

# **Software- Qualitätsmanagement**

**Vorlesung im Modul 10-202-2319  
Software-Management**

Sommersemester 2009

Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe

<http://bis.informatik.uni-leipzig.de/HansGertGraebe>

### Was ist Software-Qualität und wie lässt sie sich sichern?

- Relevante Norm ist die ISO/IEC 9126 „Softwarequalität“
- Sie definiert 6 **Merkmale** für die Qualität von Software-Produkten:
  - **Funktionalität**: Vorhandensein von Funktionen mit festgelegten Eigenschaften, welche die definierten Anforderungen erfüllen.
    - Richtigkeit, Angemessenheit, Interoperabilität, Konformität, Sicherheit
  - **Zuverlässigkeit**: Fähigkeit der Software, ihr Leistungsniveau unter festgelegten Bedingungen in einem festgelegtem Zeitraum zu entfalten.
    - Reife, Fehlertoleranz, Robustheit, Wiederherstellbarkeit
  - **Benutzbarkeit**: Aufwand, der zur Einarbeitung und zur Benutzung erforderlich ist, und individuelle Beurteilung der Benutzbarkeit durch eine festgelegte oder vorausgesetzte Gruppe.
    - Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit, Attraktivität

- **Effizienz**: Verhältnis zwischen dem Leistungsniveau der Software und dem Umfang der eingesetzten Betriebsmittel unter festgelegten Bedingungen.
  - Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten
- **Änderbarkeit**: Aufwand, der zur Durchführung vorgegebener Änderungen notwendig ist. Änderungen können Korrekturen, Verbesserungen oder Anpassungen an Änderungen der Umgebung, der Anforderungen und der funktionalen Spezifikationen einschließen.
  - Analysierbarkeit, Modifizierbarkeit, Stabilität, Prüfbarkeit
- **Übertragbarkeit**: Eignung der Software, von einer Umgebung in eine andere übertragen zu werden. Umgebung kann organisatorische Umgebung, Hardware- oder Softwareumgebung einschließen.
  - Anpassbarkeit, Installierbarkeit, Konformität, Austauschbarkeit, Koexistenzfähigkeit

### Ältere Qualitätsmodelle

- [McCall, Richards, Walters 1977]:  
Zuordnung von Qualitätsmerkmalen zu Sichten
  - **Produkt-Einsatz** (Nutzbarkeit, Integrität, Effizienz, Sicherheit, Zuverlässigkeit)
  - **Produkt-Revision** (Wartbarkeit, Testbarkeit, Flexibilität)
  - **Produkt-Weiterentwicklung** (Wiederverwendbarkeit, Portierbarkeit, Interoperabilität)
  - Sichten als Ausdruck der Relativität des Qualitätsbegriffs.
- [Boehm et al. 1978]: Untergliederung der Qualitätsmerkmale in die Bereiche Anwendernutzung, Portabilität und Wartbarkeit
- FURPS (Functionality-Usability-Reliability-Performance-Supportability)
  - 1985 von der Firma HP entwickelt, um die Qualität ihrer Produkte zu verbessern. Führt (nach eigenen Angaben) zu einer Reduzierung der Fehler und einer gleichzeitigen Kostensenkung bei der Firma HP.
- DIN 66272 – Qualitätsmerkmale für Software und Leitfaden zu deren Verwendung (1994, im Mai 2006 ersatzlos zurückgezogen)

### Prozessqualität

- Von der Beurteilung der Produktqualität sind Fragen der Beurteilung der Qualität des Software-Entwicklungsprozesses zu unterscheiden.
- Schwerpunkt der Prozessqualität liegt nicht auf dem **Ergebnis**, sondern auf dem Prozess der **Herstellung**.
- Verwendet ähnliche Ansätze wie FCM:
  - Welche Ziele (Merkmale) sind zu erreichen?
  - Durch welche Kriterien werden die Ziele charakterisiert?
  - Mit welchen Indikatoren kann man die Kriterien erfassen?
- Es existieren verschiedene Normenwerke und Ansätze
  - ISO 9000, TQM, CMM und CMM-I, ISO 15504

## 4. Qualitätszielbestimmung

### Qualitätszielbestimmung

Um Produktqualität zu erreichen, müssen zunächst Qualitätsmaßstäbe in einem FCM-Modell festgelegt und die Indikatoren erfasst werden.

**Qualitätsmodell:** Systematik, nach welcher die Q.-Ziele festgelegt, in Kriterien operationalisiert und mit entsprechenden Indikatoren untersetzt sein.

