderungsmanagement für die Anforderungen geschieht im Rahmen des allgemeinen Änderungsmanagements des V-Modells. Die Regelungen dort stellen eine Bewertung der Auswirkungen sicher. Eine Abstimmung von Änderungen, die externe Zusagen betreffen, mit dem übergeordneten Management ist genauso wenig vorgesehen, wie eine Abstimmung von Änderungen hinsichtlich interner Zusagen mit den Betroffenen.
- Die Information aller Betroffenen durch das Änderungsmanagement im V-Modell sorgt dafür, daß die Anforderungen und zugehörige Änderungen entsprechend berücksichtigt werden können. Ein Review, daß die Pläne, Aktivitäten und SE-Produkte auch tatsächlich mit den Anforderungen konsistent sind, ist nur für die SE-Produkte vorgeschrieben.

### 5.2.2 Stufe 2: Projektplanung (*software project planning*)

#### *Zusammenfassung*

Die im Schlüsselprozeß Projektplanung beschriebenen Aufgaben werden im V-Modell hauptsächlich im Rahmen der Projektinitialisierung (PM 1) und der Feinplanung (PM 4) durchgeführt, allerdings mit Ergänzungen aus allen anderen Submodellen. Bei vielen Teilaufgaben konnte eine gute Übereinstimmung festgestellt werden. Mängel zeigten sich im V-Modell hauptsächlich bei der Koordination der Planung, beim Einsatz von Metriken im Projekt, bei der Abschätzung der Computerressourcen für die Entwicklungsplattform und bei der Unterstützung für interne Zusagen.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 77 %*

*Schlüsselaufgaben: PP.AC.02 – PP.AC.15*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Als Basis der Planungsschritte dienen im CMM und im V-Modell häufig unterschiedliche Dokumente.
- Bei vielen Planungsschritten fordert das CMM ein Review der Ergebnisse mit den Betroffenen und deren Einverständnis mit der Planung. Dem kommt das V-Modell teilweise mit den Durchführungsentscheidungen nach. Dabei werden jedoch keine einzelnen Dokumente vorgestellt, an der Aktivität sind hauptsächlich Managementrollen beteiligt.
- Die Forderung des CMM nach einem festgelegten Verfahren für manche Planungsschritte wird vom V-Modell meist erfüllt, in manchen Fällen ist aber der Erfüllungsgrad der Schlüsselaufgabe zu gering oder die Beschreibung ist auf zu viele Aktivitäten verteilt.
- Die Definition von Arbeitspaketen, die Auswahl eines geeigneten Lebenszyklusmodells, die Schätzung des Umfangs der zu erstellenden Produkte, die Schätzung des dazu benötigten Aufwands und der anfallenden Kosten, die Planung der Einsatzmittel im Projekt, die Erstellung eines Terminplans und die Ermittlung von Risiken im Projekt entsprechen den Anforderungen des CMM bis auf die oben genannte Einschränkung zum Review der Ergebnisse.
- Die Koordination der Projektplanung erfolgt im V-Modell nur in eine Richtung, indem der Projektleiter bei der QS- und KM-Planung mitwirkt. Eine Mitwirkung des Q-Managers und des KM-Managers an der Grob- und Feinplanung ist nicht vorgesehen. Ähnliches gilt für Teilprojekte, da diese organisatorisch dem Projektmanagement des Gesamtprojektes unterstehen.
- Für die Umfangs-, Aufwands- und Kostenschätzung existiert im V-Modell eine eigene Methodenkategorie.
- Metriken werden im V-Modell für Aufwand, Termine, Umfang, Änderungen und Fehler verlangt, das CMM sieht für alle Schlüsselprozesse geeignete Metriken vor.
- Die Planung und detaillierte Schätzung der benötigten Computerressourcen erfolgt im V-Modell für das Zielsystem erst relativ spät im SW-Feinentwurf. Für die in der Ent-

wicklung benötigten Ressourcen schreibt das V-Modell keine zahlenmäßige Schätzung vor. Die Aufteilung der Planung und Schätzung auf das Submodell SE für das Zielsystem und das Submodell PM für die Entwicklungsplattform erscheint zweckmäßig.

- Externe Zusagen sind auf viele Aktivitäten des V-Modells verteilt. Damit werden die sachlichen Anforderungen des CMM erfüllt, von einem festgelegten Verfahren kann aber nicht mehr gesprochen werden.
- Im Bereich der internen Zusagen werden die Pläne aufeinander abgestimmt, eine ausdrückliche Unterstützung durch die Betroffenen ist aber nicht vorgeschrieben.
- Der *software development plan* des CMM ist im V-Modell auf das Projekthandbuch, den Projektplan, den QS- und den KM-Plan verteilt. Einen Schulungsplan gibt es im V-Modell nicht. Schätzungen werden im V-Modell nicht im erforderlichen Umfang dokumentiert. Alle anderen Forderungen des CMM werden erfüllt.
- Alle Daten zur Planung werden im V-Modell in der Projekthistorie gesammelt. Dabei ist jedoch eine Dokumentation der der Planung zugrundeliegenden Annahmen nicht vorgesehen. Auch die Aufbewahrung der Projekthistorie über das Projektende hinaus ist im Rahmen des V-Modells nicht geregelt (vgl. Projektkontrolle).

### 5.2.3 Stufe 2: Projektkontrolle (*software project control*)

#### *Zusammenfassung*

Die Projektkontrolle findet im V-Modell hauptsächlich in der Projektkontrolle und -steuerung (PM 8) statt, daneben sind noch Auftragnehmer-Management (PM 3), Feinplanung (PM 4), Durchführungsentscheidung (PM 6) und Risikomanagement (PM 7) sowie die anderen Submodelle beteiligt. Die Bewertung fällt zwiespältig aus: Einige Anforderungen werden (fast) vollständig erfüllt, z. B. die Überwachung des Projektfortschritts, die Risikoüberwachung und die Anpassung des *software development plan*. Andere wie z. B. die Verfolgung der Schätzwerte zum Umfang der Produkte oder der Computerressourcen erfüllen die Forderungen im CMM gar nicht oder nur unzureichend. Zudem setzen sich Schwächen aus der Projektplanung hier fort, insbesondere in Bezug auf Metriken und Schulungsmaßnahmen.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 61 %*

*Schlüsselaufgaben: PC.AC.02 – PC.AC.13*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Bei vielen Kontrollmaßnahmen fordert das CMM die Untersuchung der Auswirkungen von Planabweichungen. Das V-Modell schreibt eine solche Untersuchung nicht vor.
- Die Forderungen an ein festgelegtes Verfahren werden in allen Fällen erfüllt.
- Die Anforderungen des CMM zur fortlaufenden Risikoüberwachung werden vom V-Modell voll erfüllt, ebenso zur Anpassung des *software development plan*.
- Die Überwachung des Projektfortschritts im V-Modell erfüllt die Ansprüche des CMM fast vollständig. Nur die Schwächen bei den Metriken setzen sich hier fort.
- Die Verfolgung der Schätzwerte zum Umfang der Produkte ist im V-Modell nicht vorgesehen.
- Die Schätzwerte zu Aufwand und Kosten werden im V-Modell mit Ausnahme der Werte für Schulungsmaßnahmen (wofür keine Schätzwerte vorgesehen sind) und der oben genannten Untersuchung der Auswirkungen von Abweichungen dem CMM entsprechend verfolgt.
- Eine Überwachung der Schätzwerte hinsichtlich der Computerressourcen findet, von der einmaligen Überprüfung der Schätzungen für die Zielplattform im Rahmen von QS abgesehen, im V-Modell nicht statt.
- Die Überprüfung des Einsatzes der vorgesehenen Einsatzmittel wird im V-Modell bei der Bereitstellung der Ressourcen (PM 11) erwähnt, Abweichungen sind aber nicht zu dokumentieren und auf ihre Auswirkungen hin zu untersuchen.
- Die Einhaltung des Terminplans wird mit o. g. Einschränkung im V-Modell gemäß den Forderungen des CMM überwacht.
- Die Überprüfung von externen Zusagen ist im V-Modell im Auftragnehmer-Management (PM 3) und in der Projektkontrolle und -steuerung (PM 8) geregelt. Die Überprüfung interner Zusagen ist in PM 8 nur angedeutet. Eine Identifikation von Zusagen, die mögli-

cherweise nicht erfüllt werden, ist für Lieferanten nicht vorgesehen, für Kunden und interne Zusagen in PM 8 angedeutet.

- Regelmäßige Reviews zum Projektfortschritt finden im V-Modell in der Durchführungsentscheidung statt. Mit Ausnahme der Bewertung der Folgen von Problemen werden die Anforderungen des CMM damit erfüllt.
- Das V-Modell sieht Steuerungsmaßnahmen bei Gefährdung der Planung vor. Reviews und Zustimmung durch die Betroffenen werden z. T. in der Durchführungsentscheidung eingeholt. An Verhandlungen über Änderungen von externen und internen Zusagen sowie Verfolgung der Maßnahmen bis zu ihrem Erfolg fehlt es.
- Die ermittelten Meßwerte werden im V-Modell in der Projekthistorie gesammelt. Die Aufbewahrung der Projekthistorie über das Projektende hinaus ist im Rahmen des V-Modells nicht geregelt (vgl. Projektplanung).

### 5.2.4 Stufe 2: Lieferantenmanagement (*software acquisition management*)

#### *Zusammenfassung*

Das Lieferantenmanagement im CMM ist im V-Modell überwiegend in den Hauptaktivitäten PM 2 und 3 geregelt, die Anforderungen werden auch für zugekaufte Leistungen im Submodell SE ermittelt. Die Abnahme für externe Leistungen findet im Rahmen von QS statt, die dann durch das normale Konfigurationsmanagement verwaltet werden. Die Regelungen im CMM sind wesentlich detaillierter als die des V-Modells. Während die Forderungen des CMM bei der Abnahme der Leistungen durch die auch hier anzuwendenden Regelungen des Submodells QS noch mehr als zur Hälfte erfüllt sind, wird den Vertragsverhandlungen, gemeinsamen Besprechungen zu technischen und organisatorischen Themen, einer systematischen Auswertung der Leistungen der Lieferanten und der Übernahme der externen Leistungen in das Projekt im V-Modell wenig Beachtung geschenkt.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 36 %*

*Schlüsselaufgaben: SM.AC.02 – SM.AC.12*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Die Forderung des CMM nach einem festgelegten Verfahren für 7 Schlüsselaufgaben wird in sehr unterschiedlichem Maß erfüllt. Die Ursache liegt in den unterschiedlichen Erfüllungsgraden sowie der Verteilung auf mehrere Hauptaktivitäten im V-Modell.
- Bei einigen Schritten fordert das CMM ein Review der Ergebnisse mit den Betroffenen und deren Einverständnis. Diese Forderung wird von der Durchführungsentscheidung (PM 6) im V-Modell meist „teilweise erfüllt“.
- Im V-Modell wird im Submodell SE nur der Einsatz von Fertigprodukten angesprochen, Unteraufträge werden im Submodell PM vergeben.
- Im CMM wie im V-Modell wird zunächst entschieden, welcher Bedarf für externe Leistungen besteht. Dann findet im CMM eine Festlegung statt, ob Fertigprodukte eingesetzt oder spezifische Entwicklungsaufträge erteilt werden. Im V-Modell ist keine bewußte Entscheidung für die eine oder andere Beschaffungsform vorgesehen.
- Die Anforderungen, die extern erbracht werden sollen, gehen in den Kriterienkatalog für die Angebotsbewertung mit ein. Der Supportbedarf für externe Produkte wird im V-Modell nicht ermittelt.
- Bei der Bewertung der in Frage kommenden Hersteller von Fertigprodukten sind die Kriterien des CMM detaillierter als die des V-Modells. Der Einfluß der Leistungen eines Herstellers in der Vergangenheit und einigen anderen Kriterien wird im V-Modell nur bei vergleichbarer Wirtschaftlichkeit verschiedener Angebote Bedeutung zugemessen, Support oder die weitere Produktpolitik findet keine Berücksichtigung.
- Ähnliches gilt für die Bewertung von Unterauftragnehmern für Entwicklungsaufträge. Es findet zwar eine Bewertung aufgrund vorher festgelegter Kriterien statt, eine Betrachtung der Fähigkeit zur effektiven Zusammenarbeit und zu Modifikation und Wartung der gelieferten Software wird aber nicht gefordert.

- Vertragsverhandlungen und der Abschluß des Vertrages werden im V-Modell gefordert aber nicht geregelt. Den detaillierten Anforderungen des CMM kann das V-Modell hier nicht Rechnung tragen.
- Der Arbeitsfortschritt beim Auftragnehmer wird im Rahmen des Auftragnehmer-Managements (PM 3) überwacht. Dabei sind im V-Modell der Vertrag und das Projekt-handbuch, nicht jedoch der Projektplan des Lieferanten die Grundlage. Eine Überwachung des Konfigurationsmanagements beim Lieferanten schreibt das V-Modell nicht vor. Während im V-Modell dem Lieferanten QS-Maßnahmen vorgeschrieben werden, fordert das CMM die Überprüfung der Pläne und Maßnahmen auf Angemessenheit.
- Gemeinsame Durchsprachen von technischen und management-bezogenen Themen, wie sie vom CMM gefordert werden, sieht das V-Modell nicht vor.
- Eine Bewertung der Arbeit des Lieferanten findet im V-Modell nur auf der Basis der Ergebnisse statt, dessen Prozesse finden keine Beachtung. Es werden keine Empfehlungen erarbeitet, die Aufbewahrung der Resultate der Bewertung ist nicht vorgeschrieben.
- Die Abnahme der extern erbrachten Leistungen wird im V-Modell im Rahmen von QS durchgeführt. Die Forderungen des CMM nach Festlegung der Prüfkriterien, Durchführung der Prüfung, Dokumentation der Ergebnisse und Einleitung von Maßnahmen zur Fehlerbehebung werden erfüllt. Die Prüfkriterien werden aber nicht mit dem Lieferanten abgestimmt. Eine Prüfung auf Viren, logische Bomben o. ä. wird im V-Modell nicht gefordert.
- Die Übernahme der externen Leistungen in das Projekt ist nur in Hinblick auf das Konfigurationsmanagement geregelt. Die Bereitstellung der notwendigen Hard- und Softwareumgebung, Schulungen und der den Lizenzen und Vertragsbedingungen entsprechende Umgang mit der gelieferten Leistung wird im V-Modell nicht wie vom CMM verlangt geregelt.

### 5.2.5 Stufe 2: Qualitätssicherung (*software quality assurance*)

#### *Zusammenfassung*

Die Maßnahmen zur Qualitätssicherung sind im V-Modell in einem eigenen Submodell zusammengefaßt, die Submodelle KM und PM sind nur am Rand beteiligt. Die Regelungen des V-Modells gehen teilweise über die Anforderungen des CMM hinaus, was insbesondere an den Produktmustern und Methoden(-kategorien) der Methodenzuordnung liegt. Einige Forderungen des CMM, wie z. B. die Eskalation von Problemen, die Weitergabe von Prüfungsergebnissen oder die Beseitigung von Mängeln bei der Durchführung von Aktivitäten, sind jedoch im V-Modell nicht oder nur teilweise erfüllt, so daß sich insgesamt ein hoher aber nicht 100prozentiger Erfüllungsgrad ergibt.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 75 %*

*Schlüsselaufgaben: QA.AC.02 – QA.AC.05*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Drei Schlüsselaufgaben sind nach einem festgelegten Verfahren abzuwickeln. Diese Anforderung erfüllt das V-Modell zweimal in vollem Umfang, einmal nur teilweise. Neben den definierten Kennzahlen kommt dies für Prozeß- und Produktprüfung auch in jeweils eigenen Hauptaktivitäten, der Abwicklung anhand der Prüfspezifikation und verschiedenen Methoden(-kategorien) in der Methodenzuordnung zum Ausdruck.
- Die Prozeßprüfung von Aktivitäten (QS 3) im V-Modell entspricht vollständig den Forderungen des CMM.
- Die Produktprüfung (QS 4) ist im V-Modell durch die Unterteilung in die Feststellung der Prüfbarkeit und die inhaltliche Produktprüfung detaillierter geregelt als im CMM. Das V-Modell sieht für einige Produkte auch Prüfungen während ihrer Bearbeitung vor [AU250/1a, Abschnitt 3.5], für andere nur eine Prüfung am Ende der Erstellung des Produkts. Das CMM verlangt eine Prüfung jeweils beim Erreichen ausgewählter Meilensteine.
- Die vom CMM geforderte regelmäßige Information der Betroffenen über die Ergebnisse der Qualitätssicherung findet im Rahmen des QS-Berichtswesens (QS 5) statt. Dabei konzentrieren sich die Regelungen im V-Modell auf die systematische Auswertung der Protokolle, um Gemeinsamkeiten und Trends zu erkennen. Die Weitergabe der eigentlichen Prüfungsergebnisse im Prüfprotokoll an die Ersteller des Produkts wird durch den Produktfluß des V-Modells nicht geregelt.
- Die Beseitigung von festgestellten Mängeln in Produkten wird im V-Modell dadurch sichergestellt, daß das geprüfte Produkt bei Mängeln den Zustand „in Bearbeitung“ erhält und an das zuständige Submodell zur Beseitigung der Mängel zurückgegeben wird. Anschließend erfolgt eine erneute Prüfung. Für Aktivitäten ist kein konkretes Vorgehen zur Beseitigung von Mängeln vorgeschrieben. Eine geregelte Eskalation von im Projekt nicht lösbaren Problemen bis hin zum übergeordneten Management schreibt das V-Modell nicht vor.

### 5.2.6 Stufe 2: Konfigurationsmanagement (*software configuration management*)

#### *Zusammenfassung*

Das Konfigurationsmanagement ist im V-Modell überwiegend im entsprechenden Submodell geregelt. Nur an wenigen Stellen sind die Submodelle QS und PM an der Erfüllung der Forderungen des CMM beteiligt. Während die meisten Anforderungen des CMM in hohem Maße oder sogar voll erfüllt werden, z. B. bei der Zusammenstellung von Baselines oder der Identifikation von Konfigurationseinheiten, sind die Anforderungen an Audits zur Überprüfung des Konfigurationsmanagements nur in geringem Maß erfüllt.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 81 %*

*Schlüsselaufgaben: CM.AC.02 – CM.AC.09*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Das Verfahren für Änderungsanträge und Problemmeldungen, die Zusammenstellung von Baselines, und die Beschreibung von Konfigurationseinheiten erfüllen die Anforderungen an ein festgelegtes Verfahren voll, die Kontrolle von Änderungen im wesentlichen, die Durchführung von Audits für das Konfigurationsmanagement hingegen nicht.
- Die Anforderungen des CMM an ein Werkzeug zur Produktverwaltung werden von den funktionalen Werkzeuganforderungen des V-Modells fast vollständig erfüllt. Nicht vorgeschrieben ist im V-Modell die Möglichkeit eines differenzierten Verfahrens zur Produktverwaltung in Abhängigkeit des Zeitpunktes im Produktlebenszyklus oder für reine Softwaresysteme im Unterschied zu gemischten Hardware-/Softwaresystemen.
- Vollständig erfüllt werden die Forderungen des CMM bezüglich der eindeutigen Identifikation der Produkte im Konfigurationsmanagement und zur regelmäßigen Berichterstattung über den Stand des Konfigurationsmanagements an alle Betroffenen.
- Es ist im V-Modell nicht vorgesehen, daß die Änderungsanträge und Problemmeldungen, die in der nächsten Softwarebaseline berücksichtigt werden, einem Review unterzogen und mit den Betroffenen abgestimmt werden. Bis auf diese Ausnahme ist das Verfahren für Änderungsanträge und Problemmeldungen im V-Modell mit dem CMM konform.
- Bei der Kontrolle der Änderungen werden die Forderungen des CMM nur teilweise erfüllt. Während die Dokumentation von Änderungen und den Gründen dafür sichergestellt ist, fehlen Tests auf unerwünschte Effekte von geänderten Produkten auf die übrigen Produkte oder eine ausdrückliche Genehmigung für die Aufnahme von geänderten Produkten in die Produktbibliothek durch ein entsprechendes Gremium.
- Baselines werden im V-Modell im Projektplan geplant und in der Durchführungsentscheidung bestätigt. Die Attribute und die Verfügbarkeit im Projekt sind Aufgabe der Produkt- und Konfigurationsverwaltung. Damit kann das V-Modell die Anforderungen des CMM erfüllen.
- Die Beschreibung der Attribute von Konfigurationseinheiten, die im V-Modell im KM-Plan festgelegt werden, entspricht voll den Anforderungen des CMM.

- 
- Die Überprüfung des Konfigurationsmanagements durch Audits ist auch im V-Modell vorgesehen. Die Anforderungen des CMM zur Überprüfung des Inhalts der Produktbibliothek werden allerdings vom V-Modell nicht erfüllt.

### 5.2.7 Stufe 3: Organisationsweiter Prozeßfokus (*organization process focus*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM fordert eine Konzentration der gesamten Organisation auf die verwendeten Prozesse. Dies bedeutet im Kern die Durchführung von Programmen zur Prozeßverbesserung, die Unterstützung der Anwender der Prozesse sowie einen Lernprozeß der gesamten Organisation in Bezug auf die Prozesse. Als Prozeßmodell, das auf den Einsatz in Projekten fokussiert ist, enthält das V-Modell mit Ausnahme der Unterstützung der Anwendung der Prozesse kaum Regelungen zu diesen projektübergreifenden Aufgaben. Entsprechend gering fällt der Erfüllungsgrad bei diesem Schlüsselprozeß aus.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 5 %*

*Schlüsselaufgaben: PF.AC.02 – PF.AC.06*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Das V-Modell sieht keine Durchführung eines Programms zur Prozeßverbesserung vor. Die Anforderungen des CMM an die Durchführung einer Prozeßbewertung sowie die Planung und Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen werden vom V-Modell nicht erfüllt.
- Das CMM fordert, Prozeßdokumentation und unterstützende Informationen und Werkzeuge zur Verfügung zu stellen. Dies wird vom V-Modell zum Teil durch entsprechende Handbücher in der Handbuchsammlung sowie Werkzeuge, die den funktionalen Werkzeuganforderungen entsprechen, teilweise erfüllt. Nicht erfüllt werden die Anforderungen des CMM in Bezug auf die Änderung der Prozeßdokumentation. Hierfür ist die Änderungskonferenz zuständig (siehe Abschnitt 7.1). Das Tailoring der Projekte ist nur bei strengen Qualifikationserfordernissen zu überprüfen.
- Das V-Modell liefert zwar z. T. Eingangsdokumente (z. B. Projekthistorie) für einen organisationsweiten Lernprozeß. Die in diesem Schlüsselprozeß geforderte Analyse dieser Informationen wird im V-Modell aber nicht geregelt. Ein organisationsübergreifender Lernprozeß zum V-Modell findet z. B. im Rahmen der Änderungskonferenz und des jährlichen ANSSTAND-Erfahrungsaustausches statt, was hier aber nicht in die Bewertung einfließt (siehe Abschnitt 7.1).

### 5.2.8 Stufe 3: Organisationsweite Definition von Standardprozessen (*organization process definition*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM regelt in diesem Schlüsselprozeß die Erstellung und Pflege eines Prozeßmodells und unterstützender Dokumentation, einer Metrikdatenbank und einer Bibliothek mit der Prozeßdokumentation. Die Ausrichtung des V-Modells auf die Projektabwicklung bedingt das Fehlen von Aktivitäten zur Regelung einer projektübergreifenden Aufgabe, wie sie die Erstellung eines Prozeßmodells darstellt. Statt dessen kann aber bewertet werden, wie weit das V-Modell ein Ergebnis solcher Aktivitäten darstellt. Hier sind die Forderungen des CMM weitgehend erfüllt. Nur gering ist dagegen der Erfüllungsgrad bei den Anforderungen an eine Metrikdatenbank und eine Bibliothek mit der Prozeßdokumentation.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 26 %*

*Schlüsselaufgaben: PD.AC.02 – PD.AC.06*

#### *Annahmen*

- Das V-Modell enthält keine Regelungen, wie Standardprozesse, Lebenszyklusmodelle und Tailoringrichtlinien als Teile eines Prozeßmodells für eine Organisation zur erstellen sind, sondern es stellt das Ergebnis eines solchen Erstellungsvorgangs dar.

Für eine Bewertung ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1. Eine strikte Lesart der entsprechenden drei Forderungen des CMM in diesem Schlüsselprozeß würde nur Vorschriften zur Erstellung der o. g. Dokumente bewerten. Für das V-Modell ergäbe sich dann ein Erfüllungsgrad von 0 % bezüglich dieser Vorschriften.
2. Geht man aber davon aus, daß eine Organisation bewertet wird, die Software mit dem V-Modell als Prozeßmodell erstellt, dann kann bewertet werden, inwieweit das V-Modell inhaltlich das Ergebnis eines Prozesses entsprechend diesem Schlüsselprozeß darstellt.

Die Aussagekraft der zweiten Vorgehensweise erscheint höher, da sie dem V-Modell als Prozeßmodell zum Einsatz in Projekten eher angemessen ist.

Für Anforderungen des CMM, deren Erfüllung aus dem Inhalt des V-Modells abgeleitet werden kann (z. B. Attribute zu einem Prozeßelement anzugeben), wurden daher Bewertungen zwischen „nicht erfüllt“ und „voll erfüllt“ vergeben. Folgende Anforderungen wurden dagegen immer mit „nicht erfüllt“ bewertet, sofern sie die Erstellung und Pflege eines Prozeßmodells betreffen:

- This activity is typically described in a documented procedure.
- Conducting peer reviews of ...
- Placing ... under configuration management/version control.
- Revising ... as necessary.

Eine Berücksichtigung der Aktivitäten der Änderungskonferenz sowie weiterer Aspekte, die sich aus der Definition und Pflege des V-Modells als Standard ergeben, findet sich in Abschnitt 7.1.

### *Feststellungen*

- Die Forderungen des CMM, die Standardprozesse in Prozeßelemente aufzuteilen, Attribute zu den Prozeßelementen anzugeben und die Prozeßelemente zueinander in Beziehung zu setzen, werden vom V-Modell voll erfüllt. Teilweise erfüllt werden die Anforderungen hinsichtlich der Ausgangsbasis für das Prozeßmodell von den Vorbemerkungen im V-Modell, den behördenspezifischen Ergänzungen und Handbüchern aus der Handbuchsammlung.
- Die Beschreibung der Lebenszyklusmodelle im Handbuch „Szenarien“ genügt voll den diesbezüglichen Anforderungen des CMM.
- Die Vorgaben des CMM für die Festlegung von Richtlinien zum Tailoring und zur Dokumentation des projektspezifischen Softwareentwicklungsprozeß kann das V-Modell mit dem Handbuch „Tailoring und projektspezifisches V-Modell“ sowie dem Produktmuster für das Projekthandbuch erfüllen. Abweichungen von den Standardprozessen sind im V-Modell im Projekthandbuch zu dokumentieren und vom Kunden zu genehmigen.
- Die Existenz und Verfügbarkeit einer Datenbank mit Metriken aus vergangenen Projekten wird in den funktionalen Werkzeuganforderungen des V-Modells angedeutet. Welche Metriken im Projekt zu erheben sind, läßt sich aus den Produktmustern für die Projekthistorie und den Projektplan ablesen. Damit sind dahingehende Forderungen des CMM z. T. erfüllt. Die anderen Anforderungen des CMM an eine solche Datenbank werden vom V-Modell nicht erfüllt, hervorzuheben sind dabei eine fehlende Kontrolle der eingegebenen Daten auf Eigenschaften wie Vollständigkeit, Integrität, u. a. sowie fehlende Regelungen zum Schutz vor einer mißbräuchlichen Verwendung der Daten.
- Von den Anforderungen des CMM an eine Bibliothek, die die Prozeßinformationen enthält und den Anwendern zugänglich macht, werden nur die, die die Existenz und die Verfügbarkeit der Informationen im Projekt betreffen, von den funktionalen Werkzeuganforderungen des V-Modells teilweise erfüllt.

### 5.2.9 Stufe 3: Organisationsweites Schulungsprogramm (*organization training program*)

#### *Zusammenfassung*

Das V-Modell kennt im Gegensatz zum CMM keine Standardschulungen für die Mitarbeiter. Die Fokussierung auf die Projektdurchführung bedingt das Fehlen jeglicher Regelungen zur Ableitung eines organisationsspezifischen Schulungsbedarfs und zur Entwicklung von Schulungsunterlagen. Die Ermittlung des projektspezifischen Schulungsbedarfs ist im V-Modell nur unzureichend geregelt, die Durchführung der Schulungsmaßnahmen erfüllt die Forderungen des CMM teilweise. Aufzeichnungen über absolvierte Schulungen sind im V-Modell nicht zu führen.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 16 %*

*Schlüsselaufgaben: TP.AC.02 – TP.AC.06*

#### *Annahmen*

- Das Vorhandensein von Standardschulungen bedeutet, daß für jede mögliche Rolle in der Organisation bestimmte Schulungsmaßnahmen mit festgelegten Inhalten vorgeschrieben sind. Ein Mitarbeiter, der eine bestimmte Rolle einnehmen soll, muß alle dafür vorgesehenen Schulungsmaßnahmen durchlaufen. Ausnahmen sind nur nach spezieller Genehmigung bei äquivalenten Vorkenntnissen möglich.

#### *Feststellungen*

- Der Forderung nach einem festgelegten Verfahren wird vom V-Modell wegen zu geringen Erfüllungsgrades in keinem Fall entsprochen.
- Das CMM fordert die Ermittlung des Schulungsbedarfs, der sich aus der Organisation ergibt (z. B. Geschäftsziele, Standardprozesse). Davon wird im V-Modell nur die Forderung nach Definition der Rollen und der dafür nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten erfüllt.
- Der projektspezifische Schulungsbedarf wird im V-Modell im Projekt selbst ermittelt, allerdings ohne Zeitplan. Die Durchführung wird nicht mit der dafür verantwortlichen Organisationseinheit (da es sie im V-Modell nicht gibt) abgestimmt und entsprechende Zusagen nicht dokumentiert.
- Das V-Modell enthält keine Aussagen über die Erstellung und Pflege von Schulungsunterlagen oder über Aufzeichnungen über die Teilnahme und den erfolgreichen Abschluß von Schulungsmaßnahmen.
- Die Auswahl und Durchführung von Schulungsmaßnahmen wird im V-Modell in Aktivität PM 10 Schulung/Einarbeitung vorgeschrieben. Eine Terminplanung und ein Abgleich der Schulungen mit der Planung wird im V-Modell nicht geregelt.

### 5.2.10 Stufe 3: Integriertes Softwaremanagement (*integrated software management*)

#### *Zusammenfassung*

Die Anforderungen des integrierten Softwaremanagements werden im V-Modell überwiegend in der Projektinitialisierung (PM 1), Feinplanung (PM 4) und dem Risikomanagement (PM 7) behandelt, daneben sind noch andere Aktivitäten im Submodell PM und Teile der Submodelle QS und KM beteiligt. Die Erfüllungsgrade sind sehr unterschiedlich; während deutlich mehr als die Hälfte der Anforderungen des CMM zur Planung und zum Risikomanagement vom V-Modell erfüllt werden, sind die Regelungen zur Managementkoordination und zur Schulung nur schwach erfüllt.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 56 %*

*Schlüsselaufgaben: IM.AC.02 – IM.AC.08*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Die Forderung nach einem festgelegten Verfahren wird bei der Ableitung des Softwareentwicklungsprozesses im Projekt voll und bei der Entwicklung und Implementierung von Strategien zur Risikobekämpfung im wesentlichen erfüllt, nicht jedoch bei den Beiträgen des Projekts zu den organisationsweiten Datenbasen und der Prozeßdokumentation.
- Die Erstellung des Projekthandbuches im V-Modell während der Projektinitialisierung (PM 1) entspricht weitgehend dem, was das CMM bei der Ableitung des Softwareentwicklungsprozesses im Projekt vorschreibt. Das V-Modell sieht allerdings keine Einbeziehung von Erfahrungen aus vergangenen Projekten vor, genauso wenig ein Review des Projekthandbuches; das Einverständnis zum Projekthandbuch wird nur vom Auftraggeber, nicht aber von allen Betroffenen eingeholt. Dafür sind die Auswahl des Lebenszyklusmodells, geeigneter operativer Module und das Tailoring in der Handbuchsammlung gut dargestellt.
- Die Forderungen des CMM bei der Erstellung des *software development plan*, die hier ergänzend zu denen aus der Projektplanung hinzukommen, werden vom V-Modell überwiegend erfüllt. Das Projekthandbuch dient als Grundlage des Projektplans und der Produktfluß stellt objektive Ein- und Austrittskriterien für die einzelnen Aktivitäten sicher. Risiken werden bei der Projektplanung allerdings nur am Rande berücksichtigt, die Schwächen bei den Metriken setzen sich fort und Grenzwerte, deren Überschreiten ein Eingreifen des Projektmanagements veranlaßt, sind gar nicht vorgesehen.
- Der Schulung/Einarbeitung ist zwar im V-Modell eine eigene Hauptaktivität PM 10 gewidmet, die Regelungen dort sind aber so wenig detailliert, daß damit den Anforderungen des CMM kaum Genüge getan wird.
- Die Koordination des Managements von Teilprojekten und die Koordination zwischen dem Projektmanagement und der (Linien)Organisation sind im V-Modell kaum geregelt, entsprechend gering ist der Erfüllungsgrad hinsichtlich der Forderungen des CMM.

- Strategien zur Risikobekämpfung werden im V-Modell im Risikomanagement (PM 7) ausgearbeitet und im Projektplan dokumentiert, allerdings gibt es keine Anhaltspunkte, wie dabei vorzugehen ist. Meilensteine und Grenzwerte im Risikomanagement sind im V-Modell nicht vorgesehen. Reviews der Strategien und die Zustimmung des Managements, nicht aber aller Betroffenen finden in der Durchführungsentscheidung statt.
- Die Vorschriften des V-Modells zur Implementierung der Strategien zum Risikomanagement entsprechen voll den Forderungen des CMM.
- Das V-Modell sieht zwar die Dokumentation von Erfahrungen und Meßwerten vor, Verbesserungsvorschläge für den organisationsweiten Softwareentwicklungsprozeß oder Erstellung neuer Dokumente für die Prozeßdurchführung in folgenden Projekten werden nicht angesprochen

### 5.2.11 Stufe 3: Softwareerstellung (*software product engineering*)

#### *Zusammenfassung*

Den Aufgaben des Schlüsselprozesses Softwareerstellung entsprechen hauptsächlich die Aktivitäten und Produkte des Submodells SE, ergänzt um QS und KM. In den frühen Phasen der Entwicklung ist eine gute Übereinstimmung der beschriebenen Aufgaben zwischen V-Modell und CMM festzustellen, während beide Modelle in den späten Phasen Schwächen aufweisen. So ist die Erstellung der Benutzerdokumentation im V-Modell nicht eindeutig geregelt, Support nach Auslieferung wird teilweise nur angedeutet. Demgegenüber beschreibt das CMM die Integration nicht als eigene Aufgabe, sondern setzt sie implizit voraus. Auch Sicherheitsaspekte werden nicht angesprochen.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 70 %*

*Schlüsselaufgaben: PE.AC.02 – PE.AC.11*

#### *Annahmen*

- Ob die Betriebsinformationen im V-Modell die eigentliche Benutzerdokumentation darstellen oder nur Eingangsprodukte hierfür sind, konnte in der Mailingliste zum V-Modell nicht geklärt werden [Drö99, Plö99a]. Bei der Bewertung wird hier vom ersten Fall ausgegangen.

#### *Feststellungen*

- Das CMM sieht zu Beginn jeder Phase eine Überprüfung der Arbeitsergebnisse aus den vorangegangenen Phasen vor, um spezielle Probleme bei der Durchführung der aktuellen Phase zu identifizieren und zu lösen. Eine solche Eingangskontrolle ist im V-Modell nicht vorhanden.
- Viele Entwurfsschritte verlangen im CMM den Einsatz effektiver Methoden. Häufig kann die Methodenzuordnung im V-Modell dieser Forderung nachkommen. Bei der Codierung, der Erstellung der Benutzerdokumentation und dem Support stellt das V-Modell keine Methoden bereit.
- Für das Design, die Codierung und die Erstellung Benutzerdokumentation wird vom CMM das Befolgen von Standards und Kriterien verlangt. Nur im letzten Fall genügt das V-Modell dieser Forderung nicht.
- Wo die Dokumentation von Arbeitsergebnissen vom CMM gefordert wird, passiert dies auch im V-Modell.
- In allen Schritten von der Anforderungsanalyse bis zu den Tests erwartet das CMM, daß der Bezug der Ergebnisse einer Phase zu den Ergebnissen der vorangegangenen Phase(n) hergestellt und dokumentiert wird (*tracing*). Mit Ausnahme des Übergangs vom Design zum Code geschieht dies im V-Modell auch.
- Alle in den Schritten von der Anforderungsanalyse bis zur Codierung erstellten Produkte werden im V-Modell wie vom CMM gefordert Reviews unterzogen. Gleiches gilt für die Benutzerdokumentation. Bei den Unterlagen für die Testschritte müssen im V-Modell Prüfungen durch Reviews allerdings nur bei kritischen Produktbedingungen durchgeführt werden.

- Bei vielen Entwurfsschritten fordert das CMM ein Review der Ergebnisse mit den Betroffenen und deren Einverständnis mit den Ergebnissen. Dies wird im V-Modell von der Durchführungsentscheidung (PM 6) teilweise erfüllt.
- Im V-Modell ist nicht vorgeschrieben, die Zustimmung des Kunden zu den ermittelten Anforderungen einzuholen.
- Kritische Entscheidungen bei der Ableitung der Softwareanforderungen sind im V-Modell nicht zu dokumentieren.
- Die Durchführung eines Abnahmetests ist im V-Modell nicht speziell geregelt, sondern eine Ausprägung der Hauptaktivität QS 4 [Plö99b]. Die Zustimmung des Kunden zu den ausgewählten Testfällen muß aber nicht eingeholt werden.
- Neben den oben bereits genannten Mängeln sind auch Vorabversionen der Dokumentation für den Kunden im V-Modell nicht vorgesehen.
- Die Regelungen im CMM in Bezug auf Standards für die Auslieferung sind etwas umfassender: Dies betrifft Medienformate, Lizenzen u. a. Im CMM werden nur Produkte ausgeliefert, die den Abnahmetest bestanden haben. Im V-Modell wird hingegen ausgeliefert, in Betrieb genommen und dann erst abgenommen (was wie oben erwähnt nicht ausgeführt ist). Dies ist für eingebettete Systeme und Anwendungssysteme im administrativen Bereich, bei denen das V-Modell überwiegend zur Anwendung kommt, auch sinnvoll.
- Für Pflege und Änderung des entwickelten Systems wird im V-Modell das SWPÄ-Konzept erstellt. Die Durchführung obliegt meist einem eigenständigen Projekt, das sich nach den Bestimmungen des V-Modells, insbesondere dem Szenario „Pflege und Änderung“ richtet. Schulung und Betreuung der Nutzer sowie die Ermittlung der Zufriedenheit der Benutzer wird nur angedeutet. Die Außerbetriebnahme des Systems ist im V-Modell nur für ersetzte Altsysteme vorgesehen.
- Dem CMM muß als Defizit angelastet werden, daß die Integration nicht geregelt ist.
- Der Sicherheitsaspekt des zu entwickelnden Systems findet im V-Modell besondere Berücksichtigung, während das CMM hierzu keine Forderungen enthält.

### 5.2.12 Stufe 3: Koordination der Projektschnittstellen (*project interface coordination*)

#### *Zusammenfassung*

Das V-Modell und das CMM nehmen unterschiedliche Standpunkte in der Hierarchie aus einem Gesamtprojekt, das die Systementwicklung regelt, und einem Teilprojekt zur Softwareentwicklung innerhalb eines Gesamtprojektes ein. Das CMM vertritt letzteren Standpunkt und enthält entsprechend detaillierte Regelungen für die Koordination des Teilprojektes mit dem Gesamtprojekt. Das V-Modell sieht sich dagegen als Gesamtprojekt und trifft – mit Ausnahme der Koordination der technischen Schnittstellen in KM 4.3 – kaum Aussagen zur Koordination von ggf. eingerichteten Teilprojekten. Entsprechend gering fällt der Erfüllungsgrad des V-Modells in diesem Bereich aus.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 19 %*

*Schlüsselaufgaben: IC.AC.02 – IC.AC.06*

#### *Annahmen*

- Das CMM betrachtet ein reines Softwareentwicklungsprojekt. Dieses Projekt wird als Teilprojekt eines Gesamtprojekts betrachtet, so daß zwischen den verschiedenen Teilprojekten sowie zwischen Teilprojekt und Gesamtprojekt Koordination erforderlich ist. Zusätzlich ist das Softwareentwicklungsprojekt in eine Organisation (Unternehmen, Behörde, ...) eingegliedert, so daß hier ebenfalls Koordinationsbedarf besteht.

