

**Roland Petrasch • Oliver Meimberg**

# **Model Driven Architecture**

**Eine praxisorientierte Einführung in die MDA**

Mit Gastbeiträgen von Florian Fieber und Karsten Thoms

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>9</b>
1.1	Probleme bei der Software-Entwicklung	9
1.2	Artefakte	12
1.3	Formalisierung	19
1.3.1	Formale Sprachen	19
1.3.2	Formalisierung bei Artefakten der Software-Entwicklung	26
1.4	Zusammenfassung	33
<b>2</b>	<b>Grundlagen der MDA</b>	<b>35</b>
2.1	Überblick	35
2.2	Modelle und SW-Architekturen	39
2.2.1	Modelle und Modellierung: grundlegende Begriffsbestimmung	39
2.2.2	Modelle und Metamodelle	48
2.2.3	Software-Architekturen	53
2.3	MDA-Spezifikationen	61
2.3.1	Standard-Modellierungssprache: Unified Modeling Language und Object Constraint Language	61
2.3.2	Erweiterungen der UML	73
2.3.3	Meta Object Facility (MOF)	78
2.3.4	Mapping von MOF-Modellen: XML und Java	84
2.3.5	Weitere Spezifikationen	89
2.3.6	MDA Foundation Model	90

## Inhaltsverzeichnis

2.4	Modelle und Plattformen im Kontext von MDA. . . . .	93
2.5	Modelle der MDA: CIM, PIM und PSM. . . . .	100
2.5.1	Computation Independent Model (CIM). . . . .	100
2.5.2	Platform Independent Model (PIM). . . . .	102
2.5.3	Plattform Model (PM). . . . .	103
2.5.4	Plattform Specific Model (PSM) und Implementation (PSI). . . . .	105
2.5.5	Transformationen. . . . .	106
2.6	Zusammenfassung. . . . .	111
<b>3</b>	<b>Qualität, Modelle und Transformationen</b>	<b>113</b>
3.1	Qualität von Modellen = Produktqualität. . . . .	113
3.2	Vom Platform Independent Model zum Plattform Specific Model. . . . .	125
3.3	Ansätze zur Code-Generierung und MDA-Transformationen. . . . .	129
3.3.1	Code-Generierung. . . . .	129
3.3.2	Transformationsansätze der MDA. . . . .	131
3.3.3	Das Problem der erneuten Generierung (Re-Generierung). . . . .	135
3.4	Abschließendes Beispiel. . . . .	139
3.5	Zusammenfassung. . . . .	147
<b>4</b>	<b>Entwicklungsprozesse und MDA</b>	<b>149</b>
4.1	Software-Entwicklungsprozesse, Rollen und Methoden. . . . .	149
4.2	Software-Produkt- und Prozessqualität. . . . .	154
4.3	Entwicklungsprozesse für MDA-Projekte. . . . .	157
4.3.1	Überblick. . . . .	157
4.3.2	Vorgehensweise für die MDA im Rahmen dieses Lehrbuches. . . . .	159
4.4	Zusammenfassung. . . . .	165
<b>5</b>	<b>Technisches Umfeld von MDA</b>	<b>167</b>
5.1	Aufgaben und Arbeitsweise eines MDA-Tools. . . . .	167
5.1.1	Aspekte eines MDA-Tools. . . . .	167
5.1.2	Aspekte der UML-Modellierung. . . . .	170
5.1.3	MDA-Suite oder »rphes« Framework?. . . . .	171

5.2	Überblick: MDA-Tools . . . . .	172
5.2.1	Bewertungskriterien . . . . .	172
5.2.2	Kurzbeschreibung der Tools . . . . .	174
5.2.3	Vergleich der MDA-Tools . . . . .	176
5.2.4	Weitere Tools . . . . .	179
5.3	AndroMDA . . . . .	179
5.3.1	Überblick . . . . .	179
5.3.2	Architektur . . . . .	180
5.3.3	Mitgelieferte Cartridges . . . . .	184
5.3.4	Einbinden in die Entwicklungsumgebung . . . . .	184
5.3.5	Entwickeln eigener Cartridges . . . . .	186
5.4	openArchitectureWare/Open Generator . . . . .	190
5.4.1	Überblick . . . . .	190
5.4.2	Architektur . . . . .	191
5.4.3	Metamodell . . . . .	194
5.4.4	Modellvalidierung . . . . .	195
5.4.5	Einbinden in die Entwicklungsumgebung . . . . .	196
5.4.6	Entwicklung eigener Generatoren . . . . .	197
5.4.7	Ausblick auf openArchitectureWare 4.0 . . . . .	200
5.5	Zusammenfassung . . . . .	201
<b>6</b>	<b>Anwendungsbeispiel: Katalogsystem - Iteration 1</b>	<b>205</b>
6.1	Einleitung . . . . .	205
6.1.1	Vision des Anwendungssystems . . . . .	206
6.1.2	Technologie und Zielplattform . . . . .	206
6.1.3	Methoden und Vorgehen . . . . .	206
6.2	Entwicklungs- und Laufzeitumgebung . . . . .	207
6.2.1	Benötigte Software . . . . .	207
6.2.2	Projekt-Setup . . . . .	209
6.3	Phase OOA (objektorientierte Analyse: CIM und PIM) . . . . .	214
6.3.1	Aktivität »CIM erstellen: Systemidee formulieren« . . . . .	214
6.3.2	Aktivität »CIM erstellen: Fachklassen modellieren« . . . . .	215
6.3.3	Aktivität »PIM erstellen: Geschäftsprozesse modellieren« . . . . .	216
6.3.4	Aktivität »PIM erstellen: Geschäftsprozesse verfeinern« . . . . .	220
6.4	Phase Plattformmodellierung . . . . .	232
6.4.1	Bereitstellen der Mapping-Dateien . . . . .	232

