Teil II – DO
20. Qualitätssicherung

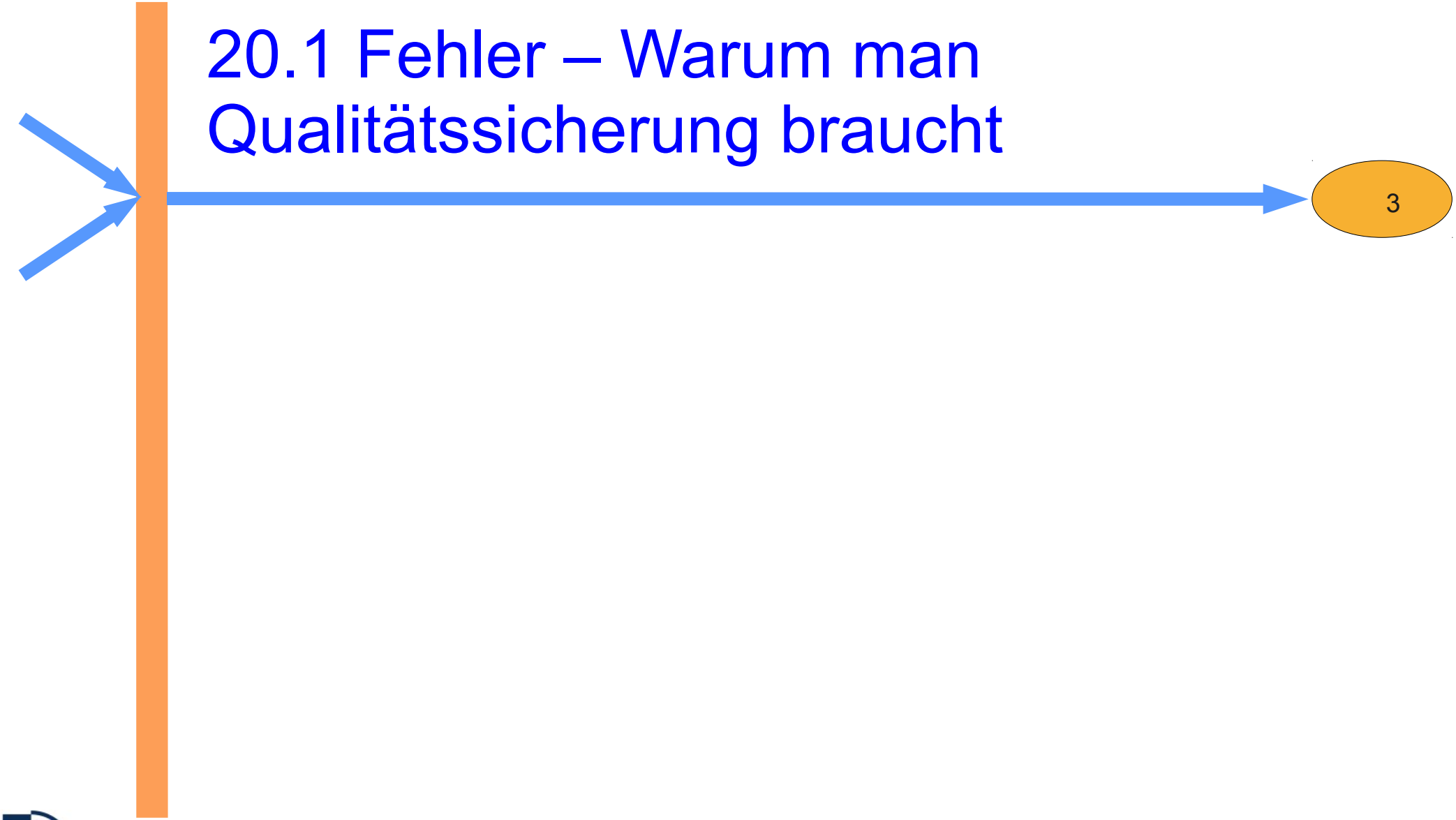
Prof. Dr. Uwe Aßmann
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät Informatik
TU Dresden
Version 11-0.2,22.06.11

1) Fehler – Warum man QS braucht
2) Qualitätsbegriff
3) Konstruktives Qualitätsmanagement
4) Analytisches QM
    1) Analyseverfahren
    2) Testverfahren

Referenzierte Literatur

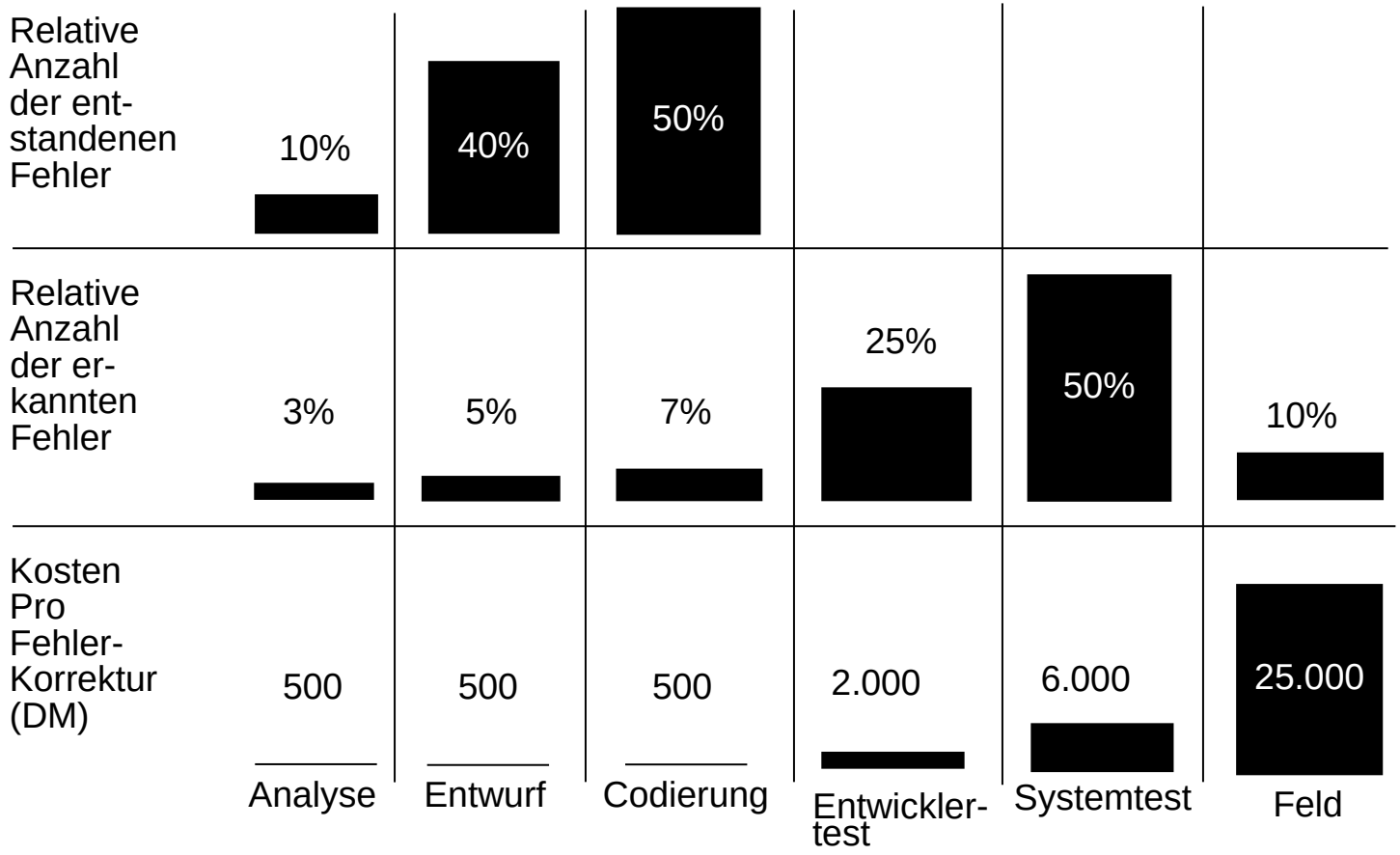
- [Wallmüller] Wallmüller, E.: Software-Qualitätssicherung in der Praxis; Hanser Verlag 1990 sowie 2. Auflage erschienen 2001
- [Trauboth] Trauboth; H.: SW-Qualitätssicherung; Oldenbourg Verlag 1996
- [Balzert2] Balzert, H. : Lehrbuch der SW-Technik; Bd 2 Spektrum- Verlag 2001, abgelöst durch:
- [BalzertSM] Balzert, H.: Lehrbuch der Softwaretechnik – Softwaremanagement Spektrum Verlag 2008
- American Society for Quality http://www.asq.org/

