

III. Integration und Komposition von Werkzeugen

30. Integration von Werkzeugen, Austauschformate und Software-Entwicklungsumgebungen

1

Prof. Dr. Uwe Aßmann
Technische Universität Dresden
Institut für Software- und
Multimediatechnik
<http://st.inf.tu-dresden.de>
Version 12-0.6, 17.11.12

- 1) Werkzeugintegration
- 2) Datenintegration
- 3) Architektur von SEU
- 4) ECMA-Referenzmodell
- 5) Austauschformate und Technikumbrücken
- 6) Frameworks zur Werkzeugintegration (PCTE)



Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW) © Prof. Uwe Aßmann

Referenzen

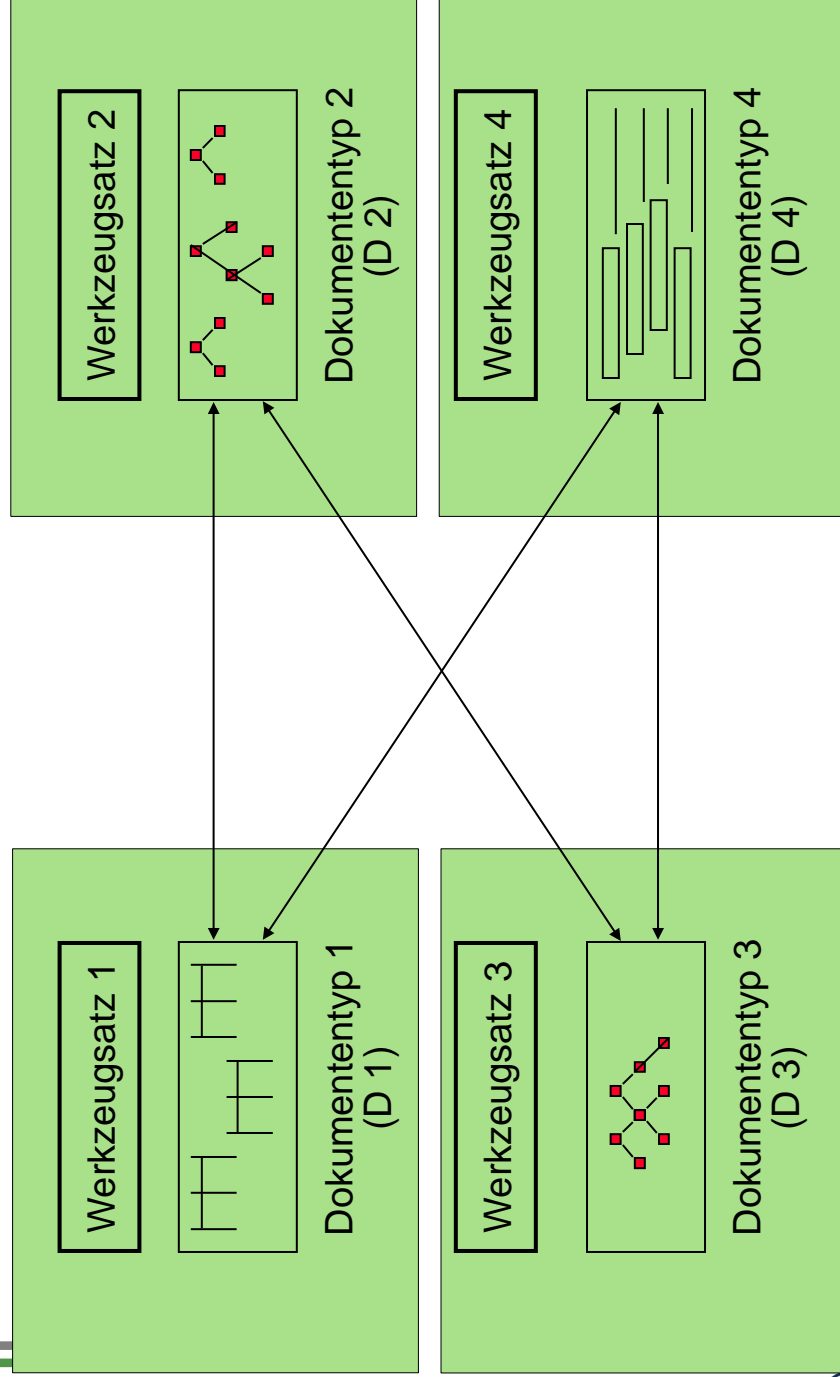
- 2
- ▶ ECMA, Reference Model for Frameworks of Software Engineering Environments, Technical Report 55, 3rd Edition, Juni 1993
 - <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-TR/TR-055.pdf>
 - ▶ Richard C. Holt, Andreas Schürr, Susan Elliot Sim, and Andreas Winter. GXL: A graph-based standard exchange format for reengineering. Science of Computer Programming, 60(2):149-170, April 2006.
 - <http://www.gupro.de/GXL/Publications/publications.html>



30.1 Konzepte der Werkzeugintegration



Integration von Werkzeugsätzen zur Softwareentwicklung



Werkzeugintegration

5

Zusammenarbeit mehrerer Werkzeuge mit gleicher Präsentation, gleichem Verhalten und Interaktionsformen

Verbindung möglicher Werkzeugfunktionen durch:

- Interprozesssteuerung
 - Metasteuerung (Aufruf des Tools über „Automaten“)
-
- ```
graph TD; SW[SW] --- SI[Steuer-Integration]; SW --- BSI[Benutzerschnittstellen-Integration]; SW --- DI[Daten-Integration]; DI --- DA[Daten-austausch]; DI --- DV[Daten-verbinding]; DI --- DT[Daten-teilung];
```
- Steuer-Integration (fuss-) Integration
- Benutzerschnittstellen-Integration
- CASE-Werkzeug
- Daten-Integration
- Daten-austausch
- Daten-verbinding
- Daten-teilung
- Zusammenarbeit unter einheitlicher Benutzungsoberfläche
- Werkzeugintegration zur Unterstützung eines definierten Prozesses/ Vorgehens bestehend aus mehreren Schritten

## Forderungen:

- Interoperabilität mit Formatwandlung
- Redundanzfreiheit - Einmalspeicherung
- Datenkonsistenz und Persistenz
- Synchronisation - Abstimmung des Werkzeugzugriffs

# 30.2 Datenintegration

6

# Repository - Datenintegrationsstufen

7

| Integrationsart                            | Schema | Wirkungsweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Black-box-Integration (schwach)            |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Werkzeug arbeitet isoliert auf eigenen Datenstrukturen</li> <li>Repository stellt Daten bereit (check out)</li> <li>Nach Arbeit Ablage in Repository (check in)</li> <li>checkout/in oft manuell</li> </ul>                                                                      |
| Grey-box-Integration (mittel)              |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Werkzeugzugriffe durch Repository-Dienste ersetzt</li> <li>Unterstützung von Datenintegrität und Interoperabilität zwischen Werkzeugen</li> <li>Keine Offenlegung essentieller Bestandteile der Werkzeug-Implementierung</li> <li>Verkapselung in einem Zugriffsmodul</li> </ul> |
| White-box-Integration Datenteilung (stark) |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definition einheitl. Datenschema für alle Werkzeuge</li> <li>Alle Werkzeuge setzen über Zugriffsdienste auf</li> <li>Einfache Sicherung von Konsistenz, Datenintegrität und Datensicherheit</li> <li>Werkzeuge sind bei Änderung an Datenschema anzupassen</li> </ul>            |

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

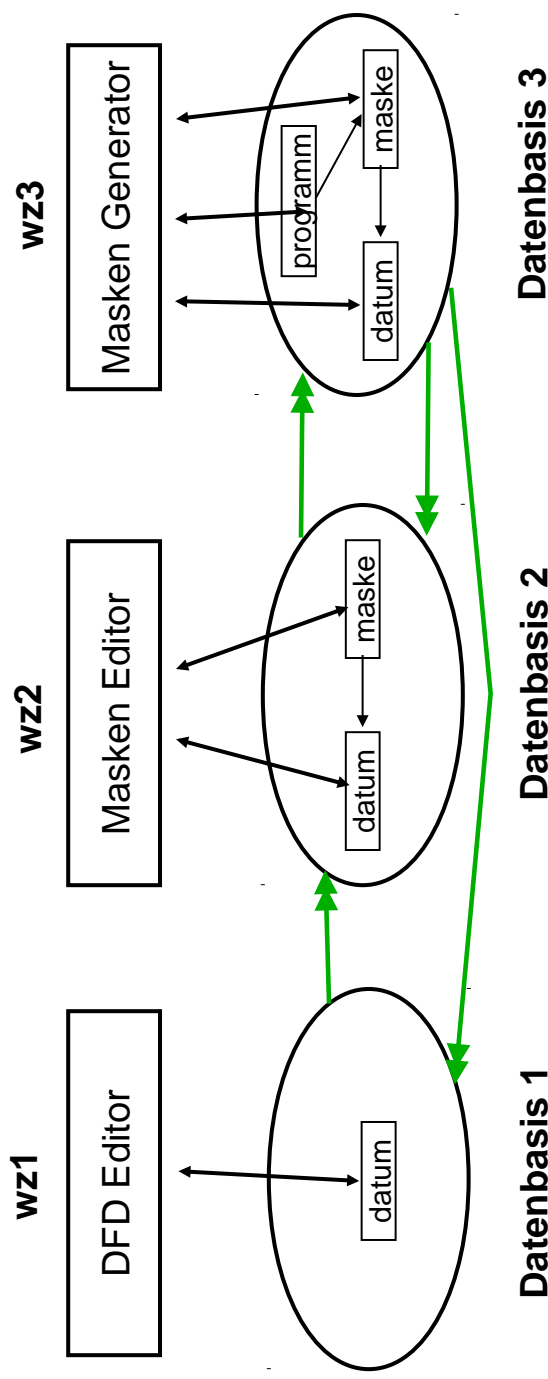
Quelle: [Bal-II, S. 608]

# Werkzeuge mit Datenaustausch (ad-hoc), ohne Datenverbindung und -integration

8

- Keine gemeinsamen Daten, hoher (manueller) Aufwand zum Austausch
- Austausch mit Datenfluss-Strömen (Datenflussarchitektur)
  - Querysprachen filtern den Datenaustausch
  - Datenformate werden in einer Austauschsprache definiert
- Aber: unabhängiges, paralleles Arbeiten möglich

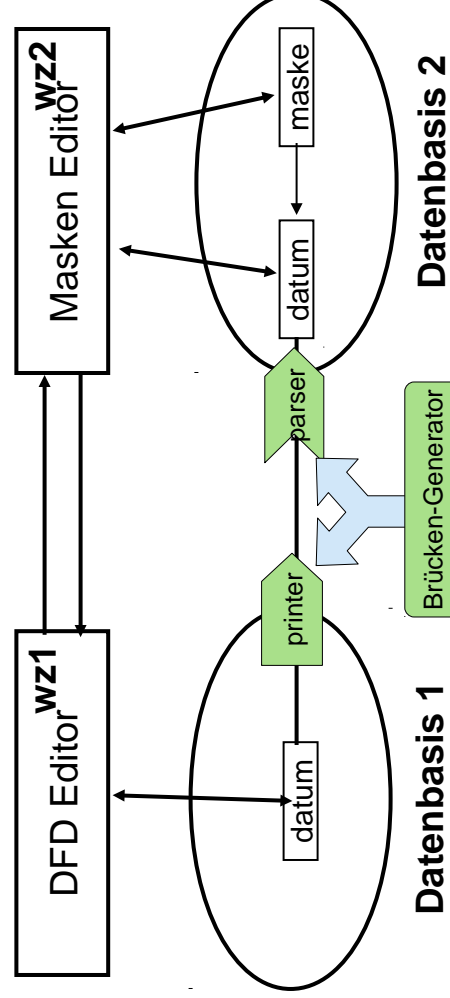
Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quelle: nach [ HMF. S. 196 ]