Das V-Modell betrachtet dagegen die Systementwicklung, die ggf. Hardwareentwicklung mit einschließt. Das Projekt ist der direkte Vertragspartner des Kunden. Es können Teilprojekte eingerichtet werden, mit denen entsprechender Koordinationsbedarf besteht, es finden sich jedoch keine detaillierten Regelungen hierzu. Projektübergreifende Koordination innerhalb der Organisation, die das Projekt abwickelt, wird im V-Modell nur kurz angesprochen aber nicht geregelt.

Eine Möglichkeit für eine Bewertung ist die Betrachtung des Projekts im V-Modell als eine Einheit ohne weitere Teilstrukturen. Jede Koordination innerhalb des Projektes wäre innerhalb dieser Einheit implizit gegeben. Diese Betrachtungsweise erscheint in der Praxis für größere Projekte unrealistisch. Außerdem wird sie der Bedeutung nicht gerecht, die das CMM diesem Punkt durch einen eigenen Schlüsselprozeß beimißt.

Für eine praxisnahe und am CMM orientierte Bewertung ist eine geeignete Strukturierung des V-Modell Projekts in Teilprojekte erforderlich. In der Erzeugnisstruktur des V-Modells (siehe Abbildung 7) erfolgt die Trennung zwischen HW- und SW-Teilen auf der Ebene der HW- bzw. SW-Einheiten – die darüberliegenden Segmente können noch HW- und SW-Anteile enthalten. Im Submodell Systemerstellung liegt der Fokus der Hauptaktivitäten SE 1 und SE 2 auf dem Gesamtsystem, darin werden die Kunden- sowie daraus die Systemanforderungen erarbeitet und den HW- bzw. SW-Einheiten zugeordnet. Die Aktivitäten SE 3 bis SE 7-SW betreffen die Entwicklung von HW- bzw. SW-Einheiten. SE 8 und SE 9 behandeln dann wieder die Systemebene.

Das Softwareprojekt (*software project*) im CMM ist eine reine Softwareentwicklung ohne Hardwareanteil mit bereits festgelegten Kundenanforderungen und daraus abgeleiteten auf die Software entfallenden Systemanforderungen. Daher ist eine Strukturierung des V-Modell Gesamtprojektes in Teilprojekte naheliegend, die jeweils eigenständig eine SW-Einheit mit den Aktivitäten SE 3 bis SE 7-SW entwickeln.

Ob die Dienste der Submodelle QS und KM separat in den Teilprojekten oder gemeinsam für alle Teilprojekte erbracht werden, ist für eine Bewertung aus der Sicht des CMM unerheblich.

Für eine Strukturierung in eines Projekts in interne Teilprojekte sieht das V-Modell eigene Teilprojektleiter vor, die jedoch organisatorisch der Gesamtprojektleitung unterstehen [AU250/1a, S. 7-15].

Für die Bewertung im Rahmen dieses Schlüsselprozesses werden daher folgende Annahmen getroffen: Dem Softwareprojekt im CMM entspricht im V-Modell ein Teilprojekt zur Entwicklung einer SW-/HW-Einheit, das die Hauptaktivitäten SE 3 – SE 7 fachlich selbstständig abwickelt. Organisatorisch ist dieses Teilprojekt dem Projektmanagement des Gesamtprojekts unterstellt, die Aktivitäten SE 1, 2, 8, 9 sowie alle QS-, KM- und PM-Aktivitäten werden durch das Gesamtprojekt abgewickelt bzw. im erforderlichen Maß koordiniert.

### *Feststellungen*

- Das CMM fordert für zwei Teilaufgaben ein festgelegtes Verfahren. In beiden Fällen ist im V-Modell der Erfüllungsgrad dafür zu gering.
- Das CMM erwartet eine Zusammenarbeit zwischen Teilprojekt und Gesamtprojekt, um im Teilprojekt das richtige Verständnis der Systemanforderungen zu gewährleisten. Dazu sind die Systemanforderungen und ihre Zuordnung auf Elemente des Systems in der Systemarchitektur vom Teilprojekt durchzusehen. Probleme sind zu identifizieren und in Zusammenarbeit mit dem Kunden und dem Gesamtprojekt zu lösen. Besondere Beachtung ist Problemen zu schenken, die mehrere Teilprojekte betreffen. Im V-Modell ist davon nur die Auflösung von Mehrdeutigkeiten in den Anforderungen im Rahmen der fachlichen Strukturierung des Systems (SE 1.5) angesprochen.
- Eine umfangreiche Zusammenarbeit auf technischem Gebiet wird im CMM gefordert: Mitarbeiter des Teilprojekts sollen bei der Ermittlung der Systemanforderungen und dem Systementwurf beteiligt werden, an Reviews anderer Teilprojekte mitwirken und ein gemeinsames Verständnis der Systemanforderungen und der Systemarchitektur innerhalb der Teilprojekte sichergestellt werden. Das V-Modell schreibt diese Maßnahmen nicht vor. Das Review der Systemarchitektur und der technischen Anforderungen findet im Submodell QS statt. Die im CMM verlangte Kompatibilität der Pläne und Vorgehensweisen der Teilprojekte sowie ein Risikomanagement für Risiken auf Systemebene wird durch das Projektmanagement des Gesamtprojektes im V-Modell gewährleistet.
- Kritische Abhängigkeiten zwischen den Teilprojekten müssen im CMM aufgedeckt, dokumentiert und verfolgt werden. Im V-Modell werden im Rahmen der Projektplanung Abhängigkeiten ermittelt und in der Terminplanung jeweils ein spätester Endtermin festgelegt und mit den Betroffenen abgestimmt. Die Abhängigkeiten werden im Projektplan dokumentiert und Probleme im Rahmen der Projektverfolgung (PM 8) gelöst. Ein ausdrückliches Bekenntnis der Mitarbeiter zu den Abhängigkeiten und ihren diesbezüglichen Zusagen wird im V-Modell weder eingeholt noch dokumentiert.
- Das CMM sieht vor, daß ein Teilprojekt eine Eingangskontrolle für Produkte aus anderen Teilprojekten durchführt und Mitarbeiter des empfangenden Teilprojekts an einer Ausgangskontrolle beteiligt. Im V-Modell sind solche projektinternen Ein- und Ausgangskontrollen nicht vorgesehen.
- Das CMM regelt die Eskalation von Problemen zwischen verschiedenen Teilprojekten. Das V-Modell trifft hierzu keine Aussagen.

### 5.2.13 Stufe 3: Reviews (*peer reviews*)

#### *Zusammenfassung*

Ein Review ist im V-Modell mit das wichtigste Verfahren zur Prüfung von Produkten. Für einige Produkte ist die Prüfung durch ein Review ausreichend. Für ausführbare Produkte sind zusätzlich Tests vorgeschrieben, für Produkte, die nach einem vorgegebenen Formalismus aufgebaut sind, statische Analysen. Ihrer Bedeutung entsprechend werden Reviews im V-Modell in einer eigenen Methodenkatgorie beschrieben. Die Vor- und Nachbereitung sind durch die entsprechenden Aktivitäten in den Submodellen QS und KM geregelt. Die Anforderungen des CMM zu Reviews können daher in hohem Maße erfüllt werden.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 82 %*

*Schlüsselaufgaben: PR.AC.02 – PR.AC.05*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Die Forderung nach einem festgelegten Verfahren für die Vorbereitung und Durchführung von Reviews sowie die Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist in jedem Fall erfüllt.
- Ein Review wird im V-Modell wie jede andere Prüfung in einer eigenen Aktivität (QS 2) vorbereitet. Die entsprechenden Forderungen des CMM werden dort und bei der Feststellung der Prüfbarkeit sowie in der Methodenkatgorie Review nahezu vollständig erfüllt. Einzig die Qualitätssicherung des Prüfplans ist nur bei strengen Qualifikationserfordernissen vorgeschrieben.
- Die Durchführung des Reviews wird ebenfalls in der zugehörigen Methodenkatgorie so detailliert beschrieben, daß die Anforderungen des CMM fast alle erfüllt werden. Nur wird im V-Modell nicht darauf hingewiesen, daß bei einem Review das Produkt und nicht der Ersteller im Zentrum steht.
- Die Durchführung von vorgeschlagenen Maßnahmen wird im V-Modell durch die Vergabe des Produktzustandes „in Bearbeitung“ und anschließende erneute Prüfung sichergestellt, womit die Forderungen des CMM voll erfüllt sind.
- Wie im CMM verlangt werden die Ergebnisse der Reviews im V-Modell aufbewahrt. Allerdings trifft das V-Modell keine Aussagen über geeignete Maßnahmen zum Datenschutz.

#### 5.2.14 Stufe 4: Organisationsweite Wiederverwendung (*organization software asset commonality*)

##### *Zusammenfassung*

Wiederverwendung wird im V-Modell insbesondere beim System-Entwurf (SE 2), durch die Katalogisierung von SW-/HW-Produkten (KM 4.2) und ein Szenario im Handbuch „Szenarien“ berücksichtigt. Die Anforderungen des CMM gehen darüber allerdings hinaus, so daß das V-Modell hier nur einen geringen Erfüllungsgrad erzielt. So ist keine besondere Untersuchung von erstellten Produkten auf ihr Potential zur Wiederverwendung vorgesehen, auch ein Feedback zum Einsatz von wiederverwendeten Produkten gibt es nicht.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 9 %*

*Schlüsselaufgaben: OA.AC.02 – OA.AC.05*

##### *Annahmen*

- keine spezifischen

##### *Feststellungen*

- Das CMM fordert die Untersuchung aller erstellten Produkte in der Organisation auf gemeinsame Attribute und damit auf ihr Potential zur Wiederverwendung. Dies ist im V-Modell nicht vorgesehen.
- Bei der Entwicklung und Pflege von Produkten für die Wiederverwendung werden die Anforderungen des CMM vom V-Modell in unterschiedlichem Maß erfüllt. Während die Verwendung existierender Produkte, Qualitätssicherungsmaßnahmen und Konfigurationsmanagement für die wiederverwendeten Produkte mindestens teilweise vorgesehen sind, fehlt es u. a. an Architekturen für Anwendungsgebiete in den Produktlinien, der Entwicklung von Produkten speziell für die Wiederverwendung sowie Metriken.
- Das CMM sieht spezielle Unterstützung der Projekte bei der Wiederverwendung vor. So sind die Standardprozesse der Organisation an der Wiederverwendung auszurichten, Beratung und Schulung anzubieten, die *software development plans* auf Berücksichtigung von Maßnahmen zur Wiederverwendung zu untersuchen, Hilfe bei der Integration von wiederverwendeten Produkten anzubieten und die Projekte über Änderungen bei wiederverwendeten Produkten auf dem laufenden zu halten. Das V-Modell erfüllt dabei lediglich den ersten Punkt teilweise.
- Feedback über den Stand der Wiederverwendung in der Organisation erwartet das CMM nicht nur in Form allgemeiner Informationen über die Verwendung der Produkte sondern auch als Kosten-/Nutzenanalysen, Metriken zur Qualität der Produkte oder zur Erreichung von Geschäftszielen der Organisation hinsichtlich der Wiederverwendung. Keine der Anforderungen des CMM kann das V-Modell hier erfüllen.

### 5.2.15 Stufe 4: Organisationsweite Prozeßmessung (*organization process performance*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM sieht in diesem Schlüsselprozeß die Etablierung eines organisationsweiten Metrikprogrammes und die Ableitung quantitativer Modelle für die Prozeßleistung vor. Das V-Modell erhebt Daten zu Aufwand, Terminen, Umfang, Fehlern und Änderungen. Mit Ausnahme des Umfangs werden diese auch in der Projekthistorie gesammelt. Diese Metriken können allerdings die Anforderungen an ein Metrikprogramm, das als Grundlage für die statistische Prozeßsteuerung dienen soll, nur zu einem geringen Teil erfüllen; quantitative Modelle der Prozeßleistung kennt das V-Modell nicht. Insgesamt eignet sich das V-Modell durch die Strukturierung des Entwicklungsprozesses in Aktivitäten und die Vorgabe von Produktmustern gut für die Erhebung von Metriken.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 11 %*

*Schlüsselaufgaben: OP.AC.02 – OP.AC.06*

#### *Annahmen*

- Im Schlüsselprozeß zur organisationsweiten Prozeßmessung des CMM soll ein organisationsweites Metrikprogramm etabliert werden. Aus den gewonnenen Daten soll die Prozeßleistung quantitativ modelliert werden. Dies soll dann als Grundlage für den Schlüsselprozeß zur statistischen Prozeßsteuerung dienen.

Im V-Modell werden Daten zu Aufwand, Terminen, Umfang, Fehlern und Änderungen erhoben. Dies sind wichtige Daten zu den betriebswirtschaftlichen Zielen Kosten, Zeit und Qualität. Um aber die oben genannten Ziele zu erreichen, sind daraus abgeleitete weitere Metriken notwendig, um die Prozeßleistung zu charakterisieren und daraus Steuerungsmaßnahmen abzuleiten.

Da im V-Modell keine solchen weitergehenden Metriken definiert sind, wird in diesem Schlüsselprozeß bestenfalls die Bewertung „teilweise erfüllt“ vergeben.

#### *Feststellungen*

- Im V-Modell werden Daten zu Aufwand, Terminen, Umfang, Fehlern und Änderungen erhoben.
- Die Anforderungen an ein festgelegtes Verfahren werden in keinem Fall erfüllt. Der Grund hierfür ist im geringen Erfüllungsgrad der Anforderungen zu sehen.
- Eine besondere Auswahl der Prozesse, die in die organisationsweite Prozeßmessung einbezogen werden, findet nicht statt. Von den im V-Modell vorhandenen Metriken sind alle Aktivitäten betroffen.
- Die Metriken im V-Modell sind in den Produktmustern und in den Methoden enthalten. Es wird allerdings nicht, wie vom CMM gefordert, eine Auswahl der Metriken anhand der Geschäftsziele getroffen.
- Quantitative Ziele für die Prozeßleistung in der Organisation werden im V-Modell nicht festgelegt.

- Im V-Modell werden zwar die Meßwerte in einer Datenbank gesammelt, allerdings wird daraus keine Baseline erstellt.
- Die Metriken sollen im CMM dazu verwendet werden, die Prozeßleistung quantitativ zu modellieren. Dies ist im V-Modell nicht vorgesehen.

### 5.2.16 Stufe 4: Statistische Prozeßsteuerung (*statistical process management*)

#### *Zusammenfassung*

Die Anforderungen des CMM an eine statistische Prozeßsteuerung werden vom V-Modell nur in geringem Umfang erfüllt. Zum einen werden die notwendigen Daten nicht im erforderlichen Umfang erhoben. Zum anderen findet eine statistische Analyse nur als Plan-Ist-Vergleich statt, nicht aber als Vergleich mit historisch ermittelten typischen Daten oder quantitativen Modellen für die Prozesse statt. Am besten erfüllt werden noch die Forderungen zur Festlegung der Ziele zur Produktqualität und die aufwands- und zeitbezogenen Ziele zur Prozeßleistung. Nicht vorgesehen sind dagegen eine Auswahl der Teilprozesse im Projekt anhand von historischen Daten zur Prozeßstabilität und Prozeßleistung sowie eine statistische Analyse der Prozeßfähigkeit.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 12 %*

*Schlüsselaufgaben: SP.AC.02 – SP.AC.08*

#### *Annahmen*

- Im Schlüsselprozeß zur organisationsweiten Prozeßmessung des CMM soll ein organisationsweites Metrikprogramm etabliert werden. Aus den gewonnenen Daten soll die Prozeßleistung quantitativ modelliert werden. Dies soll dann als Grundlage für den Schlüsselprozeß zur statistischen Prozeßsteuerung dienen.

Im V-Modell werden Daten zu Aufwand, Terminen, Umfang, Fehlern und Änderungen erhoben. Dies sind wichtige Daten zu den betriebswirtschaftlichen Zielen Kosten, Zeit und Qualität. Um aber die oben genannten Ziele zu erreichen, sind daraus abgeleitete weitere Metriken notwendig, um die Prozeßleistung zu charakterisieren und daraus Steuerungsmaßnahmen abzuleiten.

Da im V-Modell keine solchen weitergehenden Metriken definiert sind, wird in diesem Schlüsselprozeß bestenfalls die Bewertung „teilweise erfüllt“ vergeben.

#### *Feststellungen*

- Im V-Modell werden Daten zu Aufwand, Terminen, Umfang, Fehlern und Änderungen erhoben. Als Analysemethoden sind für Aufwand und Termine in der Methodenzuordnung die Methoden Balkenplan, Earned Value Verfahren und Trend-Analyse vorgesehen.
- Die Anforderungen an ein festgelegtes Verfahren werden in keinem Fall erfüllt. Der Grund hierfür ist im geringen Erfüllungsgrad der Anforderungen zu sehen.
- Das CMM fordert die Festlegung von Zielen zur Produktqualität und zur Prozeßleistung im Projekt. Die Anforderungen werden vom V-Modell mit der o. g. Einschränkung durch die Anwenderforderungen, die Dokumente des Submodells QS und das Projekthandbuch sowie den Projektplan weitgehend erfüllt.
- Eine Auswahl der Teilprozesse im Projekt, die der statistischen Projektsteuerung unterliegen sollen, findet im V-Modell nicht statt. Aufwands- und Terminplanung und -kontrolle gilt für alle Aktivitäten. Eine Ausrichtung der Auswahl an den Geschäftszielen der Organisation ist im V-Modell nicht vorgesehen.
- Eine Auswahl der Teilprozesse für das Projekt anhand von Historien zur Prozeßstabilität und Prozeßfähigkeit dieser Teilprozesse wird im V-Modell nicht durchgeführt.

- Die zu verwendenden Metriken und Analysemethoden sind durch die Aktivitäten, Produktmuster und Methoden im V-Modell bereits festgelegt. Eine separate Auswahl findet nicht statt. Das CMM fordert darüber hinaus die Bestimmung der Fragen, die die Messungen beantworten sollen, die Festlegung zusätzlicher Metriken, falls die in den Standardprozessen nicht ausreichen, und die Ausrichtung der Messungen an den Geschäftszielen – dies alles ist im V-Modell nicht erfüllt. Eine präzise Definition der Metriken ist im V-Modell ebenfalls nicht zu finden.
- Eine statistische Steuerung der Prozesse findet im V-Modell nur in sehr eingeschränktem Umfang statt. Die erhobenen Daten zu Aufwand und Terminen werden mit o. g. Methoden analysiert. Dabei stehen aber Plan-Ist-Abweichungen im Vordergrund. Eine Bewertung der Zahlen anhand von für diesen Prozeß typischen Werten und Grenzen aus der Vergangenheit oder gar quantitativen Modellen ist im V-Modell nicht vorgesehen.
- Eine statistische Analyse der Prozeßfähigkeit, wie sie das CMM erwartet, findet im V-Modell nicht statt.
- Die Anforderungen des CMM an die Aufzeichnung der gewonnenen Daten kann das V-Modell nur in Hinblick auf die Speicherung der Daten mit o. g. Einschränkung erfüllen. Unsachgemäßer Gebrauch wird im V-Modell nicht verhindert, eine Filterung der Daten bezogen auf die Bedürfnisse der Organisation findet nicht statt.

### 5.2.17 Stufe 5: Systematische Fehlervermeidung (*defect prevention*)

#### *Zusammenfassung*

Maßnahmen zur Fehlervermeidung sind im V-Modell auf die Aktivitäten QS-Berichtswesen (QS 5) und Projekthistorie führen (KM 4.7) konzentriert. Die Umsetzung von vorgeschlagenen Maßnahmen in Problemmeldungen/Änderungsanträge wird allerdings nicht geregelt, so daß die Gefahr besteht, daß die Vorschläge nicht zur Geltung kommen. Eine Bewertung des Erfolges von eingeleiteten Maßnahmen mit Metriken gibt es im V-Modell nicht. Entsprechend ergibt sich insgesamt ein mittlerer Erfüllungsgrad.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 37 %*

*Schlüsselaufgaben: DP.AC.02 – DP.AC.06*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Daten zu Fehlern und Problemen werden im V-Modell im QS-Berichtswesen (QS 5) und bei der Führung der Projekthistorie gesammelt (KM 4.7). Neben Daten zum Projektmanagement und zu den Fehlern fordert das CMM auch noch Daten zu Problemen bei der Prozeßfähigkeit – diese werden im V-Modell nicht erhoben.
- Die gesammelten Daten werden in den genannten Aktivitäten des V-Modells analysiert, in Kategorien eingeordnet und es werden Verbesserungsvorschläge genannt. Allerdings werden keine Sitzungen zur Fehleranalyse einberufen und es findet keine Auswahl der näher zu untersuchenden Probleme statt, wie es das CMM fordert. Die Anforderung an ein festgelegtes Verfahren wird teilweise erfüllt.
- Das Verfahren zum Änderungsmanagement (Konfigurationssteuerung) (KM 3) im V-Modell erfüllt überwiegend die Anforderungen des CMM hinsichtlich der Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Da allerdings im V-Modell die Maßnahmen zwar in den Prüfprotokollen und in der Projekthistorie dokumentiert, aber keine entsprechenden Änderungsanträge/Problemmeldungen zu formulieren sind, kann hier keine positive Bewertung erteilt werden.
- Eine Messung des Erfolges von durchgeführten Maßnahmen ist im V-Modell nicht vorgesehen.
- Die erhobenen Daten werden in der Projekthistorie aufgezeichnet, allerdings setzt sich hier teilweise die negative Beurteilung aus den vorhergehenden zwei Punkten fort.
- Die Projekthistorie gibt dem Projekt Feedback zu den Maßnahmen der Fehlervermeidung. Unterstützung der Entwickler z. B. durch veränderte Schulungsmaßnahmen o. ä. ist im V-Modell allerdings genauso wenig vorgesehen wie die Bekanntmachung besonderer Erfolge bei der Fehlervermeidung.

### 5.2.18 Stufe 5: Organisationsweite Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten (*organization process & technology innovation*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM legt in diesem Schlüsselprozeß die Grundlage für ein organisationsweites Programm zur Prozeß- und Technologieverbesserung. Dazu werden die Ziele des Programms definiert, Verbesserungsvorschläge und Innovationen untersucht, pilotiert und daraus Kandidaten für eine organisationsweite Umsetzung ausgewählt. Als Standard, der auf die Projektabwicklung ausgerichtet ist, enthält das V-Modell keine vergleichbaren Regelungen. Statt dessen wurde für das V-Modell eine Änderungskonferenz institutionalisiert, die mit der Weiterentwicklung des V-Modells befaßt ist und Änderungsanträge von den Nutzern des V-Modells entgegennimmt. Dies wird in Abschnitt 7.1 betrachtet.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 0 %*

*Schlüsselaufgaben: PI.AC.02 – PI.AC.07*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Alle Schlüsselaufgaben werden vom V-Modell nicht erfüllt.

### 5.2.19 Stufe 5: Organisationsweite Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (*organization improvement deployment*)

#### *Zusammenfassung*

Die Auswahl, Planung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen sowie die Messung und Aufzeichnung der Ergebnisse regelt das CMM in diesem Schlüsselprozeß. Bedingt durch die Fokussierung auf die Projektabwicklung enthält das V-Modell hierzu keinerlei Regelungen. Die Verantwortung für die Verbesserung des Standards V-Modell liegt bei der Änderungskonferenz (siehe dazu Abschnitt 7.1).

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 0 %*

*Schlüsselaufgaben: ID.AC.02 – ID.AC.08*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Alle Teilaufgaben werden vom V-Modell nicht erfüllt.

### 5.3 Bewertung der gleichartigen Schlüsselaufgaben

In diesem Abschnitt werden die Bewertungen des V-Modells für die gleichartigen Schlüsselaufgaben aller Schlüsselprozesse im CMM vorgestellt. Die Motivation für die Darstellungsart der Ergebnisse ist in Abschnitt 3.2.3 beschrieben.

#### 5.3.1 Verpflichtungen zur Durchführung: Festlegung von Richtlinien (*policy*)

##### *Zusammenfassung*

Vom übergeordneten Management sind für jeden Schlüsselprozeß Richtlinien zu formulieren, die als Leitlinien bei der Durchführung des Prozesses dienen. Solche Richtlinien sind im V-Modell nicht zu finden. Die daher mit in die Bewertung einbezogenen Dokumentvorlagen und Handbücher erfüllen die entsprechenden Anforderungen des CMM höchstens teilweise.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 9 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.CO.01 – ID.CO.01*

##### *Annahmen*

- Das CMM verlangt in dieser Schlüsselaufgabe die schriftliche Festlegung von Richtlinien (*policy*) durch das übergeordnete Management für jeden Schlüsselprozeß. Nach [PWC+95] handelt es sich dabei um Leitlinien („*guiding principle*“), die die Entscheidungen im Projekt beeinflussen sollen. In [Pau94b] erläutert Paulk, daß diese Richtlinien die Unternehmenskultur in diesem Bereich beschreiben („*cultural expectations of the organization*“).

Im anglo-amerikanischen Kulturkreis ist es üblich, daß das übergeordnete Management zu bestimmten Themen Leitlinien formuliert [Web99], ähnlich wie dies in Deutschland manchmal als Leitbild für das gesamte Unternehmen (z. B. in [Sie99b]) oder auch für Teilbereiche wie für den Umweltschutz geschieht.

In Deutschland ist diese Praxis für einzelne Prozesse nicht sehr verbreitet, auch im V-Modell finden sich keine solchen Richtlinien. Bei Prozeßbewertungen werden daher in der Praxis häufig auch Dokumentvorlagen (*templates*) für eine Bewertung herangezogen [Mey99].

Bei der Bewertung wird hier wie folgt verfahren:

- In die Bewertung einbezogen werden Dokumentvorlagen und Handbücher aus der Handbuchsammlung, nicht aber Beschreibung der Aktivitäten selbst und auch keine Methoden.
- Dokumentvorlagen und Handbücher sind kein vollwertiger Ersatz für eigenständige Leitlinien und können die Anforderungen des CMM höchstens teilweise erfüllen. Daher gilt hier folgende von Abschnitt 3.2.4 abweichende Skalierung: Sind mehr als die Hälfte der im CMM angeführten Beispiele abgedeckt, so wird die Bewertung „teilweise erfüllt“ vergeben, sonst „nicht erfüllt“.

##### *Feststellungen*

- Die Dokumentvorlagen zum Projekthandbuch, dem Projektplan, dem QS-Plan und dem KM-Plan enthalten viele hilfreiche Richtlinien. Daneben sind auch in den Vorlagen für die Prüfpezifikation, das Prüfprotokoll und die Projekthistorie solche Richtlinien zu fin-

den. Damit sind die Anforderungen an die Schlüsselprozesse Anforderungsmanagement, Projektplanung, Lieferantenmanagement und Konfigurationsmanagement teilweise erfüllt.

- Im Handbuch „Einordnung des V-Modells in sein Umfeld“ werden verschiedene Einsatzmöglichkeiten des V-Modells beschrieben, zusammen mit der Dokumentvorlage für den Projektplan sind auch hier die Anforderungen teilweise erfüllt.
- Bei den Schlüsselprozessen Qualitätssicherung, Softwareerstellung, organisationsweite Wiederverwendung und systematische Fehlervermeidung sind weniger als die Hälfte der angeführten Beispiele durch die o. g. Dokumentvorlagen abgedeckt, so daß die Bewertung „nicht erfüllt“ vergeben wird.
- Für alle übrigen Schlüsselprozesse finden sich weder in den Dokumentvorlagen noch in den Handbüchern Richtlinien für die Durchführung.

### 5.3.2 Verpflichtungen zur Durchführung: Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management (*sponsorship*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM fordert für alle projektübergreifenden Schlüsselprozesse, daß das übergeordnete Management die Rolle des Sponsors für diesen Schlüsselprozeß übernimmt. Dazu gehört die Definition von Zielen, die Überwachung der Durchführung des Prozesses und das erkennbare Bekenntnis zu den Zielen des Schlüsselprozesses. Das V-Modell als Standard für die Projektabwicklung spricht diese Thematik nicht an.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 0 %*

*Schlüsselaufgaben: (PF, PD, TP, OA, OP, OI, ID).CO.02*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Diese Schlüsselaufgabe ist für alle Schlüsselprozesse nicht erfüllt.

### 5.3.3 Voraussetzungen für die Durchführung: Planung (plan)

#### *Zusammenfassung*

Planung findet im V-Modell einmalig in der Projektinitialisierung (PM 1), der QS-Planung (QS 1) und der KM-Planung (KM 1) sowie fortlaufend in der Projektplanung (PM 4) statt. Die Ergebnisse werden im Projekthandbuch, dem Projektplan, dem QS- und dem KM-Plan festgehalten. Soweit Aktivitäten durchgeführt werden, erfüllt das V-Modell die Anforderungen des CMM an deren Planung in der Regel. Schwächen zeigen sich bei der Einholung des Einverständnisses der Betroffenen mit der Planung und bei nicht verpflichtend vorgeschriebenen Qualitätssicherungsmaßnahmen für die Ergebnisse der Planung. Eine Planung der projektübergreifenden Aktivitäten kann im V-Modell als Standard für die Projektabwicklung nicht stattfinden.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 48 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.AB.01 – ID.AB.01*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Die Planung für verschiedene projektbezogene Schlüsselprozesse soll frühzeitig und parallel zur Planung des Gesamtprojektes erfolgen. Im V-Modell ist dies durch eine einheitliche Projektplanung in den Aktivitäten PM 1 und PM 4 sowie die QS- und KM-Planung in QS 1 und KM 1, die mit Abschluß des Projekthandbuchs starten, weitgehend sichergestellt.
- Der für das Projekt maßgebliche Prozeß wird im V-Modell mit Hilfe des Handbuchs „Tailoring und projektspezifisches V-Modell“ ermittelt und im Projekthandbuch niedergelegt. Die Planung wird im Projektplan, dem QS-Plan, dem Prüfplan und dem KM-Plan festgehalten.
- Qualitätssicherungsmaßnahmen für das Projekthandbuch, den Projektplan und den KM-Plan sind im V-Modell nur bei strengen Qualifikationserfordernissen vorgeschrieben.
- Bei vielen Planungsschritten fordert das CMM ein Review der Ergebnisse mit den Betroffenen und deren Einverständnis mit der Planung. Dem kommt das V-Modell mit der Durchführungsentscheidung in der Regel teilweise nach.
- Die Anforderungen des CMM an die Planung werden bei der Verwaltung der Anforderungen, der Projektkontrolle und der Softwareerstellung voll erfüllt.
- Für einen Projektvorschlag und eine Machbarkeitsuntersuchung werden im V-Modell in der Regel in einer Vorstudie nur die benötigten Aktivitäten durchgeführt [Ruß99b]. Eine Ausrichtung der Planung an den Geschäftszielen der Organisation ist nicht vorgesehen.
- Der QS-Plan enthält alle anzuwendenden Standards, die Prüfmethode werden in den jeweiligen Prüfspezifikationen für die einzelnen Produkte festgelegt.
- Der KM-Verantwortliche ist nicht an der Erstellung des projektspezifischen V-Modells beteiligt, der KM-Plan enthält keine Vorgaben für das Konfigurationsmanagement bei

Lieferanten. Die Forderungen des CMM zur Planung des Konfigurationsmanagements werden so vom V-Modell nur im wesentlichen erfüllt.

- Die Definition des Prozesses für ein organisationsweites Schulungsprogramm, die organisationsweite Wiederverwendung und die organisationsweite Prozeßmessung findet nur für die jeweiligen Aufsetzpunkte im Projekt statt.
- Eine Ausrichtung des gesamten Projekts an den strategischen Geschäftszielen der Organisation ist im V-Modell nicht vorgesehen.
- Die Anforderungen des CMM an die Planung des eigentlichen Entwicklungsprozesses werden bis auf die fehlende Genehmigung des Verfahrens zum Abnahmetest vom V-Modell voll erfüllt.
- Während die Projektziele, der Terminplan, die an den Kunden auszuliefernden Produkte, kritische Abhängigkeiten und benötigte Ressourcen im V-Modell gut dokumentiert werden, sind bei den Lieferbeziehungen innerhalb des Projekts und den Metriken die Anforderungen des CMM nicht oder nur teilweise erfüllt.
- Die Planung der Reviews entspricht im V-Modell nahezu vollständig den Anforderungen des CMM.
- Die Planung der statistischen Prozeßsteuerung und der systematischen Fehlervermeidung entspricht im V-Modell bis auf obige Einschränkungen den Anforderungen des CMM.

### 5.3.4 Voraussetzungen für die Durchführung: Ressourcen (*resources*)

#### *Zusammenfassung*

Die Bereitstellung der im Projekt benötigten finanziellen, personellen und technischen Ressourcen erfolgt im V-Modell während der Projektinitialisierung (PM 1). Welche Anforderungen an die einzelnen Rollen im Projekt gestellt werden und bei welchen Aktivitäten welche Rollen wie beteiligt sind, wird in der Rollenzuordnung erläutert. Die funktionalen Werkzeuganforderungen beschreiben detailliert, welche Funktionalität eine Softwareentwicklungsumgebung zur Unterstützung der Aktivitäten im V-Modell anbieten sollte. Das CMM nennt dagegen nur allgemeine Programmkategorien, die zum Einsatz kommen sollten. Die Anforderungen des CMM werden vom V-Modell in diesem Schlüsselprozeß in aller Regel so weit erfüllt, wie es der Erfüllungsgrad der durchzuführenden Tätigkeiten zuläßt.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 55 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.AB.02 – ID.AB.02*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Während der Einrichtung des Projektes (PM 1.1) wird im V-Modell eine Aussage eingeholt, daß die Finanzmittel für das Projekt genehmigt sind. Damit sind für die projektbezogenen Schlüsselprozesse, soweit deren Aktivitäten an sich durchgeführt werden, entsprechende Forderungen des CMM erfüllt. Bei den projektübergreifenden Schlüsselprozessen sind dagegen nur die projektbezogenen Anteile erfüllt.
- Die Zuordnung von Mitarbeitern zu den Aufgaben erfolgt im V-Modell im Rahmen der Projektinitialisierung (PM 1.1) und der Projektplanung (PM 4). Die Aufgaben sowie die dazu notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten sind in der Rollenzuordnung beschrieben. Die Anforderungen des CMM werden damit für die projektbezogenen Schlüsselprozesse erfüllt, für die projektübergreifenden nur die projektbezogenen Anteile.
- Welche Software zur Unterstützung in den einzelnen Schlüsselprozessen zum Einsatz kommen soll, wird im CMM nur anhand grober Kategorien beschrieben („Tabellenkalkulation“). Das V-Modell formuliert dagegen in den funktionalen Werkzeuganforderungen sehr detaillierte Anforderungen. Die Anforderungen des CMM werden daher bei den projektbezogenen Schlüsselprozessen mit wenigen Ausnahmen voll erfüllt: Eine Versionskontrolle für die eingesetzten Werkzeuge ist nur optional, Kommunikationssoftware (E-Mail, etc.) ist nicht vorgesehen.

### 5.3.5 Voraussetzungen für die Durchführung: Verantwortlichkeiten im Projekt (*responsibility*)

#### *Zusammenfassung*

Die Rollenzuordnung im V-Modell beschreibt im Detail, welche Rolle für die Durchführung welcher Aktivität verantwortlich ist und welche weiteren Rollen mitwirken oder beratend beteiligt sind. Sofern die entsprechenden Aufgaben des CMM vom V-Modell erfüllt werden, ist also auch immer die Verantwortlichkeit festgelegt. Dementsprechend werden die Anforderungen des CMM, soweit es die Bewertung der durchzuführenden Tätigkeiten zuläßt, in der Regel erfüllt.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 53 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.AB.03 – ID.AB.03*

#### *Annahmen*

- Der Q-Manager ist weder direkt noch indirekt dem Projektmanager unterstellt, sondern von diesem weitestgehend unabhängig.

#### *Feststellungen*

- Für die Projektplanung und -kontrolle verantwortlich ist im V-Modell der Projektleiter. Er wird vom Rechtsverantwortlichen, dem Projektadministrator und dem Controller sowie weiteren Rollen unterstützt.
- Im V-Modell wird keiner Rolle die Aufgabe zugewiesen, für die Pflege und den Support von Software von Zulieferern nach der Auslieferung zu sorgen.
- Ein unabhängiger Berichtsweg der Qualitätssicherung zum übergeordneten Management ist im V-Modell dadurch sichergestellt, daß der QS-Verantwortliche dem Q-Manager berichtet und die Prüfungen beauftragt. Das V-Modell fordert wie das CMM die Unabhängigkeit der Prüfer eines Produktes von dessen Erstellern.
- Das Management von Software Baselines unterliegt im V-Modell den an den Durchführungsentscheidungen (PM 6) Beteiligten. Die Besetzung geeigneter Gremien ist im KM-Plan und im Projekthandbuch festzulegen.
- Die Teilnehmer von Reviews werden im Prüfplan festgelegt.
- Für die Kooperation zwischen den Submodellen sind die Manager der jeweiligen Submodelle verantwortlich.

### 5.3.6 Voraussetzungen für die Durchführung: Schulung der Mitarbeiter (*training*)

#### *Zusammenfassung*

Schulungsmaßnahmen sind im V-Modell in der Hauptaktivität Schulung/Einarbeitung (PM 10) angesprochen. Damit werden die Forderungen des CMM nach projektspezifischen Schulungsmaßnahmen erfüllt, nicht aber die nach Standardschulungen (ab Stufe 3 im CMM), die das V-Modell so nicht kennt. Dementsprechend ist der Erfüllungsgrad des V-Modells für diese Schlüsselaufgabe auf Stufe 2 überwiegend „voll erfüllt“, ab Stufe 3 jedoch höchstens „teilweise erfüllt“.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 37 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.AB.04 – ID.AB.04*

#### *Annahmen*

- Für Schlüsselprozesse der Stufe 2 fordert das CMM Schulungen entsprechend dem individuellen Bedarf der Mitarbeiter für das einzelne Projekt. Ab Stufe 3 werden Standardschulungen<sup>9</sup> verlangt. Da im V-Modell keine Standardschulungen vorgesehen sind, wird ab Stufe 3 bestenfalls die Bewertung „teilweise erfüllt“ erteilt. Ist darüber hinaus der durchschnittliche Erfüllungsgrad die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n kleiner als 25 %, wird ein „nicht erfüllt“ vergeben.

#### *Feststellungen*

- Auf Stufe 2 kann mit Ausnahme des Lieferantenmanagement ein „voll erfüllt“ vergeben werden.
- Ab Stufe 3 wird wegen fehlender Standardschulungen für die projektspezifischen Schlüsselprozesse meist ein „teilweise erfüllt“ vergeben. Nur bei der Koordination der Projektschnittstellen und bei der statistischen Prozeßkontrolle genügt dafür der durchschnittliche Erfüllungsgrad die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n nicht.
- Im V-Modell ist keine Rolle „Ausbilder“ o. ä. vorgesehen, daher auch keine entsprechenden Schulungsmaßnahmen. Auch bei den verbleibenden (siehe Annahmen in Abschnitt 5.1) zwei projektübergreifenden Schlüsselprozessen kann nur ein „nicht erfüllt“ vergeben werden.

---

<sup>9</sup> Zum Begriff „Standardschulung“ siehe Abschnitt 5.2.9.

### 5.3.7 Durchzuführende Tätigkeiten: Durchführung (*perform*)

#### *Zusammenfassung*

In jedem Schlüsselprozeß schreibt das CMM in der jeweils ersten der durchzuführenden Tätigkeiten vor, daß der Schlüsselprozeß entsprechend den Anforderungen an einen Prozeß auf der entsprechenden Reifegradstufe durchgeführt wird. Die tatsächliche Durchführung der Aufgaben kann in dieser Arbeit nicht bewertet werden. Die Anforderungen an einen Schlüsselprozeß der entsprechenden Stufe werden bereits bei anderen Schlüsselaufgaben bewertet. Daher erfolgt an dieser Stelle keine Bewertung.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: nicht bewertet*

*Schlüsselaufgaben: RM.AC.01 – ID.AC.01*

#### *Annahmen*

- Das CMM fordert in dieser Schlüsselaufgabe, daß die folgenden Schlüsselaufgaben des jeweiligen Schlüsselprozesses von den Bearbeitern so durchgeführt werden, wie es die jeweilige Reifegradstufe verlangt.

Die tatsächliche Durchführung eines dokumentierten Prozesses ist bei Prozeßbewertungen in der Praxis sehr wichtig (vgl. z. B. Bewertung des dokumentierten und des gelebten Prozessen bei Siemens Process Assessments [Sie99a]). Eine solche Bewertung kann jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt werden, hier ist ausschließlich der dokumentierte Prozeß zu untersuchen. Dieser Aspekt der Schlüsselaufgabe wird daher nicht bewertet.

