Ian Sommerville

Software Engineering

8, aktualisierte Aufiaqe

PEARSON
Studium

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 21

Der Aufbau dieses Buches . . . 22
Änderungen seit der 6. und 7. Ausgabe . . . 23
Zielgruppe . . . 23
Das Buch als Vorlesungsskript . . . 24
Webseiten . . . 25
Danksagungen . . . 25

Teil I Überblick 27

Kapitel 1 Einführung 29

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

Kapitel 2 Soziotechnische Systeme 47

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 Objektaggregation . . . 219
8.4.3 Modellierung des Objektverhaltens . . . 220
8.5 Strukurierte 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 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

Kapitel 15 Entwurf von Echtzeitsoftware 371

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

Kapitel 16 Entwurf von Bedienoberflächen 395

16.1 Entwurfsfragen . . . 400
16.1.1 Interaktion mit dem Benutzer . . . 400
1 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

Teil IV Entwicklung 423

Kapitel 17 Schnelle Softwareentwicklung 425

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

Kapitel 18 Wiederverwendung von Software 451

18.1 Die Landschaft der Wiederverwendung . . . 455
18.2 Entwurfsmuster . . . 457
18.3 Generatorgestützte Wiederverwendung . . . 460
18.4 Anwendungsrahmen . . . 463

18.5 Wiederverwendung von Anwendungssystemen . . . 464
18.5.1 Wiederverwendung von käuflichen Produkten . . . 465
18.5.2 Softwareproduktlinien . . . 468
Zusammenfassung . . . 473
Ergänzende Literatur . . . 473
Übungen Kapitel . . . 474

Kapitel 19 Komponentenbasiertes Software Engineering 475

19.1 Komponenten und Komponentenmodelle . . . 478
19.1.1 Komponentenmodelle . . . 482
19.1.2 Komponentenentwicklung mit dem Ziel der Wiederverwendung. 484
19.2 Der Entwicklungsprozess für komponentenbasierte Software . . . 487
19.3 Zusammenstellung von Komponenten . . . 490
Zusammenfassung . . . 497
Ergänzende Literatur . . . 498
Übungen . . . 499

Kapitel 20 Entwicklung kritischer Systeme 501

20.1 Verlässliche Prozesse . . . 505
20.2 Verlässliche Programmierung . . . 507
20.2.1 Geschützte Informationen . . . 507
20.2.2 Sichere Programmierung . . . 509
20.2.3 Behandlung von Exceptions . . . 511
20.3 Fehlertoleranz . . . 514
20.3.1 Fehlererkennung und Schadensbeurteilung . . . 515
20.3.2 Wiederherstellung und Reparatur nach einem Fehler . . . 519
20.4 Fehlertolerante Architekturen . . . 521
Zusammenfassung . . . 525
Ergänzende Literatur . . . 525
Übungen . . . 526

Kapitel 21 Weiterentwicklung von Software 529

21.1 Dynamik der Programmevolution . . . 531
21.2 Wartung von Software . . . 534
21.2.1 Vorhersagen des Wartungsaufwands . . . 537
21.3 Weiterentwicklungsprozesse . . . 539
21.3.1 System-Reengineering . . . 542
21.4 Weiterentwicklung der Legacy-Systeme . . . 545
Zusammenfassung . . . 551
Ergänzende Literatur . . . 551
Übungen . . . 551

Teil V Verifikation & Validierung 553

Kapitel 22 Verifikation und Validierung 555

22.1 Verifikation und Validierung planen . . . 560
22.2 Softwareinspektionen . . . 562
22.2.1 Der Prozess der Programminspektion . . . 563
22.3 Automatisierte statische Analyse . . . 567
22.4 Verifikation und formale Methoden . . . 570
22.4.1 Cleanroom-Softwareentwicklung . . . 572
Zusammenfassung . . . 575
Ergänzende Literatur . . . 5 76
Übungen . . . 576

Kapitel 23 Testen von Software 579

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

Kapitel 24 Validierung kritischer Systeme 609

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

Teil VI Verwaltung 633

Kapitel 25 Personalmanagement 635

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

Kapitel 26 Aufwandsschätzung 659

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

Kapitel 27 Qualitätsmanagement 689

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

Kapitel 28 Prozessverbesserung 713

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

Kapitel 29 Konfigurationsmanagement 737

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

Teil VII Neue Technologien 763

Kapitel 30 Sicherheitsorientierte Entwicklung 765

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