Zertifizierung

Echtzeitsysteme 2 - Vorlesung/Übung

Fabian Scheler
Michael Stilkerich
Wolfgang Schröder-Preikschat

Lehrstuhl für Informatik IV
Verteilte Systeme und Betriebssysteme
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

http://www4.cs.fau.de/~{scheler,mike,wosch}
{scheler,mike,wosch}@cs.fau.de

Übersicht

- Allgemein
- eine Zertifizierungsstelle: TÜV Nord
- wichtige Normen
  - DO-178B & DO-248B
  - IEC 61508
- Forschung: Zertifizierung von Softwarekomponenten

Definition: Zertifizierung

„Das Verfahren bzw. das Ergebnis des Verfahrens, bei dem einem Unternehmen bestätigt wird, dass es über ein Qualitätsmanagement-System verfügt, das den entsprechenden Normen entspricht. Als Zertifizierung bezeichnet man die Bestätigung der Abläufe auf Normenkonformität durch eine unabhängige akkreditierte Zertifizierungsgesellschaft.“

QM-Lexikon (http://www.quality.de)

Arten der Zertifizierung

- **prozessorientierte** Zertifizierung
  - Beurteilung des des Softwareentwicklungsprozesses
  - keine Überprüfung von Produkten
  - Annahme: Einhaltung von Normen ↔ Software hoher Qualität
- **produktorientierte** Zertifizierung
  - überprüft gewisse Eigenschaften des Produkts
  - Rückschlüsse vom Softwareentwicklungsprozess möglich
- **projektbegleitende** Zertifizierung
  - Prüfung des Entwicklungsprozesses eines bestimmten Produkts

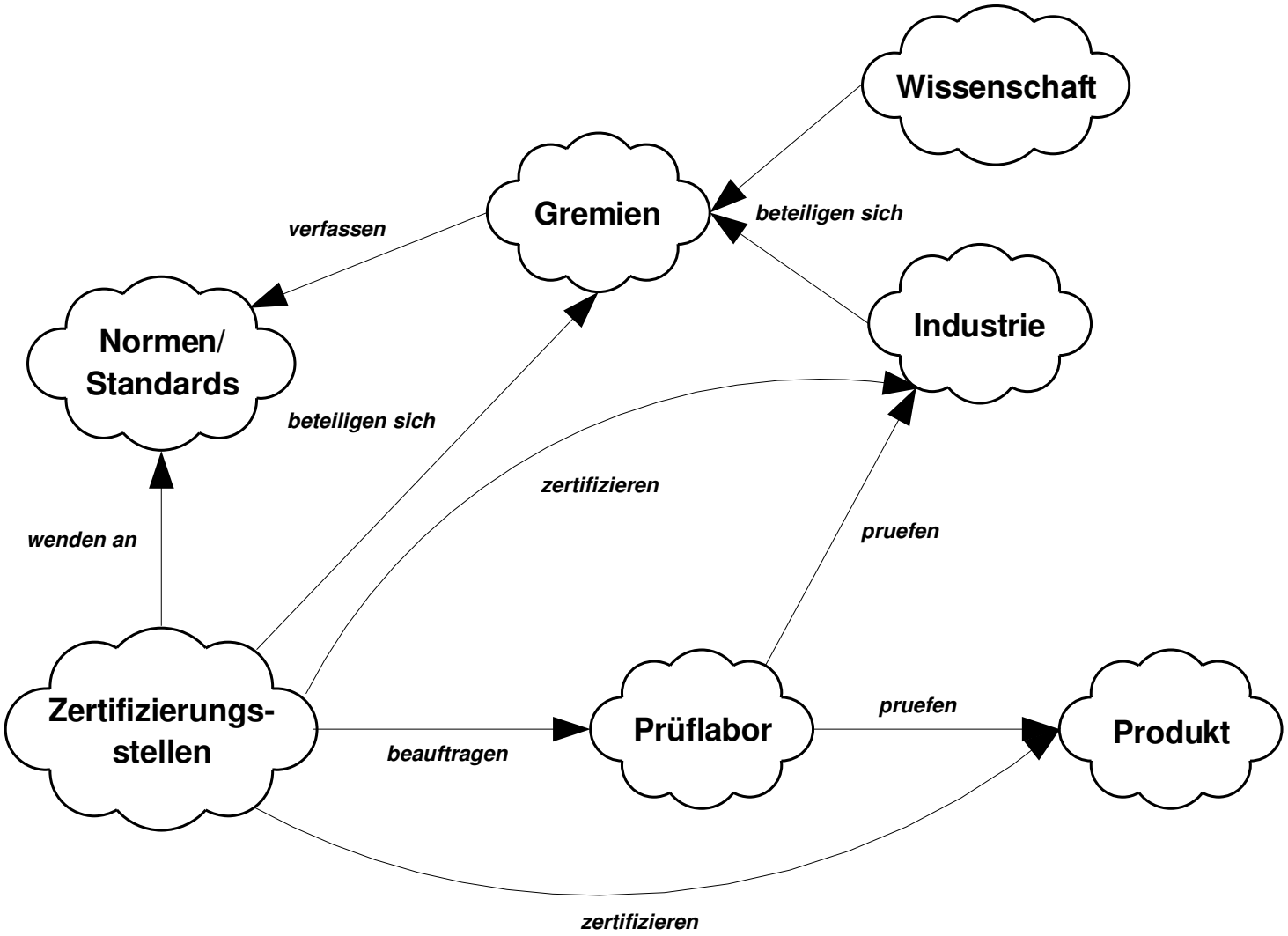
Arten der Zertifizierung: Beispiele

- ISO 9000-3
  - prozessorientiert
  - spezifiziert diverse Phasen des Softwareentwicklungsprozesses
    - Vertragsabschluss
    - Festlegung der Forderung des Auftraggebers
    - Planung von Entwicklung und Qualitätssicherung
    - Entwurf & Implementierung
    - Testen & Validierung
    - Abnahme & Vervielfältigung
    - Lieferung, Installation, Wartung
- RAL-GZ 901
  - Prospektprüfung
  - nur im Prospekt zugesicherten Eigenschaften werden geprüft

Wer vergibt Zertifikate

- Auftraggeber
  - Bewertung der Lieferanten
- anerkannte Zertifizierungsstellen
  - im Auftrag von Unternehmen
  - Unteraufträge an Prüflabors
- Wer entscheidet über die Anerkennung eines Zertifikats?
  - der Auftraggeber / Kunde

Überblick: Zertifizierung



TÜV Nord: Prüfstelle SEELAB

- Prüfstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025
- Inspektionsstelle nach DIN EN ISO/IEC 17020

- Dienstleistungen in den Bereichen
  - Leittechnik
  - Automatisierungssysteme
  - Soft- und Hardware

- Aufgaben: Nachweis von
  - Qualität
  - Zuverlässigkeit
  - Sicherheit (safety & security)

  im Auftrag von Industrie und Behörden

TÜV Nord: Zertifizierungsstelle SEECERT

- Überprüfung von Rechnern und Software
- Prüfung hinsichtlich diverser Normen
  - IEC 61508
  - IEC 61513
  - Wortschatzkriterien für Wörterbücher
  - ...
- Referenzen
  - 3SOFT GmbH – IEC 61508 (in Vorbereitung)
  - Alstom – IEC 61508
  - BMW – IEC 61508
  - Conti Temic – IEC 61508
  - ...

Wichtige Normen

- DO-178B
  - Allgemein
  - Konzept
  - Prozesse und Dokumente
- DO-248B
- IEC 61508
  - Allgemein
  - Ansatz und Konzept
  - Struktur
  - Lebenszyklus
  - Part 1 & Part 3

DO-178B

Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification

- Komitee:
  - **RTCA** (***R**adio **T**echnical **C**ommission for **A**eronautics*)
  - **EUROCAE** (***E**uropean **O**rganisation for **C**ivil **A**viation **E**quipment*)
- Anwendung durch:
  - **FAA** (***F**ederal **A**viation **A**dministration*)
  - ...
- erlaubt nur die Zertifizierung **kompletter Systeme**

DO-178B

- fünf mögliche Risikostufen

Catastrophic	Fehler kann Systemversagen verursachen
Hazardous	Fehler kann die Sicherheit oder Leistung des Systems vermindern, ein weiterer Betrieb des Systems ist nur noch unter erschwerten Bedingungen möglich. Insassen können verletzt werden
Major	Fehler ist ernst, aber nicht schwerwiegend. verursacht z.B. bei Passigieren keine Verletzungen aber Unbehagen
Minor	Fehler ist störend, aber nicht schwerwiegend. Kann bei Passagieren beispielsweise zu Unannehmlichkeiten führen
No Effect	

- je nach Risikostufe wird der Level für DO-178B bestimmt

Level	Risiko	zu erfüllende Vorgaben	unabhängig zu erfüllende Vorgaben
A	Catastrophic	66	25
B	Hazardous	65	14
C	Major	57	2
D	Minor	28	2
E	No Effect	0	0

DO-178B: Prozesse und Dokumente

Planung

- Dokumente: alle möglichen Pläne (Software development, certification, quality assurance, ... plan)

Entwicklung

- Dokumente: Anforderungen, Entwurf, Quellcode, ausführbarer Binärcode
- Verfolgbarkeit von der Anforderung über den Quellcode zum Binärcode
- Entwicklungsmodelle: V-, Spiral-, Wasserfallmodell

Verifikation

- Dokumente: Verifikationsfälle und -prozeduren und Ergebnisse
  - Review von Requirements, Design und Quellcode
  - Testen von Binärcode
  - Code Coverage
- Testen: Modul-, Integrations- und Akzeptanztest

DO-178B: Prozesse und Dokumente

Konfigurationsmanagement

- Umgebung
  - Softwareentwicklung
  - Testen
  - Analyse
  - Integration
- alle Dokumente, Software und Hardware

Qualitätssicherung

- Reviews, Audits
- Protokolle
- Schnittstelle zum Zertifizierungsprozess

DO-248B

- DO-178B Standard hat Schwächen in den Bereichen
  - Anforderungsdefinition und -analyse
  - Partitionierung (z.B. welche Techniken sind wann adäquat?)
  - Verifikation
  - COTS Software
  - Einfluss von Software auf die Sicherheit des Gesamtsystems
- DO-248B
  - erläutert den DO-178B Standard (keine Erweiterung)
  - korrigiert 12 Fehler
  - enthält 76 FAQ
  - enthält 15 Diskussionspapiere

IEC 61508

Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems

- Komitee:
  - **IEC** (***I**nternational **E**lectrotechnical **C**ommission*)
  - **CEN** (**C**omité **E**uropéen de **N**ormalisation)
- Anwendung durch
  - Industrie
  - Behörden
  - ...