Die Anforderungen an einen Prozeß der jeweiligen Reifegradstufe werden durch die Schlüsselaufgaben in den Verpflichtungen zur Durchführung, den Voraussetzungen für die Durchführung, der Prozeßmessung und -analyse sowie der Überprüfung der Durchführung formuliert. Eine Zusammenfassung dieser Ergebnisse erbringt an dieser Stelle keine zusätzlichen Informationen. Daher wird auch bei diesem Aspekt auf eine Bewertung verzichtet.

#### *Feststellungen*

- Die Schlüsselaufgabe wird in allen Schlüsselprozessen nicht bewertet.

### 5.3.8 Prozeßmessung und -analyse: Einblick (*insight*)

#### *Zusammenfassung*

Metriken gibt es im V-Modell für Aufwand, Termine, Umfang, Änderungen und Fehler. Die Erhebung wird im Projekthandbuch definiert, die Aufzeichnung erfolgt im Prüfprotokoll, in der Änderungsstatusliste, der Projekthistorie und im Projektplan. Für die Analyse in der Projekthistorie und im Projektplan im Rahmen der Führung der Projekthistorie (KM 4.7) und der Projektkontrolle und -steuerung (PM 8) stellt die Methodenzuordnung verschiedene einfache statistische Methoden zur Verfügung. Das CMM sieht für alle Schlüsselprozesse geeignete Metriken vor. Entsprechend sind im V-Modell für alle Schlüsselprozesse Forderungen nach Messung des projektbezogenen Aufwands erfüllt, die Bewertung der anderen Metriken fällt eher schwach aus. Insgesamt eignet sich das V-Modell durch die Strukturierung des Entwicklungsprozesses in Aktivitäten und die Vorgabe von Produktmustern gut für die Erhebung von Metriken.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 33 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.ME.01 – ID.ME.01*

#### *Annahmen*

- keine spezifischen

#### *Feststellungen*

- Alle für die Schlüsselprozesse Projektplanung und Projektkontrolle des CMM geforderten Metriken werden im V-Modell erhoben, so daß die Anforderungen hier voll erfüllt sind. Die Forderungen der übrigen projektbezogenen Schlüsselprozesse sind mit Ausnahme der Koordination der Projektschnittstellen teilweise oder im wesentlichen erfüllt. Bei den projektübergreifenden Schlüsselprozessen wird im V-Modell höchstens der projektbezogene Aufwand erfaßt, so daß hier die Anforderungen in keinem Fall erfüllt werden können.

### 5.3.9 Überprüfung der Durchführung: Prozeßprüfung (*process assurance*)

#### *Zusammenfassung*

In dieser Schlüsselaufgabe nennt das CMM für jeden Schlüsselprozeß die Prozeßschritte, die einer Prozeßprüfung zu unterziehen sind (die Durchführung einer Prozeßprüfung ist im Schlüsselprozeß Qualitätssicherung beschrieben). Während also in der Schlüsselaufgabe QA.AC.02 Anforderungen an das *Wie* der Prozeßprüfung gestellt werden, geht es hier darum *was* einer Prozeßprüfung zu unterziehen ist. Das V-Modell schlägt bei der Prozeßprüfung von Aktivitäten (QS 3) nur für das Änderungsmanagement (Konfigurationssteuerung) und für die Sicherung der Ergebnisse (KM 4.4) Prozeßprüfungen vor. Diese werden jedoch im CMM nicht genannt, so daß in keinem Fall eine positive Bewertung erteilt werden kann.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 0 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.VE.01 – ID.VE.01*

#### *Annahmen*

- Eine positive Bewertung wird erteilt, wenn die im CMM genannten Prozeßschritte im V-Modell für eine Prozeßprüfung vorgesehen sind. Dies kann z. B. bei der Beschreibung der Aktivität QS 3 oder im Prüfplan geschehen. Die Möglichkeit, für beliebige Aktivitätsklassen im QS-Plan und eine Prüfung vorzuschreiben, wird hier nicht berücksichtigt.

#### *Feststellungen*

- Die Beschreibung der Prozeßprüfung (QS 3) im V-Modell schlägt nur zwei, der Prüfplan keine Aktivitäten für die Prozeßprüfung vor. Eine positive Bewertung kann daher in keinem Fall vergeben werden.
- Die Anforderungen des CMM hinsichtlich der Unabhängigkeit der Prüfer bei der Prüfung von Aktivitäten der Qualitätssicherung sind im V-Modell erfüllt.

### 5.3.10 Überprüfung der Durchführung: Produktprüfung (*product assurance*)

#### *Zusammenfassung*

Analog zur vorhergehenden Schlüsselaufgabe nennt das CMM in dieser Schlüsselaufgabe für jeden Schlüsselprozeß die Produkte, die einer Produktprüfung zu unterziehen sind (die Durchführung einer Produktprüfung ist wiederum im Schlüsselprozeß Qualitätssicherung beschrieben). Während also in der Schlüsselaufgabe QA.AC.03 Anforderungen an das *Wie* der Produktprüfung gestellt werden, geht es hier darum *was* einer Produktprüfung zu unterziehen ist. Das V-Modell sieht für alle Produkte des Submodells SE im Produktmuster zum Prüfplan eine Prüfung vor, für die Produkte der anderen Submodelle, die überhaupt einer Prüfung zu unterziehen sind, nur bei strengen Qualifikationserfordernissen oder kritischen Produktbedingungen. Entsprechend gering fallen überwiegend die Erfüllungsgrade im V-Modell aus.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 26 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.VE.02 – ID.VE.02*

#### *Annahmen*

- Eine positive Bewertung wird erteilt, wenn die im CMM genannten Produkte im V-Modell für eine Produktprüfung vorgesehen sind. Die Prüfgegenstände sind im Produktmuster für den Prüfplan benannt. Die Möglichkeit, für beliebige Produktklassen im QS-Plan und für die Ausprägungen der Produkte im vom Projekt erstellten Prüfplan eine Prüfung vorzuschreiben, wird hier nicht berücksichtigt.

#### *Feststellungen*

- Im Produktmuster für den Prüfplan werden die Produkte aufgelistet, die zu den Prüfgegenständen zählen. Dies sind praktisch alle Produkte des Submodells SE. Daher sind die Anforderungen des CMM an die Produktprüfung im Schlüsselprozeß Anforderungsmanagement voll erfüllt und im Schlüsselprozeß Softwareerstellung im wesentlichen. Dort macht sich bemerkbar, daß der Prüfplan, die Prüfspezifikationen und die Prüfprozeduren im V-Modell nur bei kritischen Produktbedingungen zu prüfen sind. Da auch der KM-Plan, das Projekthandbuch und der Projektplan nur bei strengen Qualifikationserfordernissen zu prüfen sind, kann für alle anderen Schlüsselprozesse – falls die angesprochenen Produkte im V-Modell existieren – bestenfalls die Bewertung „teilweise erfüllt“ vergeben werden.
- Die Anforderungen des CMM hinsichtlich der Unabhängigkeit der Prüfer bei der Prüfung von Produkten der Qualitätssicherung sind im V-Modell erfüllt.

### 5.3.11 Überprüfung der Durchführung: Besprechungen mit dem übergeordneten Management (*senior management reviews*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM fordert für jeden Schlüsselprozeß Besprechungen mit dem übergeordneten Management. Das V-Modell kommt dieser Forderung mit der Hauptaktivität Durchführungsentcheidung (PM 6) für die projektspezifischen Schlüsselprozesse teilweise nach. Während die Bewertung des Projekts in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht stattfindet, ist die Behandlung eskalierter Probleme und die Einleitung entsprechender Maßnahmen nicht vorgesehen. Für die projektübergreifenden Schlüsselprozesse gibt es im V-Modell als Standard für die Projektabwicklung kein Äquivalent.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 21 %*

*Schlüsselaufgaben: RM.VE.03 – ID.VE.03*

#### *Annahmen*

- Das CMM stellt nur in den Schlüsselprozessen Projektkontrolle und organisationsweiter Projektfokus detaillierte Anforderungen an die Besprechungen mit dem übergeordneten Management. Für die übrigen projektspezifischen Schlüsselprozesse wird auf die Projektkontrolle, für die projektübergreifenden auf den organisationsweiten Prozeßfokus verwiesen. Daher wird die Bewertung für wie folgt durchgeführt:
  1. Schlüsselprozesse, deren durchschnittliche Bewertung für die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n mindestens 50 % beträgt, werden genauso bewertet wie die Projektkontrolle bzw. der organisationsweite Prozeßfokus.
  2. Schlüsselprozesse, deren durchschnittliche Bewertung für die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n höchstens 50 % beträgt, werden mit der halben Bewertung der Projektkontrolle bzw. des organisationsweite Prozeßfokus bewertet.

#### *Feststellungen*

- Das CMM sieht für jeden Schlüsselprozeß Besprechungen mit dem übergeordneten Management vor. Im V-Modell gibt es eine Aktivitätenklasse Durchführungsentcheidung. Dort wird das gesamte Projekt „hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher, zeitlicher und managementmäßiger Aspekte bewertet“ [AU251]. Die Rollenzuordnung nennt als Mitwirkende u. a. den Projektmanager, den Q-Manager und den KM-Manager. Der Ablauf wird in der Methodenzuordnung mit der Methode Durchführungsreview geregelt. Die Anforderungen des CMM werden damit für die projektspezifischen Schlüsselprozesse in Bezug auf die Bewertung der o. g. Aspekte, die Bewertung der Risiken und die Protokollerstellung erfüllt. Nicht erfüllt werden die Anforderungen zur Durchsprache von Problemen, die bis zu dieser Ebene eskaliert sind, und die Einleitung und Verfolgung entsprechender Maßnahmen. Für die projektübergreifenden Schlüsselprozesse sind im V-Modell solche Besprechungen nicht vorgesehen.

### 5.3.12 Überprüfung der Durchführung: Besprechungen mit dem Projektmanagement (*project management reviews*)

#### *Zusammenfassung*

Das CMM fordert für jeden projektspezifischen Schlüsselprozeß Besprechungen mit dem Projektmanagement. Das V-Modell kommt dieser Forderung mit der Hauptaktivität Durchführungsentscheidung (PM 6) teilweise nach. Während die Bewertung des Projekts in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht stattfindet, ist die Behandlung eskalierter Probleme und die Einleitung entsprechender Maßnahmen nicht vorgesehen.

*Mittlerer Erfüllungsgrad: 40 %*

*Schlüsselaufgaben: (RM, PP, PC, SM, QA, CM, IM, PE, IC, PR, SP, DP).VE.04*

#### *Annahmen*

- Das CMM stellt nur im Schlüsselprozeß Projektkontrolle detaillierte Anforderungen an die Besprechungen mit dem Projektmanagement. Für die übrigen projektspezifischen Schlüsselprozesse wird auf die Projektkontrolle verwiesen. Daher wird die Bewertung für wie folgt durchgeführt:
  1. Schlüsselprozesse, deren durchschnittliche Bewertung für die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n mindestens 50 % beträgt, werden genauso bewertet wie die Projektkontrolle.
  2. Schlüsselprozesse, deren durchschnittliche Bewertung für die Schlüsselaufgaben AC.02 – AC.0n höchstens 50 % beträgt, werden mit der halben Bewertung der Projektkontrolle bewertet.

#### *Feststellungen*

- Das CMM sieht für jeden Schlüsselprozeß Besprechungen mit dem Projektmanagement vor. Im V-Modell gibt es eine Aktivitätenklasse Durchführungsentscheidung. Dort wird das gesamte Projekt „hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher, zeitlicher und managementmäßiger Aspekte bewertet“ [AU251]. Die Rollenzuordnung nennt als Verantwortlichen für die Durchführung den Projektleiter. Der Ablauf wird in der Methodenzuordnung mit der Methode Durchführungsreview geregelt. Die Anforderungen des CMM werden damit in Bezug auf den Teilnehmerkreis, die Bewertung der o. g. Aspekte, die Bewertung der Risiken und die Protokollerstellung erfüllt. Nicht erfüllt werden die Anforderungen zur Bewertung der Nutzung der Computerressourcen, zur Durchsprache von Problemen, die bis zu dieser Ebene eskaliert sind, und zur Einleitung und Verfolgung entsprechender Maßnahmen.

## 6 Auswertung der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zunächst die Einzelbewertungen anhand der Schlüsselaufgaben des CMM zusammengefaßt. Anschließend wird eine Bewertung des V-Modells mit dem Siemens Process Assessment vorgestellt. Zuletzt erfolgt eine Diskussion der Ergebnisse und des Vorgehens bei der Bewertung.

### 6.1 Zusammenfassung der Einzelbewertungen anhand der Schlüsselaufgaben des CMM

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenfassung der Einzelbewertungen nach Schlüsselprozessen, gleichartigen Schlüsselaufgaben und Reifegradstufen. Weiterhin wird ein Reifegrad für das V-Modell nach dem Algorithmus des CAF ermittelt. Schließlich wird kurz auf kulturell bedingte Unterschiede zwischen dem V-Modell und dem CMM eingegangen.

#### 6.1.1 Zusammenfassende Bewertung der Schlüsselprozesse

Einen Überblick, wie gut die Anforderungen der einzelnen Schlüsselprozesse des CMM durch die Elemente des V-Modells abgedeckt werden, liefert Abbildung 16. Dort ist zu jedem Schlüsselprozeß das arithmetische Mittel der Erfüllungsgrade der durchzuführenden Tätigkeiten 2 bis  $n$  angegeben, wobei  $n$  die Anzahl der durchzuführenden Tätigkeiten im entsprechenden Schlüsselprozeß ist. Die jeweils erste der durchzuführenden Tätigkeiten betrifft die tatsächliche Durchführung der folgenden Schlüsselaufgaben, die im Rahmen dieser Arbeit nicht bewertet wird (siehe Abschnitt 5.3.7). Der angegebene Wert entspricht damit genau den Werten der Rubrik „Mittlerer Erfüllungsgrad“ aus Abschnitt 5.2. Außerdem wird der mittlere Erfüllungsgrad der jeweils relevanten gleichartigen Schlüsselaufgaben aus den Verpflichtungen zur Durchführung, den Voraussetzungen für die Durchführung, der Prozeßmessung und Analyse sowie der Überprüfung der Durchführung gezeigt. Auf eine Verrechnung der beiden Mittelwerte jedes Schlüsselprozesses in einen gemeinsamen Wert wurde verzichtet, um eine differenzierte Betrachtung zu ermöglichen. Die Ausführungen in diesem Abschnitt beziehen sich ausschließlich auf die Erfüllung der durchzuführenden Tätigkeiten. Auf die übrigen Schlüsselaufgaben wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

Vier Schlüsselprozesse auf Stufe 2 erfüllen die Anforderungen des CMM zu mehr als 70 %: Anforderungsmanagement (72 %), Projektplanung (77 %), Qualitätssicherung (75 %) und Konfigurationsmanagement (81 %). Die Projektkontrolle (61 %) weist Schwächen auf, vor allem im Bereich der Verfolgung von Schätzungen (siehe Abschnitt 5.2.3). Beim Lieferantenmanagement (36 %) besteht aus der Sicht des CMM Verbesserungspotential, u. a. beim Vertragsabschluß, bei gemeinsamen Besprechungen mit dem Lieferanten und bei der Evaluierung der Leistungen des Lieferanten.

Auf Stufe 3 zeigen die Reviews mit 82 % den höchsten Erfüllungsgrad aller Schlüsselprozesse. Die Softwareerstellung erreicht einen Erfüllungsgrad von 70 %. Schwach ausgeprägt sind beim integrierten Softwaremanagement (56 %) die Regelungen zu Schulungen und der Koordination mit der (Linien-)Organisation. Die Erfüllung der Anforderungen bei der Koordination der Projektschnittstellen beträgt 19 %. Hier finden sich im V-Modell kaum Regelungen (siehe Abschnitt 5.2.12). Bei den projektübergreifenden Schlüsselprozessen zum Prozeßfokus (5 %), der Prozeßdefinition (26 %) und dem Schulungsprogramm (16 %) werden die Anforderungen des CMM nur in geringem Maß erfüllt.

Die Erfüllungsgrade der Schlüsselprozesse auf Stufe 4 bewegen sich alle um 10 %. Dabei sind die projektübergreifenden Schlüsselprozesse zur Wiederverwendung (9 %) und für ein organisationsweites Metrikprogramm (11 %) marginal schwächer ausgeprägt als der projektspezifische Schlüsselprozeß zur statistischen Prozeßsteuerung (12 %).

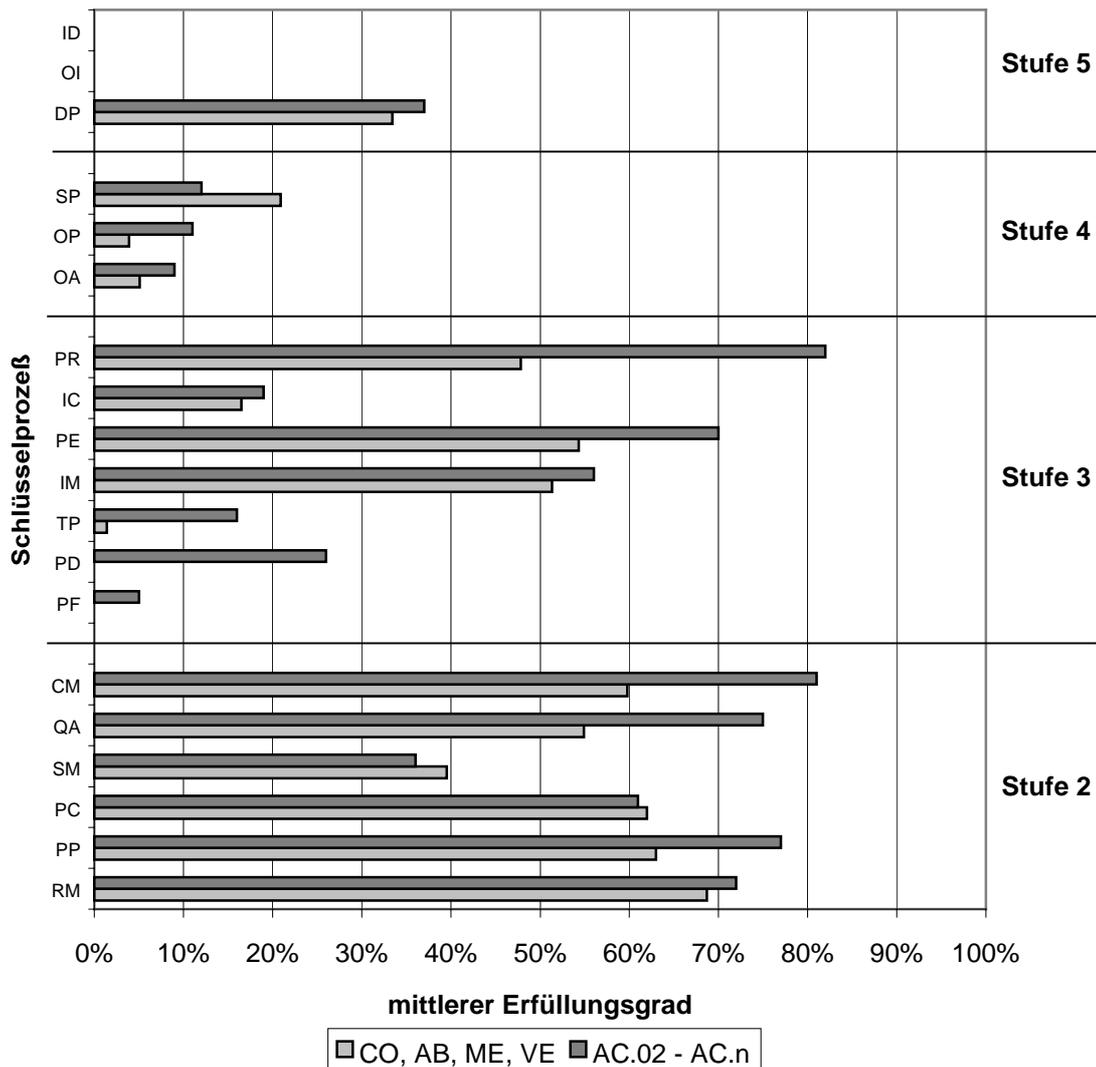


Abbildung 16: Erfüllungsgrad des V-Modells nach Schlüsselprozessen des CMM

Auf Stufe 5 ergibt sich ein geteiltes Bild. Bei der systematischen Fehlervermeidung, dem einzigen projektspezifischen Schlüsselprozeß auf dieser Stufe, sind im V-Modell mit einem Erfüllungsgrad von 37 % deutliche Ansätze zu finden. Die beiden organisationsweiten Schlüsselprozesse zur Identifikation (0 %) und Einführung von Neuerungen (0 %) werden dagegen im V-Modell nicht angesprochen.

### 6.1.2 Zusammenfassende Bewertung der gleichartigen Schlüsselaufgaben

Abbildung 17 zeigt den Erfüllungsgrad der Schlüsselaufgaben aus den Verpflichtungen zur Durchführung, den Voraussetzungen für die Durchführung, der Prozeßmessung und Analyse sowie der Überprüfung der Durchführung jeweils gemittelt über alle relevanten Schlüsselprozesse.

Der insgesamt eher geringe Erfüllungsgrad bei den hier betrachteten Schlüsselaufgaben ist auf die Mittelung über alle Schlüsselprozesse zurückzuführen. Hier schlägt sich nieder, daß bei geringem Erfüllungsgrad der durchzuführenden Tätigkeiten aus den Schlüsselprozessen Obergrenzen für die Bewertung der gleichartigen Schlüsselaufgaben festgelegt wurden (siehe Abschnitt 5.1). In Abbildung 16 erkennt man dann auch, daß der Erfüllungsgrad der gleichartigen Schlüsselaufgaben mit sinkendem Erfüllungsgrad der durchzuführenden Tätigkeiten abnimmt.

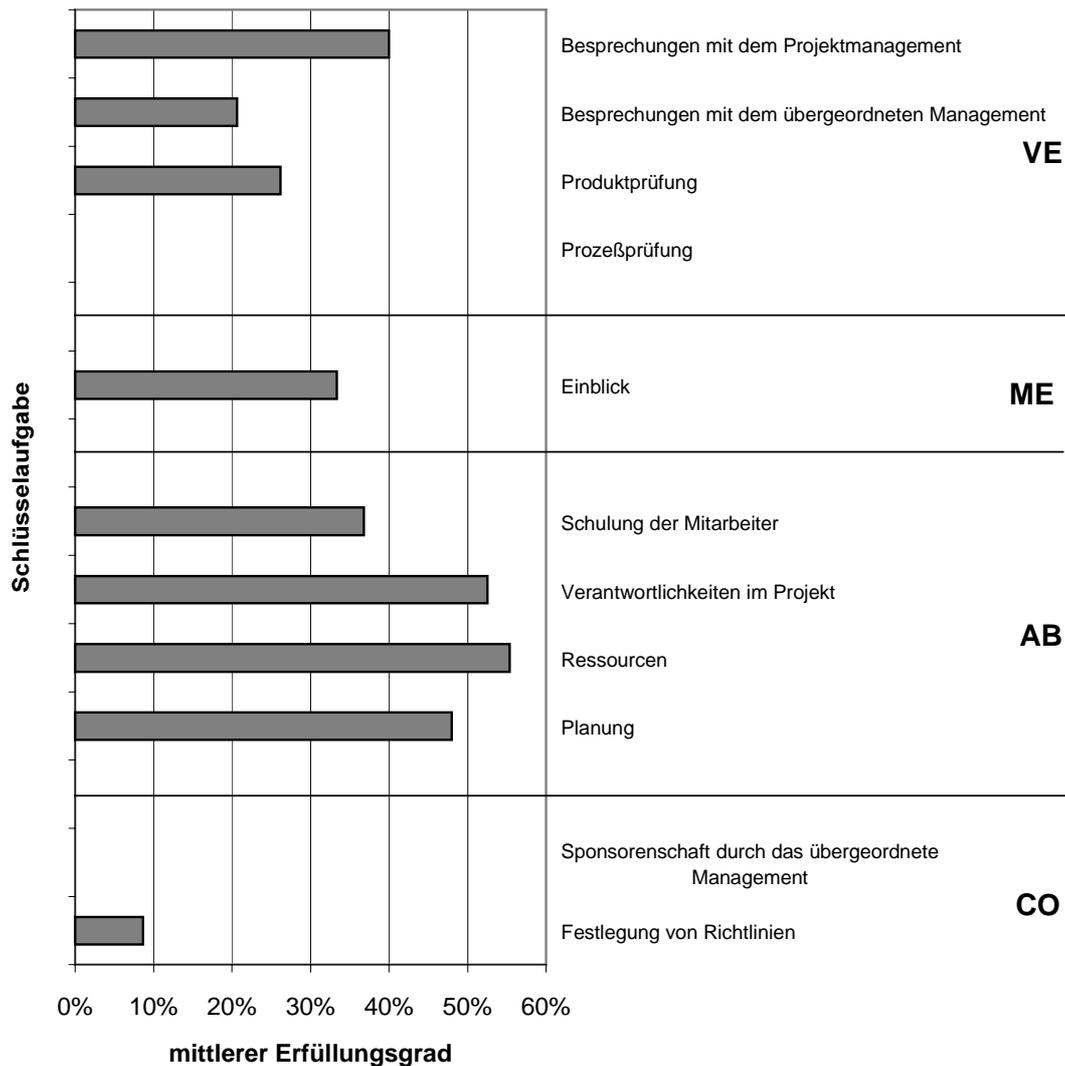


Abbildung 17: Erfüllungsgrad des V-Modells nach gleichartigen Schlüsselaufgaben des CMM

Von den Verpflichtungen zur Durchführung werden die Festlegung von Richtlinien nur in geringem Umfang durch einige Produktmuster des V-Modells erfüllt (9 %). Eine Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management, die für alle projektübergreifenden Schlüsselprozesse gefordert ist, findet nicht statt (0 %).

Die Voraussetzungen für die Durchführung sind meist soweit erfüllt, wie es der Erfüllungsgrad der durchzuführenden Tätigkeiten zuläßt (Planung: 48 %, Ressourcen: 55 %, Verantwortlichkeiten: 53 %). Nur die Schulung der Mitarbeiter macht mit 37 % eine Ausnahme, da im V-Modell keine Standardschulungen vorgesehen sind.

Bei der Prozeßmessung und Analyse zeigt sich die Beschränkung des V-Modells auf Metriken zu Aufwand, Terminen, Umfang, Fehlern und Änderungen. Der Erfüllungsgrad hier beträgt 33 %.

Die Erfüllungsgrade bei der Überprüfung der Durchführung sind sehr unterschiedlich. Eine Prozeßprüfung ist im V-Modell nur für wenige Aktivitäten vorgeschrieben (siehe Abschnitt 5.3.9). Daher sind die Anforderungen des CMM hier nicht erfüllt (0 %). Produktprüfungen sind dagegen für alle Produkte des Submodells SE verbindlich, für viele der anderen Produkte optional. So ergibt sich ein mittlerer Erfüllungsgrad von 26 %. Besprechungen mit dem übergeordneten Management finden für die projektspezifischen Schlüsselprozesse in der Durchführungsentscheidung des V-Modells statt. Für die projektübergreifenden Schlüsselprozesse werden im CMM ebenfalls solche Besprechungen gefordert, diese sind im V-Modell

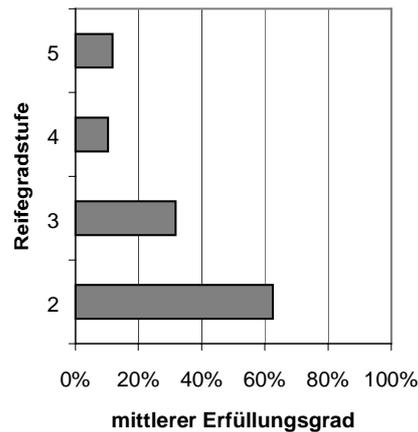


Abbildung 18: Erfüllungsgrad des V-Modells nach Reifegradstufen anhand des CMM

aber nicht vorgesehen. Weiterhin werden auch für die projektspezifischen Schlüsselprozesse nicht alle Aspekte abgedeckt. Damit ergibt sich ein mittlerer Erfüllungsgrad von 21 %. Besprechungen mit dem Projektmanagement sind nur für die projektspezifischen Schlüsselprozesse erforderlich. Dadurch ergibt sich gemittelt über die relevanten Schlüsselprozesse ein nahezu doppelt so hoher Erfüllungsgrad von 40 %, obwohl die Abdeckung in den einzelnen Schlüsselprozessen durch die Durchführungsentscheidung im V-Modell mit der für die Besprechungen mit dem übergeordneten Management vergleichbar ist.

### 6.1.3 Zusammenfassung auf Reifegradstufen

In Abbildung 18 werden die Erfüllungsgrade für die verschiedenen Reifegradstufen gezeigt. Dazu wurde das arithmetische Mittel aus den Erfüllungsgraden der Schlüsselprozesse auf der jeweiligen Reifegradstufe berechnet. Der mittlere Erfüllungsgrad der durchzuführenden Tätigkeiten wurde dabei genauso wie der mittlere Erfüllungsgrad der gleichartigen Schlüsselauflagen in jedem Schlüsselprozeß mit einem Anteil von 50 % gewichtet.

Der Erfüllungsgrad sinkt dabei zunächst von Stufe zu Stufe, von Stufe 4 auf Stufe 5 nimmt er dann leicht zu. Auf Stufe 2 ergeben sich 62 %, auf Stufe 3 sind es nur mehr 32 %. Auf Stufe 4 ist ein Erfüllungsgrad von 10 % zu verzeichnen, der auf Stufe 5 noch einmal leicht auf 12 % ansteigt.

### 6.1.4 Reifegrad nach dem Algorithmus des CAF

Der Bewertungsalgorithmus des CMM Appraisal Framework [MB95], der in Abschnitt 2.3.4.2 erläutert wird, ist sehr restriktiv: Wird auch nur ein Ziel in einem Schlüsselprozeß einer Reifegradstufe nicht erreicht, so gilt die gesamte Reifegradstufe als nicht erreicht. Das V-Modell weist bereits auf Stufe 2 insbesondere beim Lieferantenmanagement einige Schwächen auf. Daher befindet sich eine Organisation, die das V-Modell als Prozeßmodell verwendet, nach diesem Algorithmus auf der Reifegradstufe 1.

### 6.1.5 Kulturell bedingte Unterschiede

Bei der detaillierten Bewertung sind manche Unterschiede zwischen dem V-Modell und dem CMM hervorgetreten, die in einer zahlenmäßigen Bewertung der Schlüsselauflagen nicht zum Ausdruck kommen. In diesen Unterschieden drückt sich die Entstehung der Modelle in verschiedenen Kulturräumen aus.

Im CMM wird mehr Wert auf Abstimmung und Rückkopplung zwischen den am Projekt Beteiligten gelegt als im V-Modell. Dies betrifft nicht nur die Bearbeiter in den verschiedenen Phasen eines Produkts, sondern auch von Planungsmaßnahmen oder anderen Vereinbarungen

Betroffene. Ausgedrückt wird das u. a. in der häufig wiederkehrenden Teilaufgabe „Reviewing and getting agreement with those affected.“ Ein weiteres Merkmal dieser Haltung sind die Eingangsprüfungen durch die Bearbeiter in den verschiedenen Phasen der Softwareentwicklung. Im V-Modell erhalten die Rollen in den Hauptaktivitäten des Submodells SE ihre Eingangsprodukte direkt von der Qualitätssicherung im Zustand „akzeptiert“ zur weiteren Bearbeitung. Weiterhin sind die Projektmitarbeiter zwar in die Projektplanung einzubeziehen, ihr explizites Einverständnis ist aber nicht gefordert. Auch sind die Manager der Submodelle QS und KM nicht an der Projektplanung im Submodell PM beteiligt – der Projektleiter wirkt dagegen an der Planung der Submodelle QS und KM mit.

Im V-Modell werden eher Regelungen vorgeschrieben, während im CMM ihre Angemessenheit festgestellt wird. So wird z. B. im QS-Plan des V-Modells festgelegt, welche Ausführungsrichtlinien für Unterauftragnehmer maßgeblich sind. Im CMM dagegen werden die Prozesse und Pläne des Unterauftragnehmers durch den Auftraggeber auf Adäquatheit überprüft. Diese Haltung drückt sich auch im grundlegenden Ansatz aus, der zur Lösung der Probleme im Bereich der Software für militärische Anwendungen gewählt wurde (siehe auch Abschnitt 4.1): Mit dem V-Modell wird ein Prozeßmodell für Auftragnehmer vorgeschrieben, mit dem CMM existiert ein Hilfsmittel zur Auswahl von Auftragnehmern auf der Basis einer Bewertung der Prozesse des Auftragnehmers. Während also in Deutschland ein Trend besteht, die Softwareentwicklung mit konkreten Vorgaben zu regeln, verläßt man sich in den USA auf den Selektionsmechanismus des Marktes.

## 6.2 Bewertung des V-Modells mit dem Siemens Process Assessment

Neben der Bewertung des V-Modells mit dem CMM wurde eine Bewertung anhand des Siemens Process Assessment (siehe Abschnitt 2.4) durchgeführt. Dieser Abschnitt stellt das Vorgehen und die Ergebnisse vor. Außerdem werden an den Ergebnissen Effekte des BOOTSTRAP-Algorithmus demonstriert.

### 6.2.1 Annahmen und Vorgehen

Im folgenden sind die Annahmen und das Vorgehen bei der Bewertung mit dem Siemens Process Assessment beschrieben. Diese sind so gewählt, daß eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der Bewertung mit dem CMM gewährleistet ist.

Im Fragebogen [SPAQ] des Siemens Process Assessment sind auch Kriterien enthalten, die das CMM nicht anspricht. Dies betrifft zum einen zusätzliche Fragen im Softwarebereich, z. B. zu Patenten, zum anderen aber auch einen eigenen Fragenkomplex zur Hardwareentwicklung. Alle Fragen, die einen Verweis auf eine Reifegradstufe des CMM enthalten, werden in die Bewertung einbezogen, die anderen Fragen werden als „nicht anwendbar“ eingestuft und beeinflussen die Bewertung damit nicht.

In jedem Siemens Process Assessment, das ZT SE 3 für einen Geschäftsbereich durchführt, werden der dokumentierte Prozeß und die gelebte Praxis anhand einiger Projekte untersucht. Wie schon bei der Bewertung anhand des CMM in den vorhergehenden Kapiteln wird die Bewertung mit dem Siemens Process Assessment in dieser Arbeit ausschließlich anhand der Prozeßdokumentation des V-Modells durchgeführt, die Praxis kann hier nicht berücksichtigt werden.

Die Annahmen, die der Bewertung in Kapitel 5 zugrundeliegen, bleiben auch für die Bewertung mit dem Siemens Process Assessment gültig.

Für die Bewertung wurden alle relevanten Fragen mit einer der vier Stufen aus dem BOOTSTRAP-Algorithmus beantwortet. Die Bewertung erfolgte unter denselben Annahmen und nach denselben Maßstäben wie in die Bewertung nach dem CMM in Kapitel 5. Die Ergebnis-

se der Bewertung in Kapitel 5 wurden erst nach der Beantwortung der jeweiligen Fragen zur Überprüfung verwendet. Dazu wurden die Erfüllungsgrade für die bei den Fragen des Siemens Process Assessment Questionnaires angegebenen Schlüsselaufgaben im CMM mit der für die Frage erteilten Bewertung verglichen. Damit wurde vermieden, daß die Ergebnisse der Bewertung mit dem CMM direkt in die Bewertung mit dem Siemens Process Assessment Questionnaire übertragen werden. Diese unabhängige Bewertung ermöglicht den Vergleich der Ergebnisse der beiden Methoden in Abschnitt 6.3.2. Die Auswertung der Ergebnisse wurde mit den Standardwerkzeugen des Siemens Process Assessment durchgeführt.

Die Bewertungen zu den einzelnen Fragen sind in Anhang B.2 wiedergegeben.

## 6.2.2 Ergebnisse

### 6.2.2.1 Bewertung der Themengebiete

Einen schnellen Überblick über die Ergebnisse einer Bewertung mit dem Siemens Process Assessment gibt das Stärken-/Schwächenprofil. Für jedes Themengebiet zeigt ein Balken, welche Reifegradstufen in diesem Themengebiet erreicht werden können. In einem Themengebiet, das Fragen der Reifegrade  $i$  bis  $j$  umfaßt, werden – in Quartilen abgestuft – Reifegrade von  $i - 1$  bis  $j$  vergeben. Die untere Grenze des Balkens zeigt den minimal, die obere Grenze den maximal erreichbaren Reifegrad an. Der untere, **helle** Teil des Balkens gibt an, welcher Reifegrad in dem jeweiligen Themengebiet erreicht wird. Der obere, **dunkle** Teil weist das Verbesserungspotential aus. Die Berechnung des Reifegrades erfolgt für jedes Themengebiet nach dem in Abschnitt 2.4 beschriebenen Verfahren. Das Stärken-/Schwächenprofil des V-Modells zeigt Abbildung 19.

Beim Themengebiet Projektmanagement erreicht das V-Modell einen Reifegrad von 1,75 (1,87)<sup>10</sup>. Stärken liegen auf Stufe 2 besonders im Umfang der Planung und im Risikomanagement. Schwachpunkte sind u. a. die Durchsprache des Arbeitsfortschritts, die Verfolgung der Schätzwerte aus der Planung und die Analyse von Abweichungen. Auf Stufe 3 sind die technischen Verantwortungen gut geregelt, ebenso wiederum das Risikomanagement. Dagegen fehlt es an einer Eskalationsstrategie bei Problemen, der Planung von Schulungen für die Projektmitarbeiter und der Nutzung von Erfahrungsdaten für die Planung.

Beim Lieferantenmanagement sind die Anforderungen zu Make or Buy-Regeln und zur Auswahl von Fertigprodukten überwiegend erfüllt, während die Vertragsgestaltung bei Unteraufträgen, die Abnahme der Planung des Unterauftragnehmers oder die Durchsprache des Projektstatus mit dem Unterauftragnehmer Schwächen im V-Modell darstellen. Insgesamt wird ein Reifegrad von 1,25 (1,43) erreicht.

In der Qualitätssicherung zeigt das V-Modell auf der Stufe 2 seine Stärken bei der Definition der Verantwortung und der Planung. Schwächen liegen insbesondere im Bereich der Prozeßprüfung und den entsprechenden Folgemaßnahmen. Die Anforderungen zu Reviews auf Stufe 3 sind überwiegend erfüllt, es findet allerdings keine ausreichende Datenerhebung statt. Der Reifegrad für dieses Themengebiet liegt bei 1,75 (1,90).

Die Anforderungen im Themengebiet Konfigurationsmanagement werden fast alle erfüllt. Damit ergibt sich hier ein Reifegrad von 2 (2,00).

Beim Requirementsmanagement liegen die Stärken auf Stufe 2 bei den System- und SW-Anforderungen. Schwächen zeigen sich bei der Planung und Verfolgung der Computer-

---

<sup>10</sup> Der BOOTSTRAP-Algorithmus rundet Reifegrade auf das nächste Quartil ab. Der auf zwei Dezimalstellen errechnete Reifegrad ist jeweils in Klammern angegeben.

