

22. Komposition von repository-basierten Werkzeugen (auf M1)

Prof. Dr. Uwe Aßmann
 Technische Universität Dresden
 Institut für Software- und
 Multimediatechnik
<http://st.inf.tu-dresden.de>
 Version 11-0.6, 17.11.11

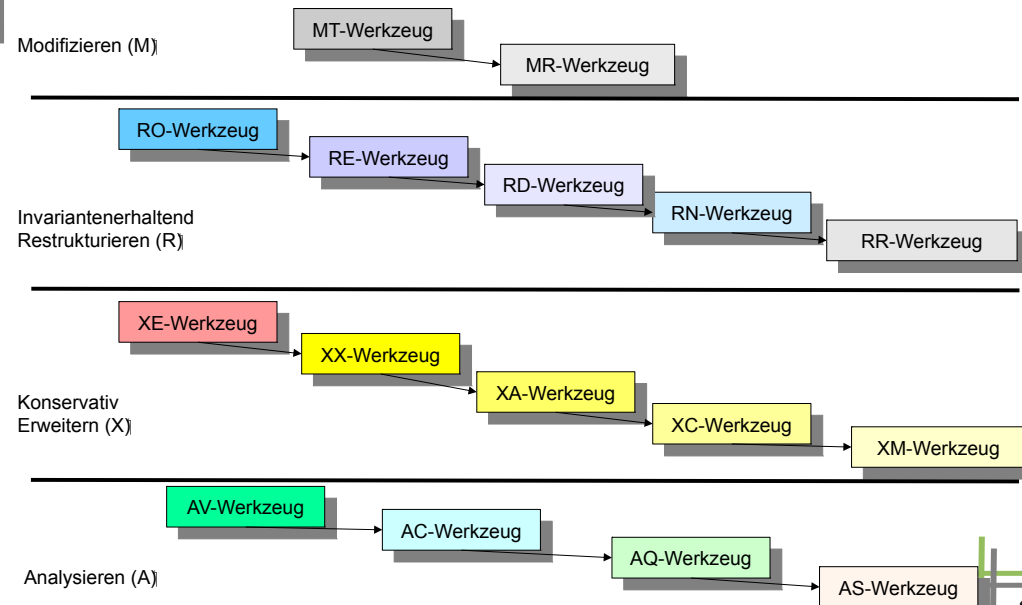
- 1) Komposition mit Werkzeug-Blutgruppen
- 2) Werkzeuge als Objekte (tool objects)
- 3) Einsatz des Graph-Logik-Isomorphismus

Literatur

- ▶ Johannes Siedersleben. Moderne Softwarearchitektur - Umsichtig planen, robust bauen mit Quasar, dpunkt-Verlag, 2004, Heidelberg
 - www.openquasar.de

22.1 Effektkategorien für Werkzeuge (Blutgruppen) zur Komposition in SEU

Effektkategorien für Werkzeuge (Wdh.)



Werkzeugkomposition

- ▶ Realistische Werkzeuge verarbeiten immer eine DDL, DCL, DQL, DML, sowie Verhaltensspezifikationsprachen (BSL)
- ▶ Die individuelle Fertigung von solchen Werkzeugen ist zu teuer.

Wie kann man Werkzeuge einfach zu grösseren Werkzeugen komponieren?

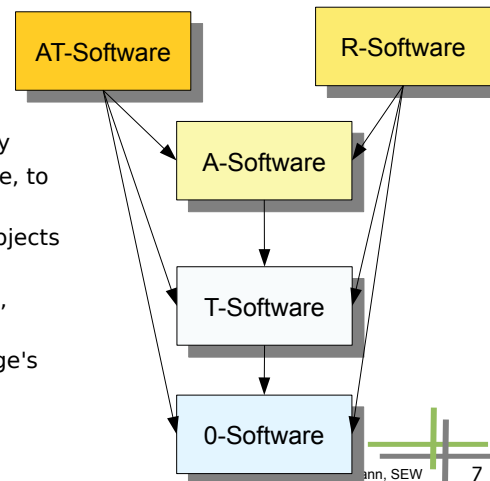
Idee zur Lösung

- ▶ [Siedersleben, Quasar]
- ▶ Betrachte die Effekte eines Werkzeuges auf das Repository
 - Komponiere die Werkzeuge, falls sie keine Konflikte haben

