47. Werkzeuge für die modellgetriebene Architektur (Model-Driven Architecture, MDA)

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Institut für Software- und Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
http://st.inf.tu-dresden.de
Version 11-0.1, 29.12.11

1) MDA
2) QVT
3) ATL

Literature

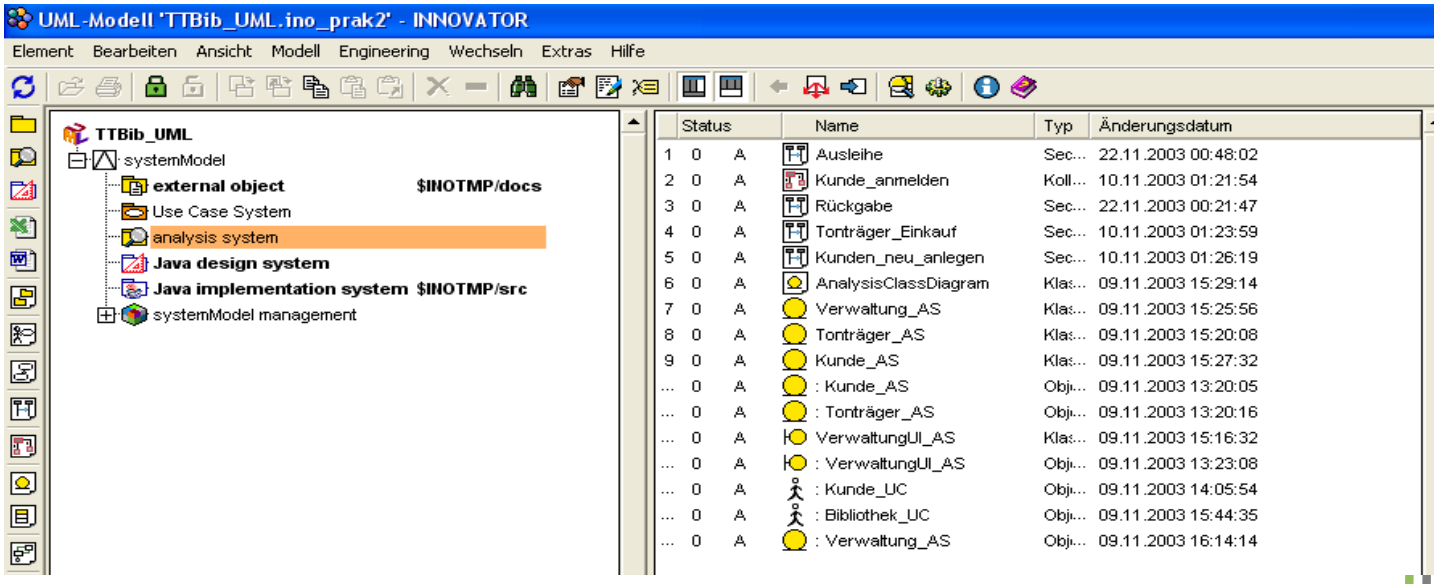
- Alan Brown. An introduction to Model Driven Architecture. Part I: MDA and today's systems
  - http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/3100.html
- Frédéric Jouault and Ivan Kurtev. On the Architectural Alignment of ATL and QVT. In: Proceedings of the 2006 ACM Symposium on Applied Computing (SAC 06). ACM Press, Dijon, France, chapter Model transformation (MT 2006), pages 1188—1195.
  - http://atlanmod.emn.fr/bibliography/SAC06a
- Tutorial über ATL “Families2Persones”
- http://www.eclipse.org/m2m/atl/doc/ATLUseCase_Families2Persons.ppt
- ATL Zoo von Beispielen
  - http://www.eclipse.org/m2m/atl/atlTransformations
- K. Lano. Catalogue of Model Transformations
  - http://www.dcs.kcl.ac.uk/staff/kcl/tcat.pdf /
- Implementation in ATL
  - http://www.eclipse.org/m2m/atl/atlTransformations/EquivalenceAttributesAssociations/EquivalenceAttributesAssociations.pdf

47.1 Modellgetriebene Architektur (MDA)

- Modelle und Spezifikationen der MDA sind Graphen
- MDA-Werkzeuge benötigen Graph-Mapping, Graph-Querying und Graphtransformation
  - Gewöhnlich bieten sie Unterstützung für eine oder mehrere der besprochenen Sprachen
  - Typisierung durch Metamodelle
- Oft werden die Sprachen QVT oder ATL unterstützt

Modell-Verknüpfung am Beispiel INNOVATOR

- Innovator kann gleichzeitig für Analyse-, Entwurfs- und Implementierungsmodelle eingesetzt werden, sowie für Transformationen dazwischen
- Wie kann man diese Modelle systemisch mit einander verknüpfen?