20.1 Fehler – Warum man Qualitätssicherung braucht



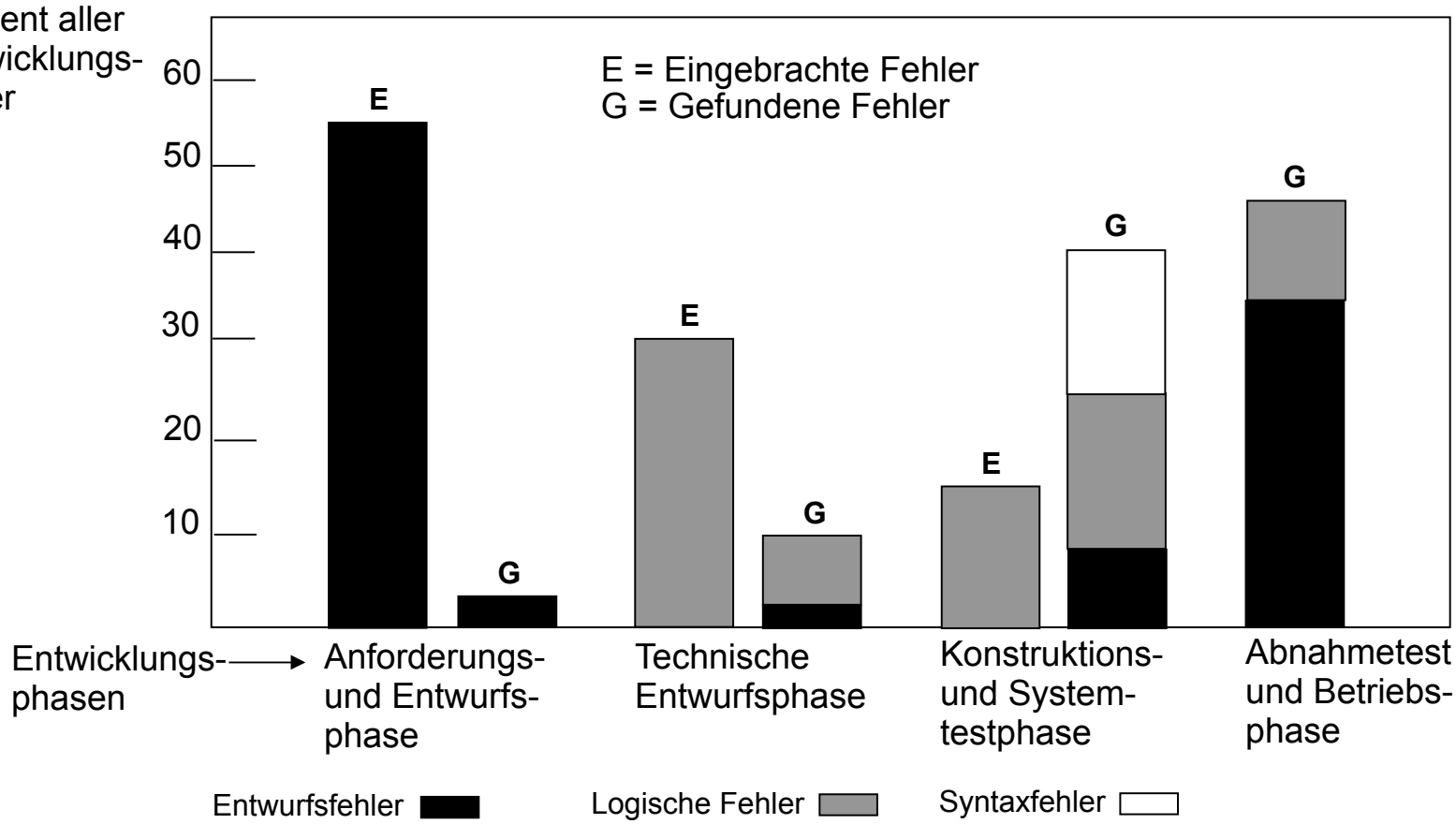
Fehleranzahl und -kosten

(Empirische Daten)



Quelle: Liggesmeyer u. a.: Qualitätssicherung software-basierter technischer Systeme; Informatik-Spektrum 21(1998) S. 249 - 258

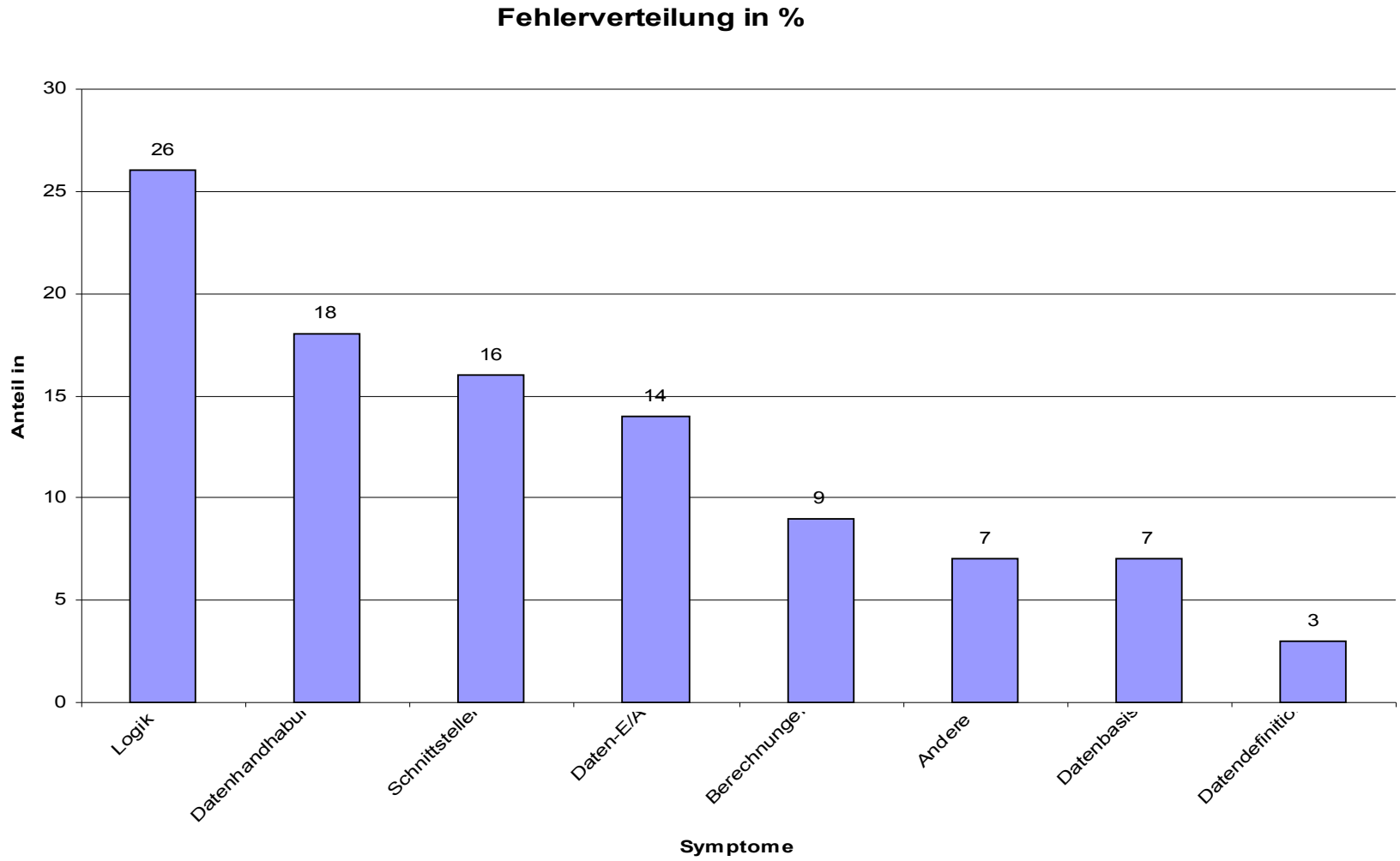
Fehlerbeseitigungskosten



55% aller Fehler entstehen in der Anforderungs- und Entwurfsphase

Quelle: [Balzert, S. 487]

Fehlerverteilung



Quelle: [Trauboth]

Die acht Grundsätze des Qualitätsmanagements

1. **Kundenorientierung**
   (Bedürfnisse erfüllen, übertreffen, vorwegnehmen)
2. **Führung**
   (Leiten durch Vorbild, Beachtung von Interessengruppen, Entwickeln einer Vision)
3. **Einbeziehung der Menschen**
   (Problemlösungskompetenz entwickeln, Initiative zu Verbesserungen)
4. **Prozessorientierter Ansatz**
   (Tätigkeiten und Ressourcen als Prozess darstellen, effiziente Prozesse)
5. **Systemorientierter Managementansatz**
   (Wechselwirkungen zwischen Einzelprozessen, Koordination von Zuständigkeiten)
6. **Ständige Verbesserung**
   („Wer aufhört besser zu werden, hat aufgehört gut zu sein“)
7. **Sachlicher Ansatz zur Entscheidungsfindung**
   (Analysen, Mitarbeiter-Umfragen, Vorschläge)
8. **Lieferantenbeziehungen zum gegenseitigen Nutzen**
   (transparente Kommunikation, Verständigung über gemeinsame Ziele)

Quelle: DIN EN ISO 9000:2000-01 Stand: Februar 2000 - .DQS

Experiment von Weinberg

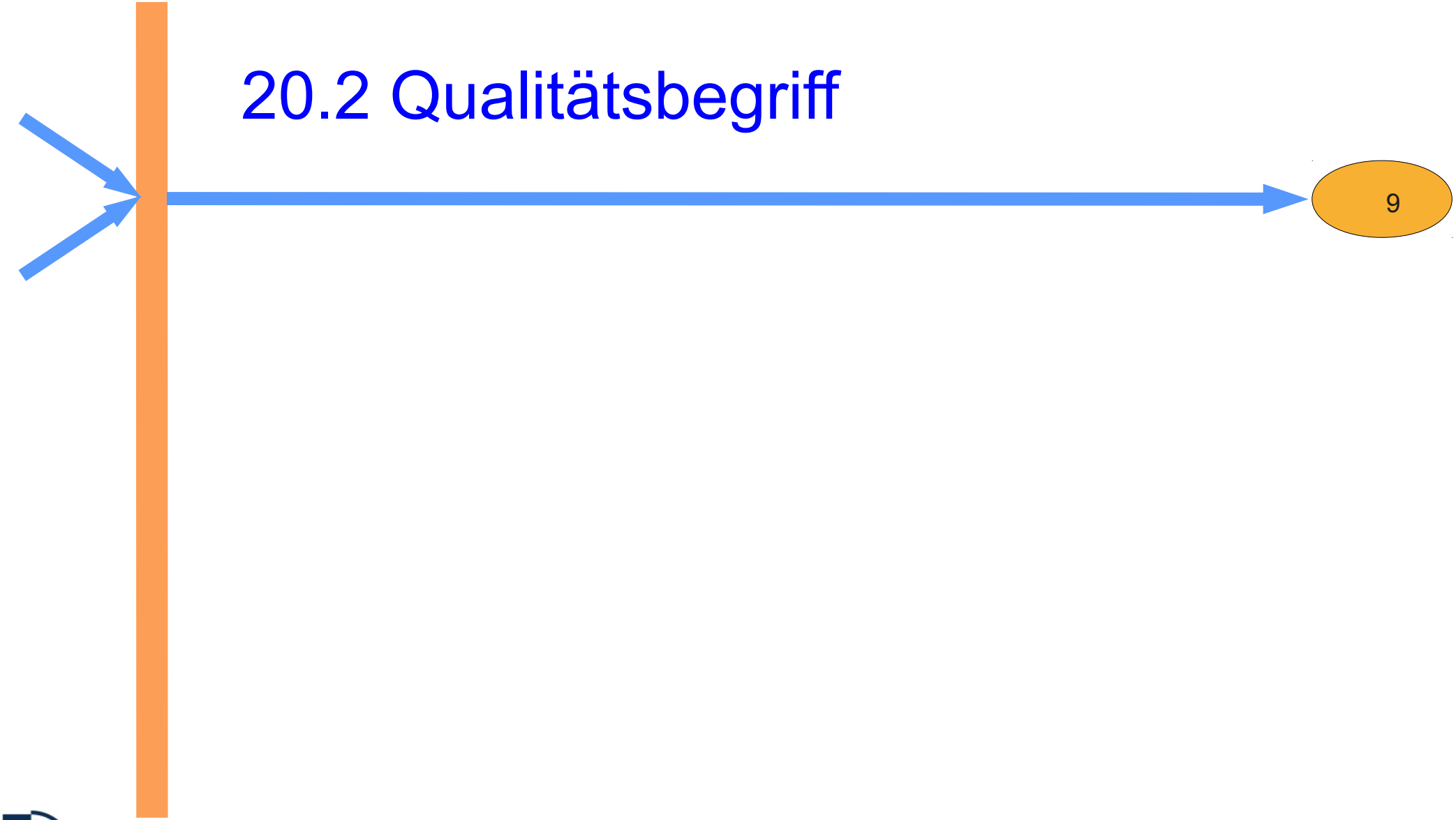
5 Gruppen entwickeln ein Programm mit identischen funktionalen Anforderungen u. einer zusätzlichen, für alle Gruppen unterschiedlichen nicht-funktionalen Anforderung. Die erzielte Qualität wird auf einer Skala von 1 (sehr gut) bis 5 (schlecht) gemessen.

