

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>		<b>21</b>
Der Aufbau dieses Buches . . . . .		22
Änderungen seit der 6. und 7. Ausgabe . . . . .		23
Zielgruppe . . . . .		23
Das Buch als Vorlesungsskript. . . . .		24
Webseiten . . . . .		25
Danksagungen . . . . .		25
<b>Teil I</b>	<b>Überblick</b>	<b>27</b>
<b>Kapitel 1</b>	<b>Einführung</b>	<b>29</b>
1.1	Fragen und Antworten zum Software Engineering . . . . .	31
1.1.1	Was ist Software? . . . . .	31
1.1.2	Was versteht man unter Software Engineering? . . . . .	33
1.1.3	Worin liegt der Unterschied zwischen Software Engineering und der Informatik? . . . . .	33
1.1.4	Worin liegt der Unterschied zwischen Software Engineering und System Engineering?. . . . .	34
1.1.5	Was ist ein Softwareprozess? . . . . .	34
1.1.6	Was ist ein Vorgehensmodell? . . . . .	35
1.1.7	Was kostet das Software Engineering? . . . . .	36
1.1.8	Was sind Methoden des Software Engineering? . . . . .	37
1.1.9	Was ist CASE?. . . . .	38
1.1.10	Welche Merkmale zeichnen gute Software aus? . . . . .	39
1.1.11	Worin liegen die größten Herausforderungen für das Software Engineering? . . . . .	39
1.2	Berufliche und ethische Verantwortung . . . . .	40
	Zusammenfassung . . . . .	44
	Ergänzende Literatur . . . . .	44
	Übungen . . . . .	45
<b>Kapitel 2</b>	<b>Soziotechnische Systeme</b>	<b>47</b>
2.1	Typische Systemeigenschaften . . . . .	50
2.2	Systementwicklung . . . . .	52
2.2.1	Definition der Systemanforderungen. . . . .	54
2.2.2	Systementwurf . . . . .	55
2.2.3	Systemmodellierung. . . . .	57
2.2.4	Entwicklung von Subsystemen . . . . .	58
2.2.5	Systemintegration. . . . .	59

2.2.6	Weiterentwicklung des Systems. . . . .	60
2.2.7	Stilllegung des Systems . . . . .	61
2.3	Organisationen, Menschen und Computersysteme. . . . .	61
2.3.1	Organisationsspezifische Prozesse. . . . .	62
2.4	Legacy-Systeme. . . . .	65
	Zusammenfassung . . . . .	67
	Ergänzende Literatur . . . . .	67
	Übungen . . . . .	68

## **Kapitel 3 Kritische Systeme 71**

3.1	Ein einfaches sicherheitskritisches System. . . . .	74
3.2	Systemverlässlichkeit. . . . .	76
3.3	Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit. . . . .	79
3.4	Betriebssicherheit . . . . .	84
3.5	Systemsicherheit. . . . .	87
	Zusammenfassung . . . . .	89
	Ergänzende Literatur . . . . .	90
	Übungen . . . . .	90

## **Kapitel 4 Softwareprozesse 93**

4.1	Vorgehensmodelle. . . . .	95
4.1.1	Das Wasserfall-Modell . . . . .	96
4.1.2	Evolutionäre Entwicklung . . . . .	98
4.1.3	Komponentenbasiertes Software Engineering. . . . .	99
4.2	Prozessiterationen. . . . .	101
4.2.1	Inkrementelle Entwicklung . . . . .	101
4.2.2	Spiralförmige Entwicklung. . . . .	103
4.3	Prozessaktivitäten . . . . .	104
4.3.1	Softwarespezifikation . . . . .	105
4.3.2	Softwareentwurf und -implementierung . . . . .	106
4.3.3	Softwarevalidierung . . . . .	109
4.3.4	Weiterentwicklung von Software. . . . .	111
4.4	Der Rational Unified Process . . . . .	112
4.5	Computer-Aided Software Engineering . . . . .	115
4.5.1	CASE-Klassifizierung . . . . .	116
	Zusammenfassung . . . . .	119
	Ergänzende Literatur . . . . .	120
	Übungen . . . . .	120

## **Kapitel 5 Projektmanagement 123**

5.1	Managementaufgaben. . . . .	125
5.2	Projektplanung . . . . .	127
5.2.1	Der Projektplan . . . . .	128
5.2.2	Meilensteine und Lieferschritte . . . . .	129
5.3	Einen Projektzeitplan aufstellen . . . . .	130
5.3.1	Balkendiagramme und Netzpläne . . . . .	132

