



# Qualitätssicherung von Software

Prof. Dr. Holger Schlingloff

Humboldt-Universität zu Berlin  
und  
Fraunhofer FIRST

# Wo stehen wir?

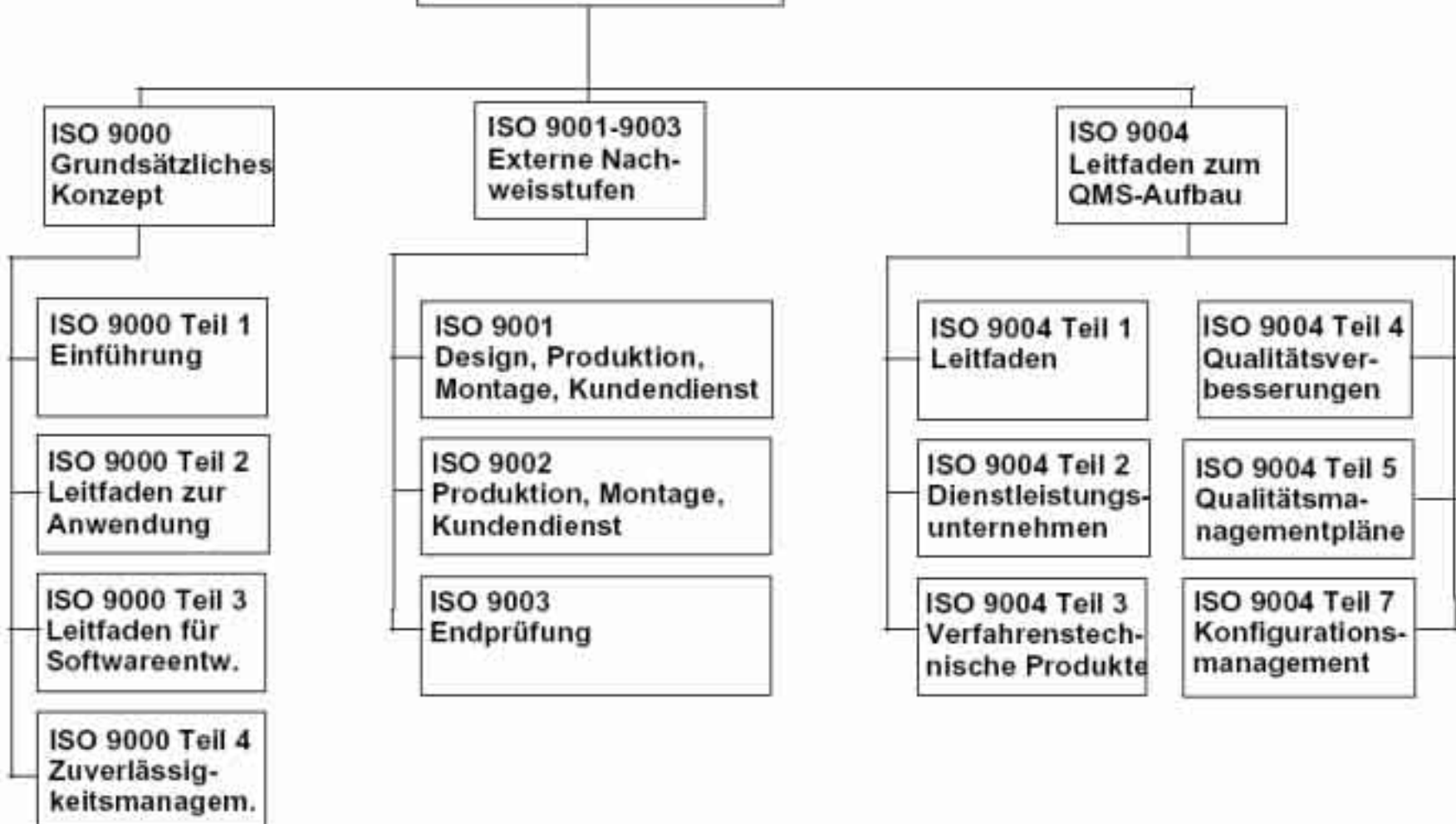
---

1. Einleitung, Begriffe, Software-Qualitätskriterien
2. manuelle und automatisierte Testverfahren
3. Verifikation und Validierung, Modellprüfung
4. statische und dynamische Analysetechniken
5. Softwarebewertung, Softwariemetriken
6. Codereview- und andere Inspektionsverfahren
7. Zuverlässigkeitstheorie
8. Qualitätsstandards, Qualitätsmanagement, organisatorische Maßnahmen
  - CMM, CMMI
  - ISO, SPICE (vgl. SPM2002)
  - ...

