



Universität
Zürich^{UZH}

Institut für Informatik

Martin Glinz Harald Gall

Software Engineering

Kapitel 17

Bewertung und Verbesserung von Prozessen und Qualität

17.1 Qualitätssicherung

17.2 Software-Prozessbeurteilung

17.3 Software-Prozessverbesserung



Terminologie und Mittel

Qualitätssicherung (quality assurance) – Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Erzeugen von **Vertrauen** darauf gerichtet ist, dass **Qualitätsanforderungen erfüllt** werden.

- Verwendung des Begriffs „Qualitätssicherung“ im **engen Sinn**
- **Hauptmittel:**
 - Qualitätsdokumentation
 - Audits
 - Publikation von Messgrößen
 - Zertifizierung
- Ferner **indirekt:**
 - Software-Prozessbeurteilung

Qualitätsdokumentation

- **Dokumentation** (vgl. Kapitel 21) ist ein **zentraler Bestandteil** eines **Qualitätsmanagementsystems**.
- Dokumentation ist notwendig zur **Beschreibung** der **Prozesse** und **Verfahren**
- Beim Kunden kann **Vertrauen** ins Qualitätsmanagement des Lieferanten geschaffen werden, indem der Lieferant dem Kunden **Einblick in den allgemeinen Teil seines Qualitätshandbuchs** gewährt
- Das Studium von **Produkt- und Projektdokumenten** ermöglicht **Rückschlüsse** auf die **Qualität** des **Entwicklungsprozesses** und der entwickelten **Produkte**

Audits

- Die **Existenz** eines Qualitätsmanagementsystems garantiert nicht dessen **Wirksamkeit**
- Es muss daher regelmäßig überprüft werden, ob
 - die Qualitätsorganisation **funktioniert**
 - nach den dokumentierten Verfahren gearbeitet wird
 - die verlangten Maßnahmen **durchgeführt** werden
- Solche Überprüfungen heißen **Audits**

Auditarten

○ **Interne Systemaudits**

Unternehmensinterne, **regelmäßige** Überprüfung des Qualitätsmanagementsystems

- Der **Qualitätsleiter** des Unternehmens
 - erstellt einen **Jahresplan** für die Durchführung
 - benennt **Mitarbeiter** des Unternehmens als **Auditoren**, sorgt für deren **Schulung** und plant ihren **Einsatz**
- Die **Linienorganisation**
 - **budgetiert** den **Aufwand** für die internen Systemaudits
 - **kooperiert** mit der Sekundärorganisation für Qualität bei der Durchführung der Audits
- Die **Sekundärorganisation für Qualität**
 - **führt** die Audits gemäß Auditplan **durch**

Auditarten – 2

- **Interne Prozess-, Projekt- oder Produktaudits**
 - **Spontan** angesetzte interne Audits außerhalb des Auditplans
 - Durchführung bei Anzeichen größerer **Probleme** und Abweichungen

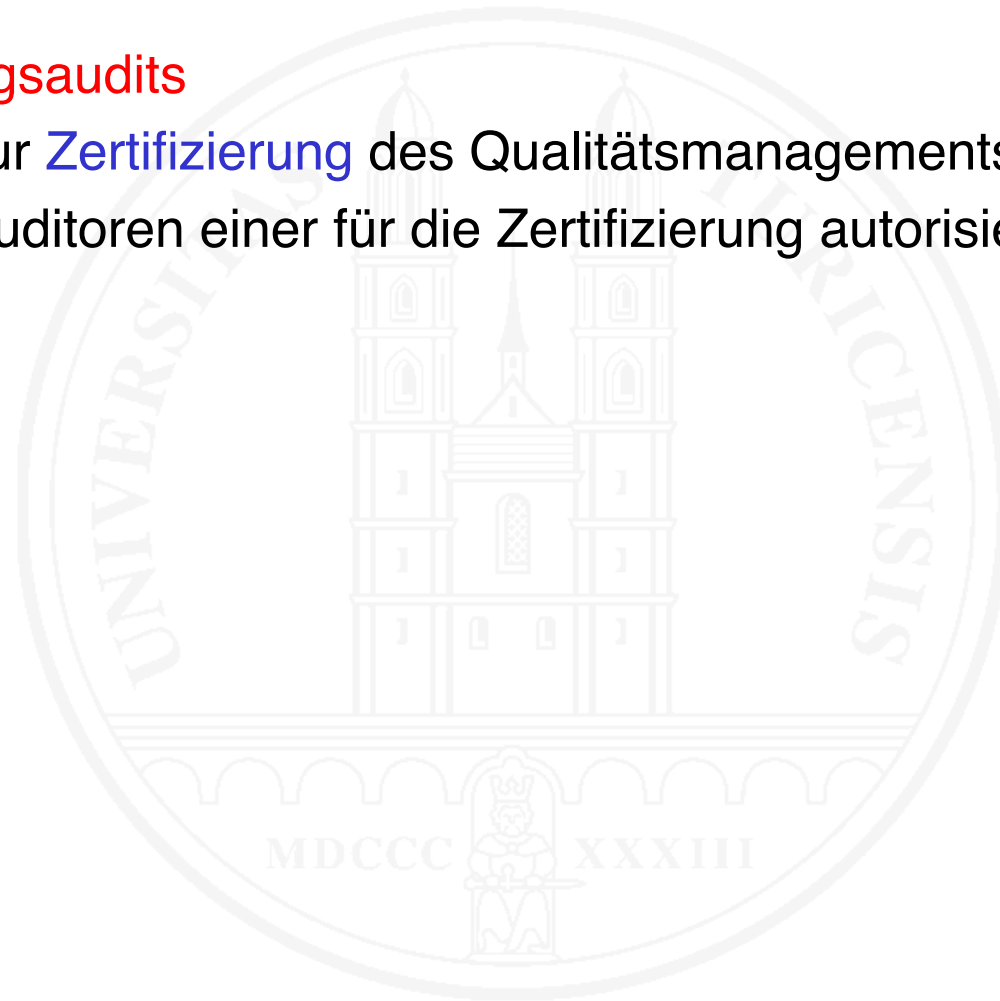
- **Lieferanten/Kundenaudits**

Externe Audits (durchgeführt durch eigene Auditoren oder durch Dritte) bei

 - **Lieferanten**, um zu entscheiden, ob ein Lieferant und dessen Produkte die eigenen **Qualitätsanforderungen erfüllen**
 - **Kunden**, beispielsweise um zu entscheiden, ob mit diesem Kunden eine **Partnerschaft** eingegangen werden soll, bzw. ob dieser Kunde überhaupt **beliefert** werden soll