PIM und PSM gemäß der MDA

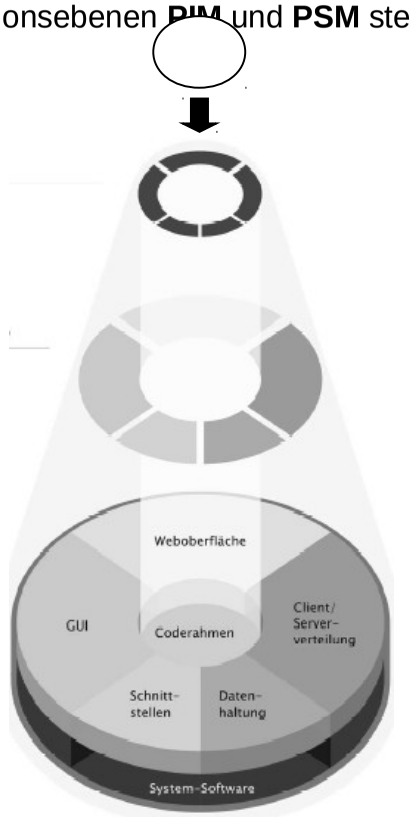
Für die unterschiedlichen Abstraktionsebenen **PIM** und **PSM** stehen verschiedene Beschreibungsmittel zur Verfügung:

Fachkonzept auch CIM
(Computation independent model)

Plattformunabhängiges Modell
(UML, OCL, XMI)

Plattformspezif sches Modell
Basiskomponenten (JB)
Steuerungskomponenten
Infrastrukturkomponenten (EJB, CCM, COM+, .NET)
Anwendungskomponenten

Programmierung (ooP)



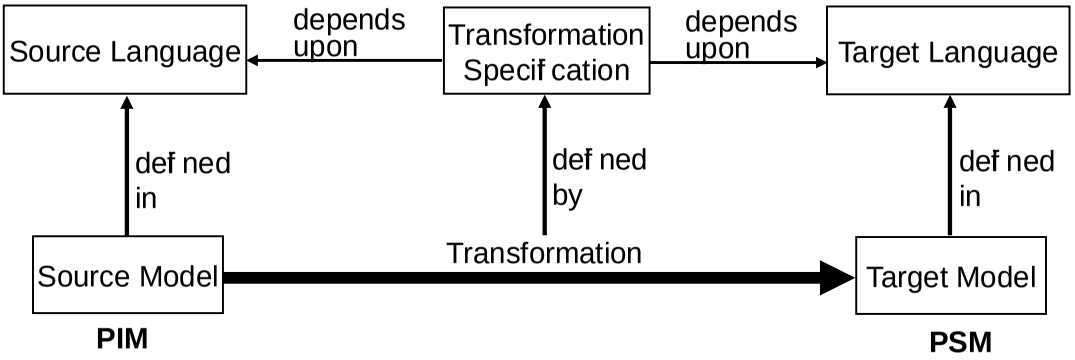
Ein **PSM** berücksichtigt die jeweilige Basistechnologie, auf der ein **PIM** zum Einsatz kommen kann (CORBA-Broker, .NET-Spezif ka oder das Web-Service-Protokoll SOAP).
Auch **PSM**s können mit der UML modelliert werden. In jedem Fall werden aus den **PSM**s die **Codegerüste** erzeugt, die die Komponenten-Entwickler dann weiter bearbeiten.

Quelle: Warum JANUS MDA und MDA JANUS ist; Whitepaper der Firma otris Software AG Dortmund; URL: www.otris.de

