



# Management großer Softwareprojekte

Prof. Dr. Holger Schlingloff

Humboldt-Universität zu Berlin,  
Institut für Informatik

Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur  
und Softwaretechnik FIRST

# Hausaufgaben für nächste Woche

---

- Leseübung: Brooks Kap. 3 („surgical team“), Kap. 16 („no silver bullet“), Kap. 17 („refired“)
- Leseübung: CMM des SEI (Stoff der heutigen Vorlesung)  
<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/93.reports/93.tr.024.html>
- Klassifizieren Sie Aufbau- und Ablauforganisation eines Softwareprojektes, an dem Sie mitgearbeitet haben!



## 3.2 Ablauforganisation

---

- Strukturierung und Organisation des Projektablaufs („Softwareprozesse“)
  - Phaseneinteilung, Meilensteine
  - Berichtswesen und Dokumentation
  - Freigabeverfahren, Präsentation
  - ...
- keine allgemeingültige Antwort auf die Frage „was ist das optimale Vorgehen?“
- abgeleitete Frage: „wie kann die Effizienz des Vorgehens beurteilt bzw. gesteigert werden?“



## 3.2 CMM (Capability Maturity Model)

---

- Ausgangssituation: 1983 US DOD  
28 Monate-Projekt hat 20 Monate Verspätung,  
4 Jahres-Projekt braucht 7 Jahre
- Kein einziges SW-Projekt rechtzeitig
- 59 Milliarden US\$ Verlust wegen Abbruch des A12  
Flugzeugprojektes wg. Softwareproblemen
- 1984 Gründung des SEI an der CMU
- Mission: Probleme des Software Engineering und  
Lösungsvorschläge aufzeigen
- 1987: CMM V 1, Fragebogen
- 1993 V1.1, revidiertes Modell



# Situation heute

---

- Lufthansa-Unfall in Warschau
  - Software steuert Umkehrschub falsch
- Bahnhof Hamburg-Altona
  - Neue Software im Zentralcomputer blockiert Stellwerke
- Flughafen Denver
  - Fehler im Gepäcksystem verzögert Eröffnung um 16 Monate
- ATT Westküste
  - Fehler in Telefonvermittlung legt ganze Region lahm
- DTAG
  - Einführung neuer Tarife verursacht fehlerhafte Abrechnungen
- ...

**einhellige Meinung: Softwarequalität muss verbessert werden!**



# Zielsetzung des CMM

---

- Keine “silver bullet”-Methoden, sondern nachhaltige Prozessverbesserungen (langfristiger Ansatz)
- Bessere Vorhersagbarkeit der Prozesse
- Geordnete Menge inkrementeller, bewährter Verbesserungen in logischer Abfolge
- 5 Reifegrade
- 18 “Key Process Areas”



# Struktur des CMM

---

- **Maturity Level:** beschreibt den Reifegrad des Entwicklungsprozesses
- **Key Process Area:** Mengen von Schlüsselprozessen, die im entsprechenden Reifegrad durchgeführt werden
- **Common Features:** Unterteilung der Schlüsselprozesse in gemeinsame Bereiche
- **Key Practices:** konkrete Anweisungen, um die Schlüsselprozesse zu erfüllen



# Maturity Level (Reifegrade)

---

- Stufen in der Entwicklung einer Organisation auf dem Weg zu optimalen Softwareprozessen
- 5 Stufen definiert: initial, wiederholbar, definiert, beherrscht, optimierend
- Reifegrade können nur nacheinander durchlaufen werden





# Key Process Areas

---

- Jeder Reifegrad ist in Key Process Areas unterteilt
- Key Process Areas identifizieren eine Menge von zusammenhängenden Aktivitäten, welche bestimmte *Ziele* verfolgen.
- Es müssen alle Ziele einer Key Process Area über mehrere Projekte hinweg kontinuierlich erfüllt sein, damit die durch die Key Process Area definierten Fähigkeiten institutionalisiert sind.
- Die Key Process Areas in höheren Reifegraden bauen auf den Key Process Areas niedrigerer Grade auf.



# Common Features

---

Die Key Process Areas sind jeweils in fünf Aufgabenbereiche (Common Features) untergliedert:

- **Unterstützung der Durchführung:** Definition von Leitlinien, Unterstützung durch das Management
- **Fähigkeit zur Durchführung:** Zuweisung von Ressourcen, Errichten von Organisationsstrukturen, Training
- **Durchzuführende Aktivitäten:** Beschreibung der Schlüsselaufgaben
- **Bewertung und Analyse:** Erhebung von Daten über die Umsetzung
- **Überprüfung der Umsetzung:** Überprüfung durch die Qualitätssicherung und das Management



