

Martin Glinz Harald Gall  
**Software Engineering**

Kapitel 19

# Software-Qualitätsmanagement



Universität Zürich  
Institut für Informatik

# 19.1 Grundlagen

---

19.2 Das Qualitätsmanagementsystem

19.3 Verfahren des Qualitätsmanagements

19.4 Dokumentation



# Grundlagen und Definitionen

---

„... liefern wir Ihnen termingerecht 50000 Programmzeilen Schrott.“

⇒ Qualität ist **wichtig**.

**Was ist Qualität?**

- **Qualität (quality)** – der Grad, in dem ein Satz **inhärenter Merkmale** [einer Einheit] **Anforderungen** erfüllt. (ISO 9000:2000)
- **Einheit**: Produkt, Dienstleistung, Prozess, System, Person, Organisation, etc.

→ Siehe Kapitel 2.3

# Grundlagen und Definitionen – 2

---

**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**. (ISO 9000:2000)

**Qualitätsmanagementsystem, QM-System (quality management system)** – **Managementsystem** zum **Leiten** und **Lenken** einer Organisation bezüglich der Qualität. (ISO 9000:2000)

# Anmerkungen 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

# Qualitätsmanagement: Was, wann und warum

---

- Handwerk, historisch
  - Qualitätsbewusstsein, tradierte Standards, direkte Rückkopplung
  - ⇒ Kein explizites Qualitätsmanagement erforderlich
  
- Massenproduktion
  - Arbeitsteilige Produktion, kaum Rückkopplung, große Stückzahlen
  - ⇒ Explizite Maßnahmen zur Vermeidung von Pfusch und Ausschuss notwendig
  - Mittel:
    - Einsatz von Kontrolleuren und Prüfern
    - Statistische Verfahren zur Messung und Lenkung von Qualität
    - Ab ca. 1960: Selbstverantwortung der Produzierenden für Qualität
    - Ab ca. 1990: Prozessorientiertes Qualitätsmanagement

# Qualitätsmanagement: Was, wann und warum – 2

---

- **Qualitätsmanagement mit statistischen Verfahren:** Statistische Qualitätsanforderungen an die Produkte  $\Rightarrow$  Anforderungen an den Produktionsprozess  $\Rightarrow$  Messen und statistische Auswertung  $\Rightarrow$  Rückkopplung der Prüfergebnisse auf den Produktionsprozess  $\Rightarrow$  Produktqualität
- **Entwicklung von Produkten**
  - Explizites Qualitätsmanagement erst bei großen, komplexen Entwicklungsvorhaben notwendig
  - Problem: keine großen Stückzahlen: was messen? – wie messen? statistische Verfahren?
  - ⇒ vorwiegend Individualprüfung, Rückkopplung auf Prozess schwierig