## Datenverbindung durch Datenaustausch (Transformationsbrücken)

- ▶ **Datenverbindung** ist die Einführung semantischer Beziehungen zwischen Teilen von Datenbeständen
- ▶ **Automatisierter Datenaustausch** ist die automatisierte Übertragung von *semantisch verbundenen Daten* zwischen Werkzeugen in standardisierten **Austauschformaten** (z. B. ASN, XMI, CDIF, XML)
  - Automatisierung beruht auf Metamodellen
- ▶ **Transformationsbrücke**: Prettyprinter transformieren das interne Format eines Repositoriums in ein externes
  - Parser wandeln es in das interne Format des anderen Werkzeugs
  - Querysprachen filtern den Datenaustausch



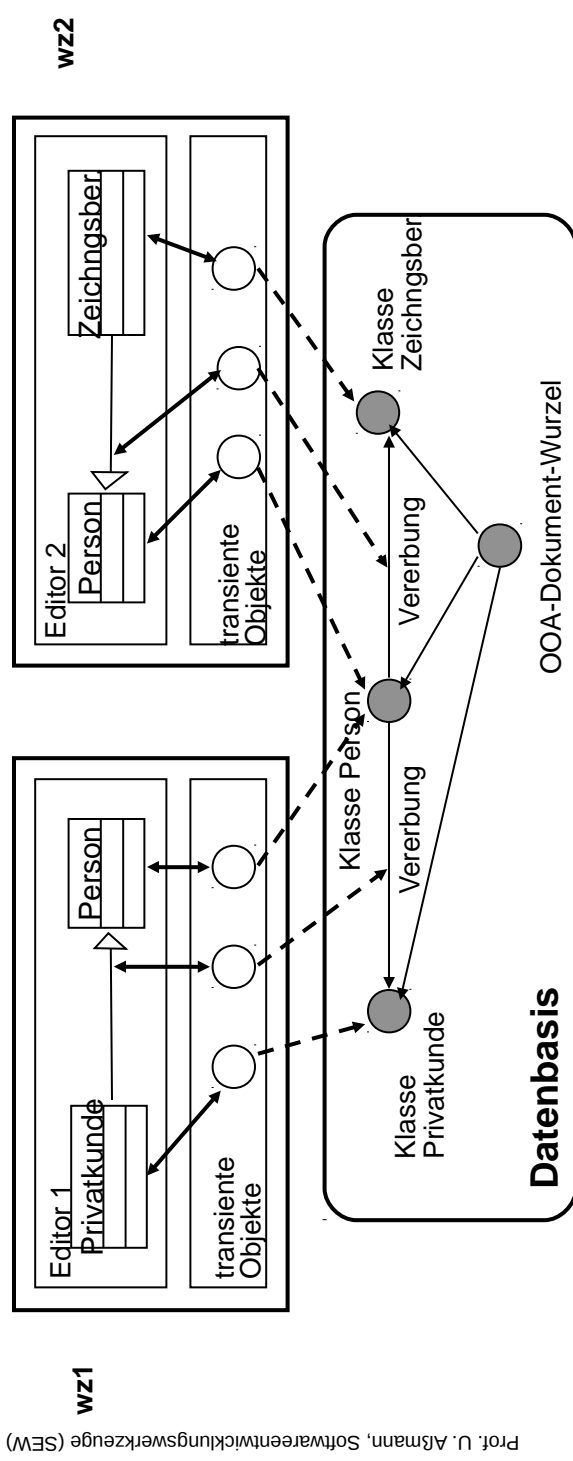
## Aktuelle CASE Austauschformate

- ▶ **Austauschformat**: Hersteller- und methodenunabhängiges Datenkonzept für die Modellierung von Austauschdaten zwischen Werkzeugen
- ▶ **Comma-separated values (CSV)**: einfaches text-basiertes Austauschformat für Werkzeuge auf Relationen und Tabellen (Excel, TeX, ...)
  - Keine Metasprache, einfaches Tabellenschema <http://tools.ietf.org/html/rfc4180>
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Comma-separated\\_values](http://en.wikipedia.org/wiki/Comma-separated_values)
- ▶ **CASE Tool Data Interchange Format (CDIF)** - Metasprache ERD für Data Definition, aber auch
  - Data Flow Model, State Event Model, Object Oriented Analysis and Design
  - <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-270.pdf>
- ▶ **XML Metadata Interchange (XMI)** zum Austausch von UML-Diagrammen im XML-Format
  - Meta Object Facility (MOF) als Metasprache
  - <http://www.omg.com/technology/documents/formal/xmi.htm>
- ▶ **ASN.1 Standard**
  - Eigene Metasprache, an BNF angelehnt
  - [http://de.wikipedia.org/wiki/Abstract\\_Syntax\\_Notation\\_One](http://de.wikipedia.org/wiki/Abstract_Syntax_Notation_One)
- ▶ **RDF/RDFS Resource Description Format** – Modelle als Graphen, gespeichert in elementaren Tripeln <http://www.w3c.org>
- ▶ **GXL Graph Austauschformat**

## Datenteilung (Gemeinsames Repository)

11

- ▶ Bei **Datenteilung** greifen Werkzeuge direkt auf gemeinsame Daten zu, die in einem gemeinsam verfügbaren Datenbasis (Repository) mit einheitlichen logischen Daten-Schema abgelegt sind.



Prof. U. Alsmann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quelle: Platz, D., Kelter, U.: Konsistenzerhaltung von Fensterinhalten in SEU; <http://pi.informatik.uni-siegen.de>

## 30.3 Datenverbindung mit Austauschformaten und Technikraum-Brücken

12

Einsatz in Transformations-Brücken zwischen  
Repositorien



## Austauschformat konkrete Syntax

13

- ▶ **Datenverbindung** zwischen Repositorien beruht auf einer *semantischen Beziehung der Daten*
  - Z.B. Gleiche Sprache auf M2 ermöglicht Mapping zwischen Modellen auf M1
  - Sprach-Abbildung auf M2
- ▶ Für Datenverbindung ist als Austauschformat von jeher konkrete textuelle Syntax benutzt worden (mittels Technikraum Grammarware, mit Metasprache EBNF)
  - Parser lesen den Text und wandeln ihn in das interne Format
  - Prettyprinter schreiben das interne Format um auf die konkrete Syntax
- ▶ Man spricht von **normativer konkreter Syntax**, wenn diese normiert ist, also nicht beliebig

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

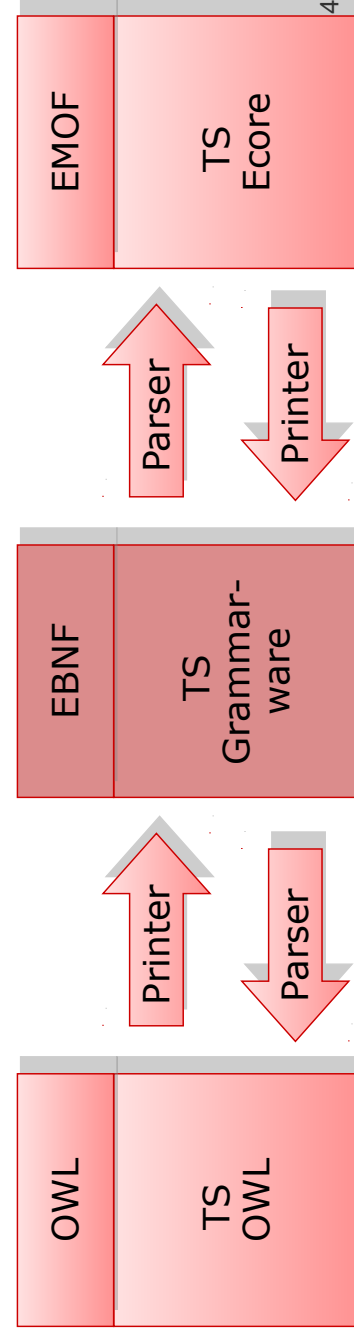


## Transformative TS-Brücken mit konkreter Syntax

14

- ▶ Eine **transformative Technikraum-Brücke** (TS-Brücke, TS bridge) bietet
  - ein Austauschformat in konkreter Syntax (via dem TS Grammarware)
  - eine Generierungstechnik für Printer und Parser
- ▶ Am besten: normative konkrete Syntax
  - EMFText: normative konkrete Syntax for Ecore
  - Xtext: normative konkrete Syntax for Ecore and OAW
  - CDIF: normative konkrete Syntax für ERD

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



## Austauschformat CDIF: CASE Data Interchange Format

15

- ▶ CDIF ist ein Austauschformat für CASE-Werkzeuge, basierend auf
  - Metasprache auf M3: ERD
- ▶ Austauschformat einfachen, transparenten Aufbaus zwischen (Modell-)Tools und Repositories
  - hersteller- und methodenunabhängig
  - unterstützt die Kooperation zwischen verschiedenen Tools und Projekten

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quellen: OMG-Dokument ad/98-07-09; <http://www.cdif.org>

## Textuelle CDIF-Beschreibung eines DFD

16

- ▶ Der Standard CDIF nutzt zur Spezifikation von Grammatiken nicht EBNF, sondern eine textuelle Notation von ERD (ERD-Text).
- ▶ Beispiel: DFD-Spezifikation in ERD-Text (Schlüsselwörter in **boldface**, definierte Nichtterminale in *typewriter*, benutzte Nichtterminale in *italics*):

```
obj_dfd (dataFlowDiagram dfd_title { dfd_element })
dfd_title (dfdTitle @dfd_title_id dfd_title_name)...
dfd_element dfd_bubble | dfd_store | dfd_term | dfd_tb |
 dfd_csc | dfd_flow
dfd_bubble (process pt pt @process_id process_name
 inst_num [process_type])
@process_id (processID string)
process_name (processName string)
process_type (processType string)
dfd_store (store pt store_name inst_num)
store_name (storeName string)
```

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

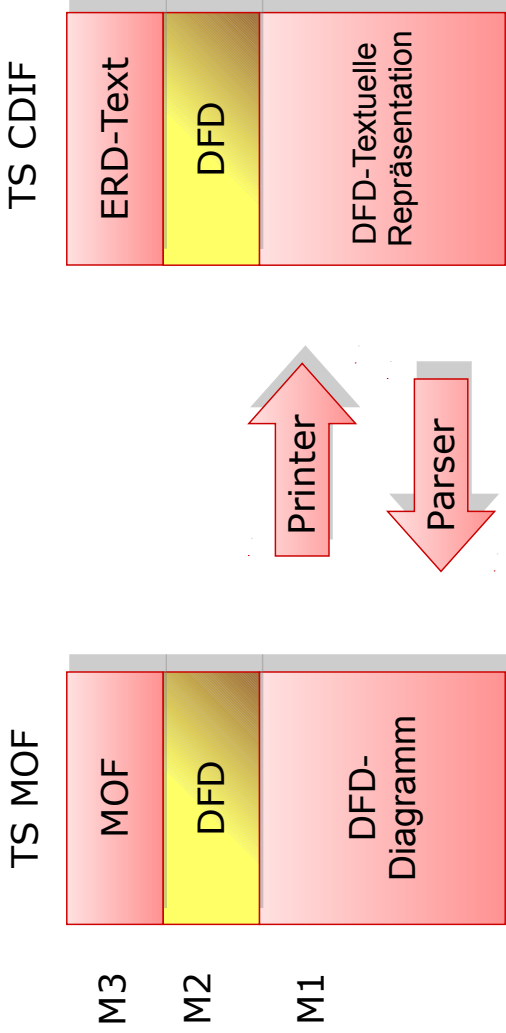




## Austauschsyntax CDIF

17

- ▶ CDIF definiert eine textuelle Syntax für ERD (ERD-Text)
  - normative textuelle Repräsentation (für alle Sprachen auf M2 gleich)



Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

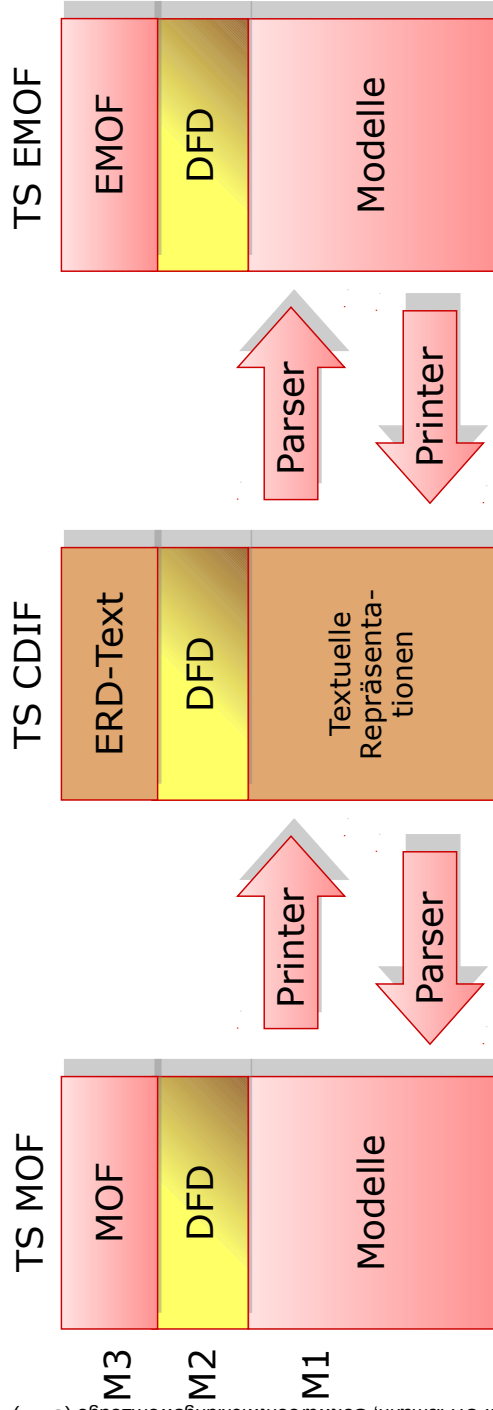


17

## Transformative TS-Brücken via CDIF

18

- ▶ TS-Brücken (via CDIF) generieren Parser und Printer
- ▶ Normative konkrete Syntax in der CDIF-Spezifikation festgelegt



Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



# Austauschformat XMI XML Metadata Interchange Format

19

- ▶ Ziel: anbieterneutrales offenes Austauschformat für Metadaten/Modelle in verteilten Umgebungen
  - Metasprache MOF
  - generisches „Stream“-Format
  - lose gekoppelte Architektur, einfach für Anbieter zur Verarbeitung in aktuellen Produkten
  - überwindet Lücken zwischen inkompatiblen Tools, Repositories und Anwendungen
- ▶ Stand: OMG-Standard für XML Metadata Interchange (XMI) zwischen Repositories, Tools und Anwendungen Version 2.1 (formal/2005-09-01)
- ▶ Allerdings:
  - Wegen des Indeterminismus des spannenden Baumes keine volle Kompatibilität möglich

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

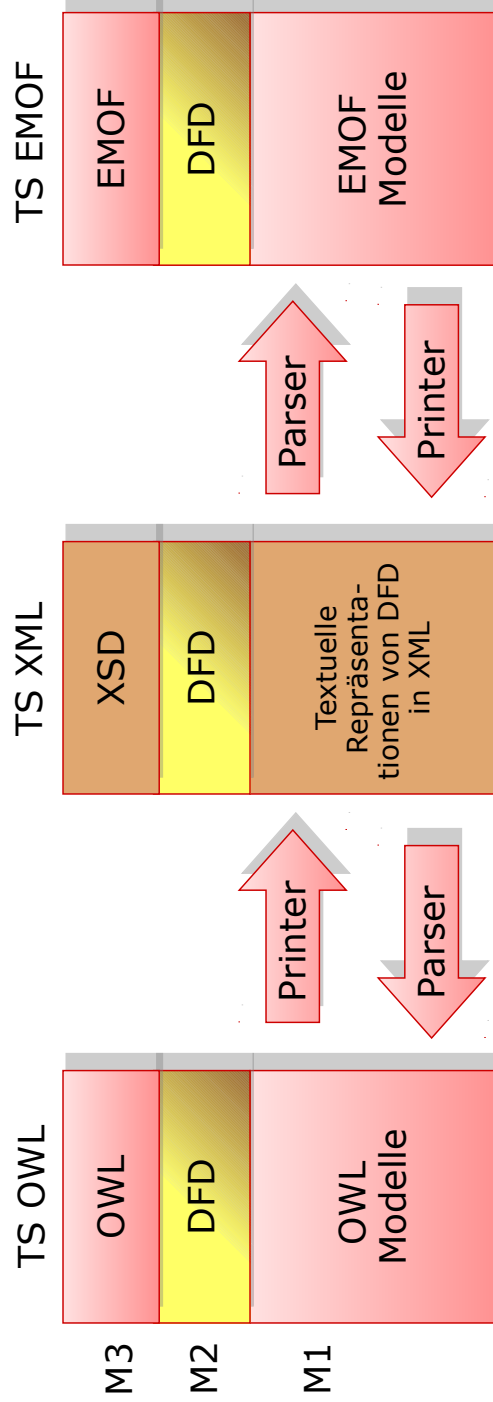


# Transformative TS-Bridges via XML

20

- ▶ XML is a normalized concrete syntax
  - Because of trees, a linearized normalized concrete syntax is possible
- ▶ Good for exchange!

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

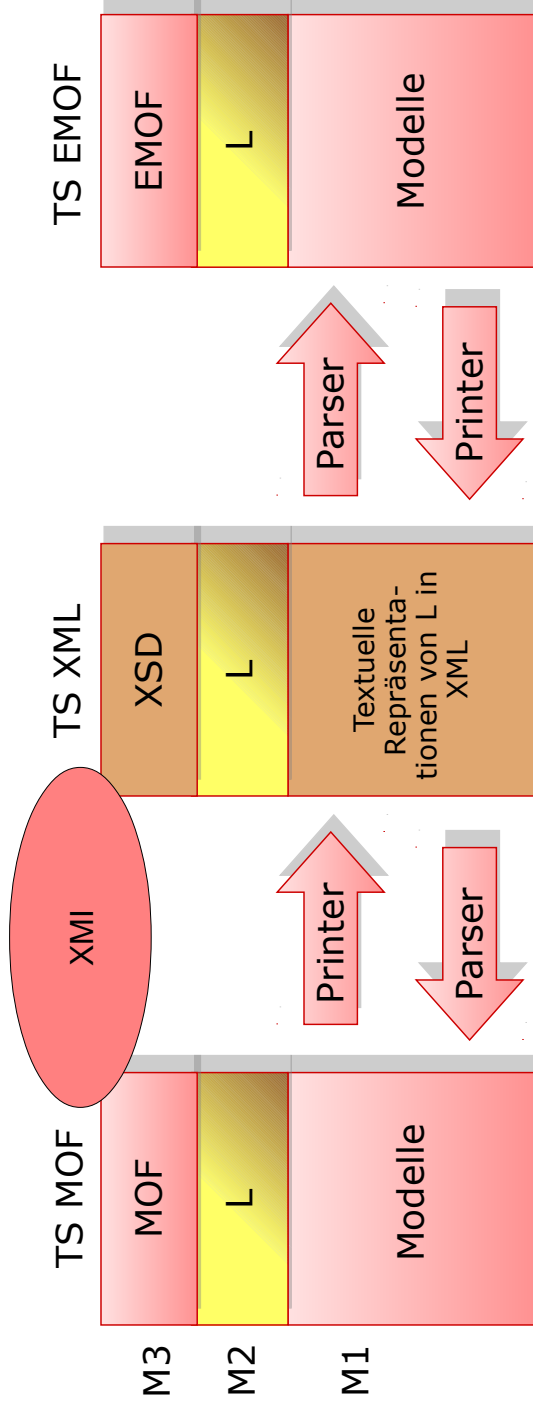


## XMI: Transformative TS-Brücke

21

Im allgemeinen Sinne ist XMI eine Brücke zwischen MOF und anderen TS via XSD/XML

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

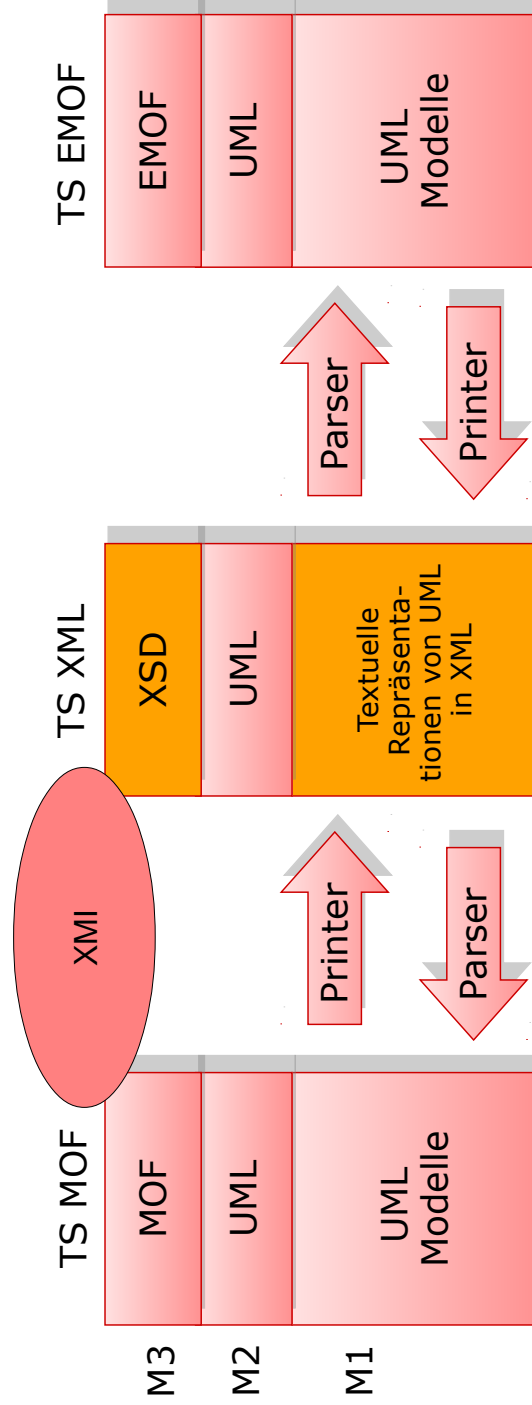


## XMI: Transformative TS-Brücke für UML

22

Meist wird allerdings das nur für UML ausgeprägt. Dann ist XMI eine UML-Brücke

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

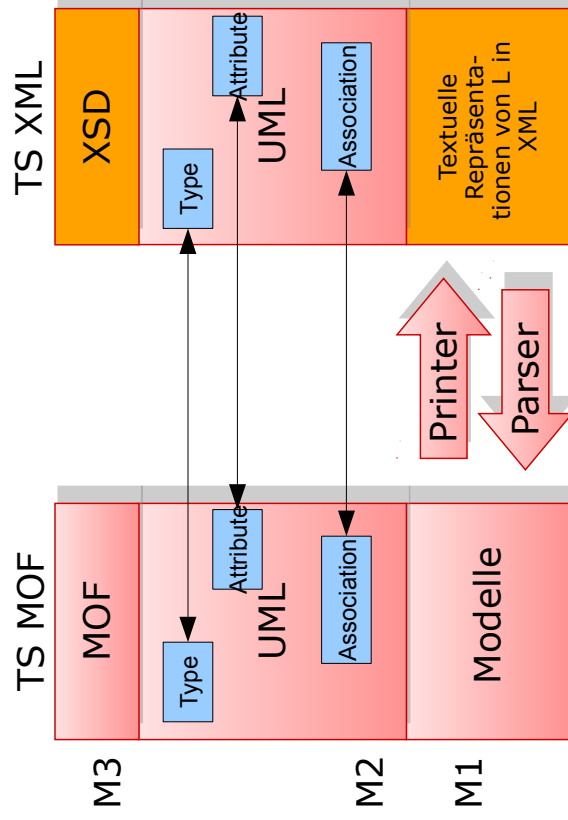


## Zusammenhang XMI - UML

23

- ▶ XMI liegt ein Metamodell der UML zugrunde, das zweimal, in MOF und XSD, spezifiziert wird
  - Zwischen beiden Metamodellen wird ein **Sprachabbildung (language mapping)** angegeben
  - Aus diesem werden Printer und Parser generiert