IEC 61508: Allgemein

- generischer Sicherheitsstandard
  - dient als Basis für branchenspezifische Standards
  - z.B. IEC 61511 - Prozessindustrie
  - z.B. IEC 61513 – Kernkraftwerke
  - Standard für Automobilindustrie in Vorbereitung
- hauptsächlich für E/E/PES
- Entwicklung
  - 1984: TÜV Richtlinien, Safety-Klassen 1-9
  - 1989: DIN 19250/VDE 0801 Safety-Klassen 1-9
  - 1997: IEC 61508, SIL 1-4
- erlaubt die Zertifizierung **einzelner Komponenten**

IEC 61508: Ansatz

- Rangliste der Fehlerquellen
  1) Spezifikation
  2) Modifikationen nach Inbetriebnahme
  3) Betrieb & Wartung
  4) Entwurf & Implementierung
  5) Installation & Inbetriebnahme

- spezifische Eigenschaften von E/E/PES
  - hohe Komplexität
  - elektronische Interferenz
  - nur Hardwarefehler können quantifiziert werden
  - Software kann nicht ausreichend quantitativ bewertet werden
  - Zuverlässigkeit von Software kann nur optimiert, kaum garantiert werden
  - hohe Kompetenz im gesamten Lebenszyklus notwendig

➔ Standard umfasst den **kompletten Lebenszyklus** eine Systems

IEC 61508: Konzept

Safety Integrity Level (SIL)

- richtet sich nach der PFD (***P**robability of **F**ailure upon **D**emand*)

SIL	PFD
4	$10^{-5} – 10^{-4}$
3	$10^{-4} – 10^{-3}$
2	$10^{-3} – 10^{-2}$
1	$10^{-2} – 10^{-1}$

Risikofunktion

- Funktion aus Wahrscheinlichkeit und Schwere von Fehlern
- es bleibt **immer** ein Restrisiko
- notwendige Risikoreduktion = Risiko – tolerierbares Risiko
- muss ALARP (***A**s **L**ow **A**s **R**easonably **P**racticable*) reduziert werden

Sicherheitsfunktion

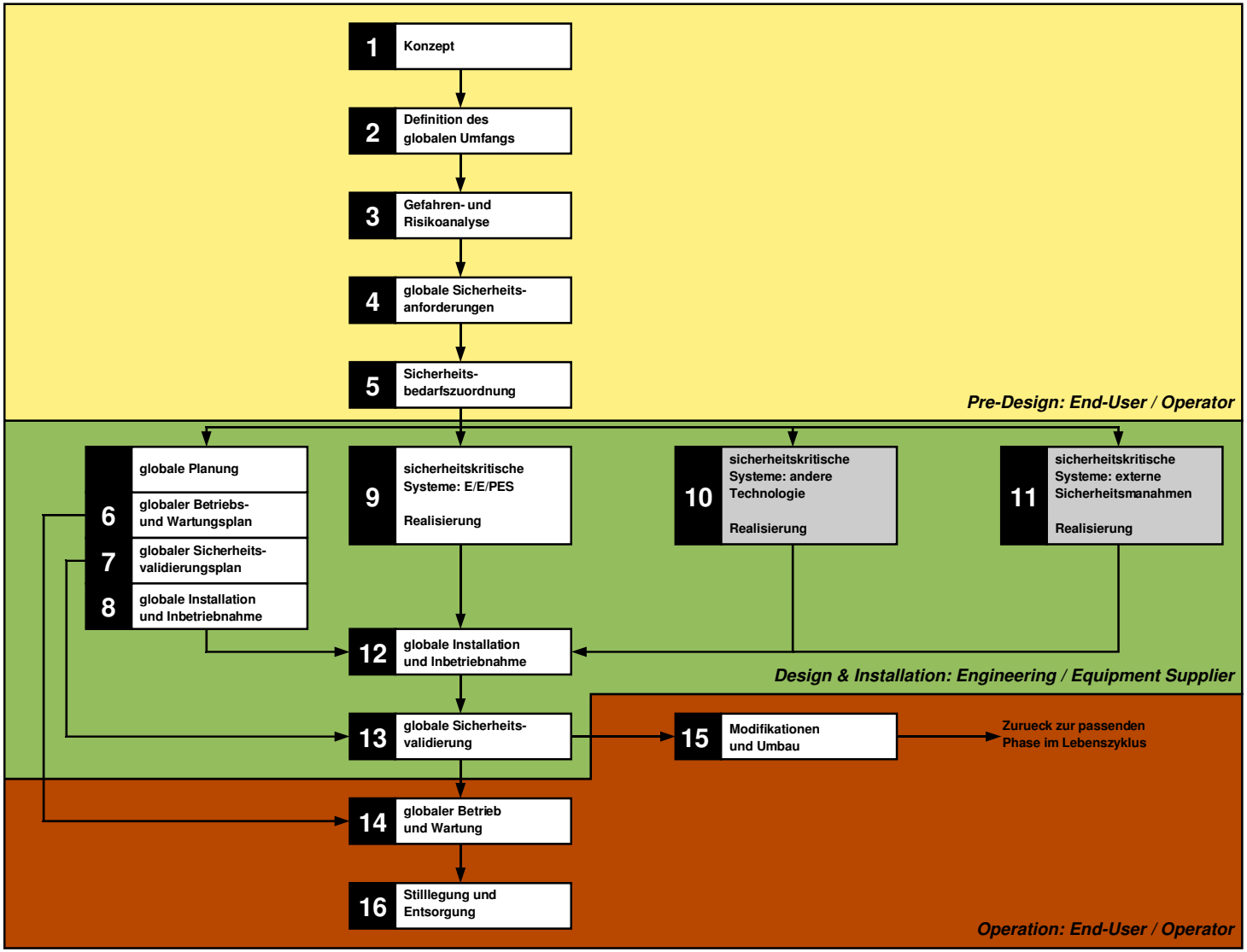
- Maßnahmen zur Reduktion des Risikos
- müssen von Anfang bedacht werden

IEC 651508: Struktur

- Teil 1: General Requirements
- Teil 2: Requirements for electrical, electronic, programmable electronic systems
- Teil 3: Software requirements
- Teil 4: Definitions and abbreviations
- Teil 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels
- Teil 6: Guidelines on the application of Parts 2 & 3
- Teil 7: Overview of techniques and measures