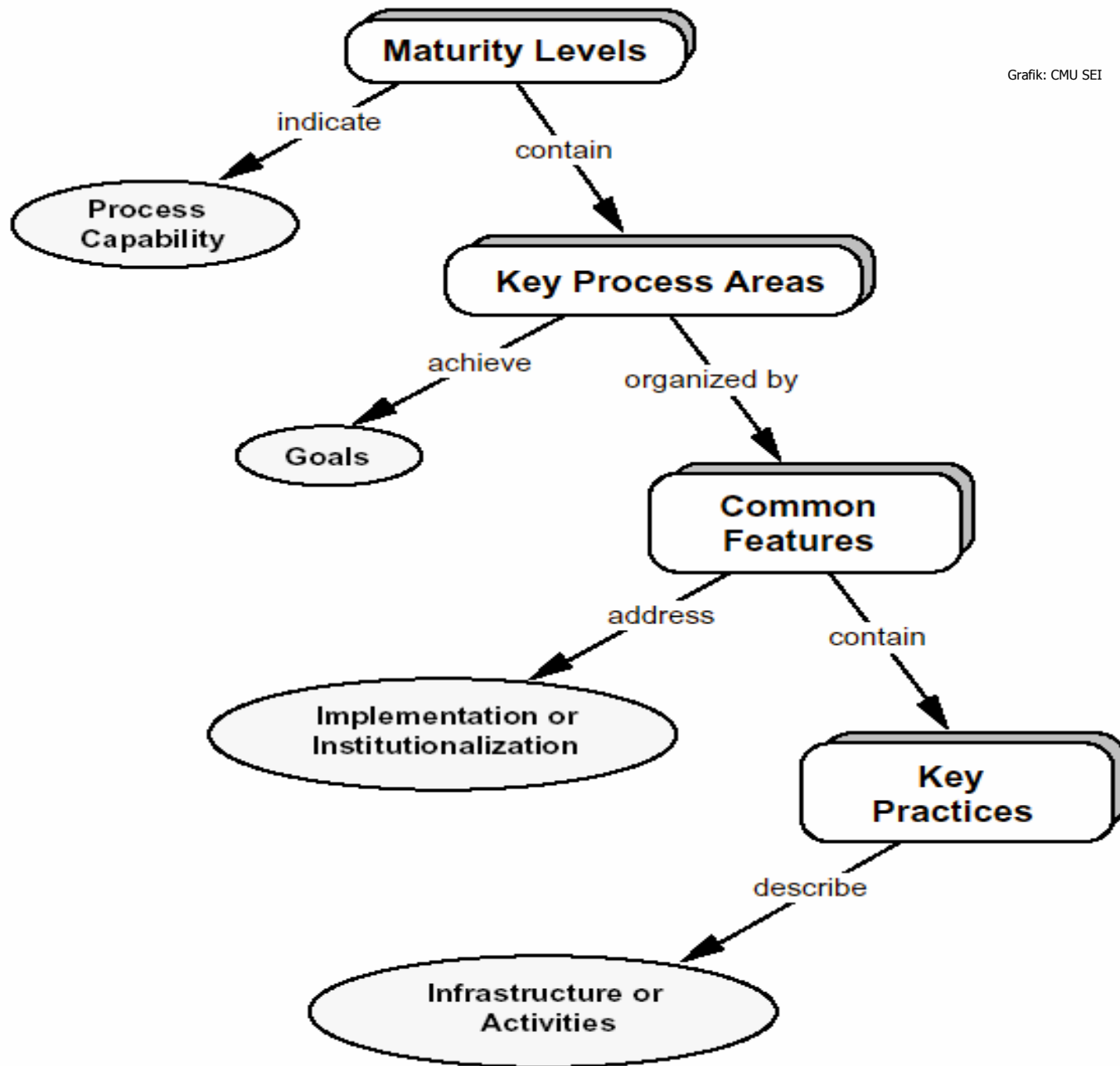
# Key Practices

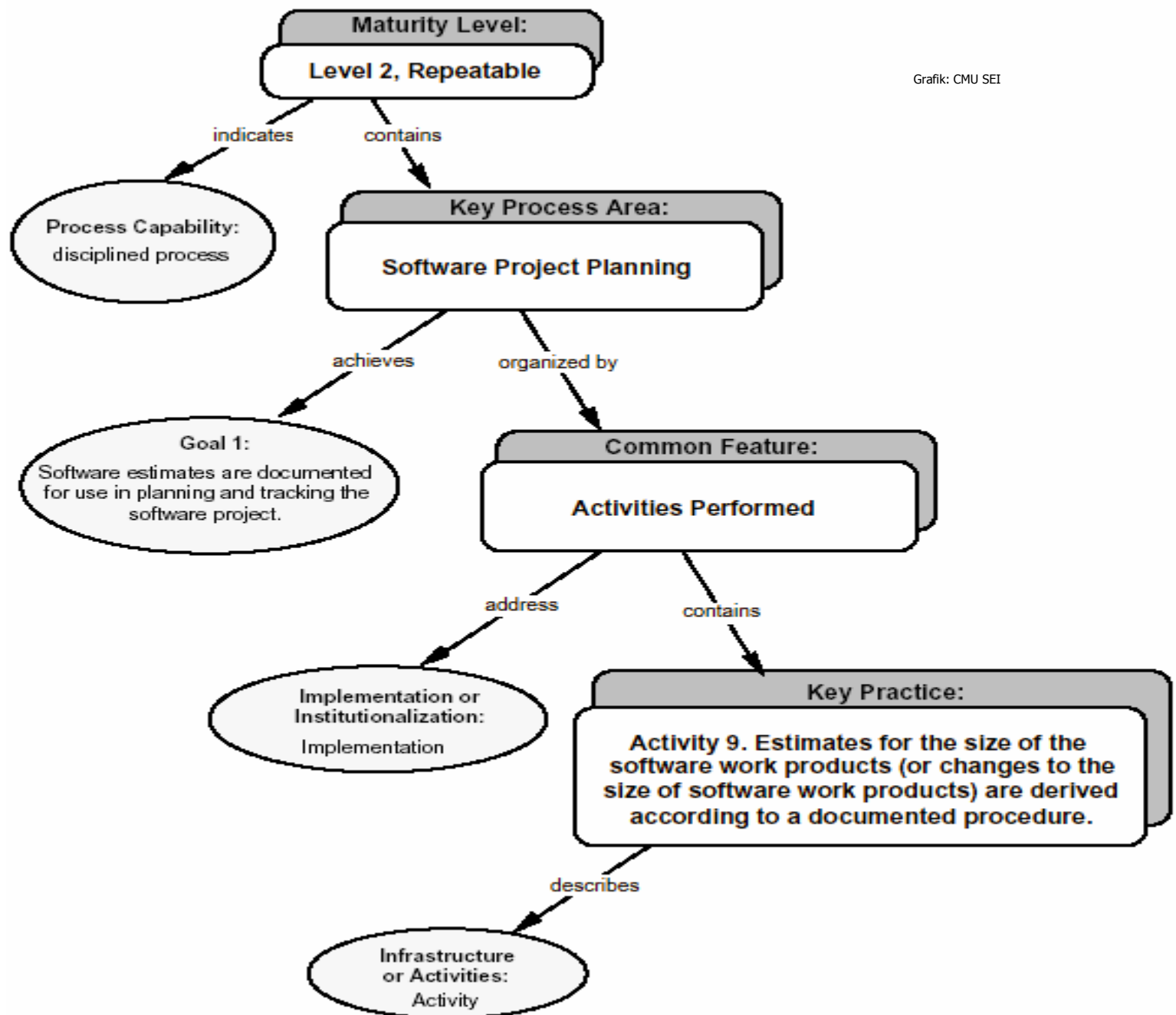
---

Die Aktivitäten, Vorgehensweisen und Anweisungen innerhalb der Key Process Areas werden in den *Key Practices* beschrieben

