

Helmut Balzert

# Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und Requirements Engineering

3. Auflage

Unter Mitwirkung von  
Heide Balzert  
Rainer Koschke  
Uwe Lämmel  
Peter Liggesmeyer  
Jochen Quante

Bibliothek

**Spektrum**  
K - / J - AKADEMISCHER VERLAG

# Inhalt

## I Die Wissenschaftsdisziplin Softwaretechnik 1

- 1 Was ist Software? 3
- 2 Warum ist Software so schwer zu entwickeln? 9
- 3 Was ist Softwaretechnik? 17

## II Basistechniken 23

### 4 Prinzipien 25

- 4.1 " Prinzip der Abstraktion 26
- 4.2 Prinzip der Strukturierung 34
- 4.3 Prinzip der Bindung und Kopplung 37
- 4.4 Prinzip der Hierarchisierung 38
- 4.5 Prinzip der Modularisierung 40
- 4.6 Geheimnisprinzip 42
- 4.7 Prinzip der Lokalität ..45 - • '
- 4.8 Prinzip der Verbalisierung 46
- 4.9 Abhängigkeiten zwischen den Prinzipien 48
- 4.10 Zusammenfassung 50

### 5 Methoden 53

### 6 Werkzeuge 59

- 6.1 Menschen, Methoden, Werkzeuge 59
- 6.2 Klassifikation von Werkzeugen 60
  - 6.2.1 Von Werkzeugen behandelte Artefakte 62
  - 6.2.2 Von Werkzeugen unterstützte Operationen 62
  - 6.2.3 Werkzeuge zur Kollaboration und Kommunikation 73
  - 6.2.4 Unterstützung von Prozessmodellen und Methoden 75
- 6.3 Integrierte Entwicklungsumgebungen 76
- 6.4 Modellgetriebene Entwicklung 79
- 6.5 Auswahlkriterien bei der Anschaffung von Werkzeugen 87
- 6.6 Evaluationsverfahren für die Anschaffung 90
- 6.7 Zusammenfassung 97

## Inhalt

### III Basiskonzepte 99

- 7 **Fallstudie: SemOrg - Die Spezifikation** 107
- 8 **Fallstudie: Fensterheber - Die Spezifikation** 117
- 9 **Statik** 127
  - 9.1 Funktionalität 127
    - 9.1.1 Einzelne Funktionen 128
    - 9.1.2 Zusammenfassung von Funktionen 131
    - 9.1.3 Box: Klassen-Methode und Checkliste 137
  - 9.2 Funktions-Strukturen *Y42*
    - 9.2.1 Funktionsbaum 143
    - 9.2.2 Pakete 145
      - 9.2.3 Box: Pakete - Methode und Checkliste 148
      - 9.2.4 Vererbung 150
        - 9.2.5 Box: Vererbung - Methode und Checkliste 155
        - 9.2.6 Assoziation 158
          - 9.2.7 Box: Assoziationen- Methode und Checkliste 166
          - 9.2.8 Box: Multiplizitäten - Methode und Checkliste 169
          - 9.2.9 Aggregation und Komposition 171
          - 9.2.10 Box: Komposition und Aggregation - Methode und Checkliste 175
          - 9.2.11 Weitere Strukturen 177
        - 9.3 Daten 181
          - 9.4 Box: Attribute - Methode und Checkliste 187
          - 9.5 Daten-Strukturen 190
            - 9.5.1 XML, DTD und XML-Schemata 190
              - 9.5.2 Entity-Relationship-Modell 199
                - 9.5.2.1 ER-Konzepte und OO-Konzepte im Vergleich 200
                - 9.5.2.2 Schlüssel, Tabellen und Dateien 204
                - 9.5.2.3 Beispiele für semantische Datenmodelle 207
                - 9.5.2.4 Unternehmensdatenmodelle und Weltmodelle 209
                - 9.5.2.5 Zusammenfassung 213
              - 9.5.3 , Multidimensionale Datenstrukturen 214
                - 9.5.3.1 *Data Warehouse* und *Data Marts* 215
                - 9.5.3.2 OLAP und Hyperwürfel 217
                - 9.5.3.3 Modellierungsansätze 222
                - 9.5.3.4 Zusammenfassung 226
  - 10 **Dynamik** 227
    - 10.1 Kontrollstrukturen 227
      - 10.1.1 Die Sequenz 229
      - 10.1.2 Die Auswahl 229
      - 10.1.3 Die Wiederholung 231
      - 10.1.4 Der Aufruf 235

10.1.5	Die Nebenläufigkeit	235
10.1.6	Aktivitätsdiagramm	236
10.1.7	Box: Aktivität - Methode und Checkliste	245
10.1.8	Zusammenfassung	249
10.2	Geschäftsprozesse und <i>Use Cases</i>	250
10.2.1	Konzepte und Notationen	251
10.2.2	EKPs und Aktivitätsdiagramme	253
10.2.3	<i>Use Case</i> -Diagramme und -Schablonen	255
10.2.4	Box: <i>Use Case</i> - Methode und Checkliste	262
10.2.5	Zusammenfassung	268
10.3	Zustandsautomaten	269
10.3.1	Erstellung eines Zustandsautomaten	270
10.3.2	Notationen	272
10.3.3	Zustandsautomat mit Endzuständen	274
10.3.4	Mealy-Automat vs. Moore-Automat	275
10.3.5	Zustandsautomat nach Harel	277
10.3.6	Verhaltens- vs. Protokollzustandsautomaten	287
10.3.7	Markov-Ketten	292
10.3.8	Box: Zustandsautomat - Methode und Checkliste	295
10.3.9	Zusammenfassung	301
10.4	Petrinetze	303
10.4.1	Bedingungs/Ereignis-Netze	305
10.4.2	Stellen/Transitions-Netze	309
10.4.3	Prädikat/Transitions-Netze	311
10.4.4	Hierarchische Petrinetze	312
10.4.5	Zeitbehaftete Petrinetze	314
10.4.6	Generalisierte stochastische Petrinetze	316
10.4.7	Aktivitätsdiagramme und Petrinetze	317
10.4.8	Strukturelemente und Strukturen von Petri-Netzen	320
10.4.9	Box: Petrinetze - Methode	322
10.4.10	Analyse und Simulation von Petrinetzen	327
10.4.11	Wertung	328
10.4.12	Zusammenfassung	330
10.5	Szenarien	332
10.5.1	Sequenzdiagramm	333
10.5.2	Kommunikationsdiagramm	343
10.5.3	Box: Sequenz- und Kommunikationsdiagramm - Methode und Checkliste	346
10.5.4	Timing-Diagramm	352
10.5.5	Zusammenfassung	355
<b>11</b>	<b>Logik</b>	<b>357</b>
11.1	Formale Logik	357
11.1.1	Aussagenlogik	358
11.1.2	Prädikatenlogik	367