Übertrage Software-Blutgruppen-Gesetze auf Werkzeuge → Leser/Schreiber-Blutgruppen

Software Blood Groups (Blutgruppen) (Softwarekategorien nach Wiederverwendbarkeit)

- ▶ 0: independent of application and technology
 - USES relationships:
 - JDK collections, C++ STL, GNU regexp
- ▶ A: application- or domain-related. Stems from domain model.
 - Client, Customer, ...
- ▶ T: technology-oriented APIs, independent of application, but not of technology
 - JDBC, CORBA CosNaming
- ▶ AT: depending on application and technology
 - To be avoided: hard to maintain, to reuse, to evolve
- ▶ R: for representation changes of business objects into external representations and back
 - Serialization, deserialization, encryption, decryption, packing, unpacking
 - Transporting an object from one language's representation to another (e.g., Java to Cobol)



Architectural Components

- ▶ 0-interfaces contain only technical types (strings, collections etc)
 - well reusable
- ▶ A-interfaces contain domain types (account, bill,..)
 - A-components live in the Application-Logic and the Database tier
 - Hard to reuse
- ▶ T-interfaces provide technical APIs
 - Necessary everywhere
- ▶ R-interfaces contain both, because they change representation
 - Are necessary in the middleware and data layer
 - Special kind of A
 - Can often be generated from specifications, hence not reusable, but re-generatable
 - XML tools, e.g., XMI (model interchange)
 - OMG MOF tools (Model-driven development)

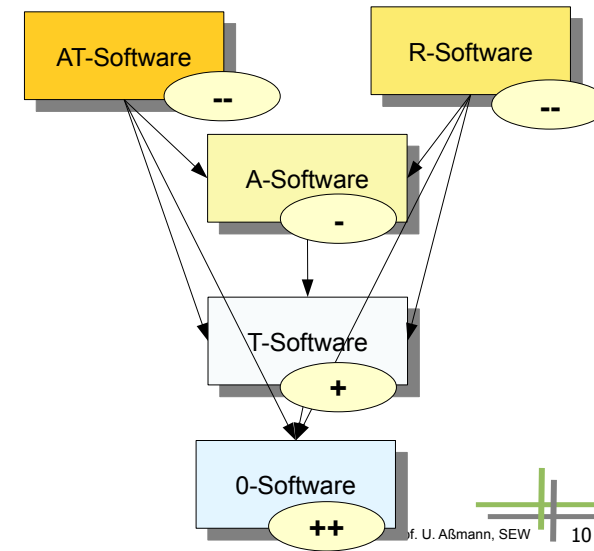
Zweck der Blutgruppen

- Zweck der Blutgruppen ist es, Anwendung und Technik möglichst weit voneinander zu trennen, um sie getrennt besser wiederverwenden zu können.

**Siedersleben's Blutgruppen-Gesetz:
Jede Schnittstelle, Klasse, und Komponente
gehört genau zu einer Softwarekategorie.**

Wiederverwendbarkeit der Blutgruppen

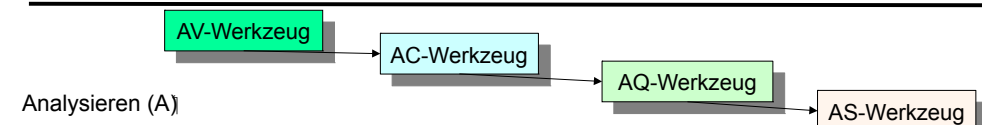
- Die Wiederverwendbarkeit der Gruppen nimmt von 0 nach AT hin ab.
 - Technisch orientierte Komponenten sind leichter wiederzuverwenden
 - Anwendungsspezifische schwerer.
 - Problemfall AT
- Die Blutgruppen durchziehen alle Schichten der BCED-Architektur
 - Auf jeder Ebene gibt es Technik, Applikation, Repräsentation



22.1.1 Einzelne Effektkategorien

Effektkategorie Analyse-Werkzeuge (Blutgruppe A)

- Analysewerkzeuge lesen das Repositorium
 - verändern aber die Artefakte nicht
 - nutzen Query-Sprachen (DQL, CQL)
 - alle Artefakte bleiben unabhängig voneinander
- AS-Werkzeuge (Search, Automatisierungsgrade (1)-(3))
 - Suche von Informationen in einem Artefakt, seine Struktur, oder seine Attribute
 - Bsp.: Browser (Brauser), Lister, Editoren, Suchmasken-Programme oder Web-Browser.