# ISO 9000

- Normenreihe der International Standard Organisation
- Qualitätsmanagement und Qualitätssicherungsstandards; Schwerpunkt auf **Zertifizierung**
  - ISO 9000: Auswahl und Anwendung von QS-Verfahren (neu strukturiert in 2000)
  - ISO 9001: QS-Verfahren in Entwurf, Produktion, Installation und Wartung (1987, 9/98)
  - ISO 9002: QS in Produktion, Installation und Wartung (d.h. nicht für Firmen die entwickeln) (8/94)
  - ISO 9003: QS in Abnahme und Test (8/94)
  - ISO 9004: Anwendungsrichtlinien (1987, 1991, 200x) (firmeninterne Sicht)

## ISO 9000 Normenfamilie



# Gegenstand der ISO 9000 Normen

---

- Produktverbesserung durch Prozessverbesserung
- Elemente von Qualitätsmanagementsystemen
  - Existenz statt Gestaltung
  - Was, nicht wie
  - Minimalgerüst statt Vereinheitlichung
- Darlegung des QMS
  - Dokumentierte, nachvollziehbare Prozesse
  - Welche Elemente sollten wie nach außen dargestellt werden?
- Bewertung der Effektivität des QMS

# Wozu ISO 9000 – Zertifizierung?

- Grundlage für Auftragsvergabe („ISO 9000-konform“)
- Ende 1996 wurden weltweit ca. 148.000 zertifizierte Unternehmen gezählt
- Kosten im fünfstelligen Bereich
  - Erstzertifizierung
  - Überwachungsaudits, Wiederholungsaudits
  - Beratung und Begleitung zum Zertifikat
  - Schulung und Training
- Auch im Bereich der Software wird die Notwendigkeit gesehen (Anwendbarkeit?)  
*„Entwurf, Produktion, Installation und Wartung“*

# ISO 9000-3

- ISO 9000: Fokus auf produzierender Industrie
- Anwendung von ISO 9001 auf Software (1991, 1998)  
*„Normen zum QM und zur QS/QM-Darlegung - Teil 3: Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001 auf die Entwicklung, Lieferung und Wartung von Computer-Software“*
- Selbst keine Basis für Zertifizierung

# Was legt ISO 9000-3 fest?

---

- Beschreibung des Rahmens und der Mindestanforderungen für das SW-QMS
  - Sind die Prozesse festgelegt und sind die Verfahren angemessen dokumentiert?
  - Sind die dokumentierten Prozesse vollständig entwickelt und realisiert?
  - Tragen die Prozesse effektiv zur Bereitstellung der Ergebnisse bei?
- 20 Bereiche („key process areas“) aus ISO 9001, strukturiert und übertragen nach ISO 9000-3



# Aufbau von ISO 9000-3

---

- 1. Skopus, 2. Referenzen, 3. Definitionen
  - anwendbar wenn ein Vertragspartner seine SW-Fähigkeiten nachzuweisen hat
  - Qualitative, überprüfbare Anforderungen
- 4. Qualitätssicherung: Rahmenbedingungen
- 5. Qualitätssicherungssystem - Aktivitäten im SW-Lebenszyklus
- 6. Qualitätssicherungssystem - Unterstützende Aktivitäten (phasenunabhängig)

# QS-Elemente nach DIN ISO 9000-3

4.

## Rahmen eines QS

- Verantwortung der obersten Leitung
- QS-System
- Interne Qualitätsaudits
- Korrekturmaßnahmen

6.

## Phasenübergreifende QS-Elemente

- Konfigurationsmanagement
- Messungen
- Beschaffung
- Dokumentenlenkung
- Regeln, Praktiken, Übereinkommen
- Bereitgestelltes Softwareprodukt
- Qualitätsaufzeichnungen
- Werkzeuge und Techniken
- Schulung

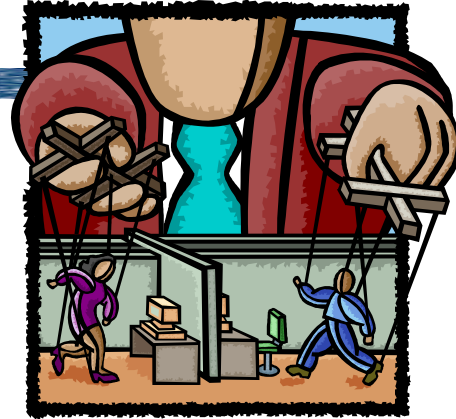
5.

## Phasenbezogene QS-Elemente

- Vertragsüberprüfung
- QS-Planung
- Abnahme
- Spezifikation
- Design und Implementierung
- Vervielfältigung, Lieferung und Installierung
- Entwicklungsplanung
- Testen und Validierung
- Wartung