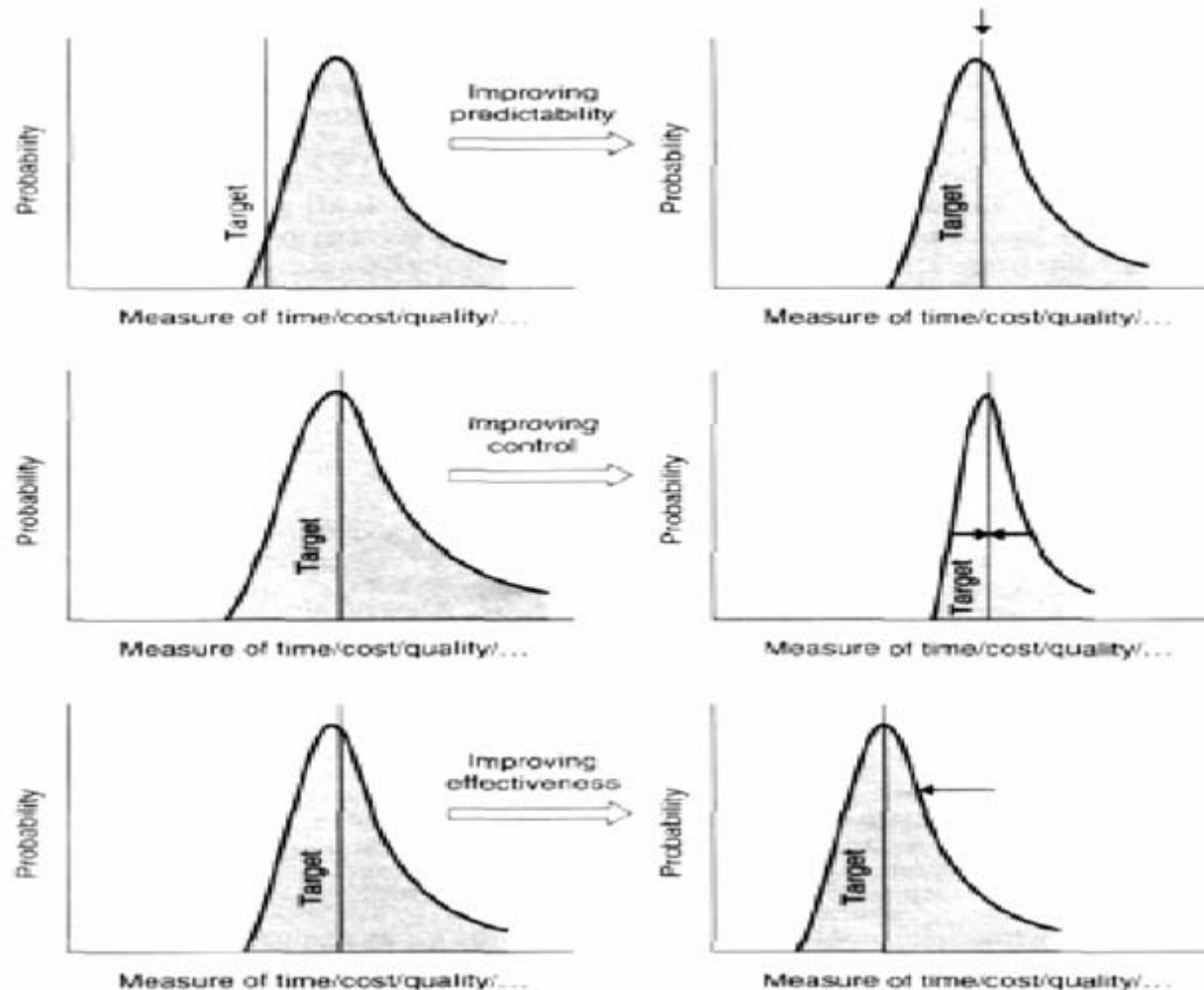
- Die Key Practices beschreiben dabei aber nur das „was“ (Infrastruktur, Tätigkeiten usw.) und nicht das „wie“ (Tools, Formate o.ä.)
- Sie werden in jeder Key Process Area einem der Common Features zugeordnet.