Auditarten – 3

- **Zertifizierungsaudits**
 - Audits zur **Zertifizierung** des Qualitätsmanagementsystems
 - durch Auditoren einer für die Zertifizierung autorisierten **Prüfstelle**



Ablauf eines Audits

Vorbereitung

- **Auditziel** festlegen
- **Auditorenteam** bilden (Auditor, Co-Auditor, evtl. dritte Person als Beobachter)
- Vom auditierten Bereich **Unterlagen anfordern** und **studieren** (z. B. ausgewählte Qualitäts-, Projekt- und Produktdokumente, offene Korrekturmaßnahmen)
- **Fragenkatalog** für Audit zusammenstellen
- **Auditprogramm** erstellen
- **Vorgespräch** und **Einladung**
 - Termin, Ort und Programm mit auditiertem Bereich absprechen
 - Einladungen verteilen

Ablauf eines Audits – 2

Durchführung

- **Eröffnungsgespräch**
- **Durchgehen** des **Fragenkatalogs** mit den in der Vorbereitung ausgewählten Personen des auditierten Bereichs
- **Schwachstellen / Verbesserungspotentiale**, aber auch **Stärken** aufdecken und protokollieren

Schlussgespräch

- **Befunde** besprechen, ggf. Empfehlungen abgeben
- Evtl. **Verbesserungsmaßnahmen** vereinbaren
- Evtl. **Nachaudit / Termine** für Verbesserungsmaßnahmen vereinbaren

Abschluss

- **Auditbericht** erstellen und verteilen

Auditfragen

○ Geschlossene Fragen

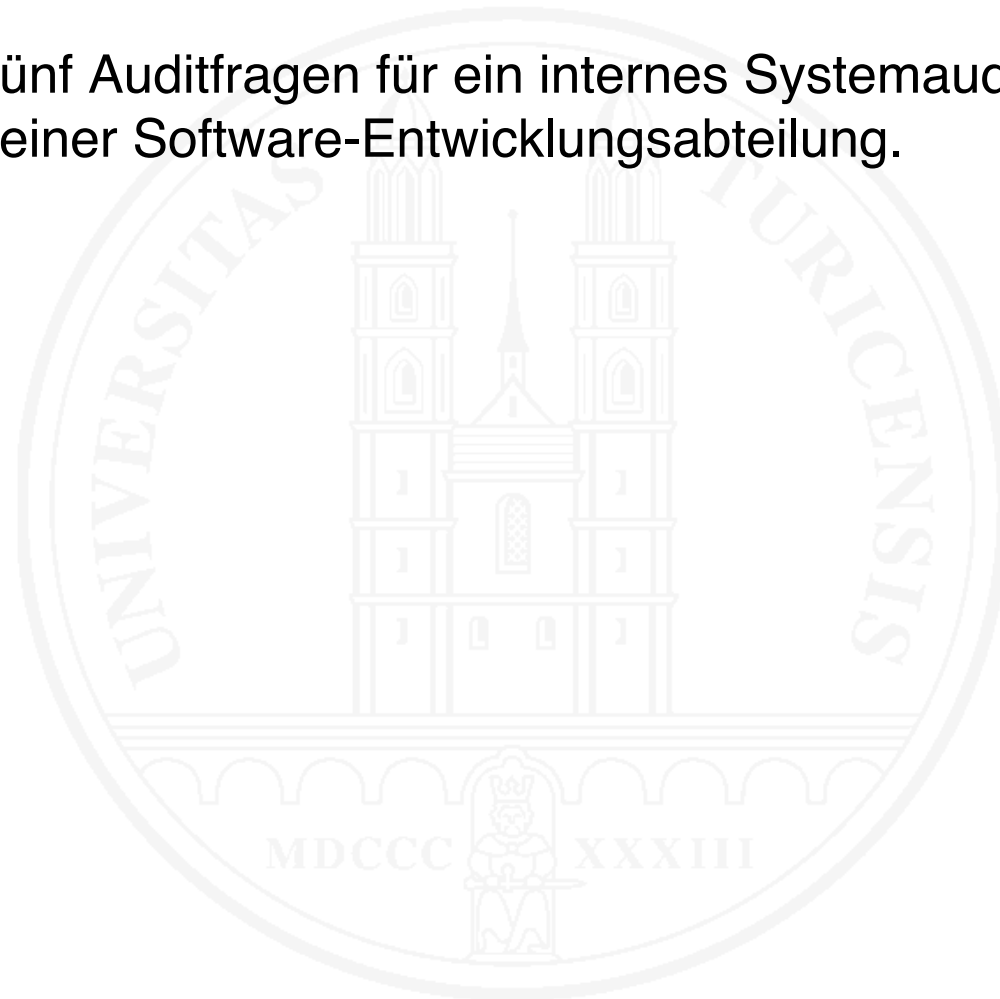
- Mit **ja/nein** oder auf einer **Skala** zu beantworten
- **Leicht** zu **stellen** und **auszuwerten**
- Geben nur **punktueller** Aufschlüsse
- Beispiele:
 - „Werden Reviewberichte archiviert?“
 - „Wie hoch schätzen Sie den Prozentsatz der Mitarbeiter, welche über kein aktuelles Exemplar des Q-Handbuchs verfügen?“

○ Offene Fragen

- Befragte müssen etwas **schildern**
- **Aufwendiger** in der Auswertung, aber oft **aufschlussreicher**
- Beispiel: „Was tun Sie, wenn sich eine Anforderung ändert?“

Mini-Übung 17.1

Entwerfen Sie fünf Auditfragen für ein internes Systemaudit des Testprozesses einer Software-Entwicklungsabteilung.