# 4. Qualitätssicherungssystem - Rahmen

## 4.1 Verantwortung der obersten Leitung:

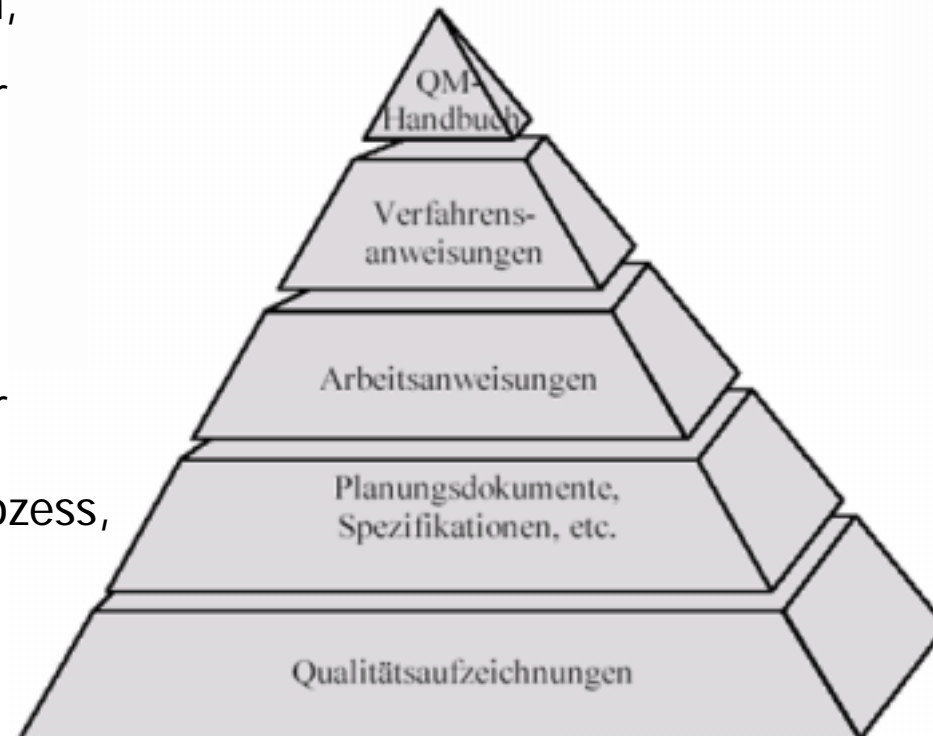


- **Politik:** Festlegung von Zielsetzungen der **Qualitätspolitik**, Information der Mitarbeiter, Verpflichtung der Mitarbeiter zur Umsetzung
- **Organisation:** Bereitstellung einer effizienten Aufbau- und Ablauforganisation; Ernennung eines unabhängigen **Qualitätsbeauftragten**
- **Review:** regelmäßige Überprüfung von Wirksamkeit und Eignung des QM-Systems

## 4.2 Qualitätssicherungs-System:

Das QM-System wird in einem *QM-Handbuch* und in *Verfahrens- und Arbeitsanweisungen*, sowie Anlagen dazu beschrieben und dokumentiert.

- QS-Pläne und ein QS-Handbuch entsprechend den festgelegten Forderungen
- Bereitstellen von Lenkungsmaßnahmen, Prozessen, Prüfeinrichtungen, Produktionsmitteln und Fertigkeiten zur Erfüllung der Qualitätsforderung
- Aktualisieren bzw. Anpassen der Qualitätslenkungs- und Prüfverfahren
- Festlegen der Forderungen an die Messtechnik
- Klären von Annahmekriterien bzgl. aller Eigenschaften und Forderungen
- Abstimmen von Design, Produktionsprozess, Montage und Prüfverfahren sowie der dazugehörigen Dokumentation
- Festlegen und Vorbereiten von Qualitätsaufzeichnungen



# 4. Qualitätssicherungssystem - Rahmen

---



## *4.3 Interne Qualitätsaudits:*

- In regelmäßigen Abständen durchzuführen
- Verifizierung qualitätsrelevanter Tätigkeiten
- Feststellung der Wirksamkeit des QMS