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

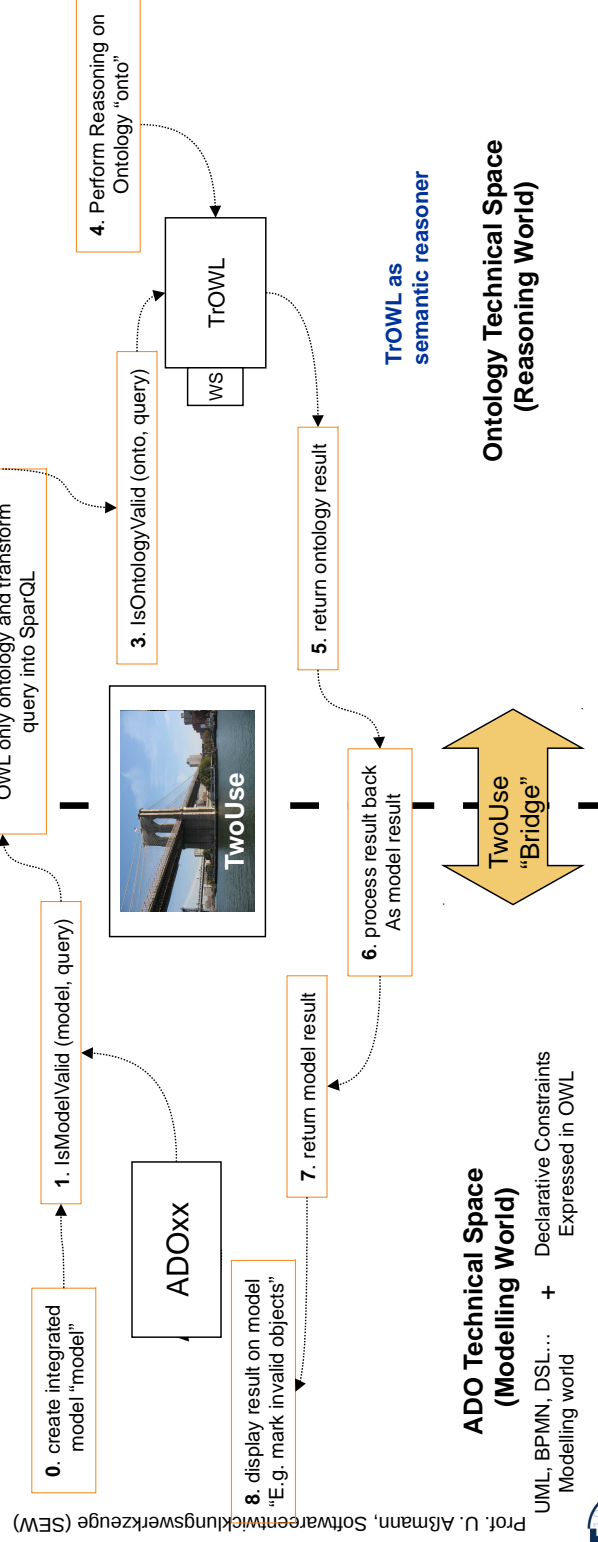


## Transformationsbrücke zwischen ADO und OWL

24

TwoUse (U Koblenz) ist eine Transformationsbrücke zwischen TS ADO (BOC Wien) und TrOWL (OWL, Uni Aberdeen)  
 Austauschsyntax: OWL

ADO as an integrated modelling toolkit



ADO Technical Space (Modelling World)  
 UML, BPMN, DSL... + Declarative Constraints Expressed in OWL

TrOWL as semantic reasoner

Ontology Technical Space (Reasoning World)



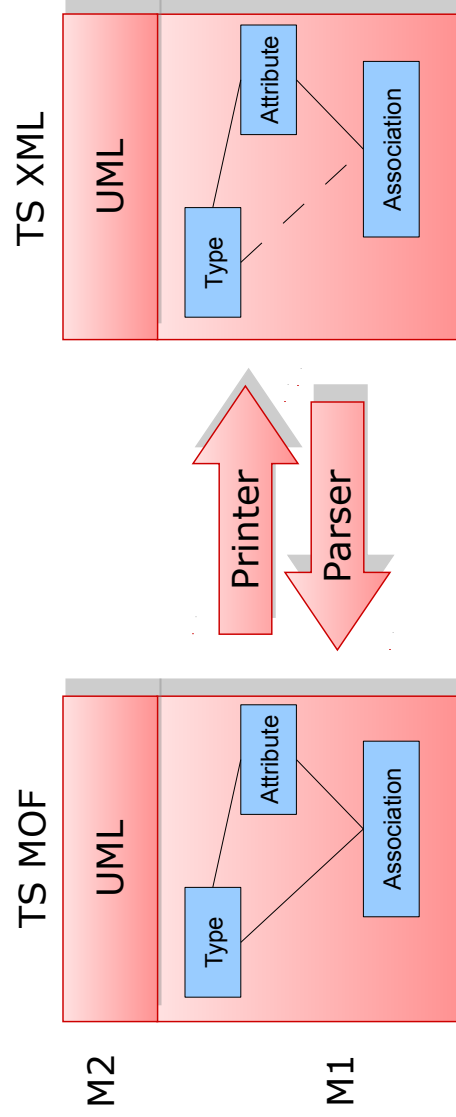
Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

## Problem: normativer spannender Baum für Graphmodelle

25

- UML bzw. MOF sind graphbasiert, XML baumbasiert
- XML muss bestimmte Links in Namensreferenzen auflösen
  - Dazu wird über UML oder MOF-Modell ein Spannender Baum gelegt (z.B. entlang der Aggregation)
  - Alle Links, die nicht im spannenden Baum vorkommen, werden mit Namensreferenzen dargestellt, und **nicht** im XML Baum
- Da der spannende Baum nicht deterministisch ist, entstehen Inkompatibilitäten

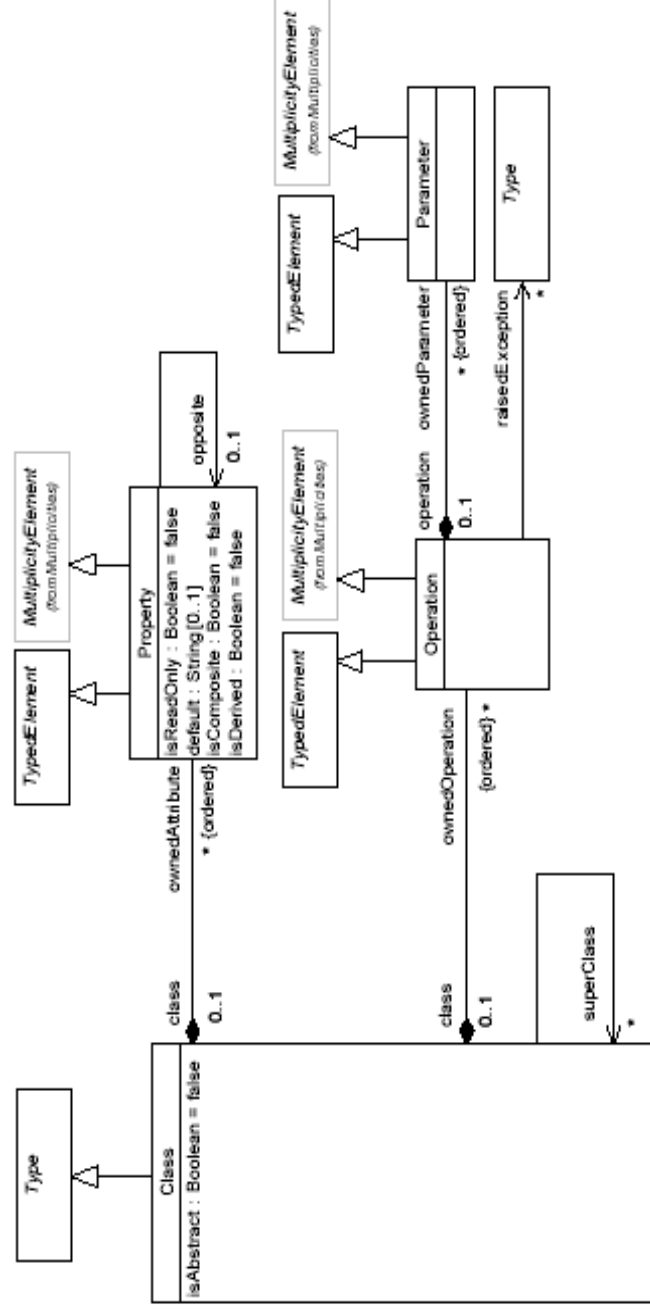
Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



## Erinnerung: Classes and Properties in UML

26

Definieren einer Klasse als Typ und Festlegung der weiteren Elemente zur klassenbasierten Modellierung



Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

Quelle: UML 2.0 Infrastructure Specification; OMG Adopted Specification ptc/03-09-15