# Besonderheiten von Software-Qualitätsmanagement

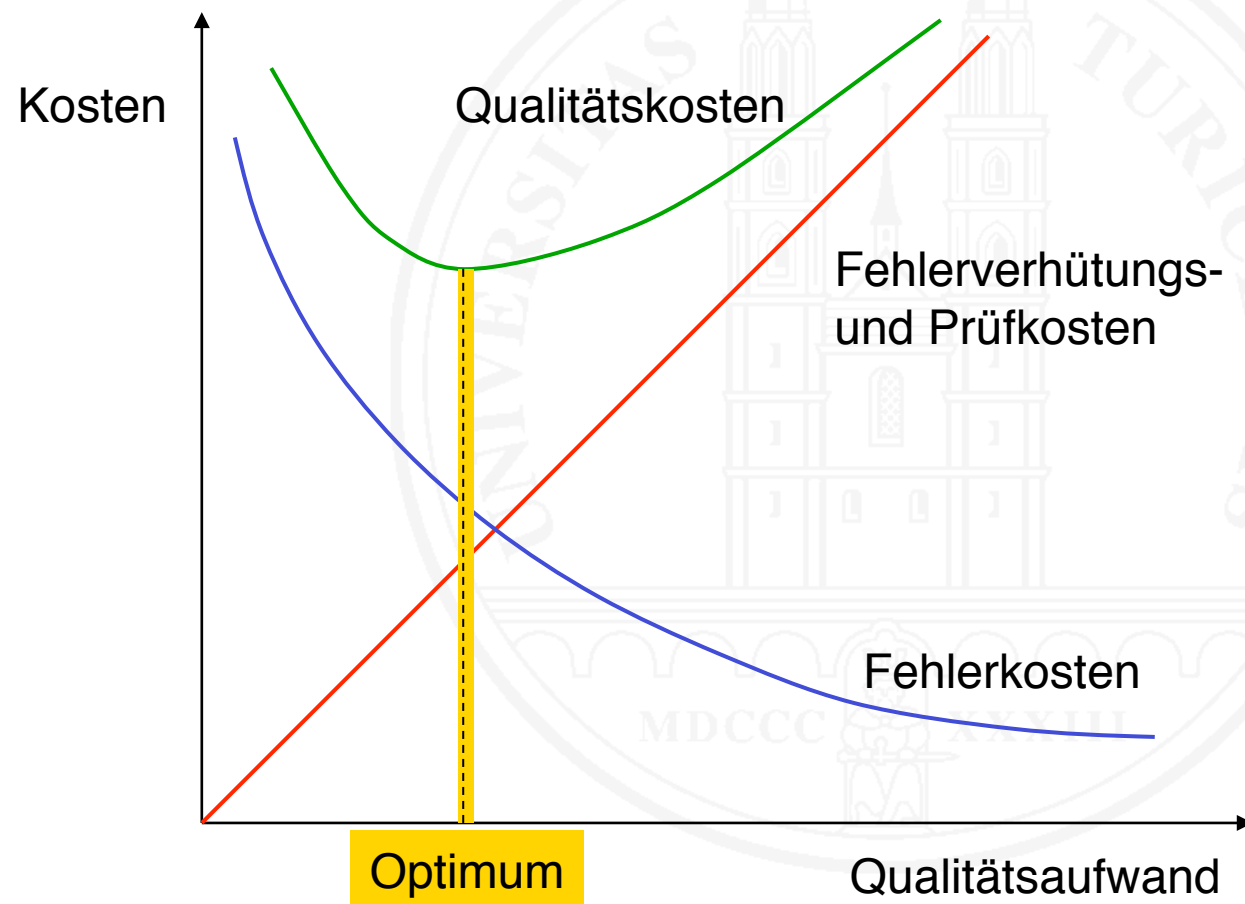
---

- Nur Entwicklung, keine Produktion
- Keine tradierten Standards
- Immateriell: schwierig zu messen und zu prüfen
  - ⇒ Spezifische Mess- und Prüfverfahren erforderlich
- Rückkopplung wird nur ansatzweise beherrscht



# Qualitätskosten

Qualität ist wirtschaftlich



nach Frühauf, Ludewig,  
Sandmayr (1988/2000)

# Grundsätze eines modernen 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 Mitarbeiter müssen über die Qualität ihrer Arbeit **orientiert** werden

# 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.

## Mini-Übung 19.1 (vgl. Aufgabe 9.1 im Skript)

---

Sie arbeiten an der Entwicklung eines Softwareprodukts mit. Wer ist für die Qualität dieses Produkts verantwortlich? Kreuzen Sie an. Höchstens eine Antwort ist richtig.

- ausschließlich die beteiligten Entwicklerinnen und Entwickler
- sicher nicht ich
- das Management
- die Projektleiterin
- der Qualitätsingenieur der Abteilung
- die Qualitätsbeauftragte der Geschäftsleitung
- derjenige, der die Spezifikation unterschrieben hat