Beispiel: *Goal-Question-Metric-Ansatz (GQM)* [Basili, Rombach87]:

1. Definiere Auswertungsziele
2. Leite alle Fragenstellungen ab
3. Leite alle Maße ab
4. Entwerfe einen Mechanismus
5. Validiere die Messwerte
6. Interpretiere die Messergebnisse

## 4. Qualitätszielbestimmung

### Qualitätsziele identifizieren: Qualitätsbaum

- Qualitätsziele (Merkmale) werden schrittweise verfeinert, bis die Quantifizierung an den Blättern des Baums in Kriterien und Indikatoren einfach ist.
  - Modifikation: DAG. Ein Blatt ist für mehrere Qualitätsziele relevant.
- Zu allen Blättern werden Fragen und Kennzahlen entwickelt.
- Für jedes Blatt werden die dazugehörigen Informationen für jedes Zwischenprodukt in ein Datenblatt geschrieben.

## 4. Qualitätszielbestimmung

### Beispiel Qualitätsbaum

- Das System ist leicht wartbar
  - Standardisierungsgrad
    - vorhandene Standards werden vollständig eingehalten
    - Einheitlichkeit auch über vorhandene Standards hinaus
  - Verständlichkeit
    - eindeutig interpretierbar
    - gut dokumentiert
  - Änderbarkeit
    - gut strukturiert
      - Komponenten in sich gut strukturiert
      - Beziehungen zwischen Komponenten sind einfach
    - Techniken sind der Aufgabenstellung angemessen
    - Umfang des SW-Systems entspricht der Aufgabenstellung
  - Testbarkeit



## 4. Qualitätszielbestimmung

Zwischenprodukt	funktionale Spezifikation	Qualitätsmerkmal	Wartbarkeit
<b>Ziel-Id</b>	WB11FS		
<b>Ziel</b>	Die funktionale Spezifikation hält vereinbarte Standards vollständig ein.		
<b>Frage-Id</b>	FS1		
<b>Frage</b>	Existiert für jeden Prozeß entweder eine Minispezifikation oder eine Verfeinerung in einem DFD?		
<b>Erläuterung/ Bemerkung/ Abgrenzung</b>	B: aus: Richtlinie für die Systementwicklung mit ADW. B: Bei Einordnung in den Qualitätsbaum außerhalb der Standards würde diese Frage an folgende Stelle gehören: System ist gut strukturiert.		
<b>Maß/ Bewertung</b>	0, wenn alle Prozesse entweder durch eine Minispec beschrieben sind oder in einem DFD verfeinert sind. 1 sonst. oder Anzahl der Prozesse ohne Minispec und ohne Verfeinerung / alle Prozesse		
<b>Meßverfahren</b>	Review aller Prozesse der DFD. ADW: <i>Decomposition Diagrammer</i> erzeugt eine hierarchische Übersicht der Prozesse. Dabei sind alle Elementarprozesse mit S und alle anderen anderen Prozesse mit einem P gekennzeichnet. An den Blättern dieses Diagramms dürfen nur Prozesse mit einem S zu finden sein.		
<b>Aspekte des Maßes</b>	Bedeutung des Maßes: 0 Durchgängigkeit: 0,5 Erhebungsaufwand (manuell/Werkzeug): 0,5/0		
<b>Regeln/ Handlungs- anweisungen/ Bemerkungen</b>	H: Beschreibe alle beanstandeten Prozesse mittels Minispec oder verfeinere sie in einem DFD. B: ADW: Elementarprozesse können durch Anlegen einer Minispezifikation definiert werden oder durch explizite Angabe im Datenflußdiagramm (ohne Erzeugen einer Minispec). Im ersten Fall existiert eine Minispec zwangsläufig, im zweiten Fall kann es jedoch vorkommen, daß keine Minispec existiert.		