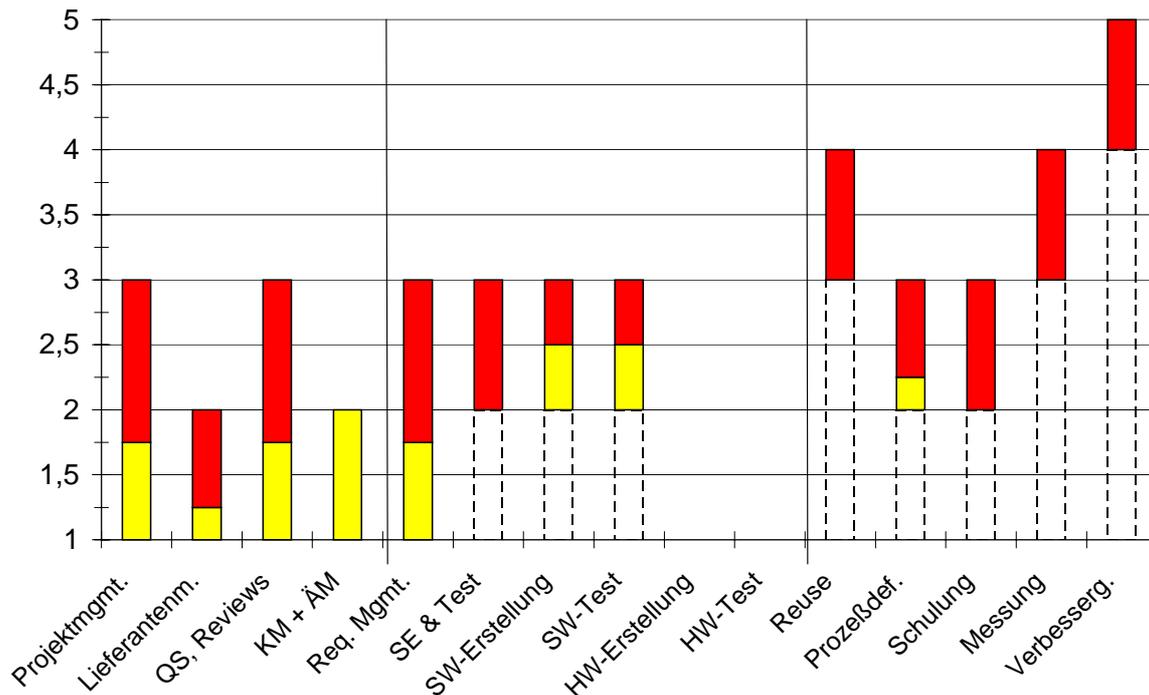


Abbildung 19: Stärken-/Schwächenprofil des V-Modells im Siemens Process Assessment

Ressourcen. Das Tracing der Anforderungen auf Stufe 3 ist im V-Modell überwiegend erfüllt. So wird hier ein Reifegrad von 1,75 (1,89) erreicht.

Im Themengebiet System-Engineering und System-Validierung sind nur wenige Fragen relevant. Während die Definition von Verantwortung auf Gesamtprojektebene überwiegend erfüllt ist, mangelt es im V-Modell an Zusammenarbeit auf Systemebene. Auch ein Piloteinsatz des Systems ist, z. B. im Rahmen einer Prüfung, denkbar, aber nicht vorgesehen. Insgesamt beträgt der Reifegrad für dieses Themengebiet 2 (2,22).

Die Methodik für den Softwareentwurf ist eine der Stärken des V-Modells im Themengebiet SW-Erstellung. Die Kommunikation im Projekt ist dagegen nicht ausreichend geregelt. Der Reifegrad ergibt sich hier zu 2,5 (2,50).

Bei der SW-Integration und -Test sind die Testmethodik und die Testplanung und -dokumentation im V-Modell gut geregelt. Bei der Einsatzunterstützung und dem Piloteinsatz finden sich jedoch im V-Modell kaum Regelungen, die den Anforderungen genügen. Der Reifegrad dieses Themengebiets beträgt 2,5 (2,70).

Die Themengebiete HW-Erstellung sowie HW-Integration und -Test sind im Rahmen dieser Bewertung nicht relevant.

Der Aspekt der Wiederverwendung ist im V-Modell schwach ausgeprägt. So ergibt sich ein Erfüllungsgrad von 3 (3,05).

Im Themengebiet Prozeßdefinition und -pflege sind die Anforderungen in Bezug auf ein Standard-Prozeßmodell und Tailoring gut erfüllt, während die Prozeßpflege im V-Modell nicht geregelt wird. Insgesamt wird hier ein Reifegrad von 2,25 (2,25) erreicht.

Das Themengebiet Schulung ist im V-Modell am schwächsten erfüllt – der Reifegrad beträgt 2 (2,03).

Im Themengebiet Prozeß- und Produktmessung sind die meisten Anforderungen nicht erfüllt. Lediglich die Anforderungen zur Definition und Methodik des Metriksystems sowie zur Pro-

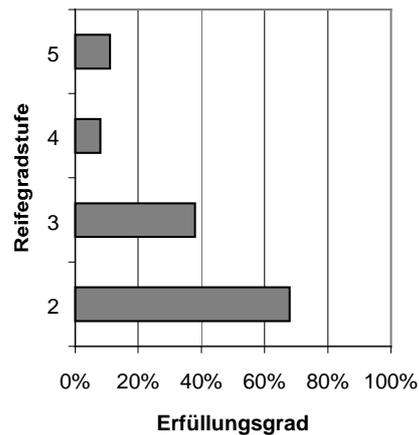


Abbildung 20: Erfüllungsgrad des V-Modells nach Reifegradstufen anhand des Siemens Process Assessment

jektsteuerung auf Basis quantitativer Prozeß- und Produktdaten sind teilweise erfüllt. Hier ergibt sich ein Reifegrad von 3 (3,10).

Prozeß- und Technologieverbesserung fällt im V-Modell unterschiedlich aus. Die Analyse von Fehlerursachen wird überwiegend durchgeführt. Die systematische Beseitigung der Fehlerursachen wird kaum geregelt. Alle anderen Teilbereiche von der Suche und Sichtung neuer Technologien über ein Improvement-Programm der Organisation und die Pilotierung und Bewertung bis zur systematischen Breitereinführung werden im V-Modell nicht angesprochen. Der Reifegrad für dieses Themengebiet liegt bei 4 (4,11).

#### 6.2.2.2 Bewertung der Reifegradstufen und Siemens-Level

Den prozentuale Erfüllungsgrad auf den Reifegradstufen zeigt Abbildung 20. Auf Stufe 2 werden 68 % erreicht, auf Stufe 3 sind es 38 %, auf Stufe 4 am wenigsten mit 8 % und auf Stufe 5 wieder 11 %.

Insgesamt ergibt sich für das V-Modell ein Siemens-Level von 2 (2,08).

#### 6.2.3 Effekte des BOOTSTRAP-Algorithmus

Bei der Untersuchung der Ergebnisse aus dem vorhergehenden Abschnitt werden verschiedene Effekte des BOOTSTRAP-Algorithmus [HMC92, HMK+94] deutlich:

- Die Abrundung auf Quartile überhöht bei der Bewertung der Themengebiete manche Differenzen, während andere verschwinden. Themengebiete, die weniger als ein Viertel bzw. weniger als ein Achtel der Anforderungen (bei Themengebieten mit Fragen aus einer Reifegradstufe bzw. aus zwei Reifegradstufen) erfüllen, erhalten pauschal den niedrigsten Reifegrad.

So liegt der auf 2 Dezimalstellen berechnete Reifegrad für die Prozeßdefinition und -pflege gerade bei 2,25, so daß auch ein Reifegrad von 2,25 zugewiesen wird. Das Themengebiet System Engineering und System-Validierung weist dagegen einen marginal geringeren Reifegrad von 2,22 auf, wird aber dann auf den Reifegrad 2 abgerundet. Dies ist der gleiche Reifegrad wie der, der der Schulung zugewiesen wird – bei einem Reifegrad von 2,03 bei einer Genauigkeit von 2 Dezimalstellen.

- Bei der Bewertung von Themengebieten, die auf der untersten Reifegradstufe einen Erfüllungsgrad von 80 % überschreiten, können durch die „80 = 100 Regel“ Sprünge um ein Quartil oder mehr auftreten. Dieser Effekt kann durch eine unterschiedliche Zahl von Fragen auf den betroffenen Reifegradstufen noch verstärkt werden.

Das Themengebiet Konfigurationsmanagement weist einen Erfüllungsgrad von 88 % auf. Die Anwendung der „80 = 100 Regel“ bewirkt einen Reifegrad von 2. Dagegen sind die Anforderungen der Stufe 2 im Themengebiet Planung und Verfolgung zu 74 % erfüllt, auf Stufe 3 zu 39 %. Als Reifegrad wird 1,75 (1,87) ermittelt. Überschreitet die Bewertung der Kriterien auf Stufe 2 die Marke von 80 %, dann ergibt sich ein Reifegrad von 2,25 (2,39). Zusätzlich zur „80 = 100 Regel“ kommt hier die unterschiedliche Anzahl von Fragen auf den Stufen 2 und 3 zum Tragen.

Dieser Abschnitt verdeutlicht die in Abschnitt 2.4 erwähnte Notwendigkeit einer sorgsamten Auswertung und angemessenen Interpretation der Ergebnisse einer Prozeßbewertung.

### 6.3 Diskussion

Im folgenden werden die Ergebnisse und das Vorgehen aus den vorhergehenden Abschnitten diskutiert. Zunächst werden die Stärken und Schwächen des V-Modells aus der Sicht des CMM herausgearbeitet und ein Reifegrad für das V-Modell angegeben. Dann wird die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit einer Bewertung mit der Version 1.1 des CMM untersucht. Es folgt ein Vergleich der Ergebnisse der Bewertung des V-Modells anhand der Schlüsselaufgaben des CMM mit den Ergebnissen der Bewertung mit dem Siemens Process Assessment. Schließlich wird die Eignung der Schlüsselaufgaben als Basis für eine Bewertung untersucht.

#### 6.3.1 Stärken und Schwächen des V-Modells sowie Reifegrad

Das V-Modell ist als Standard für die Projektabwicklung konzipiert. Es gibt eigene Submodelle für die Systemerstellung, die Qualitätssicherung, das Konfigurationsmanagement und das Projektmanagement.

Entsprechend liegen hier die Stärken des V-Modells: Die Anforderungen, die das CMM in den Schlüsselprozessen Projektplanung, Projektkontrolle, Qualitätssicherung, Konfigurationsmanagement, Integriertes Softwaremanagement und Softwareerstellung formuliert, werden in hohem Maße erfüllt. Reviews können mit einer eigenen Methodenkatgorie den höchsten Erfüllungsgrad aller Schlüsselprozesse vorweisen.

Deutlich zu schwach ausgeprägt sind im V-Modell dagegen die Regelungen zum Lieferantenmanagement und zur Koordination der Projektschnittstellen. Letzteres ist möglicherweise auf die Ausrichtung als Systementwicklungsstandard mit Verantwortung für das Gesamtprojekt zurückzuführen (siehe Abschnitt 5.2.12). Metriken werden im V-Modell nicht im erforderlichen Umfang erhoben; dieses Manko wäre aber aufgrund der Struktur des V-Modells einfach zu beheben. Ansätze zur systematischen Fehlervermeidung sind im V-Modell vorhanden, es fehlt jedoch u. a. an einer einheitlichen Umsetzung der Maßnahmen.

Projektübergreifende Regelungen fehlen aufgrund der Fokussierung auf die Projektabwicklung im V-Modell nahezu völlig.

Beim Prozeßfokus und bei der Prozeßdefinition können durch Inanspruchnahme externer Unterstützung (siehe Abschnitt 7.1) einfach Verbesserungen erzielt werden. Bei Schulungen – insbesondere Standardschulungen<sup>11</sup> – ist weder die Bedarfsermittlung, noch die Planung, Durchführung oder das Führen von Aufzeichnungen über besuchte Schulungen in nennenswertem Umfang geregelt. Bei der Wiederverwendung finden sich zwar Ansätze für die Integration im Projekt, jedoch keine organisationsweiten Maßnahmen, ohne die eine erfolgreiche Wiederverwendung nicht möglich ist. Für ein organisationsweites Metrikprogramm sind ebenfalls nur Ansätze vorhanden. Nicht behandelt werden im V-Modell Verbesserungsprogramme für Technologie und Prozeß in der Organisation.

---

<sup>11</sup> Zum Begriff „Standardschulung“ siehe Abschnitt 5.2.9.

Unter den gleichartigen Schlüsselaufgaben zeigt das V-Modell – mit Ausnahme der Schulungen – bei den Voraussetzungen für die Durchführung Stärken: die Aktivitäten werden geplant, die Ressourcen zugewiesen und Verantwortliche benannt. Die Beschränkung bei den Metriken auf einige Basisdaten findet sich dagegen auch hier wieder. Die Überprüfung der Aktivitäten und Produkte findet nur zum Teil statt. Produkte aus dem Submodell SE sind meist zu prüfen, für andere Produkte ist der QS-Zyklus optional. Nur für wenige Aktivitäten ist eine Prozeßprüfung vorgeschrieben. Auch hier sind einfach Verbesserungen möglich (siehe Abschnitt 7.2).

Das CMM beschränkt sich im wesentlichen auf Anforderungen an Aktivitäten und Produkte. Damit treten die Stärken des V-Modells im Bereich der Methodenzuordnung und den funktionalen Werkzeuganforderungen in dieser Bewertung kaum hervor.

Viele Vorteile, die die Verwendung eines über die Organisation hinaus verbreiteten Standards mit sich bringt, werden in der Bewertung durch das CMM kaum berücksichtigt (siehe aber Abschnitt 7.1). Es gibt externe Unterstützung für das Prozeßmodell, die sich auf viele Bereiche wie Schulungen, Austausch von Erfahrungen und am Markt verfügbare Werkzeuge erstreckt. Auch die Zusammenarbeit zwischen Organisationen, die alle auf der Basis des V-Modells arbeiten, wird durch ein einheitliches Prozeßmodell erheblich erleichtert.

Die Ausrichtung des V-Modells auf die Projektabwicklung spiegelt sich in den Erfüllungsgraden auf den Reifegradstufen wider. Auf Stufe 2 steht die wiederholbare Durchführung von Projekten im Vordergrund. Hier sind über 60 % der Anforderungen des CMM erfüllt. Auf Stufe 3 soll der Erfolg in Projekten auf die Ebene der Organisation gehoben werden, indem für alle Projekte Standardprozesse definiert werden. Diese Anforderungen sind dann nur noch zu etwas über 30 % erfüllt. Der Fokus auf Stufe 4 liegt in der Steuerung der Prozesse auf der Basis von statistischen Daten. Hier kann das V-Modell weniger als 10 % der Anforderungen erfüllen. Gezielte Planung und Einführung von Prozeßverbesserungen auf der Basis quantitativer Daten kennzeichnen Organisationen auf Stufe 5. Bei diesen Themen bietet das V-Modell keine Unterstützung, lediglich die guten Ansätze zur Fehlervermeidung tragen zu dem Erfüllungsgrad von etwas über 10 % auf dieser Stufe bei.

Nach dem Algorithmus des CAF wird das V-Modell mit dem Reifegrad 1 bewertet. Im CMM wird ein Entwicklungsprozeß auf Stufe 1 als „ad-hoc“ und „chaotisch“ charakterisiert, in dem wenige Prozesse definiert sind und der Projekterfolg von einzelnen Mitarbeitern abhängig ist. [PWC+95]. Diese Bewertung wird dem V-Modell nicht gerecht. Hier werden die in der Literatur ([Bal98], [BG91]) aufgezeigten Probleme des Bewertungsalgorithmus im CAF offenbar.

Mit dem V-Modell als Prozeßmodell ist ein geregelter Projektablauf mit wiederholbaren Erfolgen zu erreichen, wie er für die Stufe 2 typisch ist. Die projektübergreifenden Regelungen, die eine Organisation auf Stufe 3 kennzeichnen, sind dagegen im V-Modell kaum vorhanden. Der vom Siemens Process Assessment ermittelte Reifegrad 2 für das V-Modell ist daher zutreffend.

Die Einschätzung in Ehltings Arbeit [Ehl94] (siehe Abschnitt 1.3) konnte damit für das V-Modell 97 und das SW-CMM Version 2.0 Draft C bestätigt werden.

Dem V-Modell und dem CMM ist ihre Herkunft aus verschiedenen Kulturkreisen anzumerken (siehe Abschnitt 6.1.5). Dennoch enthält das V-Modell keinerlei Regelungen, die konträr zum CMM sind oder einer Verbesserung im Sinne des CMM im Wege stehen könnten. Aufgrund der klaren Struktur des V-Modells lassen sich Verbesserungen aus der Sicht des CMM durch verschiedene Maßnahmen (siehe Abschnitt 7) gut in das V-Modell integrieren.

### 6.3.2 Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit einer Bewertung anhand des SW-CMM Version 1.1

Die Bewertung des V-Modells in dieser Arbeit wurde mit dem Draft C der Version 2.0 des SW-CMM durchgeführt (siehe Abschnitt 1.2). Diese Version war jedoch nie eine offiziell gültige Version des SW-CMM, bis zur Ablösung durch das CMMI-SW wird die Version 1.1 auch die offiziell gültige Version bleiben. So basieren viele in der Praxis eingesetzte Bewertungsverfahren für Prozeßmodelle auf der Version 1.1. Daher soll in diesem Abschnitt kurz darauf eingegangen werden, welche Unterschiede zwischen den beiden Versionen des SW-CMM bestehen und wie sich diese Unterschiede auf die Bewertung auswirken.

Bei der Überarbeitung des SW-CMM wurden 3 Arten von Veränderungen vorgenommen:

- Vereinheitlichung der Formulierung der Schlüsselprozesse durch stärkere Verwendung von Textschablonen,
- kleinere Veränderungen auf der Ebene der Schlüsselaufgaben und ihren Teilaufgaben und
- größere Veränderungen auf der Ebene der Schlüsselprozesse mit ihren Zielen.

Wesentliche Auswirkungen auf die Bewertung sind nur von den Veränderungen in der letzten Kategorie zu erwarten. Aus diesem Grund beschränkt sich die Untersuchung in diesem Abschnitt auf die größeren Veränderungen. Als Basis für die Untersuchung wird [PCW+96] verwendet, worin die Autoren in einer Vorschau auf die Version 2.0 des SW-CMM von den Veränderungen gegenüber der Version 1.1 berichten.

Beim Lieferantenmanagement wurden in der Version 1.1 nur Zulieferungen von Unterauftragnehmern betrachtet. Die Version 2.0 Draft C berücksichtigt zusätzlich auf dem Markt verfügbare Fertigprodukte (*of-the-shelf software*) und Software, die vom Auftraggeber gestellt wird.

Risikomanagement erhält innerhalb des Schlüsselprozesses zum integrierten Softwaremanagement ein größeres Gewicht, es wird ein eigenes Ziel formuliert.

Wiederverwendung wird in einem eigenen, neuen Schlüsselprozeß behandelt.

Der Schlüsselprozeß zur quantitativen Prozeßsteuerung (*quantitative process management*) wird in einen organisationsweiten (Organisationsweite Prozeßmessung, *organization process performance*) und einen projektspezifischen Schlüsselprozeß (Statistische Prozeßsteuerung, *statistical process management*) aufgespalten. Der Schlüsselprozeß zum Softwarequalitätsmanagement (*software quality management*) wird entsprechend in die beiden neuen Schlüsselprozesse integriert.

Die weiteren Veränderungen fallen in die ersten beiden Kategorien und werden hier nicht weiter behandelt.

Grundsätzlich wurden in der Version 2.0 Draft C keine wichtigen Aspekte aus der Version 1.1 entfernt. Eine Bewertung anhand der Version 2.0 Draft C wird also mehr Stärken und Schwächen identifizieren, es ergibt sich ein besseres Bild der Leistungsfähigkeit und des Verbesserungsbedarfs der verwendeten Prozesse.

Fertigprodukte und Zulieferungen des Auftraggebers werden im V-Modell ähnlich wie Zulieferungen von Unterauftragnehmern behandelt. Damit ergibt sich keine grundlegende Veränderung in der Bewertung des Lieferantenmanagements.

Risikomanagement wird im V-Modell bereits weitgehend entsprechend den Forderungen der Version 2.0 Draft C durchgeführt. So sind keine wesentlichen Einflüsse auf die Bewertung zu erwarten.

Projektübergreifende Aspekte der Wiederverwendung werden im V-Modell nicht behandelt. Trotzdem ist aufgrund der eng beisammen liegenden Erfüllungsgrade der Schlüsselprozesse auf Stufe 4 von keinen großen Veränderungen bei der Aggregation der Bewertungen auf der Ebene der Reifegradstufen auszugehen.

Die Anforderungen der Version 2.0 Draft C des SW-CMM in Bezug auf quantitative Prozeßsteuerung werden vom V-Modell nur in geringem Maß erfüllt. Eine grundsätzliche Änderung der identifizierten Stärken und Schwächen durch eine andere Zuordnung zu den Schlüsselprozessen innerhalb einer Reifegradstufe ist nicht zu erwarten.

Insgesamt sind die Unterschiede zwischen einer Bewertung mit der Version 2.0 Draft C und mit der Version 1.1 des SW-CMM als gering einzuschätzen. Die Anforderungen auf den Reifegradstufen 2 und 3 haben sich nicht wesentlich verändert. Die Veränderungen auf den Stufen 4 und 5 sind größer, doch aufgrund des vergleichsweise geringen Erfüllungsgrades des V-Modells bei den dort angesprochenen Themen ist der Einfluß auf die Gesamtbewertung ebenfalls eher gering.

### 6.3.3 Vergleich der Ergebnisse der Bewertungen des V-Modells mit dem CMM und dem Siemens Process Assessment

Die Bewertung des V-Modells anhand des Fragebogens [SPAQ] des Siemens Process Assessment in Abschnitt 6.2.2 deckt im wesentlichen dieselben Stärken und Schwächen im V-Modell auf wie die Bewertung anhand der Schlüsselaufgaben des CMM in Abschnitt 5.

Die Schlüsselaufgaben aus den Schlüsselprozessen des CMM werden unterschiedlichen Themengebieten des Siemens Process Assessment zugeordnet. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse der Bewertung der Themengebiete im Siemens Process Assessment im Vergleich zu der Bewertung der Schlüsselprozesse im CMM zu berücksichtigen. Aufgrund dessen und aufgrund der Bewertung mit dem BOOTSTRAP-Algorithmus sind die Erfüllungsgrade anhand des CMM in Abbildung 16 und das Stärken-/Schwächenprofil nach dem Siemens Process Assessment in Abbildung 19 nicht direkt vergleichbar.

Reifegradstufe	CMM	SPA	Differenz
2	62 %	68 %	6 %
3	32 %	38 %	6 %
4	10 %	8 %	2 %
5	12 %	11 %	1 %

*Tabelle 2: Erfüllungsgrade des V-Modells nach Reifegradstufen anhand des CMM und anhand des Siemens Process Assessment im Vergleich*

Die Zuordnung der Fragen aus dem Siemens Process Assessment zu den Reifegradstufen ist gegenüber dem CMM unverändert. Die Erfüllungsgrade auf den Reifegradstufen sind somit unabhängig von der Zuordnung von Schlüsselaufgaben zu Themengebieten. So kann bei den Erfüllungsgraden für die Reifegradstufen (bei Beschränkung der Fragen im Siemens Process Assessment auf die zum CMM korrespondierenden Fragen, siehe Abschnitt 6.2.1) eine große Übereinstimmung in den Ergebnissen festgestellt werden. Die maximale Abweichung beträgt 6 Prozentpunkte. Die genauen Zahlen enthält Tabelle 2. Auch der Verlauf über die Reifegradstufen ist sehr ähnlich, wie ein Vergleich von Abbildung 18 und Abbildung 20 zeigt.

### 6.3.4 Eignung der Basis für die Bewertung

Die in Abschnitt 3.2.1 beschriebene Verwendung der Schlüsselaufgaben des CMM als Grundlage für die Bewertung erwies sich als sehr hilfreich. Auf diese Weise konnten nicht

nur alle Details des Referenzmodells CMM erfaßt werden, sondern es wurde auch die Struktur und die Philosophie des CMM deutlich. Außerdem konnten so kulturelle Unterschiede erkannt werden. Bei einer Bewertung allein aufgrund eines Fragenkatalogs wäre dies vermutlich nicht möglich gewesen.

Als nachteilig bei einer Bewertung anhand der Schlüsselaufgaben des CMM sind der hohe Zeitaufwand und die Fülle der anfallenden Daten einzustufen.

Wie der vorhergehende Abschnitt zeigt, kamen die Bewertung anhand der Schlüsselaufgaben des CMM und die Bewertung anhand der Fragen des Siemens Process Assessment Questionnaire (bei Beschränkung auf die zum CMM korrespondierenden Fragen, siehe Abschnitt 6.2.1) zu vergleichbaren Ergebnissen im Hinblick auf die Stärken und Schwächen des V-Modells und die Erfüllungsgrade auf den verschiedenen Reifegradstufen.

Für die Identifizierung von Stärken und Schwächen sowie die zahlenmäßige Bewertung eines Prozeßmodells im Rahmen der täglichen Arbeit eines erfahrenen Assessors erscheint daher ein Fragebogen als Werkzeug für die Bewertung geeigneter als die direkte Verwendung des Referenzmodells. Soll jedoch, z. B. in einer wissenschaftlichen Arbeit wie dieser, nicht nur eine Bewertung, sondern auch eine grundsätzliche Gegenüberstellung von zwei Modellen mit ihren Eigenschaften erfolgen, dann ist die Verwendung der Modelle im Originaltext unumgänglich. Nicht zuletzt ermöglicht die direkte Arbeit mit den Modellen einem Bearbeiter ohne oder mit nur geringen Vorkenntnissen, ein besseres Verständnis der Modelle zu entwickeln.



## 7 Ansätze für Verbesserungsmaßnahmen im V-Modell

In den Kapiteln 4 und 5 wurden verschiedene Defizite des V-Modells festgestellt. In diesem Kapitel werden Ansätze für Verbesserungsmaßnahmen aufgezeigt. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Gegenüberstellung und Bewertung des V-Modells aus der Sicht des CMM. Daher können hier nur Konzepte für Verbesserungsmaßnahmen dargestellt und an einzelnen Beispielen erläutert werden. Eine detaillierte Ausarbeitung von Verbesserungsvorschlägen muß einer eigenen Arbeit vorbehalten bleiben.

Zunächst wird untersucht, welche Unterstützung für das V-Modell als definierter und gepflegter Standard zur Verfügung steht und wie sich diese Unterstützung auf die Bewertung auswirkt. Anschließend werden verschiedene Erweiterungsmöglichkeiten des V-Modells betrachtet.

### 7.1 Das V-Modell als definierter und gepflegter Standard

Bei der Bewertung in Kapitel 5 wurden ausschließlich die Dokumente [AU250/1a, AU250/2a, AU250/3, AU251, AU252] des V-Modells zugrundegelegt. In diesem Abschnitt wird zunächst betrachtet, wie der Standard V-Modell definiert, gepflegt und unterstützt wird. Anschließend wird untersucht, welchen Beitrag diese Tätigkeiten zur Erfüllung der Anforderungen des CMM leisten kann.

#### 7.1.1 Definition, Pflege und Unterstützung des V-Modells

Die IABG bietet auf ihren Seiten im World Wide Web [IABG2] umfangreiche Informationen und Unterstützung zum V-Modell an. Neben allgemeinen Hinweisen und aktuellen Meldungen sind dort die Dokumente zum V-Modell in elektronischer Form, eine Sammlung von Fragen und Antworten zum V-Modell sowie ein Archiv der Mailingliste zum V-Modell zu finden. Betrieben wird die Mailingliste zum V-Modell ebenfalls von der IABG.

Die Anwendervereinigung zum V-Modell, ANSSTAND e. V., organisiert einen jährlichen Erfahrungsaustausch für Anwender und Interessenten des V-Modells. Außerdem werden Lehrveranstaltungen zum V-Modell begutachtet und die Ausrichtung von Werkzeugen am V-Modell bewertet und bestätigt [Heu98].

Die Beteiligung der Anwender an der Entwicklung und Pflege des V-Modells wird durch die Änderungskonferenz gewährleistet. Industrie- und Behördenvertreter bearbeiten in dieser in etwa jährlichem Turnus stattfindenden Veranstaltung alle eingehenden Problemmeldungen und Änderungsanträge [AU250kurz]. Das Vorgehen bei der Bearbeitung der Problemmeldungen und Änderungsanträge zeigt Abbildung 21. Für das V-Modell wird ein Änderungszyklus von etwa 5 Jahren angestrebt. Kürzere Änderungszyklen würden zu organisatorischen Problemen sowie zu Problemen mit der Nutzerakzeptanz führen [IABG1].

Schulungen zum V-Modell werden von zahlreichen Anbietern abgehalten. Eine Liste mit Anbietern ist in [IABG1] zu finden.



füllt, die sich auf Verbesserungsvorschläge bezieht (IM.AC.08.01). Der Einfluß auf die Gesamtbewertung des Schlüsselprozessen zum organisationsweiten Schulungsprogramm liegt unter 10 Prozentpunkten, beim Schlüsselprozeß zum integrierten Softwaremanagement ist nur ein marginaler Einfluß auf die Gesamtbewertung festzustellen.

Eine Verbesserung der Bewertung ist auch bei den Schlüsselprozessen zur Identifikation und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen festzustellen. Während einige Forderungen zur Analyse von Verbesserungsvorschlägen und der Benachrichtigung der Initiatoren erfüllt werden, ist weder eine quantitative Abschätzung der Folgen der Verbesserungsvorschläge noch eine Pilotierung vorgesehen. Für eine detailliertere Bewertung der Auswirkungen auf diese Schlüsselprozesse liegen nicht genügend Informationen über das genaue Vorgehen der Änderungskonferenz und die anschließende Umsetzung der Maßnahmen vor.

## 7.2 Erweiterungsmöglichkeiten für das V-Modell

Die klare Strukturierung des V-Modells in Aktivitäten, Produkte und Submodelle zusammen mit den Ergänzungen in der Handbuchsammlung, der Methodenzuordnung und den funktionalen Werkzeuganforderungen bietet einen guten Rahmen für Erweiterungsmöglichkeiten. Diese wurden auch schon von Anwendern genutzt. So hat die Siemens AG den Entwicklungsprozeß im ehemaligen Bereich der Sicherheitstechnik (jetzt in die DaimlerChrysler Aerospace AG, DASA, integriert) einen Entwicklungsprozeß auf der Basis des V-Modells 92 eingeführt und dabei neben anderen Erweiterungen je ein zusätzliches Submodell für Hardware und Logistik definiert [PEP]. In [ABD+99] schlagen die Autoren verschiedene Erweiterungen des V-Modells vor, die die komponentenbasierte Softwareentwicklung unterstützen sollen.

Für die Behebung von Defiziten aus der Sicht des CMM durch Erweiterungen des V-Modells gibt es im wesentlichen drei Möglichkeiten:

1. Ergänzungen der bestehenden Aktivitäten-, Produktmuster- und Rollenbeschreibungen.

Viele Defizite aus der Sicht des CMM können einfach behoben werden, indem die bestehenden Aktivitäten, Produktmuster oder Rollen angepaßt werden. So kann z. B. das Produktmuster zum Prüfplan analog zu den zu prüfenden Produkten auch eine Liste von zu prüfenden Aktivitäten aufnehmen. Damit kann den Anforderungen des CMM zur Prozeßprüfung entsprochen werden.

Diese Möglichkeit stellt die einfachste Erweiterungsmöglichkeit dar und sollte genutzt werden, wenn der Textumfang der bestehenden Aktivitäten, Produktmuster und Rollen dadurch nicht zu sehr ansteigt.

2. Ergänzungen von zusätzlichen Aktivitäten, Produktmustern und Rollen innerhalb der bestehenden Submodelle.

Einige Themen des CMM sind im V-Modell zwar angesprochen, werden aber nicht ausführlich genug behandelt. Andere Themen werden gar nicht behandelt. Im zweiten Fall sind neue Aktivitäten, Produktmuster oder Rollen erforderlich, wenn die Thematik zwar in die bestehenden Submodelle, nicht aber in die bestehenden Aktivitäten, Produktmuster oder Rollen paßt. Im ersten Fall können neue Aktivitäten, Produktmuster oder Rollen notwendig werden, um zu hohe Komplexität in den bestehenden Beschreibungen zu vermeiden.

So könnte die Hauptaktivität Vergabe/Beschaffung (PM 2) in zwei oder mehr Teile aufgespalten werden (z. B. Teilaktivitäten), die eine ausführlichere Beschreibung der Auswertung von Angeboten und des eigentlichen Vertragsabschlusses im Sinne des Lieferantenmanagements im CMM beinhalten. Ein weiteres Beispiel ist die Ergänzung von Teilakti-

vitäten in den Hauptaktivitäten des Submodells SE, die dann jeweils eine Eingangsprüfung der Produkte der vorhergehenden Hauptaktivitäten beinhalten (siehe Abschnitt 5.2.11).

### 3. Ergänzung neuer Submodelle.

Projektübergreifende Aspekte werden im V-Modell kaum geregelt – es ist ein Standard zur Projektabwicklung. Um die bestehende Struktur nicht zu sehr zu verändern, wird vorgeschlagen, solche Aspekte in einem oder mehreren neuen Submodellen zusammenzufassen.

Ein Submodell könnte z. B. die organisationsweiten Aktivitäten zur Prozeßdefinition, -pflege, -bewertung und -verbesserung aufnehmen. Die bestehenden Submodelle wären zusätzlich so zu ergänzen, daß eine geeignete Zusammenarbeit mit dem neuen Submodell gewährleistet ist. Dies beträfe im genannten Beispiel u. a. Beiträge der Projekte zu einer organisationsweiten Metrikdatenbank oder das Einreichen von Verbesserungsvorschlägen.

In welchem Umfang ein Standard, der vornehmlich für die Projektabwicklung gedacht ist und als solcher häufig auch Vertragsbestandteil wird, projektübergreifende Regelungen enthalten sollte, muß sorgfältig geklärt werden. Der Grund ist, daß sich die Effizienzvorteile, die aus projektübergreifenden Regelungen resultieren, erst im Laufe mehrerer Projekte einstellen.

So bietet es sich an, die projektspezifischen Regelungen wie bisher in einem Satz von Dokumenten zusammenzufassen, die im Bereich der Bundesbehörden immer Vertragsbestandteil werden, unabhängig davon, ob es sich um eine einmalige oder wiederkehrende Zusammenarbeit zwischen der jeweiligen Bundesbehörde und der entwickelnden Organisation handelt. Projektübergreifende Aspekte wären dann in einem eigenen Satz von Dokumenten enthalten. Die Anwendung dieser Regelungen wäre dann nur bei mehrfacher Zusammenarbeit zwischen Behörde und Organisation in einem Rahmenvertrag zu vereinbaren. Damit ist sichergestellt, daß der Umfang des bestehenden Regelwerks nicht unnötig zunimmt, andererseits aber langfristig Effizienzgewinne erzielt werden können.

Eine weitere Möglichkeit stellt die Aufnahme dieser Ergänzungen im Rahmen einer organisationspezifischen Adaption des V-Modells dar. Auch damit kann der Entwicklungsprozeß der Organisation aus der Sicht des CMM gegenüber dem Original-V-Modell verbessert werden. Dabei kann ggf. auch von den Strukturelementen des V-Modells abgewichen werden, z. B. bei organisationsweiten Regelungen. Bei verpflichtender Anwendung des V-Modells ist die Konformität zum Original-V-Modell zu gewährleisten.

Bei allen Erweiterungen des V-Modells sollte darauf geachtet werden, daß die Bemühungen der Autoren des V-Modells, einen „Lean-Standard“ zu schaffen [Drö98], nicht konterkariert werden. Für die Erweiterungen sollte die Devise „so viel wie nötig, so wenig wie möglich“ gelten. Ein zu umfangreiches Prozeßmodell ist für die Mitarbeiter schwer handhabbar. Andererseits muß ein Prozeßmodell die Arbeiten so detailliert beschreiben, daß es eine Hilfe bei der täglichen Arbeit darstellt.

## 8 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde das V-Modell 97 einer detaillierten Bewertung anhand des Drafts C für die Version 2.0 des Capability Maturity Models für Software unterzogen.

Es wurden Stärken des V-Modells in der Projektabwicklung und Schwächen bei projektübergreifenden Anforderungen identifiziert. Diese sind auf die Ausrichtung des V-Modells auf die Projektabwicklung zurückzuführen. Schwächen zeigten sich außerdem beim Lieferantenmanagement und der Kommunikation im Projekt. Anforderungen auf den Stufen 4 und 5 des SW-CMM werden vom V-Modell nur in geringem Maß erfüllt.

Mit dem Bewertungsalgorithmus aus dem CMM Appraisal Framework wurde der Reifegrad 1 für das V-Modell ermittelt. Dies gibt die tatsächlichen Verhältnisse jedoch nicht wieder. Das V-Modell ermöglicht eine wiederholbare, erfolgreiche Projektabwicklung. Unterstützung für projektübergreifende Tätigkeiten enthält es dagegen kaum. Ein Reifegrad von 2 ist daher für das V-Modell angemessen. Frühere (nicht so detaillierte) Ergebnisse für das V-Modell 92 und die Version 1 des SW-CMM konnten bestätigt werden.

Eine Validierung der Bewertung mit dem auf dem SW-CMM und dem BOOTSTRAP-Verfahren basierenden Siemens Process Assessment führte zu vergleichbaren Ergebnissen. Es wurde der Siemens-Level 2,0 für das V-Modell errechnet.

Im V-Modell sind keine Regelungen enthalten, die konträr zum SW-CMM sind. Aufgrund der klaren Strukturierung des V-Modells sind Erweiterungen möglich, durch die höhere Reifegrade im SW-CMM erreicht werden können. Ansätze dafür wurden aufgezeigt.

Vorgehen und Gliederung der Arbeit lehnen sich an eine typische Prozeßbewertung an.

Als Basis für die Bewertung wurden die Schlüsselaufgaben des SW-CMM gewählt. Bei der Gliederung der Bewertungen wurden die spezifischen Anforderungen in den Schlüsselprozessen berücksichtigt und Gemeinsamkeiten bei gleichartigen Aufgaben weitgehend ausgenutzt. Durch die Wahl der Schlüsselaufgaben als Basis der Bewertung wurden Vollständigkeit und ein hoher Detaillierungsgrad erreicht, es war aber auch eine Fülle von Daten zu bewältigen.

Eine wichtige Aufgabe in dieser Arbeit war daher die geeignete Aufbereitung der Daten. Eine Darstellung in Graphiken ermöglicht einen schnellen Überblick. Ein eigener Abschnitt beschreibt für jeden Schlüsselprozeß bzw. jede gleichartige Schlüsselaufgabe mit einer kurzen Zusammenfassung und einzelnen Feststellungen die wichtigsten Ergebnisse. Details wurden in den Anhang aufgenommen.

In dieser Arbeit wurde ausschließlich die Prozeßdokumentation des V-Modells verwendet. Eine Bewertung von Organisationen, die auf der Basis des V-Modells arbeiten, könnte daher weitere Erkenntnisse z. B. über die gelebte Praxis in V-Modell Projekten oder über die Einbettung des V-Modells in eine Gesamtorganisation liefern.

Andere Bewertungsverfahren setzen z. T. andere Schwerpunkte als das SW-CMM. So könnte z. B. eine Bewertung anhand des SE-CMM oder des SSE-CMM Aufschluß darüber geben, wie gut die Anforderungen an die Entwicklung von Systemen und Systemen für sicherheitskritische Anwendungen vom V-Modell erfüllt werden.

Schließlich können die Ergebnisse dieser Arbeit Ausgangspunkt für gezielte Verbesserungen des V-Modells im Sinne des SW-CMM sein. So könnten z. B. in einer weiteren Diplomarbeit die Ergebnisse dieser Arbeit verwendet werden, um konkrete Verbesserungsvorschläge für das V-Modell im Rahmen einer organisationspezifischen Anpassung oder in Form von Änderungsanträgen an die Änderungskonferenz zu entwickeln. An der Formulierung einer entsprechenden Themenstellung wird derzeit gearbeitet.