## Beispiel einer XMI-Objektinstanz: Kodierung einer UML-Klasse

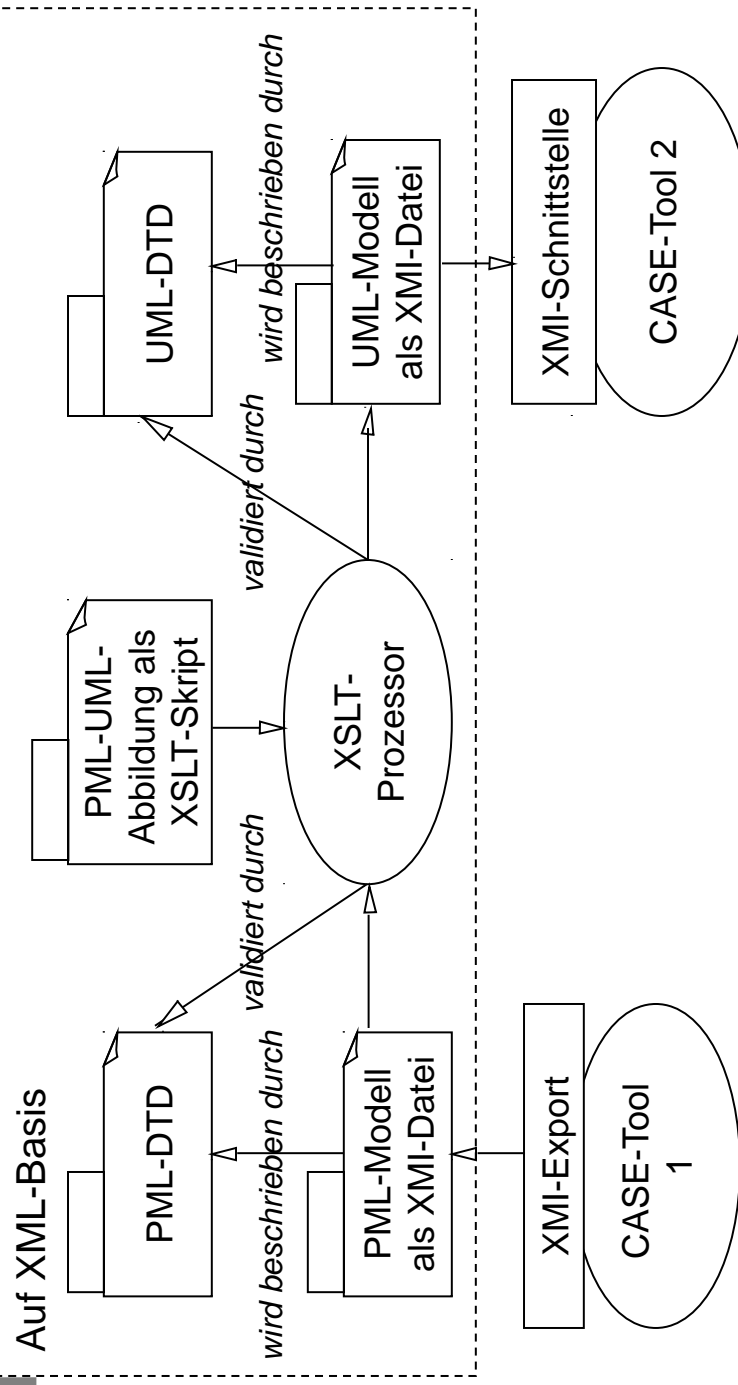
27

```
<?xml version = „2.0“?>
<DOCTYPE XMI SYSTEM "uml.dtd">
<XMI xmi.version = „2.0“>
<XMI.Header>
 <XMI.Metamodel name = „UML“ href = „UML.xml“ />
 <XMI.Model name = „example“ href = „example.xml“ />
</XMI.Header>
<XMI.Content> <Core.Basic.NamedElement.name>example</Core.Basic.NamedElement.name>
<Core.Basic.Class>
 <Core.Basic.NamedElement.name>C1</Core.Basic.NamedElement.name>
 <Core.Basic.feature>
 <Core.Basic.Property> ← UML Typen
 </Core.Basic.Property>
 <Core.Basic.NamedElement.name>A1</Core.Basic.NamedElement.name>
 <Core.Sasic.NamedElement.visibility xmi.value = „protected“ />
</Core.Basic.Property>
 [<Core.Basic.Operation> ... </Core.Basic.Operation>]
</Core.Basic.feature>
</Core.Basic.Class>
</XMI.Content>
</XMI>
```

(ähnliches Beispiel siehe : [www.jeckle.de/xmi\\_ex1.htm](http://www.jeckle.de/xmi_ex1.htm))

## Bsp.: Adaption von XMI-basierten Modellen mit XML-DML wie XSLT

28

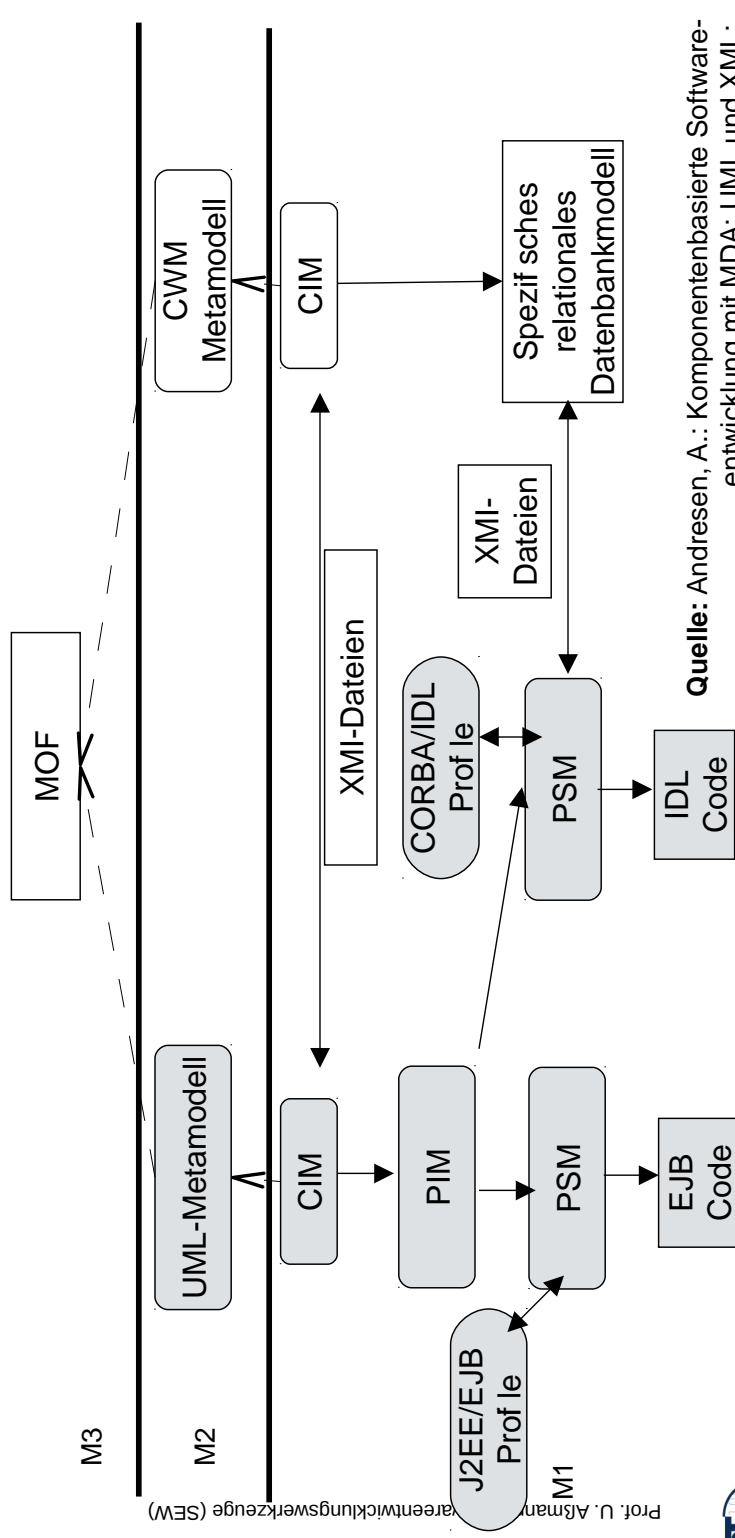


Quelle: Großmann, A.: XMI für prozedurale Programmstrukturen und Transformation in UML; Diplomarbeit an der Fakultät Informatik der TU Dresden, 2000

## Bsp.: Datenaustausch mit XMI für CIM im Kontext von Model-Driven Architecture (MDA)

29

Computation independent model (CIM) ist eine Requirements-Spezifikation



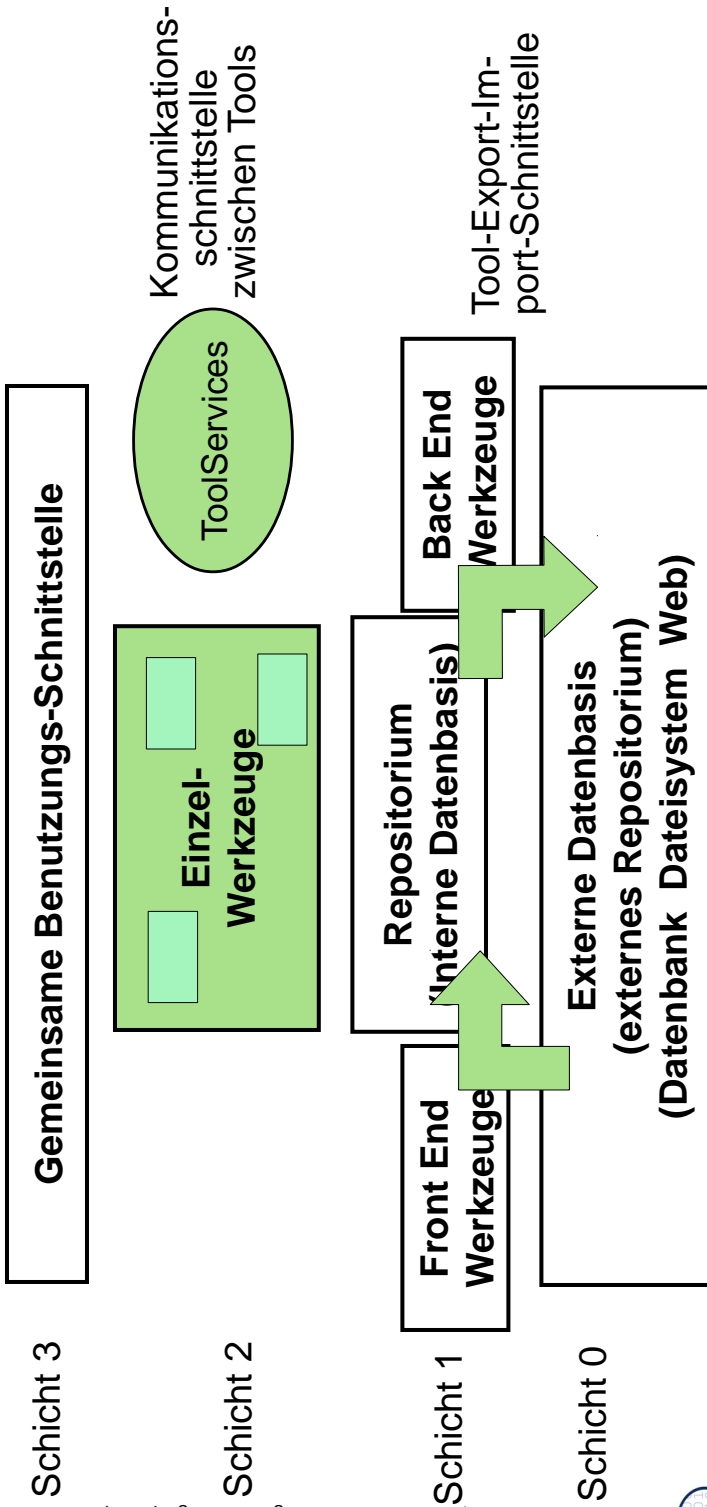
## 30.4 Architektur von SEU

30

Eine Softwareentwicklungs-Umgebung ist ein  
Werkzeugsatz mit Daten, Steuer-, Prozess, und  
Benutzerschnittstellen-Integration.