- Teil 1-3: normativ, Teil 4-7: informativ

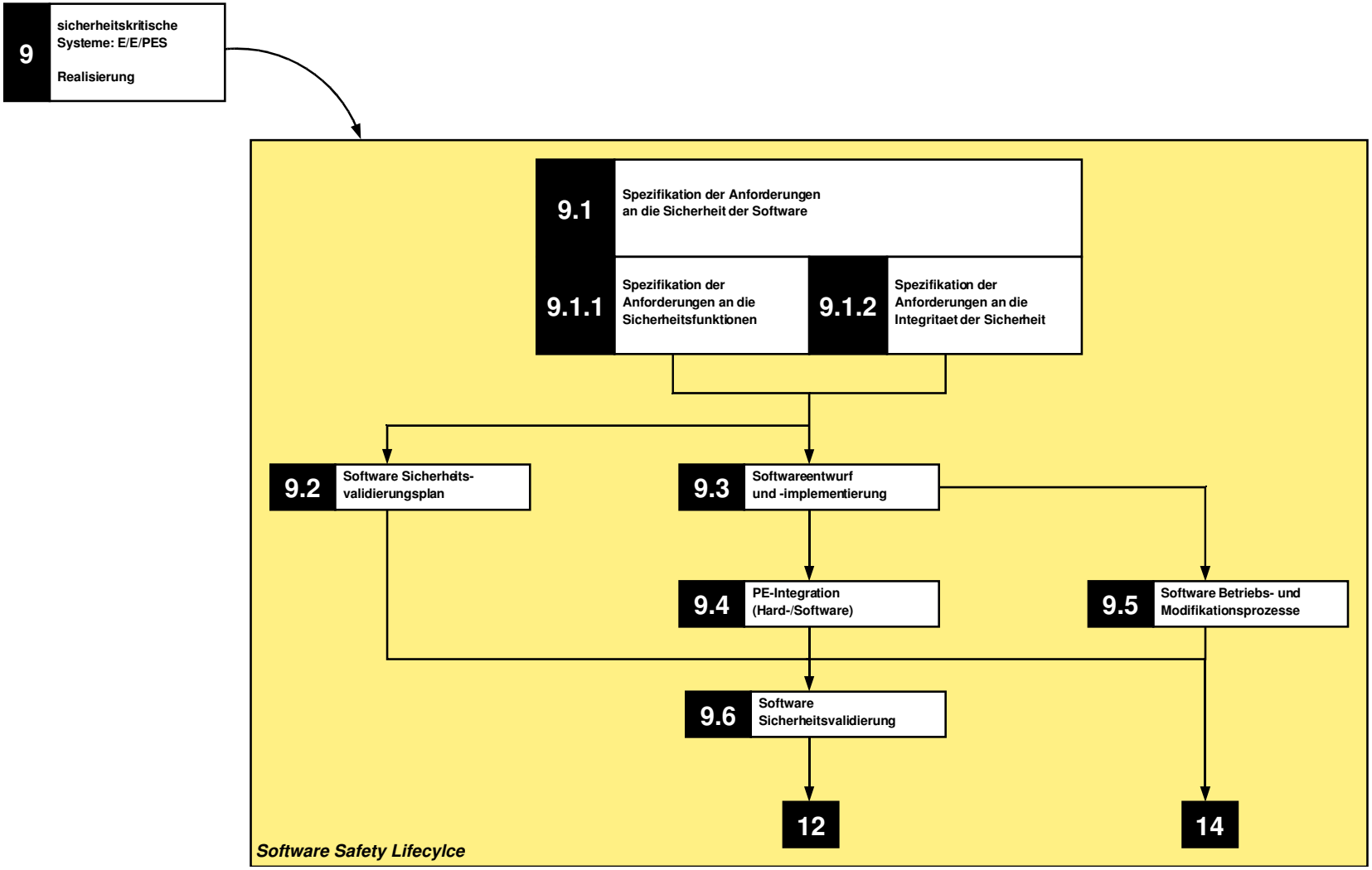
IEC 61508: Lebenszyklus



IEC 61508: Part 1

- definiert die **Aktivitäten des Lebenszyklus**
  - Entwicklung der Sicherheitsanforderungen
  - Zuordnung der Sicherheitsanforderungen zum System
  - Installation, Inbetriebnahme und Validierung des Systems
  - Betrieb, Wartung, Modifikation und Stilllegung das Systems
- Beschreibt die Anforderungen an die
  - Handhabung der funktionalen Sicherheit
  - Bewertung der funktionalen Sicherheit

IEC 61508: Part 3



IEC 61508: Part 3

- **Software Qualitätssicherung**
  - Konfigurationsmanagement
    - beinhaltet alles, was zum Erstellen der Software verwendet wird
    - Sicherung/Dokumentation der kompletten Entwicklungsumgebung
  - Formale Dokumentation der Veröffentlichung relevanter SW
    - Sicherungskopien
    - lebenslange Betreuung

- **Entwurf & Implementierung**
  - Architektur
  - Review und Evaluation
  - geeignete Entwicklungswerkzeuge (je nach SIL)
  - Verifikation der Anforderungen

IEC 61508: Part 3

- **PE Integration & Sicherheitsvalidierung**
  - Kompatibilität von Hardware und Software
  - Dokumentation der Umgebung der Integration und Validierung
    - Verfahren
    - Werkzeuge
  - Validierung des Systems
    - Testen
    - Modellierung
    - Simulation
    - ...
- **Modifikationen**
  - entsprechende Schritte müssen wiederholt werden

Zertifizierung von Softwarekomponenten

- Problemstellung und Lösungsansatz
- Usage-based Testing
- Zertifizierung
  - Prozess
  - Ergebnis
  - System
- Future Work

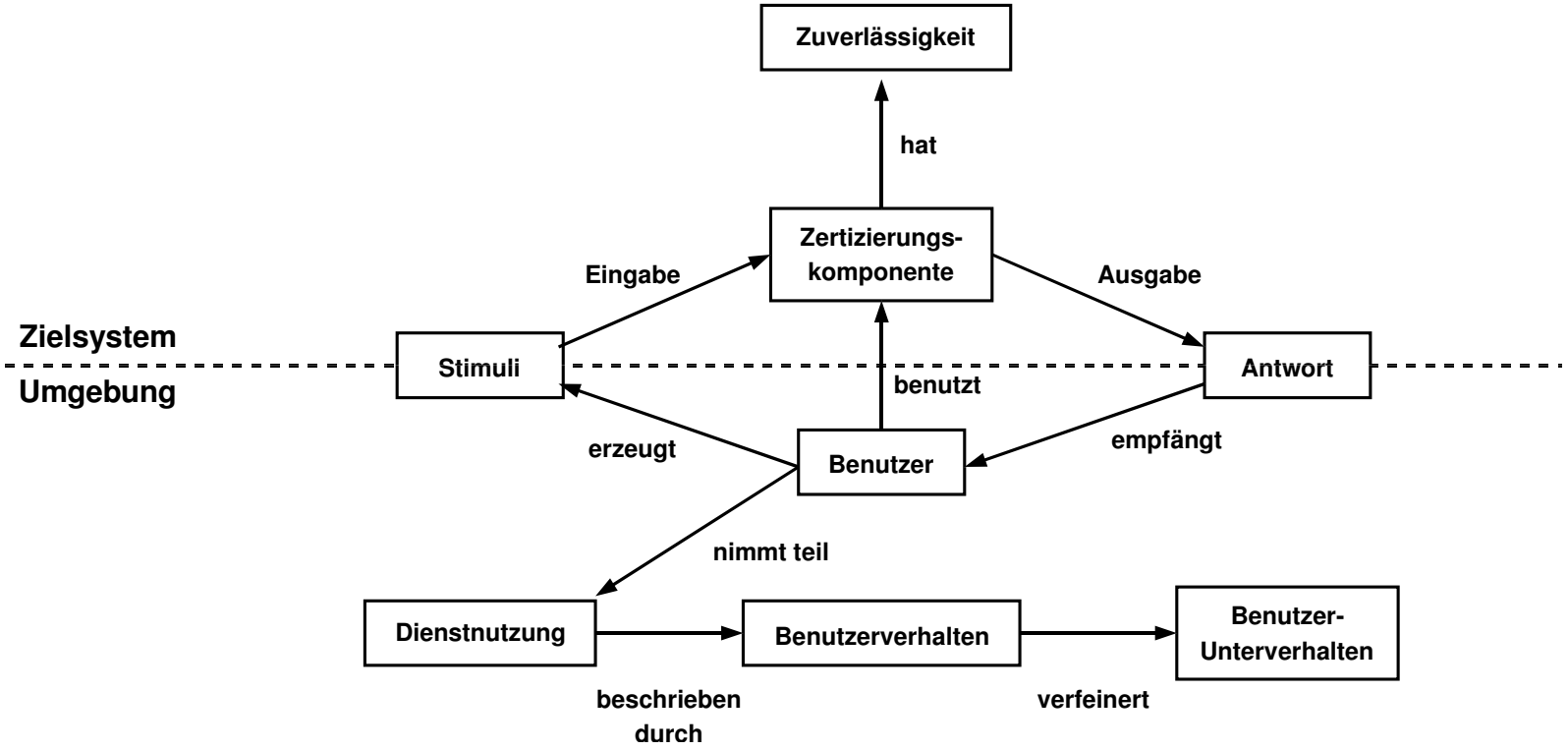
Problem und Lösungsansatz

- **Problem**
  - Zertifizierung kompletter Systeme: teuer & aufwendig
  - Zertifizierung von Komponenten: genaue Verwendung der Komponenten oft nicht absehbar

➔ **Lösungsansatz**:
  - Zertifizierung auf Basis wiederverwendbarer Softwarekomponenten
  - Zertifizierung im Hinblick auf Verwendungsprofile