MDA-Transformationsprozess

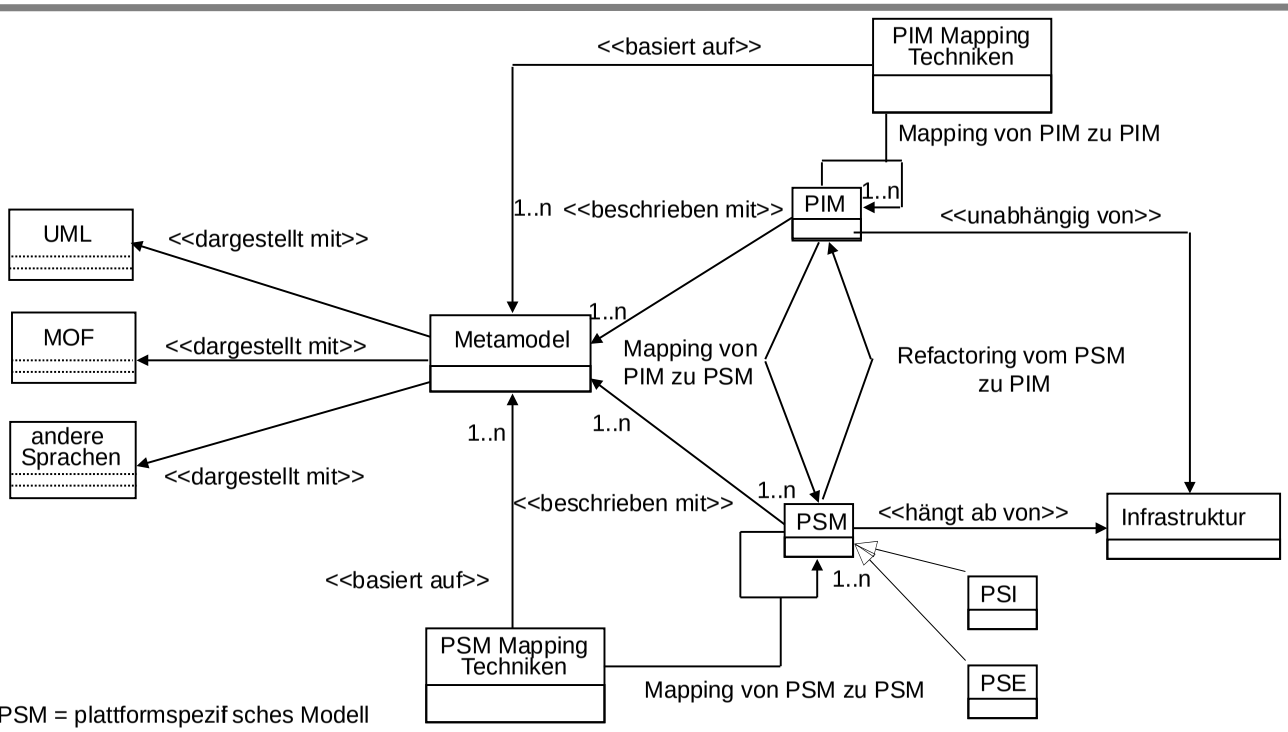
Aus plattformunabhängigem (*independent)* Metamodell **PIM** sind mittels Regeln, Techniken plattformspezif sche (*specif c*) Modelle **PSM** zu entwerfen, zu generieren, oder abzuleiten, um neue Anwendungen für eine bestimmte (Komponenten-)Plattform zu erhalten.

Ein weiteres Ziel von MDA ist die Integration solcher Technologien wie CORBA, J2EE, .Net und XML als *Plattform*.



Quelle: Kleppe, A., Warmer, J., Bast, W.: MDA Explained - Practice and Promise of the Model Driven Architecture; Addison Wesley 2003 (Draft 25.10.02)

Das MDA-Metamodell



PSM = plattformspezif sches Modell
PSE = plattformspezif sche Erweiterung
PSI = plattformspezif sche Implementation

Transformationen bezeichnet man auch als **Abbildungen** (**mappings***)*. Mapping von PIM zu PIM schafft neue „Business Viewpoints“, von PSM zu PIM Abstraktionen aus plattformabhängigen Implementierungen und zwischen PSM weiteren Verfeinerungen oder Zielplattformen.

Model Management

- In der MDA müssen Modelle (Graphen) verwaltet werden:
  - Modellalgebren
    - Lookup
    - Diff, comm, union, compose
  - Versionsmanagement
  - Konfigurationsmanagement
- Das führt auf metamodellgesteuerte Repositorien/Modellinfrastrukturen (siehe Kapitel “Repositories” und “Modellmanagement”