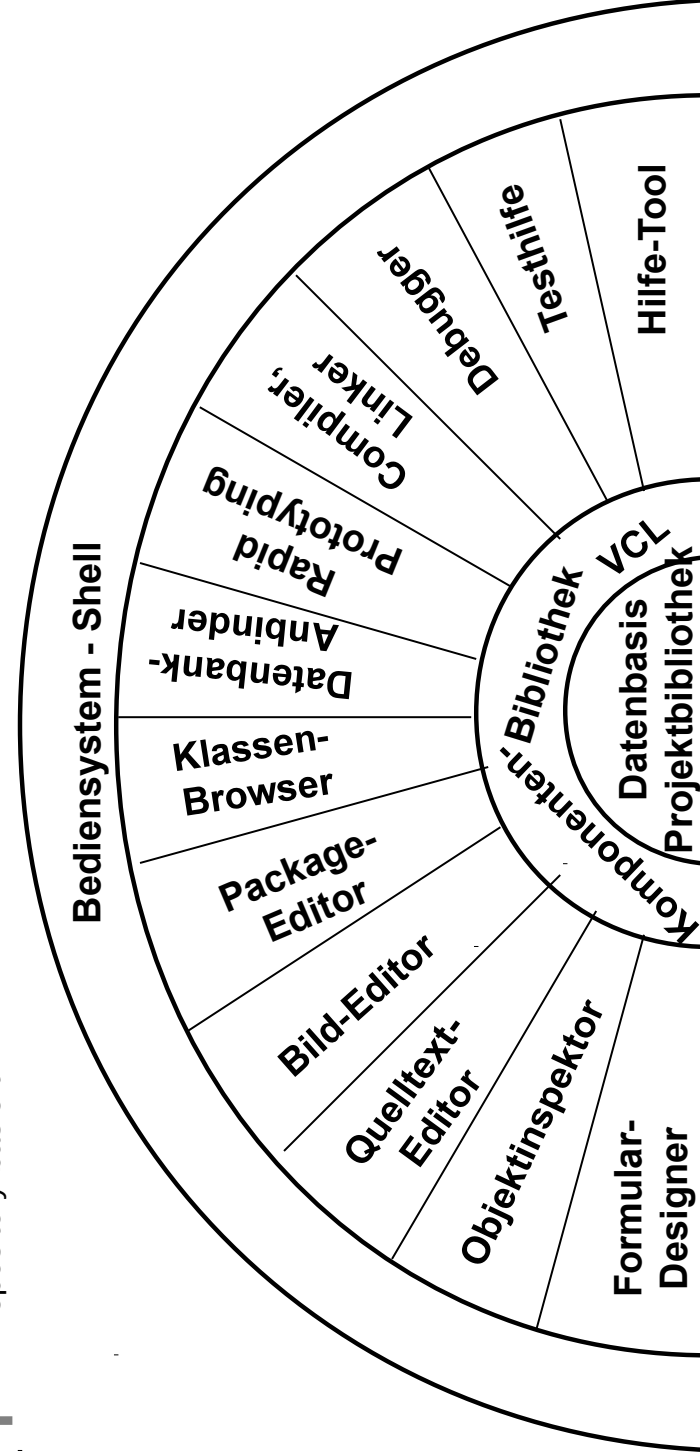


# Architektur einer SEU



# Beispiel: Das Schalenmodell von Delphi

► Repository-basiert





## UNIX Programmers Workbench (PWB): Stream- and File-Based

33

- ▶ Bell Labs developed a stream-based programmers' workbench on UNIX kernel. (1976)
  - UNIX had introduced the file system and streams (for C programs and shell scripts)
- ▶ [http://en.wikipedia.org/wiki/Programmer%27s\\_Workbench\\_UNIX](http://en.wikipedia.org/wiki/Programmer%27s_Workbench_UNIX)
- ▶ CACM publication:
  - <http://delivery.acm.org/10.1145/360000/359856/p746-ivie.pdf?key1=359856&key2=5161309211&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=55168257&CFTOKEN=9543918>
- ▶ “Notable firsts in PWB include:
  - The Source Code Control System, the first revision control system, written by Marc J. Rochkind
  - The remote job entry batch-submission system
  - The PWB shell, written by John R. Mashey, which preceded Steve Bourne's Bourne shell
  - The restricted shell (rsh), an option of the PWB shell
  - The troff -mm (memorandum) macro package, written by John R. Mashey and Dale W. Smith
  - The make utility for build automation
  - Utilities like find, cpio, expr, all three written by Dick Haight, xargs, egrep and fgrep
  - yacc and lex, which, though not written specifically for PWB, were available outside of Bell Labs for the first time in the PWB distribution”

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



## 30.5 Beispiel einer Referenzarchitektur für Werkzeug-Umgebungen: Das ECMA Referenzmodell für SEU

34

.. Der ECMA-Toaster



Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW) © Prof. Uwe Almann

## Standardisierungsorganisation European Computer Manufacturing Association (ECMA)

35

- ▶ Weltweite Normierung der Informationstechnologie und Nachrichtentechnik
  - Mehr als 365 ECMA-Standards
  - 2/3 sind als internationale Standards und/oder technische Reports angenommen worden.
- ▶ Ziele:
  - Zusammenarbeit mit nationalen, europäischen und internationalen Normierungsorganisationen über die Standardisierung von Kommunikationstechnologien (ICT) und Verbraucherelektronik (CER).
  - korrekten Gebrauch von Standards anregen und kontrollieren.
  - Veröffentlichung von Standards und technischer Reports, Unterstützung ihrer Verbreitung auch in elektronischer Form
- ▶ ECMA hat u. a. folgende Technischen Ausschüsse:
  - TC 32: Kommunikation, Netze und Systemverbindungen
  - TC 39: Programmieren und Script-Sprachen
  - TC 43: Universal 3D (U3D)
  - TC 12: Sicherheit

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quelle: <http://www.ecma-international.org/>

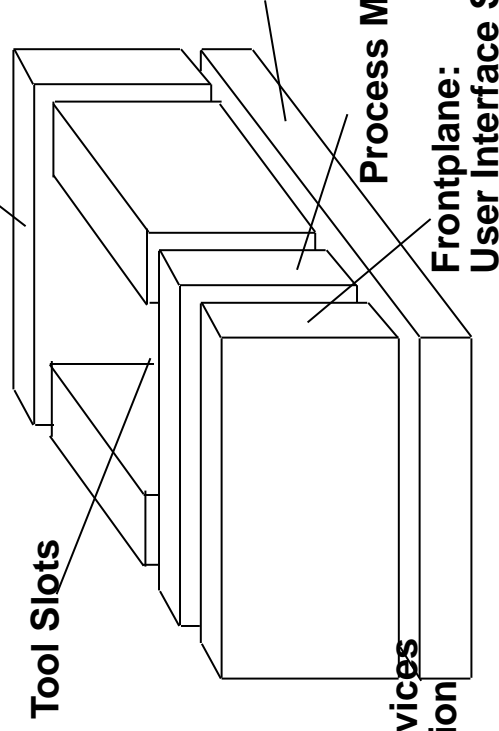


36

## ECMA-Referenzmodell („ECMA Toaster“)

- ▶ Der ECMA Toaster nutzt eine Service-orientierte Architektur (SOA), kann also verteilt sein
- ▶ Seine Dienste sind mehr oder weniger in jeder SEU vorhanden

### Backplane: Object Management Services (Repository)



+ Policy Enforcement Services

+ Framework Administration

+ Configuration Services

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

Quelle: ECMA, Reference Model for Frameworks of Software Engineering Environments, Technical Report 55, 3rd Edition, Juni 1993

<http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-TR/TR-055.pdf>



|                                               |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>externe Sicht</b>                          | beschreibt die externe Nutzung des Dienstes durch andere Dienste bzw. durch Werkzeuge od. den Nutzer                           |
| <b>konzeptionelle Sicht</b>                   | beschreibt die Semantik (Funktionalität), ohne Implementierung oder Verfügbarkeit für den Nutzer zu beachten                   |
| <b>interne Sicht</b>                          | beschreibt die spezifische Implementierung (Betriebssystem, andere Tools) für die Dienstausführung                             |
| <b>Sicht auf Operationen</b>                  | führt die Menge von Operationen eines Dienstes auf, die zur Erreichung der Funktionalität (konzeptionelle Sicht) benötigt wird |
| <b>Sicht auf Typen</b>                        | beschreibt das Datenmodell des Dienstes einschließlich der Informationen über dieses Datenmodell (Metamodell)                  |
| <b>Sicht auf Regeln</b>                       | beschreibt Regelmenge, die mögliche Menge der Operationen (Sicht auf Operat.) und annehmbare Zustände der Daten definiert      |
| <b>Sicht auf Dienst-zu-Dienst-Beziehungen</b> | anhand typischer Beispiele wird gezeigt, wie ein Dienst mit einem anderen kommunizieren kann                                   |

## ECMA Benutzungsschnittstelle USER INTERFACE SERVICES

ECMA stellt eine Reihe von UI-Diensten (services, Schnittstellen) zur Verfügung, die zur Gewährleistung der Benutzungsschnittstellen-Integration und der konsistenten Bedienung von Anwendungen benötigt werden.

- ▶ **User Interface Metadata Service** dient der Definition, Steuerung und Handhabung von Schemata zur Unterstützung der Benutzungsschnittstelle
- ▶ **Session Service** gewährleistet volle Funktion, unabhängig von Nutzer oder Hardwareumgebung
- ▶ **Security Service** gewährleistet Sicherheitsanforderungen, wie Nutzerauthentifikation, Dunkelsteuerung unbenutzbarer Funktionen u. a.
- ▶ **Profile Service** gestattet mögliche Veränderungen, wie z. B. Systemeinstellungen (Farbe), Menge zu verwendender Werkzeuge u.a.
- ▶ **User Interface Name and Location Service** stellt fest, wer sich wo zum System Zutritt verschafft hat (logging in)
- ▶ **Internationalization Service** stellt nationale Besonderheiten (z. B. Zeichensätze, Datumsformate) zum Zugriff auf das Rechnersystem bereit und gewährleistet ihre Konvertierbarkeit zwischen unterschiedlichen Ländern.

## ECMA Prozessverwaltung Process Management Services

39

- Die **Process Management Services** definieren und organisieren die Ausführung aller Werkzeuge:
- ▶ **Process Definition Service** definiert aus den im Repository gespeicherten Projektdaten die Bedingungen zur Ausführung neuer Aktivitäten
  - ▶ **Process Control Service** steuert Prozesse im allgemeinen auf dem Niveau eines bestimmten Vorgehensmodells zur Beeinflussung anderer Prozesse, wodurch der Nutzer entsprechend seiner Rolle unterstützt wird
  - ▶ **Process Enactment Service** unterstützt und bietet Möglichkeiten der Steuerung vorher definierter Aktivitäten (Analyse-, Hilfe-, Simulationsfunktionen)
  - ▶ **Process Visibility and Scoping Service** legt zum Zwecke der Kommunikation und Koordination Sichtbarkeit, Zeitpunkt und Ort von Aktivitäten fest für andere Aktivitäten
  - ▶ **Process State Service** sammelt und wertet Ereignisse von Aktivitäten während ihrer Ausführung aus, die für die Koordination und spätere Entscheidungsplanung anderer Projektaktivitäten notwendig sind
  - ▶ **Process Resource Management Service** verwaltet das Festlegen von Ressourcen zur Ausführung definierter Prozesse für Werkzeuge und Nutzer

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



## ECMA Werkzeugdienste (Tool Services)

40

- ▶ Werkzeuge können in den ECMA Toaster eingesteckt werden bzw. ausgetauscht werden
  - Die gesamte Toolmenge soll nach außen hin durch eine **einzige Schnittstelle** repräsentiert werden.
  - Die Menge der Tools soll den **Softwareentwicklungsprozess vollständig abdecken**.
- ▶ Die Werkzeuge kommunizieren über den *Communication Service* oder *Object Management Service*
- ▶ Wenn Werkzeuge in die SEU **integriert** werden, ist zu prüfen, ob sie Frameworkdienste bieten.
  - Wenn ja, ist zu entscheiden, diese Dienste weiterhin separat zu ermöglichen oder doch auf die Dienste des SEU-Frameworks überzugehen.
- ▶ Um für alle Werkzeuge ein **gleiches Erscheinungsbild** zu erhalten, müssen Basisdienste und Dienste eines SEU-Framework nach standardisierten Vorschriften realisiert werden.