Ziel:	**Qualität der Ergebnisse**				
Optimiere …	Erstellungsaufwand	Anzahl Anweisungen	Speicherbedarf	Klarheit des Programms	Klarheit der Ausgaben
Erstellungs-aufwand	1	4	4	5	3
Anzahl An-weisungen	2-3	1	2	3	5
Speicher-bedarf	5	2	1	4	4
Klarheit d. Programms	4	3	3	2	2
Klarheit d. Ausgaben	2-3	5	5	1	1

- Qualität muss quantifizierbar sein, damit Anforderungserfüllung gemessen werden kann
- auch nicht funktionale Anforderungen sind erreichbar

[Weinberg u. Schulmann]
[M. Glinz]

20.2 Qualitätsbegriff



Begriff

Qualität ist die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produkts oder einer Tätigkeit, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung gegebener Erfordernisse bezieht. [DIN 55350, Teil 11]

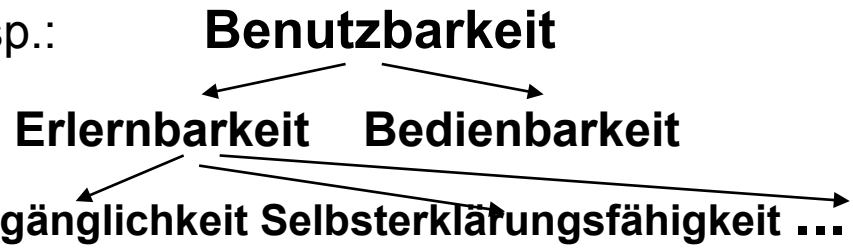
Qualität → **des Produkts**

Qualität → **des Entwicklungsprozesses**

Unterteilung:

- **Merkmale**
- **Teilmerkmale** (Kriterien)
- **Indikatoren** (Metriken)

Bsp.:



Quelle: [BalzertSM]

Quality is fitness for use

Merkmalsstufung nach DIN ISO 9126

Merkmal	Teilmerkmale	Merkmalsbeschreibung
• **Funktionalität**	Richtigkeit (Korrektheit) Angemessenheit Interoperabilität Ordnungsmäßigkeit (Normen, Bestimmungen) Sicherheit	Fähigkeit des Systems die geforderten Anforderungen(RE) zu erfüllen
• **Zuverlässigkeit**	Reife Fehlertoleranz Wiederherstellbarkeit	Einhaltung eines Leistungsniveaus unter festgelegten Bedingungen über einen definierten Zeitraum
• **Benutzbarkeit**	Verständlichkeit Erlernbarkeit Bedienbarkeit	Aufwand zur Benutzung der Software durch unterschiedliche Benutzergruppen
• **Effizienz**	Zeitverhalten Verbrauchsverhalten	Benötigte Zeit und Verbrauch an Betriebsmitteln für Aufgabe
• **Änderbarkeit**	Analysierbarkeit Modifizierbarkeit Prüfbarkeit Stabilität	Maß für Möglichkeit der Modifizierung von Software auf Basis interner und externer Einflüsse
• **Übertragbarkeit**	Anpassbarkeit Installierbarkeit Austauschbarkeit, Konformität (gegenüber Normen)	Maß für Offenheit und Portabilität von Software zur Lauffähigkeit auf anderen Soft- und Hardwaresystemen

Qualitätsmerkmale

(DIN ISO 9126)

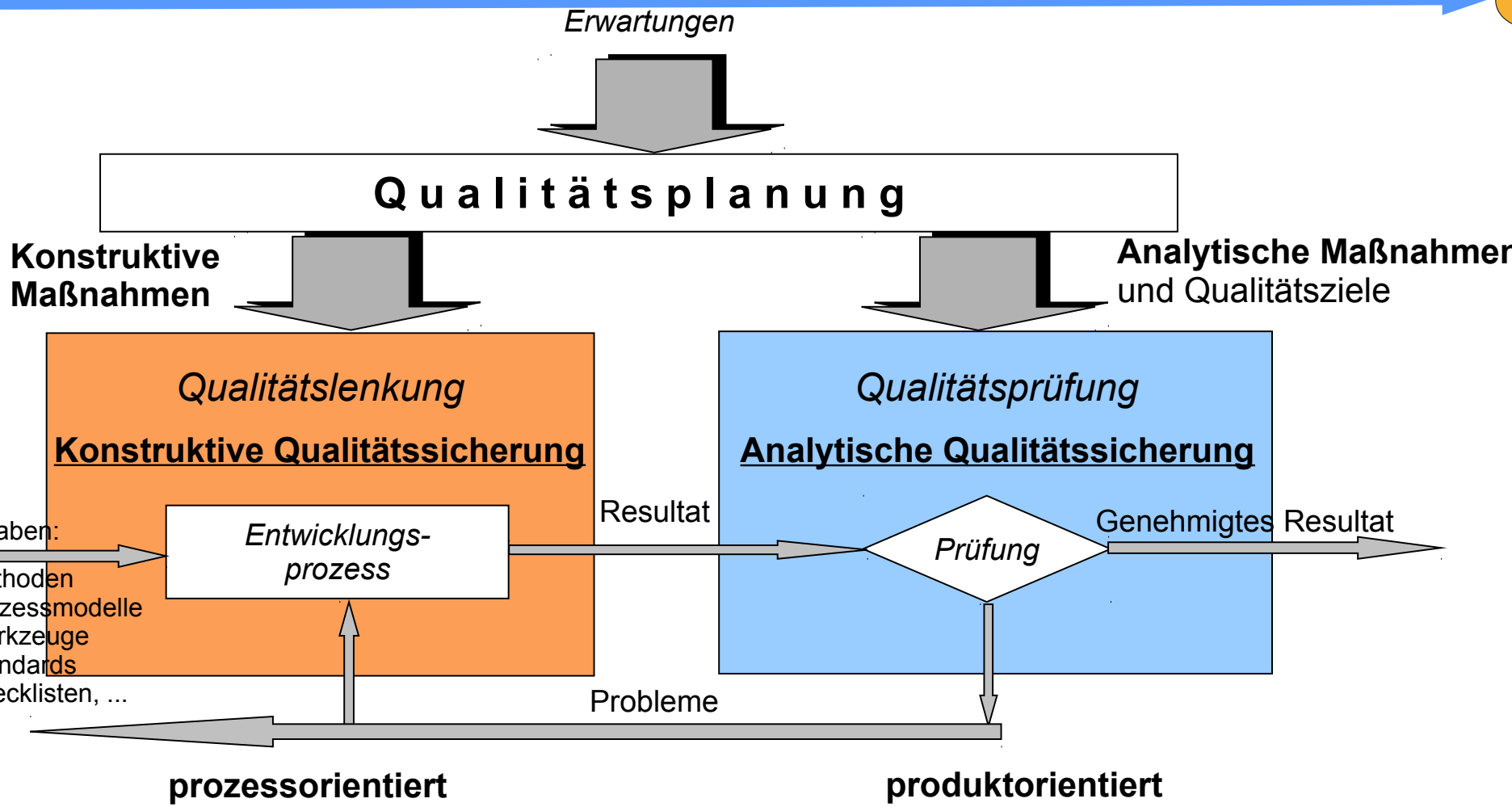
Merkmale	**Teilmerkmale**	. . .	**Elementar-merkmale**
◆ **Funktionalität**	Richtigkeit, Angemessenheit, Interoperabilität, Ordnungsmäßigkeit (Normen, Bestimmungen), Sicherheit		
◆ **Zuverlässigkeit**	Reife, Fehlertoleranz, Wiederherstellbarkeit		
◆ **Benutzbarkeit**	Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit		
◆ **Effizienz**	Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten		
◆ **Änderbarkeit**	Analysierbarkeit, Modifizierbarkeit, Stabilität, Prüfbarkeit		
◆ **Übertragbarkeit**	Anpassbarkeit, Installierbarkeit, Austauschbarkeit, Konformität (gegenüber Normen)		