5.4	Risikomanagement . . . . .	135
5.4.1	Risikoerkennung . . . . .	137
5.4.2	Risikoanalyse . . . . .	139
5.4.3	Risikoplanung . . . . .	139
5.4.4	Risikoüberwachung . . . . .	141
	Zusammenfassung . . . . .	142
	Ergänzende Literatur . . . . .	143
	Übungen . . . . .	143

## **Teil II      Anforderungen      147**

### **Kapitel 6      Softwareanforderungen      149**

6.1	Funktionale und nichtfunktionale Anforderungen . . . . .	152
6.1.1	Funktionale Anforderungen . . . . .	152
6.1.2	Nichtfunktionale Anforderungen . . . . .	154
6.1.3	Problembereichsanforderungen . . . . .	158
6.2	Benutzeranforderungen . . . . .	159
6.3	Systemanforderungen . . . . .	162
6.3.1	Spezifikation in strukturierter Sprache . . . . .	163
6.4	Schnittstellenspezifikation . . . . .	166
6.5	Das Pflichtenheft . . . . .	168
	Zusammenfassung . . . . .	172
	Ergänzende Literatur . . . . .	172
	Übungen . . . . .	173

### **Kapitel 7      Abläufe bei der Anforderungsanalyse      175**

7.1	Durchführbarkeitsstudien . . . . .	178
7.2	Anforderungsbestimmung und -analyse . . . . .	179
7.2.1	Anforderungssammlung . . . . .	181
7.2.2	Ethnografie . . . . .	190
7.3	Validierung von Anforderungen . . . . .	191
7.3.1	Anforderungs-Reviews . . . . .	193
7.4	Anforderungsmanagement . . . . .	194
7.4.1	Dauerhafte und veränderliche Anforderungen . . . . .	195
7.4.2	Planung des Anforderungsmanagements . . . . .	195
7.4.3	Anforderungsänderungsmanagement . . . . .	198
	Zusammenfassung . . . . .	199
	Ergänzende Literatur . . . . .	200
	Übungen . . . . .	200

### **Kapitel 8      Systemmodelle      203**

8.1	Kontextmodelle . . . . .	205
8.2	Verhaltensmodelle . . . . .	207
8.2.1	Datenflussmodelle . . . . .	208
8.2.2	Zustandsmodelle . . . . .	209

8.3	Datenmodelle .....	211
8.4	Objektmethoden .....	215
	8.4.1 Vererbungsmodelle .....	216
	8.4.2 Objekttaggregation .....	219
	8.4.3 Modellierung des Objektverhaltens .....	220
8.5	Strukturierte Methoden .....	221
	Zusammenfassung .....	223
	Ergänzende Literatur .....	223
	Übungen .....	224

## **Kapitel 9 Spezifikation kritischer Systeme 227**

9.1	Risikogesteuerte Spezifikation .....	229
	9.1.1 Risikoerkennung .....	230
	9.1.2 Risikoanalyse und -klassifizierung .....	231
	9.1.3 Risikozerlegung .....	234
	9.1.4 Maßnahmen zur Risikoreduzierung .....	235
9.2	Spezifikation der Betriebssicherheit .....	236
9.3	Spezifikation der Systemsicherheit .....	238
9.4	Spezifikation der Zuverlässigkeit einer Software .....	241
	9.4.1 Metriken für Zuverlässigkeit .....	242
	9.4.2 Nichtfunktionale Zuverlässigkeitsanforderungen .....	244
	Zusammenfassung .....	247
	Ergänzende Literatur .....	248
	Übungen .....	248

## **Kapitel 10 Formale Spezifikation 251**

10.1	Formale Spezifikation im Softwareprozess .....	254
10.2	Schnittstellenspezifikation für Subsysteme .....	257
10.3	Verhaltensbasierte Spezifikation .....	263
	Zusammenfassung .....	270
	Ergänzende Literatur .....	270
	Übungen .....	271

## **Teil III Entwurf 273**

### **Kapitel 11 Entwurf der Architektur 275**

11.1	Architektonische Entwurfsentscheidungen .....	279
11.2	Systemorganisation .....	281
	11.2.1 Das Datenspeichermodell .....	281
	11.2.2 Das Client/Server-Modell .....	283
	11.2.3 Das Schichtenmodell .....	284
11.3	Modulare Dekompositionen .....	286
	11.3.1 Objektorientierte Dekomposition .....	287
	11.3.2 Funktionsorientierte Pipeline .....	288