## 4. Qualitätszielbestimmung

Zwischenprodukt	funktionale Spezifikation	Qualitätsmerkmal	Wartbarkeit
<b>Ziel-Id</b>	WB 311 FS		
<b>Ziel</b>	Die funktionale Spezifikation ist in sich gut strukturiert.		
<b>Frage-Id</b>	FS15		
<b>Frage</b>	Sind alle DFD in sich gut strukturiert?		
<b>Erläuterung/ Bemerkung/ Abgrenzung</b>	B: Eine Beantwortung dieser Frage setzt eine detaillierte Betrachtung der Struktur der DFD voraus.		
<b>Maß/ Bewertung</b>	<p>für jedes DFD:  # der Prozesse (Funktionen)  # der Datenflüsse  durchschnittliches und maximales Gewicht der Datenflüsse  (Gewicht eines Datenflusses ist die Anzahl seiner Felder)  # der Datenspeicher  # der Datenflüsse/# der Prozesse (= durchschnittliche # der Datenflüsse aller Prozesse)  max. # der Datenflüsse eines Prozesses  Für alle DFD:</p> $\sum \# \text{ der Prozesse über alle DFD}$ <p>max. # der Prozesse für alle DFD  durchschnittliche # der Prozesse  durchschnittliches und maximales Gewicht der Datenflüsse  (Gewicht eines Datenflusses ist bestimmt durch die # der Felder)</p>		
<b>Meßverfahren</b>	Zählen aller Prozesse, Datenflüsse und Datenspeicher eines jeden DFD. Jeder Datenfluß zwischen zwei Objekten wird gezählt.		
<b>Aspekte des Maßes</b>	Bedeutung des Maßes: 0 Durchgängigkeit: 0,5 Erhebungsaufwand (manuell/Werkzeug): 1/0		

Legende: # = Anzahl

## 4. Qualitätszielbestimmung

### Qualitätsmerkmale und Anwendungsklassen

Anwendungsklasse	Qualitätsmerkmale
Menschliches Leben ist betroffen	Zuverlässigkeit, Korrektheit, Testbarkeit
Sehr hohe Entwicklungskosten	Zuverlässigkeit, Flexibilität
Lange Einsatzdauer	Wartbarkeit, Portierbarkeit, Flexibilität
Echtzeit-Anwendungen	Effizienz
Eingebettete Anwendungen	Effizienz, Zuverlässigkeit
verteilte Anwendungen	Interoperabilität

### Wichtung von Qualitätszielen: Kritikalität

- **Kritikalität** gibt an, welche Bedeutung dem Fehlverhalten einer physischen oder logischen Einheit zugemessen wird.
- Hängt vom Einsatzzweck ab und sollte projektspezifisch durch Abschätzung der Auswirkungen direkten oder indirekten Fehlverhaltens erfolgen.

### Beispiele:

bei administrativen Systemen

- sensitive Daten werden für unberechtigte Personen zugänglich (hoch)
- verhindert Zugang zu regelmäßig benötigten Daten (niedrig)

bei technischen Systemen

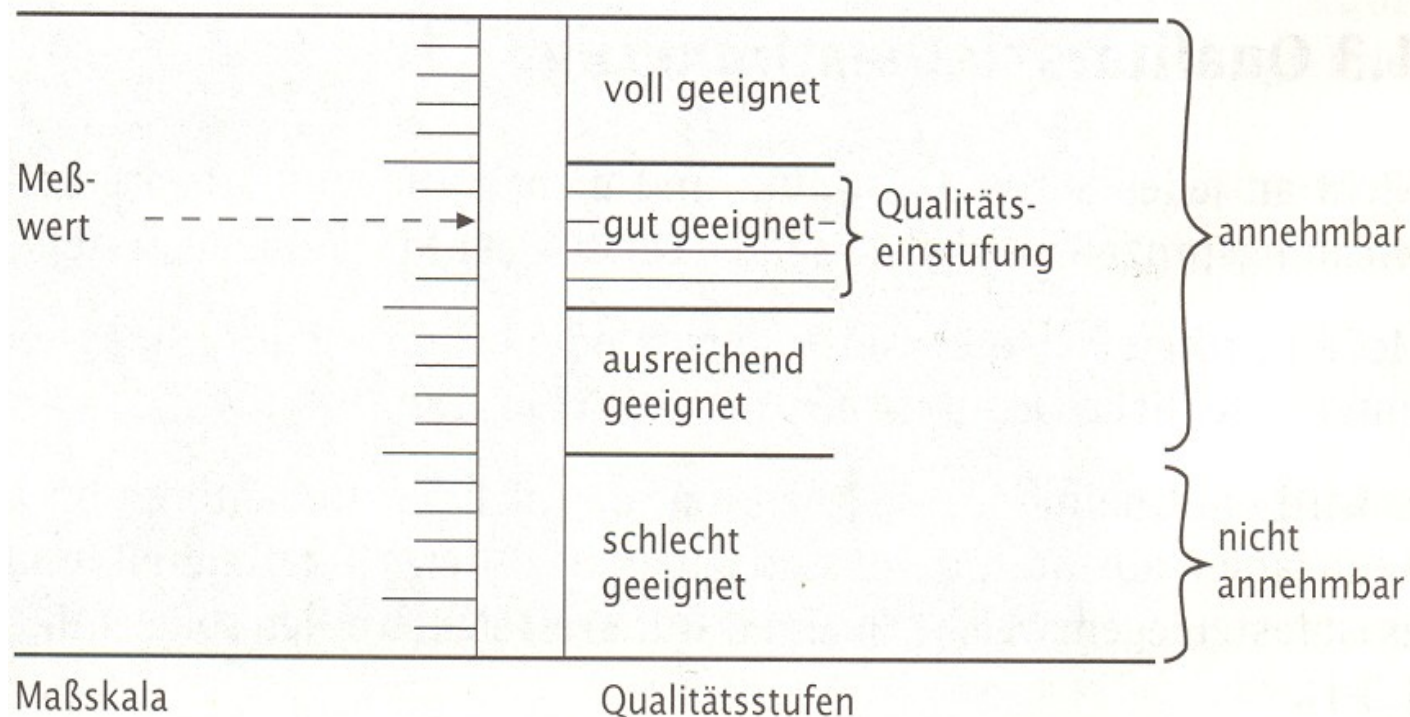
- Verlust von Menschenleben möglich (hoch)
- keine Gefährdung von Gesundheit oder Sachgütern (keine)

