

**Martin HitzGerti Kappel-Elisabeth KapsammerWerner Retschitzegger**

# **UML@Work**

**Objektorientierte Modellierung mit UML2**

**mit Beiträgen von Martin Bernauer, Gerhard Kramler,  
Wieland Schwinger, Manuel Wimmer**

3., aktualisierte und überarbeitete Auflage

**FS] dpunkt.verlag**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
*	1.1	Einführung in UML . . . . . 2
	1.1.1	Historie von UML . . . . . 2
	1.1.2	Grundprinzipien von UML . . . . . 5
	1.1.3	Diagrammarten im Überblick . . . . . 8
	1.2	Ziele und Aufbau des Buchs. . . . . 12
	1.2.1	Ziele des Buchs. . . . . 12
	1.2.2	Notationskonventionen. . . . . 14
	1.2.3	Vorstellung des CALENDARIUM-Beispiels . . . 15
	1.2.4	Kapitelübersicht . . . . . 18
<b>2</b>	<b>Was bringt UML2?</b>	<b>21</b>
	2.1	Ziele von UML2. . . . . 21
	2.1.1	Infrastruktur. . . . . 23
	2.1.2	SuperStruktur. . . . . 24
	2.1.3	Object Constraint Language (OCL). . . . . 25
	2.1.4	Diagrammaustausch . . . . . 25
	2.2	Neuerungen in der Strukturmodellierung . . . . . 26
	2.2.1	Klassendiagramm und Objektdiagramm. . . . . 26
	2.2.2	Paketdiagramm. . . . . 27
	2.2.3	Komponentendiagramm. . . . . 27
	2.2.4	Kompositionsstruktur diagramm . . . . . 28
	2.2.5	Verteilungsdiagramm . . . . . 29
	2.3	Neuerungen in der Verhaltensmodellierung . . . . . 29
	2.3.1	Anwendungsfalldiagramm. . . . . 30
	2.3.2	Aktivitätsdiagramm. . . . . 30
	2.3.3	Zustandsdiagramm. . . . . 32
	2.3.4	Interaktionsdiagramme. . . . . 33

## Inhaltsverzeichnis

2.4	Allgemeine Neuerungen . . . . .	34
2.4.1	Verallgemeinerung des <i>Classifier-Konzepts</i> . . . . .	34
2.4.2	Verallgemeinerung des <i>Behavior-Konzepts</i> . . . . .	35
2.4.3	Erweiterung der Modellebene um Instanzen und Rollen. . . . .	38
2.4.4	Striktere Trennung zwischen Sprachkonzepten und Notationselementen. . . . .	41
2.4.5	Offene Grenzen zwischen verschiedenen Diagrammarten. . . . .	42
2.4.6	Modularisierung von Diagrammen. . . . .	45
2.4.7	Zertifizierungsprogramm. . . . .	46
2.5	Hält UML2 was es verspricht? . . . . .	46
<b>Strukturmodellierung</b>		<b>51</b>
3.1	Klassendiagramm . . . . .	52
3.1.1	Klasse. . . . .	52
3.1.2	Assoziation. . . . .	63
3.1.3	Aggregation. . . . .	72
3.1.4	Einschränkungen. . . . .	78
3.1.5	Generalisierung. . . . .	79
3.1.6	Abhängigkeit. . . . .	97
3.1.7	Interface. . . . .	101
3.1.8	Variationen des Klassenkonzepts. . . . .	104
3.1.9	Parametrisierte Klasse. . . . .	113
3.1.10	Datentyp. . . . .	116
3.1.11	Signal. . . . .	117
3.2	Objektdiagramm. . . . .	118
3.3	Paketdiagramm. . . . .	120
3.3.1	Import von Elementen und Paketen. . . . .	123
3.3.2	Verschmelzung von Paketen. . . . .	127
3.3.3	Modelle und Bibliotheken. . . . .	132
3.3.4	Exkurs: Verwendung von Paketen. . . . .	133
3.4	Komponentendiagramm. . . . .	134
3.4.1	Externe und interne Sicht einer Komponente. . . . .	136
3.4.2	Verwendungsmöglichkeiten von Komponenten. . . . .	148
3.4.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung der Komponentenarten. . . . .	151

3.5	Kompositionsstrukturdiagramm . . . . .	152
3.5.1	Kompositionsstrukturdiagramm für Klassen . . . . .	153
3.5.2	Kompositionsstrukturdiagramm für Kollaborationen . . . . .	163
3.6	Verteilungsdiagramm . . . . .	167
3.6.1	Knoten und Kommunikationsbeziehungen . . .	167
3.6.2	Artefakte - Manifestation und Verteilung . . . .	169