11.4	Steuerungstypen . . . . .	289
11.4.1	Zentrale Steuerung . . . . .	290
11.4.2	Ereignisgesteuerte Systeme . . . . .	292
11.5	Referenzarchitekturen . . . . .	294
	Zusammenfassung . . . . .	297
	Ergänzende Literatur . . . . .	297
	Übungen . . . . .	297

## **Kapitel 12 Architekturen verteilter Systeme 299**

12.1	Mehrprozessorarchitekturen . . . . .	302
12.2	Client/Server-Architekturen . . . . .	303
12.3	Verteilte Objektarchitekturen . . . . .	308
12.3.1	CORBA . . . . .	311
12.4	Interorganisationale verteilte Systeme . . . . .	315
12.4.1	Peer-to-Peer-Architekturen . . . . .	315
12.4.2	Dienstorientierte Systemarchitektur . . . . .	318
	Zusammenfassung . . . . .	322
	Ergänzende Literatur . . . . .	322
	Übungen . . . . .	323

## **Kapitel 13 Anwendungsarchitekturen 325**

13.1	Datenverarbeitende Systeme . . . . .	328
13.2	Transaktionsverarbeitende Systeme . . . . .	331
13.2.1	Informations- und ressourcenverwaltende Systeme . . . . .	333
13.3	Ereignisverarbeitende Systeme . . . . .	337
13.4	Sprachverarbeitende Systeme . . . . .	340
	Zusammenfassung . . . . .	342
	Ergänzende Literatur . . . . .	343
	Übungen . . . . .	343

## **Kapitel 14 Objektorientierter Entwurf 345**

14.1	Objekte und Objektklassen . . . . .	348
14.1.1	Nebenläufige Objekte . . . . .	351
14.2	Ablauf eines objektorientierten Entwurfs . . . . .	352
14.2.1	Systemkontext und Verwendungsmodelle . . . . .	355
14.2.2	Entwurf der Architektur . . . . .	357
14.2.3	Bestimmung der Objekte . . . . .	358
14.2.4	Entwurfsmodelle . . . . .	360
14.2.5	Spezifikation der Objektschnittstelle . . . . .	365
14.3	Weiterentwicklung des Entwurfs . . . . .	366
	Zusammenfassung . . . . .	367
	Ergänzende Literatur . . . . .	368
	Übungen . . . . .	368

<b>Kapitel 15</b>	<b>Entwurf von Echtzeitsoftware</b>	<b>371</b>
15.1	Systementwurf	375
15.1.1	Modellierung von Echtzeitsystemen	377
15.2	Echtzeitbetriebssysteme	378
15.2.1	Prozessmanagement	379
15.3	Überwachungs- und Steuerungssysteme	381
15.4	Datenerfassungssysteme	387
	Zusammenfassung	390
	Ergänzende Literatur	391
	Übungen	391
<b>Kapitel 16</b>	<b>Entwurf von Bedienoberflächen</b>	<b>395</b>
16.1	Entwurfsfragen	400
16.1.1	Interaktion mit dem Benutzer	400
16.1.2	Darstellung von Informationen	403
16.2	Der Prozess des Oberflächenentwurfs	409
16.3	Benutzeranalyse	411
16.3.1	Analysetechniken	412
16.4	Prototypen für Bedienoberflächen	414
16.5	Bewertung der Oberfläche	416
	Zusammenfassung	419
	Ergänzende Literatur	419
	Übungen	420
<b>Teil IV</b>	<b>Entwicklung</b>	<b>423</b>
<b>Kapitel 17</b>	<b>Schnelle Softwareentwicklung</b>	<b>425</b>
17.1	Agile Methoden	430
17.2	Extreme Programming	432
17.2.1	Testen in XP	435
17.2.2	Paarweise Programmierung	438
17.3	Schnelle Anwendungsentwicklung	439
17.4	Softwareprototypen	443
	Zusammenfassung	447
	Ergänzende Literatur	447
	Übungen	448
<b>Kapitel 18</b>	<b>Wiederverwendung von Software</b>	<b>451</b>
18.1	Die Landschaft der Wiederverwendung	455
18.2	Entwurfsmuster	457
18.3	Generatorgestützte Wiederverwendung	460
18.4	Anwendungsrahmen	463



