

KV Software Engineering  
Prof. Dr. Martin Glinz

Kapitel 7

# Software-Qualitätsmanagement



Universität Zürich  
Institut für Informatik

# 7.1 Grundlagen

---

7.2 Elemente des Qualitätsmanagements

7.3 Das Qualitätsmanagementsystem

7.4 Dokumentation

7.5 Werkzeuge



# Motivation

---

*Software ist ein wesentlicher Bestandteil wesentlicher Produkte und Dienstleistungen unseres täglichen Lebens.*

**Software** – Programme, Verfahren und gegebenenfalls damit verbundene Dokumentation und Daten für den Betrieb eines Rechnersystems. (IEEE 610.12).

- ⇒ Unser Leben wird zunehmend von Software abhängig.
- ⇒ Wir erwarten, dass diese Software **richtig** ist.

Was heißt richtig?

# Motivation – 2

---

- Die an die Software gestellten Anforderungen sind **definiert** und sind dem zu lösenden Problem **angemessen**
  - ⇒ Die geforderte **Qualität ist definiert.**
- Die entwickelte Software erfüllt alle gestellten **Anforderungen**
  - ⇒ Die Software **hat die geforderte Qualität.**
- Die Entwicklung guter Software erfordert ein **Software-Qualitätsmanagement**

# Qualitätsmanagement für Software – notwendig?

---

- Qualitätsmanagement im **Allgemeinen** vs. **Software-Qualitätsmanagement**?
- **Allgemeingültige Prinzipien, Begriffe, Grundlagen** und **Normen**
- Teilweise **spezifische Verfahren** für das Software-Qualitätsmanagement
- Besondere **Schwierigkeiten**, weil Software **immateriell** ist und der ganze Aufwand in der Entwicklung steckt

# Definitionen (nach ISO 9000:2000)

---

**Qualität (quality)** – der Grad, in dem ein Satz **inhärenter Merkmale Anforderungen** erfüllt.

**Anforderung (requirement)** – ein Erfordernis oder eine Erwartung, das oder die **festgelegt**, üblicherweise **vorausgesetzt** oder **verpflichtend** ist.

**Inhärentes Merkmal (inherent characteristic)** – eine **kennzeichnende Eigenschaft** einer Einheit (Produkt, Dienstleistung, Prozess, System, Person, Organisation, etc.), welche diese aus sich selbst heraus hat und die ihr nicht explizit zugeordnet ist.

**Qualitätsmanagement (quality management)** – aufeinander abgestimmte **Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität**. Leiten und Lenken bezüglich Qualität umfassen üblicherweise das Festlegen der **Qualitätspolitik** und der **Qualitätsziele**, die **Qualitätsplanung**, die **Qualitätslenkung**, die **Qualitätssicherung** und die **Qualitätsverbesserung** .

# Bemerkungen – 1

---

- Qualität ist **Zielerfüllung**. Die Ziele (Anforderungen) können **explizit festgelegt** oder **implizit** durch gemeinsame Vorstellungen der Beteiligten **gegeben** sein.
- Eine Auffassung von Qualität als reine **Zweckeignung** oder **Kundenzufriedenheit** greift zu kurz. Sie erfasst den Qualitätsbegriff nicht in seiner Gesamtheit.
- Qualität ist kein absolutes Maß für die **Güte** einer Einheit.
- Qualität entsteht nicht von selbst. Sie muss **definiert** und **geschaffen** werden.
- Qualität bezieht sich sowohl auf **Produkte** als auch auf **Prozesse** und **Projekte** zur Herstellung dieser Produkte.

# Anmerkung zur Terminologie

---

- Historischer Name für Qualitätsmanagement: «**Qualitätssicherung**» (**quality assurance**) mit zwei Bedeutungen (bis ca. 1995):
  - umfassend: **Management** von Qualität
  - eng: **Sicherstellung** und **Darlegung** von Qualität
- Terminologie heute:
  - Umfassender Begriff: **Qualitätsmanagement**
  - Bedeutung von «Qualitätssicherung» **beschränkt** auf **Maßnahmen zur Schaffung von Vertrauen**, dass die Qualitätsanforderungen erfüllt werden
- Aber: «Qualitätssicherung» wird **häufig noch im alten, umfassenden Sinn** gebraucht



# Mini-Übung 7.1: Wirtschaftlichkeit von Qualität

Begründen sie, wann und warum Qualität wirtschaftlich ist.