Aufwand für Audits

Zeitbedarf (typisch für ein internes Systemaudit)

- Vorbereitung 0,5 – 2 Tage (je nach Erfahrung)
- Durchführung 0,5 Tage
- Abschluss 0,5 Tage

Publikation von Messgrößen

Ausweisen des **Stand**s bzw. **Fortschritts** qualitätsrelevanter Größen

- Als **Ausweis** gegenüber **Kunden** und **Lieferanten**
- Zur **Information**, zur **Bestätigung** bzw. zum **Ansporn** der **Mitarbeitenden**
- Gewählte Größen müssen **relevant** sein
- Zum Beispiel:
 - Produktivität
 - Fehler- bzw. Defektraten
 - Fehler- bzw. Defektkosten
 - Anzahl pender Problemmeldungen
 - Mittlere Durchlaufzeit einer Problemmeldung
 - Anzahl Reklamationen pro Monat

Mini-Übung 17.2

Wie beurteilen Sie die Nützlichkeit der Publikation der folgenden Messgrößen als Mittel der Qualitätssicherung?

- a) Mittlere Durchlaufzeit aller Projekte
- b) Mittlere Wartezeit am Telefon beim Kundenservice
- c) Projektdauer der einzelnen Projekte

Zertifizierung

- Ein Unternehmen kann sein **Qualitätsmanagementsystem** von einer dafür **autorisierten Stelle zertifizieren** lassen
- Mit dem Zertifikat wird bescheinigt, dass ein **Qualitätsmanagementsystem existiert**,
 - welches gewisse **Mindestforderungen** erfüllt,
 - und dass nach den Maßgaben dieses Systems **gearbeitet** wird.

Zertifizierung nach ISO 9001

- Von großer praktischer Bedeutung ist heute in Europa (und zunehmend auch in USA) eine Zertifizierung nach der **Norm ISO 9001**
- Vor allem große Kunden fordern von ihren Lieferanten (und allen deren Unterlieferanten!) häufig die Zertifizierung
- Zertifiziert wird im wesentlichen, dass
 - das **Qualitätsmanagementsystem** des Unternehmens mindestens die Forderungen von **ISO 9001 erfüllt**
 - **regelmäßig** und **wiederholbar** nach den Vorgaben dieses Systems **gearbeitet** wird

Zertifizierung nach ISO 9001 – 2

- Die Zertifizierung erfolgt mittels eines **Audits** durch eine dafür **autorisierte Prüfstelle**
- Das Zertifikat ist in der Regel drei Jahre gültig, danach muss es durch ein erneutes Audit verlängert werden
- Eine Zertifizierung nach ISO 9001 bedeutet **nicht** automatisch, dass dieses Unternehmen **Software hoher Güte** herstellt
- Überspitzt ausgedrückt ist **auch** die kontrollierte und wiederholbare Produktion von **Schrott zertifizierbar**

Zertifizierung von Produkten

- Eine weitere Form der Zertifizierung ist die **Bestätigung der Qualität einzelner Produkte**

Beispiel:

- Produktprüfung nach der Norm ISO/IEC 25051
- Gebrauchstauglichkeitsprüfung von Produkten nach EN ISO 9241

- Akkreditierte Prüfstellen können bei positivem Prüfergebnis entsprechende **Prüfzeichen** oder **Gütesiegel** vergeben

Beispiel:

- In Deutschland vergibt die Prüfstelle TÜViT das Prüfzeichen „Trusted Product: Usability“ für Prüfungen nach EN ISO 9241

- Produktprüfung hat sich bisher **nicht** in der Breite **durchgesetzt**

17.1 Qualitätssicherung

17.2 **Software-Prozessbeurteilung**

17.3 Software-Prozessverbesserung



Definition und Motivation

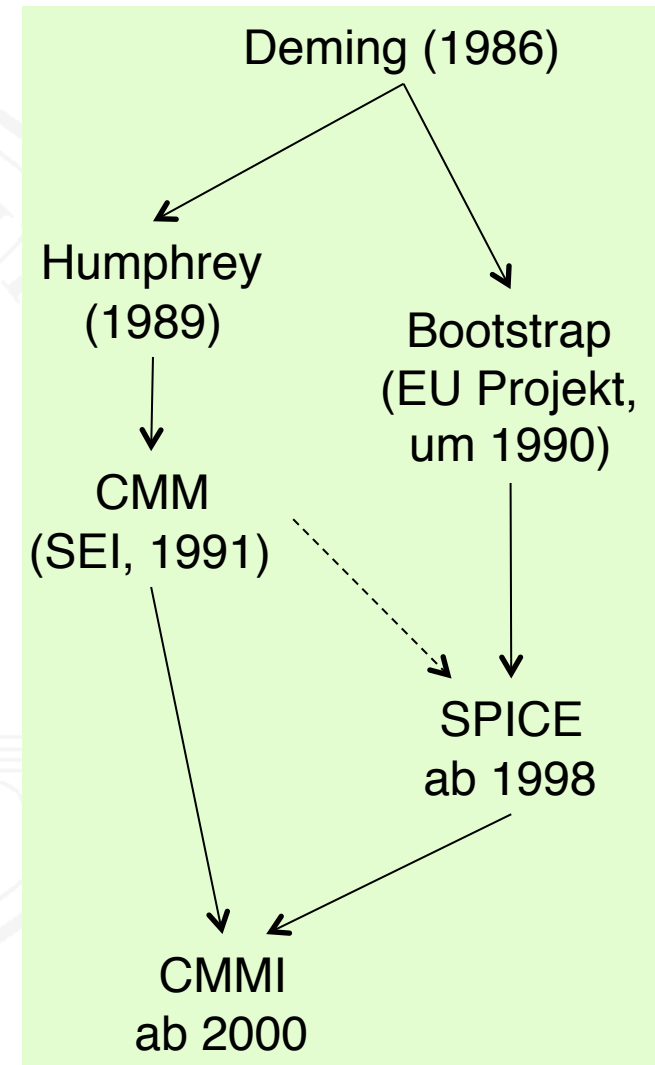
Software-Prozessbeurteilung (software process assessment) –
Beurteilung der Qualität der Software-Prozesse eines Unternehmens