6.5	Phase OOD. . . . .	233
6.5.1	Aktivität »PIM markieren« . . . . .	234
6.5.2	Aktivität »PSM erstellen/Transformation durchführen« . . . . .	238
6.6	Phase OOP. . . . .	244
6.6.1	Aktivität »Code ergänzen« . . . . .	245
6.6.2	Aktivität »Code testen« . . . . .	248
6.7	Phase Testbetrieb. . . . .	248
6.7.1	Aktivität »Build und Deployment« . . . . .	248
6.7.2	Aktivität »Start der Applikation und testweise Benutzung« . . . . .	251
6.8	Zusammenfassung. . . . .	252
<b>7</b>	<b>Anwendungsbeispiel Katalogsystem - Iteration 2</b>	<b>253</b>
7.1	Einleitung . . . . .	253
7.2	Projekt-Setup. . . . .	253
7.3	Objektorientierte Analyse: CIM und PIM. . . . .	256
7.3.1	Aktivität »PIM erstellen: Fachklassenmodell verfeinern« . . . . .	256
7.4	Plattformmodellierung . . . . .	260
7.4.1	Aktivität »Plattform modellieren: Beschreibung der Zielarchitektur« . . . . .	261
7.4.2	Aktivität »Plattform modellieren: UML-Profil erstellen/erweitern« . . . . .	268
7.5	Phase Generatorerstellung . . . . .	270
7.5.1	Aktivität »Generatorerstellung: Projekt-Setup« . . . . .	271
7.5.2	Aktivität »Generatorerstellung: Modellierung der Metafassaden« . . . . .	271
7.5.3	Aktivität »Generatorerstellung: Generierung der Metafassaden« . . . . .	275
7.5.4	Aktivität »Generatorerstellung: Implementierung der Metafassaden« . . . . .	281
7.5.5	Aktivität Generator erstellen: Schreiben der Templates. . . . .	285
7.5.6	Aktivität Generator erstellen: Konfiguration der Cartridge. . . . .	292
7.5.7	Aktivität Generator erstellen: Build. . . . .	297

7.6	Phase OOD. . . . .	298
7.6.1	Aktivität OOD: PIM markieren. . . . .	298
7.6.2	Aktivität »PSM erstellen: Transformation durchführen« . . . . .	302
7.7	Phase OOP. . . . .	304
7.7.1	Aktivität »PSM erstellen: Aktuelle Code-Artefakte identifizieren« . . . . .	304
7.7.2	Aktivität »PSM erstellen: Ergänzungen durchführen - Sub-Viewpoint Structure« . . . . .	304
7.7.3	Aktivität »PSM erstellen: Ergänzungen durchführen - Sub-Viewpoint Behavior« . . . . .	307
7.8	Phase Testbetrieb. . . . .	313
7.8.1	Aktivität »Build und Deployment« . . . . .	313
7.9	Zusammenfassung. . . . .	313
<b>8</b>	<b>Anwendungsbeispiel Katalogsystem - Iteration 3</b>	<b>315</b>
8.1	Entwicklungs- und Laufzeitumgebung . . . . .	315
8.1.1	Projekt-Setup. . . . .	315
8.2	Phase OOA . . . . .	317
8.2.1	Aktivität »PIM erstellen: Persistenzschicht verfeinern« . . . . .	317
8.3	Plattformmodellierung . . . . .	318
8.3.1	Bereitstellen der Mapping-Dateien. . . . .	318
8.4	Phase OOD. . . . .	319
8.4.1	Aktivität »PIM markieren« . . . . .	319
8.4.2	Aktivität »PSM erstellen/Transformation durchführen« . . . . .	323
8.5	Phase OOP. . . . .	328
8.5.1	Aktivität »Code ergänzen« . . . . .	328
8.5.2	Aktivität »Code testen« . . . . .	335
8.6	Phase Testbetrieb. . . . .	336
8.6.1	Aktivität »Build und Deployment« . . . . .	336
8.6.2	Aktivität »Start der Applikation und testweise Benutzung« . . . . .	337
8.7	Zusammenfassung. . . . .	338

## Inhaltsverzeichnis

<b>9</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>339</b>
9.1	Die MDA: ein vorläufiges Fazit . . . . .	339
9.2	Die MDA: Gegenwart und Zukunft . . . . .	341
	<b>Anhang</b>	<b>345</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>347</b>
	<b>Glossar</b>	<b>349</b>
	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>355</b>
	Literatur. . . . .	355
	Richtlinien, Spezifikationen, Standards und Normen . . . .	360
	Web-Links. . . . .	362
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>365</b>