# Erwarteter Nutzen (Vorhersagbarkeit, Kontrolle, Effektivität)



Grafik: CMU SEI



# Prozess-Reifegrade



# Stufe 1: Initial

---

- **Merkmal:** Keine stabile Umgebung, ad-hoc Durchführung
- **Fokus:** gute Mitarbeiter
- Unvorhersagbares Ergebnis: bei erneuter Durchführung des Projektes würde alles ganz anders laufen
- Brandbekämpfung statt Planung
- Planabweichung in Krisensituationen
- Gelingen des Projektes nur durch äußersten Einsatz aller Beteiligten, hängt an Einzelpersonen
- Risikobehaftet, unplanbar und ineffizient





# Stufe 2: Wiederholbar (repeatable)

---

- **Merkmal:** Selbe Anforderungen ergeben selbe Resultate
- **Fokus:** Projektmanagement
  - Richtlinien für SPM existieren und werden umgesetzt
  - Überwachung von Zeit, Kosten, Produktqualität
- Basierend auf früheren Projekten
- Softwarestandards, Konfigurationsmanagement
- Stabiler Prozess



# Stufe 3: Definiert (defined)

---

- **Merkmal:** Wohldokumentierte Prozesse
- **Fokus:** Organisationsunterstützung
  - Stabile und wiederholbare SE- und SPM-Prozesse
  - Abnahmekriterien, Standards, QS-Maßnahmen definiert und dokumentiert
  - Möglichkeit der Anpassung von Standards
- Rolle des Softwareprozess-Verantwortlichen
- Weiterbildungsmaßnahmen eingeplant
- Regelmäßige Expertenbegutachtung



# Stufe 4: Beherrscht (managed)

---

- **Merkmal:** Quantitativ messbare Prozesse
- **Fokus:** Produkt- und Prozessqualität
  - Leistungsmessung von Produktivität und Qualität
  - Metriken für Software
- Messbare, vorhersagbare Prozesse in definierten Grenzen
- Messbare, vorhersagbare Produktqualität
- Steuerungsmöglichkeit bei Schwankungen



# Stufe 5: Optimierend (optimizing)

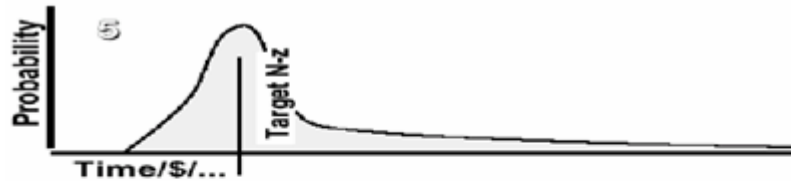
---

- **Merkmal:** Gesamte Organisation fokussiert auf kontinuierliche Prozessverbesserung
- **Fokus:** Ständige Evaluation und Einführung neuer Technologien und Verbesserungsmöglichkeiten
- Möglichkeit zur Stärken/Schwächenanalyse
- Proaktive Fehlervermeidung
- Dauernde Implementierungsmöglichkeit für Verbesserungen der Softwareprozesse (direkte Einbringung von Verbesserungsvorschlägen)
- Verbesserungen auf der Meta-Ebene

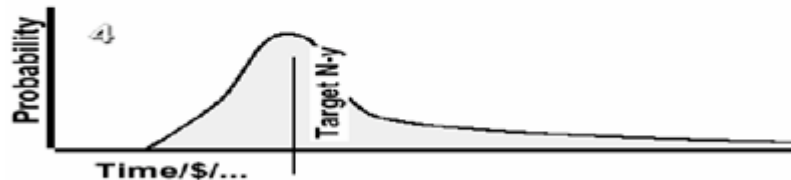


# Erwartung der Leistungssteigerung

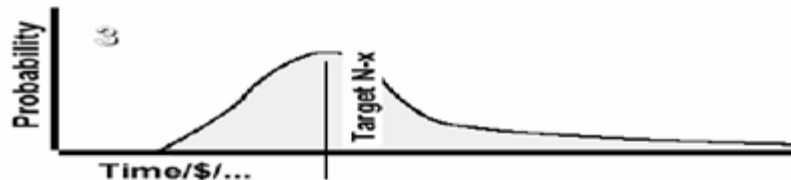
Grafik: CMU SEI



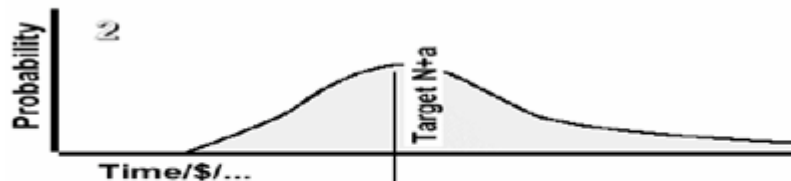
Level 5:  
kontinuierliche Verbesserung



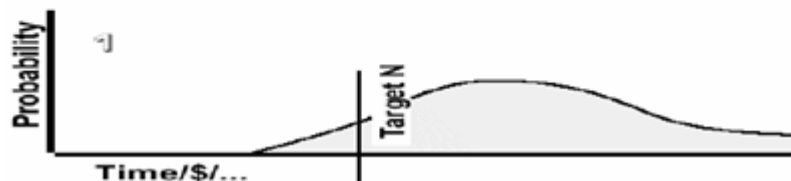
Level 4:  
Leistungssteigerung und  
Abnahme der Varianz