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



## ECMA Datenbasis (Repositoryum) Object Management Services

41

Die **Object Management Services** dienen der Definition, der Speicherung, der Handhabung, der Verwaltung und dem Zugriff auf Objekte/Dokumente (Dateien, Programme, Bibliotheken, Projekte, Geräte usw.):

- ▶ **Metadata Service** gestattet die Definition, Steuerung und Handhabung von Schemata und sonstigen Metadaten (Reflektion, Introspektion)
- ▶ **Data Storage and Persistence Service** unterstützt das persistente Anlegen und Speichern von Objekten nach der Metadatenbeschreibung
- ▶ **Relationship Service** erlaubt die Definition und Handhabung von Beziehungen zwischen Objekten und Objekttypen.
- ▶ **Derivation Service** (Bau-Management) legt die Wege fest, welche Objekte von anderen abgeleitet sind (z. B. Generierung Objektcode aus Quellcode ähnlich Make-Files).
- ▶ **Concurrency Service** sichert den gleichzeitigen Zugriff für Nutzer und Prozesse zum gleichen Objekt der Datenbasis (Transaktionen, Synchronisation)
- ▶ **Version Service** unterstützt das Anlegen, Zugreifen und Verbinden von Objekt- und Konfigurationsversionen der SEU.

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



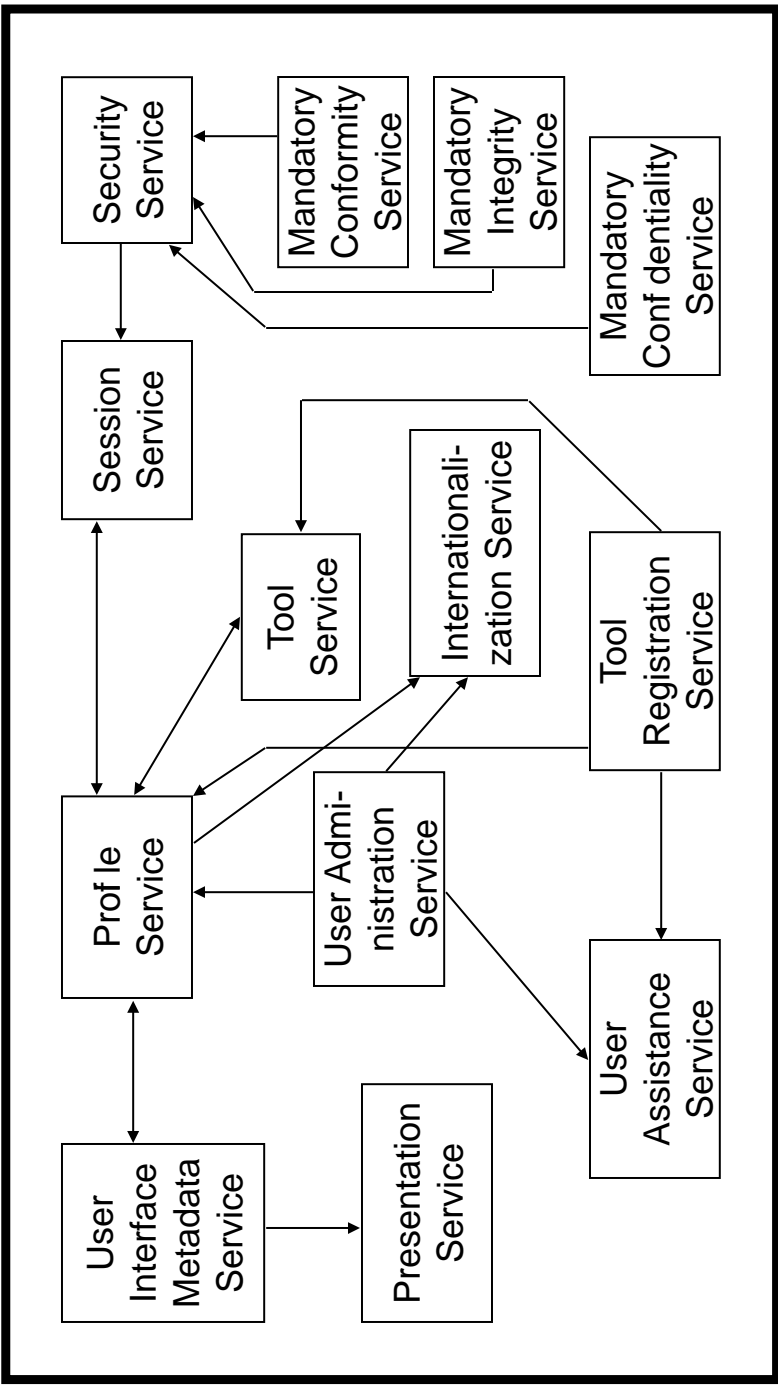
## ECMA: Weitere Services

42

- ▶ Die **Policy Enforcement Services** sind für Sicherheitsaspekte, Integritätsüberwachung und Verwaltungsfunktionen zuständig:
  - **Mandatory Confidentiality Service** legt auf eigenen Wunsch Zugriffsrechte und Sicherheitsanforderungen (geheim, str. geheim) für Objektinformationen fest.
  - **Mandatory Integrity Service** gestatten den Schutz von SEU-Objekten vor unauthorisierten Änderungen, z. B. Eintragung "read only" usw.
  - **Mandatory Conformity Service** überwacht alle Aktivitäten zur Einhaltung von Konformitätsanforderungen, die z.B. aus der Qualitätssicherung stammen.
- ▶ Die **Communication Services** dienen der Kommunikation zwischen Werkzeugen, zwischen Basisdiensten sowie Diensten verschiedener SEU.
  - Basismechanismen sind Nachrichten (Punkt-zu-Punkt, Broadcast, Multicast), Betriebs- systemaufrufe, Remote Procedure Calls und der Datenaustausch
- ▶ Die **Framework Administration** und **Configuration Services** übernehmen die sorgfältige Installation der SEU und ihre laufende Pflege u.a.:
  - **Tool Registration Service** übernimmt das An- und Abmelden neuer Tools.
  - **User Administration Service** unterstützt das An- und Abmelden von Nutzern zum System

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)





## 30.6 Ein Metamodellgesteuertes Framework zur Werkzeugintegration (PCTE)

Mit eigenem Technikraum und Metasprache PCTE-OBS

<http://ieeexplore.ieee.org/iel3/2107/7595/00313508.pdf?arnumber=313508>

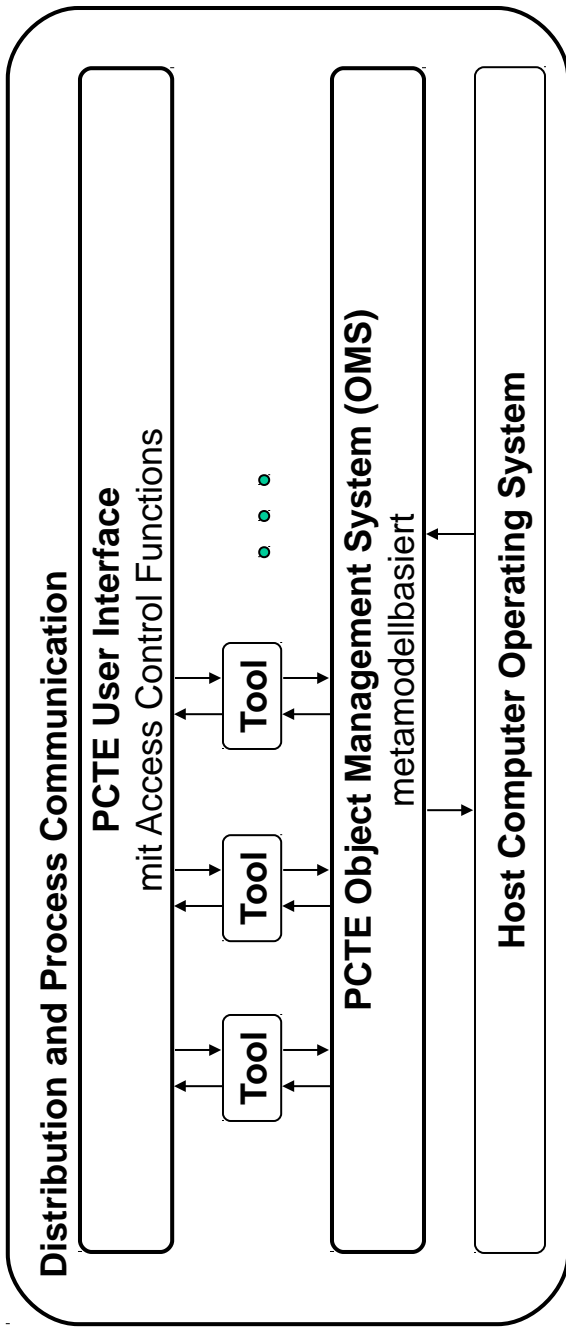
[http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.94.8315&rep=rep1&type=pdf)

[doi=10.1.1.94.8315&rep=rep1&type=pdf](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.94.8315&rep=rep1&type=pdf)

## Portable Common Tool Environment (PCTE+, HPCTE)

45

- ▶ PCTE ist eines der historisch ersten metamodelgesteuerten Werkzeugintegrationsframeworks
- ▶ PCTE erfüllt den Schnittstellenstandard der ECMA - unterstützt systemunabhängigen Zugriff auf Werkzeuge und Repository



Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quelle: ECMA - Portable Common Tool Environment (PCTE), Abstract Specification; ECMA-149, 2nd Edition, Juni 1993

## Technische Merkmale von PCTE

46

**PCTE** stellt eine Menge hochintegrierter Basisdienste bereit, die eine vielseitige Grundlage für verteilte Software-Entwicklungsumgebungen (SEU) bilden

- **verteilter DBMS** basierend auf dem ERD mit Erweiterungen, wie zusammengesetzte Objekte, Versionen, Mehrfachvererbung, dynamisch kreierte Sichten, eingebettete Transaktionen usw.;
- ein **exklusives Ausführungssystem**, welches Prozesshierarchien, Vererbung von offenen Files, Prozesskommunikation über Pipes und Nachrichtenwarteschlangen gestattet. Werkzeuge können als Shell-Skript geschrieben und in mehreren Fenstern unterstützt werden.
- **verteilte Dienste**, d.h. Objektbasis und Prozesse sind transparent verteilt, Replikation von Objekten sowie Schema-Management sind ebenfalls dezentralisiert.
- **erweiterbare Sicherheitsmerkmale**, wie Vertraulichkeit, geschützte Zugriffssteuerung für individuelle Objekte, Revisionsfähigkeit.

