Reiner Dumke

**Modernes
Software Engineering**

Aufbau und Arbeitsweise von Rechenanlagen
von Wolfgang Coy

Mehr als nur Programmieren...
Eine Einführung in die Informatik
von Rainer Gmehlich und Heinrich Rust

Computergrafik in der Differentialgeometrie
von Eberhard Malkowsky und Wolfgang Nickel
herausgegeben von Kurt Endl

Modernes Software Engineering
Eine Einführung
von Reiner Dumke

Modellbildung und Simulation
von Hartmut Bossel

Softwareentwicklung nach Maß
von Reiner Dumke

Parallele Programmierung
von Thomas Bräunl

„Elemente“ der Informatik
Ausgewählte mathematische Grundlagen
für Informatiker und Wirtschaftsinformatiker
von Rainer Beedgen

Computersicherheit
von Rolf Oppliger

Formale Methoden und kleine Systeme
von Dirk Siefkes

Numerik sehen und verstehen
von Manfred Bretz

Reiner Dumke

Modernes Software Engineering

Eine Einführung

Das in diesem Buch enthaltene Programm-Material ist mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Der Autor und der Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Alle Rechte vorbehalten

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1993

Der Verlag Vieweg ist ein Unternehmen der Verlagsgruppe Bertelsmann International.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN 978-3-528-05355-0

DOI 10.1007/978-3-322-96867-8

ISBN 978-3-322-96867-8 (eBook)

Vorwort

Das Software Engineering (Software-Technik bzw. Software-Technologie) hat sich inzwischen zu einem sehr umfangreichen Fachgebiet der Informatik entwickelt. Es versucht, für die verschiedensten Software-Entwicklungsprozesse geeignete Mittel und Methoden zur Verfügung zu stellen. Die heutige Software-Entwicklung ist vor allem gekennzeichnet durch

- eine zunehmende Komplexität der zu realisierenden Systeme,
- eine zunehmende Parallelisierung der implementierten Problemstellungen,
- eine wachsende Qualitätsanforderung an die laufenden Software-Produkte und durch
- erhöhte Sicherheitsanforderungen sowohl hinsichtlich Zuverlässigkeit als auch Berechtigungsabsicherung.

Die auf dem Gebiet des Software Engineering vorhandene Literatur ist ebenso vielfältig aber größtenteils speziellen Aspekten gewidmet. Das vorliegende **Lehrbuch** zum Software Engineering entstand auf der Grundlage langjähriger Erfahrung bei der Planung, Leitung und der Realisierung umfangreicher Software-Projekte sowie der langjährigen Ausbildung von Informatikstudenten im Fach Software-Technik. Es dient vor allem

- den Studenten der Universitäten und Fachhochschulen als einführendes Lehrbuch in die Probleme des Software Engineering,
- der Vermittlung von Grundkenntnissen zum Software Engineering, die den Leser in die Lage versetzen sollen, auf der Grundlage der zu jedem Abschnitt angegebenen Literatur, sich tiefer in ein Spezialgebiet einarbeiten zu können,
- als Nachschlagewerk für bereits in der praktischen Software-Entwicklung tätige Programmierer und Software-Entwickler überhaupt.

Es setzt dabei Grundkenntnisse in der Programmierung und zum geringen Teil auch aus speziellen Gebieten der Mathematik, wie der Mengenlehre, der Graphentheorie und der Statistik, voraus. Der Titel „Modernes Software Engineering“ wurde aus folgenden Gründen gewählt:

1. Die modernen Software-Entwicklungsmethoden sind auf neue Anwendungsgebiete gerichtet und versuchen dabei neue, vor allem effektivere Techniken zu verwenden. Dazu zählen beispielsweise die *durchgängige* objektorientierte Software-Entwicklung, die formale Spezifikation und die damit einhergehende Qualitätsverbesserung der Software-Produkte.
2. Bei der Entwicklung moderner Software-Produktionsverfahren werden häufig die Erkenntnisse aus „klassischen“ Paradigmen nicht beachtet. Deshalb sind für das Verständnis und der höheren Effektivität künftiger Software-Entwicklung auch Kenntnisse aus diesem Bereich erforderlich.
3. Die Entscheidung über die Qualität und die Effektivität von Software-Entwicklungsmethoden setzt genaue *quantifizierte* Kenntnisse voraus. Daher ist die Software-Messung von Anfang an in die Software-Entwicklung mit einzubeziehen und auch Gegenstand dieses Buches.