AQ-Werkzeuge

- ▶ AQ-Werkzeuge (Query-Werkzeuge, query engines)
 - Abfrage komplexer Sachverhalte in Repositorien
 - Berechnung von Wissen, das implizit in den Artefakten vorhanden, aber nicht direkt ablesbar
 - Einsatz von Querysprachen
 - AQ-Werkzeuge benötigen AS-Funktionalität
- ▶ Beispiele:
 - logische Programmiersprachen
 - Querysprachen. Darauf aufbauende spezialisierte Code-Query-Werkzeuge wie Semmler/QL bieten SQL-ähnliche Anfragesprachen an
 - Aufrufgraphvisualisierer
 - Metrikwerkzeuge
 - Informationssysteme für Geschäftsanalyse (business intelligence)

AC-Werkzeuge

- ▶ AC-Werkzeuge (syntactic checking, syntaktische Prüfung).
 - Prüfung von Konsistenzbedingungen über Repositorien (Integritätsregeln, integrity constraints, context conditions, validity checks).
 - Melden des Ergebnisses (*explanations*)
 - Vorschlag für Korrekturen (*correction hints*)
 - Am Zustand des Repositoriums wird nichts geändert
 - DCL und DQL werden eingesetzt
 - Syntaktische Integritätsregeln lassen sich ohne Rückgriff auf die Semantik eines Programms überprüfen
 - Integritätsregeln der statischen Semantik: sind ebenfalls
 - Integritätsregeln der dynamischen Semantik: Invarianten, die nur zur Laufzeit überprüft werden können
 - Beispiele: Parser, Typprüfer oder Bedingungsprüfer (constraint checker), Stilprüfer.

AD-Werkzeuge

- ▶ AD-Werkzeuge (difference, Differenz- bzw. Ähnlichkeitsbestimmung)
 - Um zwei Artefakte eines Metamodells miteinander vergleichen zu können, müssen ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestimmt werden.
 - Artefakte können bezüglich eines Gleichheitskriteriums gleich, ähnlich oder völlig verschieden sein.
 - Bsp.: Differenzwerkzeuge in Regressionstests
 - Prüfung von Ausgabedaten verschiedener Programmversionen auf Übereinstimmung

AV-Werkzeuge

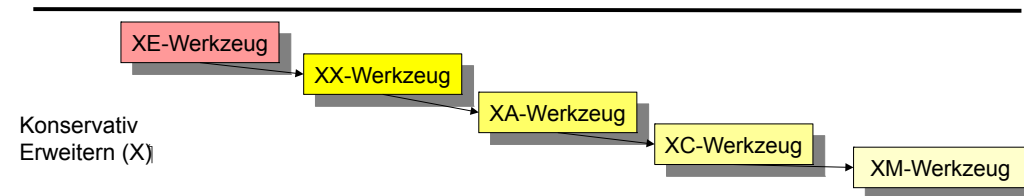
- ▶ AV-Werkzeuge (Validation, semantic checking, semantische Prüfung).
 - AV-Werkzeuge prüfen die Semantik eines Programms.
 - Beispiele:
 - Testwerkzeuge führen eine semantische Prüfung durch, bei der validiert wird, ob eine neue Version korrekte Ausgabedaten erzeugt
 - Theorembeweiser beweisen, jenseits der Validierung durch Testen, die Korrektheit von Software.
 - Theorembeweiser können auch eingesetzt werden, um Verträge für Prozeduren und Methoden zu prüfen.
 - Auch können sie Anwendungen, die Frameworks benutzen, daraufhin überprüfen, ob sie das Framework korrekt benutzen.