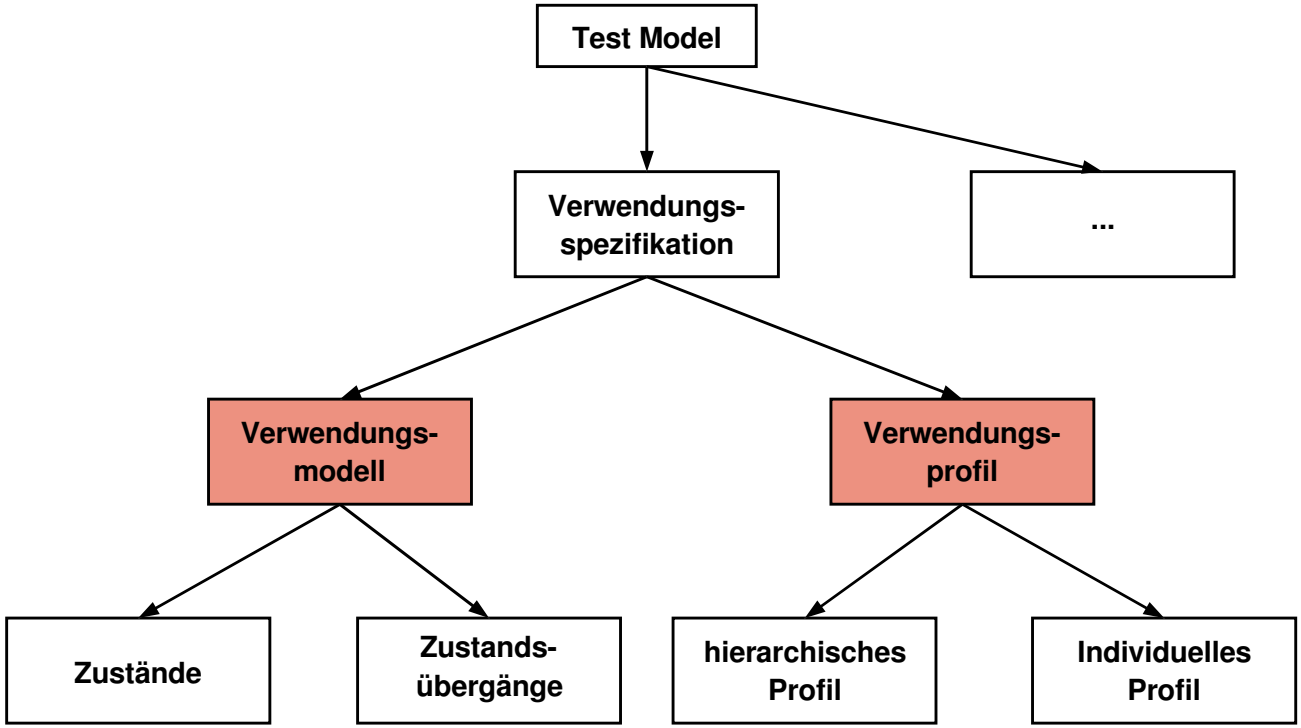
- Hier:
  - Zertifizierung der Zuverlässigkeit
  - Usage-based testing
  - Objekt-orientierte Software

Usage-based testing



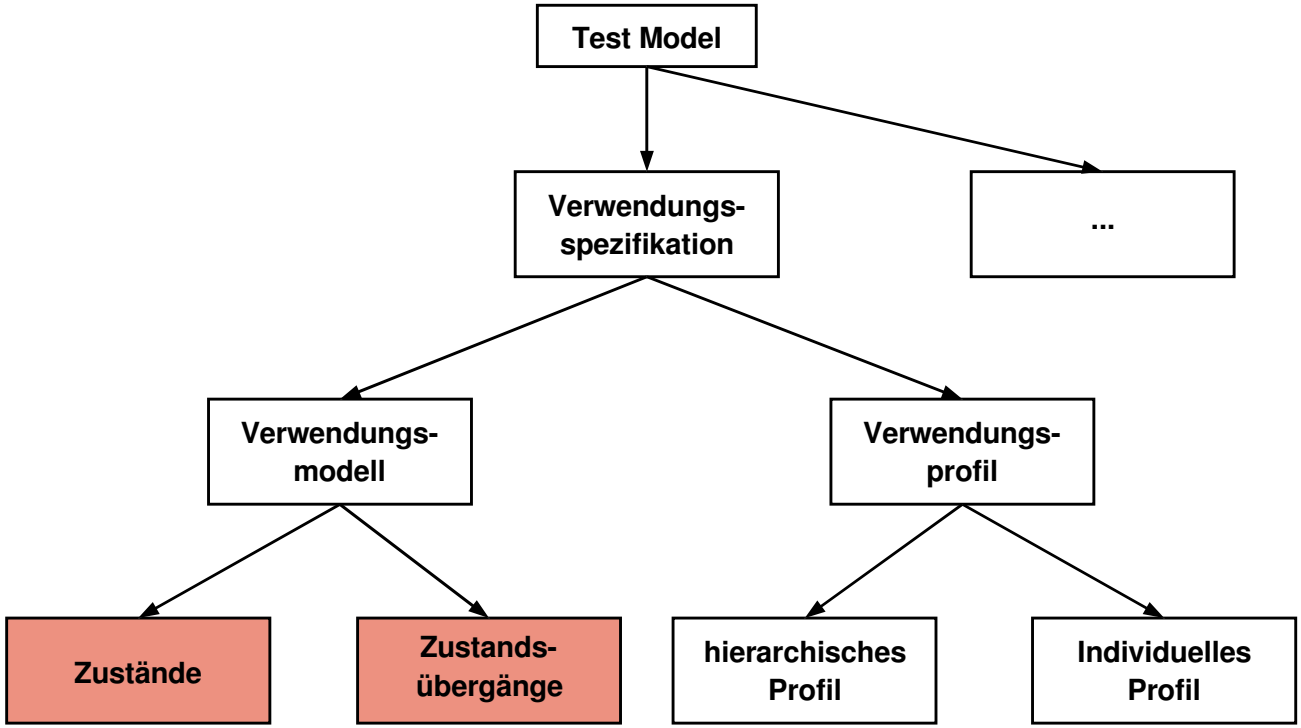
- Beschreibung der Verwendung/Umgebung durch Modelle
- Generierung von Testfällen mit Hilfe dieser Modelle

Modellierung der Umgebung



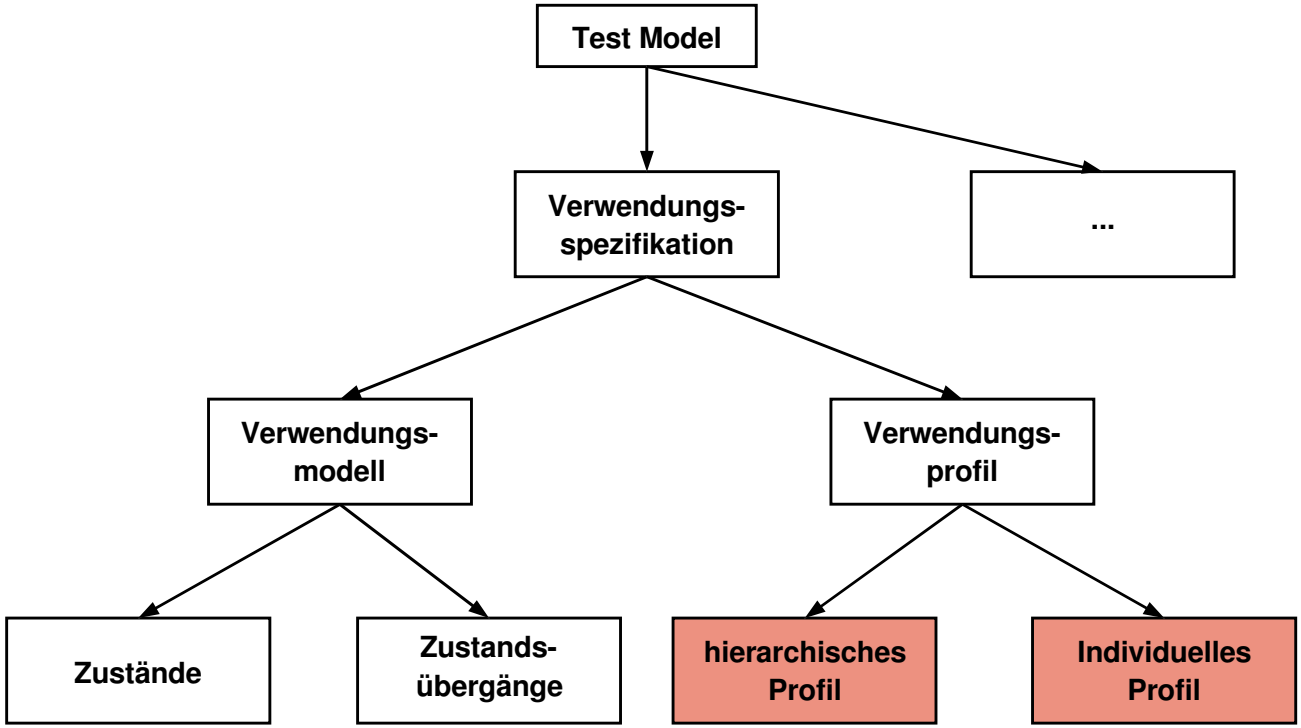
- **Verwendungsmodell**
  - modelliert die möglichen Verhaltensweisen der Benutzer
- **Verwendungsprofil**
  - quantifiziert die verschiedenen Verhaltensweisen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens

Modellierung der Umgebung



- **Verwendungsmodell** ist ein Zustandsautomat und besteht aus
  - Zuständen
  - Zustandsübergängen

Modellierung der Umgebung



- **hierarchisches Profil**
  - Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines spezifischen Benutzers
- **individuelles Profil**
  - das Profil eines speziellen Benutzers, für die Benutzung eines Dienstes