bei Realzeitanwendungen (Flugsicherung)

- fehlerhafte Positionsangaben der Flugsicherung (hoch)
- Ausfall von Plandaten, die zu Abflugverzögerungen führen (niedrig)

## 4. Qualitätszielbestimmung

- Für Indikatoren, die nur qualitativ erfasst werden können oder zur vereinfachten Handhabung sind **Qualitätsstufen** zu definieren, und es ist festzulegen, welche Stufen erreicht werden sollen.
- Eine Qualitätsstufe ist ein Wertebereich auf einer Skala, dem eine bestimmte Qualitätsforderung zugeordnet ist.





## 4. Qualitätszielbestimmung

- In der Regel ist eine Qualitätszielbestimmung pro Produkt erforderlich und als **Qualitätsanforderung** zu fixieren.
  - Legen fest, welche Qualitätsziele als relevant betrachtet werden.
  - Manchmal reicht eine Qualitätszielbestimmung für eine ganze Klasse ähnlicher Software-Produkte aus.
- Der Geltungsbereich von Qualitätszielen kann sich erstrecken auf:
  - eine softwareproduzierende Einheit,
  - auf Teilprodukte eines Software-Produkts,
  - auf den gesamten Software-Erstellungsprozess,
  - auf Teile des Software-Erstellungsprozesses.
- Die Qualitätsanforderungen sind vor dem Entwicklungsbeginn zu fixieren und z.B. im Pflichtenheft zu dokumentieren.
  - Zwingend, da die zu erreichenden Qualitätsparameter Auswirkung auf Termin und Kosten haben.

### Qualitätslenkung

- Reguläre Aktivitäten: Durch entwicklungsbegleitende **Qualitätsprüfungen** sind die Anforderungen sicherzustellen
- Besondere Aktivitäten: Neue, die Qualität betreffende Ergebnisse erfordern eine Wiederholung der Qualitätszielbestimmung.
- Finale Aktivitäten: Sind alle Anforderungen erfüllt, kann bei der Abnahme ein entsprechendes **Produktzertifikat** vergeben werden.