19.1 Grundlagen

**19.2 Das Qualitätsmanagementsystem**

---

19.3 Verfahren des Qualitätsmanagements

19.4 Dokumentation



# Definition und Elemente

---

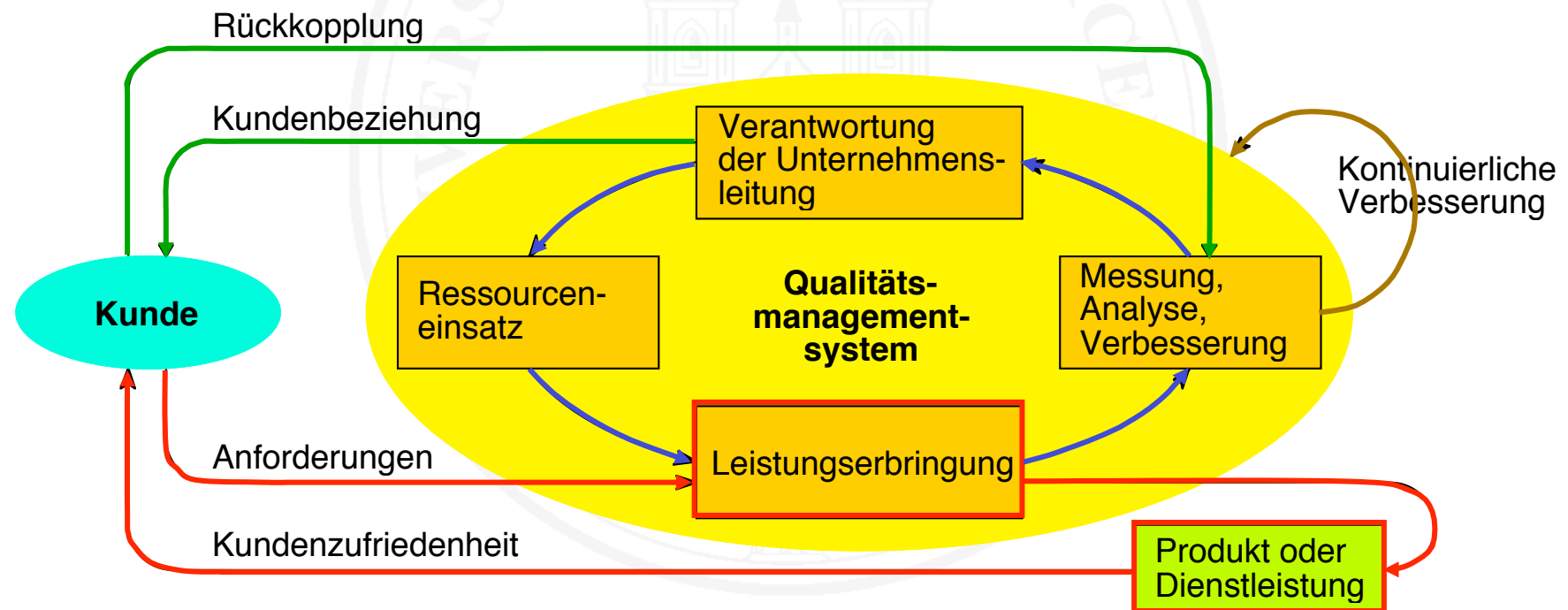
**Qualitätsmanagementsystem, QM-System (quality management system)**  
– **Managementsystem** zum **Leiten** und **Lenken** einer Organisation  
bezüglich der **Qualität**. (ISO 9000:2000)

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

- Aufbauorganisation
- Ablauforganisation
- Verfahren und Infrastruktur
- Dokumentation
- Qualitätsverbesserung