Prof. U. Armann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quelle: <http://pi.informatik.uni-siegen.de/pi/hpcte/hpcte.html>

## PCTE-OMS-Modell (Object Management System)

47

- ▶ Das OMS stellt Datentyp- und Datenspeichermöglichkeiten sowie Concurrency-Control-Mechanismen zur Verfügung,
  - definiert statische Informationen, die in der **object base** (Repository aller persistenten Daten) gehalten werden,
  - liefert Konzepte für die Softwareentwicklung, wie beispielsweise die (Typ-)Vererbung der objektorientierten Modelle.
- ▶ Das OMS ist metamodel-gesteuert. Es enthält **Typdefinitionen**, die in **Schema Definition Sets (SDS, Metamodellen)** beschrieben werden:
  - **Objekte**: Entitäten, auf denen Operationen der Werkzeuge ausgeführt werden. Instanzen können Dokumente, Textfiles, Quell- oder Objektcode, Task aber auch Geräte und Nutzer sein.
  - **Links (Assoziationen)**: gerichtete Beziehungen zwischen (Ursprungs-) und (Ziel-)Objekt (bidirektional)
  - **Attribute**: beschreiben Objekte und Links näher. Sie enthalten einen bestimmten Wertetyp und können sowohl Schlüssel- als auch normales Attribut sein.
- ▶ Die DDL **PCTE-OMS** ist **geöffnet** (selbstreferenzierend, in sich selbst spezifiziert, DDL ist geöffnet als Metasprache)

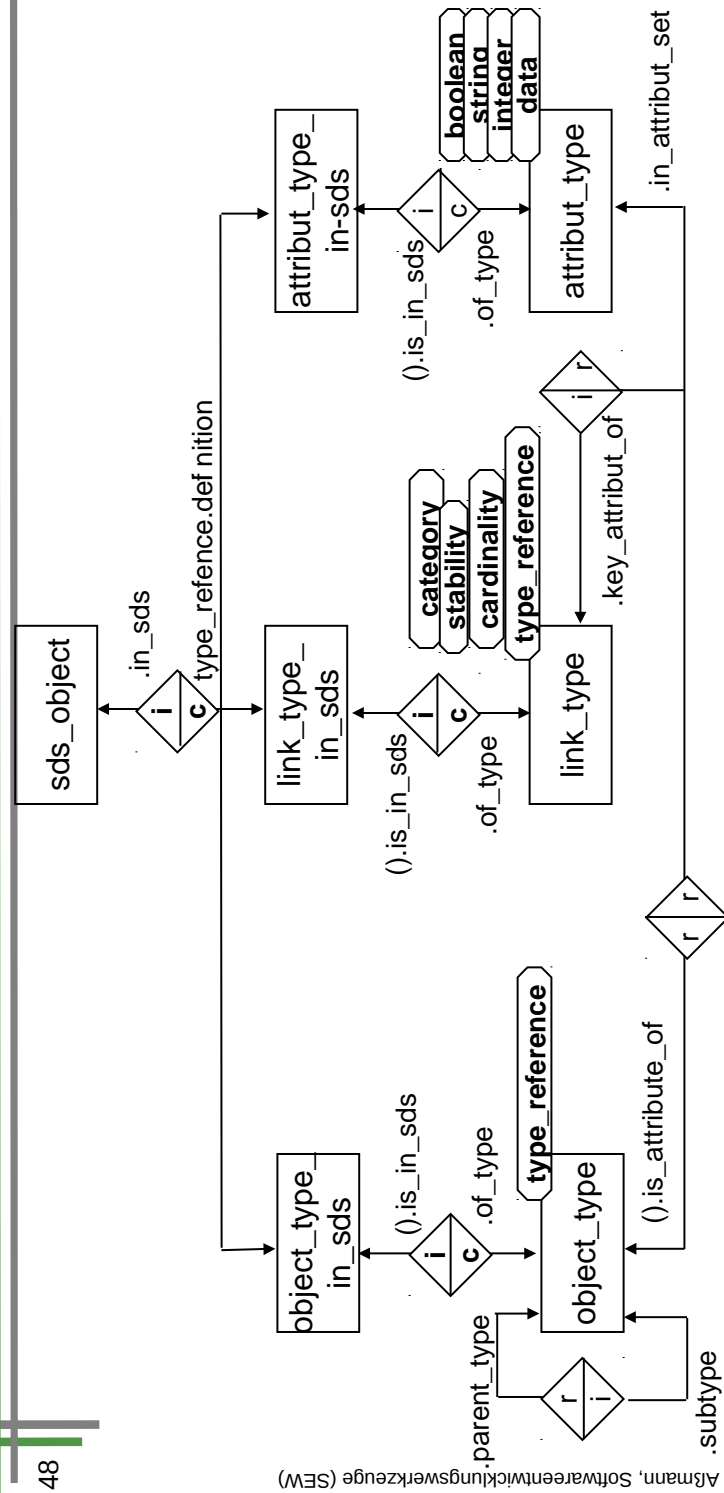
Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



Quelle: <http://gille.loria.fr:7000/Emeraude/emeraude.html>

## PCTE-OMS Metasprache ist eine Erweiterung von ERD

48



Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

**Link-Typ Kategorien:** *c* composition  
*r* reference  
*i* implicit  
*s* system *implicit*,

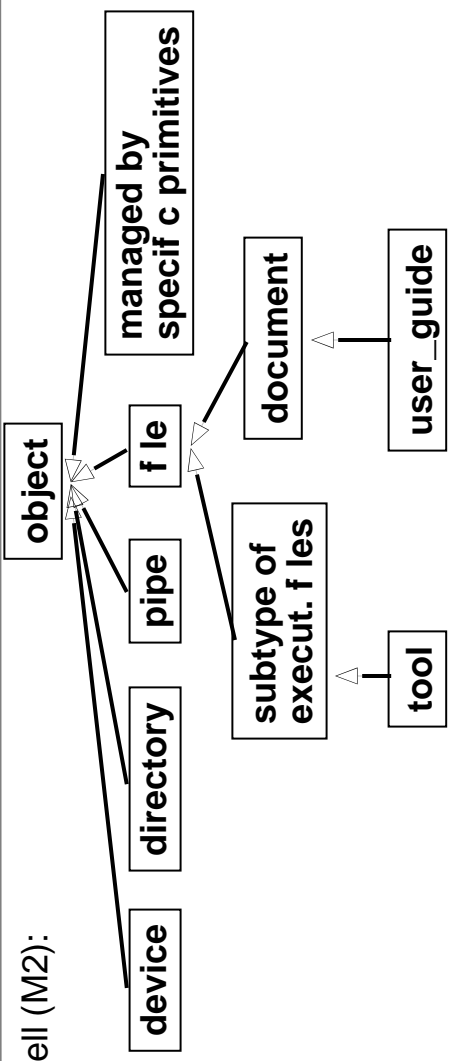
bei Anlegen eines neuen Objekts in Referenz zum existierenden.  
zwischen Ursprungs- und Zielobjekt  
kann z.B. reverse link für einen angelegten Link sein  
automatisch vom System (PCTE-OMS) gesetzt.



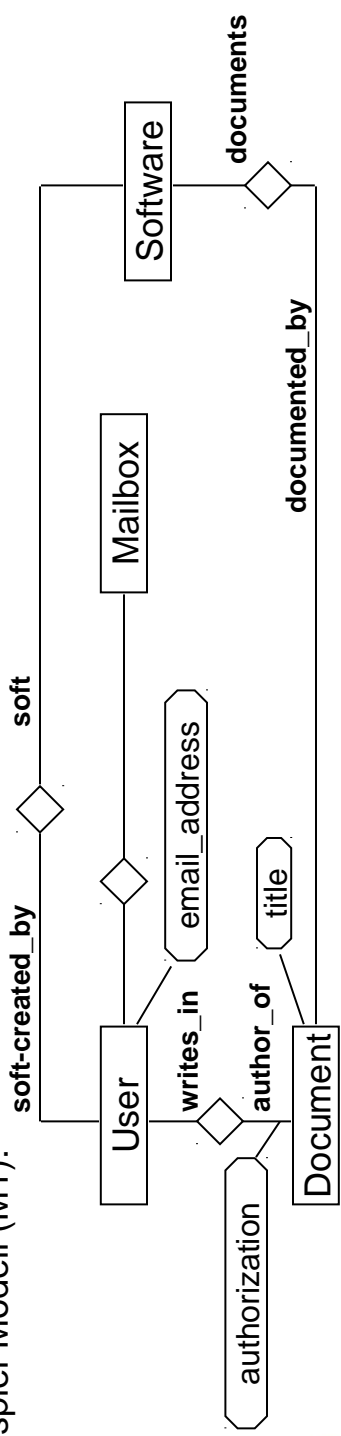


# PCTE-Objekt-Strukturen mit erweitertem ERD

49 PCTE DDL Metamodell (M2):

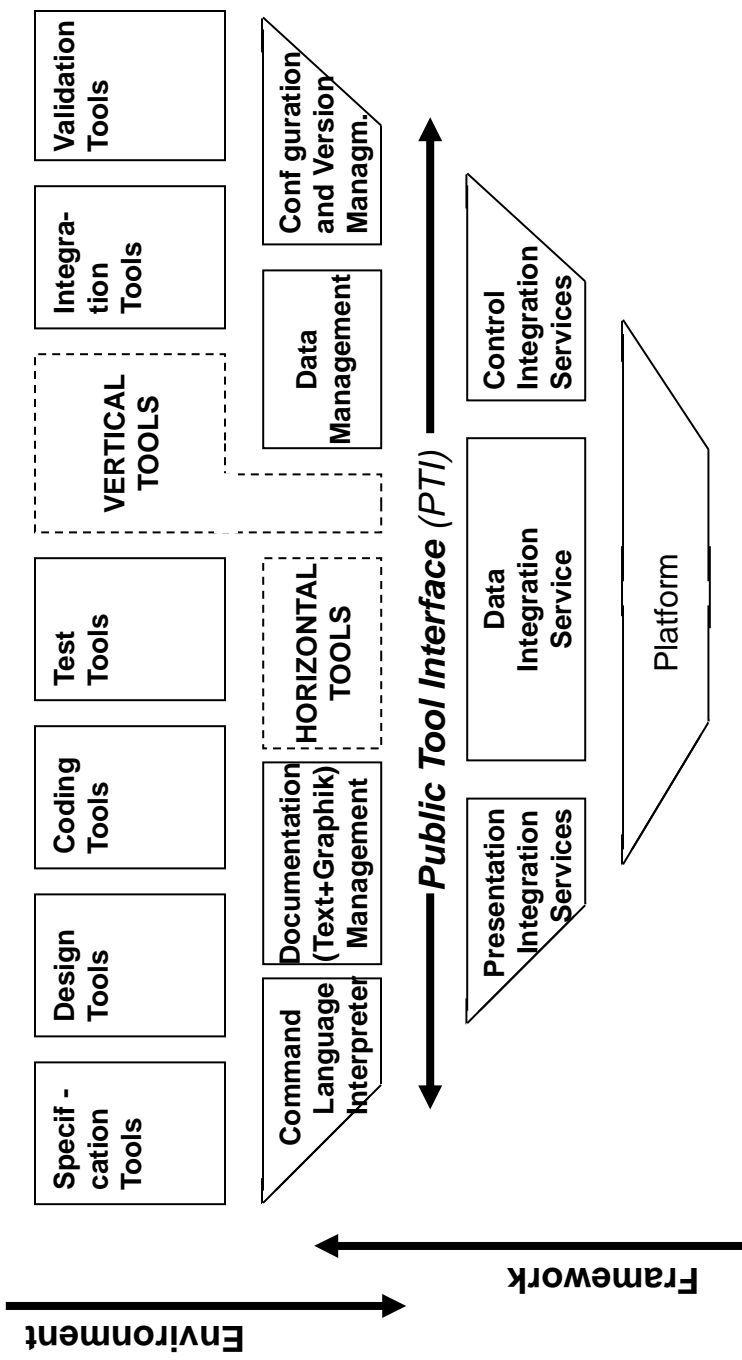


50 Beispiel-Modell (M1):



# Emeraude PCTE Framework

[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=182066](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=182066)  
<http://www.springerlink.com/content/g111t41326211512/>



## More PCTE Implementations

51

- ▶ PACT PCTE Implementation
  - Thomas, Ian. Tool integration in the pact environment. In Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering, pages 13-22, May 1989.
- ▶ HPCTE implementation of University of Siegen
  - Java API
  - Supports views on the repository
  - <http://pi.informatik.uni-siegen.de/pi/hpcte/hpcteapps.html>

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)



## The End

52

- ▶ Werkzeuge werden unterschieden in
  - Repository-basierte
  - Datenfluss-gesteuerte
- ▶ SEU werden aus Werkzeugen komponiert
- ▶ SEU können Rahmenwerke (frameworks) zur Tool-Integration bereitstellen
  - ECMA hat die nötigen Dienste dazu definiert
- ▶ Datenintegration
  - Mit Strömen
  - Mit Datenaustausch
  - Mit Datenteilung (shared repositories)

Prof. U. Almann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