# 4. Qualitätssicherungssystem - Rahmen

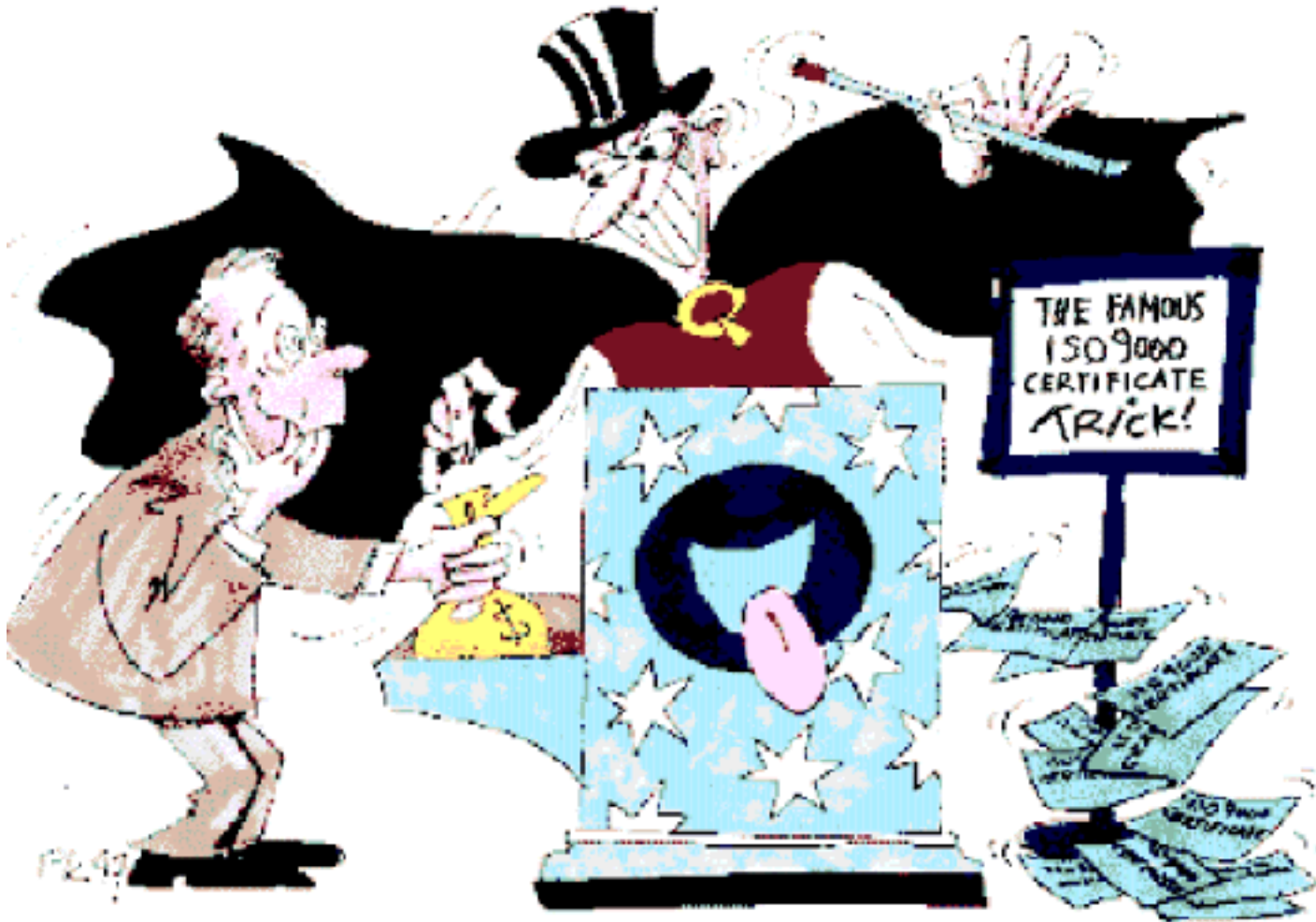
---



## 4.4 Korrekturmaßnahmen

- Korrekturmaßnahmen für Reklamationen, Fehlerursachen und deren Überwachung
- Vorbeugemaßnahmen bezüglich Prozessqualität und deren Überwachung (FMEA, Risikoanalyse)

# Pause!

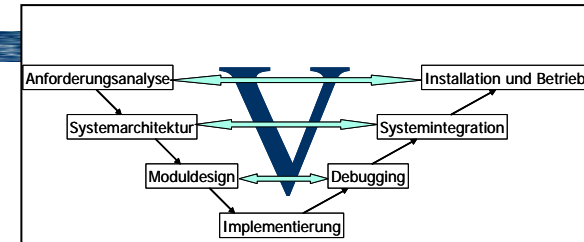




# 5. Lebenszyklustätigkeiten (1)

## 5.1 Allgemeines

- (irgendein) Phasenmodell gefordert
- Integration der QS-Maßnahmen in das Phasenmodell
  - Einteilung eines Projektes nach Phasen und Aktivitäten mit jeweiligen Ergebnissen
  - Reviews nach jeder Phase
  - Verwendung von (Standard-) Vorgehensmodellen
  - Projekt- und Prozessmanagement





# 5. Lebenszyklustätigkeiten (2)



## 5.2 Vertragsüberprüfung

- Sicherstellung, dass die Auftragsbedingungen auf Vollständigkeit und Machbarkeit geprüft werden, bevor ein Auftrag angenommen wird
- Aufzeichnung über Vertragsprüfung

„Unter anderem sollten folgende Probleme in einem Vertrag geklärt werden:

- Akzeptanz-Kriterien
- Behandlung von Änderungen der Anforderungen des Nutzers während der Entwicklung
- Behandlung vom Problemen, die erst nach der Akzeptanz auftreten
- vom Auftraggeber zu leistende Aktivitäten, insbesondere während der Anforderungs-Spezifikation, der Installation und der Akzeptanz“

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (2)

---



## 5.2 Vertragsüberprüfung

- Sicherstellung, dass die Auftragsbedingungen auf Vollständigkeit und Machbarkeit geprüft werden, bevor ein Auftrag angenommen wird
- Aufzeichnung über Vertragsprüfung
  - Vollständiger und eindeutiger Satz von funktionalen Anforderungen für den Lieferanten (Lastenheft!)
  - Validierbarkeit der Anforderungen bei Abnahme
  - Dokumentenlenkung für Spezifikation
  - Konfigurationsmanagement für Spezifikation