- **Vorgefertigte, mehrstufige Beurteilungsschemata** dienen einerseits zu einer unternehmensübergreifend vergleichbaren **Bestandesaufnahme** des IST-Zustands wie auch zur Etablierung von Verbesserungsprogrammen
- Gibt Hinweise auf den **Stand** des Software-Qualitätsmanagements
- Dient vor allem dazu, **Schwachstellen im Prozess** zu erkennen und gezielt zu verbessern
- Ist aber auch als Verfahren der **Software-Qualitätssicherung** einsetzbar

Prozessbeurteilungsverfahren

Heute dominieren zwei Verfahren:

- **CMMI** (Capability Maturity Model Integrated) – Standardmodell des **SEI**
- **SPICE** (Software Process Improvement and Capability dEtermination) – Internationale Norm **ISO 15504**



Das Capability Maturity Model Integrated (CMMI)

- Entwickelt ca. 1998-2003 vom **Software Engineering Institute (SEI)**
- Ziele:
 - **Feststellen** des **Reifegrads** der Software-Prozesse eines Unternehmens
 - Bereitstellen eines **Handlungsrahmens** zur schrittweisen **Verbesserung** des Reifegrades
- Das CMMI kennt zwei Formen der Darstellung
 - **Gestufte Darstellung** (Staged Representation)
 - **Verlaufsdarstellung** (Continuous Representation)
- Charakterisierung der Prozesse durch **Prozessbereiche (process areas)**
- Pro Prozessbereich: **Ziele (goals)** und **Praktiken (practices)**
- Löst CMM und dessen Derivate ab

CMMI – Verlaufsdarstellung vs. gestufte Darstellung

- **Verlaufsdarstellung** (Continuous Representation)
 - Jeder Prozessbereich einzeln beurteilt mit vier **Fähigkeitsstufen** (capability levels)
 - Resultat: **Fähigkeitsprofil**
 - Prozessverbesserung durch Transition von IST- zu SOLL-Profil
 - Entspricht dem Bewertungsmodell von SPICE
- **Gestufte Darstellung** (Staged Representation)
 - Fünf **Reifestufen** (maturity levels)
 - Einstufung durch Feststellung, welche Prozessbereiche welche Fähigkeitsstufe erreichen
 - Resultat: **Zahl** zwischen 1 und 5
 - Prozessverbesserung durch schrittweisen Stufenanstieg
 - Entspricht in etwa dem Bewertungsmodell von CMM

Die Stufen des CMMI

Sechsstufige Ordinalskala:

Fähigkeitsstufen
(capability levels)
für Prozess-
bereiche

- 5 Optimierend (Optimizing)
- 4 Quantitativ geführt
(Quantitatively managed)
- 3 Definiert (Defined)
- 2 Geführt (Managed)
- 1 Durchgeführt (Performed) Initial
(initial)
- 0 Unvollständig (Incomplete)

Reifestufen
(maturity levels)
der beurteilten
Organisation

CMMI – Prozessbereiche (process areas, PA)

- Insgesamt **22 Prozessbereiche** werden beurteilt
- Für jeden Prozessbereich gibt es
 - **Spezifische Ziele** (specific goals), die verbindlich erreicht werden müssen
 - **Spezifische Praktiken** (specific practices) zur Erreichung der Ziele
- CMMI kann auf spezifische Problembereiche zugeschnitten werden, indem nicht benötigte Prozessbereiche weggelassen werden

Die 22 Prozessbereiche (process areas) des CMMI

CAR	Causal Analysis and Resolution	PPQA	Process and Product Quality Assurance
CM	Configuration Management		
DAR	Decision Analysis and Resolution	QPM	Quantitative Project Management
IPM	Integrated Project Management	RD	Requirements Development
MA	Measurement and Analysis	REQM	Requirements Management
OPD	Organizational Process Definition	RSKM	Risk Management
OPF	Organizational Process Focus	SAM	Supplier Agreement Management
OPM	Organizational Performance Management	TS	Technical Solution
OPP	Organizational Process Performance	VAL	Validation
OT	Organizational Training	VER	Verification
PI	Product Integration		
PMC	Project Monitoring and Control		
PP	Project Planning		

CMMI – Fähigkeitsprofil

- Jeder Prozessbereich wird auf eine **Fähigkeitsstufe** abgebildet
- Nicht oder unvollständige abgedeckte Prozessbereiche sind auf **Stufe 0**
- Es entsteht ein **Fähigkeitsprofil**:

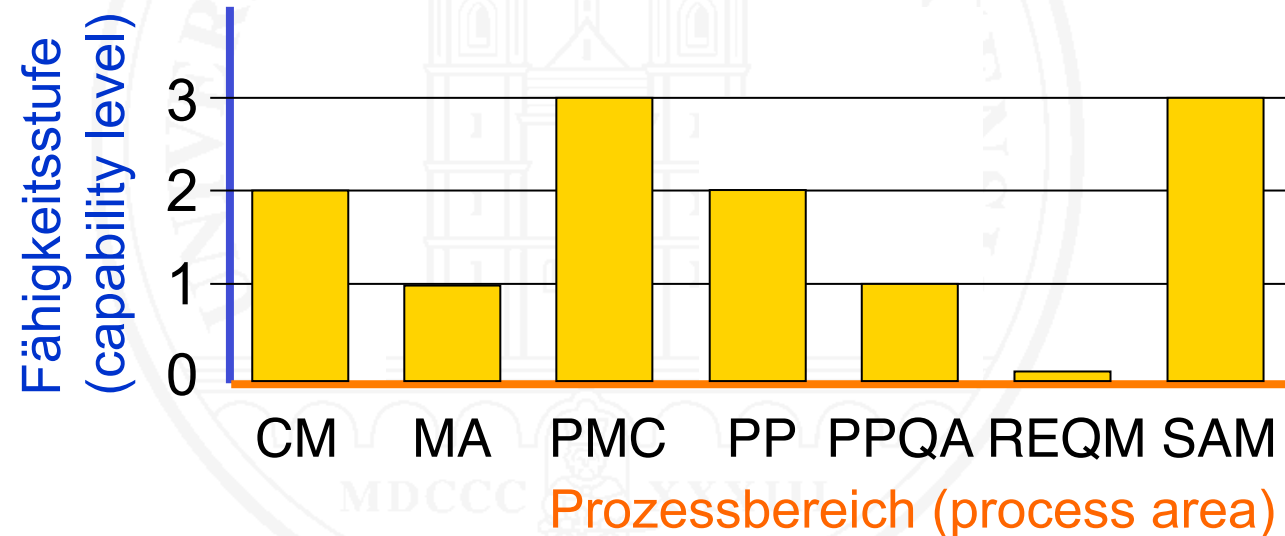


Abbildung des Fähigkeitsprofils auf Reifestufen

Prozessgruppe				Fähigkeits- stufe \geq	Resultierender Reifegrad (gestufte Darstellung)
Projekt- management	Unterstützung	Technik	Prozess- management		
	CAR		OPM	3	5 Optimierend
QPM			OPP	3	4 Quantitativ geführt
IPM RSKM	DAR	PI RD TS VAL VER	OPD OPF OT	3	3 Definiert
PMC PP SAM	CM MA PPQA	REQM		2	2 Geführt
keine Anforderungen				–	1 Durchgeführt

- Ferner sind für jeden Reifegrad bestimmte **generische Ziele** und **generische Praktiken** vorgeschrieben

Beispiel: Generische Ziele und Praktiken der Stufe 2

Generisches Ziel:

GG 2 Geführten Prozess institutionalisieren

Generische Praktiken:

GP 2.1 Unternehmens-/Organisationspolitik etablieren

GP 2.2 Prozess planen

GP 2.3 Ressourcen bereitstellen

GP 2.4 Verantwortlichkeiten zuweisen

GP 2.5 Leute schulen

GP 2.6 Artefakte (work products) verwalten

GP 2.7 Relevante Interesseneigner (stakeholders) identifizieren und involvieren

GP 2.8 Prozess beobachten und lenken

GP 2.9 Einhaltung des Prozesses objektiv evaluieren

GP 2.10 Status mit höherem Management überprüfen

Beispiel: Spezifische Ziele und Praktiken

Prozessbereich **Anforderungsentwicklung (Requirements Development RD)**

Spezifische Ziele und Praktiken:

- **SG 1 Kundenanforderungen entwickeln**
 - SP 1.1 Bedürfnisse ermitteln
 - SP 1.2 Bedürfnisse der Interesseneigner (stakeholder transformieren in Kundenanforderungen)
- **SG 2 Produktanforderungen entwickeln**
 - SP 2.1 Produkt- und Komponentenanforderungen spezifizieren
 - SP 2.2 Anforderungen den Produktkomponenten zuordnen
 - SP 2.3 Schnittstellenanforderungen identifizieren

Beispiel: Spezifische Ziele und Praktiken – 2

- **SG 3 Anforderungen analysieren und validieren**
 - SP 3.1 Anwendungsfälle und Betriebskonzept erstellen
 - SP 3.2 Geforderte Funktionalität und Qualitätsattribute definieren
 - SP 3.3 Anforderungen analysieren (ob notwendig und hinreichend)
 - SP 3.4 Anforderungen ausbalancieren (Wünsche und Restriktionen aller Beteiligten)
 - SP 3.5 Anforderungen validieren
- Zusätzlich müssen die **generischen Ziele und Praktiken** – zugeschnitten auf Anforderungsentwicklung – erfüllt werden
- Beispiel: Erfüllung von **GP 2.6 Artefakte verwalten** indem die Anforderungen in einem **Anforderungsmanagement-Werkzeug** abgelegt und verwaltet werden