Level 3:  
Leistungsfähigkeit  
gesteigert

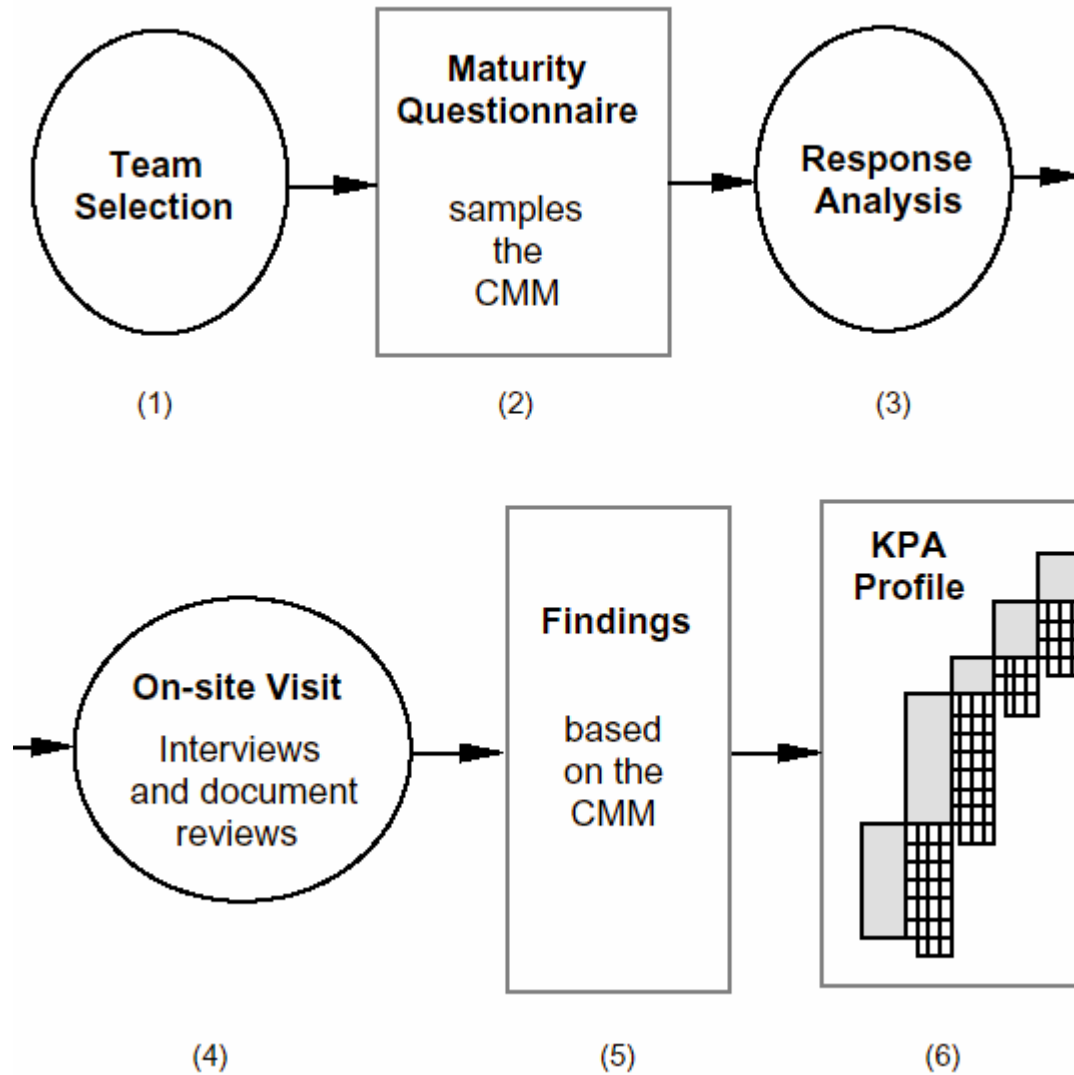


Level 2:  
realistische Schätzungen



Level 1:  
Zeitplan und Kosten  
werden überschritten





# Fragen zur Bestimmung des Reifegrades

---

## Fragen zur Stufe 2

- Werden quantifizierte Vergleiche des Ist-Personaleinsatzes mit dem Soll-Personaleinsatz durchgeführt?
- Werden Statistiken über den Testfortschritt und die Lieferung der Softwarekomponenten aufgezeichnet?
- Werden Statistiken erstellt, die den Zusammenhang zwischen dem Umfang / Inhalt eines Software-Release und dem Aufwand aufzeigen?
- Werden Statistiken über die geplanten und tatsächlich aufgetretenen Fehler verglichen?
- Werden Statistiken über Softwareeinheiten in der Modul-/Programmtestphase erstellt?
- Wird die Speicherplatzbelegung gemessen und aufgezeichnet?
- Wird der Datendurchsatz gemessen und aufgezeichnet?
- Wird die Performance der Hardware gemessen und aufgezeichnet?
- Werden Softwareproblemberichte, die aus der Testphase resultieren, bis zu ihrem Abschluss verfolgt?