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (3)

## 5.3 Festlegung der Forderungen des Auftraggebers

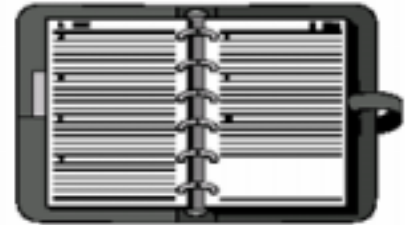


- Vollständiger und eindeutiger Satz von funktionalen Anforderungen
  - Dokumentenlenkung und Konfigurationsmanagement für die Spezifikation
  - Validierbarkeit der Anforderungen bei Abnahme
- Requirements Engineering
  - Versionsverwaltung in der Analysephase

„In einigen Fällen liefert der Kunde das Dokument. Falls das nicht der Fall ist, sollte der Lieferant dieses Dokument in enger Kooperation mit dem Kunden erstellen und dessen Zustimmung vor den weiteren Entwicklungsarbeiten einholen. ...“

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (4)

---



## *5.4 Planung der Entwicklung*

- Festlegung und Dokumentation von Terminen, Mitteln, Ergebnissen, Vorgaben
- Durchführung und Dokumentation der Verifizierung der Phasen
- Etablierung von Prozess- und Projektmanagement

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (5)

---

## *5.5 Planung der Qualitätssicherung*

- Erstellung und permanente Anpassung eines Qualitätssicherungsplanes
- Definition von Qualitätszielen
- Ziele detaillieren bis zum einzelnen Arbeitsplatz
- Qualitätsinformationssystem (z.B. webbasiert)



# 5. Lebenszyklustätigkeiten (6)

---



## *5.6 Design und Implementierung*

- Festlegung von Designregeln, internen Schnittstellenfestlegungen, Designmethodik
- Verwendung früherer Designerfahrungen
- Vorbereitung für nachgelagerte Prozesse
- Festlegung und Beachtung von Regeln:  
  Programmierregeln, Programmiersprachen,  
  Namenskonventionen, Codier- und Kommentarregeln
- CASE-Tools, Codingstandard-Checker etc.

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (7)

---



## *5.7 Testen und Validierung*

- Erstellung eines Testplanes
- Aufzeichnung von Testergebnissen, -konfigurationen für End- und Zwischenprodukte
- Erprobung des vollständigen Produktes durch den Lieferanten
- Feldversuch unter Anwendungsumgebung
- Blackbox-, Whiteboxtests, Codereviews, Betatests, ...

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (8)

---



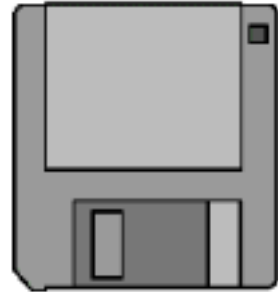
## 5.8 Annahme

- Methodisches Annahmeverfahren mit festgelegten Kriterien
- Planung der Annahmeprüfungen (Terminplan, Bewertungsverfahren, Software-/Hardware-Umgebung und Mittel, Annahmekriterien)
- Formalisierte Abnahmeprozedur



# 5. Lebenszyklustätigkeiten (9)

---



## 5.9 Vervielfältigung, Lieferung, Installation

- Festlegung Kopienanzahl, Datenträger, Dokument, Kopiervorlagen, Sicherungskopien etc.
  - Verifizierung der ausgelieferten Kopien
  - Validierung der (Test-)Installation
- 
- Virenschutz, Masterkopien, Dongles, etc.

# 5. Lebenszyklustätigkeiten (10)

---



## 5.10 Wartung

- Festlegung der Wartungsobjekte (Programme, Daten und ihre Strukturen, Spezifikationen, Dokumente etc.)
- Durchführung von Wartungstätigkeiten (Problemlösung, Schnittstellenänderung, Funktionserweiterung, Leistungsverbesserung)
- Verfahren zur Freigabe neuer Softwareversionen
- Konfigurationsmanagement nach Auslieferung

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (1)



## 6.1 Konfigurationsmanagement

- Eindeutige Identifizierung von Software Versionen
- Eindeutige Identifizierung des Entwicklungsstatus von Softwareprodukten
- Identifikation und Rückverfolgbarkeit der Konfiguration
- Lenkung von Änderungen
- Konfigurations-Statusbericht

„Ein Konfigurationsmanagementsystem sollte:

- a) die einzelnen Versionen jeder Softwareeinheit eindeutig identifizieren
- b) die Versionen jeder Softwareeinheit, die zusammen eine spezielle Version des vollständigen Softwareprodukts bilden, auszeichnen
- c) den simultanen Zugriff einer Softwareeinheit durch mehrere Bearbeiter kontrollieren, sowie
- f) alle Änderungsaktionen aufgrund einer Anforderung aufzeichnen.“

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (2)