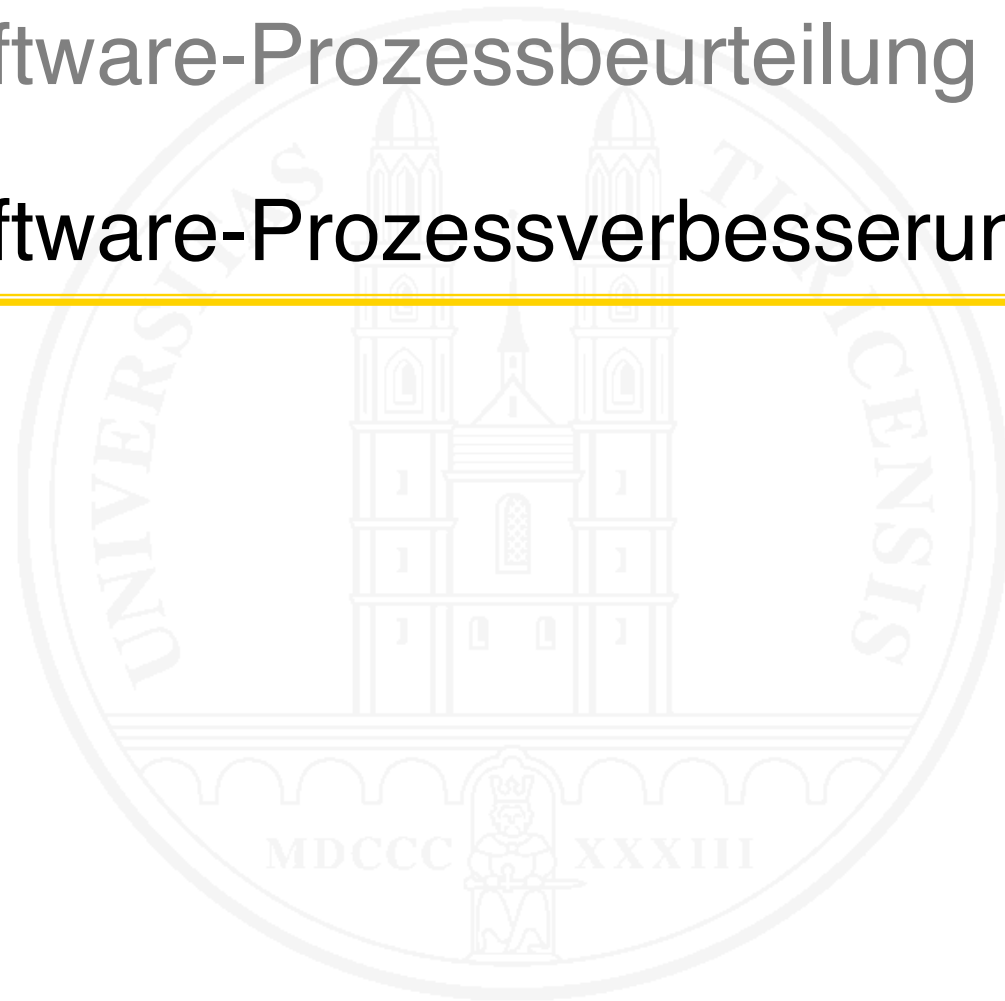
Kritik am CMMI

- Kritik richtet sich vor allem gegen **gestufte Darstellung** (u.a. Bollinger und McGowan 1991)
 - **Zuwenig differenziert**: Zu viele Organisationen auf Stufe 1
 - **Zu einseitig**: Orientiert am Idealbild von mittels statistischer Analyse von Prozessdaten gelenkten Software-Prozessen
 - **Stufenweise Beurteilung statistisch problematisch**: Wenige Schlüsselversager können zum Absturz (Stufe 1) führen
 - **Stufe 1 ist keine echte Stufe**, sondern einfach der **Ausschuss**
- Gute Prozesse sind **notwendig**, aber nicht **hinreichend**
 - Eine Organisation auf Stufe 5 kann – kontrolliert und wiederholbar – schlechte Software liefern

17.1 Qualitätssicherung

17.2 Software-Prozessbeurteilung

17.3 Software-Prozessverbesserung



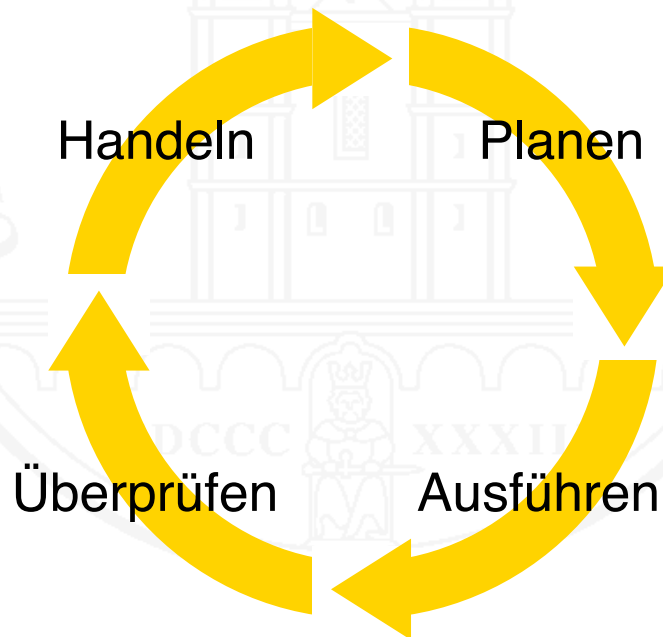
Terminologie und zugehöriger (Meta-)Prozess

Software-Prozessverbesserung (software process improvement) – Prozess für die **Änderung von Software-Prozessen** auf der Grundlage fortlaufender **Prozessbeurteilungen** mit dem Ziel, die **Produktqualität zu sichern und zu verbessern**

Zyklisches Vorgehen: Plan-Do-Check-Act (Deming 1986):