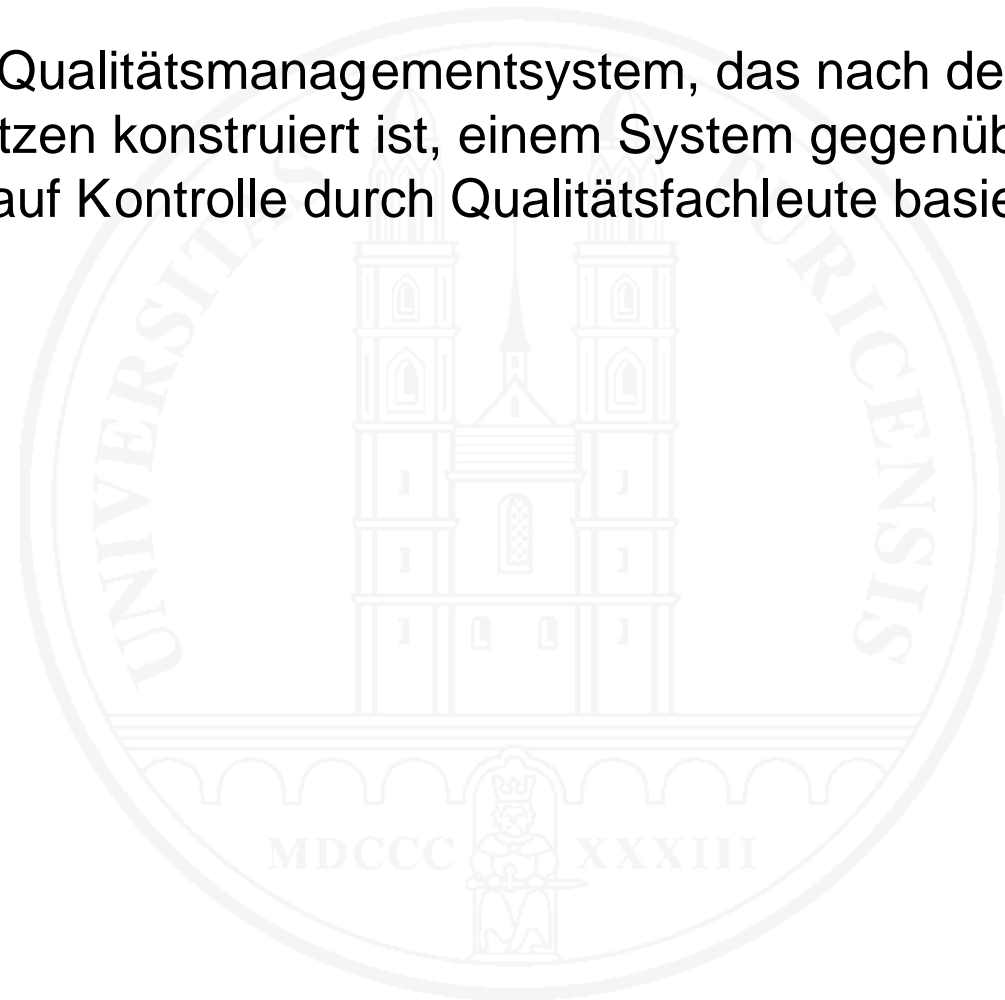
# Sechs Grundsätze des Qualitätsmanagements

---

1. Qualität muss **erzeugt** werden, sie kann **nicht erprüft** werden
2. Qualität bezieht sich immer auf **Produkte** und auf **Prozesse**
3. Qualitäts**verantwortung** ist untrennbar verbunden mit Sach-, Termin- und Kostenverantwortung
4. Das Qualitätswesen erbringt **Dienstleistungen** und ist verantwortlich für die **Ermittlung (Messung) der Qualität**
5. Das Qualitätswesen muss einen unabhängigen **Berichterstattungspfad** haben, der bis zur Geschäftsleitung geht
6. Die Entwickler müssen über die Qualität ihrer Arbeit **orientiert** werden

# Mini-Übung 7.2: Qualitätsprinzipien

Stellen Sie ein Qualitätsmanagementsystem, das nach den vorgenannten sechs Grundsätzen konstruiert ist, einem System gegenüber, das ausschließlich auf Kontrolle durch Qualitätsfachleute basiert.



# Qualitätsnormen

---

- **Grundlagen** und **Terminologie**:  
ISO 9000:2000 Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
- **Anforderungen** an **Qualitätsmanagementsysteme** von Organisationen, welche gewisse **Mindeststandards erfüllen** wollen:  
ISO 9001:2000 Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen
- Anleitung zur **Verbesserung** der qualitätsrelevanten **Prozesse** einer Organisation:  
ISO 9004:2000 Qualitätsmanagementsysteme – Leitfaden zur Leistungsverbesserung
- [ISO 19011 Anleitung für das **Auditieren** ]

7.1 Grundlagen

**7.2 Elemente des Qualitätsmanagements**

---

7.3 Das Qualitätsmanagementsystem

7.4 Dokumentation

7.5 Werkzeuge

# Qualitätspolitik

---

**Qualitätspolitik (quality policy)** – übergeordnete Absichten und Ausrichtung einer Organisation zur Qualität, wie sie von der obersten Leitung formell ausgedrückt wurden.

Die Qualitätspolitik...

- legt die Unternehmensziele bezüglich Qualität fest
- ist eine Selbstverpflichtung des Unternehmens
  - zur Erreichung der Ziele
  - zur Einhaltung der vorgegebenen Arbeitsweisen und Verfahren
- ist schriftlich festgelegt und im ganzen Unternehmen bekannt
- wird von der Geschäftsleitung des Unternehmens festgelegt und aktiv durchgesetzt

# Totales Qualitätsmanagement

---

Es ist möglich, **Qualität** ins **Zentrum** des unternehmerischen Handelns zu rücken:

Totales Qualitätsmanagement macht Qualität zum **Unternehmensprinzip**

**Totales Qualitätsmanagement (TQM)** – eine **Führungsmethode**, welche **Kundenzufriedenheit** als oberstes Unternehmensziel postuliert. Qualität wird in den Mittelpunkt gestellt, und alle Mitglieder des Unternehmens ins Qualitätsmanagement eingebunden.