<b>Kapitel 22</b>	<b>Verifikation und Validierung</b>	<b>555</b>
22.1	Verifikation und Validierung planen . . . . .	560
22.2	Softwareinspektionen . . . . .	562
22.2.1	Der Prozess der Programmspektion . . . . .	563
22.3	Automatisierte statische Analyse . . . . .	567
22.4	Verifikation und formale Methoden . . . . .	570
22.4.1	Cleanroom-Softwareentwicklung . . . . .	572
	Zusammenfassung . . . . .	575
	Ergänzende Literatur . . . . .	576
	Übungen . . . . .	576
<b>Kapitel 23</b>	<b>Testen von Software</b>	<b>579</b>
23.1	Testen von Systemen . . . . .	583
23.1.1	Integrationstests . . . . .	583
23.1.2	Auslieferungstests . . . . .	586
23.1.3	Leistungstests . . . . .	589
23.2	Testen von Komponenten . . . . .	590
23.2.1	Schnittstellentests . . . . .	591
23.3	Entwurf von Testfällen . . . . .	594
23.3.1	Anforderungsbasiertes Testen . . . . .	594
23.3.2	Testen von Klassen . . . . .	595
23.3.3	Strukturelle Tests . . . . .	599
23.3.4	Pfadüberdeckungstests . . . . .	601
23.4	Testautomatisierung . . . . .	603
	Zusammenfassung . . . . .	606
	Ergänzende Literatur . . . . .	606
	Übungen . . . . .	607
<b>Kapitel 24</b>	<b>Validierung kritischer Systeme</b>	<b>609</b>
24.1	Validierung der Zuverlässigkeit . . . . .	611
24.1.1	Betriebsprofile . . . . .	613
24.1.2	Vorhersagen der Zuverlässigkeit . . . . .	614
24.2	Gewährleistung der Betriebssicherheit . . . . .	617
24.2.1	Argumentation für die Betriebssicherheit . . . . .	618
24.2.2	Gewährleistung des Prozesses . . . . .	621
24.2.3	Prüfung der Betriebssicherheit zur Laufzeit . . . . .	623
24.3	Beurteilung der Systemsicherheit . . . . .	624
24.4	Sicherheits- und Zuverlässigkeitsszenarien . . . . .	626
	Zusammenfassung . . . . .	629
	Ergänzende Literatur . . . . .	630
	Übungen . . . . .	630



<b>Kapitel 25</b>	<b>Personalmanagement</b>	<b>635</b>
25.1	Personalauswahl . . . . .	637
25.2	Personalmotivation . . . . .	641
25.3	Gruppenmanagement . . . . .	644
25.3.1	Zusammensetzung einer Gruppe . . . . .	645
25.3.2	Zusammenhalt in der Gruppe . . . . .	647
25.3.3	Kommunikation in der Gruppe . . . . .	649
25.3.4	Organisation der Gruppe . . . . .	650
25.3.5	Arbeitsumgebungen . . . . .	651
25.4	Das P-CMM . . . . .	653
	Zusammenfassung . . . . .	655
	Ergänzende Literatur . . . . .	656
	Übungen . . . . .	657
<b>Kapitel 26</b>	<b>Aufwandsschätzung</b>	<b>659</b>
26.1	Softwareproduktivität . . . . .	662
26.2	Schätztechniken . . . . .	667
26.3	Aufwandsschätzung mithilfe eines Algorithmus . . . . .	669
26.3.1	Das COCOMO-Modell . . . . .	671
26.3.2	Algorithmische Kostenmodelle bei der Projektplanung . . . . .	681
26.4	Projektdauer und Personalplanung . . . . .	684
	Zusammenfassung . . . . .	685
	Ergänzende Literatur . . . . .	686
	Übungen . . . . .	686
<b>Kapitel 27</b>	<b>Qualitätsmanagement</b>	<b>689</b>
27.1	Prozess- und Produktqualität . . . . .	692
27.2	Qualitätssicherung und -standards . . . . .	693
27.2.1	ISO 9000 . . . . .	696
27.2.2	Standards für die Dokumentation . . . . .	697
27.3	Qualitätsplanung . . . . .	699
27.4	Qualitätskontrolle . . . . .	700
27.4.1	Qualitäts-Reviews . . . . .	701
27.5	Softwaremessung und -metriken . . . . .	702
27.5.1	Der Messvorgang . . . . .	705
27.5.2	Produktmetriken . . . . .	706
27.5.3	Analyse der Messergebnisse . . . . .	709
	Zusammenfassung . . . . .	710
	Ergänzende Literatur . . . . .	711
	Übungen . . . . .	711