A-Werkzeuge

- ▶ Analysewerkzeuge arbeiten **idempotent**
 - Sie können immer wieder angewendet werden, ohne dass sich ihre Ergebnisse oder auch die Artefakte sich ändern.
- ▶ Damit können Analysewerkzeuge auf einfache Weise mit Werkzeugen, die andere Effekte auf das Repository erzeugen, kombiniert werden.
- ▶ Insbesondere bedeutet das für die transaktionsorientierte Kopplung solcher Werkzeuge innerhalb von SEU, dass sie
 - als Leser und nicht als Schreiber gelten,
 - und somit parallel durchgeführt werden können.

Konservativ erweiternde Werkzeuge (X-Werkzeuge, Blutgruppe X)

- ▶ Konservativ erweiternde Werkzeuge (X-Werkzeuge) fügen den Artefakten oder dem Repository Informationen hinzu, zerstören aber keine Information.
- ▶ Dadurch sind sie von A-Werkzeugen unabhängig und einfach mit ihnen kombinierbar.



XM-Werkzeuge

- ▶ XM-Werkzeuge (Materialisierung) manifestieren Wissen, das schon implizit im Repository vorhanden war, in expliziter Form
 - Das beinhaltet AQ-Funktionalität, bedeutet aber gleichzeitig, dass das ermittelte Wissen im Repository eingetragen wird
- ▶ Somit erhöhen XM-Werkzeuge die **Redundanz** des Repositorys, verbessern aber den Zugriff auf die enthaltene Information
 - Für die Entwicklung bedeutet das, dass der Entwickler seinen Artefakt um Wissen anreichert, das implizit schon vorhanden war
 - Dies kann nötig sein, um mit weiteren Operationen fortfahren zu können
- ▶ Beispiele
 - Erstellung von Symbol- oder Definitionstabellen, die im Kontext vorhandene Definitionen von Namen zusammenfassen und zum Zugriff bereithalten
 - Ersetzungssysteme wie Termersetzungssysteme oder Graphersetzungssysteme können eingesetzt werden
 - Austauschformate in der Datenverbindung wie XML

XR-Werkzeuge

- ▶ XR-Werkzeuge (Repräsentationswechsel, representation change)
 - Diese Art von Werkzeugen erzeugt für einzelne Artefakte oder sogar das ganze Repository eine weitere Repräsentation, ohne die existierenden Daten zu verändern.
 - Dies kann eine externe Repräsentation des Artefaktes sein, um den Artefakt zu serialisieren, zu ver- und entpacken, zu verschlüsseln oder in eine andere Sprache überführen.
- ▶ Beispiele
 - Transformatoren und Generatoren, die binäre Formen von Quelldateien erzeugen, indem sie nur die Repräsentation des Quellcodes verändern, aber die Semantik erhalten.
 - Bauwerkzeuge (build tools) sind ebenfalls zu XR-Werkzeugen zu zählen, da sie den kompletten Aufbau der Systeme beschreiben und Eingabefiles für die Übersetzung in eine ausführbare Form liefern

XA-Werkzeuge

- ▶ XA-Werkzeuge (Adaption, Anpassung).
 - Oft besteht der Bedarf, eine Softwareartefakt auf bestimmte Randbedingungen anzupassen, z.B. auf die Plattform, auf der er ausgeführt werden soll, auf den Benutzer oder auf bestimmte funktionale Varianten hin.
 - Typisches Problem ist die Installation von Produkten, die sehr stark von der Umgebung des Systems abhängen und vielfältige Anpassungen erfordert.
- ▶ Beispiele
 - Installationswerkzeug
 - Interaktive Adaptionswerkzeuge (Assistent, wizard).

XX-Werkzeuge

- ▶ XX-Werkzeuge (Extension, Erweiterung)
 - XX-Werkzeuge bringen in ein Repository eine Erweiterung ein, ohne seinen Inhalt zu zerstören.
- ▶ Beispiele:
 - Annotationswerkzeuge für Modelle
 - Werkzeuge, die zusätzliche Sichten auf einen Artefakt einbringen, wie zum Beispiel aspektorientierten Weber
 - Trennung von Belangen (separation of concerns) in einen Kern und einen Aspekt
 - Ein Weber muss eingesetzt werden, der Kern und Aspekt vereint.
 - Für einzelne Webevorgänge kann das durchaus automatisch geschehen, für komplexere Prozesse wie z.B. die modellgetriebene Entwicklung jedoch ist das nicht unbedingt der Fall.