Modellierung der Umgebung

- Kombination
  - Testumgebung
  - Modell der Umgebung

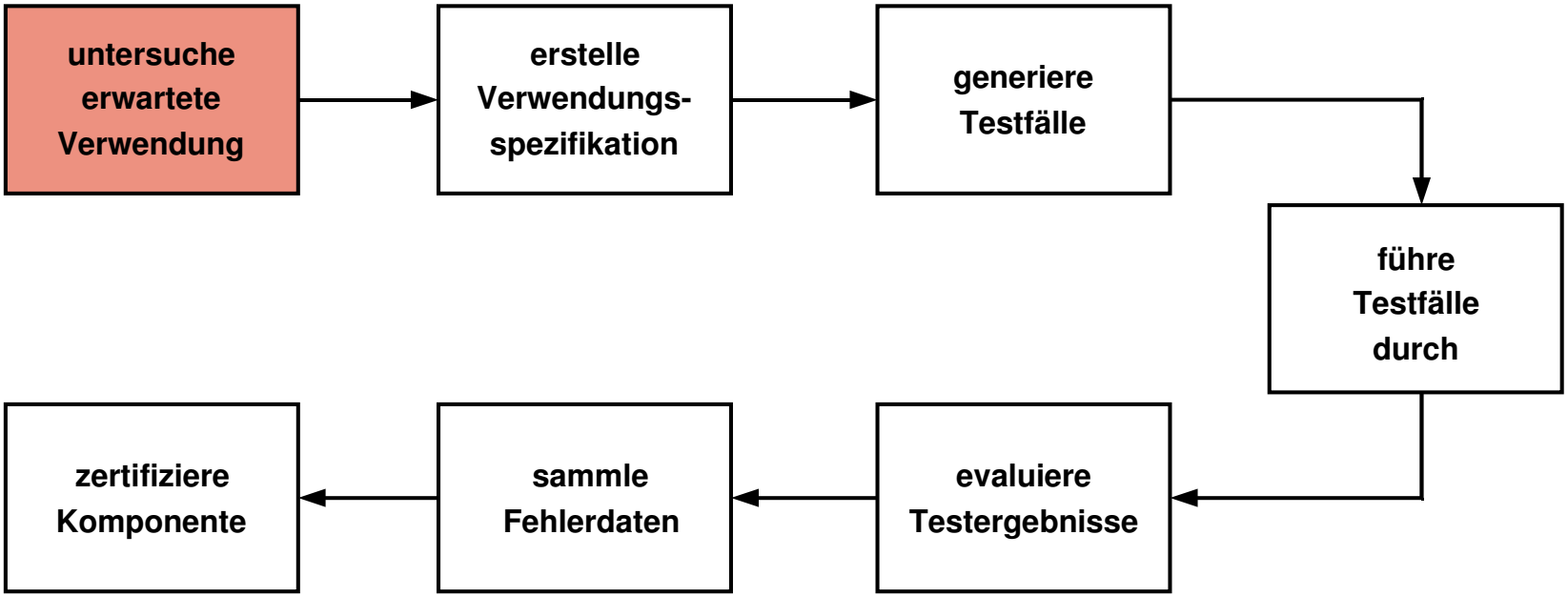
➔ **Benutzertypen**

- Benutzer mit demselben Verhalten (demselben Ziel, i.d.R. haben diese Benutzer identische Verwendungsmodelle)

➔ **Benutzersubtypen**

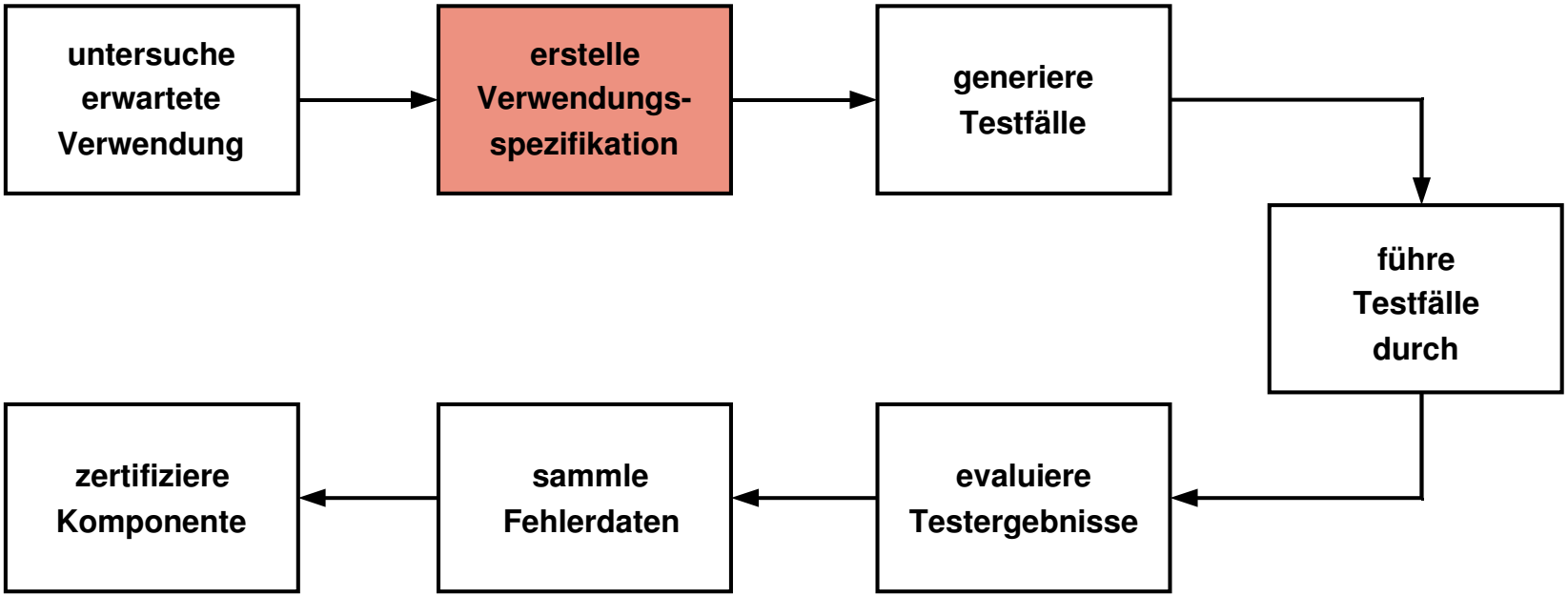
- Benutzertypen mit demselben Verwendungsprofil
- ➔ Benutzer haben dasselbe statistische Verhalten

Zertifizierung: Prozess



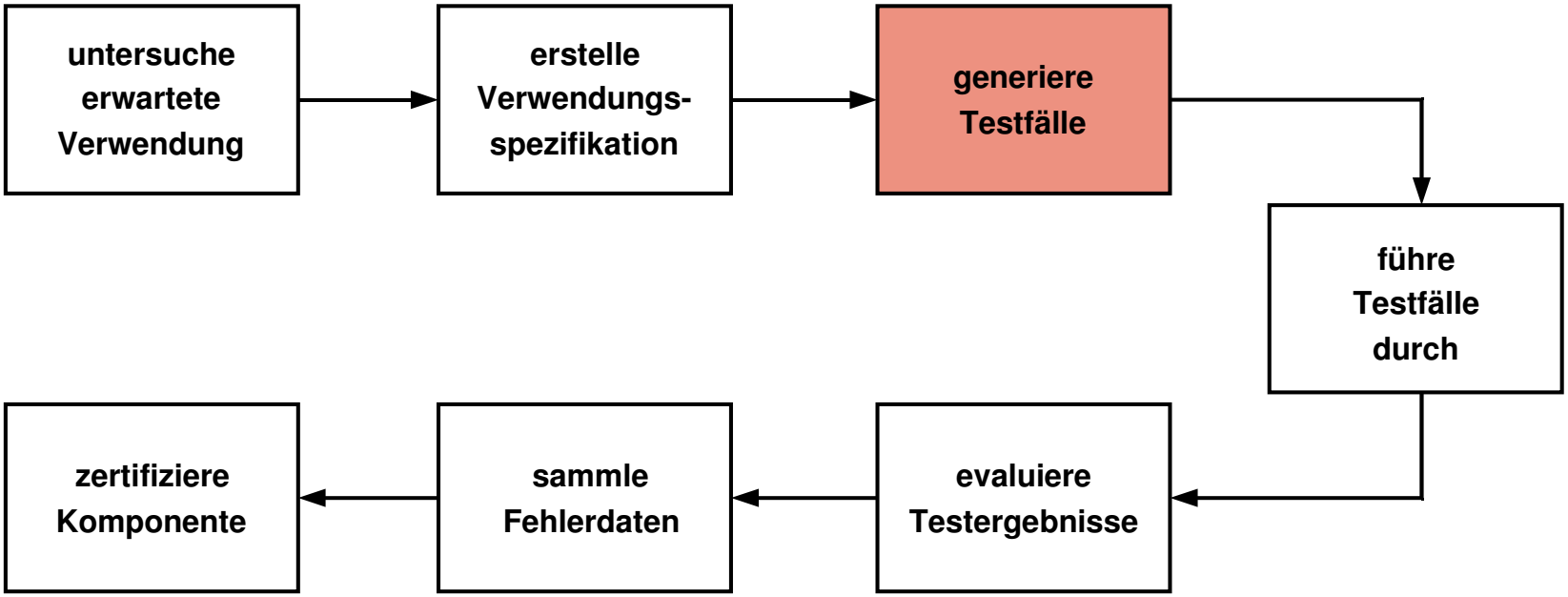
- Untersuchung der **erwarteten Verwendung**
  - Studien ähnlicher Systeme
  - keine genauen Verwendungswahrscheinlichkeiten (VW), sondern relative Wahrscheinlichkeiten verschiedener Dienste