Nach einem einleitenden Kapitel beschäftigt sich das zweite Kapitel mit dem *Programmieren im Kleinen* und behandelt ausgewählte Programmierungs- und Software-Entwicklungsgrundlagen aus diesem Bereich. Der *Programmierung im Großen* widmet sich das dritte Kapitel. Neben den vielfältigen Problemen einer *Software-Produktion* und einigen ausgewählten klassischen Entwicklungsmethoden geht es hierbei um moderne Verfahren, wie die formale Spezifikation und die CASE-Tool-gestützte objektorientierte Software-Entwicklung. Übungsaufgaben zu den einzelnen Abschnitten und einige Lösungshinweise am Ende dieses Buches ermöglichen eine selbständige Einarbeitung in die verschiedenen Bereiche des Software Engineering.

Meinen Dank für zahlreiche Hinweise und Anregungen zu den einzelnen Themenbereichen gilt Frau Prof. Floyd, den Herren Prof. Stuchlik, Dr. Zuse, Dr. Winkler und Herrn Ulrich, sowie meinen Kollegen für die Unterstützung bei der redaktionellen Bearbeitung. Mein besonderer Dank gilt meiner Frau für ihr Verständnis und die Hilfe bei der Korrektur des Manuskriptes sowie dem Vieweg-Verlag für die entgegenkommende Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Der Begriff des Software Engineering	1
1.2	Gegenstand des Software Engineering	3
1.3	Quellen- und Literaturhinweise	5
2	Programmieren im Kleinen	7
2.1	Einleitende Bemerkungen	7
2.2	Strukturierte Programmierung	8
2.2.1	Einleitung	8
2.2.2	Grundstrukturen der SP	9
2.2.3	Strukturierungsmethoden	12
2.2.4	Der Pseudocode	15
2.2.5	Struktogramme	16
2.2.6	Übungsaufgaben	18
2.2.7	Quellen- und Literaturhinweise	18
2.3	Modularisierung	20
2.3.1	Der Begriff des Moduls	20
2.3.2	Prinzipien der Modularisierung	20
2.3.3	Entwurfsarten	23
2.3.4	Ein Modularisierungsbeispiel	24
2.3.5	Übungsaufgaben	25
2.3.6	Quellen- und Literaturhinweise	26

2.4	Allgemeine Makroprogrammierung	28
2.4.1	Grundbegriffe der Makrotechnik	28
2.4.1.1	Der Makrobegriff	28
2.4.1.2	Makrosprachen	29
2.4.1.3	Makroprozessoren	30
2.4.1.4	Anwendungsgebiete	31
2.4.2	Spezielle Makrosprachen	31
2.4.2.1	Der C-Preprozessor	31
2.4.2.2	Das SUPERMAC-Prinzip	34
2.4.3	Übungsaufgaben	37
2.4.4	Quellen- und Literaturhinweise	37
2.5	Programmtest	39
2.5.1	Einleitung	39
2.5.2	Statischer Programmtest	40
2.5.2.1	Checklistenverfahren	40
2.5.2.2	Code-Reviews	41
2.5.2.3	Programmverifikation	41
2.5.2.4	Symbolische Programmtestung	45
2.5.3	Dynamisches Testen	45
2.5.3.1	Auswahl der Testdaten	46
2.5.3.2	Allgemeine Testmethoden	47
2.5.3.3	Der Black-Box-Test	48
2.5.3.4	Der White-Box-Test	50
2.5.3.5	Testhilfen	54
2.5.4	Übungsaufgaben	55
2.5.5	Quellen- und Literaturhinweise	56
2.6	Programmodifikation	58
2.6.1	Einleitung	58
2.6.2	Programmverständnis	58
2.6.2.1	Lesbarkeitsverbesserungen	59
2.6.2.2	Programmierkonventionen	62