## Anhang



# A Ergänzende Abbildungen

## A.1 V-Modell

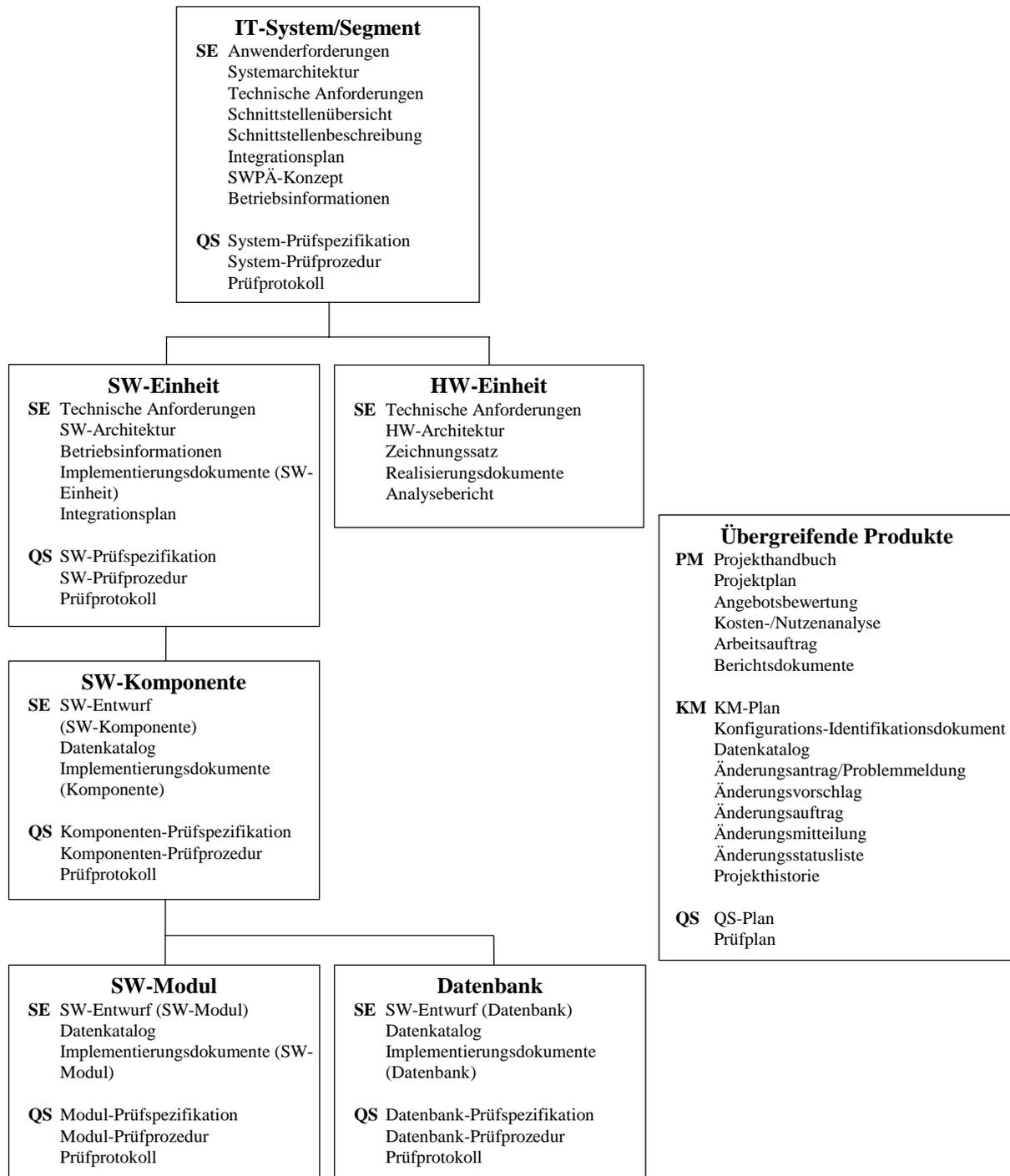


Abbildung 22: Produkte des V-Modells ([AU250/1a], S. 2-10)

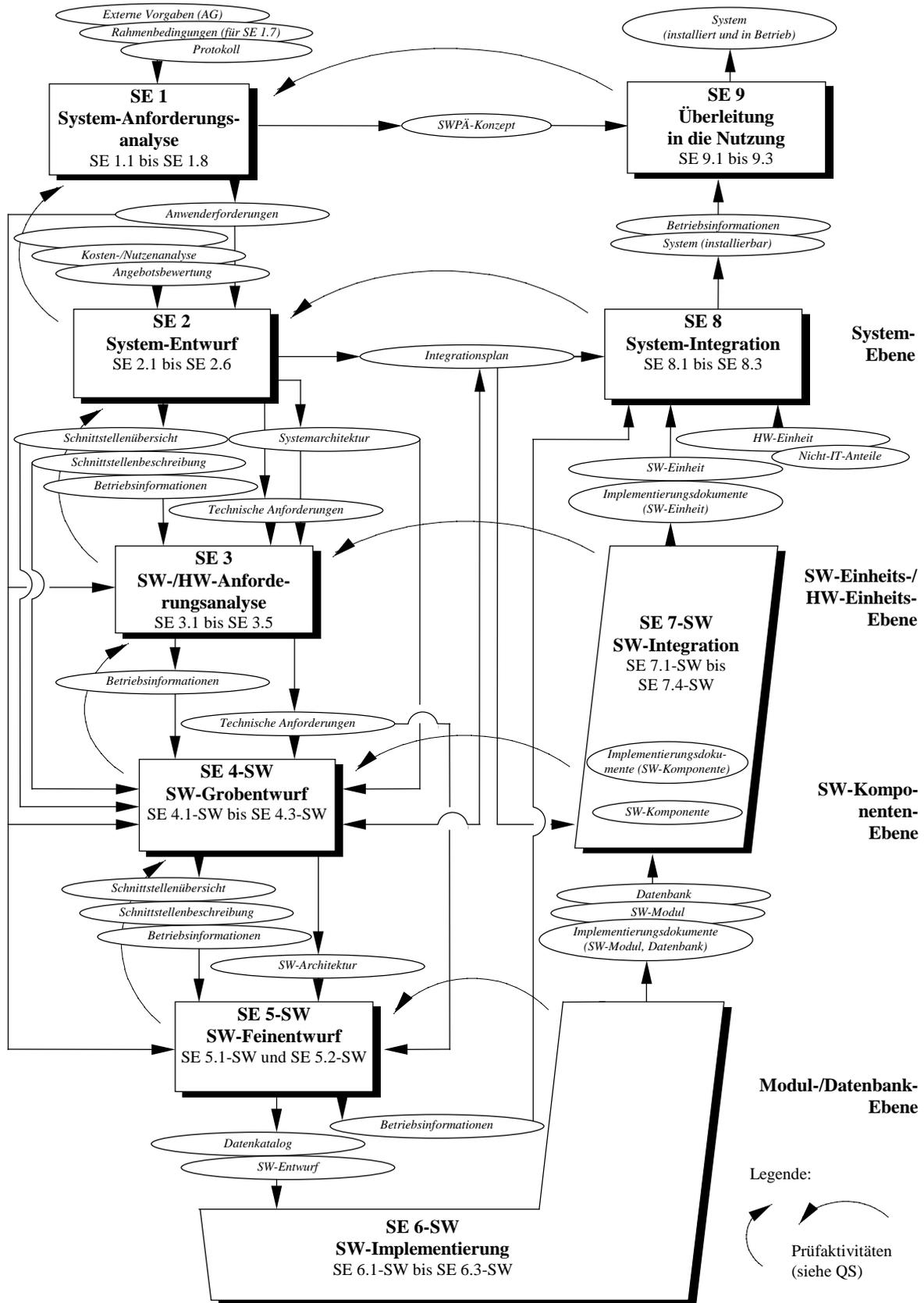


Abbildung 23: Submodell SE im Überblick ([AU250/1a], S. 4-50)

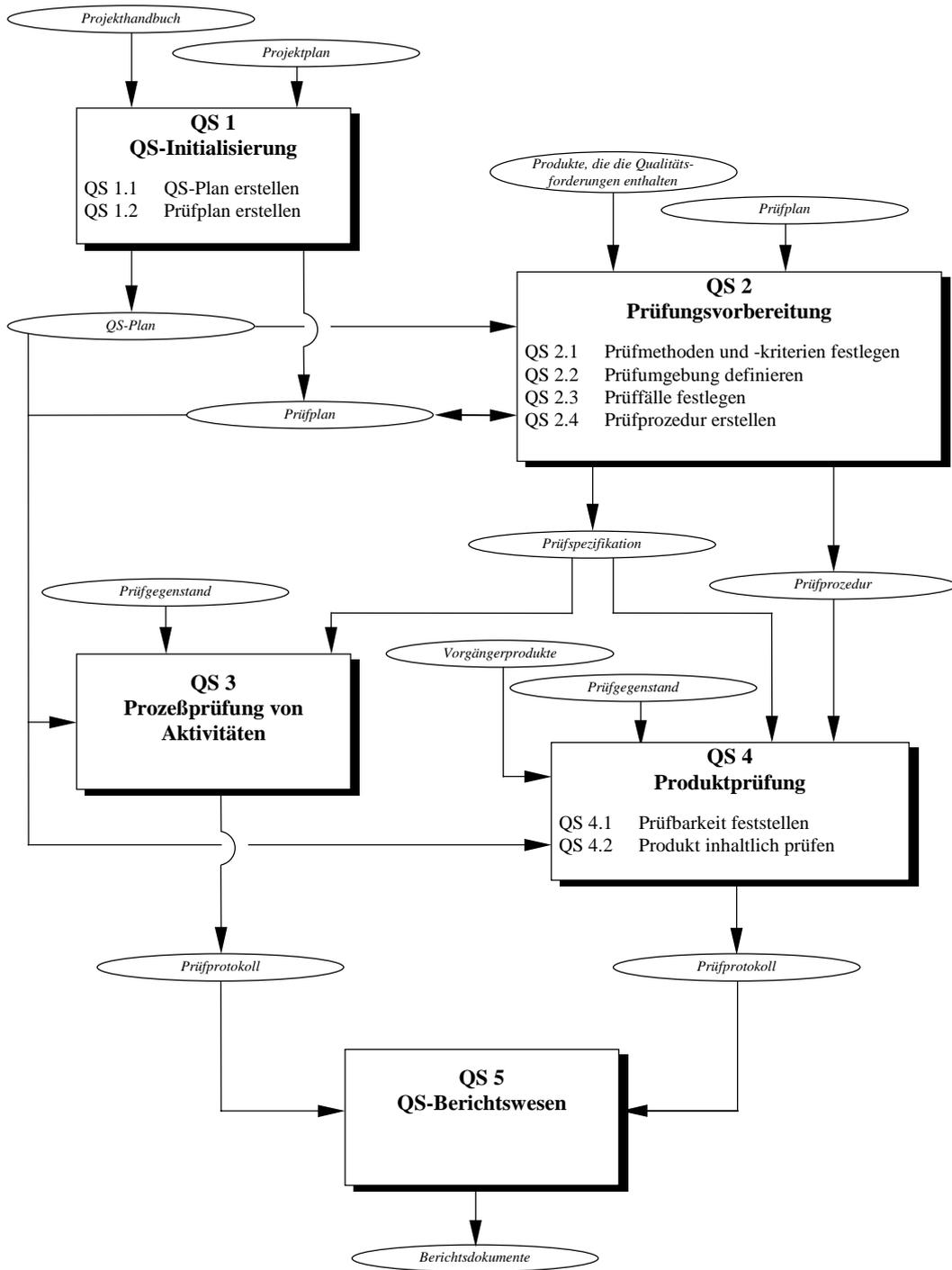


Abbildung 24: Submodell QS im Überblick ([AU250/1a], S. 5-18)

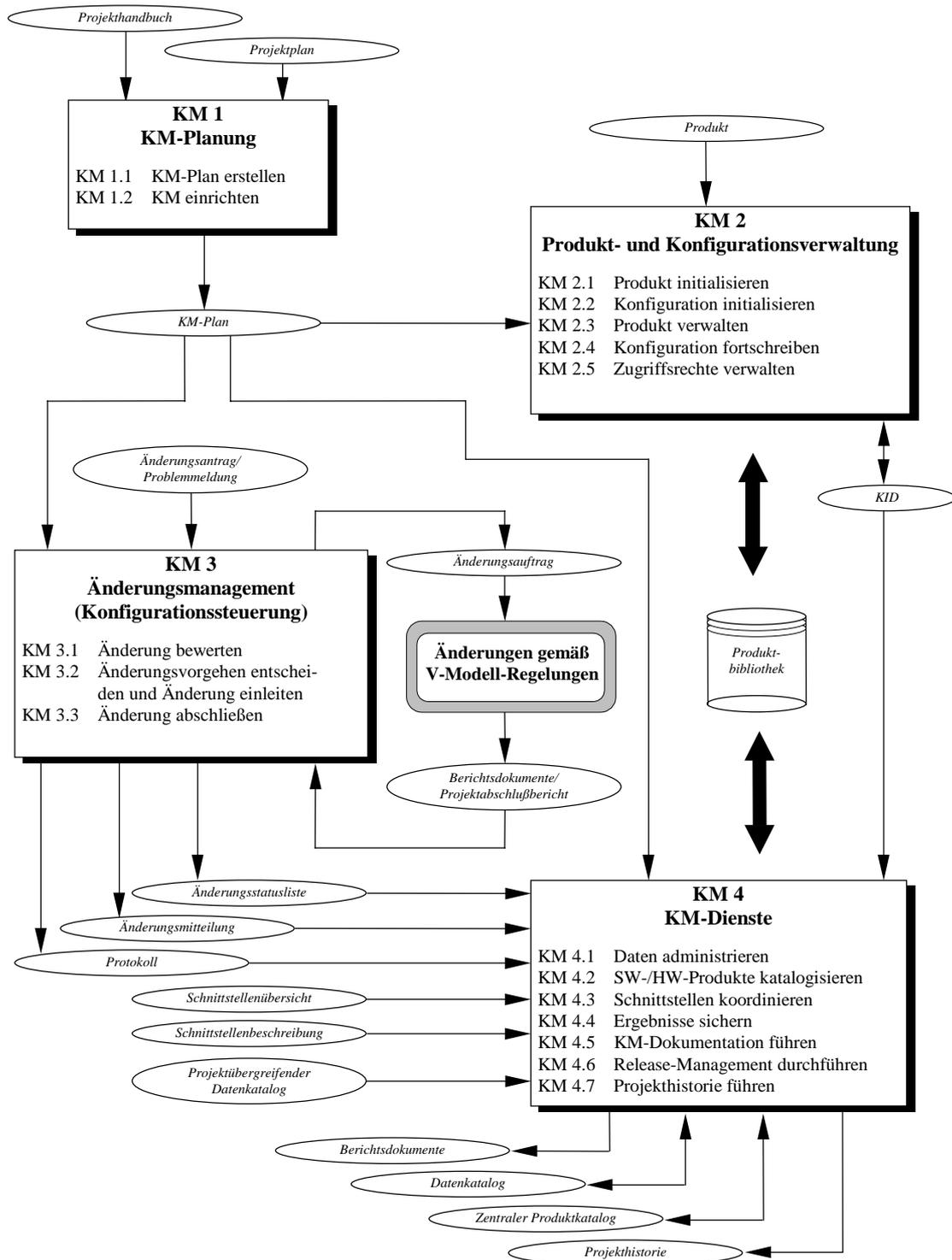


Abbildung 25: Submodell KM im Überblick ([AU250/1a], S. 6-22)

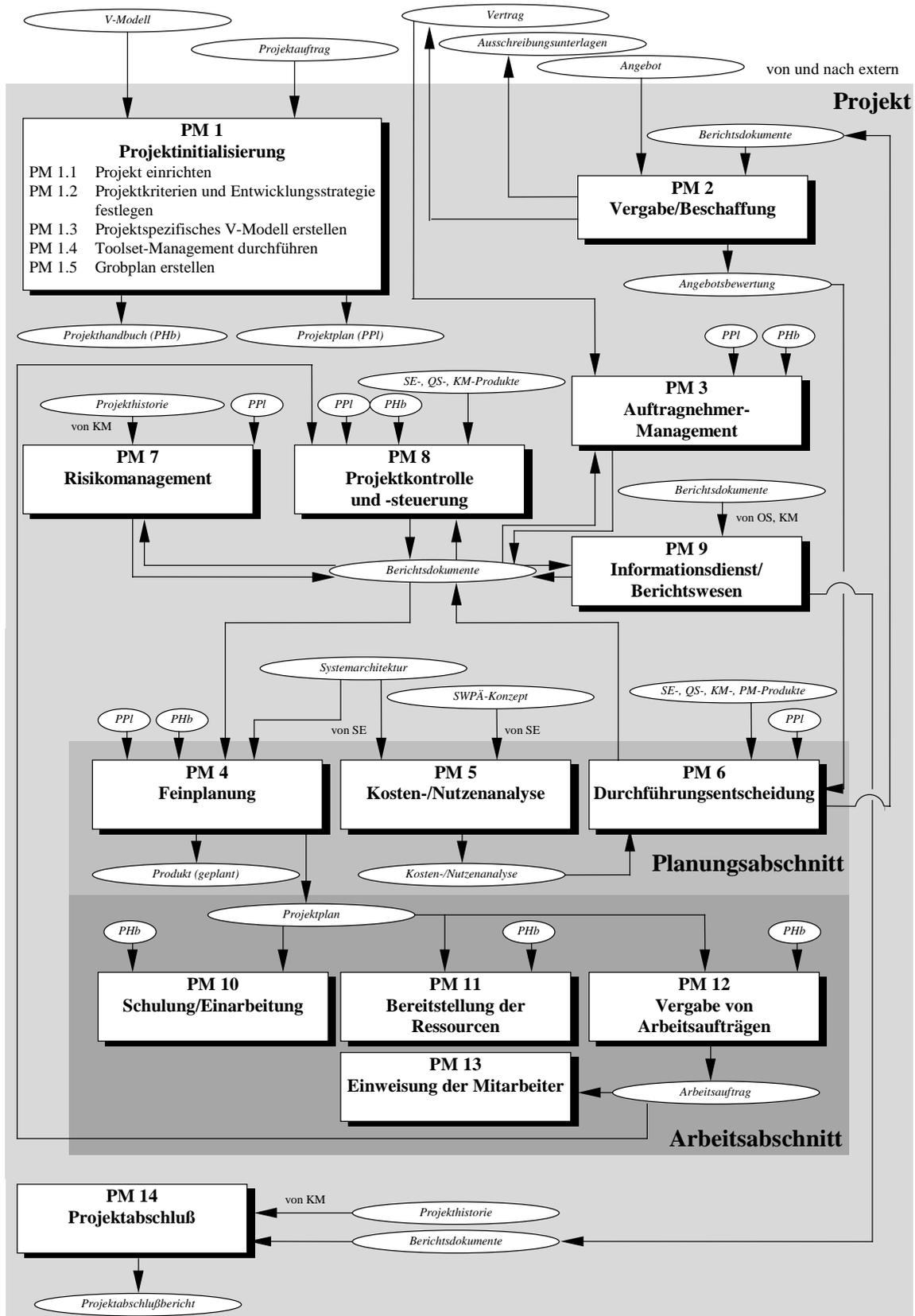


Abbildung 26: Submodell PM im Überblick ([AU250/1a], S. 7-26)

## A.2 CMM

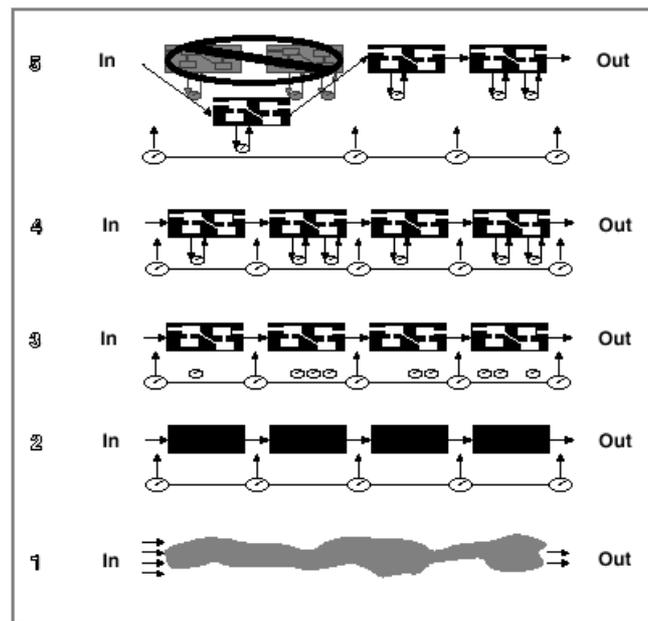


Abbildung 27: Zunehmende Transparenz des Entwicklungsprozesses ([PCC+93], S. 20)

**Erläuterung zu Abbildung 27:** Mit zunehmendem Reifegrad wird der Fortgang des Entwicklungsprozesses in einem Softwareprojekt für Außenstehende, z. B. das übergeordnete Management, transparenter. Auf Stufe 1 sind nur der Beginn und das Erreichen des Ziels von außen erkennbar – der Prozeß selbst ist für Außenstehende nicht durchschaubar, der Stand nicht einzuschätzen. Ein Prozeß auf Stufe 2 ist in Phasen strukturiert, an deren Ende Meilensteine einen gewissen Einblick ermöglichen. Die Phasen selbst sind nicht einsehbar. Auf Stufe 3 ist die Zerlegung der Phasen in Aktivitäten ersichtlich; die Standardisierung des Prozesses auf Organisationsebene und das dokumentierte Tailoring im Projekt ermöglichen dem übergeordneten Management, ein Verständnis für die Verhältnisse im Projekt zu entwickeln. Auf Stufe 4 werden im Projekt Metriken erhoben, die im Vergleich mit den Erfahrungswerten für die Prozesse der Organisation einen detaillierten, quantitativen Einblick in den Status des Projekts geben sowie gezielte und gesteuerte Eingriffe in den Prozeß möglich machen. Auf Stufe 5 können schließlich auch die Auswirkungen von Prozeß- und Technologieinnovationen auf ein Projekt im Vorhinein quantitativ abgeschätzt werden.

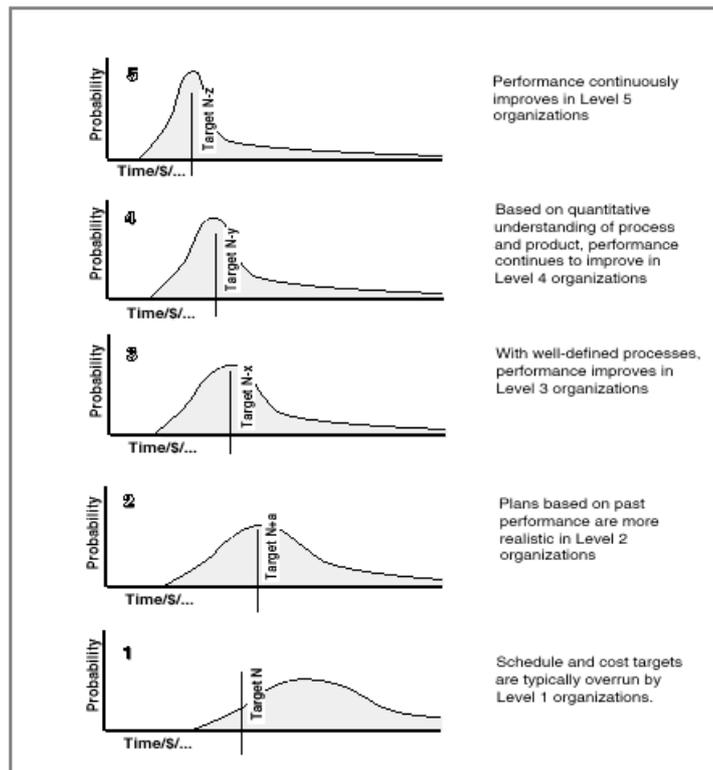


Abbildung 28: Veränderung von Vorhersagbarkeit, Schwankungsbreite und Effizienz des Entwicklungsprozesses ([PCC+93], S. 23)



## B Bewertungen - Details

### B.1 CMM

#### B.1.1 Aufbau der Tabellen

In den folgenden Tabellen werden die Elemente des V-Modells den Schlüsselaufgaben des CMM zugeordnet und die Erfüllung der Schlüsselaufgaben bewertet.

In den ersten beiden Spalten sind unter der gemeinsamen Überschrift **Schlüsselaufgabe** die Schlüsselaufgaben des CMM und ggf. ihre Teilaufgaben enthalten. Die Spalte **Kürzel** enthält die Nummern der Schlüsselaufgaben und ihrer Teilaufgaben wie sie in [SW-CMM2.0C] angegeben sind<sup>12</sup>. Die Kürzel sind in Abschnitt C.2 erläutert. Die Spalte **Text** gibt den Text der Schlüsselaufgaben und ihrer Teilaufgaben aus [SW-CMM2.0C] wieder; nicht mit angegeben sind Einschübe, Beispiele o. ä.<sup>13</sup>

Darauf folgt eine Gruppe von Spalten mit der Zuordnung der Elemente des V-Modells. Je nach Bedarf sind hier die **Aktivitäten**, **Produkte**, Handbücher aus der **Handbuchsammlung** und Methoden aus der **Methodenzuordnung** angegeben. Relevante Leistungskomplexe aus den funktionalen Werkzeuganforderungen werden ggf. bei den Bemerkungen (s. u.) aufgenommen. Um den Platzbedarf für den Tabellenkopf gering zu halten, wurden die in den Dokumenten des V-Modells üblichen Kürzel verwendet. Diese sind in Abschnitt C.1 erläutert. In den Feldern der Tabelle ist dann ein ausgefüllter Punkt (●) eingetragen, wenn das entsprechende Element des V-Modells zur *vollen* Erfüllung der Schlüsselaufgabe oder Teilaufgabe im CMM beiträgt. Ein nicht ausgefüllter Punkt (○) kennzeichnet einen Beitrag, wenn die Schlüsselaufgabe oder Teilaufgabe *nicht voll* erfüllt ist.

In der folgenden Gruppe von Spalten ist zu allen Teilaufgaben der **Erfüllungsgrad** in den vier Stufen **nicht erfüllt**, **teilweise erfüllt**, **im wesentlichen erfüllt** und **voll erfüllt** angegeben. Aus den Bewertungen der Teilaufgaben wurde dann jeweils eine Bewertung für jede Schlüsselaufgabe ermittelt (siehe dazu Abschnitt 3.2.4).

Die letzte Spalte bietet schließlich Platz für erläuternde **Bemerkungen**.

Bei den Bewertungen für ein festgelegtes Verfahren nach Abschnitt 5.1 sind der Erfüllungsgrad nach Schritt 1 durch ein „E“ und die Verteilung nach Schritt 2 durch ein „V“ in der Spalte Bemerkung gekennzeichnet.

Die Kopfzeilen der Tabellen sind **dunkelgrau** hinterlegt, die Zeilen der Schlüsselaufgaben **hellgrau**, die Zeilen der Teilaufgaben haben keinen farbigen Hintergrund.

---

<sup>12</sup> Inkonsistenzen in der Numerierung wurden dabei ggf. übernommen, um eine originalgetreue Zuordnung zu gewährleisten.

<sup>13</sup> Maßgeblich ist immer der Text aus den Originaldokumenten [SW-CMM2.0C], die Wiedergabe hier dient nur dem besseren Verständnis.

## B.1.2 Schlüsselprozesse

## B.1.2.1 Anforderungsmanagement

Kürzel	Text	Aktivitäten						Produkte			Erfüllungsgrad	Bemerkung	
		SE 2	OS 4	KM 2	KM 3	PM 6	PrSpez	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt			
RM.AC.02	Document the allocated requirements for the software project.										83%		
1	Deriving the allocated requirements from the system requirements for the project and from the statement of work for the software project.	●										●	
2	Reviewing and getting agreement with those affected on the allocated requirements.					○			●			keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management (ähnlich: PE.AC.02.09)	
3	Placing the statement of work under version control.		●									●	
4	Placing the system requirements and allocated requirements under configuration management.		●									●	ähnlich: PE.AC.02.10
RM.AC.03	Document changes to the allocated requirements for the software project.										67%		
1	Revising the allocated requirements as necessary.			●								●	identisch PE.AC.02.12
2	Assessing the impact of changes on existing commitments.			○					●				Auswirkungen untersuchen ja; Reviews nein
3	Negotiating changes that need to be made to the software plans, work products, and activities.			○					●				Pläne ja; Produkte und Aktivitäten kein negotiating (sondern veranlassen)
RM.AC.04	Ensure that the software project's plans, activities, and work products appropriately address the allocated requirements and changes to them.										67%		
1	Communicating changes in the allocated requirements to those affected.			●								●	
2	Reviewing the software project's plans, activities, and work products for consistency with the allocated requirements and changes to them.	○					○		●				SE-Produkte ja; Pläne und Aktivitäten nein

Tabelle 3: Bewertung des Anforderungsmanagements













Schüsselaufgabe		Aktivitäten											Produkte											Handbuchsammlung											Methodenzuordnung											Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	SE 3	SE 5	QS 1	QS 4	KM 1	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 6	PM 7	PM 8	PM 11	AFo	SysArc	TAnf	SwEnt	QPI	KPI	PHis	PHb	PPI	R	SZ	T	SIMU	SMOD	div.	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt											
1	Describing the software project's purpose, scope, goals, and objectives.											•															•													•									
2	Specifying the selected software life cycle model.											•															•													•									
3	Identifying or specifying the selected processes, standards, procedures, and methods.					•	•				•													•	•		•												•										
4	Specifying the work breakdown structure.										•		•															•											•										
5	Describing the plan for obtaining the needed training.																																				•		nicht vorgesehen										
6	Documenting the estimates of the planning parameters.	○	○	○							○		○							○	○	○															•		size: nein; effort and costs: PPI; critical computer resource utilization: Entwurfsdokumente, teilweise PPI; schedules: PPI										
7	Describing the plan for facilities needed by the software project.										•		•															•										•											
8	Documenting the software project risks.															•												•										•											
9	Reviewing and getting agreement with those affected on the software development plan.						○				○				○	○																					•	keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); PHb: PM 1.3, PPI: teilweise PM 1.5: die verantwortlichen Bearbeiter sollten ... hinzugezogen werden											
10	Placing the software development plan under version control.						•																															•											
11	Revising the software development plan as necessary.												•	•																								•											
PP.AC.15	Record software planning and replanning data.																												67%																				
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																															•	E: 60 %; V: 100 %																
1	Documenting the estimates and other planning data.									•																•											•												
2	Documenting the assumptions and rationale underlying the estimates and other planning data.																																			•	nicht vorgesehen												





Schlüsselaufgabe		Aktivitäten											Produkte					Methodenzuordnung		Erfüllungsgrad			Bemerkung				
Kürzel	Text	QS 4	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 3	PM 4	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 11	GPI	KPI	AA	PHis	PHb	PPI	Berichtsdokumente	REV	SIMU	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
3	Identifying significant deviations from the schedule in the software development plan.										●															●	
4	Evaluating the effects of late and early completions of software activities, milestones, and other commitments for impacts on future activities and milestones.																						●				nicht vorgesehen
5	Documenting the results of the comparison.										●										●					●	
PC.AC.08	Monitor software project risks.																					100%					
1	Periodically reviewing the documentation of the risks in context of the software project's current status and circumstances.										●															●	
2	Revising the priorities of risks and the documentation of the risks as necessary.										●								●							●	
3	Communicating risk status and actions to those affected.										●															●	
PC.AC.09	Monitor commitments met against those documented in the software development plan.																					60%					
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																								●	E: 50 %; V: 100 %	
1	Reviewing commitments (both external and internal) on a regular basis.						○				○														●	external: PM 3, PM 8; internal: PM 8 spricht nur von Projektfortschritt	
2	Identifying commitments which have not been satisfied or which are at significant risk of not being satisfied.										○														●	external: für Lieferanten: nein, für Kunde: in PM 8 angedeutet; internal: in PM 8 angedeutet	
3	Evaluating the effects of the deviations.																							●		nicht vorgesehen	
4	Documenting the results of the commitment review.						●				●										●					●	
PC.AC.10	Review the accomplishments and results of the software project at selected project milestones.																					83%					
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																								●	E: 80 %; V: 100 %	
1	Conducting the reviews at meaningful points in the software project's schedule, such as the completion of selected stages.					●													●							●	
2	Addressing the commitments, plans, status, and risks of the software project.										●											●				●	
3	Identifying significant issues.										●											●				●	
4	Evaluating the effects of the issues.																							●			nicht vorgesehen
5	Documenting the results of the review, action items, and decisions.										●										●					●	
PC.AC.11	Take corrective action as necessary when issues are identified or progress differs significantly from that planned.																					33%					
1	Determining and documenting the appropriate actions needed to address the identified issues and deviation from the software development plan.										●											●				●	
2	Reviewing and getting agreement with those affected on the actions that will be taken.										○														●	keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management	
3	Negotiating changes to internal and external commitments.																							●			nicht vorgesehen
4	Tracking the identified actions to closure.																							●			nicht vorgesehen

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten											Produkte					Methodenzuordnung		Erfüllungsgrad			Bemerkung							
Kürzel	Text	QS 4	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 3	PM 4	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 11	QPI	KPI	AA	PHis	PHb	PPI	Berichtsdokumente	REV	SIMU	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt				
PC.AC.12	Revise the software development plan to reflect accomplishments, progress, changes, and corrective actions as appropriate.																											100%		
								•		•																			•	
PC.AC.13	Record measures collected and used in controlling the software project.																											80%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																												•	E: 75 %; V: 100 %
1	Recording progress measures and comparing them to estimates and plans.				•												•												•	
2	Documenting associated contextual information to understand the measures.				•												•												•	
3	Placing the software project control measures under version control.	•																											•	
4	Archiving the software project control measures for use by ongoing and future projects.																								•					nicht vorgesehen, ähnlich: PC.AC.15.05

Tabelle 5: Bewertung der Projektplanung

### B.1.2.4 Lieferantenmanagement

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten											Produkte					Handbuchsammlung		Erfüllungsgrad			Bemerkung							
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	QS 1	QS 4	KM 2	KM 3	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 7	AFo	SysArc	TAnf	QPI	PrSpez	PIProt	AnBew	SZ	UMF	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt				
SM.AC.02	Determine the software acquisition needs for the software project.																											53%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																									•			•	E: 58 %; V: 60 %
1	Analyzing the software project's plans and the allocated requirements to identify software that will be acquired.	•									•																		•	
2	Selecting the acquisition option for the software.																									•				nicht vorgesehen
3	Identifying potential suppliers for the software.	•						•																					•	
4	Reviewing and getting agreement with those affected on the software to be acquired, the selected acquisition option, and the potential suppliers.																									•				keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management; software to be acquired: ja; selected acquisition option: nein; potential suppliers: ja
SM.AC.03	Establish and maintain the requirements for the acquired software.																											62%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																								•				•	E: 72 %; V: 43 %
1	Identifying the allocated requirements that will be satisfied by the acquired software.	•									•						•												•	indirekt über Kette Anforderungszuordnung und Realisierbarkeitsuntersuchung

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten														Produkte							Handbuchsammlung		Erfüllungsgrad			Bemerkung				
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	QS 1	QS 4	KM 2	KM 3	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 7	AFo	SysArc	TAnf	QPI	PrSpez	PrProt	AnBew	SZ	UMF	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt						
2	Defining the total support needed for the acquired software throughout the project's life cycle.																														nicht vorgesehen	
3	Documenting the requirements for the acquired software.	•	•					•							•		•					•	•						•		AnBew i. V. m. SZ "Die Anforderungen bilden die Basis für den in PM zu erstellenden Kriterienkatalog zur Auswahl geeigneter Fertigprodukte."	
4	Reviewing and getting agreement with those affected on the requirements for the acquired software.													○														•			keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management	
5	Placing the requirements for the acquired software under version control.					•																								•		
6	Revising the requirements for the acquired software as necessary.							•																						•		
SM.AC.04	Select off-the-shelf software products to satisfy the software project's needs.																					74%										
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																													•	E: 75 %; V: 50 %	
1	Evaluating candidate software products against the associated requirements.	○						○														○								•	Funktionalität, Garantie ja, Support nein	
2	Evaluating the impact of candidate software products on the software project's plans and commitments.												○																	•	Kosten/Aufwand ja, künftige Versionen nein	
3	Assessing the suppliers' past performance and ability to deliver.							○														○								•	nur als weitere Bewertungsmöglichkeit bei vergleichbarer Wirtschaftlichkeit erwähnt	
4	Selecting the off-the-shelf software product to be acquired.													•																•		
5	Establishing and maintaining the supplier agreement.							•	•																						•	
6	Reviewing and getting agreement with those affected on the selected off-the shelf software product and the supplier agreement.													○															•		keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management; selected off-the shelf product: ja; supplier agreement: nein	
7	Revising the software project's plans and commitments as necessary.													•																•		
8	Identifying risks associated with the selected off-the shelf software product and the supplier agreement.																													•		
SM.AC.05	Select software contractors based on an evaluation of their ability to meet the specified software requirements.																					43%										
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																													•	E: 48 %; 86 %	
1	Distributing the request for proposal and requirements for the acquired software to potential bidders.							•																						•		
2	Evaluating the proposals submitted by the bidders.							○														○								•	review ... complete, comprehensive: ja; ... realistic: nur bei wirtschaftlicher Gleichwertigkeit; score: ja; risks: nein	
3	Evaluating the bidders' ability to perform the work defined in their proposals.							○														○								•	prior experience: ja; prior performance: nur bei wirtschaftlicher Gleichwertigkeit; software engineering/software management capabilities: ja; staff available: nein; available resources: ja	
4	Evaluating the software project's ability to work with the bidders effectively.							○														○								•	effectively manage: nein; effectively coordinate: nur räumliche Entfernung und nur bei wirtschaftlicher Gleichwertigkeit	



Schlüsselaufgabe		Aktivitäten														Produkte							Handbuchsammlung		Erfüllungsgrad			Bemerkung	
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	QS 1	QS 4	KM 2	KM 3	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 7	AfO	SysArc	TAnf	QPI	PrSpez	PrProt	AnBew	SZ	UMF	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt			
SM.AC.08	Review technical issues with the software supplier.																										0%	nicht vorgesehen	
1	Ensuring that those affected participate.																												
2	Providing the supplier with visibility into the needs and desires of the project's customer and end users, as appropriate.																												
3	Reviewing the supplier's technical activities.																												
4	Obtaining technical information on the supplier's software work products.																												
5	Providing appropriate technical information and support to the supplier.																												
6	Identifying, documenting, and tracking to closure action items.																												
7	Preparing and distributing to those affected a summary report for each review.																												
SM.AC.09	Review management issues with the software supplier.																											0%	nicht vorgesehen
1	Ensuring that those affected participate.																												
2	Reviewing the supplier's performance against the supplier agreement and other commitments.																												
3	Reviewing critical dependencies.																												
4	Reviewing project risks involving the supplier.																												
5	Identifying, documenting, and tracking to closure action items.																												
6	Preparing and distributing to the affected people a summary report for each review.																												
SM.AC.10	Periodically evaluate the performance of the software supplier.																											7%	
1	Evaluating the supplier's management and technical activities and work products against the supplier agreement and other documents.																												management and technical activities: nein; work products: ja
2	Developing recommendations based on the evaluation of the supplier.																												nicht vorgesehen
3	Reviewing the evaluation with the supplier as appropriate.																												nicht vorgesehen
4	Using the results of the evaluation to provide appropriate awards or penalties to the supplier.																												nicht vorgesehen
5	Documenting the results of the evaluations as input for future supplier selection.																												nicht vorgesehen
SM.AC.11	Conduct acceptance reviews and tests for the acquired software and associated work products prior to their being accepted.																											59%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																												E: 63 %; V: 60 %
1	Defining the acceptance criteria and procedures.																												
2	Reviewing and getting agreement with those affected on the acceptance criteria and procedures prior to the acceptance review or test.																												keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management
3	Verifying that the acquired software work products satisfies their requirements.																												
4	Verifying that the acquired software work products do not adversely affect the software project.																												nicht vorgesehen

Schlüsselauflage		Aktivitäten														Produkte							Handbuchsammlung		Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	QS 1	QS 4	KM 2	KM 3	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 7	AFo	SysArc	TAnf	QPI	PrSpez	PrProt	AnBew	SZ	UMF	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
5	Verifying that the non-technical commitments associated with the acquired software work product are satisfied.				○				○																●			Agreements: nein; supporting materials: ja
6	Documenting the results of the acceptance review or test.				●														●							●		
7	Establishing and getting supplier agreement on an action plan for any acquired software work products that do not pass their acceptance review or test.				○		○												○						●			establishing: ja; getting agreement: nein
8	Identifying, documenting, and tracking to closure action items.						●																			●		
SM.AC.12	Monitor the transition of the acquired software from the supplier to the software project.																						20%					
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																						●					E: 25 %; V: 100 %
1	Ensuring there are appropriate facilities to receive, store, and maintain the acquired software.																						●					nicht vorgesehen
2	Ensuring that appropriate training is provided for the people involved in the receiving, storing, and maintaining the acquired software.																						●					nicht vorgesehen
3	Placing the acquired software work products under configuration management.					●																				●		
4	Ensuring that storing, replicating, distributing, and using the acquired software is performed according to the terms and conditions specified in the supplier agreement or software license.																						●					nicht vorgesehen

Tabelle 6: Bewertung des Lieferantenmanagements

B.1.2.5 Qualitätssicherung

Schlüsselauflage		Aktivitäten					Produkte			Bemerkung		
Kürzel	Text	QS 3	QS 4	QS 5	KM 2	PM 9	PrProt	nicht erfüllt	teilweise erfüllt		im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
QA.AC.02	Objectively review designated software activities against the applicable requirements, process descriptions, standards, and procedures.								100%			
dp	This activity is typically described in a documented procedure.										●	E: 100 %; V: 100 %
1	Evaluating software activities against the project's applicable requirements, process descriptions, standards, and procedures.	●									●	
2	Identifying deviations.	●				●					●	

Kürzel	Text	Aktivitäten									Produkte			Erfüllungsgrad	Bemerkung
		QS 3	QS 4	QS 5	KM 2	PM 9	PrProt	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt				
QA.AC.03	Objectively review designated software work products against the applicable requirements and standards.													83%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.														E: 78 %; V: 100 %
1	Evaluating software work products against the project's applicable requirements and standards.	●													
2	Evaluating software products before they are delivered to the customer.	○										●			project's applicable requirements and standards ja; selected milestones teilweise (siehe [AU250/1a Abschnitt 3.5]); statistische Verfahren nicht vorgesehen
3	Identifying deviations.	●								●					
QA.AC.04	Periodically report results of the software quality assurance activities to those affected.													67%	
			○		○							●			QS 5 legt Schwerpunkt auf Analyse der Protokolle (und nicht Weitergabe der Ergebnisse nach Bedarf)
QA.AC.05	Resolve noncompliances identified in the software activities and work products in collaboration with the software staff and managers.													50%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.											●			E: 52 %; V: 67 %
1	Resolving deviations with the appropriate members of the software staff, software managers, software acquisition managers, or project manager, where possible.											●			Aktivitäten: nein; Produkte: gehen zurück zum zuständigen Submodell
2	Documenting noncompliances when deviations cannot be resolved locally.	●	●							●					
3	Escalating noncompliances that are not resolvable within the software project to the appropriate level of management, up to and including the senior manager designated to receive and act on noncompliances.											●			nicht vorgesehen
4	Periodically reviewing open non-compliances with the senior manager designated to receive and act on noncompliances.											●			nicht vorgesehen
5	Analyzing the noncompliances to see if there are any trends that can be identified and addressed.			●											
6	Placing the documentation of noncompliances under version control.				●										
7	Tracking noncompliances to closure.	●		●								●			Aktivitäten: nein; Produkte: Produktzustände i. V. m. erneuter Prüfung

Tabelle 7: Bewertung der Qualitätssicherung



Schlüsselaufgabe		Aktivitäten												Produkte						Erfüllungsgrad				Bemerkung
Kürzel	Text	QS 3	QS 4	KM 1	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 6	QPI	PrSpez	KPI	KID	AA	ÄStat	PHis	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt			
3	Performing reviews and/or regression tests to ensure that changes have not caused unintended effects on the software baselines.																	•					nicht vorgesehen	
4	Obtaining authorization from the SCCB before changed configuration items are entered into the software configuration library.																	•					nicht vorgesehen	
5	Recording changes and the reasons for the changes as appropriate.				•	•										•	•	•				•		
CM.AC.06	Build software baselines for internal use by the project and for delivery to the customer.																	100%						
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																				•	E: 100 %; V: 67 %		
1	Obtaining authorization from the SCCB before baselining configuration items.							•	•	•												•		
2	Building software baselines, only from configuration items in the software configuration library.			•																		•		
3	Documenting the versions of configuration items that are contained in a baseline.			•									•									•		
4	Making the current version of baselines readily available.			•																		•		
CM.AC.07	Establish and maintain records describing configuration items.																	100%						
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																					•		
1	Recording SCM actions in sufficient detail so that the content and status of each configuration item is known and previous versions can be recovered.			•	•								•	•								•		
2	Specifying the latest version of software baselines.			•									•									•		
3	Identifying the version of a configuration item that composes a particular software baseline.			•									•									•		
4	Describing the differences between successive software baselines.		•	•								•	•									•		
5	Revising the status and history (that is, changes and other actions) of each configuration item as necessary.			•	•								•	•								•		
CM.AC.08	Perform software configuration audits as appropriate.																	29%						
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																	•				•		
1	Assessing the integrity of software baselines.	•																				•		
2	Reviewing the structure and facilities of the software configuration library system.																	•				nicht vorgesehen		
3	Verifying the completeness and correctness of the software configuration library contents.																	•				nicht vorgesehen		
4	Verifying compliance with applicable SCM standards and procedures.	•									•	•										•		
5	Reporting the results of the audit to the project software manager and software quality assurance staff.																	•				nicht vorgesehen		
6	Tracking action items from the audit to closure.																	•				nicht vorgesehen		
CM.AC.09	Periodically report the results of software configuration management activities to those affected.																	100%						
				•																		•		

Tabelle 8: Bewertung des Konfigurationsmanagements

B.1.2.7 Organisationsweiter Prozeßfokus

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten	Produkte	Handbuchsammlung	Erfüllungsgrad	Bemerkung
OS.4	PrPI	UMF	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
PF.AC.02	Appraise the organization's software processes to identify strengths and weaknesses periodically and as needed.				0%	nicht vorgesehen
1	Defining the scope and schedule of the software process appraisal.					
2	Obtaining sponsorship of the software process appraisal from senior management.					
3	Planning the software process appraisal.					
4	Preparing for the software process appraisal.					
5	Conducting the software process appraisal.					
6	Reporting findings of the software process appraisal to those affected.					
PF.AC.03	Establish and maintain action plans to address the findings of the software process appraisals.				0%	nicht vorgesehen
1	Prioritizing the recommendations from the software process appraisal.					
2	Identifying actions to address the recommendations.					
3	Establishing process action teams to implement the actions.					
4	Documenting the action plans.					
5	Reviewing and getting agreement with those affected on the action plans.					
6	Revising the action plans as necessary.					
PF.AC.04	Coordinate implementation of software process action plans across the organization.				0%	nicht vorgesehen
1	Making the software process action plans readily available to those affected.					
2	Negotiating commitments among the process action teams and revising their action plans as necessary.					
3	Tracking progress and commitments against the action plans.					
4	Conducting joint technical reviews with the process action teams and others affected to monitor the progress and results of the software process improvement activities.					
5	Reviewing the activities and work products of the process action teams.					
6	Identifying, documenting, and tracking to closure issues in implementing the action plans.					
7	Communicating status, activities, plans, and results related to the implementation of the action plans to those affected.					
8	Ensuring that the results of implementing the action plans satisfy the software process improvement goals.					