Bsp.: **Benutzbarkeit**

- **Verständlichkeit**
  - Zugänglichkeit
  - Selbsterklärungsfähigkeit
  - Uniformität
  - Einfachheit der E/A
- **Erlernbarkeit**
- **Bedienbarkeit**

jeweils **Zeit** und **Zufrieden-heit**

Qualitätssicherungs-System



Quelle: [Jenny, S. 185]

Bestandteile des QS-Systems

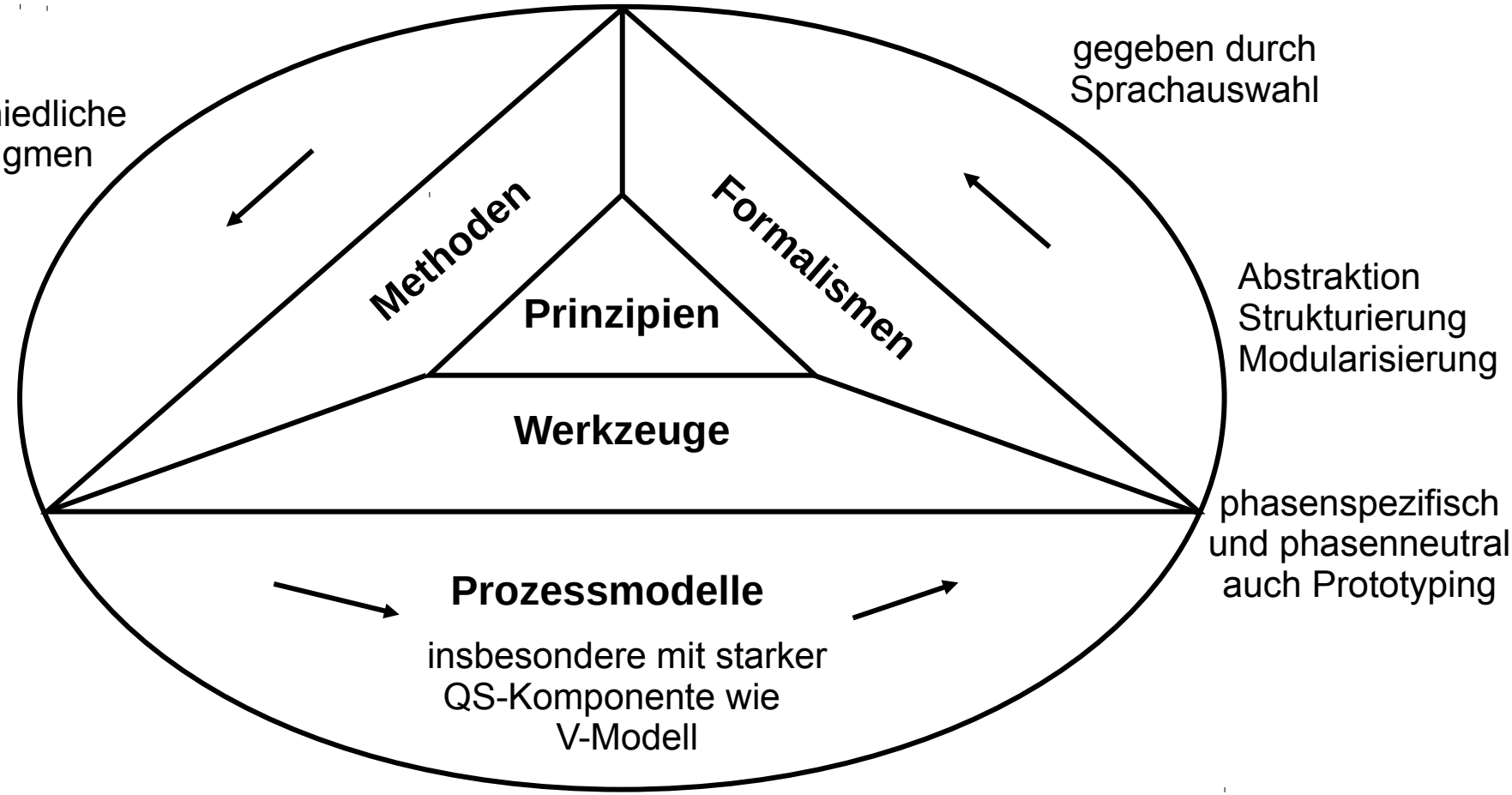
- **Qualitätsplanung**
  - Festlegung aller Anforderungen und Ziele an das System und den Projektabwicklungsprozess
  - Bestimmen, Klassifizieren und Wichten aller Qualitätsmerkmale
  - Zugrundelegung von Normen für die Qualitätsplanung
- **Qualitätslenkung** durch konstruktive Maßnahmen
  - **konstruktive** Maßnahmen bis hin zum Einsatz von SE-Methoden, Werkzeugen
  - **organisatorische** Maßnahmen wie Einsatz von Vorgehensmodellen, Richt-linien, Standards, Checklisten und Dokumentationsvorschriften
- **Qualitätsprüfung** durch analytische Maßnahmen
  - **statische** Prüfungen (Prüfung der Entwurfsdokumente)
  - **dynamische** Prüfungen (Ausführung des Prüfobjekts, Testen)
  - Analyse und Auswertung des Entwicklungsprozesses nach den häufigsten und gravierendsten Qualitätsmängeln

Quelle: [Jenny, S. 185 ff]

20.3 Konstruktives Qualitätsmanagement

- Konstruktives QM verbessert die Konstruktionsprozess des Produkts durch Qualitätslenkung

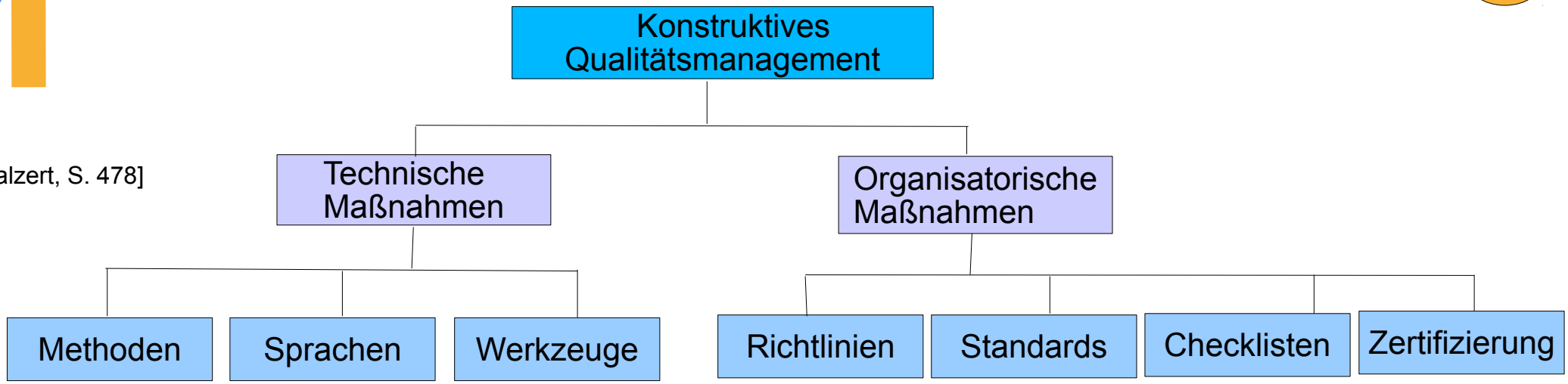
Konstruktive Elemente der Softwaretechnik



Quelle: [Wallmüller]

Maßnahmen zum konstruktiven Q-Management

[Balzert, S. 478]



- Methoden:
  - Einsatz einer **Schätzmethode**, wie Function Point oder COCOMO.
  - Nutzung des **Requirementmanagements**, um Anforderungsstufenkonzepte aufbauen zu können.
  - Förderung der **Persönlichkeitsbildung**, wie fachliche Fortbildung oder psychologisch-orientierte Maßnahmen.
  - Frühzeitige Prüfung der Entwurfs- und Implementierungsanforderungen durch den Aufbau von **Prototypen**
- **Programmiersprache** mit strengem Typkonzept, um auch zur Laufzeit Typprüfungen vornehmen zu können.
- Richtlinien: Projektbegleitende **Dokumentationsfortschreibung** möglichst nach einem Standard und werkzeuggestützt
  - Dokumentenmuster für **Pflichtenheft**, dass eine sichere Erfassung aller Anforderungen gewährleistet.
  - Software-**Konfigurationsmanagement** für eine saubere Verwaltung aller bei der Entwicklung entstehender Produkte
- **Zertifizierung** durch externe Organisationen, z.B. TÜV

Quelle: [Wallmüller]

Bsp: Checkliste für Qualität von Anforderungsspezifikationen

- Sind Anforderungen vollständig und widerspruchsfrei? (CCC)
  - Wurden alle Funktionen spezifiziert?
  - Sind alle Algorithmen für Funktionen spezifiziert?
  - Wurden die Datenströme im Kontextmodell in Form von Menge pro Zeit bzw. in Form einer statistischen Verteilung spezifiziert?
  - Sind alle Hardware-Ressourcen spezifiziert?
  - Sind alle Schnittstellen beschrieben?
  - Ist der Initialzustand des Systems spezifiziert?
- Sind die spezifischen Antwortzeiten realisierbar? (SMART)
  - Wurden für Software-Qualitätsanforderungen Genauigkeitsangaben (Messbarkeitsskala, Schwellwerte) spezifiziert?
  - Gibt es zu jeder Funktion Abnahmekriterien?
  - Gibt es Gültigkeitsprüfungen für Daten?
- Sind die Anforderungen verständlich für die Entwerfer?
- Ist an spätere Erweiterungen gedacht?
- Wurde an die Ausbildung des Bedienpersonals gedacht?