2.6.2.3	Programmskelette	63
2.6.3	Programmodifikationsformen	65
2.6.3.1	Wiederverwendung	65
2.6.3.2	Transformationen	67
2.6.4	Spezielle Programmcharakteristika	72
2.6.4.1	Programmqualität	73
2.6.4.2	Programmversionen	75
2.6.5	Übungsaufgaben	77
2.6.6	Quellen- und Literaturhinweise	77
2.7	Programmdokumentation	79
2.7.1	Einleitung	79
2.7.2	Literate Programming	81
2.7.2.1	Das WEB-System	81
2.7.2.2	Das T _E X-System	82
2.7.2.3	Das Makropaket L ^A T _E X	85
2.7.2.4	Das Pascal-WEB-System	89
2.7.2.5	Das Cweb-System	93
2.7.3	Übungsaufgaben	94
2.7.4	Quellen- und Literaturhinweise	95
2.8	Programmmessung	97
2.8.1	Programmodelle	97
2.8.2	Meßgrößen	105
2.8.2.1	Das Leistungsverhalten	105
2.8.2.2	Die Programmkomplexität	105
2.8.3	Maßbeispiele	108
2.8.3.1	Lines Of Code	109
2.8.3.2	Halstead's Software Science	111
2.8.3.3	Das McCabe-Maß	115
2.8.3.4	Das Henry/Kafura-Maß	116
2.8.3.5	Das Blaschek-Maß	117
2.8.4	Meßtheoretische Grundlagen	118

2.8.5	Die Programmierung	121
2.8.5.1	Meßstrategie	121
2.8.5.2	Validation von Programmaßen	123
2.8.6	Meß-Tools	124
2.8.7	Übungsaufgaben	126
2.8.8	Quellen- und Literaturhinweise	127
3	Programmieren im Großen	129
3.1	Software-Management	130
3.1.1	Der Software-Lebenszyklus	130
3.1.1.1	Die Software-Entwicklungsphasen	130
3.1.1.2	Sequentielle Software-Lebenszyklusmodelle	140
3.1.1.3	Nichtsequentielle Software-Lebenszyklusmodelle	142
3.1.1.4	Übungsaufgaben	147
3.1.1.5	Quellen- und Literaturhinweise	148
3.1.2	Managementformen	150
3.1.2.1	Projektmanagement	150
3.1.2.2	Konfigurationsmanagement	155
3.1.2.3	Software-Qualitätsmanagement	156
3.1.2.4	CASE-Tool-Einsatz	161
3.1.2.5	Übungsaufgaben	164
3.1.2.6	Quellen- und Literaturhinweise	164
3.2	Klassische Entwurfsmethoden	167
3.2.1	Entscheidungstabellen	167
3.2.1.1	Grundlegende Eigenschaften	167
3.2.1.2	Einfache Beispiele	168
3.2.1.3	Übungsaufgaben	170
3.2.1.4	Quellen- und Literaturhinweise	171
3.2.2	Petri-Netze	173
3.2.2.1	Grundeigenschaften	173
3.2.2.2	Netztransformationen	175
3.2.2.3	Petri-Netz-Interpretationen	176