---



## 6.2 Lenkung der Dokumente

- Lenkung von Dokumenten für Verfahrensanweisungen, Planungs- und Produktdokumenten
  - Prüfung und Genehmigung von Dokumenten vor der Herausgabe bei der Ersterstellung sowie bei jeder Änderung
- 
- Dokumentenmanagement, Freigabeverfahren
  - Zugriffsrechteverwaltung

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (3)

---

## 6.3 Qualitätsaufzeichnungen

- Identifikation, Sammlung, Indexierung Ordnung, Speicherung/Aufbewahrung, Pflege und Bereitstellung von Qualitätsaufzeichnungen
- Gewährleistung der Lesbarkeit und Aufbewahrung von Qualitätsaufzeichnungen

Qualitätsaufzeichnungen dienen dazu, jederzeit die Erfüllung der Qualitätsanforderungen nachzuweisen und das Funktionieren des Qualitätsmanagement-Systems aufzeigen zu können.

- Zuordnung Dokument – Produkt!

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (4)



## 6.4 Messungen

- Anwendung von Messmethoden für die Qualität des jeweiligen Produktes
  - Anwendung quantitativer Messverfahren für die Qualität des Entwicklungs- und Lenkungsprozesses
- 
- Fehlerstatistiken, Software- und Prozessmetriken
  - Qualitätskostenanalyse (Hotline), Kundenbefragungen
  - Produkt- und Prozessmessungen!

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (5)

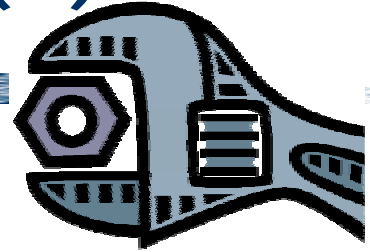


## *6.5 Regeln, Praktiken und Übereinkommen*

- Festlegung von Regeln, Praktiken und Übereinkommen, um ein Qualitätsmanagementsystem wirksam zu machen
  - Überprüfung und ggf. Überarbeitung dieser Regeln, Praktiken und Übereinkommen
- 
- Dokumentation informeller Prozeduren
  - Fortschreibung des QMS

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (6)

---



## 6.6 Werkzeuge und Techniken

- Nutzung von Werkzeugen, Einrichtungen und Techniken
  - Verbesserung der Werkzeuge und Techniken durch Lieferanten
- 
- Marktanalysen bzgl. Werkzeugen
  - Unternehmens- bzw. projektspezifische Anpassungsmöglichkeiten , dokumentiert



# 6. Unterstützende Tätigkeiten (7)

---



## 6.7 Beschaffung

- Sicherstellung der Erfüllung definierter Forderungen für beschaffte Produkte oder Dienstleistungen
  - Aufzeichnungen über annehmbare Unterlieferanten
  - Validierung von beschafften Produkten
- 
- Kauf bei zertifizierten Zulieferern
  - Eindeutige, nachvollziehbare Auswahlkriterien

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (8)



## *6.8 Beigestelltes Softwareprodukt*

- Möglichkeit der Forderung des Einsatzes bereitgestellter Softwareprodukte
- Validierung der bereitgestellten Softwareprodukte
- Berücksichtigung des „Standes der Technik“
- Verfahrensanweisungen für Softwarekauf

# 6. Unterstützende Tätigkeiten (9)

---



## 6.9 Schulung

- Verfahren zur Ermittlung des Schulungsbedarfs
  - Schulung durch qualifiziertes Personal unter Berücksichtigung entsprechender Hilfsmittel (u. a. Werkzeuge und Rechnerhilfsmittel)
- 
- Qualifikationsprofile
  - Schulungsplan

# Basiselemente von ISO 9000-3

---

- QM-Politik, Qualitätsmanager, QM-Handbuch
- QM-Aufzeichnungen, Dokumentation
- Dokumentenverwaltung, Versionskontrolle
- Dokumentierte Prozesse,
- Phasenpläne, Projektpläne, Testpläne, Wartungspläne
- Schulung und Mitarbeiterbeteiligung

# CMM versus ISO 9000

---

- ISO: Schwerpunkt Zertifizierung, CMM: Schwerpunkt Verbesserung
  - keine Alternativen, sondern Ergänzung
- CMM Level3 und ISO 9000-3 haben die größten Überlappungen
  - Ist ISO 9001 erfüllt, dann gibt CMM zusätzliche Hinweise bzgl. Metriken, Prozessverbesserungen
  - CMM L3 deckt einige ISO-Bereiche nicht ab, z.B. Abnahmekriterien, Lenkung von Dokumenten, Unterauftragsmanagement etc.