Alle **übrigen Unternehmensziele** werden vom **Ziel der Kundenzufriedenheit** und den damit verbundenen Qualitätsanforderungen abgeleitet.

# Qualitätsplanung

---

**Qualitätsplanung** (quality planning) – Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Festlegen der **Qualitätsziele** und der notwendigen **Ausführungsprozesse** sowie der zugehörigen **Ressourcen** zur Erfüllung der Qualitätsziele gerichtet ist.

- Qualität ist nie **absolut**, sondern immer auf einen **Verwendungszweck** bezogen
  - ⇒ **Qualitätsziele** bestimmen
- Für Software:  
Kein Qualitätsmanagement **ohne** eine saubere, quantifizierte **Spezifikation der Anforderungen**.



# Qualitätslenkung

---

**Qualitätslenkung** (quality control) – Teil des Qualitätsmanagements, der auf die **Erfüllung** von **Qualitätsanforderungen** gerichtet ist.

- **Analytische Maßnahmen** (**Prüfung** →erkennend, nachträglich)
- **Konstruktive Maßnahmen** (Lenkung →**präventiv**)

# Analytische Maßnahmen

---

- Zwischen- und Endergebnisse überprüfen; erkannte Fehler korrigieren
  - Statische Prüfung (Review, statische Analyse, formale Programmverifikation)
  - Dynamische Prüfung (Testen, Simulieren)
- Einhaltung des geplanten Entwicklungsprozesses überprüfen
- Audits, Prozessbeurteilung, Prozessverbesserung

# Konstruktive Maßnahmen

---

- Fehlerverhindernde / fehlervermeidende Prozesse definieren
- Prüf- und Korrekturverfahren in die Prozesse integrieren
- Prüfergebnisse zur Verbesserung des Prozesses verwenden
  
- Eine systematische, ingenieurmäßige Vorgehensweise, welche die Erreichung gegebener Qualitätsanforderungen **garantiert**, gibt es für **Software** bis heute **nicht**.
- Konstruktive Maßnahmen werden so weit als möglich eingesetzt, um das **generelle Qualitätsniveau** zu heben
- **Rigorese Qualitätsprüfung** (und Behebung der festgestellten Mängel) während aller Phasen der Entwicklung ist heute **das Mittel** zur Sicherstellung der konkreten Qualitätsanforderungen an Software.

# Qualitätssicherung

---

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

- Regelmäßige **Überprüfung** der Wirksamkeit des Qualitätsmanagementsystems (**Audits**)
- Publikation von qualitätsrelevanten **Messgrößen**
- **Dokumentation** (und teilweise Offenlegung) der Prozesse und Qualitätsverfahren
- **Zertifizierung** des Qualitätsmanagementsystems
- Aktionsprogramme zur **Verbesserung** der Prozesse für die Entwicklung, Pflege und Verwaltung von Software

# Qualitätsverbesserung

---

**Qualitätsverbesserung** (quality improvement) – Teil des Qualitätsmanagements, der auf die **Erhöhung der Fähigkeit** zur **Erfüllung** von **Qualitätsanforderungen** gerichtet ist.

- **Behebung** der bei der Prüfung gefundenen **Qualitätsmängel**
    - nur Symptombekämpfung
    - nicht immer möglich
  - **Modifikationen** im **Entwicklungsprozess** und im **Qualitätsmanagementsystem** aufgrund von
    - Auswertung von Fehlerursachen
    - Audits
    - Messungen
- ⇒ **Prozessverbesserung**