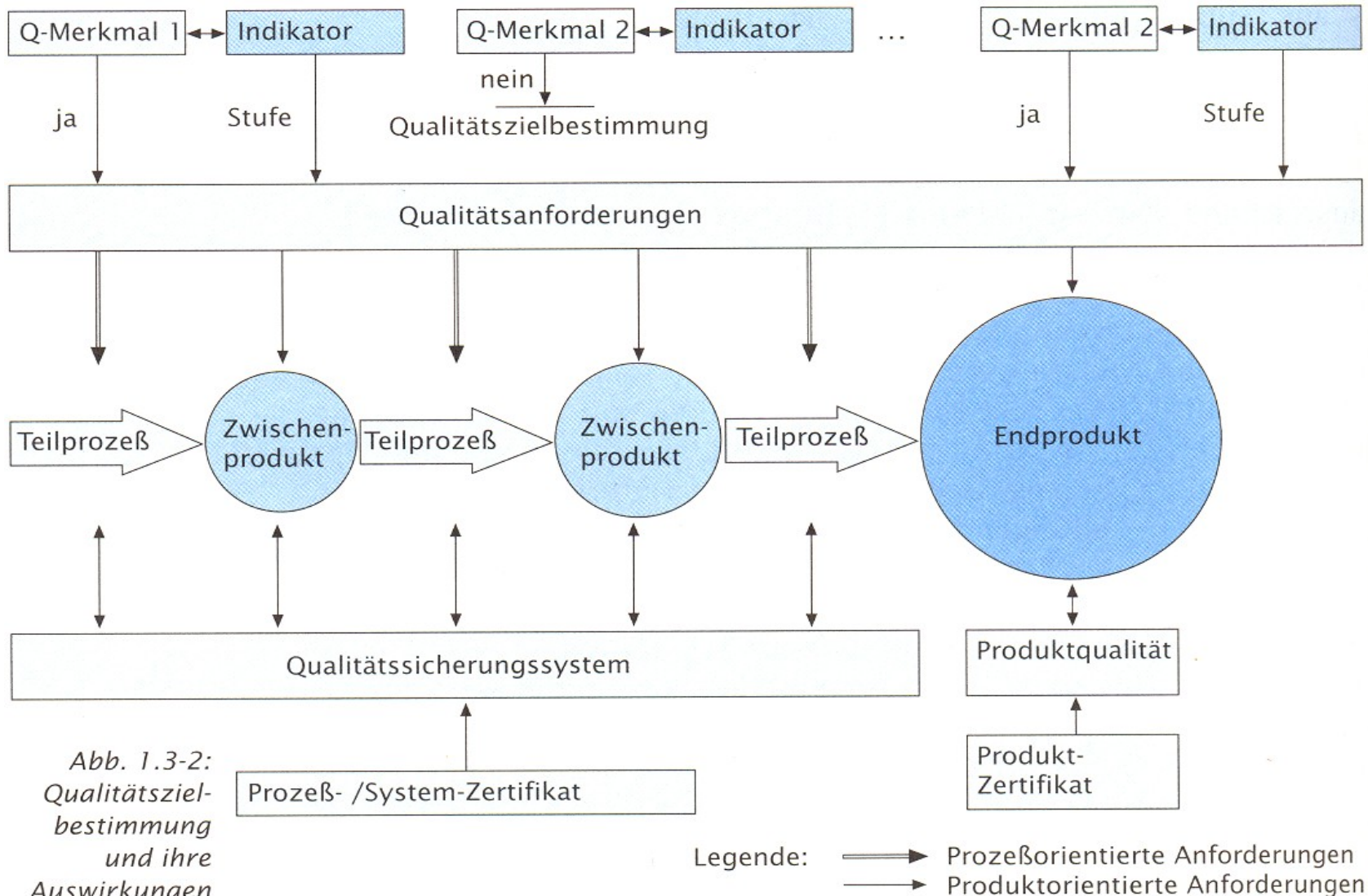


Abb. 1.3-2:  
Qualitätsziel-  
bestimmung  
und ihre  
Auswirkungen



- FCM-Modell =

typisches **Strukturmodell**, über welches der Qualitätsbegriff operationalisiert werden kann

- Q.-**Merkmale** werden an quantifizierbare Q.-**Kriterien** gebunden und für diese Q.-**Indikatoren** identifiziert.
- Ergebnis ist ein FCM-Baum oder FCM-Netz, welches den Zusammenhang zwischen (qualitativen) Merkmalen und (quantifizierbaren) Indikatoren herstellt.

- GQM-Ansatz =

typisches **Vorgehensmodell** zur Planung des QS-Prozesses.

- Q.-**Ziele** und deren Wichtung werden projektbezogen bestimmt und im Rahmen der Q.-**Zielbestimmung** die Q.-**Anforderungen** sowie die zu erreichenden Q.-**Stufen** festgelegt.

### **Gliederung**

1. Aufgaben im Qualitätsmanagement
2. Konstruktive und analytische Maßnahmen
3. Aktivitäten im Qualitätsmanagement
4. Prinzipien der Software-Qualitätssicherung
5. Beispiel: Qualitätssicherung im V-Modell

### 1. Aufgaben im Q.-Management

**Qualitätsmanagement** umfasst alle Tätigkeiten der Gesamtführungsaufgabe, welche die Qualitätspolitik, Ziele und Verantwortlichkeiten festlegt sowie diese durch Mittel wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems verwirklichen.