Quelle: [Wallmüller]

Aufbauorganisation der QS

a) QS durch externe Unternehmen

- **in kleineren Unternehmen Akzeptanzproblem der QS-Mitarbeiter** („*unproduktiv*“)
- **Einsatz externer Subunternehmer evtl. auch ökonomischer**

b) QS durch eigenständige Abt. im Org./DV-Bereich

- **QS entweder als Linien- oder Stabsstelle unterhalb des Information Management IM**

Total Quality Management (TQM) (1)

- zuerst eingeführt in Japan von Deming als Firmenphilosophie, abgeleitet vom PDCA (Deming)
  - **horizontal:** über alle Abteilungen hinweg und
  - **vertikal:** über alle Leitungsebenen
- Ziel: Kundenzufriedenheit (Qualität, Kosten und Zeit)

Erfahrungswerte	Konsequenzen[1)]
• **Zufriedener Kunde:** erzählt positives Erlebnis 4 - 8 mal weiter • **Unzufriedener Kunde:** erzählt „Geschichte“ 9 - 16 mal weiter ==> unkontrollierter negativer Multiplikator • **Neukunden** zu gewinnen ist schwieriger und aufwendiger, nämlich 6 mal teurer als Bestandskunden gut zu betreuen	• Jeder **unzufriedene Kunde** ist eine Herausforderung an Fähigkeiten des Unternehmens • **Beschwerde-Management** heißt, aus einem unzufriedenen Kunden einen zufriedenen Kunden zu machen und Kundenbindung zu erzeugen • **nötig:** - Bewusstsein schaffen - gezielte Schulung - konsequente Umsetzung

⇨ ***Nur ein zufriedener Kunde bleibt auch ein Kunde***

[1)] **Quelle:** Knöll u. a.: Entwicklung und Qualitätssicherung von Anwendungssoftware; Spektrum Verlag 1996

Total Quality Management TQM (2)

14 Führungspflichten zur Verbesserung der Qualität und Produktivität (nach Deming):

- Für Unternehmen
  - Unternehmenspolitik muss Willen zur Verbesserung klar aufzeigen.
  - Prüfung primär, um die Prozesse zu verbessern und die Kosten zu reduzieren.
  - Der Preis eines Produktes allein zählt nicht, sondern das unablässiges Verbessern von Prozessen und Produkten.
  - Institutionalisierung des Trainings, insbesondere Training on the job.
  - Leiterschaft ist zu institutionalisieren.
  - Barrieren zwischen Organisationseinheiten abreißen.
  - Das Qualitätsmanagementsystem kontinuierlich verbessern.
  - Leistungsquoten beseitigen.
- Für Belegschaft
  - Adäquate Einstellung zur Qualität.
  - Angst abbauen, Vertrauen und Klima für Innovation schaffen.
  - Förderung von Ausbildung und Selbstverbesserung für jeden im Unternehmen.
  - Andere am Erfolg teilhaben lassen.

Standards zur QS

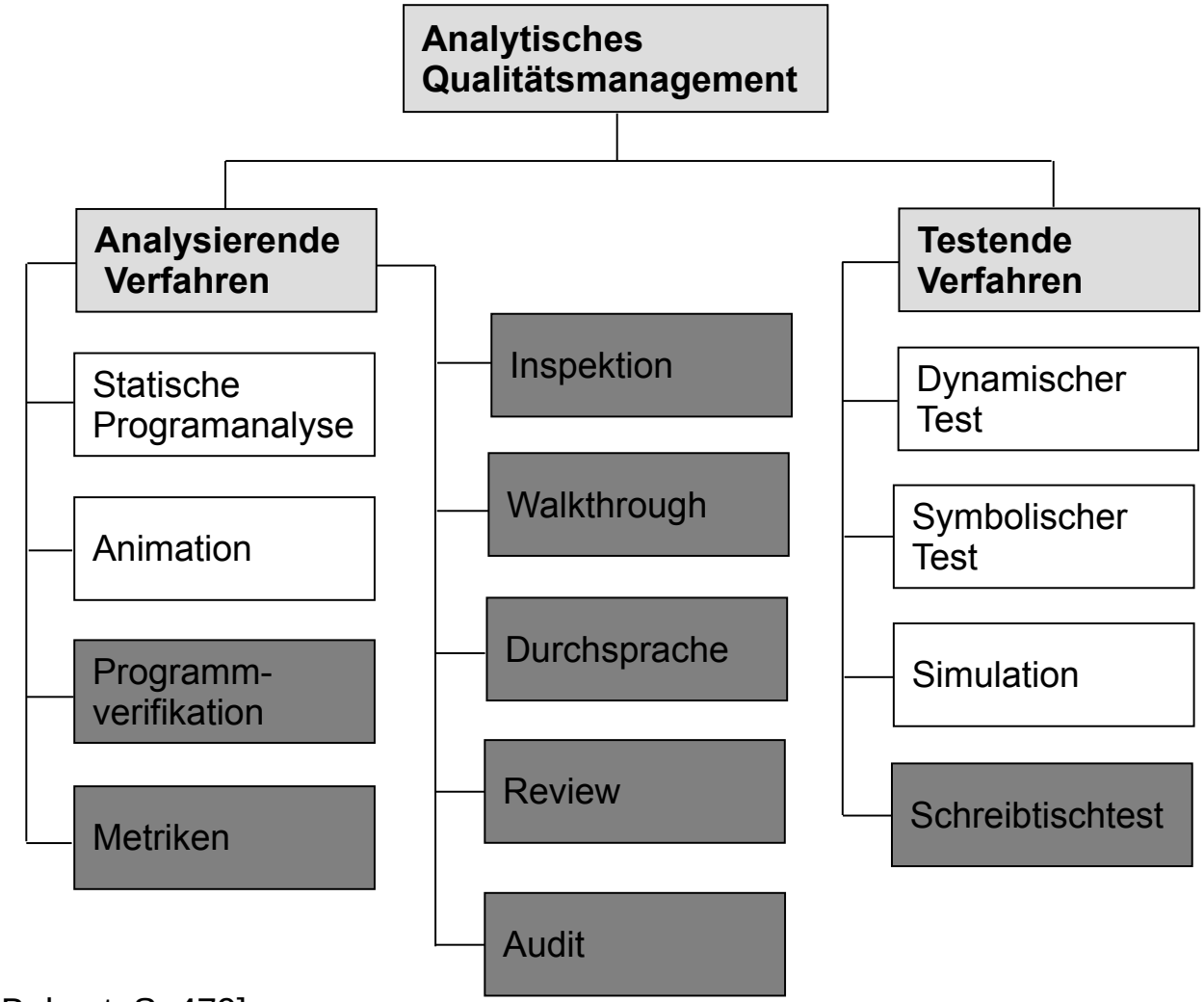
DIN 55350-11	Definition der Qualitätseigenschaften	**ISO/IEC 14598-1**	Modell für Erkennen der Qualität, Bewertung von Softwareprodukten
ISO/IEC 9126-1	6 Hauptkategorien für Softwarequalität: u. a. Usability	**DIN 66271**	Softwarefehler und ihre Beurteilung durch Kunden und Lieferanten
ANSI/IEEE 829	Standard for Software Test Documentation	**DIN 66270**	Bewerten von Softwaredokumenten, Qualitätsmerkmale
ANSI/IEE 1008	Standard for Software Unit Testing, Modultest	**BS/ISO/IEC 25000**	Anforderungen an Software Produkt Qualitätsanforderungen und Evaluation

20.4 Analytisches Qualitätsmanagement

Qualitätsprüfung analysiert die Qualität von Produkt und Prozess und versucht, Verbesserungen vorzuschlagen

- Analyse
- Test

Analytisches Qualitätsmanagement



Quelle: [nach Balzert, S. 479]

Legende: = manuell

Analytische QS-Ziele (1)

Zunächst sollten Qualitätsziele festgelegt werden.

Qualitätszielbestimmung für das Projekt in Form von einfachen Güteklassen:

Produktqualität	sehr gut	gut	normal	nicht relevant
Funktionalität		x		
Zuverlässigkeit		x		
Benutzbarkeit		x		
Effizienz			x	
Änderbarkeit			x	
Übertragbarkeit		x		

Quelle: [Balzert]

QS-Ziele (2)

a) Fehlerverhütung

- Ziele des Projektes festlegen (Req.-Katalog, PH)
- systematisches Entwickeln mit SE-Methoden
- Projektmanagement (Q. eines Produkts entsteht aus Q. der Phasenergebnisse ==> Summationseffekt)
- Qualifikation der Mitarbeiter
- Güte der Hilfsmittel/Tools

b) Fehlerentdeckung/Beseitigung (mittels analysierender Verfahren)

- Audits
- Reviews
- Code-Inspektionen, Walkthroughs
- statische Programmanalyse
- Verifikation

c) Verbesserung der Entwicklung (Entwicklungshilfen)