B.1.2.8 Organisationsweite Definition von Standardprozessen

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten										Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	PM 1	PHis	PPI	BRH	ISO	SZ	T	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt			
PD.AC.02	Establish and maintain the organization's set of standard software processes.												37%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.											●		siehe Text	
1	Determining the software process-related needs of the organization and projects.				○	○							●	AU 250 /1 Vorbemerkungen, Behördenspezifische Ergänzungen	
2	Decomposing each standard software process into constituent process elements to the granularity needed to understand and describe the process.												●	Aktivitäten des V-Modells	
3	Specifying the critical attributes of each process element.												●	V-Modell	
4	Specifying the relationships of the process elements.												●	Produktfluß	
5	Adhering to the organization's software policies, process standards, and product standards applicable to the set of standard software processes.											●		nicht vorgesehen	
6	Conducting peer reviews of the organization's set of standard software processes.											●		siehe Text	
7	Placing the organization's set of standard software processes under configuration management.											●		siehe Text	
8	Revising the organization's set of standard software processes as necessary.											●		siehe Text	
PD.AC.03	Establish and maintain descriptions of the software life cycle models approved for use by the projects.												33%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.											●		siehe Text	
	Selecting software life cycle models for use by the projects based on the software process-related needs of the organization and projects.						●						●		
2	Documenting the software life cycle models approved for use by the projects.						●						●		
3	Conducting peer reviews of the descriptions of the software life cycle models.											●		siehe Text	
4	Placing the descriptions of the software life cycle models under configuration management.											●		siehe Text	
5	Revising the descriptions of the software life cycle models as necessary.											●		siehe Text	
PD.AC.04	Establish and maintain the tailoring guidelines for the organization's set of standard software processes.												43%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.											●		siehe Text	
1	Specifying the selection criteria and procedures for tailoring the organization's set of standard software processes.										●		●		
2	Specifying the standards for documenting the project's defined software process.										●		●		
3	Specifying the procedures for submitting and obtaining approval of waivers from the requirements of the organization's set of standard software processes.	●											●	PM 1.3: "Die Zustimmung des AG zum Projekthandbuch bedeutet damit auch die Zustimmung zu den vorgenommenen Streichungen und Textmodifikationen."	
4	Conducting peer reviews of the tailoring guidelines.											●		siehe Text	

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten							Erfüllungsgrad			Bemerkung	
Kürzel	Text	PM.1	PHis	PPI	BRH	ISO	SZ	T	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		voll erfüllt
5	Placing the tailoring guidelines under configuration management.								•				siehe Text
6	Revising the tailoring guidelines as necessary.								•				siehe Text
PD.AC.05	Establish and maintain the organization's software measurement database.										12%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.								•				siehe Text
1	Determining the organization's needs for storing, retrieving, and analyzing software measurements.								•				nicht vorgesehen
2	Defining a common set of measures for the organization's set of standard software processes.		○	○							•		nur für Aufwand, Termine, Umfang, Änderungen, Fehler (siehe PP.AC.05)
3	Designing and implementing the software measurement database, including the database structure and support environment.									•			LPM04.S0.1, LPM05.S0.1, LPM06.S0.1 deuten Existenz an
4	Conducting peer reviews of the measurement definitions and database.								•				siehe Text
5	Reviewing the data entered into the software measurement database to ensure the completeness, integrity, accuracy, and currency of the database contents.								•				nicht vorgesehen
6	Placing the measurement definitions under configuration management.								•				siehe Text
7	Placing the software measurement database under version control.								•				nicht vorgesehen
8	Ensuring that the contents of the software measurement database are not used inappropriately.								•				nicht vorgesehen
9	Making the contents of the software measurement database available for use by the organization and projects, as appropriate.									•			LPM05.S0.1 deutet Verfügbarkeit im Projekt an
10	Revising the definitions of common software measures and the software measurement database as necessary.								•				siehe Text
PD.AC.06	Establish and maintain the organization's library of software process related documentation.										7%		
dp	This activity is typically described in a documented procedure.								•				siehe Text
1	Designing and implementing the library of software process-related documentation, including the library structure and support environment to store and make available the documentation items.									•			LPM03.F.1 deutet Existenz an
2	Specifying the criteria for including documentation items in the library.								•				nicht vorgesehen
3	Specifying the procedures for storing and retrieving documentation items.								•				nicht vorgesehen
4	Entering the selected documentation items into the library and cataloging them for easy reference and retrieval.								•				nicht vorgesehen
5	Conducting peer reviews of the library of software process-related documentation.								•				siehe Text
6	Placing the library of software process-related documentation under version control.								•				siehe Text
7	Making the documentation items available for use by the organization and projects.								•				LPM03.F.1 deutet Verfügbarkeit im Projekt an

Schlüsselauflage		Aktivitäten	Handbuchsammlung					Erfüllungsgrad	Bemerkung				
Kürzel	Text	PM 1	PHis	PPI	BRH	ISO	SZ	T	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
8	Periodically reviewing the use of each documentation item and using the results to maintain the library contents.								●				nicht vorgesehen
9	Revising the library of software process-related documentation as necessary.								●				siehe Text

Tabelle 10: Bewertung der organisationsweiten Definition von Standardprozessen

### B.1.2.9 Organisationsweites Schulungsprogramm

Schlüsselauflage		Aktivitäten	Handbuchsammlung					Erfüllungsgrad	Bemerkung
Kürzel	Text	PM 10	R	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
TP.AC.02	Identify the software training needs of the organization.							13%	
dp	This activity will typically be documented in a written procedure.			●				E: 14 %; V: 100 %	
1	Analyzing the software training needs identified by software projects and support groups.			●				nicht vorgesehen	
2	Determining the roles and skills needed for the organization's set of standard software processes.		●				●		
3	Documenting the required software training needed to perform the roles in the organization's set of standard software processes.			●				nicht vorgesehen	
4	Analyzing the organization's strategic business objectives and software improvement plans to identify potential future software training needs.			●				nicht vorgesehen	
5	Documenting the strategic software training needs of the organization.			●				nicht vorgesehen	
6	Reviewing the strategic software training needs of the organization with affected parties.			●				nicht vorgesehen	
7	Documenting waiver procedures for required training.			●				nicht vorgesehen	
TP.AC.03	Determine the organizational training support needed to address the specific training needs of software projects and support groups.							17%	
dp	This activity will typically be documented in a written procedure.			●				E: 22 %; V: 100 %	
1	Identifying the specific training that is needed by each software project and support group (that is, training topics, schedule, and people needing the training).	●				●		training topics: ja; schedule: nein; people: ja	
2	Negotiating with the software projects and support groups on how their training needs will be satisfied.			●				nicht vorgesehen	

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten	Handbuchsammlung	Erfüllungsgrad			Bemerkung	
Kürzel	Text	PM 10	R	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
3	Documenting the commitments for providing training support to the software projects and support groups.			•				nicht vorgesehen
TP.AC.04	Establish and maintain software training materials that address the needs of the organization.					0%		nicht vorgesehen
dp	This activity will typically be documented in a written procedure.							
1	Selecting the appropriate vehicle for providing training.							
2	Determining whether to develop software training materials internally or acquire them externally.							
3	Obtaining software training materials.							
4	Conducting peer reviews of internally developed software training materials.							
5	Reviewing software training materials with those affected.							
6	Placing software training materials under version control.							
7	Describing the software training in the organization's training curriculum.							
8	Collecting, reviewing, and using evaluations and other feedback to revise and improve the training.							
9	Revising the training materials as necessary.							
TP.AC.05	Train people in the software skills needed to perform their roles.					50%		
1	Selecting the people who will receive the training.	•					•	
2	Scheduling the training.			•				nicht vorgesehen
3	Conducting the training.	•					•	
4	Tracking the training against the plan.			•				nicht vorgesehen
TP.AC.06	Establish and maintain training records for the organization.					0%		nicht vorgesehen
1	Keeping records of all students who successfully complete each training course or other approved training activity.							
2	Keeping records of all staff who have been waived from specific training.							
3	Keeping records of all students who successfully complete their designated required training.							
4	Making training records available to the appropriate people for consideration in assignments.							

Tabelle 11: Bewertung des organisationsweiten Schulungsprogramms

B.1.2.10 Integriertes Softwaremanagement

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten												Produkte				Handbuchsammlung				Methodenzuordnung				Erfüllungsgrad			Bemerkung							
Kürzel	Text	QS 1	KM 1	KM 2	KM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 10	PM 12	QPI	PHb	PHs	Berichtsdokumente diverse	R	SZ	T	diverse	NPT	SMOD	diverse	nicht erfüllt	teilweise erfüllt		im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt					
IM.AC.02	Establish and maintain the project's defined software process.																									79%										
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																																	E: 77 %; V: 89 %		
1	Selecting a software life cycle model from those available from the organization.					●																													●	
2	Selecting the standard software process from the organization's set of standard software processes that best fit the needs of the project.					●																													●	
3	Incorporating lessons learned from other current and historical software projects in the organization.																																		●	
4	Tailoring the project's defined software process from the organization's set of standard software processes and other process assets according to the tailoring guidelines.					●																													●	
5	Using artifacts from the organization's library of software process-related documentation as appropriate.					●													●																●	
6	Documenting the project's defined software process.					●													●																●	
7	Conducting peer reviews of the project's defined software process.																																		●	
8	Reviewing and getting agreement with those affected on the project's defined software process.						○						○																						●	
9	Placing the project's defined software process under version control.					●																													●	
10	Revising the project's defined software process as necessary.																																		●	
IM.AC.03	Ensure that the project's defined software process is appropriately reflected in the software development plan.																									75%										
1	Basing the activities for software estimating, planning, and control on the tasks and work products of the project's defined software process.					●																													●	
2	Incorporating definitions of measures and measurement activities for managing the software project.					○							○																						●	
3	Scheduling the tasks in a sequence that accounts for critical development factors and software project risks.					○							○																						●	
																																				Umfang und Komplexität: indirekt über SMOD und NPT/BALK, Bedeutung für Projekt: nein, Integration/Test: nein, Auftraggeber: PM 1.5, Risiken: PM 4

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten												Produkte				Handbuchsammlung				Methodenzuordnung				Erfüllungsgrad			Bemerkung						
Kürzel	Text	QS 1	KM 1	KM 2	KM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 10	PM 12	GPI	PrPI	PHis	PHb	Berichtsdokumente diverse	R	SZ	T	diverse	NPT	SMOD	diverse	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt				
4	Incorporating the plans for performing peer reviews on the work products of the project's defined software process.	•														•	•																•		
5	Establishing objective entry criteria to authorize the initiation of the tasks described in the work breakdown structure.																																•	Produktfluß stellt objektives Eintrittskriterium dar	
6	Establishing objective exit criteria to determine the completion of the tasks described in the work breakdown structure.																																•	Produktfluß stellt objektives Austrittskriterium dar	
7	Establishing external and internal commitments based on the plans for the tasks and work products of the project's defined software process.					•	•			•	•																						•		
8	Establishing measurable thresholds for the software project's planning parameters that will trigger investigation and appropriate actions.																											•						nicht vorgesehen	
IM.AC.04	Provide training needed to perform the project's defined software process.																										13%								
1	Identifying the training needed to perform the project's defined software process.																																•	nicht vorgesehen	
2	Assessing the training needs of the people assigned to the software project.													○																			•	PM 10 erwähnt Feststellung von Defiziten aber kein Vorgehen dafür	
3	Defining the training plans for the software project.																																•	nicht vorgesehen	
4	Negotiating the support that the organizational training group will provide.																																•	nicht vorgesehen	
5	Training software managers and staff as needed and planned.													○																			•	as needed ja, as planned nein	
IM.AC.05	Coordinate management of the software project with the management of the rest of the project and organization																										33%								
1	Planning and controlling the software project's activities and work products using the project's defined software process and software development plan.																																•	use defined criteria: nein; monitor activities: ja; track using thresholds: nein; manage commitments: ja	
2	Coordinating software project's activities with the other project functions	○	○			○																												•	Koordination außerhalb der Planung nicht vorgesehen; schlechte Erfüllung von IC läßt keine bessere Bewertung zu
3	Coordinating software process improvement activities with the rest of the organization																																•	nicht vorgesehen	
4	Using the organization's software measurement database in estimating and tracking the software project's planning parameters.					○																											•	nur als Möglichkeit in PM 1.5 angedeutet, um zu realistischen Plandaten zu gelangen	

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten												Produkte				Handbuchsammlung		Methodenzuordnung		Erfüllungsgrad			Bemerkung									
Kürzel	Text	QS 1	KM 1	KM 2	KM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 10	PM 12	GPI	PrPI	PHis	PHb	Berichtsdokumente diverse	R	SZ	T	diverse		NPT	SMOD	diverse	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
5	Using the organization's library of software process-related documentation measurement database to establish and implement the project's defined software process.					○															○				○			○		●			artifacts: Verwendung der Produktmuster, Handbuchsammlung und Methoden-zuordnung, lessons learned: nein. Ähnlich: IM.AC.02.05	
6	Collecting and analyzing the selected measures to manage the software project and support the organization's needs.											○																			●		nur für Aufwand, Termine, Umfang, Änderungen, Fehler (siehe PP.AC.05)	
7	Periodically reviewing and aligning the software project's performance with the current and projected needs and requirements of the organization, customer, and end users, as appropriate.											○																		●		organization/end user: nein, customer: ja		
IM.AC.06	Establish and maintain mitigation strategies for the software project risks.																59%																	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																													●		E: 58 %; V: 83 %		
1	Identifying and analyzing software project risks.											●																			●			
2	Determining which risks will be actively managed.											●																			●			
3	Developing risk mitigation strategies.											○																		●		PM 7 schreibt Festlegung von Maßnahmen vor, aber kein Vorgehen dafür		
4	Establishing milestones and thresholds for considering risk mitigation actions.																												●			nicht vorgesehen		
5	Conducting peer reviews of the risk mitigation strategies.																												●			nicht vorgesehen		
6	Reviewing and getting agreement with those affected on the risk mitigation strategies.											○																		●		keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management		
7	Placing risk mitigation strategies under version control.		●																												●			
8	Revising risk mitigation strategies as necessary.											●																				●		
IM.AC.07	Mitigate the software project risks.																100%																	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																														●		E: 100 %; V: 100 %	
1	Using the documented risk mitigation strategies to monitor the status of risks and mitigation strategies.											●																			●			
2	Implementing a risk mitigation strategy when a risk has a significant probability of becoming a problem.											●																			●			
3	Revising risk priorities and risk mitigation strategies as necessary											●																			●			
4	Communicating risk status and mitigation actions to those affected.											●		●							●										●			



Kürzel	Text	Aktivitäten																Produkte						Handbuchsammlung Methodenzuordnung		Erfüllungsgrad			Bemerkung						
		SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	SE 6	SE 8	SE 9	QS 2	QS 4	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 6	AFo	SysArc	TAnf	SwArc	SwEnt	PrPl	PrSpez	PrProz	PrProt	SZ	REV	T		div	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
6	Documenting the allocated requirements.	●														●	●	●																●	
7	Tracing the allocated requirements to the system requirements and documenting the traceability.	●															●																	●	
8	Conducting peer reviews of the allocated requirements.								●												●						●							●	
9	Reviewing and getting agreement with those affected on the allocated requirements.															○															●			keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management (ähnlich: RM.AC.02.02)	
10	Placing the allocated requirements under configuration management.									●																								●	ähnlich: RM.AC.02.04
11	Placing the traceability documentation for the allocated requirements under version control.									●																								●	
12	Revising the allocated requirements as necessary.											●																						●	identisch RM.AC.03.01
13	Informing those affected on a regular basis about the status and disposition of the customer requirements, the allocated requirements, and requirements changes.																												●						nicht vorgesehen
PE.AC.03	Develop and maintain the software requirements.																									76%									
1	Reviewing the allocated requirements to ensure that issues affecting the software requirements are identified and resolved.																														●			nicht vorgesehen	
2	Using effective methods to identify and derive the software requirements.	●	●	●	●																								●					●	
3	Documenting the critical decisions made in deriving the software requirements, including the rationale for the decisions.																													●					nicht vorgesehen
4	Identifying and documenting the methods for verifying and validating that each software requirement is satisfied.								●													●												●	
5	Documenting the software requirements.	●	●	●	●											●	●	●	●															●	
6	Tracing the software requirements to the allocated requirements and documenting the traceability.		●		●													●		●														●	
7	Conducting peer reviews of the software requirements.								●													●					●							●	
8	Reviewing and getting agreement with those affected on the software requirements.															○															●			keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management	













Kürzel	Schlüsselauflage	Aktivitäten								Produkte	Handbuchsammlung	Erfüllungsgrad			Bemerkung			
		SE 1	QS 1	QS 4	KM 1	PM 1	PM 4	PM 7	PM 8			PPI	R	nicht erfüllt		teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
3	Identifying requirements issues that cross functional boundaries.																	nicht vorgesehen
IC.AC.03	Participate with other project functions to coordinate technical activities.																	50%
1	Participating in the preparation of the system requirements, system architecture, and system design as appropriate.																	R: umgekehrt, Systemdesigner bis SE 3-SW, SW-Entwickler ab SE 4-SW
2	Reviewing the system requirements, system architecture, and system design.																	
3	Ensuring that the plans and processes of the project functions are appropriately compatible.																	Pläne: Beteiligung des Projektleiters an QS 1 und KM 1 sowie organisatorische Unterstellung von Teilprojekten; Prozesse: V-Modell
4	Participating in reviews of the activities and work products of other functions as appropriate.																	nicht vorgesehen
5	Developing joint recommendations and coordinating the actions to resolve misunderstandings and problems with the system requirements, system architecture, and system design.																	nicht vorgesehen
6	Identifying, assessing, and managing system-level and project interface risks.																	
IC.AC.04	Participate with other project functions to identify, negotiate, and track critical project coordination dependencies and commitments.																	33%
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																	E: 39 %; V: 80 %
1	Conducting technical reviews with other project functions periodically and as needed.																	nicht vorgesehen
2	Identifying each critical dependency.																	
3	Establishing need dates and plan dates for each critical dependency based on the project schedule.																	need dates: ja (spätester Endtermin), plan dates: nein
4	Reviewing and getting agreement on the commitments to address each critical dependency with the people responsible for providing the work product and the people receiving the work product.																	nur Terminplanung: PM 1.5 "die verantwortlichen Bearbeiter ... sollten ... hinzugezogen werden."
5	Documenting the critical dependencies and commitments.																	dependencies ja; commitments nein
6	Tracking the critical dependencies and commitments and taking corrective action as appropriate.																	effects ... are evaluated: nein; problems are resolved: ja; problems ... are escalated: nein
IC.AC.05	Ensure that work products produced to satisfy project coordination commitments meet the needs of the receiving functions.																	0%
1	Reviewing, demonstrating, or testing, as appropriate, each work product produced by other project functions.																	keine Eingangskontrolle für Produkte von anderen Teilprojekten mit Vertretern des eigenen Teilprojekts vorgesehen
2	Reviewing, demonstrating, or testing, as appropriate, each work product produced by the software project for other functions with representatives of the functions receiving the work product.																	keine Ausgangskontrolle für Produkte für andere Teilprojekte mit Vertretern des anderen Teilprojekts vorgesehen
3	Resolving issues related to the acceptance of the work products.																	Folge der Bewertung der vorhergehenden subpractices
IC.AC.06	Resolve project coordination issues with the project functions.																	0%
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																	E: 0 %; V: 100 %
1	Identifying and documenting issues.																	nicht vorgesehen

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten								Produkte	Handbuchsammlung	Erfüllungsgrad			Bemerkung	
Kürzel	Text	SE 1	QS 1	QS 4	KM 1	PM 1	PM 4	PM 7	PM 8	PPI	R	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
2	Resolving issues not resolvable with the project functions.											●				nicht vorgesehen
3	Escalating issues not resolvable with the functions to the appropriate managers.											●				nicht vorgesehen
4	Tracking the issues to closure.											●				nicht vorgesehen
5	Communicating with those affected on the status and resolution of the issues.											●				nicht vorgesehen

Tabelle 14: Bewertung der Koordination der Projektschnittstellen

B.1.2.13 Reviews

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten								Produkte	Methodenzuordnung	Erfüllungsgrad			Bemerkung	
Kürzel	Text	QS 1	QS 2	QS 4	QS 5	KM 2	PrPI	PrSpez	PrProt	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
PR.AC.02	Prepare for the peer reviews of the software work products.														93%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.														●	E: 92 %; V: 83 %
1	Determining what type of peer review will be conducted on identified work products.	●					●								●	
2	Establishing and maintaining entry and exit criteria for the peer review.		●				●								●	
3	Establishing and maintaining criteria for requiring a re-review of the software work product.	●					●								●	i. V. mit Übergang von "vorgelegt" zu "in Bearbeitung" und darauf folgendem erneutem QS-Zyklus
4	Establishing and maintaining checklists to ensure that the software work products are reviewed in a consistent manner.	○					○	○		○			●		●	modified: ja; review: PPI: QS nur bei strengen Qualifikationserfordernissen
5	Ensuring that the software work product satisfies the peer review entry criteria prior to distribution.		●												●	
6	Distributing the software work product to be reviewed and related information to the participants sufficiently in advance so they can adequately prepare for the peer review.									●					●	
7	Assigning roles for the peer review as appropriate.	●					●								●	
8	Preparing for the peer review by reviewing the software work product prior to the conduct of the peer review.									●					●	
PR.AC.03	Conduct peer reviews of the software work products.														86%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.														●	E: 83 %; V: 100 %
1	Performing the assigned roles in the peer review.	●													●	AU 250/1, Abschnitt 5.1.3









Schlüsselaufgabe		Aktivitäten		Produkte		Erfüllungsgrad		Bemerkung			
Kürzel	Text	KM 4	PM 1	PM 4	PHis	PHb	PPI	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
4	Placing the software process performance models under version control.										
5	Supporting the software projects' use of the software process performance models.										
6	Revising the software process performance models as necessary.										

Tabelle 17: Bewertung der organisationsweiten Prozeßmessung

### B.1.2.16 Statistische Prozeßsteuerung

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten		Produkte		Methodenzuordnung		Erfüllungsgrad		Bemerkung																	
Kürzel	Text	SE 1	QS 1	QS 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 7	PM 8	PM 9	Afo	GPL	PiPI	PiSpez	PiProz	PHis	PHb	PPI	BALK	EVV	TRDA	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
SP.AC.02	Establish and maintain the software project's goals for product quality and process performance.																									26%	
1	Identifying the software product quality and process performance needs and priorities of the organization, project, customer, and end users.	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>					<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						<input checked="" type="radio"/>	product quality: ja; process performance: Aufwand, Termine
2	Identifying how software product quality and process performance are to be measured.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>							<input checked="" type="radio"/>	product quality: ja; process performance: Aufwand, Termine, Umfang, Fehler, Änderungen
3	Defining and documenting product quality and process performance goals for the software project.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					<input type="radio"/>							<input type="radio"/>							<input checked="" type="radio"/>	product quality: ja; process performance: Aufwand, Termine
4	Deriving interim goals for each software life cycle stage as appropriate, to measure progress toward achieving those goals which cannot be measured until a future phase in the life cycle.																							<input checked="" type="radio"/>			nicht vorgesehen
5	Resolving conflicts among the software project's product quality and process performance goals (that is, one goal cannot be achieved without compromising another goal).	<input type="radio"/>							<input type="radio"/>			<input type="radio"/>														<input checked="" type="radio"/>	product quality: ja; process performance: Aufwand, Termine
6	Tracing the software project's product quality and process performance goals to their sources.	<input type="radio"/>										<input type="radio"/>														<input checked="" type="radio"/>	product quality: ja; process performance: nein
7	Managing risks associated with the software project's product quality and process performance goals.	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>		<input type="radio"/>																	<input checked="" type="radio"/>	product quality: ja; process performance: Aufwand, Termine
8	Defining and negotiating software product quality and process performance goals for software suppliers.																							<input checked="" type="radio"/>			nicht vorgesehen
9	Revising the goals for software work product quality and process performance as necessary.			<input type="radio"/>			<input type="radio"/>																		<input checked="" type="radio"/>		product quality: ja; process performance: Aufwand, Termine



Schlüsselaufgabe		Aktivitäten									Produkte					Methodenzuordnung				Erfüllungsgrad			Bemerkung				
Kürzel	Text	SE 1	QS 1	QS 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 7	PM 8	PM 9	AFo	GPL	PrPI	PrSpez	PrProz	PHis	PHb	PPI	BALK	EVV	TRDA		nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
9	Revising the measures and statistical analysis techniques as necessary.																							●			nicht vorgesehen
SP.AC.06	Establish and maintain statistical control of the selected software subprocesses during process execution.																									15%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																							●			E: 17 %; V: 100 %
1	Identifying subprocesses whose historical performance data can be used to establish natural bounds of the current subprocesses.																							●			nicht vorgesehen
2	Collecting measurements as the subprocesses execute.									○														●			nur für Aufwand, Termine, Umfang, Änderungen, Fehler (siehe PP.AC.05)
3	Verifying that the measured data are valid.																							●			nicht vorgesehen
4	Calculating the natural bounds of process performance for each measured attribute (the "voice of the process").																							●			nicht vorgesehen
5	Identifying special causes of variation.									○										○	○	○		●			nur für Aufwand, Termine
6	Analyzing the special cause of variation to determine the reasons the anomaly occurred.								○											○	○	○		●			nur für Aufwand, Termine
7	Taking corrective action as appropriate when special causes of variation are identified.								○															●			nur für Aufwand, Termine
8	Revising the natural bounds for each measured attribute of the subprocess as necessary.																							●			nicht vorgesehen
SP.AC.07	Statistically analyze the process capability of selected software subprocesses.																									0%	
1	Comparing the software product quality and process performance goals to the natural bounds of that measured attribute.																										
2	Tracking the software suppliers' results for achieving their software product quality and process performance goals.																										
3	Analyzing the results achieved for interim goals, as appropriate, to measure progress toward achieving goals which cannot be measured until a future phase in the life cycle.																										
4	Monitoring changes in software product quality and process performance goals and process capability over time.																										
5	Identifying and documenting process capability deficiencies.																										
6	Determining and documenting actions needed to address the process capability deficiencies.																										
7	Reviewing and getting agreement with those affected on the actions that will be taken.																										
8	Tracking the identified actions to closure.																										
SP.AC.08	Record statistical process management data in the organization's software measurement database.																									8%	
dp	This activity is typically described in a documented procedure.																							●			E: 11 %; V: 100 %
1	Ensuring that the collected measures for the statistical process management are not used inappropriately.																							●			nicht vorgesehen

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten									Produkte				Methodenzuordnung			Erfüllungsgrad			Bemerkung						
Kürzel	Text	SE 1	QS 1	QS 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 7	PM 8	PM 9	AFo	GPL	PrPI	PrSpez	PrProz	PHis	PHb	PPI	BALK		EVV	TRDA	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
2	Filtering process control measures as appropriate to address organizational needs.																							●			nicht vorgesehen
3	Storing the process control measures needed by the organization and related contextual information in the organization's software measurement database.					○																		●			nur für Aufwand, Termine, Umfang, Änderungen, Fehler (siehe PP.AC.05)

Tabelle 18: Bewertung der statistischen Prozeßsteuerung

B.1.2.17 Systematische Fehlervermeidung

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten											Produkte				Erfüllungsgrad				Bemerkung							
Kürzel	Text	QS 3	QS 4	QS 5	KM 2	KM 3	KM 4	PrProt	AA	AVor	AAuf	AStat	PHis	Berichtsdokumente	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt										
DP.AC.02	Collect data on defects and other problems in the process and its work products.																										75%	
1	Collecting and analyzing data on software project management problems requiring corrective action.						●							●												●		
2	Collecting and analyzing data on defects found in the peer reviews of work products.		●				●	●						●	●											●		
3	Collecting and analyzing data on defects found in testing the software.		●				●	●						●	●											●		
4	Collecting and analyzing data on process capability problems found in statistically managing the project's defined software process.															●												nicht vorgesehen
DP.AC.03	Perform causal analysis of selected defects and other problems and propose actions to address them.																										56%	
dp	This activity is usually described in a documented procedure.															●												E: 60 %; V: 55 %
1	Conducting causal analysis meetings with the people that are responsible for the task.														●													nicht vorgesehen
2	Selecting the defects and other problems that will be analyzed further.														●													nicht vorgesehen
3	Analyzing selected defects and other problems to determine their root causes.	●	●	●			●	●						●	●											●		
4	Assigning selected defects and other problems to categories of root causes as appropriate.	●	●	●			●	●						●	●											●		
5	Documenting proposed actions to prevent the future occurrence of similar defects and prevent or address other problems as appropriate.	●	●				●	●						●												●		

Kürzel	Schlüsselauflage Text	Aktivitäten											Produkte			Erfüllungsgrad			Bemerkung	
		QS 3	QS 4	QS 5	KM 2	KM 3	KM 4	PrProt	AA	AVor	AAuf	ASat	PHis	Berichtsdokumente	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
DP.AC.04	Coordinate the implementation of action proposals from the causal analysis meetings.																		0%	
1	Analyzing the action proposals from the causal analysis meetings and determining their priorities.					○												●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben
2	Selecting the action proposals that will be addressed.					○												●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben
3	Documenting action items resulting from action proposals.					○				○								●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben
4	Assigning responsibility for implementing the action items resulting from the action proposals.					○				○								●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben
5	Reviewing results of defect prevention experiments and incorporating the results of successful experiments into the rest of the project, as appropriate.																	●		nicht vorgesehen
6	Identifying and removing similar defects that may exist in other software work products.																	●		nicht vorgesehen
7	Identifying and documenting software improvement proposals for the projects' defined software processes as appropriate.					○			○									●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben
8	Documenting software improvement proposals for the organization's set of standard software processes.																	●		nicht vorgesehen
9	Tracking to closure the action proposals and action items.					○					○							●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben
DP.AC.05	Determine the effects of the addressing common causes of defects and other problems on the project's software process performance.																		0%	nicht vorgesehen
1	Measuring the change in the project's software process performance as appropriate.																			
2	Measuring the project's process capability as appropriate.																			
DP.AC.05	Record defect prevention data for use across the project and organization.																		40%	
1	Recording data on defects and other problems that were analyzed.							●									●			
2	Recording the action proposals from causal analysis meetings.					○			○									●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben (siehe DP.AC.04)
3	Recording the action items resulting from action proposals.					○				○								●		KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben (siehe DP.AC.04)
4	Recording the measures of changes to the project's software process performance resulting from defect prevention.																	●		nicht vorgesehen
5	Placing the defect prevention data under version control.			●														●		

Kürzel	Text	Aktivitäten													Erfüllungsgrad			Bemerkung		
		QS 3	QS 4	QS 5	KM 2	KM 3	KM 4	PrProt	AA	AVor	AAuf	ASat	PHis	Berichtsdokumente	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		voll erfüllt	
DP.AC.06	Provide feedback to the software project on the activities and results of defect prevention activities.																		50%	
1	Preparing and distributing a summary of the major defect categories.						●							●						●
2	Providing the frequency distribution of defects in the major defect categories.						●							●						●
3	Reporting problems discovered and corresponding actions such as submission of software improvement proposals.						●							●						●
4	Documenting the rationale for decisions and providing the decision and the rationale to the people who submitted the action proposal.				○					○					●					documenting: KM 3 genügt der Anforderung, aber die Formulierung entsprechender Änderungsanträge/Problemmeldungen ist nicht vorgeschrieben (siehe DP.AC.04); providing ... to the people: nein
5	Providing guidance to the people performing the software tasks on actions to take to prevent defects.														●					nicht vorgesehen
6	Ensuring that significant efforts and successes in preventing defects and other problems are recognized.														●					nicht vorgesehen

Tabelle 19: Bewertung der systematischen Fehlervermeidung

B.1.2.18 Organisationsweite Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten

Kürzel	Text	Erfüllungsgrad			Bemerkung	
		nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		
PI.AC.02	Establish and maintain quantitative software process improvement goals for the organization.				0%	nicht vorgesehen
1	Reviewing the organization's business objectives related to software process improvement.					
2	Identifying areas of the organization's set of standard software processes that are the highest priority for process improvement.					
3	Defining priorities for software process improvement.					
4	Defining the measures for software process improvement related to the organization's business objectives.					
5	Defining the organization's quantitative goals for software process improvement.					
6	Reviewing and getting agreement with those affected on the organization's software process improvement goals and their priorities.					
7	Revising the organization's quantitative goals for process improvement as necessary.					

Schlüsselaufgabe		Erfüllungsgrad			Bemerkung
		nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	
Kürzel	Text				
PI.AC.03	Analyze software process improvement proposals to predict the benefits and impacts on the process performance of the software projects and the organization.	0%			nicht vorgesehen
dp	This activity is typically described in a documented procedure.				
1	Collecting software process improvement proposals from the software projects and the organization.				
2	Analyzing software process improvement proposals to understand their effects on the process elements across the software life cycle.				
3	Determining which software process improvement proposals would result in improving the organization's software processes.				
4	Investigating software process and technology innovations needed to implement the software process improvement proposals.				
5	Performing preliminary cost/benefit analyses for the software process improvement proposals as appropriate.				
6	Determining which software process and technology innovations proposals should be piloted prior to broad-scale deployment.				
7	Documenting the results of the evaluation of each software process improvement proposal.				
8	Tracking the status of each software process improvement proposal.				
9	Notifying the people who submitted software process improvement proposals of the disposition of their proposals.				
PI.AC.04	Identify software process and technology innovations that would result in major improvements to the organization's set of standard software processes.	0%			nicht vorgesehen
dp	This activity is typically described in a documented procedure.				
1	Analyzing the organization's set of standard software processes to determine areas where process and technology innovations would be most helpful.				
2	Investigating process and technology innovations that may improve the organization's set of standard software processes.				
3	Analyzing potential software process and technology innovations to understand their effects on the process elements across the software life cycle.				
4	Performing preliminary cost/benefit analyses for the potential software process and technology innovations.				
5	Identifying and documenting as software process improvement proposals the process or technology innovation that would result in improving the organization's software processes.				
6	Determining which software process or technology innovation should be piloted prior to broad-scale deployment.				

Schlüsselaufgabe		Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	nicht erfüllt	teilweise erfüllt im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
7	Documenting the results of the evaluations of the software process and technology innovations.				
PI.AC.05	Pilot selected software process and technology innovations.	0%			nicht vorgesehen
dp	This activity is typically described in a documented procedure.				
1	Documenting the plans for the pilots.				
2	Reviewing and getting agreement from those affected on the plans for the pilots.				
3	Tracking the pilots against the pilot plans.				
4	Providing consultation and assistance to the people performing the pilots.				
5	Performing each pilot in an environment that is relevant to the development or maintenance environment.				
6	Performing preliminary cost/benefit analyses for the piloted process or technology.				
7	Reviewing and documenting the results of the pilots.				
PI.AC.06	Select software process improvement proposals that are candidates for deployment across the organization.	0%			nicht vorgesehen
PI.AC.07	Provide feedback to the organization on the status and results of the organization's process and technology innovation activities.	0%			nicht vorgesehen
1	Communicating to those affected on the organization's software process improvement goals.				
2	Informing the people who submit software process improvement proposals about the disposition of their proposals.				
3	Disseminating information to the organization's managers and staff on process and technology innovations as appropriate.				
4	Recognizing the contributions of the people and teams who submit and evaluate software process improvement proposals and process and technology innovations.				
5	Preparing and distributing to those affected a summary of the organization process and technology innovation activities.				