# Weitere kritische Fragen zum Reifegrad

- L2→L3 Werden Aufzeichnungen über die Größe jedes Softwarekonfigurationselements geführt?
- L2→L3 Werden Statistiken über Codefehler und Testfehler gesammelt?
- L3→L4 Werden Statistiken über Softwaredesignfehler gesammelt?
- L3→L4 Werden Maßnahmen, die aus Design-Reviews resultieren, auch tatsächlich umgesetzt (Anzahl der offenen Review-Findings)?
- L3→L4 Werden die Maßnahmen, die aus Code-Reviews resultieren, auch tatsächlich umgesetzt?
- L4→L5 Wird die Anzahl der Designfehler geschätzt und mit der Anzahl der tatsächlich aufgetretenen Fehler verglichen?
- L4→L5 Wird die Abdeckung des Designs und Codes durch Reviews gemessen und aufgezeichnet?
- L4→L5 Wird die Testabdeckung (C0, C1) in jeder Testphase gemessen und aufgezeichnet?





Reife- stadium	Ebenen	Characterisierungen	Verbesserungs- möglichkeiten	Key Process Areas (KPA)
5	Optimierend	Verbesserungen können direkt in den Prozeß eingebracht werden	/	Technology & Process Change Management
4	Beherrscht	(Quantitativer) meßbarer Prozeß	Technologieveränderungen, Fehlerursachenanalyse, Fehlerverhinderung	SW Quality Management
3	Definiert	Qualitativer Prozeß, definiert und institutionalisiert	Quantitative SW-QS-Pläne, Prozeßanalyse/-steuerung	Product Engineering
2	Wiederholbar	(Intuitiver) Prozeß, abhängig vom Experten	Training, formale Techniken und Methoden, Produktmessung, Testen	CM, SW-QS, Reng, SM
1	Initial	Ad hoc, Chaotisch	Projektmanagement, Projektplanung, Konfigurationsmanagement, SW-QS	keine



# Transparenz des Entwicklungsprozesses in Stufe 1

- In Stufe 1 ist der Prozessablauf von außen nicht einsichtig. Die Ergebnisse sind sporadisch und nicht wiederholbar.



Grafik: CMU SEI

# Key Process Areas in Stufe 2

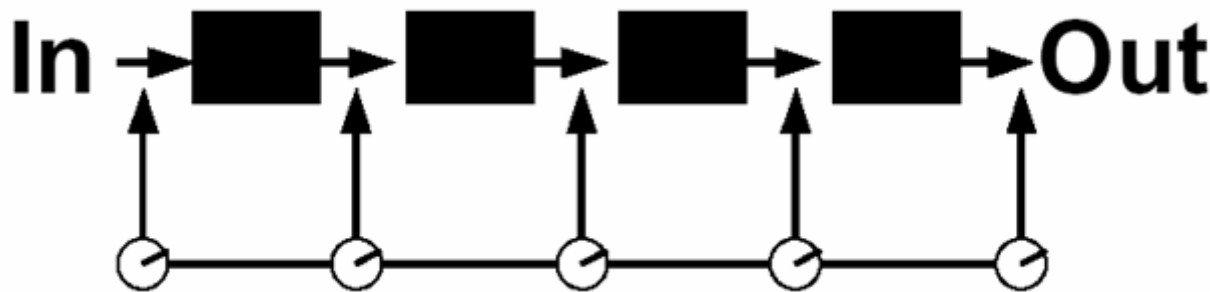
---

- **Anforderungsmanagement:** Erfassen und Verwalten der Anforderungen an das System, Reaktion auf Anforderungsänderungen
- **Projektplanung:** Aufwandsabschätzung, Zeit-, Budget- und Ressourcenplanung, Risikoanalyse
- **Projektüberwachung:** Berichtswesen, Soll-/Ist-Vergleiche, Fortschrittskontrolle, Korrekturmaßnahmen
- **Subkontraktmanagement:** Auswahl von Partnern, Vergabe von Aufgaben an Partner. Planung, Durchführung, Kontrolle und Berichtswesen wird von den Partnern durchgeführt
- **Qualitätssicherung:** Erstellen von Qualitätssicherungsplänen, Prüfung von Prozess- und Produktqualität, Berichte an das Management
- **Konfigurationsmanagement:** Planung und Durchführung der Verwaltung aller Produkte im Entwicklungsprozess



# Transparenz des Entwicklungsprozesses in Stufe 2

- In Level 2 werden Kundenanforderungen und Arbeitsprodukte kontrolliert und es bestehen grundlegende Managementtechniken.
- Einsichtnahme und Reaktion auf Abweichung durch das Management oder den Kunden zu bestimmten Zeitpunkten innerhalb des Projekts möglich (Meilensteine)
- Abläufe zwischen den Meilensteinen werden nicht betrachtet.