Zertifizierung: Prozess



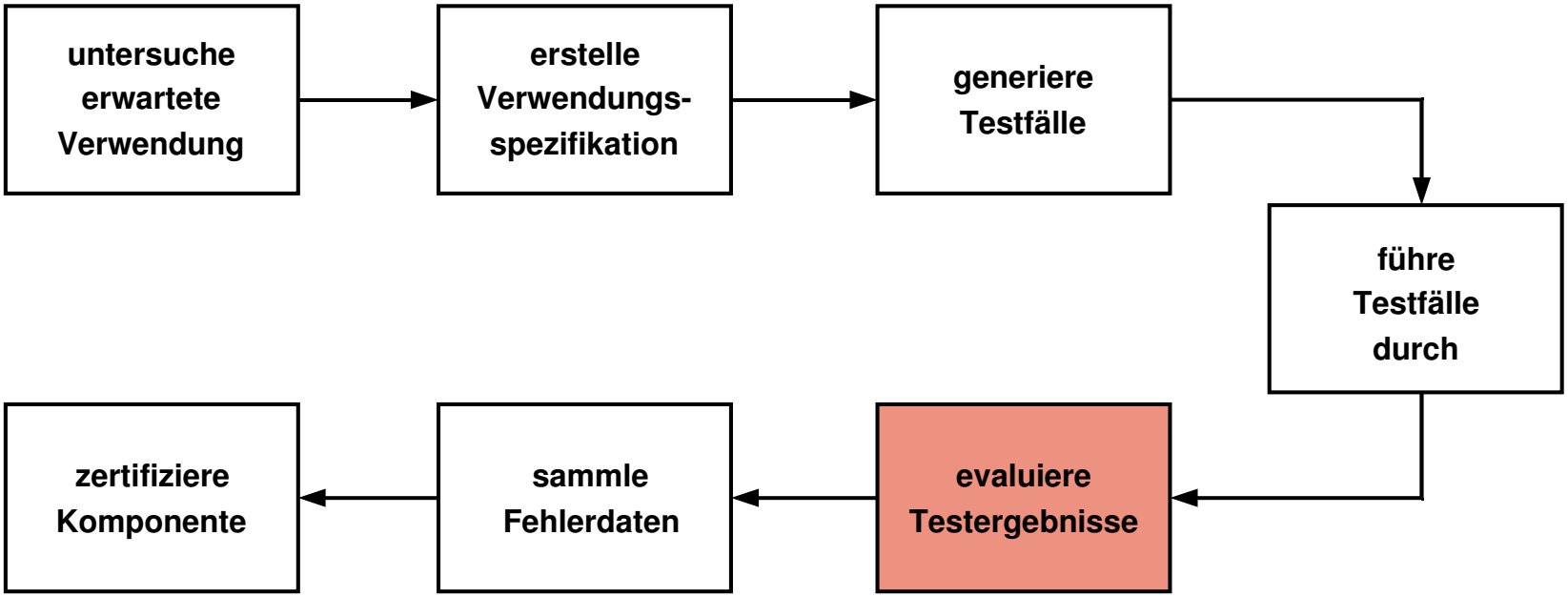
- Erstellung der **Verwendungsspezifikation**
  - identifiziere Dienste der Komponente
  - finde Benutzertypen und -subtypen → **Verwendugsprofil**
  - erwartete Verwendung → **Verwendungsmodell**
  - Analyse der Spezifikation: wird die erwartete Verwendung beschrieben?

Zertifizierung: Prozess



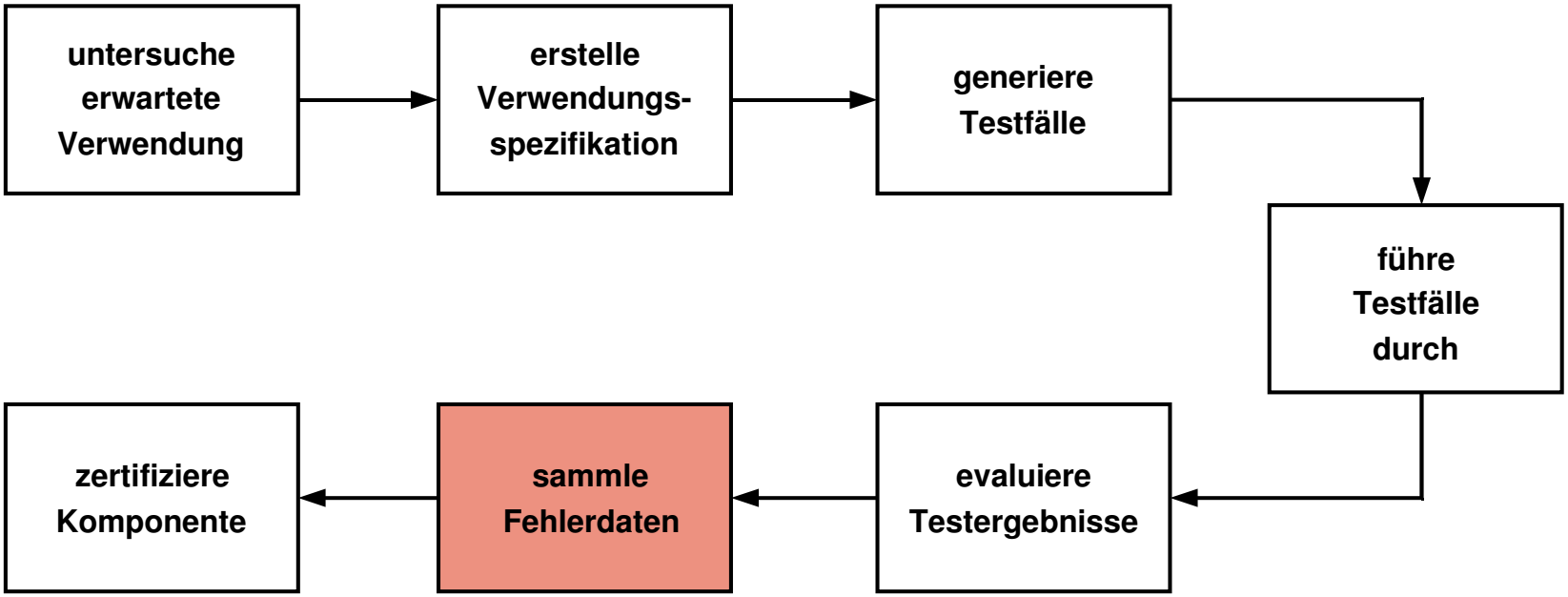
- Generierung von **Testfällen**
  - Stimuli werden aus der Verwendungsspezifikation erzeugt
  - Tester agiert als System und erstellt die erwarteten Antworten
  - Erstellung der Testfälle kann parallel zur Entwicklung erfolgen
  - Zukunft
    - Verwendung von *Use-Cases* und *Szenarios*
    - automatische Prüfung gegen die Anforderungsspezifikation

Zertifizierung: Prozess



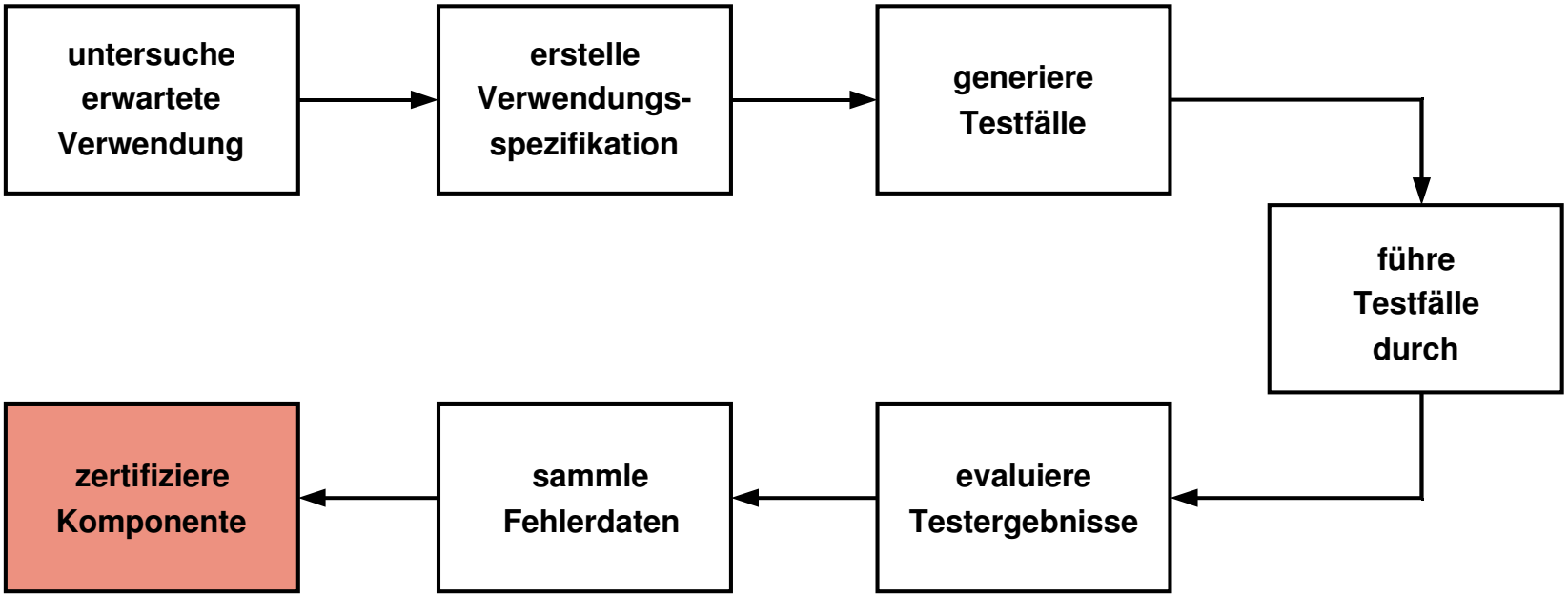
- Evaluation der **Testergebnisse**
  - Analyse der Log-Dateien