<b>Kapitel 28</b>	<b>Prozessverbesserung</b>	<b>713</b>
28.1	Prozess- und Produktqualität . . . . .	716
28.2	Prozessklassifizierung . . . . .	718
28.3	Prozessmessung . . . . .	720
28.4	Prozessanalyse und -modellierung . . . . .	722
	28.4.1 Prozessausnahmen . . . . .	725
28.5	Prozessänderung . . . . .	726
28.6	Das CMMI-Rahmenwerk zur Prozessverbesserung . . . . .	728
	28.6.1 Das gestufte CMMI-Modell . . . . .	731
	28.6.2 Das fortlaufende CMMI-Modell . . . . .	733
	Zusammenfassung . . . . .	734
	Ergänzende Literatur . . . . .	734
	Übungen . . . . .	735
<b>Kapitel 29</b>	<b>Konfigurationsmanagement</b>	<b>737</b>
29.1	Planung des Konfigurationsmanagements . . . . .	740
	29.1.1 Ermitteln der Konfigurationselemente . . . . .	741
	29.1.2 Die Konfigurationsdatenbank . . . . .	743
29.2	Änderungsmanagement . . . . .	744
29.3	Versions- und Release-Management . . . . .	747
	29.3.1 Versionsbezeichnung . . . . .	748
	29.3.2 Release-Management . . . . .	750
29.4	Systemerstellung . . . . .	753
29.5	CASE-Werkzeuge für das Konfigurationsmanagement . . . . .	754
	29.5.1 Unterstützung des Änderungsmanagements . . . . .	755
	29.5.2 Unterstützung des Versionsmanagements . . . . .	756
	29.5.3 Unterstützung der Systemerstellung . . . . .	757
	Zusammenfassung . . . . .	759
	Ergänzende Literatur . . . . .	759
	Übungen . . . . .	760
<b>Teil VII</b>	<b>Neue Technologien</b>	<b>763</b>
<b>Kapitel 30</b>	<b>Sicherheitsorientierte Entwicklung</b>	<b>765</b>
30.1	Sicherheitskonzepte . . . . .	768
30.2	Management von Sicherheitsrisiken . . . . .	770
	30.2.1 Vorbereitende Risikobewertung . . . . .	771
	30.2.2 Risikobewertung während der Entwicklung . . . . .	773
30.3	Entwerfen unter dem Sicherheitsaspekt . . . . .	776
	30.3.1 Architekturentwurf . . . . .	777
	30.3.2 Leitlinien für das Entwerfen . . . . .	779
	30.3.3 Entwerfen unter dem Bereitstellungsaspekt . . . . .	784

30.4	Überlebensfähigkeit des Systems	786
	Zusammenfassung	790
	Ergänzende Literatur	790
	Übungen	791

## **Kapitel 31 Dienstorientierte Softwareentwicklung** **793**

31.1	Dienste als wieder verwendbare Komponenten	797
31.2	Dienstentwicklung	801
31.2.1	Ermittlung von Dienstkandidaten	802
31.2.2	Entwerfen der Schnittstellen für den Dienst	804
31.2.3	Implementierung und Bereitstellung der Dienste	807
31.2.4	Dienste für herkömmliche Systeme	808
31.3	Softwareentwicklung mit Diensten	810
31.3.1	Entwurf und Implementierung des Workflows	812
31.3.2	Testen von Diensten	815
	Zusammenfassung	817
	Ergänzende Literatur	817
	Übungen	818

## **Kapitel 32 Aspektorientierte Softwareentwicklung** **819**

32.1	Die Trennung von Belangen	821
32.2	Aspekte, Verbindungspunkte und Pointcuts	825
32.3	Softwareentwicklung mit Aspekten	829
32.3.1	Belangorientierte Anforderungsentwicklung	831
32.3.2	Aspektorientiertes Entwerfen und Programmieren	834
32.3.3	Verifikation und Validierung	838
	Zusammenfassung	841
	Ergänzende Literatur	841
	Übungen	842

## **Glossar** **843**

## **Register** **857**