## **Inhalt**

- 11.1.3 Temporale Logik 370
- 11.1.4 Zusammenfassung 377
- 11.2 *Constraints* und die OCL in der UML 377
- 11.2.1 *Constraints* in der UML 378,
- 11.2.2 OCL 380
- 11.2.3 Zusammenfassung 386
- 11.3 Entscheidungstabellen und Entscheidungsbäume 386
- 11.3.1 Erstellung einer Entscheidungstabelle 387
- 11.3.2 Anwendung einer Entscheidungstabelle 389
- 11.3.3 Überprüfung und Optimierung von Entscheidungstabellen 391
- 11.3.4 Darstellungsformen für Entscheidungstabellen 393
- 11.3.5 Entscheidungstabellen-Verbunde 394
- 11.3.6 Erweiterte Entscheidungstabellen 399
- 11.3.7 Eintreffer- und Mehrtreffer-Entscheidungstabellen 400
- 11.3.8 Zusammenfassung & Bewertung 402
- 11.4 Regeln 404
- 11.4.1 Aufbau von Regeln 405
- 11.4.2 Auswahl von Regeln 407
- 11.4.3 Regelbasierte Software 409
- 11.4.4 Der Rete-Algorithmus 412
- 11.4.5 Verkettung von Regeln 414
- 11.4.6 Lösungssuche 417
- 11.4.6.1 Der Suchbaum 419
- 11.4.6.2 Tiefe-zuerst-Suche 420
- 11.4.6.3 Breite-zuerst-Suche 422
- 11.4.6.4 Heuristische Suche 425
- 11.4.7 Bewertete Regeln 426
- 11.4.8 Geschäftsregeln 428
- 11.4.9 Anwendungen 429
- 11.4.10 Zusammenfassung 430

## **IV            *Requirements Engineering* 433**

- 12            **Problem vs. Lösung** 437
- 13            **Bedeutung, Probleme und *Best Practices*** 439
- 14            **Aktivitäten und Artefakte** 443
- 15            **Der *Requirements Engineering*-Prozess** 449
- 16            **Anforderungen und Anforderungsarten** 455
- 16.1        Visionen und Ziele 456
- 16.2        Rahmenbedingungen 459

- 16.3 Kontext und Überblick 461
- 16.4. Nichtfunktionale Anforderungen 463
- 16.5 Box: Qualitätsmerkmale nach ISO/IEC 9126-1 468
- 16.6 Abnahmekriterien 471
- 17 Anforderungen an Anforderungen 475**
- 18 Anforderungsattribute 479**
- 19 5 Natürlichsprachliche Anforderungen 481**
- 20 Anforderungsschablonen 485**
- 20.1 Anforderungsschablone der IEEE 830-1998 485
- 20.2 Anforderungsschablonen im V-Modell XT 487
- 20.3 Schablonen für Lastenheft, Pflichtenheft und Glossar 492
- 20.4 Schablonen für agile Entwicklungen 497
- 21 Anforderungen ermitteln und spezifizieren 503**
- 22 Anforderungen analysieren, validieren und abnehmen 513**
- 23 Schätzen des Aufwands 515**
- 23.1 Voraussetzungen und Einflussfaktoren 515
- 23.2 Warum ist das Schätzen des Aufwands wichtig? 517
- 23.3 Warum eine Aufwandsschätzung schwierig ist 518
- 23.4 Schätzverfahren 522
- 23.4.1 Analogiemethode 523
- 23.4.2 Expertenschätzung 523
- 23.4.3 Bottom-up-Methode 524
- 23.4.4 Prozentsatzmethode 525
- 23.4.5 Algorithmische Schätzung 526
- 23.4.6 Faustregeln 526
- 23.5 Die Function-Points-Methode 527
- 23.6 *Object Points/Application Points* 535
- 23.7 COCOMO II 536
- 23.8 Bewertung und weitere Aspekte 539
- 23.9 Zusammenfassung 542
- 24 Anforderungen priorisieren 543**
- 25 Anforderungen modellieren 547**
- 25.1 Beispiel: Objektorientierte Analyse 548
- 25.1.1 Strukturierung der OOA-Konzepte 549
- 25.1.2 OOA-Muster 550

## **Inhalt**

25.1.3 OOA-Methode 559

25.2 Domänenspezifische Sprachen 563

**26 Fallstudie: SemOrg V 1.0- Die fachliche Lösung 565**

**27 Fallstudie: Fensterheber - Die fachliche  
Lösung 575**

**28 Modellerte Anforderungen analysieren,  
verifizieren und abnehmen 587**

**Glossar 589**

**Literatur 605**

**Sachindex 619**