Zertifizierung: Prozess



- **Fehlerdaten**
  - Zeitspanne zwischen Fehlern

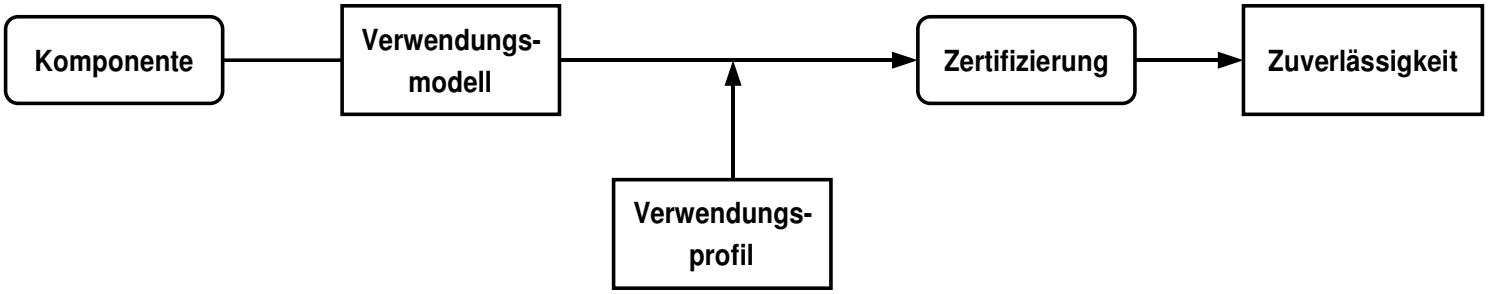
Zertifizierung: Prozess



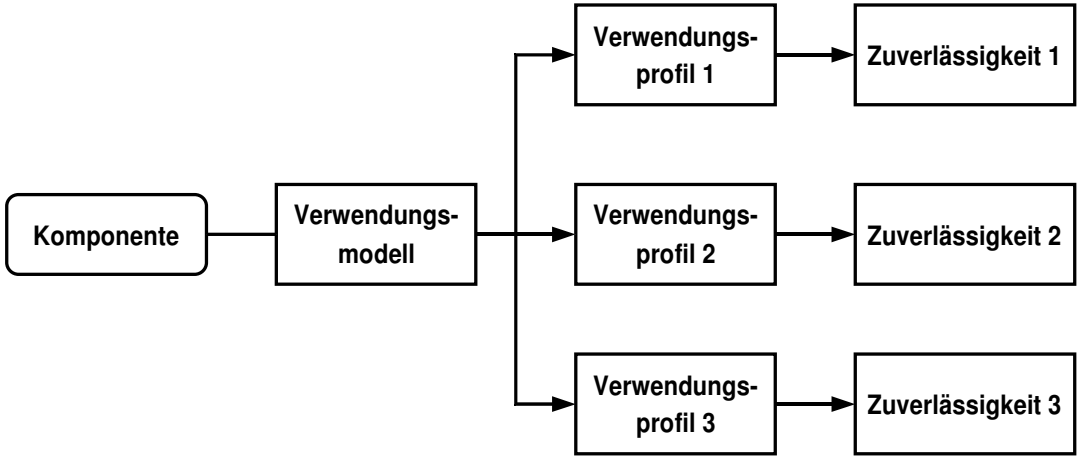
- **Zertifizierung**
  - Anwendung der Modelle zur Bewertung von Zuverlässigkeit

Zertifizierung: Ergebnis

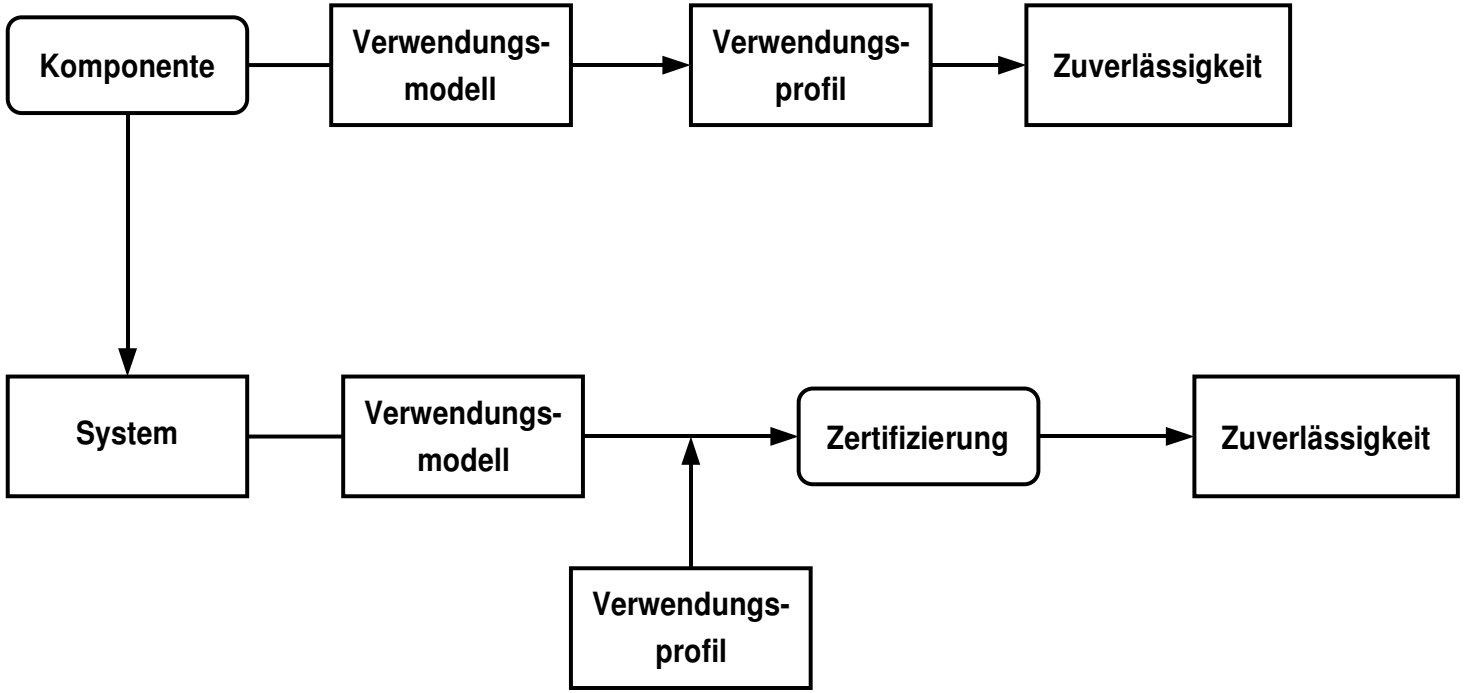
- **ein** Verwendungsmodel, ein Verwendungsprofil
- ➔ **ein** Zuverlässigkeitsmaß ...



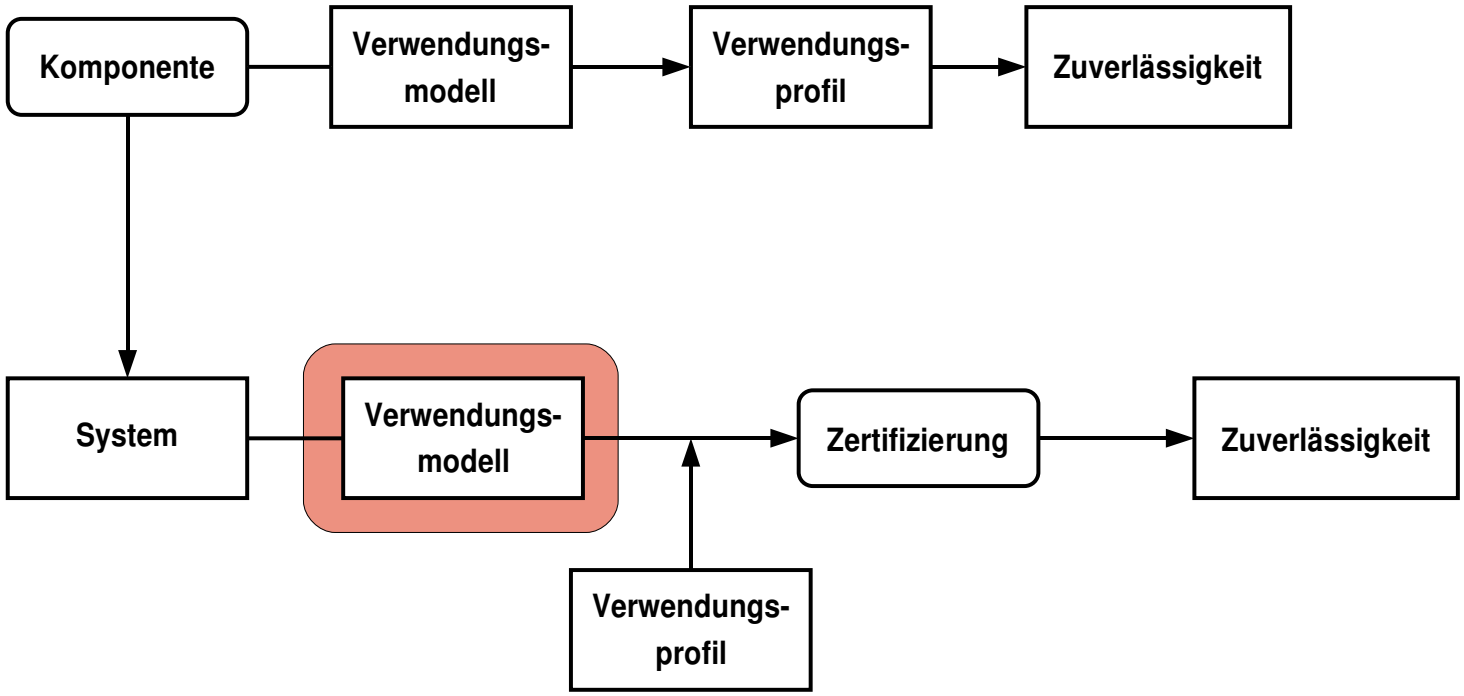
- ... **mehrere** Verwendungsprofile
- ➔ **mehrere** Zuverlässigkeitsmaße