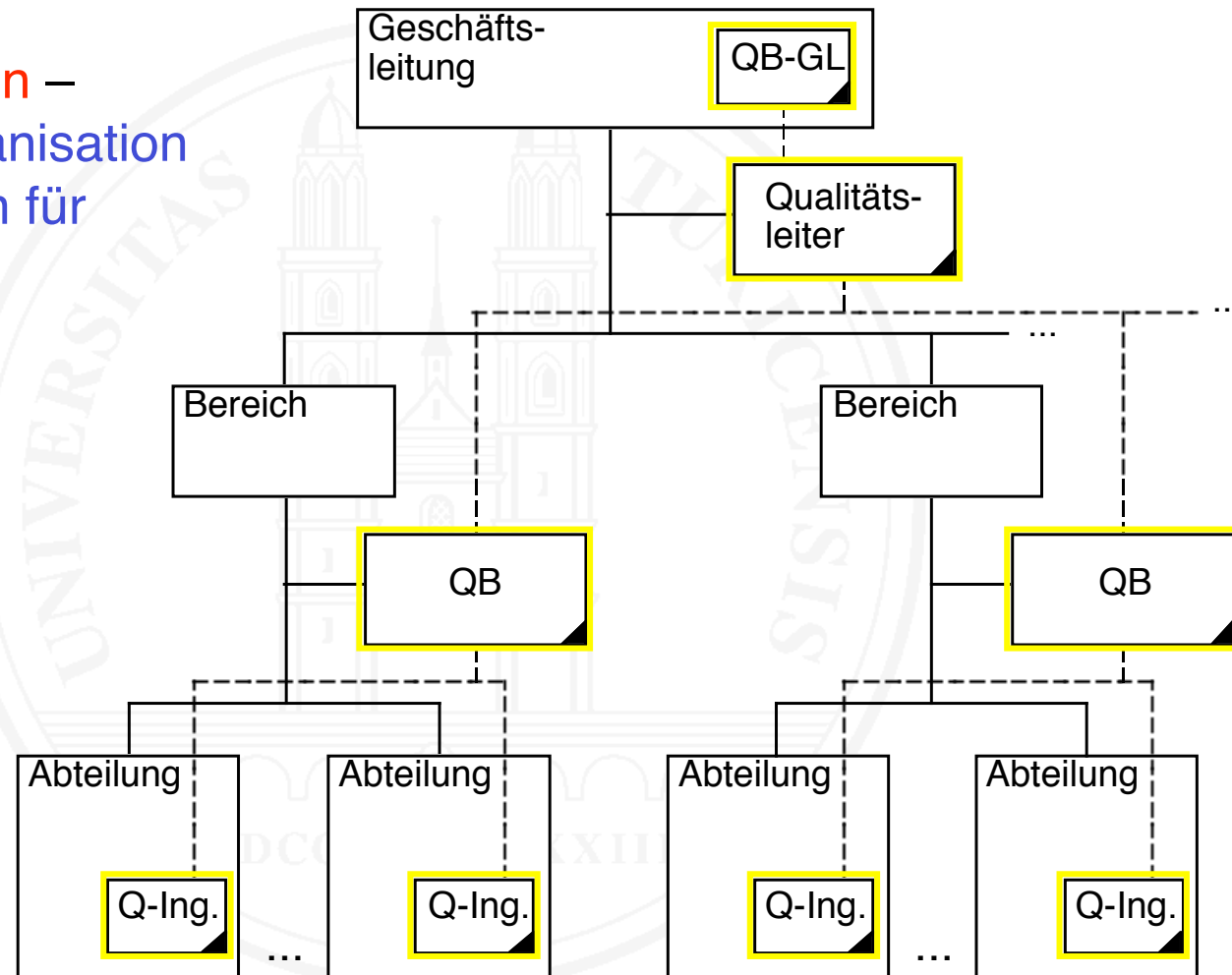
# Das Qualitätsmanagementsystem – Prinzipien

- Orientiert an
  - Selbstverantwortung aller Beteiligten
  - Kundenzufriedenheit
- Prozessorientiert, systemischer Ansatz zur Realisierung



# Aufbauorganisation

Das **Qualitätswesen** –  
eine **Sekundärorganisation**  
mit den **Fachleuten für**  
**Qualität**