[DIN ISO 8402]

- **Q.-Planung:** Vorbereitende Maßnahmen
  - **Q.-Sicherung:** Begleitende Maßnahmen mit
    - **Q.-Lenkung:** administrative Maßnahmen
    - **Q.-Prüfung:** diagnostische Maßnahmen
- sowie
- **Q.-Verbesserung:** Prozess-strukturelle Maßnahmen

### 1. Q.-Management – zwei Ansätze

#### Produktorientiertes Q.-Management

- Produkte und Zwischenergebnisse werden auf vorher festgelegte Qualitätsmerkmale überprüft
  - Qualität wird im Nachhinein festgestellt
  - Gütebedingungen und Prüfbestimmungen
  - eher im Bereich der Komponentensoftware und Standardsoftware mit konstanten Q.-Anforderungen
- **Grundansatz:** Qualität als messbare Größe des Produkts
  - Qualität kann durch Zertifikat (Prüfung durch unabhängige Seite) bestätigt werden
  - Relevante Bestimmungen: ISO 9126
- **Kontext:** analytische und konstruktive QS-Maßnahmen

### 1. Q.-Management – zwei Ansätze

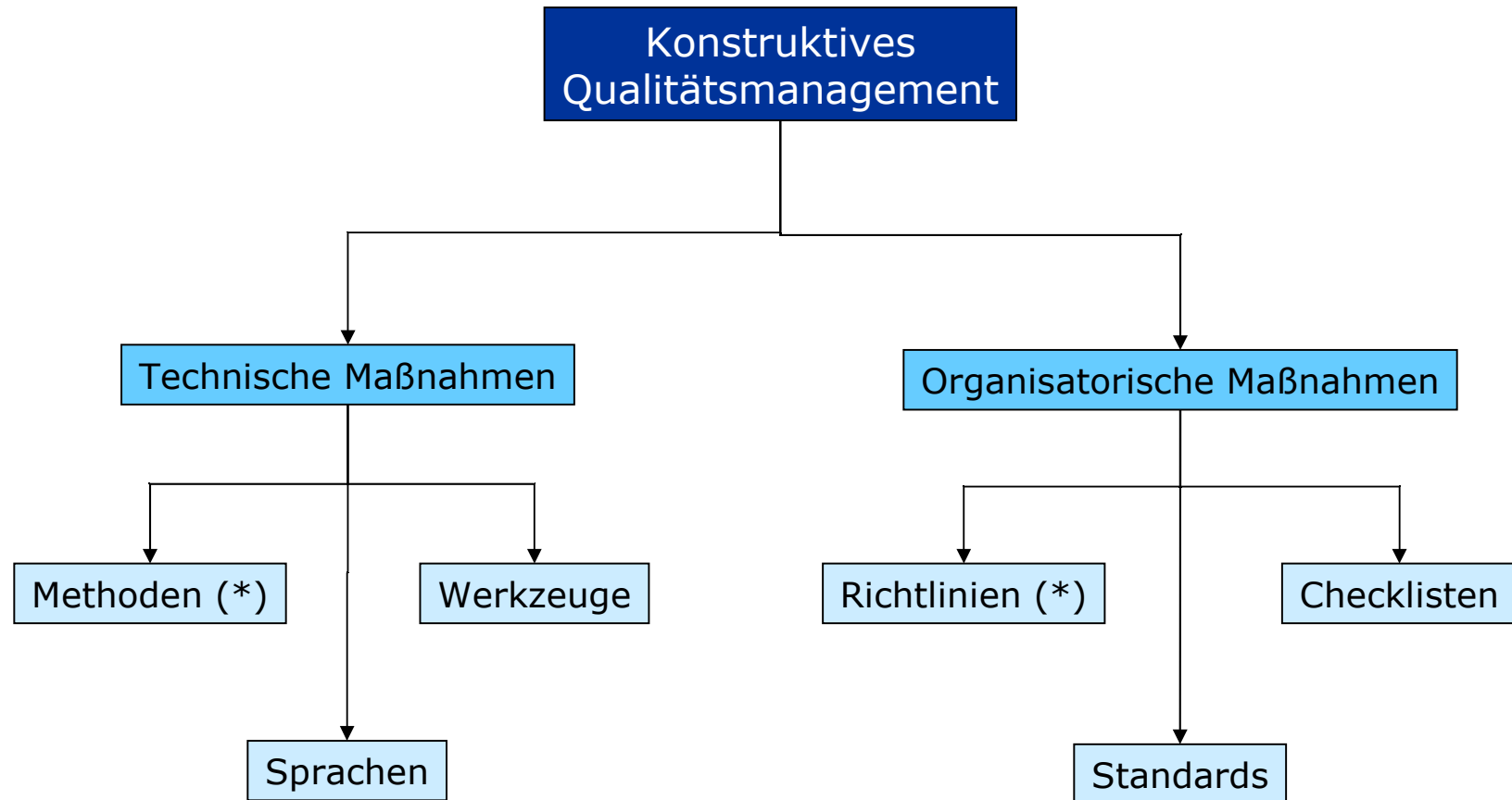
#### Prozessorientiertes Q.-Management

- Gerichtet auf den Erstellungsprozess der Software selbst
  - eher für Firmen, die anwenderspezifische Spezialsoftware herstellen, mit variierenden Q.-Anforderungen und dynamischem Qualitätsoptimum
  - Ziel ist die Herausbildung eines Qualitätsbewusstseins bei den Mitarbeitern
