Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 1

1.1 Eine kurze Geschichte der modellgetriebenen Software-Entwicklung 1

1.1.1 Strukturierte Software-Entwicklung 4

1.1.2 Objektorientierte Software-Entwicklung 4

1.2 Die berühmten Akronyme der OMG 5

1.2.1 UML – Unified Modeling Language 6

1.2.2 MDA – Model Driven Architecture 9

Grundbegriffe der Model Driven Architecture 11

Transformation 14

1.2.3 MOF – Modelle und Metamodelle 17

1.2.4 QVT – Query Views Transformation 19

Deskriptive Sprachen 21

Imperative Sprachen 21

1.3 Zusammenfassung und Ausblick 22

1.3.1 Hinweise zur Notation 24

1.3.2 Werkzeuge 25

2 Modelle und Metamodelle 27

2.1 Die Metamodelle `SimpleUML` und `SimpleRDBM` 28

2.1.1 Das Metamodell SimpleUML 29

2.1.2 Das Metamodell SimpleRDBM 32

2.2 Serialisierung der Metamodelle 34

2.2.1 Deklaration der Metamodelle als QVT-Datenstruktur 34

2.2.2 QVT-Datenstrukturen im EMOF/XMI-Format 37

2.2.3 Die Verwendung der Metamodelle 44

Variante 1: *Inline*-Deklaration von QVT-Datenstrukturen ... 44

Variante 2: Benutzung von extern definierten Metamodellen 44

Variante 3: Metamodelle im Eclipse-Kontext 45

2.2.4 Werkzeugunterstützung ... 45
Schritt 1: Modellierung ... 46
Schritt 2: Export des Modells ... 47
Schritt 3: Deployment der Plugins ... 48

3 Operational Mappings – die Sprache ... 53
3.1 HelloWorld als QVT-Applikation ... 53
3.2 Die *Operational Mappings*-Plattform SmartQVT ... 55
3.2.1 Aufbau der SmartQVT-Transformationsumgebung ... 55
3.2.2 Exemplarischer Aufbau von QVT-Projekten ... 57
3.2.3 Entwicklung und Durchführung von Transformationen ... 59
3.3 Allgemeiner Aufbau von *Operational Mappings*-Scripten ... 63
3.3.1 Zusammenfassung ... 67
3.4 OCL- und QVT-Grundlagen ... 68
3.4.1 OCL- und QVT-Datentypen ... 69
Primitive OCL-Datentypen ... 69
Komplexe OCL-Datentypen ... 69
Komplexe QVT-Datentypen ... 69
Definition eigener Datentypen ... 70
3.4.2 Deklaration von Variablen ... 71
3.4.3 Operatoren ... 72
3.4.4 Imperative QVT-Ausdrücke ... 74
Logging ... 74
Blöcke ... 74
Bedingte Ausdrücke ... 75
compute-Ausdruck ... 76
Schleifen ... 76
for-Iteration ... 77
assert-Ausdruck ... 77
Exception-Ausdruck ... 77
3.4.5 Beispiele von imperativen QVT-Codeabschnitten ... 78
3.4.6 Operationen auf Sammlungstypen ... 79
Ein Einblick in die OCL-Standardbibliothek ... 79
Eine Auswahl von QVT-Standardfunktionen ... 81
Selektion mit QVT-Standardfunktionen ... 82
QCL-Selektionstechniken ... 83
3.5 Operationale Transformationen ... 86
3.5.1 Definition von Metamodellen mit QVT-Sprachmitteln ... 86
Definition von Metamodellen ... 87
Benutzung von Metamodellen in Transformationen ... 91
3.5.2 Transformationen ... 93

3.5.3 Mapping-Operationen ... 96
Mapping-Signaturen ... 98
Mapping-Anweisungsteil ... 101
Vorbedingungen und Invarianten ... 103
3.5.4 Erzeugung von Objekten ... 104
Variablen und Objekte ... 104
Objekterzeugung mittels *Inline Mapping* ... 106
Objekterzeugung mittels Konstruktoroperationen ... 108
3.5.5 Helper- und Anfrage-Operationen ... 110
3.5.6 Intermediate Data – Dynamische Metaobjekte ... 112