- Integrationshilfen
- Testfallbibliotheken
- Fehlersuchhilfen

QS-Verifikation

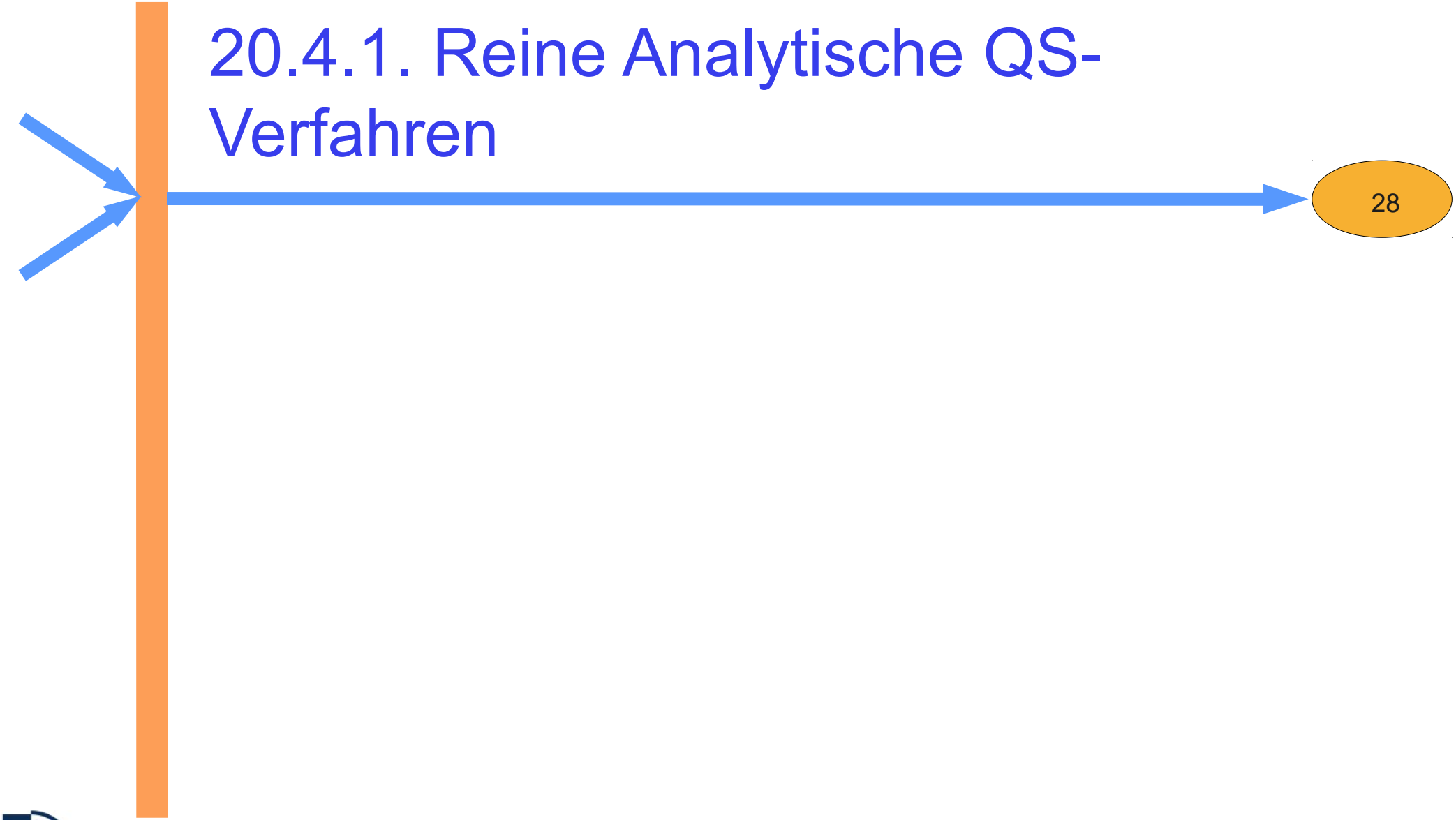
Verifikation und Validation (V & V) (vgl. ISO 9000:2005)

- **Verifikation:** „Bestätigung durch einen objektiven Nachweis, dass die Anforderungen für eine bestimmte Anwendung oder einen bestimmten Gebrauch erfüllt sind.“

- **Validation:** „Bestätigung, dass ein Produkt ein vom Kunden erstelltes Lastenheft und damit die Anforderungen an den Gebrauch durch den Kunden erfüllt“.

- „**Verifikation** heißt, die Arbeit richtig durchzuführen, und **Validation** heißt, die richtige Arbeit durchzuführen“ [B. Boehm]

20.4.1. Reine Analytische QS-Verfahren



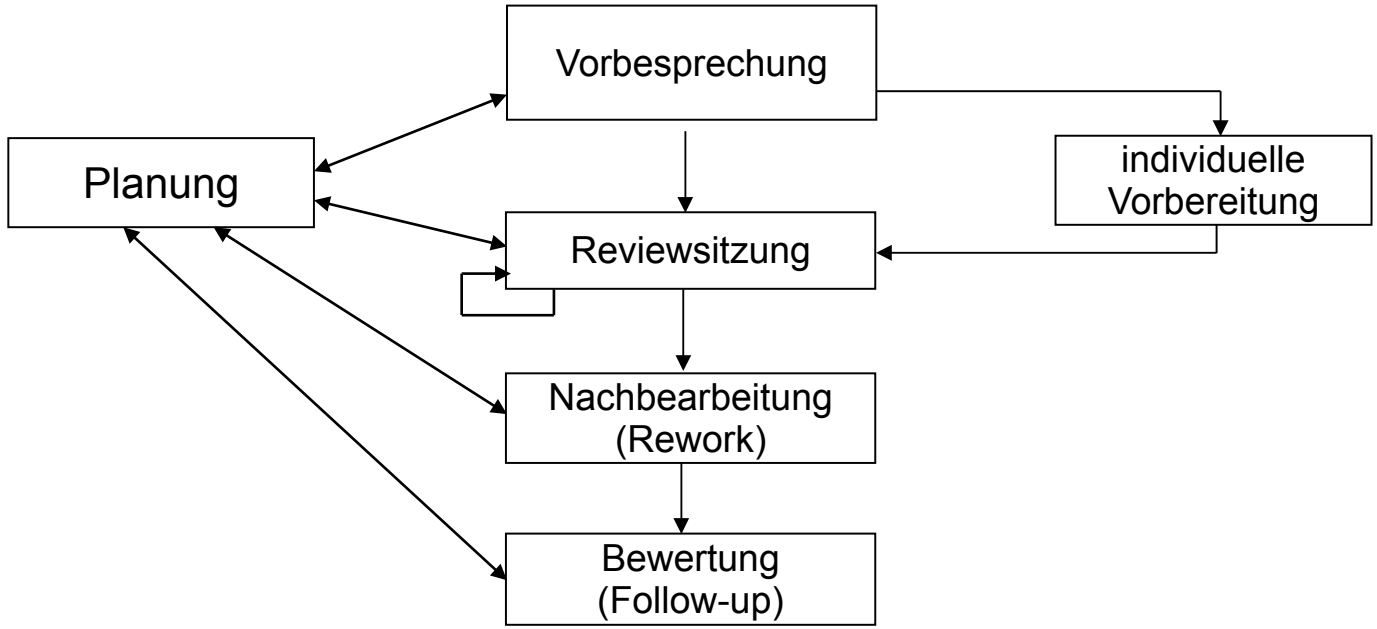
Reviews

Ein **Review** ist eine manuelle Prüfmethode mit festgelegtem Ablauf, mit der ein bestehender Zustand (z.B. Projektergebnisse) oder die Wirksamkeit eingeführter Maßnahmen einem *Team von Gutachtern* vorgelegt und von diesen kommentiert oder genehmigt werden (Projektplan-Review, Anforderungs-Review, Entwurfs-Review, Code-Review u.a.)

- Reviews fokussieren sich auf Produktqualität

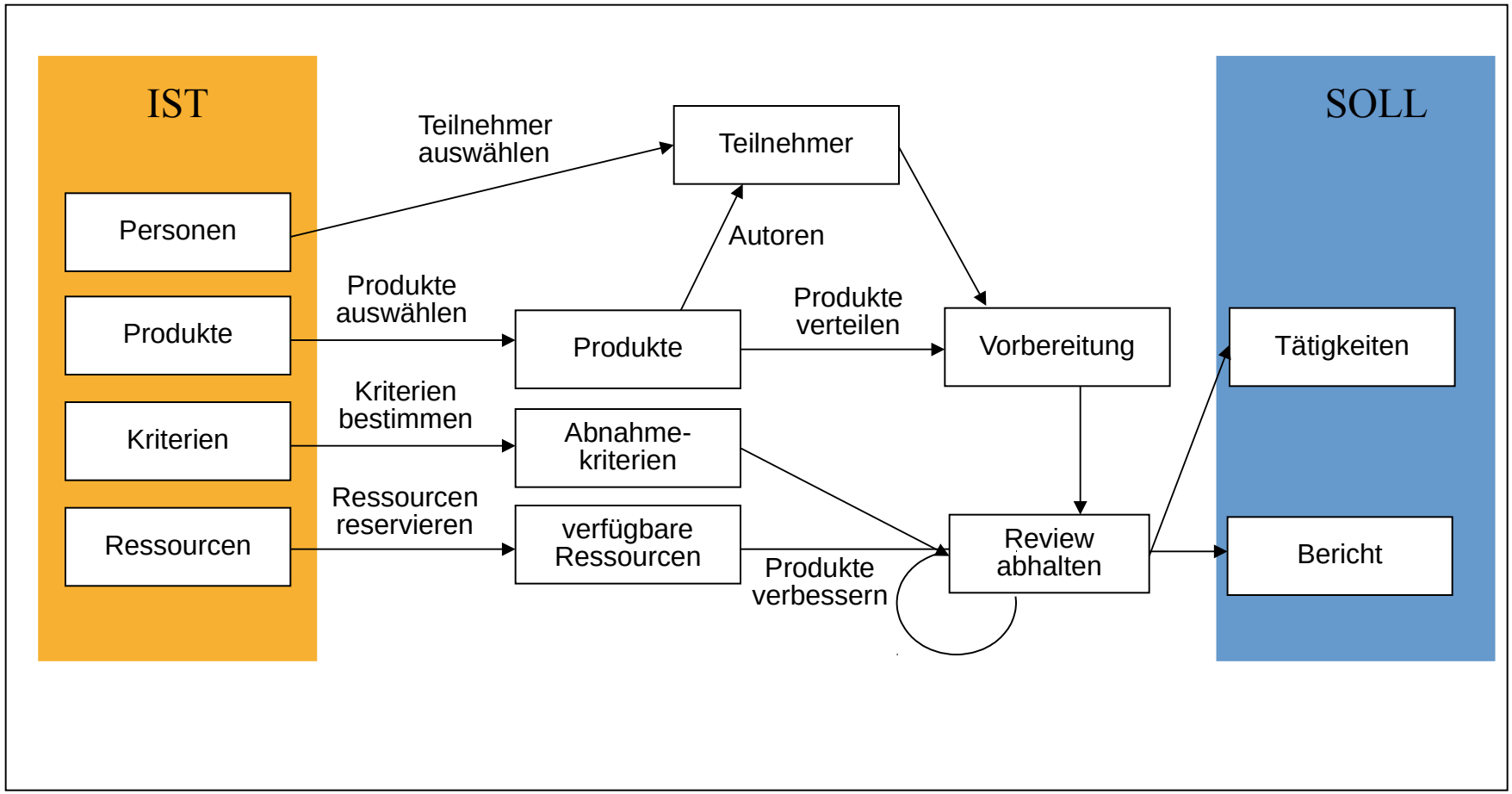
Quelle: Frühauf u. a.: Software-Prüfung - eine Fibel; vgl. auch IEEE-Norm 729-1983: Standard for Software Reviews and Audits