- **Grundansatz:** Qualität durch den Erstellungsprozess selbst
- **Faktoren:** Planbarkeit, Effizienz (im Kosten/Nutzen-Sinn), Produktqualität
- **Kontext:** Prozesszertifizierung, Prozessverbesserung

### Konstruktive Maßnahmen

- Vorgabe von Konstruktionstechniken und Richtlinien
  - strukturiertes Vorgehen
  - werkzeuggestützte Entwicklung
  - höhere Programmiersprachen
- Vorteile:
  - Erfahrungen projektübergreifend sammeln und nutzen
  - Aufwertung der Planungsaktivitäten in frühen Projektphasen
  - Werkzeugunterstützung
- Nutzen:
  - Steigerung der Qualität um bis zu 50 %
  - Steigerung der Produktivität um bis zu 30 %

Konstruktive Maßnahmen sorgen durch Einschränkung der Variabilität in der Systementwicklung von vornherein dafür, dass gewisse Fehler nicht auftreten können und damit ein gewisses Maß an Qualität per se erreicht wird.



### Beispiel für Konstruktive Verfahren: Methoden

- Ziel: strukturierte Vorgehensweise
- Technik: Vorgabe von Zwischenprodukten
  - Vorgabe von Modellen (Bsp.: objektorientiert)
  - Vorgabe von Einzelschritten (Bsp.: Anwendungsfall-Modellierung)
  - Vorgabe von Erstellungsmitteln (Bsp.: Klassendiagramm, Anwendungsfall-Diagramm)
- Vorteile:
  - Strukturierung unterstützt gute Granularität, Änderbarkeit
  - Werkzeugunterstützung