4 Operational Mappings – Anwendungen ... 117
4.1 UML2RDBM ... 117
4.1.1 Vorbereitung der Transformation ... 119
4.1.2 Entwicklung der Mapping-Operationen ... 122
4.1.3 Behandlung primitiver und strukturierter Datentypen ... 125
Übernahme von primitiven Datentypen ... 126
Übernahme von komplexen Datentypen ... 127
4.1.4 Behandlung von Attributen mit Hilfe von dynamischen Metaelementen ... 129
4.1.5 Behandlung von Vererbungsbeziehungen ... 132
4.1.6 Identifizierung von Tabellen – Primärschlüssel ... 135
4.1.7 Auflösen von Beziehungen – Fremdschlüssel ... 138
4.2 Fortgeschrittene Konzepte der Operational Mappings ... 141
4.2.1 Objektverfolgung ... 141
Allgemeine Resolution ... 141
Spezielle Resolution ... 143
4.2.2 Strukturierung von Transformationen ... 145
4.2.3 Wiederverwendbarkeit von Mapping-Operationen ... 150
4.2.4 BlackBox-Funktionen ... 152
4.3 Transformation von UML-Modellen ... 155
4.3.1 UML2EJB ... 155
4.3.2 Das UML2-Metamodell ... 158
4.3.3 Das Werkzeug – QVT Operational ... 161
4.3.4 Die Transformation UML2EJB ... 164
Schritt 1: Definieren und Einrichten der Transformation ... 164
Schritt 2: Aufbereiten der *Mapping*-Operationen ... 165
Schritt 3: Mapping von Fachklassen zu SessionBeans ... 167
Schritt 4: Erzeugung der *getter*- und *setter*-Methoden ... 169
Schritt 5: Standardmethoden für die Organisation der *Bean*-Klasse ... 171
Schritt 6: Veröffentlichung der Methoden in den *Interfaces* ... 172

4.4 QVT und UML-Profile ... 175
4.4.1 Definition und Untersuchung eines UML-Profils ... 175
4.4.2 Transformation von persistenten Klassen ... 178

A Die Syntax der Operational Mappings ... 181
A.1 Reservierte Wörter ... 181
A.2 Ableitungsregeln ... 182
Metaregeln ... 182
Operatoren und Symbole ... 182
Top Level Rules ... 183
Model Types Compliance and Metamodel Declarations ... 183
Transformation ... 184
Library ... 184
Import of Modules – Transformations and Libraries ... 184
Syntax for Entries ... 185
Properties in Transformation ... 185
General Purpose Grammar Rules ... 185
Syntax for Helper Operations ... 186
Syntax for Constructors ... 186
Syntax for Mapping Operations ... 187
Expressions ... 187
Syntax for Defining Explicitly Metamodel Contents ... 190
Typedefinitions ... 191

B Metamodelle in serialisierter Darstellung ... 193
B.1 Deklaration der Metamodelle als QVT-Datentypen ... 193
B.2 Ecore-Repräsentation ... 195
SimpleUML ... 195
SimpleRDBM ... 197
B.3 Benutzung der Ecore-Metamodelle ... 200

C Operational Mappings-Beispiele ... 201
C.1 UmlToRdbm ... 201
PackageToSchema ... 201
ClassToTable ... 202
AssociationToTable ... 204
Das Transformationsscript UmlToRdbm ... 205
C.2 UML2EJB ... 210
transformPackages ... 210
transformClasses ... 211
Das Transformationsscript UML2EJB ... 213

D Standardbibliotheken 219
D.1 QVT-Standardbibliothek 219
Vordefinierte QVT-Datentypen 219
Methoden auf Transformation 220
Methoden auf Model 220
Methoden auf Status 221
Methoden auf Object 222
Methoden auf Element 222
Methoden auf Dictionary 223
Methoden auf List 224
Methoden auf Integer 225
Methoden auf String 225
D.2 Die wichtigsten OCL-Standardfunktionen 229
OCL-Standardfunktionen auf Sammlungen 229
OCL-Iterator-Funktionen 231

Glossar 233

Abkürzungsverzeichnis 251

Quellenverzeichnis 255
Literatur 255
Referenzen im Internet 258

Index 261