Q-Ing.: Qualitätsingenieur

QB: Qualitätsbeauftragter

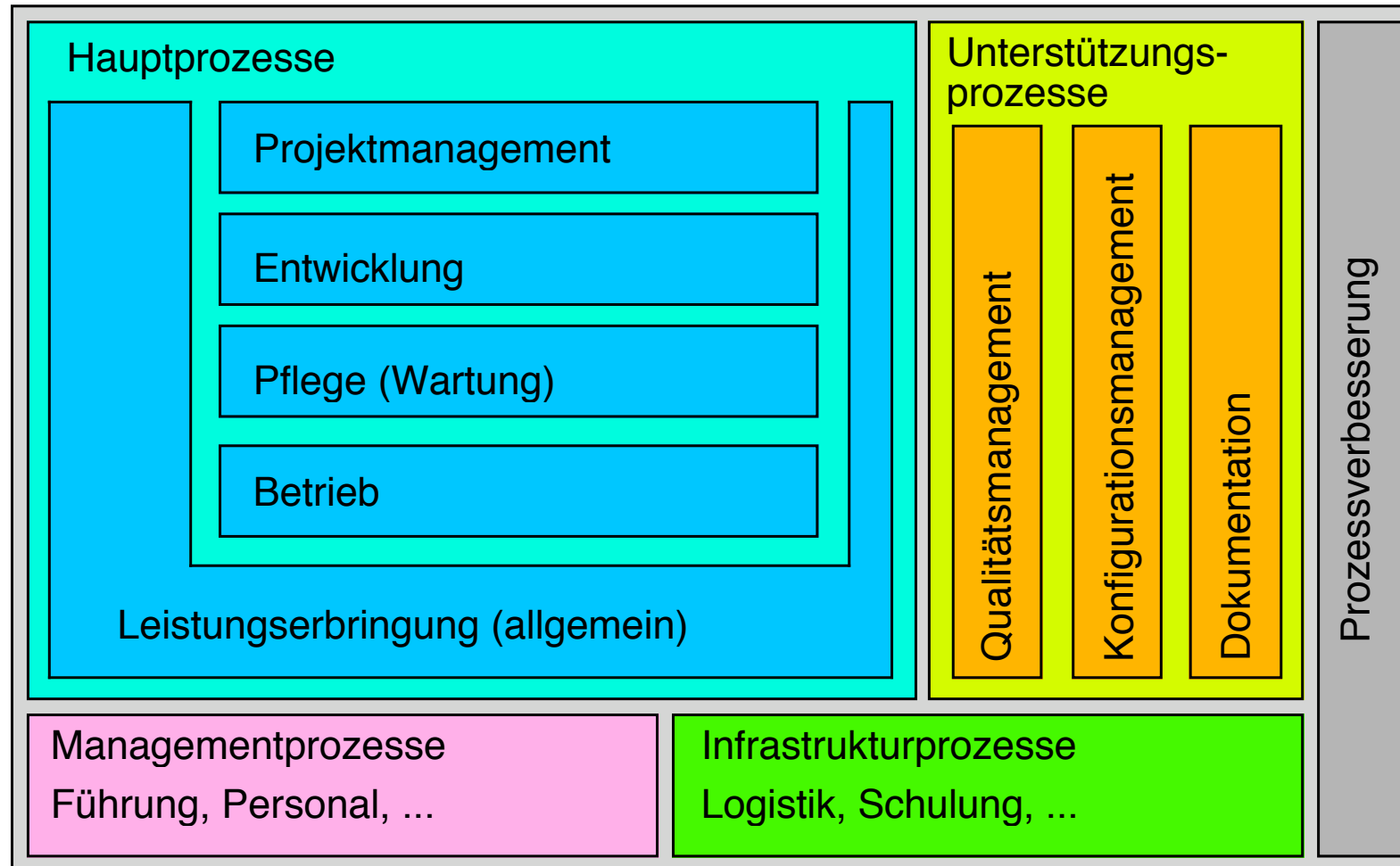


# Aufbauorganisation – 2

---

- 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**

# Ablauforganisation



## Prozessorientierte Ablauforganisation in einem Softwareunternehmen

# Ablauforganisation – 2

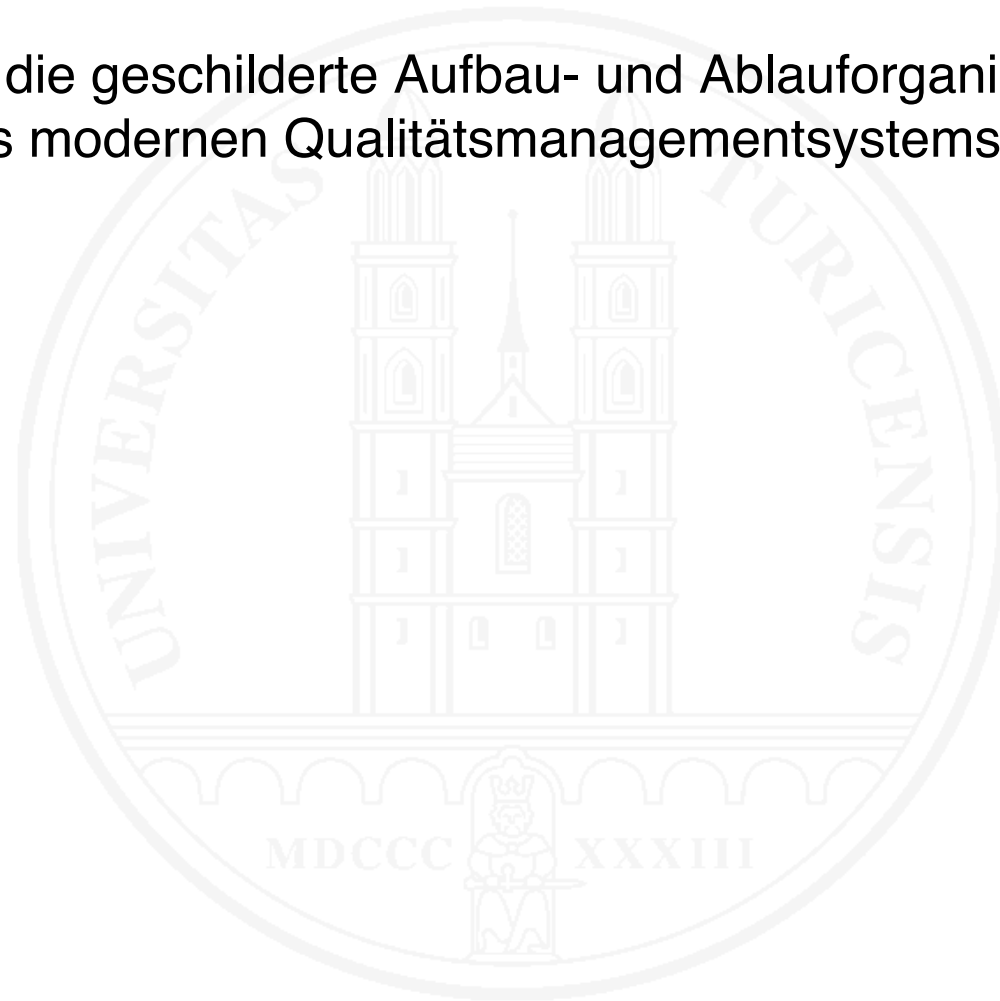
---

- Das Qualitätsmanagementsystem regelt alle qualitätsrelevanten
  - Kompetenzen
  - Verantwortlichkeiten
  - Beziehungen
- Qualitätsaufgaben in die Unternehmensprozesse integriert
- Möglichst wenig Qualitätsaufgaben separat geregelt