Grafik: CMU SEI

# Key Process Areas in Stufe 3

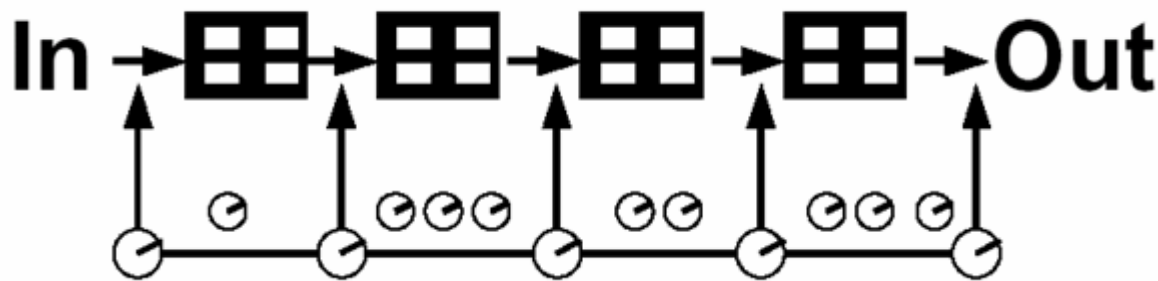
---

- **Organisationsprozesse:** Etablieren von Verantwortlichkeiten, Koordination der Prozessverbesserung
- **Prozessdefinition:** Entwicklung des Standardsoftwareprozesses und Vorgaben für die projektspezifischen Anpassung
- **Training:** Planung und Durchführung von formellen und informellen Trainingsprogrammen
- **Integriertes Softwaremanagement:** Anpassung des Standardsoftwareprozesses an die Projektgegebenheiten, Planen und Managen des projektbezogenen Softwareprozesses (Aufbauend auf der Projektplanung und -überwachung aus Level 2)
- **Ingenieurmäßige Produktentwicklung:** Umsetzung des projektbezogenen Softwareprozesses
- **Gruppenkommunikation:** Aufrechterhaltung der Kommunikation zwischen den beteiligten Gruppen, Verständigung über Anforderungen und Aufgaben
- **Peer Reviews:** Planung und Durchführung von Expertenbegutachtungen, Identifikation und Entfernung von Fehlern



# Transparenz des Entwicklungsprozesses in Stufe 3

- Im Gegensatz zu den Prozessen in Stufe 2 sind jetzt auch die Teilaktivitäten zwischen den Meilensteinen vom Management und anderen Gruppen aus sichtbar.
- Es herrscht Einverständnis über die Rollen und Verantwortlichkeiten der am Prozess Beteiligten.



Grafik: CMU SEI

# Key Process Areas in Stufe 4

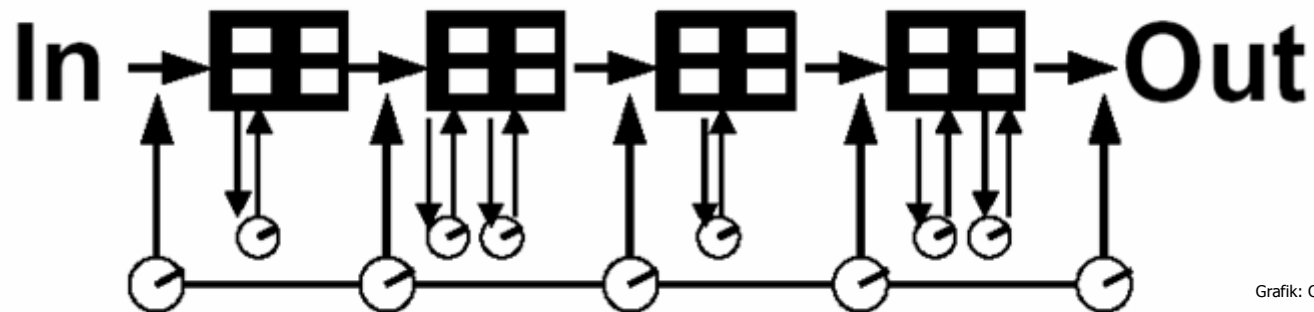
---

- **Quantitatives Prozessmanagement:** Quantitative Kontrolle der Prozesse, Identifikation von Abweichungen
- **Qualitätsmanagement:** Entwicklung eines quantitativen Verständnisses für Prozess- und Produktqualität



# Transparenz des Entwicklungsprozesses in Stufe 4

- Ähnlich wie in Stufe 3 sind nun auch die Zwischenphasen anderen Gruppen (Management, Kunden) gegenüber transparent.
- Weiter sind nun auf der Basis der quantitativen Ergebnisse Korrekturen auch in den Zwischenphasen möglich.