- Anpassen
- Schwächen eliminieren
- Automatisieren

- Messen
- Auswerten
- Lenken



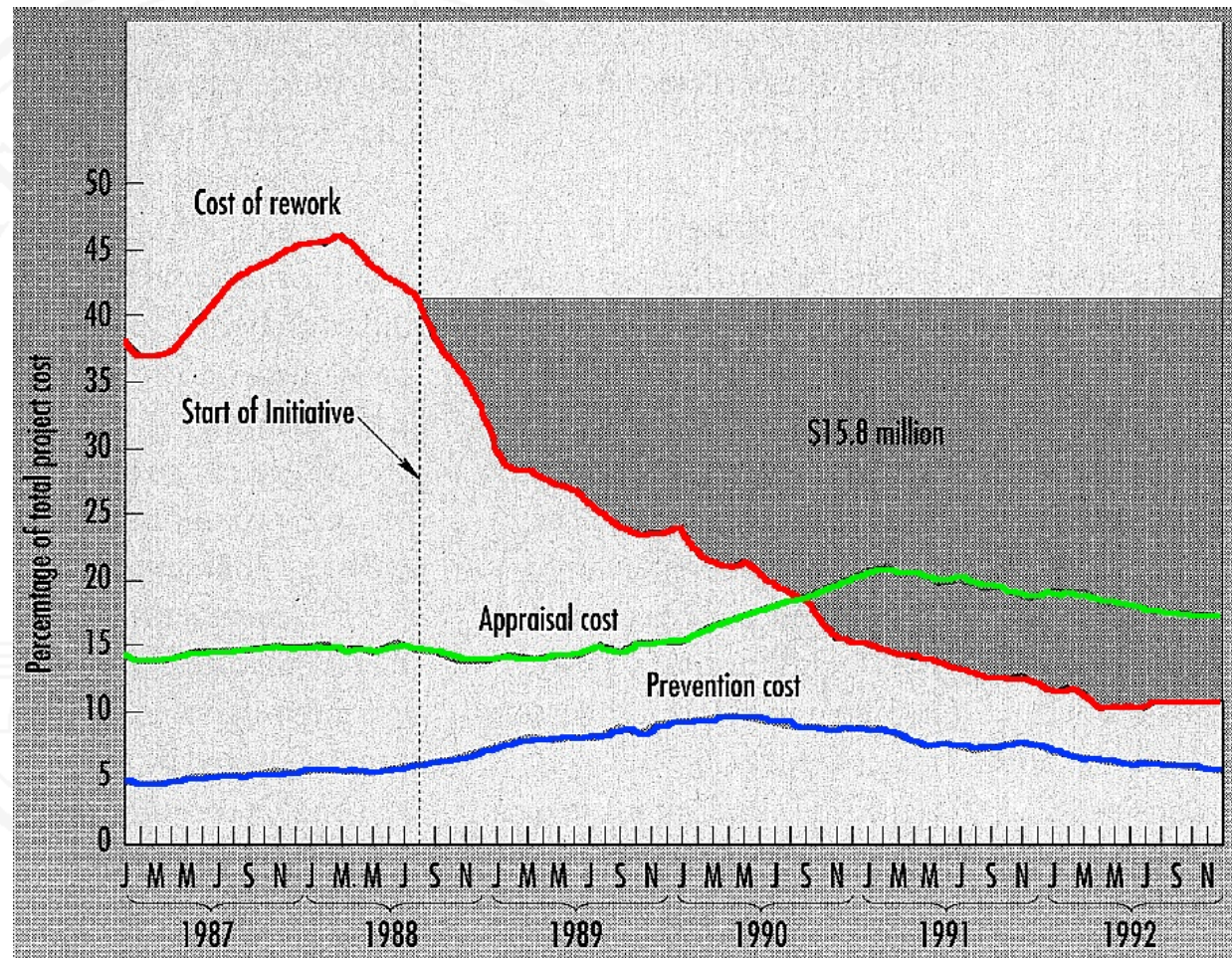
- Gestalten
- Dokumentieren

- Schulen
- Institutionalisieren
- Durchführen

Was verbessern?

Zum Beispiel:

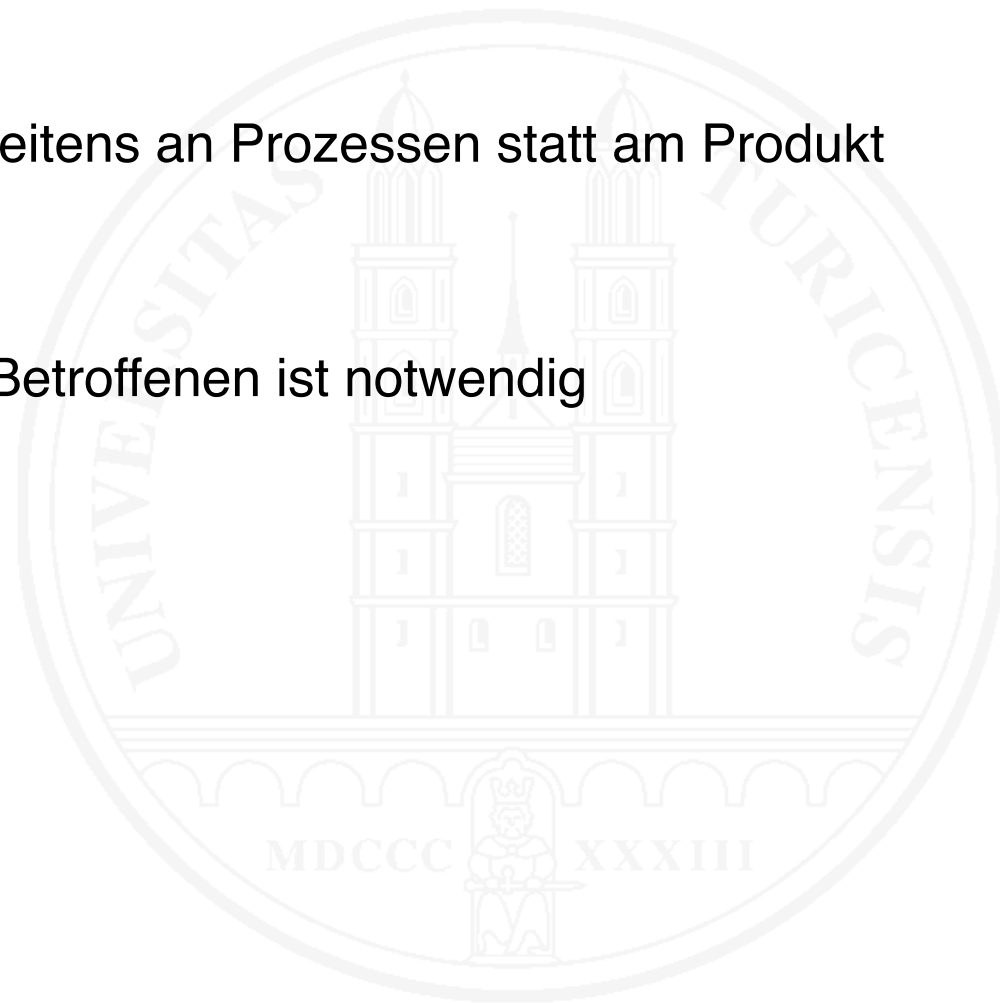
- Abläufe optimieren
- Fehlerkosten senken (Dion 1993))