Tabelle 20: Bewertung der organisationsweiten Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten

**B.1.2.19 Organisationsweite Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen**

Schlüsselaufgabe	Kürzel	Text	Erfüllungsgrad			Bemerkung
			nicht erfüllt	teilweise erfüllt im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
ID.AC.02		Evaluate candidate software process improvements for deployment across the organization.	0%			nicht vorgesehen
	dp	This activity will typically be documented in a written procedure.				
	1	Determining the process assets and process activities potentially affected by each candidate software process improvement.				
	2	Estimating the cost, effort, and schedule for deploying each candidate software process improvement.				
	3	Predicting the expected life span for each candidate software process improvement and identifying plans for replacement/upgrade where practical.				
	3	Establishing measures and goals for determining the value of each candidate software process improvement with respect to business objectives.				
	4	Reviewing the results of pilot efforts related to each candidate software process improvement as appropriate.				
	5	Estimating the contribution of each candidate software process improvement toward the organization's software process improvement goals.				
	6	Estimating the effects of each candidate software process improvement to mitigate identified project and organizational risks.				
	7	Estimating the effects of each candidate software process improvement on the ability to respond quickly to changes in project requirements, market situations, and business environment.				
	8	Identifying potential barriers to deploying each candidate software process improvement.				
	9	Identifying the risks associated with deploying each candidate software process improvement.				
ID.AC.03		Selecting the software process improvements that will be deployed across the organization.	0%			nicht vorgesehen
	dp	This activity will typically be documented in a written procedure.				
	1	Reviewing candidate software process improvements that may have major impacts on software process performance or on customer and end user satisfaction with the appropriate managers before they are deployed.				
	2	Prioritizing the candidate software process improvements for deployment.				
	3	Selecting the software process improvements that will be deployed.				
	4	Determining where each software process improvement will be deployed.				
ID.AC.04		Establish and maintain the plans for deploying the selected software process improvements.	0%			nicht vorgesehen
	dp	This activity will typically be documented in a written procedure.				

Schlüsselaufgabe		Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	nicht erfüllt	teilweise erfüllt im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
1	Determining how each software process improvement needs to be adjusted for organization-wide deployment.				
2	Determining the changes needed to deploy each software process improvement.				
3	Assigning responsibility, accountability, and authority for deploying each software process improvement.				
4	Identifying strategies to address potential barriers to deploying each candidate software process improvement.				
5	Documenting the plan for deploying each software process improvement.				
6	Reviewing and getting agreement with those affected on the plan for deploying each software process improvement.				
7	Revising the plan for deploying each software process improvement as necessary.				
ID.AC.05	Manage the deployment of the selected software process improvements.	0%			nicht vorgesehen
dp	This activity will typically be documented in a written procedure.				
1	Tracking the deployment of the software process improvements against the deployment plan.				
2	Coordinating the deployment of software process improvements across the organization.				
3	Deploying software process improvements quickly in a controlled and disciplined manner, as appropriate.				
4	Incorporating the software process improvements into the organization's software process assets as appropriate.				
5	Coordinating the deployment of the software process improvements into the projects' defined software processes as appropriate.				
6	Providing consultation support, as appropriate, to support deployment of the software process improvements.				
7	Providing updated training courses to reflect the improvements to the organization's software process assets.				
8	Verifying that the software process improvement deployment actions are completed.				
9	Documenting and reviewing the results of software process improvement deployment activities.				
ID.AC.06	Measure the effects of the deployed software process improvements.	0%			nicht vorgesehen
1	Measuring the actual cost, effort, and schedule for deploying each software process improvement.				
2	Measuring the value of each software process improvement.				
3	Measuring the progress toward achieving the organization's quantitative goals for software process improvement.				

Schlüsselaufgabe	Kürzel	Text	Erfüllungsgrad			Bemerkung
			nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	
ID.AC.07		Establish and maintain records of the organization's software process improvement deployment activities.	0%			nicht vorgesehen
	1	Documenting information about the initiation, disposition, deployment, and results of the software process improvements.				
	2	Producing reports on the software process improvement deployment activities.				
	3	Revising the software process improvement deployment records as necessary.				
ID.AC.08		Provide feedback to the organization on the status and results of the software process improvement deployment activities.	0%			nicht vorgesehen
	1	Informing the people who submit software process improvement proposals about the disposition of their proposals.				
	2	Informing those affected on a regular basis about the plans and status for deploying software process improvements.				
	3	Recognizing the contributions of the people and teams who submit and deploy software process improvements.				
	4	Preparing and distributing to those affected a summary of the software process improvement deployment activities.				

Tabelle 21: Bewertung der organisationsweiten Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen

### B.1.3 Gleichartige Schlüsselaufgaben

#### B.1.3.1 Festlegung von Richtlinien

Schlüsselaufgabe	Kürzel	Text	Produkte											Handbuchsammlung	Erfüllungsgrad	Bemerkung	
			AFo	QPI	PrSpez	PrProt	KPI	PHis	PHb	PPI	AnBew	SZ	UMF				
RM.CO.01		Senior management establishes and maintains the written organizational policy for managing the allocated requirements.													33%		
			○				○									●	establishing and maintaining baseline: AFo; ensuring ... are kept consistent: KPI

Kürzel	Text	Produkte											Handbuchsammung	Erfüllungsgrad	Bemerkung					
		Afo	QPI	PrSpez	PrProt	KPI	PHis	PHb	PPI	AnBew	SZ	UMF				nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
PP.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for planning software projects.																33%			
																		•	estimating: PPI; making commitments external: PHb, internal: PPI; developing plan: PPI	
PC.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for controlling the software project.																		0%	
																		•	tracking performance: nein; taking action: nein	
SM.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for managing the acquisition of software.																		33%	
																		•	selecting suppliers: AnBew; establishing and maintaining agreements and commitments: nein; monitoring performance: PPI, QPI	
QA.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for software quality assurance.																		0%	
																		•	objectively verifying activities and products: PrSpez; ensuring non-compliances are addressed: PrProt; SQA function is in place on all projects: nein; independent reporting channel: nein	
CM.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for software configuration management.																		33%	
																		•	identifying configurations items: KPI; building baselines: KPI; controlling changes: KPI	
PF.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for organizational software process improvement.																		0%	nicht vorgesehen
PD.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for organizational software process definition.																		0%	nicht vorgesehen
TP.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for software training.																		0%	
																		•	identifying: nein; addressing: nein	
IM.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for managing the software project.																		33%	
																		•	using assets: UMF; managing project: PPI; managing risks: PPI	
PE.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for performing software product engineering.																		0%	
																		•	developing and maintaining products: nein; verifying and validating products: QPI, PrSpez; providing products and support: nein	
IC.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for project interface coordination.																		0%	
																		•	establish and maintain mutual understanding: nein; identify, track, and resolve activities and issues: nein	

Schlüsselaufgabe		Produkte													Handbuchsammlung	Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	AFo	QPI	PrSpez	PrProt	KPI	PHis	PHb	PPI	AnBew	SZ	UMF	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt			
PR.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for performing peer reviews.																0%		
																	●	performing peer reviews: nein	
OA.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for establishing and deploying common software assets.																0%		
																○	●	establishing: nein; maintaining: nein; deploying: SZ	
OP.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for determining the organization's software process performance.																0%		
																	●	establishing and maintaining baselines: nein	
SP.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for statistical process management.																0%		
																	●	statistically managing sub-processes: nein; achieving stability: nein; understanding capability: nein	
DP.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for defect prevention.																0%		
				○	○												●	identifying: PrProt, PHis; addressing: nein	
PI.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for organization process and technology innovation across the organization.																0%	nicht vorgesehen	
ID.CO.01	Senior management establishes and maintains the written organizational policy for deploying software process improvements across the organization.																0%	nicht vorgesehen	

Tabelle 22: Bewertung der Festlegung von Richtlinien

## B.1.3.2 Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management

Schlüsselaufgabe	Kürzel	Text	Erfüllungsgrad			Bemerkung
			nicht erfüllt	teilweise erfüllt im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
PF.CO.02		Senior management sponsors organizational software process improvement activities.	0%			nicht vorgesehen
	1	Establishing objectives, goals and incentives for organizational software process improvement.				
	2	Monitoring the institutionalization and implementation of organizational software process improvement.				
	3	Demonstrating to the organization's managers and staff their commitment to organizational software process improvement.				
PD.CO.02		Senior management sponsors the activities for organizational software process definition.	0%			siehe PF
TP.CO.02		Senior management sponsors organizational software training.	0%			nicht vorgesehen
	1	Establishing objectives, goals and incentives for organizational software training.				
	2	Monitoring the institutionalization and implementation of organizational software training.				
	3	Demonstrating to the organization's managers and staff their commitment to software training.				
OA.CO.02		Senior management sponsors the activities for establishing and deploying common software assets across the organization.	0%			nicht vorgesehen
	1	Establishing goals and objectives for establishing and deploying common software assets.				
	2	Monitoring the institutionalization of common software assets.				
	3	Demonstrating to the organization's managers and staff their commitment to establishing and deploying common software assets.				
OP.CO.02		Senior management sponsors the activities for determining the organization's software process performance.	0%			nicht vorgesehen
	1	Establishing objectives, goals and incentives for determining the organization's software process performance.				
	2	Monitoring the institutionalization and implementation of determining the organization's software process performance.				
	3	Demonstrating to the organization's managers and staff their commitment to determining the organization's software process performance.				
PI.CO.02		Senior management sponsors the activities for organization process.	0%			nicht vorgesehen
	1	Establishing objectives, goals and incentives for organization process and technology innovation.				
	2	Monitoring the institutionalization and implementation of organization process and technology innovation.				
	3	Demonstrating to the organization's managers and staff their commitment to organization process and technology innovation.				





Schlüsselaufgabe		Aktivitäten										Produkte										Handbuchsammlung										Methodenzuordnung			Bemerkung
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	GS 1	GS 2	GS 4	KM 1	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 6	PM 7	PM 9	PM 10	QPI	PrPI	KPI	PHb	PPI	R	SZ	T	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt						
CM.AB.01	Establish and maintain the plan for software configuration management.																										78%								
1	Initiating the planning for SCM in the early stages of the project and in parallel with overall project planning.						○																							●	keine Beteiligung an PM 1.3				
2	Documenting the process for SCM, including activities performed by the SCM staff and SCM-related activities performed by the software staff and software suppliers.						○				○									○	○									○	keine Vorschriften für Lieferanten				
3	Documenting the SCM plan.						●														●									●					
4	Reviewing and getting agreement with those affected on the SCM plan.												○																	●	keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management				
5	Placing the SCM plan and process description under version control.							●																						●					
6	Revising the SCM plan and process description as necessary.							●																						●					
PF.AB.01	Establish and maintain the organization's software process improvement plan.																										0%				nicht vorgesehen				
1	Documenting the process for organizational software process improvement.																																		
2	Aligning the organization's software process improvement plan with the organization's business objectives.																																		
3	Documenting the organization's software process improvement plan.																																		
4	Conducting peer reviews of the organization's software process improvement plan and process description.																																		
5	Reviewing and getting agreement with those affected on the organization's software process improvement plan.																																		
6	Placing the organization's software process improvement plan and process description under version control.																																		
PD.AB.01	Establish and maintain the plan for organizational software process definition.																										0%				siehe PF				
TP.AB.01	Establish and maintain the plan for organizational software training.																										6%								
1	Documenting the process for organization software training.													○																●	nur Aufsetzpunkte im Projekt				
2	Documenting the organization's software training plan.																													●	nicht vorgesehen				
3	Conducting peer reviews of the organization's software training plan and process description.																													●	nicht vorgesehen				
4	Reviewing and getting agreement with those affected on the organization's software training plan.																													●	nicht vorgesehen				
5	Placing the organization's software training plan and process description under version control.																													●	nicht vorgesehen				



Schlüsselaufgabe		Aktivitäten										Produkte										Handbuchsammlung										Methodenzuordnung			Bemerkung
Kürzel	Text	SE 1	SE 2	QS 1	QS 2	QS 4	KM 1	KM 2	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 6	PM 7	PM 9	PM 10	QPI	PrPI	PrSpez	KPI	PHb	PPI	R	SZ	T	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt					
4	Conducting peer reviews of the organization's software asset commonality plan and process description.																											•			nicht vorgesehen				
5	Reviewing and getting agreement with those affected on the organization's software asset commonality plan.																											•			nicht vorgesehen				
6	Placing the organization's software asset commonality plan and process description under version control.																											•			nicht vorgesehen				
7	Revising the organization's software asset commonality plan and process description as necessary.																											•			nicht vorgesehen				
OP.AB.01	Establish and maintain the plan for determining the organization's software process performance.																										6%								
1	Documenting the process for determining the organization's software process performance.																			○	○	○				○		•			nur Aufsetzpunkte im Projekt				
2	Documenting the organization's software process performance plan.																											•			nicht vorgesehen				
3	Conducting peer reviews of the organization's software process performance plan.																											•			nicht vorgesehen				
4	Reviewing and getting agreement with those affected on the organization's software process performance plan.																											•			nicht vorgesehen				
5	Placing the organization's software process performance plan and process description under version control.																											•			nicht vorgesehen				
6	Revising the organization's software process performance plan and process description as necessary.																											•			nicht vorgesehen				
SP.AB.01	Establish and maintain the plan for statistical process management.																										33%			Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %					
1	Initiating the planning for statistical process planning in the early stages of the project and in parallel with overall project planning.																											•							
2	Documenting the process for statistical process management.																				○						○		•						
3	Documenting the statistical process management plan.																											•							
4	Conducting peer reviews of the statistical process management plan and process description.				○															○								•			QS laut PrPI für PHb und KPI nur für strenge Qualifikationsanfordernisse, Methode REV erwähnt PHb nicht				
5	Reviewing and getting agreement with those affected on the statistical process management plan and process description.																											•			keine detaillierte Durchsprache (review) einzelner Dokumente sondern Entscheidung (agreement); nicht unbedingt alle Betroffenen (those affected), sondern hauptsächlich Management				
6	Placing the statistical process management plan and process description under version control.																											•							
7	Revising the statistical process management plan and process description as necessary.																											•							





Schlüsselaufgabe	Kürzel	Text	Aktivitäten							Produkte			Handbuchsammlung		Methodenzuordnung			Erfüllungsgrad	Bemerkung			
			QS 1	PM 1	PM 4	PrPI	KPI	PHb	PPI	R	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt							
SM.AB.02		Allocate adequate resources and funding for managing the acquisition of software.																	67%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %		
	1	Allocating funding that covers all aspects of the process for managing the acquisition of software.		○																●		
	2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to select and work with suppliers and manage the relationships with suppliers.		○	○				○	○	○									●	Projektleiter, Verantwortlicher, Controller, Systemdesigner, IT-Beauftragter	
	3	Obtaining appropriate tools to support managing the acquisition of software.																		●	LOBV, LNSS, LPM	
QA.AB.02		Allocate adequate resources and funding for performing software quality assurance.																		100%		
	1	Allocating funding that covers all aspects of the process for SQA.		●																	●	
	2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to perform SQA.		●	●				●	●	●										●	Q-Manager, QS-Verantwortlicher, Prüfer
	3	Obtaining appropriate tools to support SQA.																			●	LOBV, LNSS, LQS
CM.AB.02		Allocate adequate resources and funding for software configuration management.																		100%		
	1	Allocating funding that covers all aspects of the process for SCM.		●																	●	
	2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to perform SCM.		●	●				●	●	●										●	KM-Manager, KM-Verantwortlicher, KM-Administrator
	3	Obtaining appropriate tools to support SCM.																			●	LOBV, LNSS, LKM
PF.AB.02		Allocate adequate resources and funding for organizational software process improvement.																		0%	nicht vorgesehen	
	1	Allocating funding that covers all aspects of the process for organizational software process improvement.																				
	2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to perform organizational software process improvement.																				
	3	Obtaining appropriate tools to support organizational software process improvement.																				
PD.AB.02		Obtain adequate resources and funding for organizational software process definition.																		0%	siehe PF	
TP.AB.02		Allocate adequate resources and funding for organizational software training.																		8%		
	1	Allocating funding that covers all aspects of the process for organizational software training.		○																	●	nur projektbezogener Anteil
	2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to perform organizational software training.																			●	nicht vorgesehen
	3	Obtaining appropriate tools to support organizational software training.																			●	nicht vorgesehen
	4	Providing appropriate training facilities.																			●	nicht vorgesehen
IM.AB.02		Allocate adequate resources and funding for managing the software project.																		100%	siehe PP und PC	



Schlüsselaufgabe		Aktivitäten										Produkte			Handbuchsammlung		Methodenzuordnung			Erfüllungsgrad			Bemerkung			
Kürzel	Text	QS 1	PM 1	PM 4	PrPI	KPI	PHb	PPI	R	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt												
3	Obtaining appropriate tools to support statistical process management.																								LOBV, LNSS, LPM	
DP.AB.02	Allocate adequate resources and funding for defect prevention.																								Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %	
1	Allocating funding that covers all aspects of the process for defect prevention.		○																							
2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to perform defect prevention.	○	○	○	○		○	○	○																QS-Verantwortlicher, Prüfer, KM-Verantwortlicher	
3	Obtaining appropriate tools to support defect prevention activities.																								LOBV, LNSS, LPM	
PI.AB.02	Allocate adequate resources and funding for organization process and technology innovation.																								0%	nicht vorgesehen
1	Allocating funding that covers all aspects of the process for managing organization process and technology innovation.																									
2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed to perform organization process and technology innovation.																									
3	Obtaining appropriate tools to support organization process and technology innovation.																									
ID.AB.02	Allocate adequate resources and funding for deploying software process improvements across the organization.																								0%	nicht vorgesehen
1	Allocating funding that covers all aspects of the process for deploying software process improvements.																									
2	Assigning people with the appropriate skills and expertise needed for deploying software process improvements.																									
3	Obtaining appropriate tools to support deploying software process improvements.																									

Tabelle 25: Bewertung der Zuordnung von Ressourcen

B.1.3.5 Verantwortlichkeiten im Projekt

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten										Produkte			Handbuchsammlung		Methodenzuordnung			Erfüllungsgrad			Bemerkung			
Kürzel	Text	QS 1	PM 1	PM 4	PrPI	PHb	PPI	R	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt													
RM.AB.03	Assign responsibility and authority for managing the allocated requirements.																								100%	
			●	●		●	●	●																		Projektleiter, KM-Verantwortlicher, KM-Administrator, Systemanalytiker, Systemdesigner

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten		Produkte		Handbuchsammlung		Methodenzuordnung		Erfüllungsgrad		Bemerkung		
Kürzel	Text	QS 1	PM 1	PM 4	PrPI	PHb	PPI	R	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
PP.AB.03	Assign responsibility and authority for planning the software project.									100%				
1	Identifying the person who has overall responsibility for planning the software project.	•	•		•	•	•						•	Projektleiter
2	Assigning specific software planning activities to software managers and staff in a traceable, accountable manner.	•	•		•	•	•						•	Projektmanager, Projektleiter, Rechtsverantwortlicher, Projektadministrator, Controller, Q-Manager, QS-Verantwortlicher, KM-Manager, SEU-Betreuer, IT-Beauftragter
PC.AB.03	Assign responsibility and authority for controlling the software project.									100%				
1	Identifying the person who has overall responsibility for controlling the software project.	•	•		•	•	•						•	Projektleiter
2	Assigning responsibility for specific control activities and work products to software managers and staff in a traceable, accountable manner.	•	•		•	•	•						•	Projektmanager, Projektleiter, Rechtsverantwortlicher, Projektadministrator, Controller, Q-Manager, QS-Verantwortlicher, KM-Manager, SEU-Betreuer
SM.AB.03	Assign responsibility and authority for managing the acquisition of software.									57%				Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %
1	Working with the appropriate business functions (for example, legal, contracts, and purchasing) to establish and monitor the supplier agreement.	○	○		○	○	○					•		Projektleiter
2	Establishing and maintaining the requirements for the acquired software.	○	○		○	○	○					•		Systemanalytiker, Systemdesigner
3	Coordinating the selection of the supplier.	○	○		○	○	○					•		Projektleiter
4	Managing the relationship with the supplier.	○	○		○	○	○					•		Projektleiter
5	Arranging for post-delivery maintenance and support of the acquired software.								•					nicht vorgesehen
6	Accepting the acquired software when delivered.	○	○		○	○	○					•		Prüfer, Projektleiter
7	Transitioning the acquired software from the supplier to the software project.	○	○		○	○	○					•		KM-Administrator
QA.AB.03	Assign responsibility and authority for performing software quality assurance.									100%				
1	Assigning a person to be responsible for the software project's SQA activities.	•	•		•	•	•						•	QS-Verantwortlicher
2	Designating a senior manager, who is knowledgeable in the SQA function and has the authority to take appropriate managerial actions, to receive and act on software noncompliances.	•	•		•	•	•						•	Q-Manager
3	Establishing a SQA reporting channel to senior management that is independent of project manager, software managers, and software staff.	•	•		•	•	•						•	QS-Verantwortlicher berichtet an Q-Manager und beauftragt Prüfer
CM.AB.03	Assign responsibility and authority for software configuration management.									100%				
1	Assigning a person to be responsible for the project's SCM activities.	•	•		•	•	•						•	KM-Verantwortlicher, KM-Administrator, Projektleiter
2	Establishing a board having the authority for managing software baselines (that is a software configuration control board -- SCCB).	•	•		•	•	•						•	PHb, KPI, an PM 6 Beteiligte





Schlüsselaufgabe		Aktivitäten				Erfüllungsgrad	Bemerkung
Kürzel	Text	PM 10	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		
SM.AB.04	Train the people performing or supporting managing the acquisition of software as needed.		67%				Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %
		○		●			
QA.AB.04	Train the people performing or supporting software quality assurance as needed.		100%				
		●				●	
CM.AB.04	Train the people performing or supporting software configuration management as needed.		100%				
		●				●	
PF.AB.04	Train the people performing or supporting organizational software process improvement as required and needed.		0%				nicht vorgesehen
PD.AB.04	Train the people performing or supporting organizational software process definition as required and needed.		0%				nicht vorgesehen
TP.AB.04	Train the people performing or supporting organizational training as required and needed.		0%				
		●					nicht vorgesehen
IM.AB.04	Train the people performing or supporting software project management as required and needed.		33%				(siehe PP und PC)
		○		●			keine Standardschulungen
PE.AB.04	Train the people performing or supporting software product engineering as required and needed.		33%				
		○		●			keine Standardschulungen
IC.AB.04	Train the people performing or supporting project interface coordination as required and needed.		0%				Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %
		●					keine Standardschulungen
PR.AB.04	Train the people performing or supporting peer reviews as required and needed.		33%				
		○		●			keine Standardschulungen
OA.AB.04	Train the people performing or supporting organization software asset commonality as required and needed.		0%				
		●					nicht vorgesehen
OP.AB.04	Train the people performing or supporting determining the organization's software process performance as required and needed.		0%				
		●					nicht vorgesehen
SP.AB.04	Train the people performing or supporting statistical process management as required and needed.		0%				Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %
		●					keine Standardschulungen
DP.AB.04	Train the people performing or supporting defect prevention as required and needed.		33%				Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %
		○		●			keine Standardschulungen

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten				Bemerkung	
Kürzel	Text	PM 10	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		voll erfüllt
PI.AB.04	Train the people performing or supporting organization process and technology innovation as required and needed.					0%	nicht vorgesehen
ID.AB.04	Train the people performing or supporting deployment of software process improvements across the organization as required and needed.					0%	nicht vorgesehen

Tabelle 27: Bewertung der Schulung der Mitarbeiter

### B.1.3.7 Durchführung

Schlüsselaufgabe		Erfüllungsgrad				Bemerkung
Kürzel	Text	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
RM.AC.01	Perform the activities for managing the allocated requirements according to a repeatable process.					nicht bewertet
PP.AC.01	Perform the activities for software project planning according to a repeatable process.					nicht bewertet
PC.AC.01	Perform the activities for controlling the software project according to a repeatable process.					nicht bewertet
SM.AC.01	Perform the activities for managing the acquisition of software according to a repeatable process.					nicht bewertet
QA.AC.01	Perform the activities for software quality assurance according to a repeatable process.					nicht bewertet
CM.AC.01	Perform the activities for software configuration management according to a repeatable process.					nicht bewertet
PF.AC.01	Perform the activities for organizational software process improvement according to a defined process.					nicht bewertet

Schlüsselaufgabe		Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	nicht erfüllt	teilweise erfüllt im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
PD.AC.01	Perform the activities for organizational software process definition according to a defined process.				nicht bewertet
TP.AC.01	Perform the activities for organizational software training according to a defined process.				nicht bewertet
IM.AC.01	Perform the activities for managing the software project according to the project's defined software process.				nicht bewertet
PE.AC.01	Perform the activities for software product engineering according to the project's defined software process.				nicht bewertet
IC.AC.01	Perform the activities for project interface coordination according to the project's defined software process.				nicht bewertet
PR.AC.01	Perform the activities for peer reviews according to the project's defined software process.				nicht bewertet
OA.AC.01	Perform the activities for organization software asset commonality to support quantitatively managed processes.				nicht bewertet
OP.AC.01	Perform the activities for organization process performance to support quantitatively managed processes.				nicht bewertet
SP.AC.01	Perform the activities for statistical process management to support quantitatively managed processes.				nicht bewertet
DP.AC.01	Perform the activities for defect prevention to support optimizing processes.				nicht bewertet
PI.AC.01	Perform the activities for organization process and technology innovation to support optimizing processes.				nicht bewertet
ID.AC.01	Perform the activities for organization improvement deployment to support optimizing processes.				nicht bewertet

Tabelle 28: Bewertung der Durchführung





Schlüsselaufgabe		Aktivitäten										Produkte				Methodenzuordnung			Bemerkung
Kürzel	Text	QS 4	KM 3	KM 4	PM 1	PM 4	PM 8	PM 9	PrProt	ÄStat	PHis	PHb	PPI	diverse	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt	
ID.ME.01	Define, collect, and analyze measures to provide insight into the performance of the activities for deploying software process improvements.														0%				nicht vorgesehen

Tabelle 29: Bewertung des Einblicks durch Messungen und Analysen

### B.1.3.9 Prozeßprüfung

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten				Bemerkung						
Kürzel	Text	QS 3	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		voll erfüllt					
RM.VE.01	Objectively review designated activities of managing the allocated requirements for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.						0%					nicht vorgesehen
PP.VE.01	Objectively review designated activities of software project planning for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.						0%					nicht vorgesehen
PC.VE.01	Objectively review designated activities of software project control for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.						0%					nicht vorgesehen
SM.VE.01	Objectively review designated activities of software acquisition management for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.						0%					Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %
QA.VE.01	Objectively review designated software quality assurance activities for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.						0%					nicht vorgesehen
		○	●									performed by experts independent of the SQA staff: QS 3 "ist ... für ausreichend Unabhängigkeit zwischen den Ausführenden ... und den Prüfern zu sorgen."; nicht vorgesehen

Schlüsselauflage		Aktivitäten				Bemerkung	
Kürzel	Text	OS 3	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		voll erfüllt
CM.VE.01	Objectively review designated activities of software configuration management for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen
PF.VE.01	Objectively review designated activities of organizational software process improvement for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
							nicht vorgesehen
PD.VE.01	Objectively review designated activities of organizational software process definition for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
							nicht vorgesehen
TP.VE.01	Objectively review designated activities for organizational software training for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen
IM.VE.01	Objectively review designated activities of managing the software project for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen
PE.VE.01	Objectively review designated activities of software product engineering for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen
IC.VE.01	Objectively review designated activities of project interface coordination for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %
			●				nicht vorgesehen
PR.VE.01	Objectively review designated activities of peer reviews for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen
OA.VE.01	Objectively review designated activities of establishing and deploying common software assets for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen
OP.VE.01	Objectively review designated activities of determining the organization's software process performance for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.	0%					
			●				nicht vorgesehen

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten				Erfüllungsgrad	Bemerkung
Kürzel	Text	QS 3	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		
SP.VE.01	Objectively review designated activities of statistical process management for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.					0%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %
			●				nicht vorgesehen
DP.VE.01	Objectively review designated activities of defect prevention for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.					0%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %
			●				nicht vorgesehen
PI.VE.01	Objectively review designated activities of organization process and technology innovation for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.					0%	nicht vorgesehen
ID.VE.01	Objectively review designated activities of deploying software process improvements across the organization for adherence to specified requirements, plans, processes, standards, and procedures.					0%	nicht vorgesehen

Tabelle 30: Bewertung der Prozessprüfungen

### B.1.3.10 Produktprüfung

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten			Erfüllungsgrad	Bemerkung		
Kürzel	Text	QS 1	QS 4	Produkte				
					nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt
RM.VE.02	Objectively review designated work products of managing the allocated requirements for adherence to specified requirements and standards.					100%		
			●	●			●	allocated requirements: ja
PP.VE.02	Objectively review designated software work products of software project planning for adherence to specified requirements and standards.					33%		
		○	○		●			QS für PHb, PPI in PrPI nur für strenge Qualifikationserfordernisse

Kürzel	Text	Aktivitäten			Produkte			Erfüllungsgrad	Bemerkung
		QS 1	QS 4	QPI	PrPI	nicht erfüllt	teilweise erfüllt		
PC.VE.02	Objectively review designated software work products of software project control for adherence to specified requirements and standards.							33%	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		QS für PHb, PPI in PrPI nur für strenge Qualifikationserfordernisse
SM.VE.02	Objectively review designated software work products of software acquisition management for adherence to specified requirements and standards.							33%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		plan: QS für PHb, PPI in PrPI nur für strenge Qualifikationserfordernisse; requirements: QS 4; supplier agreement: nein; acceptance criteria: QS für PrPI, PrSpez in PrPI nur für kritische Produktbedingungen
QA.VE.02	Objectively review designated software work products of software quality assurance for adherence to specified requirements and standards.							33%	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		performed by experts independent of the SQA staff; QS 4 "Es ist darauf zu achten, daß der Prüfgegenstand nicht vom Prüfenden selbst erstellt wurde."; QPI: QS 1; QS für PrPI, PrSpez, PrProz in PrPI nur für kritische Produktbedingungen; PrProt: nein
CM.VE.02	Objectively review designated software work products of software configuration management for adherence to specified requirements and standards.							33%	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		SCM plan: QS für KPI in PrPI nur für strenge Qualifikationserfordernisse; library system: nein; baselines: nein; software work products: nein; status reports: nein;
PF.VE.02	Objectively review designated software work products of organizational software process improvement for adherence to specified standards and requirements.							0%	nicht vorgesehen
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
PD.VE.02	Objectively review designated software work products of organizational software process definition for adherence to specified standards and requirements.							0%	nicht vorgesehen
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
TP.VE.02	Objectively review designated work products organizational software training for adherence to specified requirements and standards.							0%	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		training plan: nein; training materials: nein; training records: nein
IM.VE.02	Objectively review designated software work products of managing the software project for adherence to specified standards and requirements.							33%	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		QS für PHb, PPI in PrPI nur für strenge Qualifikationserfordernisse



Schlüsselaufgabe		Aktivitäten		Produkte			Erfüllungsgrad			Bemerkung	
Kürzel	Text	OS 1	OS 4	QPI	PrPI	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
ID.VE.02	Objectively review designated work products of deploying software process improvements across the organization for adherence to applicable requirements and standards.									0%	nicht vorgesehen

Tabelle 31: Bewertung der Produktprüfungen

### B.1.3.11 Besprechungen mit dem übergeordneten Management

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten		Methodenzuordnung			Erfüllungsgrad			Bemerkung
Kürzel	Text	PM 6	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt			
RM.VE.03	Review the activities of managing the allocated requirements with senior management periodically and as needed.							39%		siehe PC
PP.VE.03	Review the activities for software project planning with senior management periodically and as needed.							39%		siehe PC
PC.VE.03	Review the activities for controlling the software project with senior management periodically and as needed.							39%		
1	Reviewing quality, technical, cost, staffing, and schedule performance.	●	●					●		
2	Reviewing open action items.			●						nicht vorgesehen
3	Reviewing risks.	●	●					●		
4	Addressing conflicts and issues not resolvable at lower levels.			●						nicht vorgesehen
5	Taking appropriate corrective action, including assigning action items and tracking them to closure.			●						nicht vorgesehen
6	Preparing and distributing summary status reports from each meeting.	●		●						preparing: ja; distributing: nein
SM.VE.03	Review the activities for software acquisition management with senior management periodically and as needed.							20%		Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %; siehe PC
QA.VE.03	Review the activities for software quality assurance with senior management periodically and as needed.							39%		siehe PC

Kürzel	Text	Aktivitäten					Erfüllungsgrad	Bemerkung
		PM 6	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt		
CM.VE.03	Review the activities for software configuration management with senior management periodically and as needed.						39%	siehe PC
PF.VE.03	Review the activities for organizational software process improvement with senior management periodically and as needed.						0%	nicht vorgesehen
1	Reviewing quality, technical, cost, and schedule performance against plans.							
2	Reviewing open action items.							
3	Reviewing risks.							
4	Addressing conflicts and issues not resolvable at lower levels.							
5	Taking appropriate corrective action, including assigning action items and tracking them to closure.							
6	Preparing and distributing summary status reports from each meeting.							
PD.VE.03	Review the activities for organizational software process definition with senior management periodically and as needed.						0%	nicht vorgesehen
TP.VE.03	Review the activities for organizational software training with senior management periodically and as needed.						0%	siehe PF
IM.VE.03	Review the activities for managing the software project with senior management periodically and as needed.						39%	siehe PC
PE.VE.03	Review the activities for software product engineering with senior management periodically and as needed.						39%	siehe PC
IC.VE.03	Review the activities for project interface coordination with senior management periodically and as needed.						20%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %; siehe PC
PR.VE.03	Review the activities for peer reviews with senior management periodically and as needed.						39%	siehe PC
OA.VE.03	Review the activities for establishing common software assets with senior management periodically and as needed.						0%	siehe PF
OP.VE.03	Review the activities for determining the organization's software process performance with senior management periodically and as needed.						0%	siehe PF
SP.VE.03	Review the activities for statistical process management with senior management periodically and as needed.						20%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %; siehe PC

Kürzel	Text	Aktivitäten						Erfüllungsgrad	Bemerkung
		PM 6	REV	nicht erfüllt	teilweise erfüllt	im wesentlichen erfüllt	voll erfüllt		
DP.VE.03	Review the activities for defect prevention with senior management periodically and as needed.						20%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %; siehe PC	
PI.VE.03	Review the activities for organization process and technology innovation with senior management periodically and as needed.						0%	nicht vorgesehen	
ID.VE.03	Review the activities of deploying software process improvements across the organization with senior management periodically and as needed.						0%	nicht vorgesehen	

Tabelle 32: Bewertung der Besprechungen mit dem übergeordneten Management

B.1.3.12 Besprechungen mit dem Projektmanagement

Kürzel	Text	Aktivitäten						Erfüllungsgrad	Bemerkung
		PM 6	PPI	R	Handbuchsammlung	Methodenzuordnung	Produkte		
RM.VE.04	Review the activities of managing the allocated requirements with the project manager periodically and as needed.						48%	siehe PC	
PP.VE.04	Review the activities for software project planning with the project manager periodically and as needed.						48%	siehe PC	
PC.VE.04	Review the activities for controlling the software project with the project manager periodically and as needed.						48%		
1	Ensuring the participation of those affected.	●	●					●	
2	Reviewing quality, technical, cost, staffing, and schedule performance against plans.	●		●				●	
3	Reviewing the use of critical computer resources against estimates.					●		nicht vorgesehen	
4	Reviewing software commitments and dependencies within the project.	●						●	
5	Reviewing open action items.					●		nicht vorgesehen	
6	Reviewing risks.	●		●				●	
7	Addressing conflicts and issues not resolvable at lower levels.					●		nicht vorgesehen	

Schlüsselaufgabe		Aktivitäten	Produkte	Handbuchsammlung	Methodenzuordnung	Erfüllungsgrad	Bemerkung
Kürzel	Text	PM 6	PPI	R	REV	nicht erfüllt teilweise erfüllt im wesentlichen erfüllt voll erfüllt	
8	Taking appropriate corrective actions, including assigning action items and tracking them to closure.					•	nicht vorgesehen
9	Preparing and distributing summary reports from each meeting.	•				•	preparing: ja; distributing: nein
SM.VE.04	Review the activities for software acquisition management with the project manager periodically and as needed.					24%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %; siehe PC
QA.VE.04	Review the activities for software quality assurance with the project manager periodically and as needed.					48%	siehe PC
CM.VE.04	Review the activities for software configuration management with the project manager periodically and as needed.					48%	siehe PC
IM.VE.04	Review the activities for managing the software project with the project manager periodically and as needed.					48%	siehe PC
PE.VE.04	Review the activities for software product engineering with the project manager periodically and as needed.					48%	siehe PC
IC.VE.04	Review the activities for project interface coordination with the project manager periodically and as needed.					24%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %; siehe PC
PR.VE.04	Review the activities for peer reviews with the project manager periodically and as needed.					48%	siehe PC
SP.VE.04	Review the activities for statistical process management with the project manager periodically and as needed.					24%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 25 %; siehe PC
DP.VE.04	Review the activities for defect prevention with the project manager periodically and as needed.					24%	Erfüllungsgrad AC.02 - AC.0n < 50 %; siehe PC

Tabelle 33: Bewertung der Besprechungen mit dem Projektmanagement

## B.2 Siemens Process Assessment

### B.2.1 Aufbau der Tabellen

In den folgenden Tabellen wird die Bewertung der Fragen aus dem Siemens Process Assessment Questionnaire [SPAQ] für das V-Modell wiedergegeben. Die Bewertung der Fragen jedes Themengebietes ist in einer eigenen Tabelle enthalten.

Das Siemens Process Assessment Questionnaire ist ein vertrauliches Dokument der Siemens AG. Es darf nur von Assessoren benutzt werden, die bei ZT SE 3 dafür ausgebildet wurden. Die Benutzung des Questionnaires muß mit ZT SE 3 abgestimmt sein [SPAQ]. Daher kann der Wortlaut der Fragen nicht wiedergegeben werden.

In der Spalte **Frage** ist die Nummer der Frage im Fragebogen des Siemens Process Assessment angegeben. Die nächste Spalte, **Reifegradstufe SEI**, gibt an, welchem Reifegrad die Frage im CMM des SEI zugeordnet ist. Die letzte Spalte enthält schließlich die **Bewertung** der Frage. Dabei steht eine 1 für „nicht erfüllt“, eine 2 für „teilweise erfüllt“, eine 3 für „im wesentlichen erfüllt“ und eine 4 für „voll erfüllt“. Fragen, die mit 0 („nicht anwendbar“) beurteilt wurden (siehe Abschnitt 6.2.1), wurden nicht in die Tabellen aufgenommen.