3.2.2.4	Übungsaufgaben	178
3.2.2.5	Quellen- und Literaturhinweise	178
3.2.3	Das Entity-Relationship-Modell	180
3.2.3.1	Darstellungsform	180
3.2.3.2	Relationsbeschreibungen	182
3.2.3.3	Übungsaufgaben	184
3.2.3.4	Quellen- und Literaturverzeichnis	185
3.2.4	Die SA-Methode	187
3.2.4.1	Überblick	187
3.2.4.2	Entwurfsdokumente	188
3.2.4.3	Übungsaufgaben	192
3.2.4.4	Quellen- und Literaturhinweise	193
3.3	Formale Spezifikation	195
3.3.1	Einleitung	195
3.3.2	Formale Spezifikation mittels VDM	197
3.3.2.1	Einführende Beispiele	197
3.3.2.2	Grundkonstrukte der Spezifikationssprache	198
3.3.2.3	Die VDM-Spezifikationsmethodik	206
3.3.2.4	Übungsaufgaben	208
3.3.2.5	Quellen- und Literaturhinweise	209
3.3.3	Formale Spezifikation mit LOTOS	211
3.3.3.1	Das Grundkonzept von LOTOS	211
3.3.3.2	Basis-LOTOS	214
3.3.3.3	Datentypen	219
3.3.3.4	Das erweiterte LOTOS	225
3.3.3.5	Softwareentwicklung mit LOTOS	231
3.3.3.6	Übungsaufgaben	236
3.3.3.7	Quellen- und Literaturhinweise	237
3.4	Objektorientierte Software-Entwicklung	239
3.4.1	Allgemeine Grundlagen	239
3.4.2	Quellen- und Literaturhinweise	245

3.5	Objektorientierte Analyse nach COAD/ YOURDON	247
3.5.1	Methodische Grundlagen	247
3.5.2	Identifikation der Klassen und Objekte	249
3.5.3	Herleiten der Objektstruktur	250
3.5.4	Identifikation der Subjektstruktur	251
3.5.5	Ergänzung der Objekte um Attribute	252
3.5.6	Erweiterung der Objekte um Dienste	253
3.5.7	Dokumentation	255
3.5.8	Das OOA-Modell	255
3.5.9	Übungsaufgaben	256
3.5.10	Quellen- und Literaturhinweise	257
3.6	Objektorientierter Entwurf nach COAD/ YOURDON	259
3.6.1	Methodische Grundlagen	259
3.6.2	Entwurf der Problembereichskomponente	260
3.6.3	Entwurf der Nutzerschnittstelle	261
3.6.4	Entwurf des Task-Management	261
3.6.5	Entwurf des Daten-Management	262
3.6.6	Übungsaufgaben	262
3.6.7	Quellen- und Literaturhinweise	262
3.7	Objektorientierte Programmierung	264
3.7.1	Objektorientierte Programmierung in Smalltalk	264
3.7.2	Objektorientierte Programmierung in C++	267
3.7.3	Objektorientierte Programmgenerierung	268
3.7.4	Übungsaufgaben	269
3.7.5	Quellen- und Literaturhinweise	269
3.8	Ein einfaches Beispiel	271
3.8.1	Problemstellung	271
3.8.2	Etwas OOA	272
3.8.3	Weiteres OOA	273
3.8.4	Die OOD-Problembereichskomponente	276
3.8.5	Bereits etwas OOP in Smalltalk	277
3.8.6	OOP in C++	281
3.8.7	Die OOD-Nutzerschnittstelle (HIC)	282

4	Lösungshinweise zu den Übungen	285
4.1	Programmieren im Kleinen	285
4.1.1	Strukturierten Programmierung	285
4.1.2	Modularisierung	287
4.1.3	Makroprogrammierung	287
4.1.4	Programmtest	288
4.1.5	Programmodifikation	289
4.1.6	Programmdokumentation	290
4.1.7	Programmessung	292
4.2	Programmierung im Großen	293
4.2.1	Software-Lebenszyklus	293
4.2.2	Managementformen	294
4.2.3	Entscheidungstabellen	295
4.2.4	Petri-Netze	296
4.2.5	Entity-Relationship-Modell	297
4.2.6	Strukturierte Analyse	298
4.2.7	Formale Spezifikation mit VDM	300
4.2.8	Formale Spezifikation mit LOTOS	301
4.2.9	Objektorientierte Analyse	302
4.2.10	Objektorientierter Entwurf	304
4.2.11	Objektorientierte Programmierung	305
	Sachwortverzeichnis	307