Risiken der Prozessverbesserung

Gefahr des Arbeitens an Prozessen statt am Produkt

Gewinnen der Betroffenen ist notwendig



Prozessverbesserung mit Hilfe von CMMI / SPICE

Ziel: **Schrittweises Erreichen höherer Stufen**

- **Profilorientiert:** Schrittweises Erreichen besserer Leistung in ausgewählten, als Schwachstellen erkannten Prozessbereichen
- **Stufenorientiert:** Schrittweises Erreichen der jeweils nächsthöheren CMMI-Stufe

Beispiel: Profilorientierte Verbesserung im CMMI

- **Stand:** Eine Beurteilung des Prozessbereichs REQM ergibt, dass Änderungen von Anforderungen nicht erfasst werden und die Verfolgbarkeit von Anforderungen nicht konsequent gefordert wird. Im übrigen wird der Prozessbereich sauber geführt (Fähigkeitsstufe 2). Wegen des fehlenden Änderungsmanagements ist REQM insgesamt auf Fähigkeitsstufe 0.
- **Ziel:** Erreichung von Stufe 2 für REQM
- **Aktion:**
 - **1. Schritt:** Implementieren der spezifischen Praktik *SP 1.3 Anforderungsänderungen verwalten*
→ REQM erreicht Fähigkeitsstufe 1
 - **2. Schritt:** Spezifische Praktik *SP 1.4 Bidirektionale Verfolgbarkeit von Anforderungen aufrechterhalten* so verbessern, dass sie die Fähigkeitsstufe 2 („geführt“) erreicht
→ REQM erreicht Fähigkeitsstufe 2

Beispiel: Stufenorientierte Verbesserung im CMMI

- **Stand:** Organisation ist auf Reifestufe 1
- **Ziel:** Erreichen der Reifestufe 2
- **Aktion:** Anforderungen der Stufe 2 erfüllen:
 - Generische Ziele der Stufe 2 erreichen
 - Generische Praktiken der Stufe 2 implementieren
 - Prozessbereiche CM, MA, PMC , PP , PPQA, REQM, SAM so implementieren bzw. verbessern, dass ihre spezifischen Ziele und Praktiken auf Stufe 2 sind

Mini-Übung 17.3

Eine Unternehmen führt ein CMMI-Assessment für seine Software Prozesse durch und landet auf Reifestufe 1.

Die Unternehmensleitung beschließt, ein Verbesserungsprogramm aufzusetzen, welches das Unternehmen in einem Zug auf CMMI Reifestufe 3 bringt.

Was halten Sie von diesem Beschluss? Was hätten Sie getan?

Literatur

Bollinger, T.B., C. McGowan (1991). A Critical Look at Software Capability Evaluations. *IEEE Software* **8**, 4 (Jul 1991). 25-41.

CMMI Product Team (2010). *CMMI® for Development, Version 1.3*. Technical Report CMU/SEI-2010-TR-033.

Chrissis, M.B., M. Konrad, S. Shrum (2003). *CMMI – Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Pearson Education.

Deming, W.E. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.

Dion, R. (1993). Process Improvement and the Corporate Balance Sheet. *IEEE Software* **10**, 4 (Jul 1993). 28-35.

Glinz, M. (1999). Eine geführte Tour durch die Landschaft der Software-Prozesse und -Prozessverbesserung. *Informatik/Informatique* **6**, 6 (Dez 1999). 7-15.

Humphrey, W.S. (1989). *Managing the Software Process*. Addison-Wesley, Reading, Mass.

Humphrey, W.S., T.R. Snyder, R.R. Willis (1991). Software Process Improvement at Hughes Aircraft. *IEEE Software* **8**, 4 (Jul 1991). 11-23.

Paulk, M.C., B. Curtis, M.B. Chrissis and C.V. Weber (1993). Capability Maturity Model, Version 1.1. *IEEE Software* **10**, 4 (Jul 1993). 18-27.

Paulk, M., M.B. Chrissis, C.V. Weber (1993). *Capability Maturity Model for Software*. Version 1.1. Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-93-TR-24, Feb 1993.

Literatur – 2

Normen

EN ISO 9001:2008. *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen.*

EN ISO 9241-1:1997. *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 1: Allgemeine Einführung.*

ISO/IEC 15504-1:2004. *Informationstechnik - Prozess-Assessment - Teil 1: Konzepte und Vokabular.*

ISO/IEC 15504-2:2003 + Cor. 1:2004. *Informationstechnik - Prozess-Assessment - Teil 2: Durchführung eines Assessments.*

ISO/IEC 15504-3:2004. *Informationstechnik - Prozess-Assessment - Teil 3: Richtlinien für die Durchführung von Assessments.*

ISO/IEC 15504-4:2004. *Informationstechnik - Prozess-Assessment - Teil 4: Anwendungsrichtlinien zur Prozessverbesserung und zur Bestimmung der Prozessfähigkeiten.*

ISO/IEC 15504-5:2006. *Informationstechnik - Prozess-Assessment - Teil 5: Beispiel für ein Prozess-Assessmentmodell.*

ISO/IEC 25051:2006. *Software-Engineering - Softwareproduktbewertung - Qualitätsanforderungen an kommerzielle serienmäßig produzierte Softwareprodukte (COTS) und Prüfanweisungen.*

Webseiten

CMMI: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi>

Literatur – 3

Im Begleittext zur Vorlesung [S.L. Pfleeger, J. Atlee (2010). *Software Engineering: Theory and Practice*, 4th edition. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education International] lesen Sie Kapitel 12.5 und 13.3.