**Verhaltensmodellierung 173**

4.1	Anwendungsfalldiagramm . . . . .	174
4.1.1	Beziehungen zwischen Anwendungsfällen . . . .	177
4.1.2	Beziehungen zwischen Akteuren . . . . .	184
4.1.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung . . . . .	185
4.2	Aktivitätsdiagramm . . . . .	186
4.2.1	Eigenschaften einer Aktivität . . . . .	187
4.2.2	Bestandteile einer Aktivität . . . . .	189
4.2.3	Token zur Koordination von Aktivitätsabläufen . . . . .	192
4.2.4	Start und Ende von Aktivitäten und Abläufen . . . . .	193
4.2.5	Alternative Abläufe . . . . .	196
4.2.6	Nebenläufige Abläufe . . . . .	198
4.2.7	Arten von Objektknoten . . . . .	202
4.2.8	Steuerung des Objektflusses . . . . .	208
4.2.9	Partitionen . . . . .	211
4.2.10	Strukturierte Aktivitätsknoten . . . . .	214
4.2.11	Ausnahmebehandlung und Unterbrechungsbereich . . . . .	220
4.2.12	Aktionen . . . . .	222
4.3	Zustandsdiagramm . . . . .	228
4.3.1	ODER-Verfeinerung . . . . .	236
4.3.2	UND-Verfeinerung . . . . .	240
4.3.3	Komplexe Transition . . . . .	244
4.3.4	Segmentierte Transition . . . . .	246
4.3.5	Unterautomaten . . . . .	247
4.3.6	Spezialisierung von Zustandsdiagrammen . . . .	248
4.3.7	Protokollautomaten . . . . .	250

## Inhaltsverzeichnis

4.4	Sequenzdiagramm . . . . .	251
4.4.1	Lebenslinien repräsentieren Interaktionspartner. . . . .	255
4.4.2	Interaktion als Abfolge von Ereignisspezifikationen. . . . .	256
4.4.3	Ausführung einer Nachricht . . . . .	258
4.4.4	Versenden einer Nachricht zwischen Interaktionspartnern. . . . .	259
4.4.5	Zeiteinschränkungen . . . . .	261
4.4.6	Zustandsinvarianten . . . . .	263
4.4.7	Kontrollflusssteuerung durch kombinierte Fragmente. . . . .	264
4.4.8	Modularisierung von Sequenzdiagrammen . . . . .	280
4.4.9	Beispielhafter Einsatz von Sequenz- diagrammen für Komponenten und Kollaborationen. . . . .	285
4.5	Kommunikationsdiagramm . . . . .	288
4.5.1	Lebenslinien und Kommunikations- beziehungen. . . . .	289
4.5.2	Nachrichten und Kontrollflusssteuerung . . . . .	290
4.6	Zeitdiagramm . . . . .	293
4.7	Interaktionsübersichtsdiagramm . . . . .	297
<b>5</b>	<b>Die Spracharchitektur von UML</b>	<b>299</b>
5.1	Das Metamodell von UML - die SuperStruktur. . . . .	299
5.1.1	Sinn und Zweck des UML-Metamodells. . . . .	299
5.1.2	Ausschnitt aus dem UML-Metamodell. . . . .	302
5.1.3	Zusammenhang zwischen Metamodell und Modell. . . . .	305
5.1.4	Verwaltung von UML-Modellen in Repositories. . . . .	307
5.1.5	Strukturierung des UML-Metamodells. . . . .	310
5.1.6	Semantische Variationspunkte. . . . .	319
5.2	Das Meta-Metamodell von UML - die Infrastruktur. . . . .	324
5.2.1	Zusammenhang zwischen Infrastruktur und SuperStruktur. . . . .	324
5.2.2	Strukturierung der UML-Infrastruktur. . . . .	326
5.2.3	Zusammenhang zum Meta Object Facility (MOF). . . . .	328

5.3	Erweiterungsmöglichkeiten der UML-Sprach- architektur. . . . .	334
5.3.1	Erweiterungsmöglichkeiten im Überblick . . . . .	334
5.3.2	Stereotype und Profile. . . . .	336

**Modellgetriebene Softwareentwicklung in der Praxis 343**

6.1	Grundkonzepte von MDA. . . . .	345
6.2	Werkzeugunterstützung . . . . .	349
6.2.1	Kategorisierung und Abgrenzung von MDA-Werkzeugen . . . . .	350
6.2.2	Auswahl von MDA-Werkzeugen . . . . .	351
6.3	MDA-Fallstudie: CALENDARIUM. . . . .	357
6.3.1	Werkzeugunterstützung . . . . .	359
6.3.2	Modellierung des EJB-Subsystems. . . . .	359
6.3.3	Modellierung des Web-Subsystems. . . . .	361
6.3.4	Modellierung der physischen Komponenten. . . . .	364
6.3.5	Transformation des Modells zu Code. . . . .	364
6.3.6	Resümee der Fallstudie. . . . .	367

**Anhang 369**

**A Notationsübersicht 371**

**B Schlüsselwörter und Stereotype 377**

B.1	Schlüsselwörter. . . . .	377
B.2	Stereotype. . . . .	380

**C C/oss/ffer-Hierarchie 385**

<b>Glossar</b>	<b>387</b>
<b>Literatur</b>	<b>405</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>413</b>