### B.2.2 Themengebiete

#### B.2.2.1 Planung und Verfolgung

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
1111	3	2
1112	3	4
1113	2	3
1114	3	1
1121	2	4
1122	2	4
1123	3	1
1124	2	4
1131	2	3
1132	2	4
1133	2	2
1134	2	3
1135	3	1
1141	2	4
1142	2	2
1143	2	2
1144	2	3
1145	2	2
1146	2	4
1151	2	3
1153	2	3
1161	2	4
1162	2	4
1163	3	4

Tabelle 34: Bewertung der Planung und Verfolgung

**B.2.2.2 Lieferantenmanagement**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
1211	2	3
1221	2	3
1231	2	3
1232	2	2
1241	2	1
1242	2	1
1251	2	1
1252	2	1
1253	2	4
1254	2	4

Tabelle 35: Bewertung des Lieferantenmanagements

**B.2.2.3 Qualitätssicherung**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
1311	2	4
1312	2	4
1321	2	2
1322	2	2
1331	2	3
1332	2	2
1341	2	2
1351	3	3
1361	3	3
1362	3	3
1364	3	2

Tabelle 36: Bewertung der Qualitätssicherung

**B.2.2.4 Konfigurationsmanagement**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
1411	2	4
1412	2	4
1421	2	4
1422	2	3
1423	2	3
1431	2	4
1441	2	4
1442	2	4
1443	2	4
1444	2	4
1451	2	2

Tabelle 37: Bewertung des Konfigurationsmanagements

**B.2.2.5 Requirements Management**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
2112	2	4
2131	2	4
2132	2	4
2137	2	2
2139	2	3
2141	3	3
2142	3	3
2143	2	1

Tabelle 38: Bewertung des Requirements Managements

**B.2.2.6 System Engineering und System-Validierung**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
2212	3	3
2231	3	1
2244	3	1

Tabelle 39: Bewertung des System Engineering und der System-Validierung

**B.2.2.7 SW-Erstellung**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
2311	3	4
2313	3	2
2315	3	4
2321	3	3
2322	3	1
2341	3	4
2351	3	1
2352	3	1

Tabelle 40: Bewertung der SW-Erstellung

**B.2.2.8 SW-Integration und -Test**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
2411	3	3
2412	3	4
2413	3	1
2414	3	3
2421	3	3
2423	3	4
2431	3	4
2432	3	4
2441	3	2

Tabelle 41: Bewertung der SW-Integration und des SW-Test

**B.2.2.9 Wiederverwendung**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
2711	4	1
2712	4	1
2721	4	1
2722	4	1
2723	4	1
2731	4	2
2732	4	1

Tabelle 42: Bewertung der Wiederverwendung

**B.2.2.10 Prozeßdefinition und -pflege**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
3111	3	2
3112	3	1
3121	3	3
3122	3	4
3131	3	2
3132	3	2
3133	3	2
3141	3	1
3151	3	1
3152	3	1
3153	3	1
3154	3	1

Tabelle 43: Bewertung der Prozeßdefinition und -pflege

**B.2.2.11 Schulung**

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
3211	3	1
3212	3	1
3213	3	1
3214	3	2
3221	3	1
3222	3	1
3231	3	1
3232	3	1
3233	3	1
3235	3	1

Tabelle 44: Bewertung der Schulung

*B.2.2.12 Prozeß- und Produktmessung*

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
3311	4	1
3312	4	1
3321	4	2
3323	4	1
3324	4	1
3341	4	1
3343	4	1
3344	4	1
3351	4	2
3353	4	2

*Tabelle 45: Bewertung der Prozeß- und Produktmessung**B.2.2.13 Prozeß- und Technologieverbesserung*

Frage	Reifegradstufe SEI	Bewertung
3411	5	3
3412	5	3
3413	5	2
3421	5	1
3422	5	1
3423	5	1
3424	5	2
3431	5	1
3432	5	1
3441	5	1
3442	5	1
3443	5	1
3444	5	1
3451	5	1
3452	5	1
3453	5	1
3461	5	1
3462	5	1
3463	5	1

*Tabelle 46: Bewertung der Prozeß- und Technologieverbesserung*



## C Kürzel und Abkürzungen

### C.1 V-Modell

#### C.1.1 Hauptaktivitäten

Kürzel	Bezeichnung
SE 1	System-Anforderungsanalyse
SE 2	System-Entwurf
SE 3	SW-/HW-Anforderungsanalyse
SE 4	SW-Grobentwurf
SE 5	SW-Feinentwurf
SE 6	SW-Implementierung
SE 7	SW-Integration
SE 8	System-Integration
SE 9	Überleitung in die Nutzung
QS 1	QS-Initialisierung
QS 2	Prüfungsvorbereitung
QS 3	Prozeßprüfung von Aktivitäten
QS 4	Produktprüfung
QS 5	QS-Berichtswesen
KM 1	KM-Planung
KM 2	Produkt- und Konfigurationsverwaltung
KM 3	Änderungsmanagement (Konfigurationssteuerung)
KM 4	KM-Dienste
PM 1	Projektinitialisierung
PM 2	Vergabe/Beschaffung
PM 3	Auftragnehmer-Management
PM 4	Feinplanung
PM 5	Kosten-/Nutzenanalyse
PM 6	Durchführungsentscheidung
PM 7	Risikomanagement
PM 8	Projektkontrolle und -steuerung
PM 9	Informationsdienst/Berichtswesen
PM 10	Schulung/Einarbeitung
PM 11	Bereitstellung der Ressourcen
PM 12	Vergabe von Arbeitsaufträgen
PM 13	Einweisung der Mitarbeiter
PM 14	Projektabschluß

Tabelle 47: Kürzel der Hauptaktivitäten im V-Modell

## C.1.2 Produkte

Kürzel	Bezeichnung
ÄA	Änderungsantrag/Problemmeldung
ÄAuf	Änderungsauftrag
AFo	Anwenderforderungen
AHb	Informationen zum Anwendungshandbuch
AktNo	Aktennotiz
ÄMit	Änderungsmitteilung
AnBew	Angebotsbewertung
ArbAuf	Arbeitsauftrag
ÄStat	Änderungsstatusliste
ÄVor	Änderungsvorschlag
BetrHb	Informationen zum Betriebshandbuch
DatK	Datenkatalog
DiagHb	Informationen zum Diagnosehandbuch
EinInf	Sonstige Einsatzinformationen
Einl	Einladung
ImplD	Implementierungsdokumente
IntMit	Interne Mitteilung
IntPI	Integrationsplan
KID	Konfigurations-Identifikationsdokument
KNA	Kosten-/Nutzenanalyse
KPI	KM-Plan
PAB	Projektabschlussbericht
PHb	Projekthandbuch
PHis	Projekthistorie
PPI	Projektplan
Prot	Protokoll
PrPI	Prüfplan
PrProz	Prüfprozedur
PrSpez	Prüfspezifikation
QPI	QS-Plan
SaB	Sachbericht
SSB	Schnittstellenbeschreibung
SStB	Sachstandsbericht
SSÜb	Schnittstellenübersicht
SwArc	SW-Architektur
SwEnt	SW-Entwurf
SWPÄK	SWPÄ-Konzept
SysArc	Systemarchitektur
TAnf	Technische Anforderungen

Tabelle 48: Kürzel der Produkte im V-Modell

## C.1.3 Handbücher

Kürzel	Bezeichnung
BRH	Erfüllung der IT-Mindestanforderungen des Bundesrechnungshofes durch das V-Modell
GPO	Zusammenhang zwischen Geschäftsprozeßoptimierung und dem V-Modell
HW	Hardwareerstellung
ISO	Das V-Modell in einer ISO- und AQAP-Umgebung
OOS	Berücksichtigung objektorientierter Sprachen
R	Rollenkonzept im V-Modell
RE	Reverse Engineering
SEC	Anwendung des V-Modells und der ITSEC
SI	Sicherheit und Kritikalität
SZ	Szenarien
T	Tailoring und projektspezifisches V-Modell
UMF	Einordnung des V-Modells in sein Umfeld

Tabelle 49: Kürzel der Handbücher im V-Modell

## C.1.4 Ausgewählte Methoden

Kürzel	Bezeichnung
BALK	Balkenplan
EVV	Earned Value Verfahren
NPT	Netzplan-Technik
REV	Review
SIMU	Simulationsmodelle
SMOD	Schätzmodelle
T	Testen
TRDA	Trend-Analyse

Tabelle 50: Kürzel ausgewählter Methoden im V-Modell

## C.1.5 Leistungskomplexe aus den funktionalen Werkzeuganforderungen

Kürzel	Bezeichnung
LOBV	Objektverwaltung
LNSS	Nutzerschnittstelle
LSES	Systementwicklung steuern
LSIC	Sicherheit
LSE	Systemerstellung
LQS	Qualitätssicherung
LKM	Konfigurationsmanagement
LPM	Projektmanagement

Tabelle 51: Kürzel der Leistungskomplexe aus den funktionalen Werkzeuganforderungen im V-Modell

## C.2 CMM

### C.2.1 Schlüsselprozesse

Kürzel	Bezeichnung (deutsch)	Bezeichnung (englisch)	Stufe
RM	Anforderungsmanagement	requirements management	2
PP	Projektplanung	software project planning	2
PC	Projektkontrolle	software project control	2
SM	Lieferantenmanagement	software acquisition management	2
QA	Qualitätssicherung	software quality assurance	2
CM	Konfigurationsmanagement	software configuration management	2
PF	Organisationsweiter Prozeßfokus	organization process focus	3
PD	Organisationsweite Definition von Standardprozessen	organization process definition	3
TP	Organisationsweites Schulungsprogramm	organization training program	3
IM	Integriertes Softwaremanagement	integrated software management	3
PE	Softwareerstellung	software product engineering	3
IC	Koordination der Projektschnittstellen	project interface coordination	3
PR	Reviews	peer reviews	3
OA	Organisationsweite Wiederverwendung	organization software asset commonality	4
OP	Organisationsweite Prozeßmessung	organization process performance	4
SP	Statistische Prozeßsteuerung	statistical process management	4
DP	Systematische Fehlervermeidung	defect prevention	5
PI	Organisationsweite Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten	organization process & technology innovation	5
ID	Organisationsweite Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen	organization improvement deployment	5

Tabelle 52: Kürzel der Schlüsselprozesse im CMM

### C.2.2 Gemeinsame Aspekte

Kürzel	Bezeichnung (deutsch)	Bezeichnung (englisch)
CO	Verpflichtungen zur Durchführung	commitment to perform
AB	Voraussetzungen für die Durchführung	ability to perform
AC	durchzuführende Tätigkeiten	activities to perform
ME	Prozeßmessung und -analyse	measurement and analysis
VE	Überprüfung der Durchführung	verifying implementation

Tabelle 53: Kürzel der gemeinsamen Aspekte im CMM

## C.3 Abkürzungen

ANSSTAND	Anwender des Software-Entwicklungsstandards der öffentlichen Verwaltung
AQAP	Allied Quality Assurance Publication
AU	Allgemeiner Umdruck
CAF	CMM Appraisal Framework
CBA IPI	CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement
CMM	capability maturity model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
CMMI-SW	Capability Maturity Model-Integrated-Software
CMU	Carnegie Mellon University
DASA	DaimlerChrysler Aerospace
DIN	Deutsches Institut für Normung
DoD	Department of Defense
GAM	Guerre Air Maritime
GBV	Geschäftsbereich Verteidigung und zivile Systeme

---

HAN	Hauptauftragnehmer
HW	Hardware
IABG	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft
IDEAL	initiating, diagnosing, establishing, acting, leveraging
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
ITSEC	Information Technology Security Evaluation Criteria
KM	Konfigurationsmanagement
KPA	key process area
MIL-STD	Military Standard
P-CMM	People Capability Maturity Model
PM	Projektmanagement
QS	Qualitätssicherung
SCE	software capability evaluation
SCM	software configuration management
SE	Systemerstellung
SE-CMM	Systems Engineering Capability Maturity Model
SEI	Software Engineering Institute
SEU	Softwareentwicklungsumgebung
SEU-IS	Softwareentwicklungsumgebung für Informationssysteme
SEU-WS	Softwareentwicklungsumgebung für Waffen- und Waffeneinsatzsysteme
SI	Sicherungstechnik
SPA	Siemens Process Assessment
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination
SQA	software quality assurance
SSE-CMM	Security Systems Engineering Capability Maturity Model
SW	Software
SW-CMM	Capability Maturity Model for Software
SWPÄ	Software-Pflege und -Änderung
TQM	Total Quality Management
UAN	Unterauftragnehmer
ZT SE	Zentralabteilung Technik Technologieabteilung Software und Engineering



## D Literaturverzeichnis

Bemerkungen: Die Zitierweise von Internetquellen ist angelehnt an [Ble95]. Viele Veröffentlichungen des SEI sind unter der in [SEI3] angegebenen Adresse im Internet verfügbar.

- [ABD+99] Ansorge, D.; Bergner, K.; Deifel, B.; Hawlitzky, N.; Maier, C.; Paech, B.; Rausch, A.; Sihling, M.; Thurner, V.; Vogel, S.: Managing Componentware Development – Software Reuse and the V-Model Process. In: Proceedings of the 11th Conference on Advanced Information Systems Engineering, CAISE\*99, 14. – 18. Juni 1999, Heidelberg, Deutschland. Springer, 1999
- [ANSS98] Wer ist ANSSTAND e. V.? Online in Internet: URL: <http://www.ansstand.de/docs/ansstand.htm> [Stand: 10.04.1999]
- [AU250/1a] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Vorgehensmodell Teil 1: Regelungsteil. Allgemeiner Umdruck Nr. 250/1. Bonn, Juni 1997
- [AU250/1b] Bundesministerium für Verteidigung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Vorgehensmodell Teil 1: Regelungsteil. Allgemeiner Umdruck Nr. 250/1. Bonn, Juni 1997
- [AU250/2a] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Vorgehensmodell Teil 2: Behördenspezifische Ergänzungen. Allgemeiner Umdruck Nr. 250/2. Bonn, Juni 1997
- [AU250/2b] Bundesministerium für Verteidigung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Vorgehensmodell Teil 2: Behördenspezifische Ergänzungen. Allgemeiner Umdruck Nr. 250/2. Bonn, Juni 1997
- [AU250/3] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Vorgehensmodell Teil 3: Handbuchsammlung. Allgemeiner Umdruck Nr. 250/3. Bonn, Juni 1997
- [AU250kurz] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): V-Modell Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Vorgehensmodell Kurzbeschreibung. Bonn, Juni 1997
- [AU251] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Methodenzuordnung. Allgemeiner Umdruck Nr. 251. Bonn, Juni 1997
- [AU251kurz] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): V-Modell Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Methodenzuordnung Kurzbeschreibung. Bonn, Juni 1997

- [AU252] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Funktionale Werkzeuganforderungen. Allgemeiner Umdruck Nr. 252. Bonn, Juni 1997
- [AU252kurz] Bundesministerium des Inneren, Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (Hrsg.): V-Modell Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes Funktionale Werkzeuganforderungen Kurzbeschreibung. Bonn, Juni 1997
- [Bac94] Bach, James: The Immaturity of the CMM. Online in Internet: URL: [http://www.stlabs.com/testnet/docs/CMM\\_API1.htm](http://www.stlabs.com/testnet/docs/CMM_API1.htm) [Stand: 03.08.1999]. Originally published in: American Programmer 7 (1994) 9, S. 13 – 18.
- [Bal98] Balzert, Helmut: Lehrbuch der Software-Technik: Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, 1998
- [Bau93] Bauer, F. L.: Software Engineering – wie es begann. In: Informatik-Spektrum 16 (1993) 5, S. 259 – 260
- [BG91] Bollinger, Terry B.; McGowan, Clement: A Critical Look at Software Capability Evaluations. In: IEEE Software 8 (1991) July, S. 25 – 41
- [BKW+95] Bate, Roger; Kuhn, Dorothy; Wells, Curt et al.: A Systems Engineering Capability Maturity Model, Version 1.1. CMU/SEI-95-MM-003. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1995
- [Ble95] Bleuel, Jens: Zitieren von Quellen im Internet. 08.11.1995. Online in Internet: URL: <http://www.uni-mainz.de/~bleuj000/zitl.html> [Stand: 04.08.1999]
- [BMVg97] Bundesministerium der Verteidigung: Brief. Online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/bmvgfrei.htm> [Stand: 10.04.1999]
- [Boo93] Members of the Bootstrap Project Team: Bootstrap: Europe's Assessment Method. In: IEEE Software 10 (1993) May, S. 93 – 95
- [Bör97] Siemens schärft Software-Kompetenz. Börsen-Zeitung, 11.06.1997 (zitiert nach: Internet: URL: <http://www.mchp.siemens.de/swi/www-swi/public97.htm> [Stand: 06.04.1999])
- [BD95] Bröhl, Adolf-Peter; Dröschel, Wolfgang (Hrsg.): Das V-Modell: Der Standard für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden. R. Oldenbourg Verlag, München, 1995
- [BP96] Byrnes, Paul; Phillips, Mike: Software Capability Evaluation Version 3.0 Method Description. Technical Report, CMU/SEI-96-TR-002. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1996
- [BW99] Babel, Philip; Weszka, Joan: CMM Integration (CMMI) Overview. Presentation at SEPG 99. Folien zum Vortrag. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmm/cmmi/sep99.presen/index.htm> [Stand: 01.04.1999]

- [CHM95] Curtis, Bill; Hefley, William E.; Miller, Sally: People Capability Maturity Model. CMU/SEI-95-MM-02. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1995
- [Chr92] Chroust, Gerhard: Modelle der Software-Entwicklung. R. Oldenbourg Verlag, München, 1992
- [DM96] Dunaway, Donna K.; Masters, Steve: CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement (CBA IPI): Method Description. Technical Report, CMU/SEI-96-TR-007. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1996
- [Drö98] Dröschel, Wolfgang: Die Gestaltung von IT-Systemen mit V-Modell 97: Zielsetzung und Kernpunkte der Änderungen. In: Dröschel, Wolfgang; Heuser, Walter; Midderhoff, Rainer (Hrsg.): Inkrementelle und objektorientierte Vorgehensweisen mit dem V-Modell 97. R. Oldenbourg Verlag, München, 1998
- [Drö99] Dröschel, Wolfgang: Re: Betriebsinformationen (365), Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 17.06.1999. Archiviert online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [EBS96] El Emam, Khaled; Briand, Lionel; Smith, Bob: Assessor Agreement in Rating SPICE Processes. European Software Institute, 01.07.1996
- [EDM98] El Emam, Khaled; Drouin, Jean-Normand; Melo, Walcélio (eds.): SPICE: The Theory and Practice of Software Process Improvement and Capability Determination. IEEE Computer Society, 1998
- [Ehl94] Ehling, Jan: Konformität des V-Modells der Bundesbehörden mit den Prinzipien des Total Quality Management Konzeptes in der Softwareentwicklung unter Einbeziehung des CMM. Diplomarbeit an der Universität zu Köln, Köln, 1994
- [FAD+99] Ferguson, Jack; Ahern, Dennis; Denny, Barb; Hefner, Rick; Wolf, Gary; Jarzombek, Joe: Transition to CMMI Models. Folien zum Vortrag auf der Software Technology Conference (STC '99) am 6. Mai 1999, Salt Lake City, Utah, USA. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmm/cmmi/stc99.presen/index.htm> [Stand: 30.06.1999]
- [FL97] Fayad, Mohamed E.; Laitinen, Mauri: Process Assessment Considered Wasteful. In: Communications of the ACM Vol. 40 (1997) 11, S. 125 – 128
- [Fee96] McFeeley, Bob: IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement. Handbook, CMU/SEI-96-HB-001. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1996
- [Gla99] Glass, Robert L.: The Realities of Software Technology Payoffs. In: Communications of the ACM Vol. 42 (1999) 2, S. 74 – 79
- [Gon97] Gonauser, Monika: Siemens rückt Software ins Zentrum. In: Software-Prozesse in der Praxis. Anzeige aus Computerwoche, Ausgabe 50 vom 12. Dezember 1997. ohne Ort, 1997

- [GQ95] Ginsberg, Mark P.; Quinn, Lauren H.: Process Tailoring and the Software Capability Maturity Model. Technical Report, CMU/SEI-94-TR-024. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1995
- [HCR+94] Herbsleb, James; Carleton, Anita; Rozum, James; Siegel, Jane; Zubrow, David: Benefits of CMM-Based Software Process Improvement: Initial Results. Technical Report, CMU/SEI-94-TR-013. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 1994
- [HERMES] Bundesamt für Informatik: HERMES Führung und Abwicklung von Informatikprojekten Ausgabe 1995. Online Help. Bern, Schweiz, 1995
- [Heu98] Heuser, Walter: ANSSTAND e. V. In: Dröschel, Wolfgang; Heuser, Walter; Midderhoff, Rainer (Hrsg.): Inkrementelle und objektorientierte Vorgehensweisen mit dem V-Modell 97. R. Oldenbourg Verlag, München, 1998
- [HK87] Humphrey, Watts S.; Kitson, David H.: Preliminary Report on Conducting SEI-Assisted Assessments of Software Engineering Capability. Technical Report, CMU/SEI-87-TR-16. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1987
- [HMC92] Haase, Volkmar; Messnarz, Richard; Cachia, Robert M.: Software Process Improvement by Measurement BOOTSTRAP/ESPRIT Project 5441. In: R. Mittermeir (ed.): Shifting Paradigms in Software Engineering, Proceedings of the 7<sup>th</sup> Joint Conference of the Austrian Computer Society and the John von Neumann Society for Computing Sciences (NJSZT), Klagenfurt, Austria, 1992, S. 32 – 41. Springer-Verlag, Wien, 1992
- [HMK+94] Haase, Volkmar; Messnarz, Richard; Koch, Günther; Kugler, Hans J.; Decrinis, Paul: Bootstrap: Fine-Tuning Process Assessment. In: IEEE Software 11 (1994) July, S. 25 – 35
- [HS87] Humphrey, W. S.; Sweet, W. L.: A Method for Assessing the Software Engineering Capability of Contractors, Preliminary Version. Technical Report, CMU/SEI-87-TR-23. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1987. Online in Internet: URL: <http://tecnet0.jcte.jcs.mil:9000/htdocs/teinfo/software/op1.html> [Stand: 03.08.1999]
- [Hum89] Humphrey, Watts: Managing the Software Process. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, USA, 1989
- [IABG1] IABG: V-Modell, FAQ. Online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/faq.htm> [Stand: 13.07.1999]
- [IABG2] IABG: Willkommen zum V-Modell. Online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/index.htm> [Stand: 15.07.1999]
- [ICN99] ICNetline: Verbesserte Prozesse, steigender Geschäftswertbeitrag. Interview: Karl Hönig, Detlev Böttger. In: ICNetline online, Ausgabe 3, Juni 1999. Online in Intranet der Siemens AG: URL: [http://intranet.icn.siemens.de/icnetline/ger/issues/no5/icn\\_intern/index4.htm](http://intranet.icn.siemens.de/icnetline/ger/issues/no5/icn_intern/index4.htm) [Stand: 04.08.1999]

- [IEEE610] IEEE (ed.): IEEE Standard Glossary of Software Engineering Technology, IEEE Std 610.12-1990, Corrected Edition, February 1991. In: IEEE Standards Collection: Software Engineering, 1997 Edition. IEEE, New York, 1997
- [ISO9000-3] Ausschuß Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.; Normenausschuß Informationsverarbeitungssysteme (NI) im DIN: Deutsche Norm DIN ISO 9000 Teil 3 Qualitätsmanagement- und Qualitätssicherungsnormen Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001 auf die Entwicklung, Lieferung und Wartung von Software (Identisch mit ISO 9000-3: 1991). DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, 1992
- [ISO9001] Normenausschuß Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: Deutsche Norm DIN EN ISO 9001 Qualitätsmanagementsysteme Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung. Dreisprachige Fassung EN ISO 9001: 1994. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, 1994
- [ISO12207] International Organization for Standardization; International Electrotechnical Commission: International Standard ISO/IEC 12207 Information technology – Software life cycle processes, First edition 1995-08-01. ISO/IEC Copyright Office, Genf, Schweiz, 1995
- [IT-BVM] Freitter, Michael: Bundesvorgehensmodell IT-BVM Vorgehensmodell für die Entwicklung von IT-Systemen des Bundes Version 1.0. Online in Internet: URL: [http://www.bv-modell.at/set\\_info.htm](http://www.bv-modell.at/set_info.htm) [Stand: 13.07.1999]
- [JB99] Johnson, Donna L.; Brodman, Judith G.: Tailoring the CMM for Small Businesses, Small Organizations, and Small Projects. In: El Emam, Khaled; Madhavji, Nazim H. (Hrsg.): Elements of Software Process Assessment and Improvement. IEEE Computer Society, 1999
- [Koc93] Koch, G. R.: Process assessment: the 'BOOTSTRAP' approach. In: Information and Software Technology 35 (1993) June/July, S. 387 - 403
- [Kot99] Kotter, Martin: Die Qualitätsaktivitäten des Capability Maturity Models in Bezug auf zu anderen Qualitätsmodellen und deren Notwendigkeit. Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz, Graz, Österreich, April 1999
- [Lou99] Louis, Peter: Persönliche Mitteilung. München, 05.07.1999
- [Man96] Mansel, W.: Das V-Modell aus Anwendersicht. Folien zum Vortrag auf dem 3. Workshop der Fachgruppe 5.1.1 der GI „Das V-Modell in der Praxis“, 18.03.1996, Ottobrunn. Online in Internet: URL: <http://www.fast.de/FG511/vortraege9603/MANSEL/mansel01.html> [Stand: 09.03.1999]
- [MB95] Masters, Steve; Bothwell, Carol: CMM Appraisal Framework, Version 1.0. Technical Report, CMU/SEI-95-TR-001. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1995
- [MDL87] Mills, H. D.; Dyer, M.; Linger, R. C.: Cleanroom Software Engineering. In: IEEE Software 4 (1987) September, S.19 – 25

- [Mey99] Meyer, Ludger: Persönliche Mitteilung. München, Juni 1999
- [MHS98] Mellis, Werner; Herzwurm, Georg; Stelzer, Dirk: TQM der Softwareentwicklung: Mit Prozeßverbesserung, Kundenorientierung und Change Management zu erfolgreicher Software. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1998<sup>2</sup>
- [MIL498] Department of Defense: Military Standard: Software Development and Documentation MIL-STD-498. PDF version. US Department of Defense, 5 December 1994
- [MS99] Mellis, Werner; Stelzer, Dirk: Das Rätsel des prozeßorientierten Softwarequalitätsmanagement. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 41 (1999) 1, S. 31 – 39
- [Mut96] Mutafelija, Boris: Mapping Between MIL-STD-498 and SW-CMM v1.1. Working paper, 31.05.1996. Online in Internet: URL: <ftp://ftp.sei.cmu.edu/pub/cmm/Misc/498.swcmm.pdf> [Stand: 30.06.1999]
- [Neu95] Neumann, Peter G.: Computer-Related Risks. ACM Press, 1995
- [New96] Newberry, George A.: The Relationship Between the SEI's CMM Levels and Source Selection. In: CrossTalk 9 (1996) 5
- [Pau94a] Paulk, Mark C.: Questions and Answers on the CMM Issue #1, 5. April 1994. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/activities/cmm/docs/q-and-a.1.html> [Stand: 29.06.1999]
- [Pau94b] Paulk, Marc C.: Questions and Answers on the CMM Issue #2, 2. August 1994. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/activities/cmm/docs/q-and-a.2.html> [Stand: 09.07.1999]
- [Pau94c] Paulk, Mark C.: A Comparison of ISO 9001 and the Capability Maturity Model for Software. Technical Report, CMU/SEI-94-TR-12. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1994
- [Pau97] Paulk, Mark C.: Questions and Answers on the CMM Issue #4, 7. April 1997. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/activities/cmm/docs/q-and-a.4.html> [Stand: 01.07.1999]
- [Pau98] Paulk, Mark C.: Mappings between ISO 12207, ISO15504 (SPICE), Software CMM v1.1, and Software CMM v2 Draft C. Working paper, 23.02.1998. Online in Internet: URL: <ftp://ftp.sei.cmu.edu/pub/cmm/Misc/standards-map.pdf> [Stand: 30.06.1999]
- [PCC+93] Paulk, Mark C.; Curtis, Bill; Chrissis, Mary Beth; Weber, Charles V.: Capability Maturity Model for Software, Version 1.1. Technical Report, CMU/SEI-93-TR-024. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1993
- [PCW+96] Paulk, Marc C.; Chrissis, Mary Beth; Weber, Charles V.; Shrum, Sandy: A Preview of the Software CMM Version 2. 05.12.1996. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/pub/cmm/v2/cmm-v2-bridge.pdf> [Stand: 09.08.1999]

- [PEP] PEP-Team: PEP: Der Produktentwicklungsprozeß – Mit System zu besseren Ergebnissen. Broschüre. Daimler-Benz Aerospace, München, ohne Jahr
- [Pic99] Pickerill, Jay: What is this „thing“ called management commitment? In: Kneuper, Ralf; Verlage, Martin (Hrsg.): Vorgehensmodelle, Prozeßverbesserung und Qualitätsmanagement, 6. Workshop der GI-Fachgruppe 5.1.1 Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung, Universität Kaiserslautern, 19. und 20. April 1999. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1999
- [Plö98] Plögert, Klaus: Aufwand im SW-Lebenszyklus (qualitative Betrachtung). Folie. In: Plögert, Klaus: Re: Ein paar Fragen zum V-Modell (237a, Folie), Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 26.11.1998. Archiviert Online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [Plö99a] Plögert, Klaus: Re: Betriebsinformationen (339), Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 25.05.1999. Archiviert online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [Plö99b] Plögert, Klaus: Re: Abnahme (346), Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 07.06.1999. Archiviert online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [Plö99c] Plögert, Klaus: Re: Zahlen zur Verbreitung des V-Modells (383), Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 23.07.1999. Archiviert online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [Plö99d] Plögert, Klaus: Re: Beziehung zwischen standardisiertem Vortailoring und Tailoring mit Streichbedingungen (388), Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 27.07.1999. Archiviert Online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [PWC+95] Paulk, Mark C.; Weber, Charles V.; Curtis, Bill; Chrissis, Mary Beth (eds.): The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, USA, 1995
- [PWG+93] Paulk, Mark C.; Weber, Charles V.; Garcia, Suzanne M.; Chrissis, Mary Beth; Bush, Marilyn: Key Practices of the Capability Maturity Model, Version 1.1. Technical Report, CMU/SEI-93-TR-025. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1993
- [Ruß99a] Rußwurm, Winfried; Meyer, Ludger: Integrated Evaluation Procedure for Software/Hardware System Development Processes based on the SW-Capability-Maturity-Model (CMM). In: Proceedings of the European Software Engineering Process Group Conference 1999 (ESEPG99), June 7 – 10, 1999, Amsterdam, Netherlands
- [Ruß99b] Rußwurm, Winfried: Persönliche Mitteilung. München, 20.07.1999
- [SEI1] SEI, About the SEI – Welcome. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/about/about.html> [Stand: 23.04.1999]

- [SEI2] SEI, CMMI Product Release Plan. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmm/cmmi/sched/sched3.html> [Stand: 24.04.1999]
- [SEI3] SEI, Publications – Welcome. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/publications/publications.html> [Stand: 04.08.1999]
- [SEMA99] Software Engineering Measurement and Analysis Team: Process Maturity Profile of the Software Community 1998 Year End Update. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, März 1999. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/sema/pdf/1999mar.pdf> [Stand: 13.07.1999]
- [She97] Sheard, Sarah A.; The Frameworks Quagmire, A Brief Look. Online in Internet: URL: <http://www.software.org/quagmire/frampapr/FRAMPAPR.PDF> [Stand: 23.03.1999]
- [Sie98] Siemens AG: ZT SE Software & Engineering. Informationsbroschüre zum ZT SE-Informationstag '98, nur für internen Gebrauch. Siemens AG, München, 1998
- [Sie99a] Siemens AG: Siemens Process Assessments, Kickoff Meeting. Musterfoliensatz, Confidential. Siemens AG, München, 1999
- [Sie99b] Siemens AG: Leitbild. Online in Internet: URL: [http://www.siemens.de/de/the\\_company/future/leitbild/index.html](http://www.siemens.de/de/the_company/future/leitbild/index.html) [Stand: 09.07.1999]
- [Sor96] Sorensen, Reed: Mapping SW-CMM v1.1 to MIL-STD-498. 31.05.1996. Online in Internet: URL: <ftp://ftp.sei.cmu.edu/pub/cmm/Misc/swcmm.498.pdf> [Stand: 30.06.1999]
- [SPI98] Members of the SPICE Project Team: SPICE Phase 2 Trials Interim Report, Version 1.00. Technical Report, 17.06.1998
- [SPAQ] ZT SE 3: Siemens Process Assessment – Questionnaire –. Confidential, personal copy, Version 2.1, 05/98. Siemens AG, München, 1998
- [SSE-CMM] Members of the SSE-CMM project team: Systems Security Engineering Capability Maturity Model SSE-CMM Model Description Document, Version 2.0, 01.04.1999. Online in Internet: URL: <http://www.sse-cmm.org/SSEdocs/TheModel/SSECMMv2Final.pdf> [Stand: 30.06.1999]
- [Ste99] Steinmann, Christian: Verwendung des V-Modells (387). Mail an die Mailingliste zum V-Modell, 26.07.1999. Archiviert online in Internet: URL: <http://www.v-modell.iabg.de/maillst.htm> [Stand: 22.06.1999]
- [SW-CMM2.0B] SEI, Draft B of SW-CMM v2.0. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmm/draft-b/b.html> [Stand: 23.04.1999]
- [SW-CMM2.0C] SEI, Draft C of the Software Capability Maturity Model (SW-CMM) v2.0. Online in Internet: URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmm/draft-c/c.html> [Stand: 23.04.1999]

- [Tha93] Thaller, Georg Erwin: Qualitätsoptimierung der Software-Entwicklung: Das Capability Maturity Model (CMM). Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1993
- [Web99] Weber, Christiana: Persönliche Mitteilung. München, 08.07.1999
- [WNH+94] Whitney, Roselyn; Nawrocki, Elise; Hayes, Will; Siegel, Jane: Interim Profile: Development and Trial of a Method to Rapidly Measure Software Engineering Maturity Status. Technical Report, CMU/SEI-94-TR-4. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1994
- [Wol96] Woletz: Erfahrungen mit dem Einsatz des Vorgehensmodells. Folien zum Vortrag auf dem 3. Workshop der Fachgruppe 5.1.1 der GI „Das V-Modell in der Praxis“, 18.03.1996, Ottobrunn. Online in Internet: URL: <http://www.fast.de/FG511/vortraege9603/WOLETZ/woletz1.html> [Stand: 09.03.1999]
- [Zah98] Zahran, Sami: Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success. Addison Wesley Longman Limited, Harlow, England, 1998
- [ZHS+94] Zubrow, David; Hayes, William; Siegel, Jane; Goldenson, Dennis: Maturity Questionnaire. Special Report, CMU/SEI-94-SR-7. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1994



## E Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beziehungsgeflecht von Modellen und Standards mit Bezug zur Softwareentwicklung aus amerikanischer Sicht (Internet: URL: <a href="http://www.software.org/quagmire/quagmire.GIF">http://www.software.org/quagmire/quagmire.GIF</a> [Stand: 31.03.1999]) .....	2
Abbildung 2: Referenzmodell mit Prozessen in übereinander liegenden Stufen .....	9
Abbildung 3: Referenzmodell mit gleichberechtigt nebeneinander liegenden Prozessen.....	10
Abbildung 4: Generische Phasen einer Prozeßbewertung ([Zah98], S. 159).....	11
Abbildung 5: Zyklus aus Prozeßbewertung und Prozeßverbesserung .....	12
Abbildung 6: Zweifache Untergliederung des V-Modells ([AU250kurz], S. 4).....	14
Abbildung 7: Erzeugnisstruktur des V-Modells ([AU250/1a], S. 2-2).....	15
Abbildung 8: Produktzustände und zulässige Übergänge ([AU250/1a], S. 2-6) .....	16
Abbildung 9: Zusammenspiel der Submodelle ([AU250/1a], S. 2-9).....	17
Abbildung 10: Zuordnung von Leistungseinheiten zu Methoden und Aktivitäten des V-Modells ([AU252kurz], S. 6) .....	23
Abbildung 11: Kurzbeschreibung der Reifegradstufen.....	27
Abbildung 12: Struktur der Reifegradstufen (nach [PCC+93], S. 29) .....	28
Abbildung 13: Schlüsselprozesse des CMM auf den verschiedenen Reifegradstufen (nach [PCC+93], S. 31) ....	29
Abbildung 14: IDEAL Zyklus (Internet: URL: <a href="http://www.sei.cmu.edu/ideal/graphics/pc/ideal.full.greyscale.ppt">http://www.sei.cmu.edu/ideal/graphics/pc/ideal.full.greyscale.ppt</a> [Stand: 10.05.1999]).....	35
Abbildung 15: Themengebiete des Siemens Process Assessment [Sie99a, Folie 18] .....	37
Abbildung 16: Erfüllungsgrad des V-Modells nach Schlüsselprozessen des CMM.....	98
Abbildung 17: Erfüllungsgrad des V-Modells nach gleichartigen Schlüsselaufgaben des CMM .....	99
Abbildung 18: Erfüllungsgrad des V-Modells nach Reifegradstufen anhand des CMM.....	100
Abbildung 19: Stärken-/Schwächenprofil des V-Modells im Siemens Process Assessment.....	103
Abbildung 20: Erfüllungsgrad des V-Modells nach Reifegradstufen anhand des Siemens Process Assessment	104
Abbildung 21: Vorgehen bei der Bearbeitung von Problemmeldungen und Änderungsanträgen [AU250/1b]...	112
Abbildung 22: Produkte des V-Modells ([AU250/1a], S. 2-10).....	119
Abbildung 23: Submodell SE im Überblick ([AU250/1a], S. 4-50).....	120
Abbildung 24: Submodell QS im Überblick ([AU250/1a], S. 5-18) .....	121
Abbildung 25: Submodell KM im Überblick ([AU250/1a], S. 6-22) .....	122
Abbildung 26: Submodell PM im Überblick ([AU250/1a], S. 7-26).....	123
Abbildung 27: Zunehmende Transparenz des Entwicklungsprozesses ([PCC+93], S. 20) .....	124
Abbildung 28: Veränderung von Vorhersagbarkeit, Schwankungsbreite und Effizienz des Entwicklungsprozesses ([PCC+93], S. 23) .....	125



## F Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung von V-Modell und SW-CMM im Überblick.....	49
Tabelle 2: Erfüllungsgrade des V-Modells nach Reifegradstufen anhand des CMM und anhand des Siemens Process Assessment im Vergleich.....	108
Tabelle 3: Bewertung des Anforderungsmanagements.....	128
Tabelle 4: Bewertung der Projektplanung .....	136
Tabelle 5: Bewertung der Projektplanung .....	139
Tabelle 6: Bewertung des Lieferantenmanagements .....	143
Tabelle 7: Bewertung der Qualitätssicherung .....	144
Tabelle 8: Bewertung des Konfigurationsmanagements.....	146
Tabelle 9: Bewertung des organisationsweiten Prozeßfokus.....	148
Tabelle 10: Bewertung der organisationsweiten Definition von Standardprozessen.....	151
Tabelle 11: Bewertung des organisationsweiten Schulungsprogramms .....	152
Tabelle 12: Bewertung des integrierten Softwaremanagements .....	156
Tabelle 13: Bewertung der Softwareerstellung.....	163
Tabelle 14: Bewertung der Koordination der Projektschnittstellen .....	165
Tabelle 15: Bewertung der Reviews .....	166
Tabelle 16: Bewertung der organisationsweiten Wiederverwendung.....	168
Tabelle 17: Bewertung der organisationsweiten Prozeßmessung .....	170
Tabelle 18: Bewertung der statistischen Prozeßsteuerung .....	173
Tabelle 19: Bewertung der systematischen Fehlervermeidung.....	175
Tabelle 20: Bewertung der organisationsweiten Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten .....	177
Tabelle 21: Bewertung der organisationsweiten Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen .....	180
Tabelle 22: Bewertung der Festlegung von Richtlinien.....	182
Tabelle 23: Bewertung der Sponsorenschaft durch das übergeordnete Management.....	184
Tabelle 24: Bewertung der Planung.....	190
Tabelle 25: Bewertung der Zuordnung von Ressourcen.....	193
Tabelle 26: Bewertung der Definition von Verantwortlichkeiten im Projekt.....	196
Tabelle 27: Bewertung der Schulung der Mitarbeiter .....	198
Tabelle 28: Bewertung der Durchführung .....	199
Tabelle 29: Bewertung des Einblicks durch Messungen und Analysen .....	202
Tabelle 30: Bewertung der Prozeßprüfungen .....	204
Tabelle 31: Bewertung der Produktprüfungen.....	207
Tabelle 32: Bewertung der Besprechungen mit dem übergeordneten Management.....	209
Tabelle 33: Bewertung der Besprechungen mit dem Projektmanagement .....	210
Tabelle 34: Bewertung der Planung und Verfolgung .....	211
Tabelle 35: Bewertung des Lieferantenmanagements .....	212
Tabelle 36: Bewertung der Qualitätssicherung.....	212
Tabelle 37: Bewertung des Konfigurationsmanagements.....	212
Tabelle 38: Bewertung des Requirements Managements .....	213
Tabelle 39: Bewertung des System Engineering und der System-Validierung .....	213
Tabelle 40: Bewertung der SW-Erstellung .....	213
Tabelle 41: Bewertung der SW-Integration und des SW-Test.....	213
Tabelle 42: Bewertung der Wiederverwendung .....	214
Tabelle 43: Bewertung der Prozeßdefinition und -pflege .....	214
Tabelle 44: Bewertung der Schulung.....	214
Tabelle 45: Bewertung der Prozeß- und Produktmessung.....	215
Tabelle 46: Bewertung der Prozeß- und Technologieverbesserung.....	215
Tabelle 47: Kürzel der Hauptaktivitäten im V-Modell .....	217
Tabelle 48: Kürzel der Produkte im V-Modell .....	218
Tabelle 49: Kürzel der Handbücher im V-Modell .....	219
Tabelle 50: Kürzel ausgewählter Methoden im V-Modell.....	219
Tabelle 51: Kürzel der Leistungskomplexe aus den funktionalen Werkzeuganforderungen im V-Modell.....	219
Tabelle 52: Kürzel der Schlüsselprozesse im CMM.....	220
Tabelle 53: Kürzel der gemeinsamen Aspekte im CMM.....	220