Bewertungsaspekte von MDA-Tools

- Unterstützung der Metamodellierung
  - Metamodelle der Sprachen UML 2.0, OCL, CWM (MOF 2.0-basiert)
  - Metamodellgesteuerte Repositorien
  - Erweiterungsmöglichkeiten der UML-Profile durch explizite Metamodellierung sowie Modellprüfung
  - Austauschformate: Import, Export und Validierung von Modellen auf Basis ihres Austauschs mit XMI 2.0
  - Validierung der Modelle mit OCL
- Model-to-Model Mapping bzw. Transformation (z. B. PIM zu PSM) mit QVT, ATL oder einer proprietären Sprache
- Forward-, Reverse- bzw. Roundtrip-Engineering auf der Code-Ebene
  - Codegenerierung (Model-to-Code Transformation, PSM zu PSI)
  - Mapping zu einer Programmiersprache wie z. B. JMI
- Modellierung von Testfällen und automatische Generierung der Testdaten (Model-driven Testing)

Quelle: Petrasch, R., Meimberg, O.: Model Driven Architecture - eine praxisorientierte Einführung in die MDA; dpunkt-verlag 2006

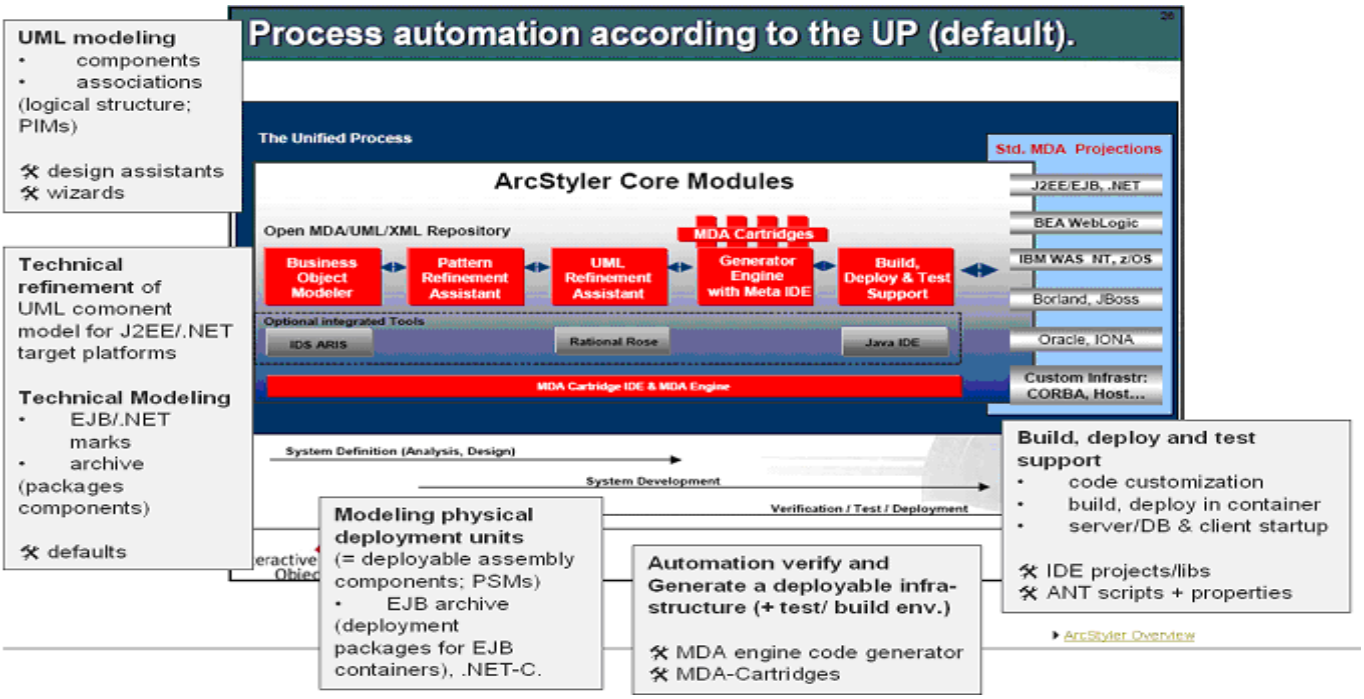
Werkzeugfunktionen am Bsp. ArcStyler

Das Werkzeug ArcStyler ist im Zusammenspiel mit einem UML-Editor wie MagicDraw (oder Rational Rose...) ein leistungsfähiges Werkzeugsystem (MDA-Suite), mit dem sich zum Beispiel J2EE-Applikationen gemäß den Konzepten der MDA entwickeln lassen.