7.1 Grundlagen

7.2 Elemente des Qualitätsmanagements

**7.3 Das Qualitätsmanagementsystem**

---

7.4 Dokumentation

7.5 Werkzeuge

# Definition und Elemente

---

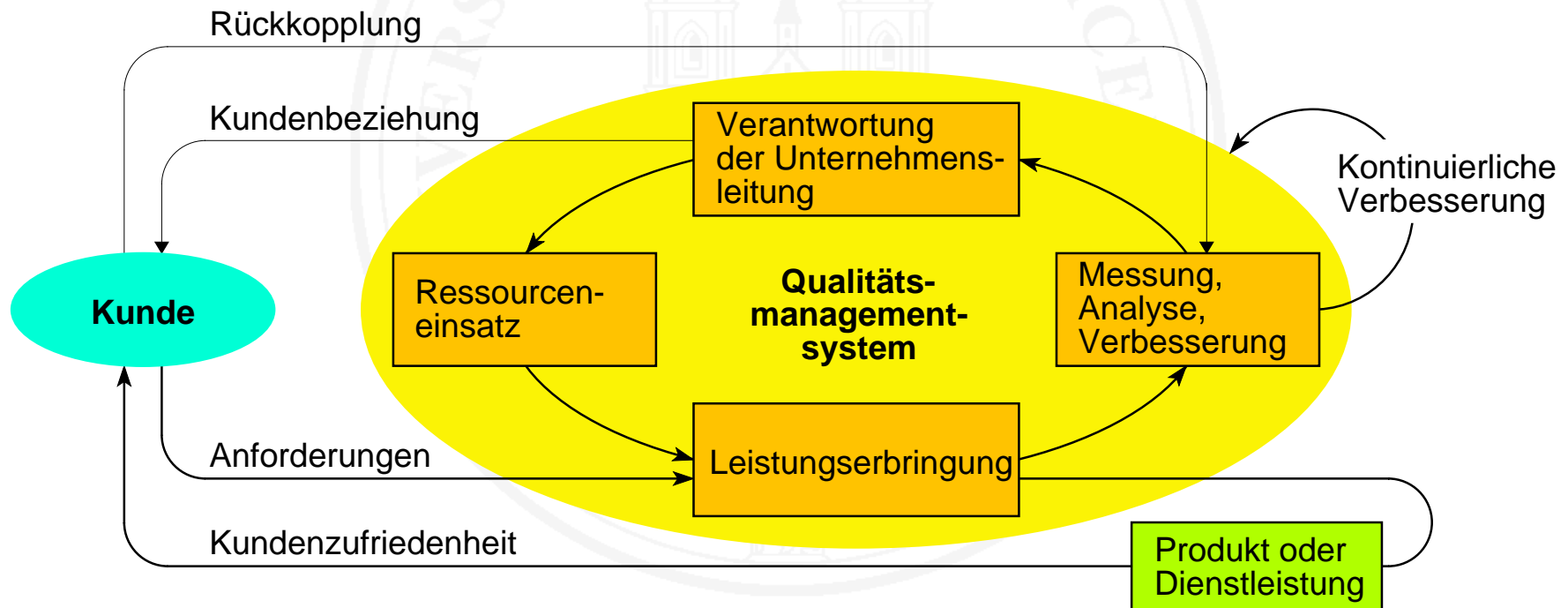
**Qualitätsmanagementsystem, QM-System** (quality management system) – **Managementsystem** zum **Leiten** und **Lenken** einer Organisation bezüglich der **Qualität**.

**Struktur, Verantwortlichkeiten** und **Mittel** zur Verwirklichung des Qualitätsmanagements:

- Aufbauorganisation
- Ablauforganisation
- Verfahren und Infrastruktur
- Dokumentation (→ Kapitel 7.4)
- Qualitätsverbesserung

# Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9000:2000

- Orientierung an der Kundenzufriedenheit
- Prozessorientierte Organisation
- Systemischer Ansatz