# Mini-Übung 19.2

---

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



19.1 Grundlagen

19.2 Das Qualitätsmanagementsystem

**19.3 Verfahren des Qualitätsmanagements**

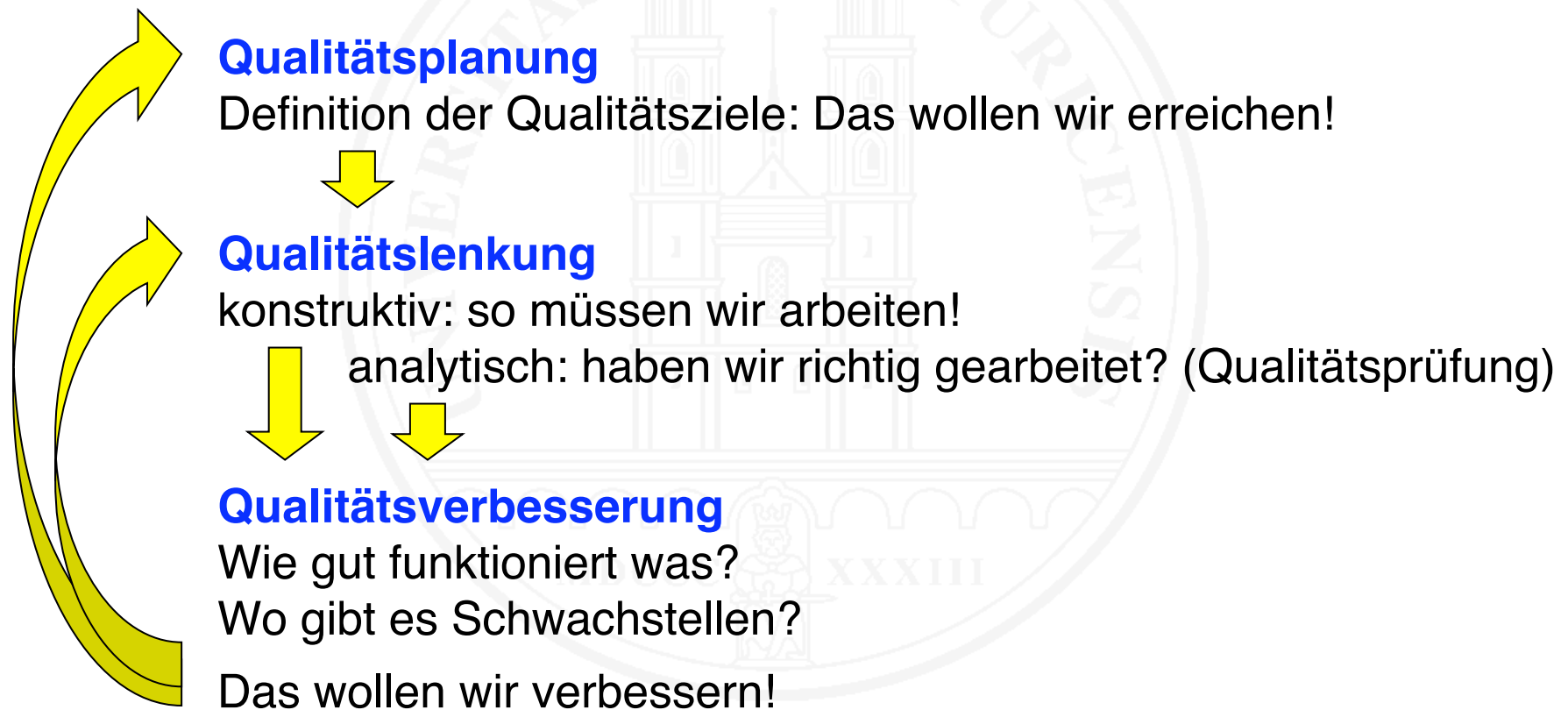
---

19.4 Dokumentation

# Überblick

---

**generell:** planen – lenken – verbessern



# 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. (ISO 9000:2000)

- ⇒ **Qualitätsziele** bestimmen
- ⇒ Kein Qualitätsmanagement **ohne** eine saubere, quantifizierte **Spezifikation der Anforderungen**.
- **Qualitätsplanung heißt**
  - **Im Allgemeinen:** Aufbau und Dokumentation des QM-Systems, allgemeine Qualitätsziele
  - **Im Speziellen:** Festlegung der Qualitätsziele für individuelle Projekte

# Qualitätslenkung

---

**Qualitätslenkung (quality control)** – Teil des Qualitätsmanagements, der auf die **Erfüllung** von **Qualitätsanforderungen** gerichtet ist. (ISO 9000:2000)

- **Konstruktive Maßnahmen** (Lenkung → **präventiv**)
- **Analytische Maßnahmen** (**Qualitätsprüfung** → erkennend, nachträglich)
- Qualitätslenkung
  - **Im Allgemeinen:**
    - Methoden, Sprachen, Werkzeuge
    - Ausbildung
    - Vereinheitlichung der Arbeitsweise
  - **Im Speziellen:** Maßnahmen der Projektführung zur Erreichung der geplanten Qualität



# 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.

# Analytische Maßnahmen: Qualitätsprüfung

---

- Prüfung der Produkte
  - Zwischen- und Endergebnisse überprüfen
  - Statische Prüfung
    - Review
    - Statische Analyse
    - Formale Programmverifikation
  - Dynamische Prüfung
    - Test
    - Simulation
    - Prototypen
- Prüfung der Prozesse
  - Audits (systematische Inspektion eines QM-Systems durch Experten)
  - Prozessbeurteilung

# Qualitätsverbesserung

---

**Qualitätsverbesserung (quality improvement)** – Teil des Qualitätsmanagements, der auf die **Erhöhung der Fähigkeit** zur **Erfüllung** von **Qualitätsanforderungen** gerichtet ist. (ISO 9000:2000)

- **Behebung** der bei der **Produktprüfung** gefundenen **Qualitätsmängel**
    - Notwendig zur Erreichung von Produktqualität
    - Häufig jedoch nur Symptombekämpfung
  - **Modifikationen** im **Entwicklungsprozess** und im **Qualitätsmanagementsystem** aufgrund von
    - Auswertung von Fehlerursachen
    - Resultaten von Audits
    - Messungen
- ⇒ **Prozessverbesserung**