- Object Modeler erfasst Anforderungen unabhängig von Plattform (funktionale, essentielle Anforderungen) Basis CRC-Cards Technologie
- Pattern Refinement Assistent überführt Fachmodell interaktiv in PIM UML-Modell (Basis MagicDraw oder Rational Rose) mit Annotation der essentiellen Design-Entscheidungen
- Verfeinerung des Fachmodells top down in untergeordnete UML-Diagramme und Quellcodegenerierung ebenfalls mit UML-Tool (MagicDraw)
- Codevervollständigung und Optimierung für jeweiligen Applikationsserver mit Cartriges (Codegenerierungs-Plugins)
- Komponentengenerierung für Oberfläche sowie weitere Projekt- und Konfigurations-dateien mit JBuilder.
- Schnittstelle zu IDE ist Standard „Ant Build Process“
- Datenbankgenerierung über Skripte zum Erstellen der DB-Schemas möglich.

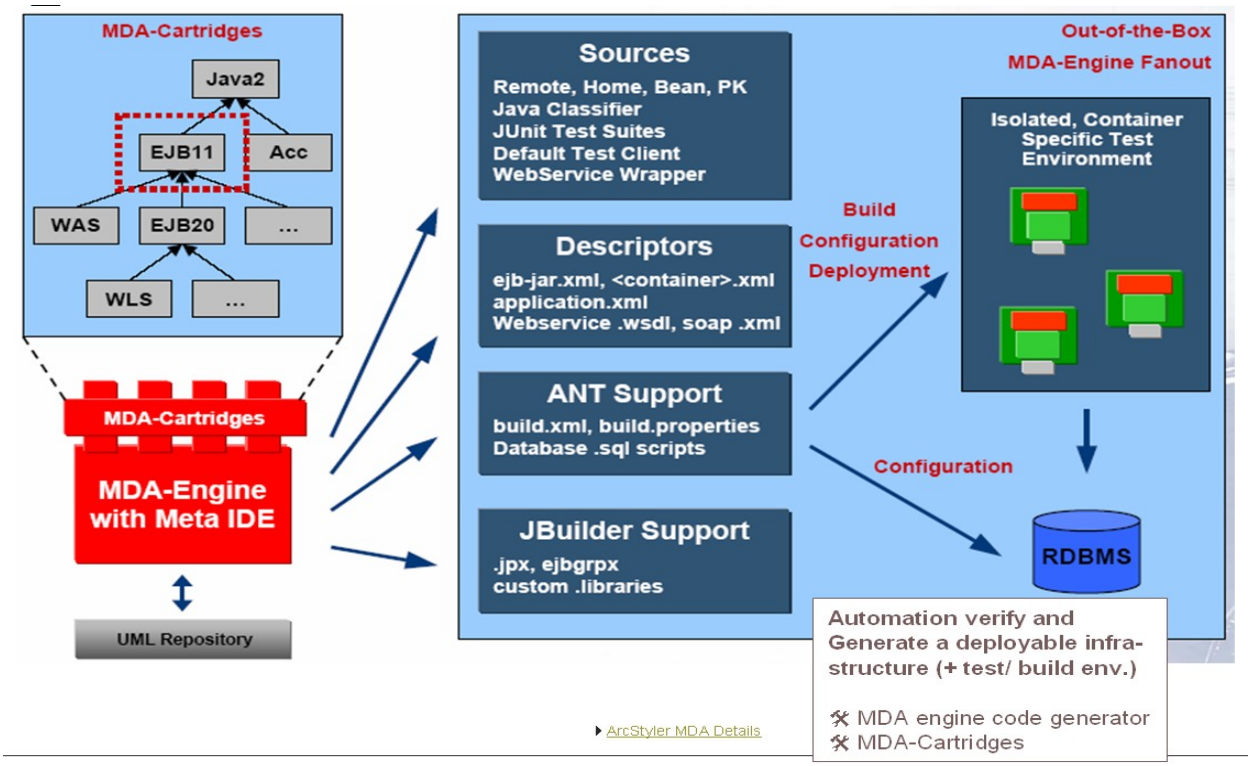
Quelle: Versteegen, G.: Wege aus der Plattformabhängigkeit - Hoffnungsträger Model Driven Architecture; Computerwoche 29(2002) Nr. 5 vom 1. Febr. 2002

Vorgehen und Unterstützung beim ArcStyler



http://www.interactive-objects.com/products/arcstyler/supportdocumentation.html

Cartridges und generierte Artifakte



Quelle: Butze, D.: Entwicklung eines Praktikums für die werkzeugestützte Softwareentwicklung nach der Model-Driven-Architecture; Großer Beleg an der Fakultät Informatik der TU Dresden 2004