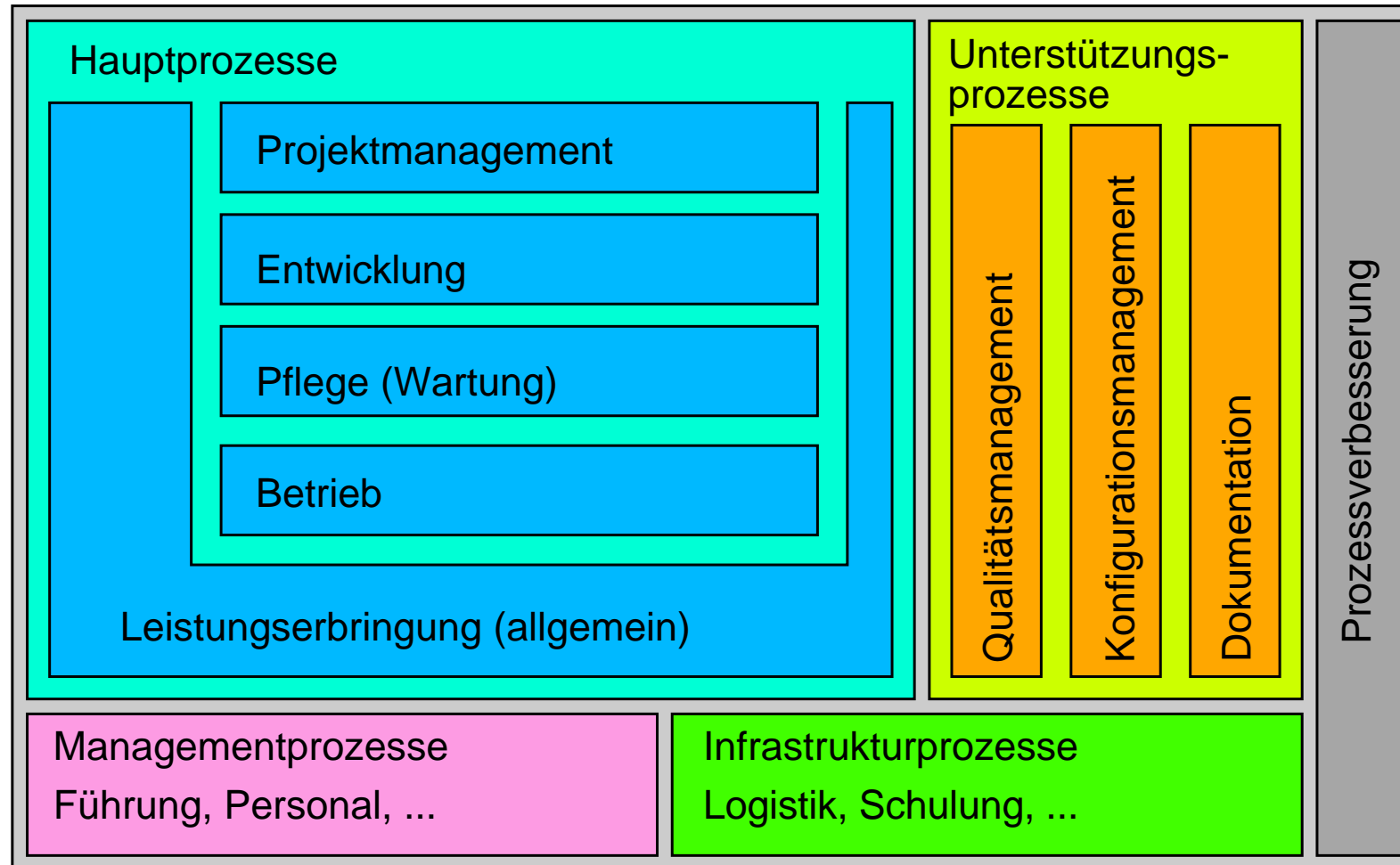


# QM-System: Aufbauorganisation

---

- Einbeziehung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
  - Verankerung in der **Primärorganisation**
- Die Qualitätsfachleute bilden eine **Sekundärorganisation** im Unternehmen
- Diese Sekundärorganisation ...
  - hat das notwendige **Fachwissen** über alle Qualitätsbelange
  - erbringt **Dienstleistungen** im Bereich Qualität (z.B. Messung / Auswertung von Kenngrößen)
  - hat einen **unabhängigen Berichtspfad** für Qualitätsbelange bis hinauf in die Geschäftsleitung
  - ist **verantwortlich** für **Pflege**, **Weiterentwicklung** und **Verbesserung** des **Qualitätsmanagementsystems**