Normaler Ablauf eines Reviews



Quelle: [Wallmüller]

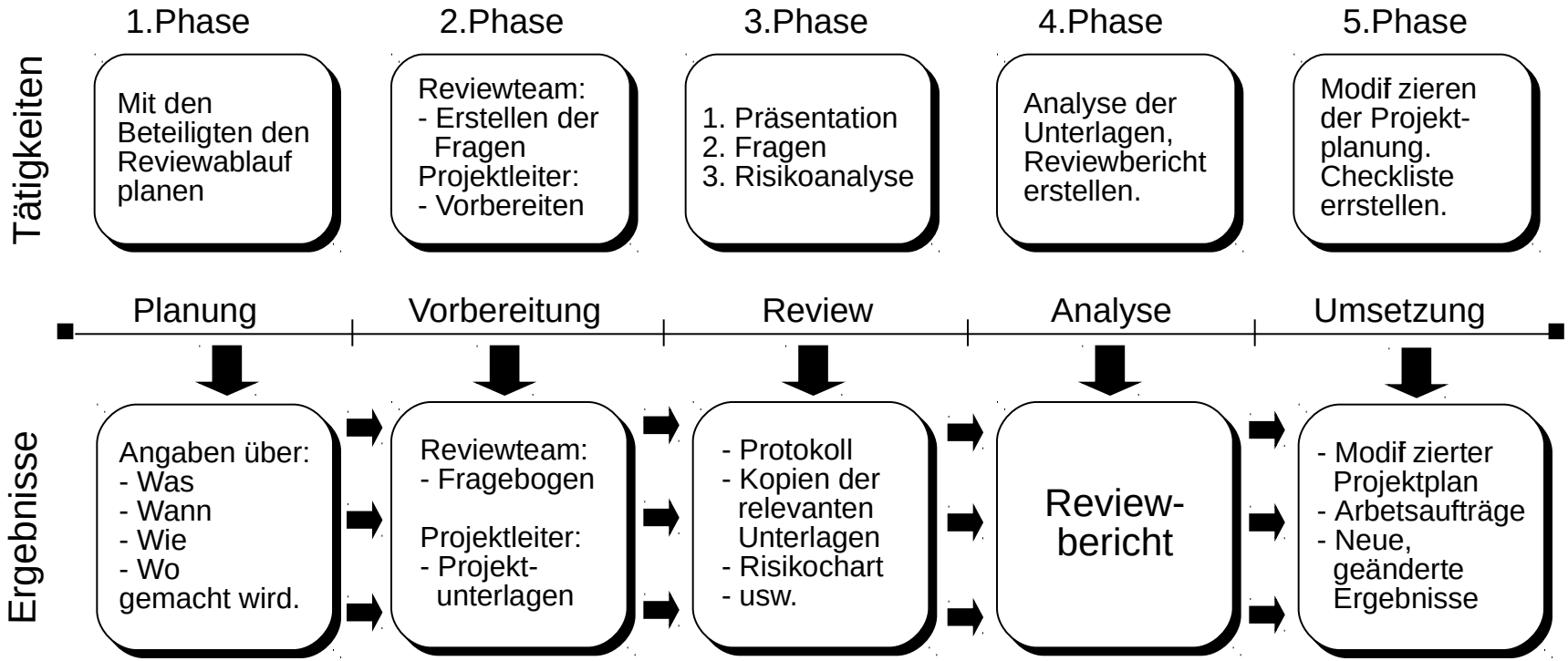
Bsp.: Abhängigkeitsdiagramm(-graph) eines Review als Vorgangspfeil-Netz



Quelle: [Zuser, W. S. 122]

Projektreview-Ablauf

Der Reviewablauf besteht aus fünf Schritten:



Quelle: [1 Jenny]

Arten von Reviews (1)

- **Inspektionen:** Die Dokumentation des Prüfgegenstandes wird Zeile für Zeile gelesen (von den Inspektoren)
  - Teilnehmer (Moderator, Autor, Gutachter, Protokollführer)
  - Inspektionen sind in jeder Phase möglich (Bsp. Code-Inspektion)
  - Vorbereitung (Einladung, Richtlinien, Rollen, Prüflinge)
  - Prüfung anhand von Checklisten
  - Inspektoren tragen Fehler vor
  - Inspektionsprotokoll durch Protokollführer
  - ggf. Freigabe durch Moderator
- **Walkthroughs:** (abgeschwächtes Review)
  - Die **Funktionalität** des Prüfgegenstandes wird anhand von vorbereiteten Beispielen und Testfällen **durchgespielt.**
  - ohne Moderator, evtl. ohne individuelle Vorbereitung, Autor stellt sein Prüfobjekt vor.

Arten von Reviews (2)

- **Round-Robin-Review:**
  - Die Gutachter sollen in der Vorbereitung nach Argumenten suchen, warum der Prüfling gut ist.
  - In der Sitzung trägt jeder sein Plädoyer vor, die anderen Gutachter intervenieren
  - Argumente für und gegen den Prüfling werden notiert.
- **Peer Review:** („Späher“)
  - Gutachter werden „eingeschlossen“, untersuchen die Prüflinge und erstellen Gutachten.
  - Ein Moderator leitet das Team.
  - Das Team wird entweder ad hoc zusammengestellt oder existiert als permanente Einrichtung („professionelle Peers“)

Bsp.: Checkliste für Grobentwurfs-Reviews

Performance

⇨ Gibt es Hinweise auf die Nichterfüllung von Performance-Anforderungen?

Benutzungsschnittstelle

⇨ Sind die Layouts der Benutzungsschnittstelle einheitlich?
⇨ Sind die Bildschirmmasken mit Informationen nicht überladen?
⇨ Sind die Bildschirmausgaben übersichtlich?
⇨ Ist die Benutzerführung ausreichend?
⇨ Sind die Benutzereingaben auf ein Minimum beschränkt?

Daten

⇨ Wurde das Datenmodell geprüft?
⇨ Gibt es fehlende oder nicht benutzte Variablen in einem I.-, O.- oder Update-Modul?
⇨ Gibt es falsche oder fehlende Datentypen in einem Input-, Output- oder U.-Modul?

Funktionalität

⇨ Ist in einem Verarbeitungsmodul ein Teil nicht vorhanden, überflüssig oder falsch?
⇨ Sind in einem V.-modul logische Bed. nicht vorhanden, überflüssig oder falsch?

Außerdem:

Schnittstellen, Dokumentation, Standards, Syntax der Entwurfsbeschr., . . .

Audits (1)

Ein **Audit** ist eine *systematische* und *unabhängige* Untersuchung, bei der sowohl die Übereinstimmung mit Spezifikationen, Standards, vertraglichen Vereinbarungen oder anderer Kriterien (Angemessenheit, Einhaltung vorgegebener Vorgehensweisen und Anweisungen als auch deren Wirksamkeit und Sinnhaftigkeit) überprüft werden.

- **Audit der Produktqualität:** quantitative Bewertung der Konformität des Produktes mit den geforderten Produktmerkmalen lt. Pflichtenheft
- **Audit der Prozessqualität:** Überprüfung der Elemente eines Prozesses auf Vollständigkeit und Wirksamkeit z. B. im Vergleich zu einem Vorgehens- oder Prozessmodell
- **Audit des QS-Systems:** Prüfung, ob vorhandene Elemente des QS-Systems entsprendend den Anforderungen vollständig, dokumentiert und wirksam sind.
- Audit des Finanzmanagements
- Audit des Entwicklungs- und Managementprozesses:

  z. B.: - Produktivität des Projektteams , Einhaltung vorgegebener Standards

  ⇨ Während eines größeren Projekts sollten mehrere Audits durchgeführt werden

Audits (2)

- Systematische und unabhängige Untersuchung mit formalem Charakter
- Validation der Systeme, Prozesse, Produkte mit den Vorgaben (Spezifikationen) durch Dritte, meist spezialisierte Audit-Firmen
- Audits werden durch ausgebildete Auditoren nach einem definierten Ablauf durchgeführt:
  - Vorbereitung: Die Auditoren benötigen zur Vorbereitung ausgewählte Untersuchungs- und/ oder Prüfdokumente (z.B. Projektplan, Vorgehensmodell, zugrunde liegende Vorgaben, Metriken u.a.).
  - Durchführung: erfolgt durch Interviews mit Prozessverantwortlichem und paralleler Dokumentensichtung
  - Abschluss: zum Abschluss des Audits erfolgt ein vorläufiges Feedback an alle Beteiligten
- Ergebnisse werden in einem ausführlichen **Audit-Bericht** dokumentiert

Quelle: [Kollektiv]

Audits (3)

Schritte für den Ablauf eines Audits sind:

- Ziele der Überprüfung definieren
- Umfang und Anwendungsbereich definieren
- Initiierung
- Überblick gewinnen und Daten sammeln
- Analyse und Auswertung der gesammelten Daten
- Lösungs- und Verbesserungsvorschlag erarbeiten
- Erstellen und Präsentieren des Ergebnisberichts

Der angetroffene Ist-Zustand wird mit den Zielsetzungen und dem Erreichungsgrad verglichen.

Im Ergebnisbericht sind alle Maßnahmen aufzuführen, die zur Einhaltung des angestrebten Projektverlaufs eingeleitet werden müssen.