#### **Beispiel für Konstruktive Verfahren: Richtlinien**

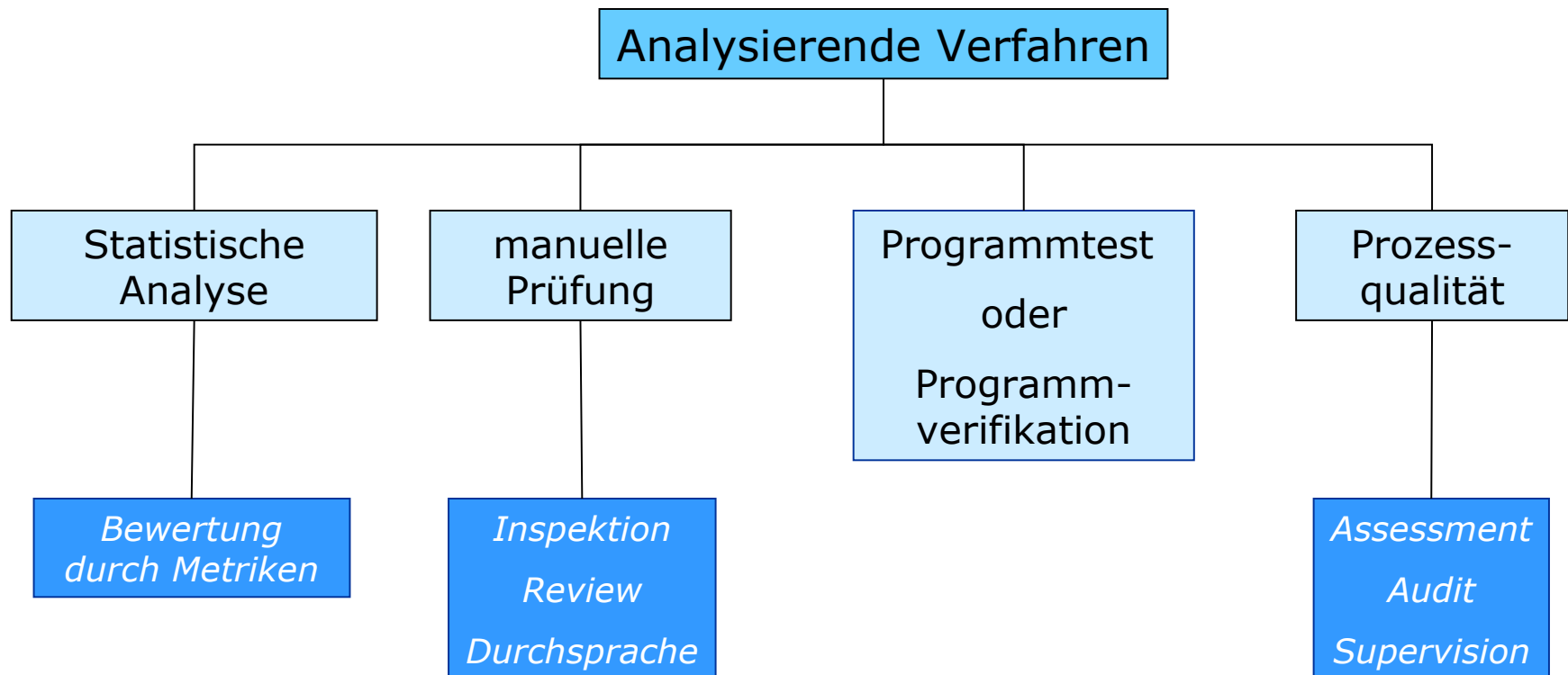
- Ziel: Produkteigenschaften a-priori festlegen
- Technik:
  - Vorgabe von Checklisten, Schablonen
  - Überprüfung der Richtlinien
- Beispiele:
  - Strukturierung der Analyse durch SCR-Tabellen
  - Anwendung von Design Pattern
  - Einsatz von Coding Standards
- Vorteile:
  - Erfahrungen mit Richtlinien werden projektübergreifend wirksam
  - Unterstützung durch Werkzeuge und Vorlagen

#### Analytische Maßnahmen

- diagnostische Maßnahmen, bringen keine Qualität per se
- sind zur Messung der Qualität der End- bzw. Zwischenprodukte
- Gliederung nach verschiedenen Gesichtspunkten:
  - Bezug der Prüfung (Produkt oder Prozess)
  - Automatisierungsgrad der Prüfung (manuell / mit Werkzeug)
  - Nachvollziehbarkeit der Prüfung (Selbstprüfung / Nachweis)
  - Einsatzbereich der Prüfung (in welcher Phase des SW-Zyklus)

Analytische Maßnahmen dienen zur Datenerhebung, um Ist- und Soll-Zustand zu vergleichen und so den Grad der erreichten Qualität im Nachhinein festzustellen.

**Analysierende Verfahren** sammeln gezielt Informationen über den Prüfling mit analytischen Mitteln.



### Produktqualität: Statistische Analyse

- **Ziel: Bewertung** eines Produkts (Entwurfsdokuments, Grob/Fein-Entwurf, Code, Designdokumentation usw.) mittels **Metriken**
- **Schwerpunkt:** Zuverlässigkeit, Änderbarkeit

Einsatzgebiet	Kriterium	Metrik
Komponenten-analyse	Umfang	lines of code
	innere Struktur	Kontrollfluss-komplexität
	Schnittstelle	# Methoden pro Klasse Schnittstellenbreite

### 2. Konstruktive und analytische Maßnahmen

Einsatzgebiet	Kriterium	Metrik
Systemanalyse	Umfang	lines of code
	Kopplung	# Aufrufe in/aus Komponenten
	OO-Strukturierung	OO-Metriken
Prozessanalyse	Aufwandsoptimierung	Zeiterfassung
	Dokumentenqualität	entdeckte Fehler pro Seite
	Prüfprozessqualität	# vorab gefundener Fehler / # in der Sitzung gefundener Fehler