# QM-System: Ablauforganisation

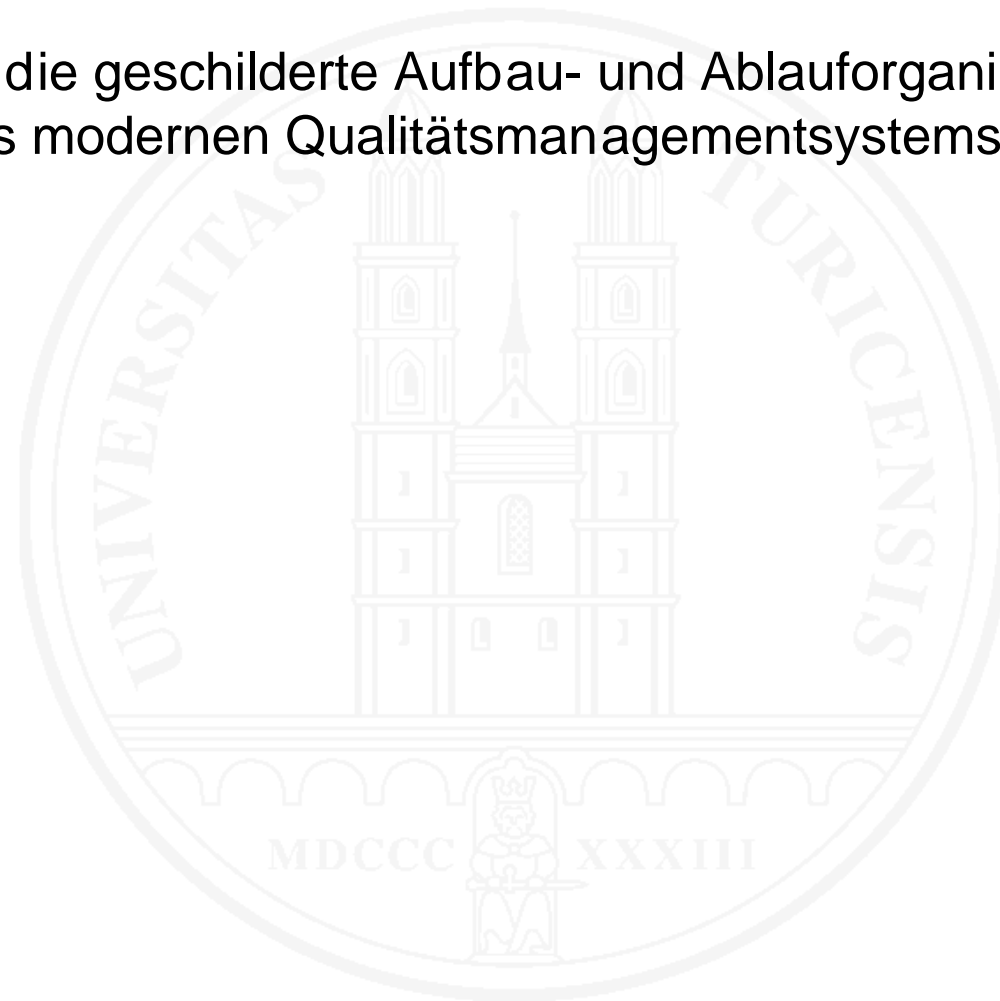


Prozessorientierte Ablauforganisation in einem Softwareunternehmen

## Mini-Übung 7.3

---

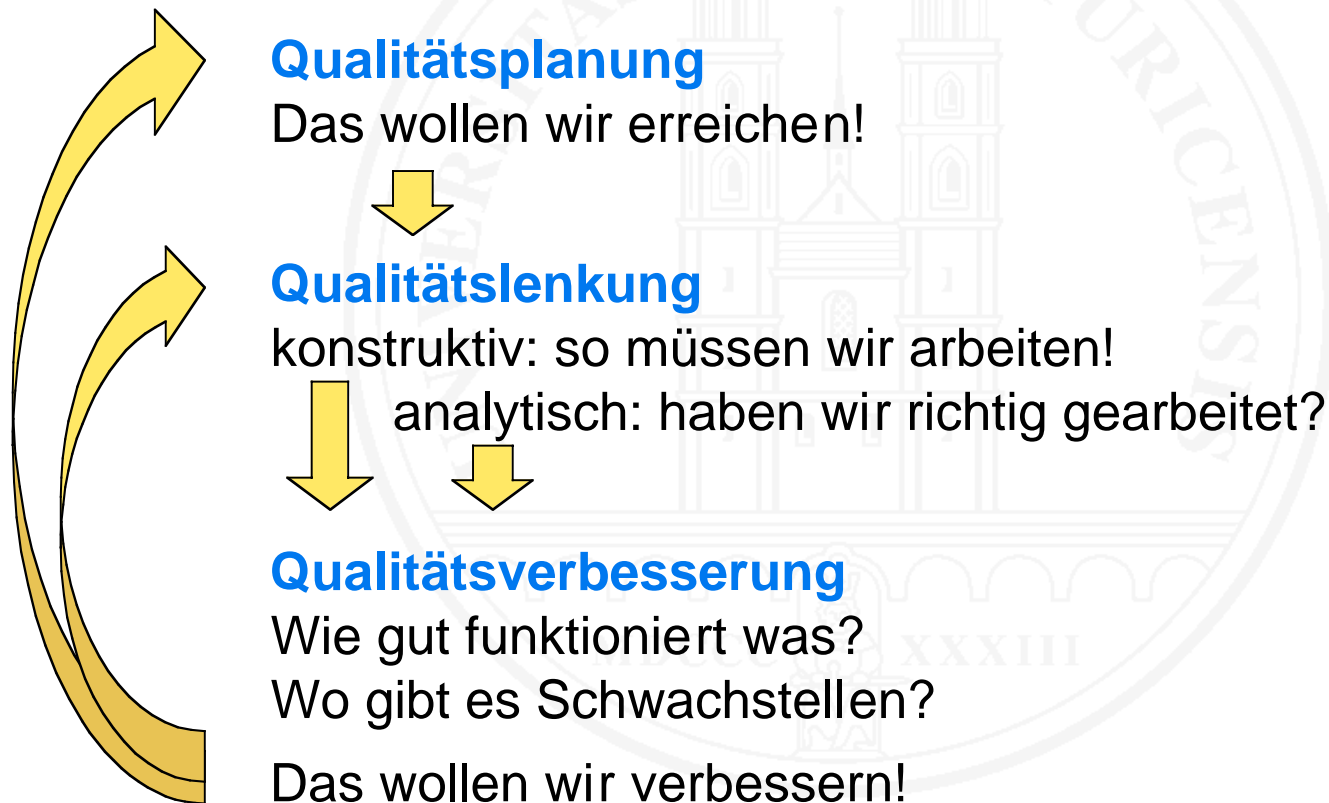
Begründen Sie die geschilderte Aufbau- und Ablauforganisation aus den Prinzipien eines modernen Qualitätsmanagementsystems.



# QM-System: Verfahren und Infrastruktur

---

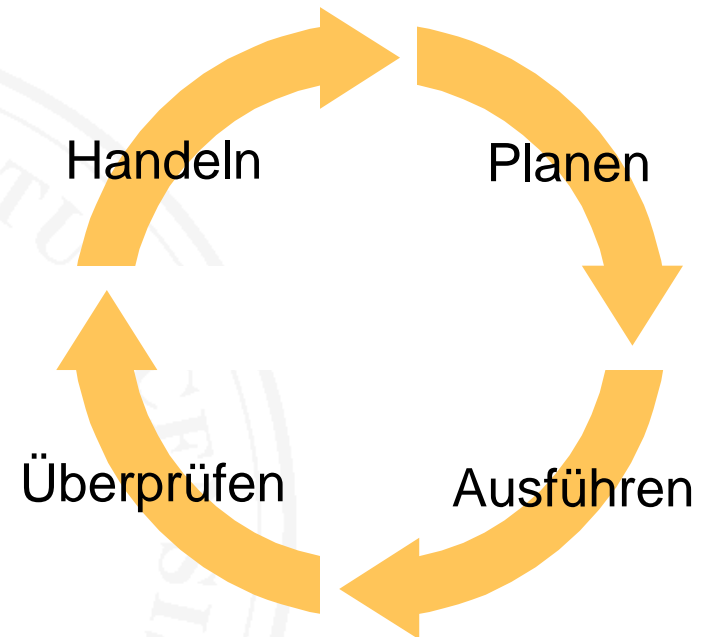
**generell:** planen – lenken – verbessern