Quelle: ANSI-Norm N45.2.10-1973

Statische Programmanalyse

- mit der Hilfe von Werkzeugen ==> Vorlesung “Software-Werkzeuge”
- **Abstrakte Interpretation** interpretiert das Programm statisch mit abstrakten Werten, die Fehlerwerte entdecken lassen
  - Sicherheitsprüfungen (z.B. Buffer overflow analysis, driver protocol analysis)
- **Vertragsprüfung** mit Werkzeugen
  - Theorembeweiser, gute Übersetzer für Programmiersprachen mit Verträgen wie Eiffel

Statische Analyse mit Softwarewerkzeugen

Bei der statischen Analyse von Programmen kann man folgende Aussagen werkzeuggestützt erhalten:

- **syntaktische Informationen**

  z. B. Komplexitätsgrade, Aufrufgraphen, Strukturbäume, Typkonflikte, undefinierte Variable, Endlosschleifen, Aufrufe nicht existierender Prozeduren, unerlaubte Verschachtelung von Schleifen und Verzweigungen

- **semantische Informationen**

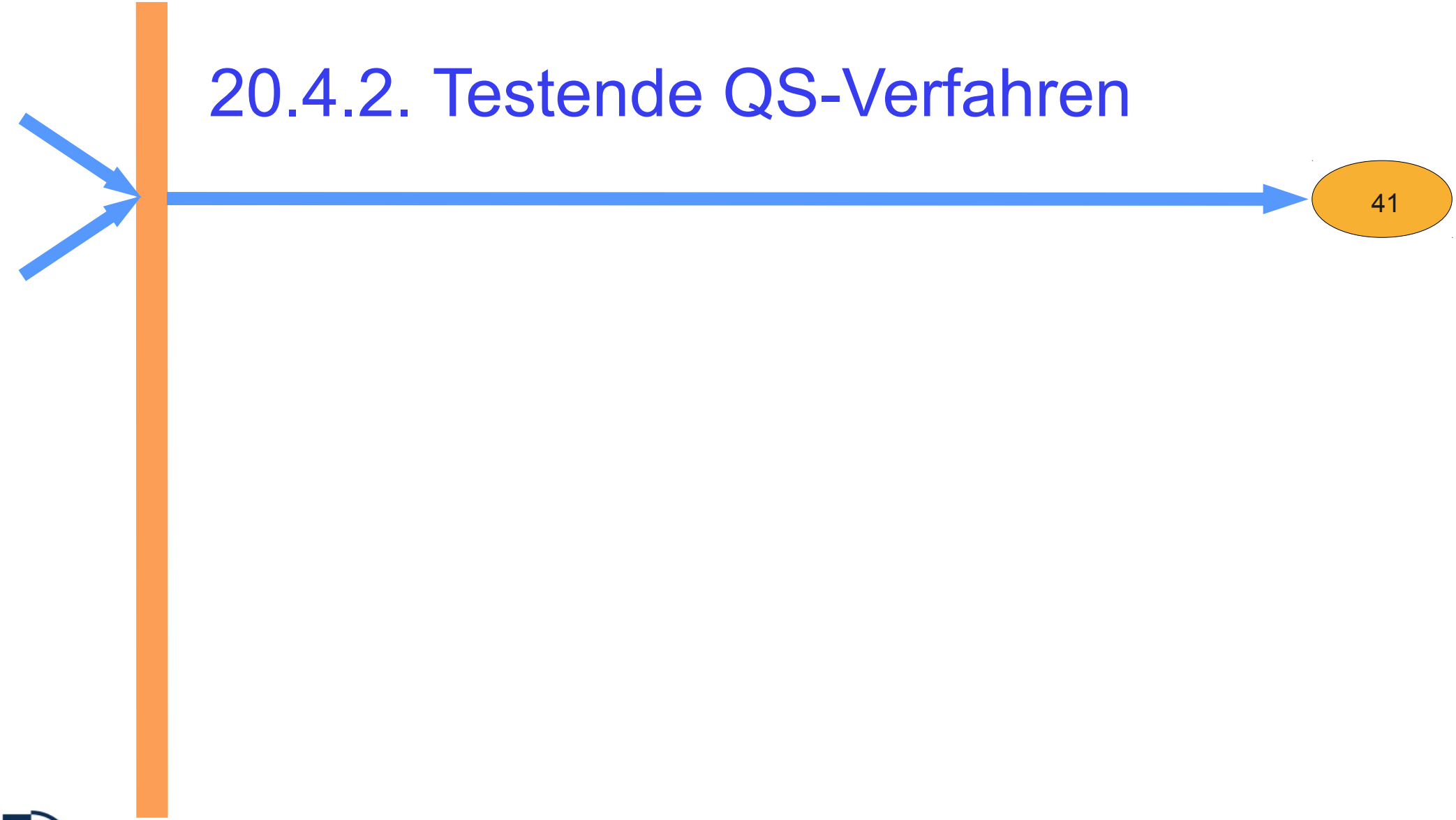
  z. B. Steuerflussanomalien, Datenflussunverträglichkeiten, deklarierte aber nicht verwendete Variable, nicht initialisierte Variable, falsche Verwendung globaler und lokaler Variablen

- **lexikalische Informationen**

  z. B. Länge und Häufigkeit von Programmelementen, unerreichbarer Code, falsche bzw. nicht referenzierte Sprungmarken, falsche Parameterübergaben

Quelle: [Wallmüller]

20.4.2. Testende QS-Verfahren



SW-Testmethoden (1)

- **Statische Prüfungen:** Siehe auch Vorlesung Softwarewerkzeuge (WS)
- **Dynamische Prüfungen:**
  - Datenbezogenes Testen mit Testdaten: Datenstrukturen, Referenz- oder Betriebsdaten (bei großen Programmen lassen sich kaum alle Datenkombinationen erproben)
  - Funktionsbezogenes Testen: abschnittsweiser Vergleich des Codes incl. E/A-Verhalten mit der Spezifikation
  - Ablaufbezogenes Testen: werden alle Schleifen, Verzweigungen durchlaufen?
    - (Kontrollflussorienter Test - „Durchspielen“ aller Fälle; ==> aufwendig)
    - vergessene Funktionen werden nicht gefunden !!

Quelle: [nach Zehnder, C.,A.. Informatik-Projektentwicklung; Teubner Verlag 1991]

SW-Testmethoden – Datenbezogener Test

- **Regressionstest**: Vergleich zweier Versionen des gleichen Programms

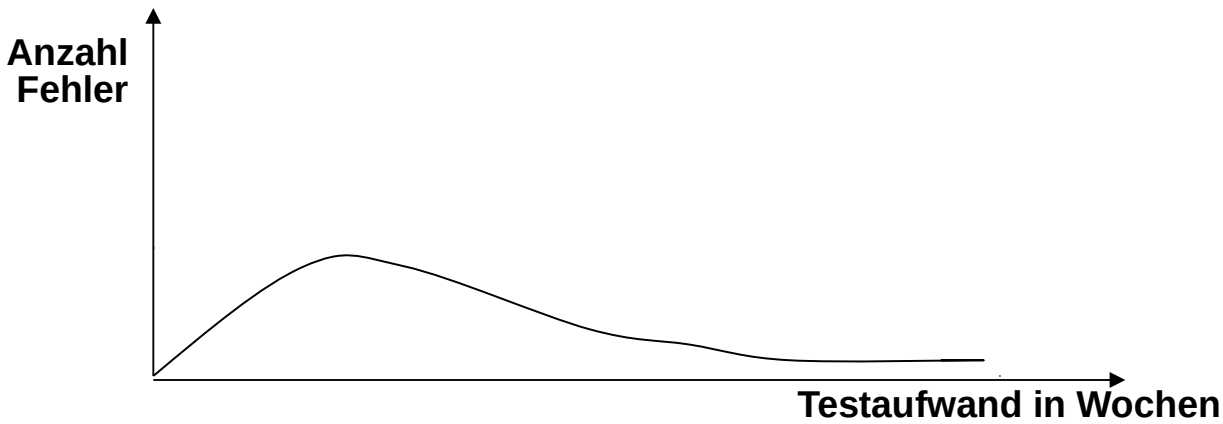
Siehe Vorlesung Softwaretechnologie-II

- Test-Endekriterien

a) aus Erfahrung: in 5% aller Module stecken 95% der Fehler

==> Stichproben; Ende, wenn 5% fehlerhafte Moduln gefunden

b) nach Fehlerrate:



SW-Testmethoden (Black Box-Test)

Ziel: Feststellung von Abweichungen gegenüber Anforderungen bzw. Spezifikation (innere Struktur ist nicht von Interesse)

Methoden:

- **Äquivalenzklassenbildung**
  - Einteilung der E/A-Daten in Äquivalenzklassen (gültige und ungültige)
- **Grenzwertanalyse**
  - Testfälle an den Grenzen der Wertebereiche
- **Intuitive Testfallermittlung**

  (kein eigentliches Verfahren)
  - zusätzliche Testfälle durch Intuition (Liste möglicher Fehler aus Erfahrung, Standardfehler)
- **Funktionsabdeckung**
  - Testfälle für Normal- und Ausnahmeverhalten

    Vermeidung von Redundanz durch Testfallmatrix

⇨ Testfälle für SW-Module, -Komponenten, ...,

SW-Testmethoden (White Box-Test)

Ziel: Entdeckung von Fehlern durch ablauforientierte Testfälle
(interne Struktur / Quelltext interessiert)

Methoden:

- **Pfadabdeckung**
  (wenigstens eine Mindestzahl von Pfaden prüfen)
- **Anweisungsabdeckung**
  (entsprechend Spezifikation, alle oder Auswahl)
- **Bedingungsabdeckung**
- **Zweig-/Bedingungsabdeckung**
- **Abdeckung aller Mehrfachbedingungen**

QS: Anforderungsdefinition und Abnahmekriterien

- **Abnahmekriterien bereits während der Anforderungsdefinition** (Pflichtenheft)
  - Aufdeckung von Lücken, Überschneidungen, Widersprüchen (hat oft die Überarbeitung von Anforderungen zur Folge)
  - Grundlage für den Nachweis des Erfüllungsgrades
  - ein oder mehrere Abnahmekriterien zu genau einer Anforderung

Den Anwender interessieren vorrangig ergebnisorientierte (Black-Box-) Abnahmekriterien

- Funktionsabdeckung
- Äquivalenzklassenbildung
- Grenzwertanalyse
- Intuitive Testfallermittlung (Ergänzung der o. g. aus Erfahrung)

- **ablauforientierte (White-Box-) Abnahmekriterien**

(nicht nur Prüfung, ob Funktionen ausgeführt werden, sondern ob auch die Reihenfolge richtig)

- Zweigabdeckung
- Bedingungsabdeckung
- Pfadabdeckung

The End