Grafik: CMU SEI



# Key Process Areas in Stufe 5

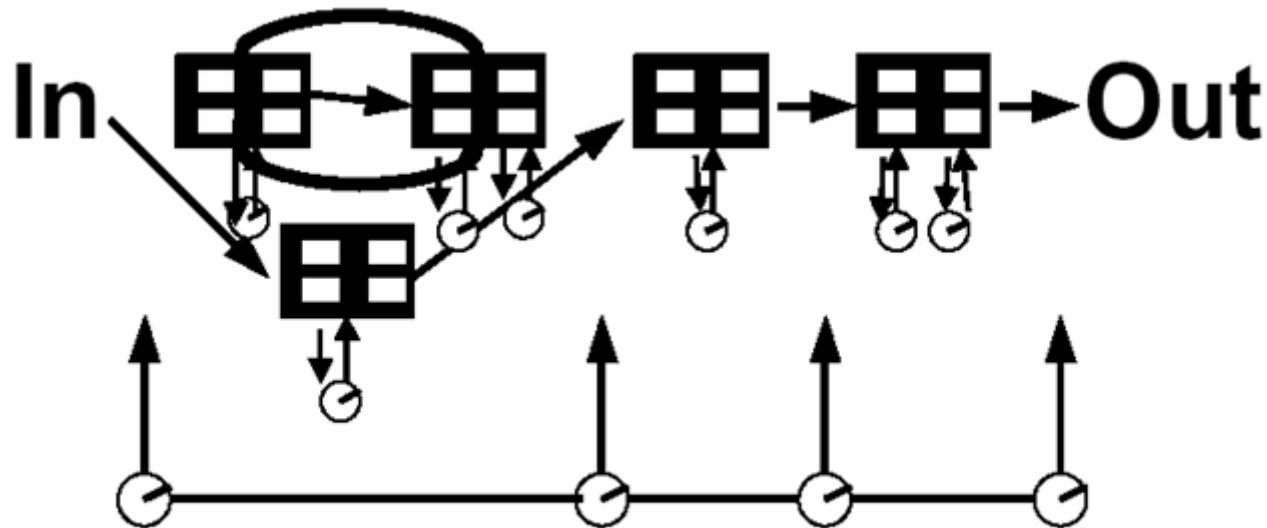
---

- **Fehlervermeidung:** Identifikation von Fehlerquellen, Änderung des Entwicklungsprozesses, Übernahme der Änderungen in den Standardsoftwareprozess
- **Technologiewandel:** Identifikation und Einführung nützlicher neuer Techniken
- **Prozeßwandel:** Verbesserung des Entwicklungsprozesses



# Transparenz des Entwicklungsprozesses in Stufe 5

- Basierend auf der quantitativen Analyse aus Stufe 4 kann der Entwicklungsprozess abgeändert und optimiert werden. Dies betrifft nicht nur einzelne Zwischenphasen, sondern auch den gesamten Entwicklungsprozess



Grafik: CMU SEI

Disciplined change is a way of life.

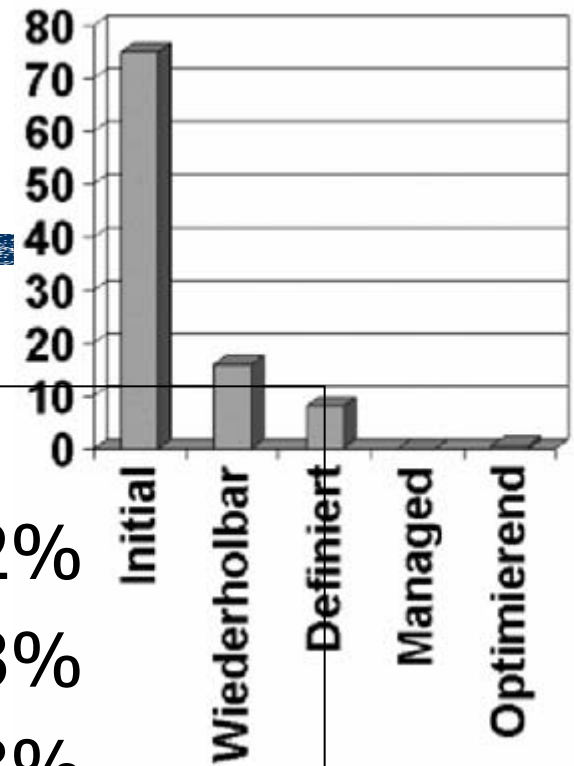
# Unmöglichkeit des Stufenspringens

---

- Organisationen niedrigerer Stufe können auch Prozesse höheren Reifegrades durchführen
- Prozessfähigkeiten werden stufenweise aufgebaut, weil sie teilweise voneinander abhängig sind
- Jede Stufe ist notwendige Grundlage für die Verbesserungen auf der nächsten Stufe, z.B.
  - Ingenieursmäßige Softwarekonstruktion (3) ohne entsprechendes etabliertes Management (2) zwecklos
  - Metriken (4) ohne definierte Prozesse (3) überflüssig
  - Verbesserungsvorschläge gehen bei nichtwiederholbaren Prozessen verloren



# Zahlen zur Einordnung



Grafik: CMU SEI

## 1993

- Stufe 1 85%
- Stufe 2 7%
- Stufe 3 3%
- Stufe 4 1: HP
- Stufe 5 0

## 1999

- Stufe 1 62%
- Stufe 2 23%
- Stufe 3 13%
- Stufe 4 2%
- Stufe 5 5: Boeing, IBM, Lockheed Martin, Motorola, Ogden AFB Logistics Center

# Fallstudienenergebnisse

---

- Bereits Stufe 2 bringt 30% Produktivitätszuwachs
- Motorola halbiert die Zahl der Softwarefehler auf jeder Stufe
- In jedem Fall langfristige Amortisation der Kosten
- Zahl der Anwender des CMM verdoppelt sich alle 5 Jahre (seit 1987)
- Software-Qualitätssicherung ist die größte Herausforderung beim Aufsteigen zur Stufe 2
- Organisationsprozess-Definition ist eine der größten Herausforderungen beim Aufsteigen zur Stufe 3
- Durchschnittswerte:
  - 25 Monate von Stufe 1 nach 2
  - 22 Monate von 2 nach 3
  - 36 Monate von 3 nach 4



## Änderung der Unternehmenskultur