# QM-System: Prozessverbesserung

siehe auch Kapitel 14

- Planen
  - QM-System planen
- Ausführen
  - QM-System implementieren und betreiben
- Überprüfen
  - QM-System beobachten und messen
  - Messungen auswerten
  - Prüfungen des QM-Systems (Audits) auswerten
- Handeln
  - Schwachstellen identifizieren und bewerten
  - Verbesserungsmaßnahmen planen und umsetzen



7.1 Grundlagen

7.2 Elemente des Qualitätsmanagements

7.3 Das Qualitätsmanagementsystem

**7.4 Dokumentation**

---

7.5 Werkzeuge

# Aufgaben der Dokumentation

---

Im Rahmen des Qualitätsmanagements ist **Dokumentation notwendig** für

- Erfüllung der **Kundenanforderungen**
- Qualitäts**verbesserung**
- **Schulung** und geregelte **Durchführung** der QM-Verfahren
- **Wiederholbarkeit** von Verfahren
- **Nachweis** durchgeführter Maßnahmen
- **Beurteilung** der **Wirksamkeit** des Qualitätsmanagementsystems

# Qualitätsbezogene Dokumente

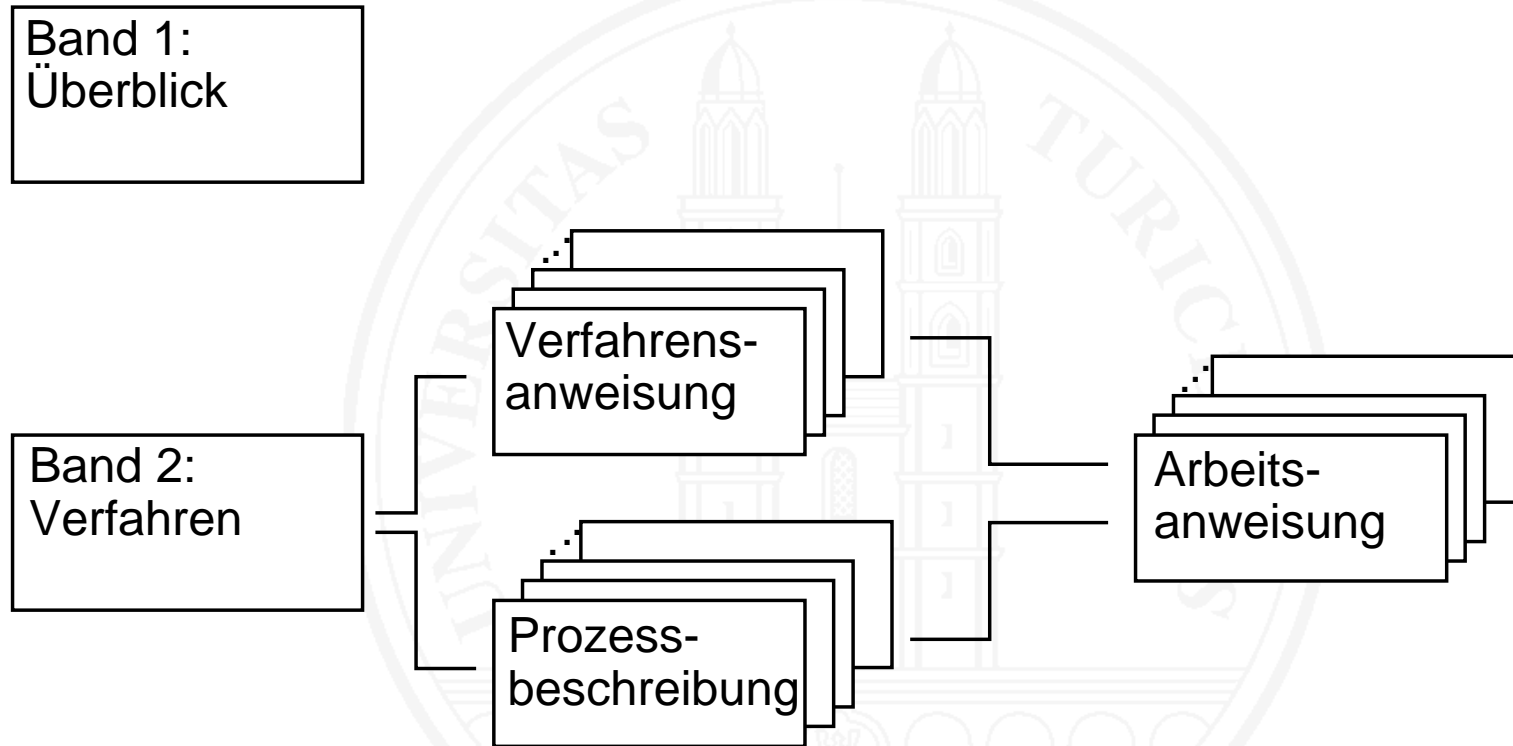
---

- **Qualitätshandbuch** (quality manual)
  - dokumentiert das Qualitätsmanagementsystem
- **QM-Plan** (oder Qualitätsplan, quality plan)
  - dokumentiert das QM für ein spezifisches Projekt oder Produkt
- **Anforderungsspezifikation**
  - dokumentiert die zu erfüllenden Anforderungen
- **Verfahrens- und Arbeitsanweisungen**
  - beschreiben die Durchführung von Prozessen und Verfahren im Detail
- **Leitfäden**
  - geben Empfehlungen und Vorschläge zur Vorgehensweise
- **Aufzeichnungen**
  - weisen ausgeübte Tätigkeiten oder erzielte Ergebnisse nach