# Schaffung von Vertrauen: Qualitätssicherung

---

**Qualitätssicherung (quality assurance)** – Teil des Qualitätsmanagements, der auf das **Erzeugen von Vertrauen** darauf gerichtet ist, dass **Qualitätsanforderungen erfüllt** werden. (ISO 9000:2000)

- Regelmäßige **Überprüfung** der Wirksamkeit des Qualitätsmanagementsystems durch Experten in **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

19.1 Grundlagen

19.2 Das Qualitätsmanagementsystem

19.3 Verfahren des Qualitätsmanagements

**19.4 Dokumentation**

---

# Aufgaben der Dokumentation

---

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

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

# Qualitätsbezogene Dokumente

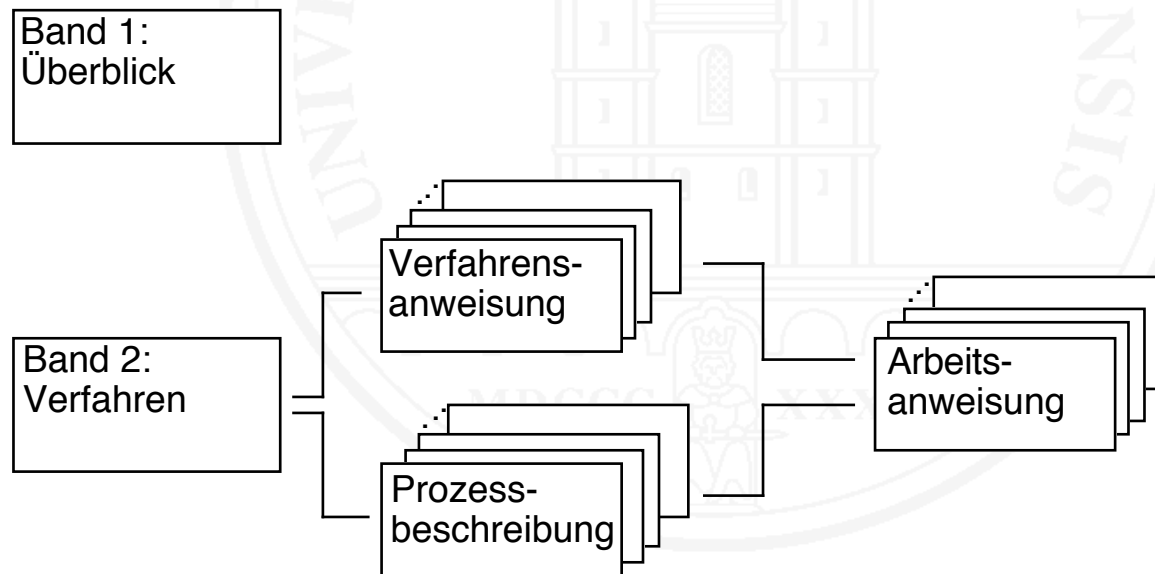
---

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

# Dokumentation des Qualitätsmanagements – 1

---

- **Qualitätshandbuch**: dokumentiert das Qualitätsmanagementsystem
  - **Band 1: Qualitätsmanagement-Organisation, Überblick** über die Qualitätsmanagement-Maßnahmen.
  - **Band 2 (vertraulich): Handbuch der Qualitätsmanagement-Verfahren**





# 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 (quality records)** – 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

# 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** ]

# Literatur

---

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

Frühau, 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).

Liggemeyer, P. (2002). *Software-Qualität: Testen, Analysieren und Verifizieren von Software*. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Siehe auch Literaturverweise im Kapitel 9 des Skripts.

Im Skript [M. Glinz (2005). *Software Engineering*. Vorlesungsskript, Universität Zürich] lesen Sie bitte Kapitel 9.

Im Begleittext zur Vorlesung [S.L. Pfleeger, J. Atlee (2006). *Software Engineering: Theory and Practice*, 3rd edition. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education International] wird das Thema Software-Qualitätsmanagement nur am Rande betrachtet. Aussagen zu Qualitätsmodellen und zur Beurteilung von Prozessen finden sich in den Kapiteln 12.4 und 12.5.