# SPICE (ISO 15504)

## SPICE: **S**oftware **P**rocess **I**mprovement **C**apability **D**etermination

- SPICE ist ein Projekt der ISO zur Entwicklung eines Standards für Software Process Assessments
  - Standard aktuell überarbeitet: ISO IEC 15504:2003 (Juli 2003)
- Dokumente: <http://www.sqi.gu.edu.au/spice/>
- Zielsetzung: Umfassender Rahmen, Integration verschiedener vorhandener Ansätze (ISO, CMM, Bootstrap, ...)
  - Stark an CMM angelehnt
  - Bewertung von *Prozessen*, nicht von *Organisationen*
  - Im Rahmen der AutoSPICESIG („Automotive Spice Special Interest Group“) werden aktuell Process Reference Model (PRM) und Process Assessment Model (PAM) für Automotive-Software angepasst

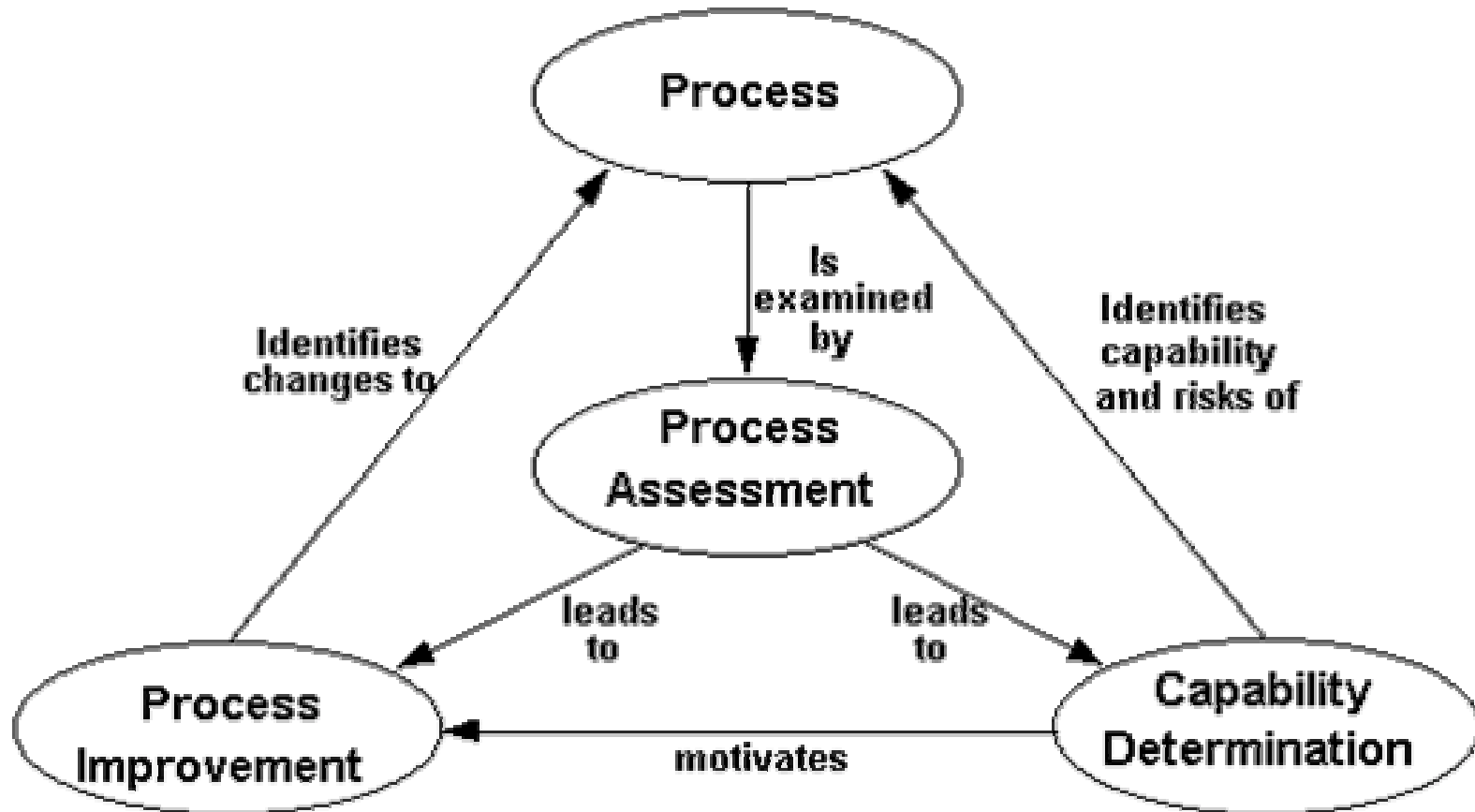
# Charakteristika von SPICE

---

- Abdeckung einer weiten Spanne von SW-Organisationen und Anwendungen
- Referenzmodell
- Vergleichbarkeit
- keine weiteren Voraussetzungen
- praktische Durchführbarkeit, Effizienz
- „can be used by organizations involved in planning, managing, monitoring, controlling and improving the acquisition, supply, development, operation, evolution and support of software“