Kurzbeschreibung weiterer MDA-Tools

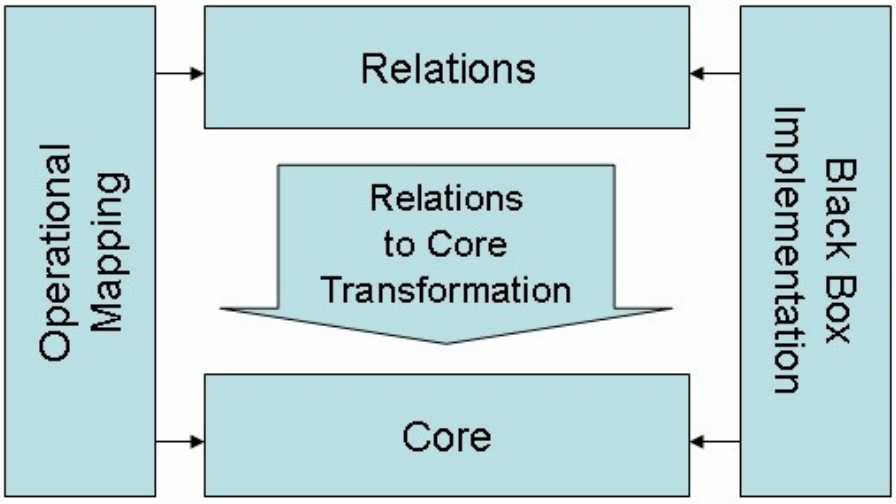
	Integriert in	URL
AndroMDA	Eclipse	http://www.andromda.org/
XText, Xpand	Eclipse	http://www.eclipse.org/Xtext/
IBM Rational Suite Software Architect	Eclipse	
BITplan smart Generator	Eclipse	http://www.bitplan.com/

Quelle: Petrasch, R., Meimberg, O.: Model Driven Architecture - eine praxisorientierte Einführung in die MDA; dpunkt-verlag 2006

47.2 Query-View-Transformations (QVT)

The language of the OMG for model transformations within MDA

QVT Dialekte



Transitive Hülle mit QVT Relations

```
// Transitive Hülle in QVT relations, mit Verwendung einer rekursiven Relation
relation transitiverelation {
  domain node:Node {
    // matching attributes
    name = sameName;
  }
  domain node2:Node {
    // node2 must have the same name as node
    name = sameName;
  }
  domain node3:Node {
    // node3 must also
    // have the same name
    name = sameName;
  }
                                  when {
                                    // conditions: base relation must exist
                                    baserelation(node,node2) or
                                    // or a transitive relation to a base relation
                                    (transitiverelation(node,neighbor)
                                    and baserelation(neighbor,node2));
                                  }
                                  where { // Aufruf einer Transformation
                                    makeNodeSound(node);
                                  }
                                }
```

QVT und EARS

- QVT Relational ist eine Sprache, die Kantenadditionssysteme realisiert.
- Werkzeuge, die QVT-Relational unterstützen, sind in Wirklichkeit einfache Graphersetzungssysteme

QVT Tools

Tool			
Eclipse M2M Project	Operational	http://www.eclipse.org/m2m/	
Magic Draw	Operational		
MediniQVT	Relational	http://projects.ikv.de/qvt/wiki	

47.3 ATL – eine QVT-alike Sprache für Modelltransformationen

ATLAS Transformation Language

Statt QVT ist in der Praxis auch ATL sehr beliebt

http://www.eclipse.org/atl/

ATL integriert OCL

```
// Transitive Hülle in ATL, mit Verwendung einer rekursiven OCL Query
rule computeTransitiveClosureBaseCase {
  from node: Node (
    // possible to call OCL expressions
    node->baserelation.collect( e | e.baserelation)->flatten() );
  )
  to newNode mapsTo node (
    // set new transitive relation
    newNode->transitiverelation <- node->baserelation
  )
}
rule computeTransitiveClosureRecursiveCase {
  from node: Node (
    node->transitiverelation.collect( e | e.baserelation)->flatten() );
  )
  to newNode mapsTo node (
    // set new transitive relation
    newNode->transitiverelation <- node->transitiverelation
  )
}
```

- OCL ist eine Graph-Query-Sprache, ähnlich zu EARS und .QL

```
rule checkNoDoubleFeatureInSuperClasses(name:String) {
  from node: Class (
    node->TransitiveClosure()->collect.().exists(s | s.name() = name);
  )
  to
    System.out.println("Error: super class has doubly defined feature: "+s.name());
}
```

End