Zertifizierung: System

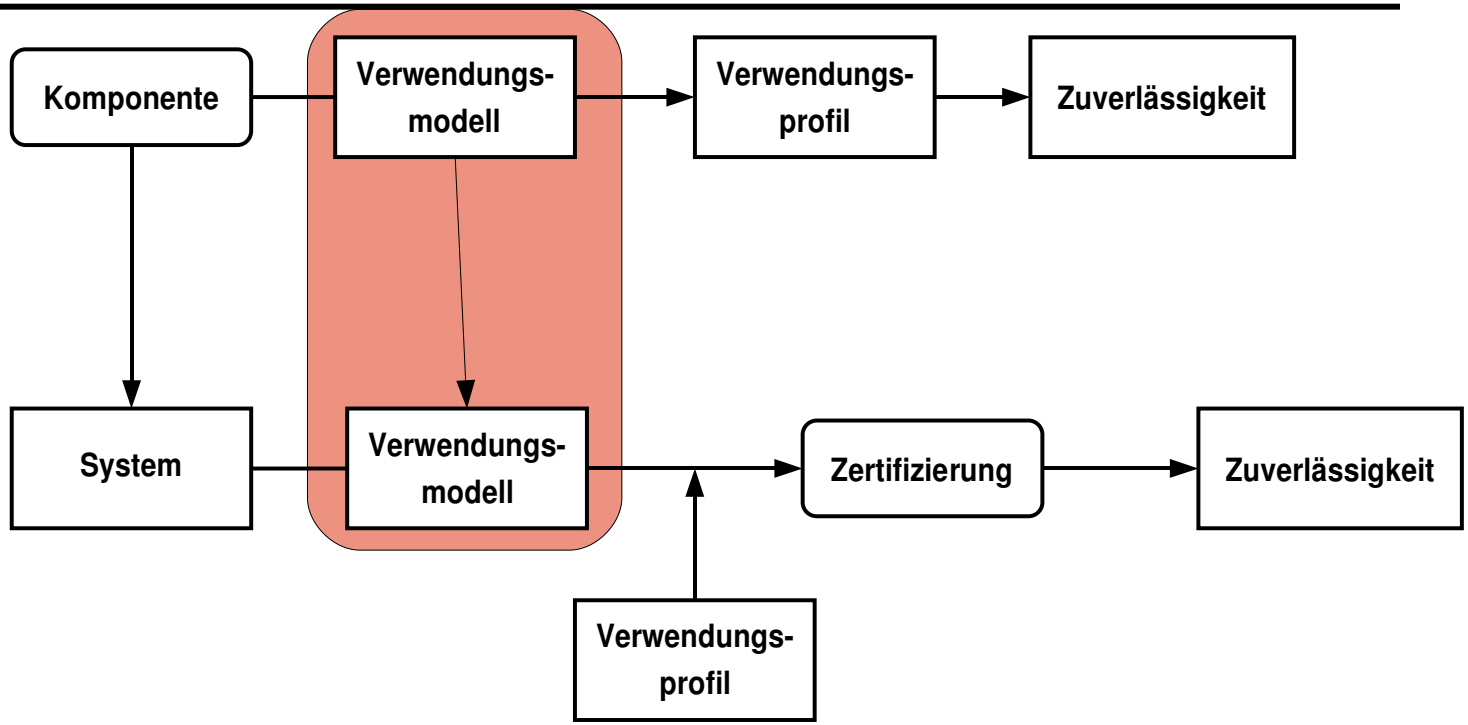


Zertifizierung: System



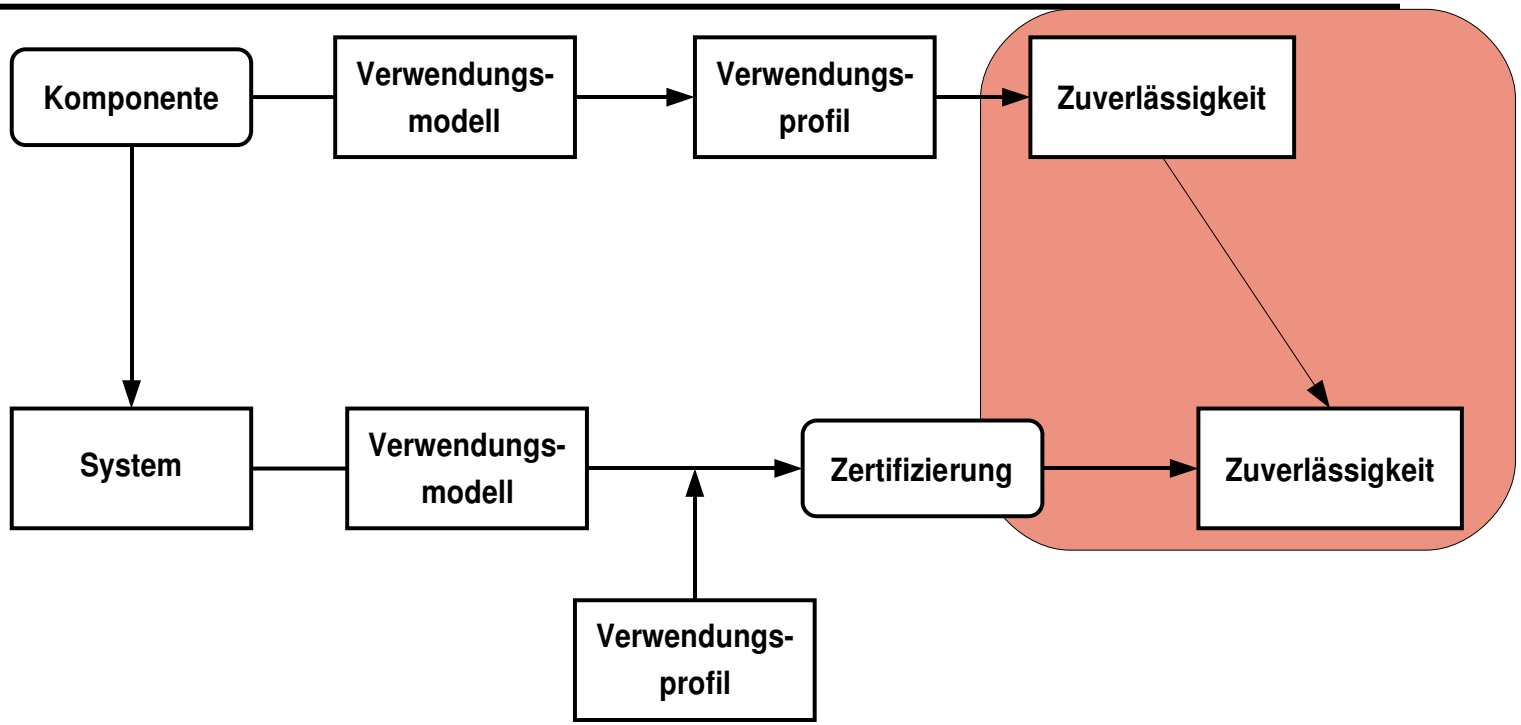
- Ansatz 1
  - Verwendungsmodell wird **neu erstellt**
  - ✔ unabhängig von den verwendeten Komponenten
  - ✗ Nachteil
    - aufwändig, teuer
    - Änderung einer Komponenten erfordert neue Zertifizierung des Systems

Zertifizierung: System



- Ansatz 2
  - **komponiere** Verwendungsmodelle des System und der Komponenten
  - ✗ Nachteil
    - Relation: Komponenten ↔ Teile des Verwendungsmodells des Systems erforderlich
    - Änderung einer Komponenten erfordert neue Zertifizierung des Systems

Zertifizierung: System



- Ansatz 3
  - Systemzuverlässigkeit leitet sich aus der Zuverlässigkeit der Komponenten ab
  - ✗ Nachteil: geringere Genauigkeit der Zertifizierung

Future Work

- erneute Zertifizierung falls sich Modelle ändern
  - wann ist eine erneute Zertifizierung notwendig?
  - Abstandsmaße für
    - Verwendungsprofile
    - Verwendungsmodelle
- OO: Oberklassen und Unterklassen
  - → Lässt sich das Verwendungsmodellen übertragen?

Zusammenfassung

- Allgemein
  - Arten der Zertifizierung
  - Wer? Wo? Was? Warum?
- TÜV Nord
  - SEELAB und SEECERT
- Normen
  - DO-178B, DO-248B, IEC 61508
- Zertifizierung von Komponenten
  - basierend auf Usage-based Testing
  - Future Work