# Das Qualitätshandbuch

---



# Der QM-Plan

---

Typischer Inhalt eines QM-Plans für ein Software-Projekt:

- Zweck, Geltungsbereich
- Prozessmodell
- Zu erstellende Dokumente
- Werkzeuge
- Prüfplan (wann, was, Verfahren, Aufzeichnungen)
- Messplan (wann, was, Verfahren, Aufzeichnungen)
- Problemmeldewesen
- Konfigurationsmanagement (für Code und Dokumente)
- Ablagesystem für Qualitätsaufzeichnungen
- Schulung

# Qualitätsaufzeichnungen

---

**Qualitätsaufzeichnungen** – Alle Nachweise durchgeführter Qualitätsmaßnahmen (z.B. Reviewberichte, Testprotokolle, Auditberichte, etc.)

- Qualitätsaufzeichnungen müssen **aufbewahrt** werden
  - zum Nachweis, dass die **Qualitätsanforderungen** an ein Produkt **erfüllt** sind
  - zum Nachweis der **Wirksamkeit** des **Qualitätsmanagementsystems**
- **Identifikation**, **Zuordnung** zum zugehörigen Produkt sicherstellen
- Festlegen, **was – wo – wie lange** aufzubewahren ist

7.1 Grundlagen

7.2 Elemente des Qualitätsmanagements

7.3 Das Qualitätsmanagementsystem

7.4 Dokumentation

**7.5 Werkzeuge**

---

# Der Werkzeugbegriff

---

**Werkzeug (tool)** – rechnergestützte Hilfsmittel für die Entwicklung von Software. Auch: CASE (Computer Aided Software Engineering)

- Im Bereich des Software-Qualitätsmanagements sollen Werkzeuge
  - den Routineteil der Prüf- und Verwaltungsaufgaben automatisieren
  - zur Fehlervermeidung beitragen
  - die Entwickler bei Prüfung, Fehlersuche und Fehlerkorrektur unterstützen
  - die Kosten der Qualitätsmaßnahmen senken
- Werkzeuge können jedoch das Qualitätsmanagement weder vollständig automatisieren noch ersetzen.

# Werkzeuge zur Prüfung von Software

---

- Syntaxprüfung: Compiler, syntaxsensitive Editoren
- Statische Prüfung:
  - statische Analytoren
  - Einhaltung von Codier- und Dokumentierrichtlinien
  - Inkonsistenzen zwischen verschiedenen Darstellungsformen oder Abstraktionsebenen
- Testunterstützung:
  - Generatoren für Testfälle und Testumgebungen
  - Programminstrumentierer (z.B. zur Messung von Testüberdeckung)
  - Testauswerter (Orakel, Vergleicher, Aufzeichner,...)
- Debugger zur Suche der Ursache erkannter Fehler
- Programmierumgebungen mit integrierten Prüfhilfsmitteln

# Fehlervermeidung durch Werkzeuge

---

- Syntaxgeführte Werkzeuge verhindern die Eingabe fehlerhafter Programme oder Modelle
- Methodisches, werkzeuggestütztes Vorgehen, v.a. bei der Modellierung von Systemen verringert die Gefahr grober Fehler
- Werkzeuge, die Entwicklungs- und Pflegeinformationen zentral ablegen
  - vermeiden Inkonsistenzen und Lücken
  - verringern die Gefahr, dass die Projektbeteiligten mit verschiedenen Informationen über die gleiche Sache arbeiten

# Messwerkzeuge

---

- Automatisierte Erhebung von Messgrößen in Programmen  
zum Beispiel Größe, Anzahl Klassen, Anzahl sichtbare Methoden, ...
- Unterstützung der Erhebung von Messgrößen in den Projekten  
zum Beispiel Zeitaufschreibung, Terminverfolgung, ...



# Werkzeuge für das Konfigurationsmanagement

---

- Datenbanken zur Verwaltung von Software-Einheiten, Konfigurationen und Releases
- Dateivergleicher und Prüfsummenprogramme zur Identitätsbestimmung von Software-Einheiten
- Konfigurationsgeneratoren zur automatischen Erzeugung einer Konfiguration nach gegebenen Vorgaben (z.B. MAKE in UNIX)
- Versionsverwalter zur effizienten Speicherung von Software-Einheiten in mehreren Versionen
- Programmierumgebungen zur Unterstützung getrennter Umgebungen für Entwicklung, Referenz, Test und Produktion
- Integrierte Konfigurationsmanagementsysteme

# Literatur und Normen

---

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

Frühauf, K., J. Ludewig, H. Sandmayr (2000). *Software-Projektmanagement und -Qualitätssicherung*. 3. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag.

ISO 9000:2000. *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*. Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN ISO 9000 (deutsch/englisch/französisch)

ISO 9001:2000. *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen*. Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN ISO 9001 (deutsch/englisch/französisch)

ISO 9004:2000. *Qualitätsmanagementsysteme – Leitfaden zur Leistungsverbesserung*. Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN ISO 9004 (deutsch/englisch/französisch).