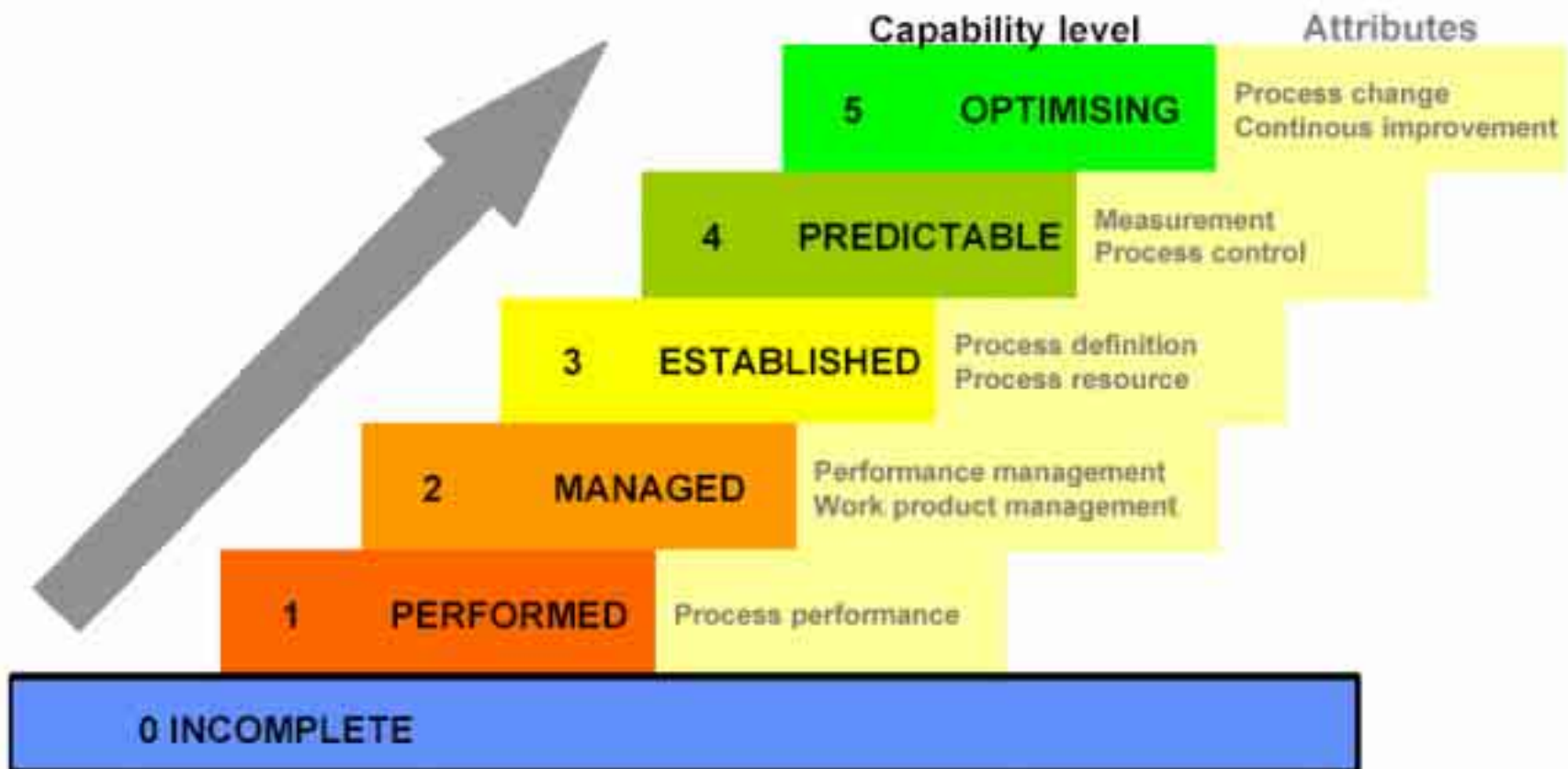
# Struktur des Modells



# Prozess-Kategorien

Process category	Brief description
Customer-Supplier	Processes that directly impact the customer
Engineering	Processes that specify, implement, or maintain a system and software product
Project	Processes that establish the project, and co-ordinate and manage its resources
Support	Processes that enable and support the performance of the other processes on the project
Organization	Processes that establish the business goals of the organization and develop process, product, and resource assets which will help the organization achieve its business goals

# Reifegrade



- [http://www.q-labs.de/images/user/Management\\_SW\\_Lieferanten\\_VW.pdf](http://www.q-labs.de/images/user/Management_SW_Lieferanten_VW.pdf)

# CMMI vs. SPICE

---

- CMMI und SPICE sind ähnlich aufgebaut
- CMMI erfüllt die Vorgaben von SPICE bzgl. der Methodik und Strukturen, um Assessments von Softwareprozessen durchzuführen
- Das Prozessmodell von SPICE ist feiner gegliedert
- Die Detaillierungstiefe und Ausführlichkeit ist bei CMMI größer (ca. 1000 Seiten gegenüber 360 Seiten)
- SPICE enthält Inhalte, die bei CMMI nicht enthalten sind (z.B. „Identify Interfaces“ in Project Management)
- CMMI enthält Inhalte, die bei SPICE nicht enthalten sind (z.B. Intergroup Coordination)