XE-Werkzeuge

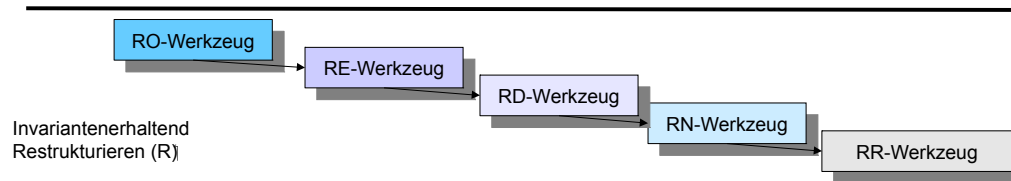
- ▶ XE-Werkzeuge (Detaillierung, Elaboration)
 - Solche Werkzeuge werden dazu eingesetzt, um einen partiell spezifizierten Artefakt, z.B. ein Modell, zu vervollständigen. XE-Werkzeuge unterstützen dies durch die Präsentation der "Lücken" des Modells, d.h. durch die Präsentation von zu verfeinernden Teilen oder generischen Parametern.
 - Sie unterstützen also den Entwickler bei seinen Entscheidungen und sind somit Hilfswerkzeuge, die dem Entwickler bei der Vervollständigung seines Artefakts helfen.
- ▶ Beispiele:
 - Elaborations-Assistenten (refinement wizards), die dem Entwickler helfen, Parameter einzugeben, Masken, die noch fehlende Spezifikationsteile einfordern.
 - Zu dieser Kategorie zählen auch AC-Prüfwerkzeuge, die Inkonsistenzen entdecken und beim Entwickler fehlende Informationen abfragen.

X-Werkzeuge

- ▶ X-Werkzeuge **verfetten** die Repräsentation des Artefakts, d.h. sie führen Redundanz ein.
- ▶ Konservativ erweiternde Werkzeuge sind ebenfalls idempotent, wenn sie die bei vorhergehender Ausführung erzeugten Informationen überschreiben.
- ▶ Beispiel:
 - Back-End eines Übersetzers: besteht aus XA-Werkzeugen, die für die Plattform, den Chip und die Laufzeitumgebung angepassten Code erzeugen, die Zwischenrepräsentation aber unangetastet lassen.

R-Werkzeuge (Blutgruppe R)

- ▶ Restrukturierende Werkzeuge verändern die Information im Repository, also auch die enthaltenden Artefakte.
- ▶ Allerdings vermeiden sie beliebige Änderungen, sondern erhalten bestimmte Invarianten, zum Beispiel die Semantik eines Artefakts.
 - Dadurch bleiben die Ergebnisse von anderen Werkzeugen erhalten, insofern sie auf den Invarianten Informationen aufsetzen.
- ▶ Auch diese Werkzeuge können daher oft mit A- und X-Werkzeugen auf einfache Art kombiniert werden



RR-Werkzeuge

- ▶ RR-Werkzeuge (Refaktorisierung, refactoring)
 - Refaktorisierung meint, die Struktur eines Artefakts oder sogar des ganzen Repositoriums zu ändern, ohne die Semantik anzutasten.
 - Für den Einsatz eines RR-Werkzeugs bedeutet dies, dass es die Semantik des Artefakts im Repository invariant lässt, obwohl es an seiner Struktur Veränderungen vornimmt.
- ▶ Beispiele:
 - Ein RR-Werkzeug Namen von Variablen, Klassen oder Methoden verändern; so lange es das konsistent tut, bleibt die Programmsemantik erhalten.
 - In den letzten 10 Jahren haben Refaktorisierungswerkzeuge große Bedeutung gewonnen; mittlerweile gibt es keine Entwicklungsumgebung mehr, die keine Funktionalität für Umbenennung, Verschieben von Methoden, Aufsplitten von Klassen, etc. bietet.

RN-Werkzeuge (Normalisierung)

- ▶ RN-Werkzeuge restrukturiert die Datenbasis, um sie in eine Normalform zu bringen (spezielle Refaktorisierung).
 - Dabei kann Redundanz eingeführt oder auch eliminiert werden; entscheidend ist, dass der Endzustand eine normalisierte Form besitzt, die für zukünftige Operationen leichter auszuwerten ist.
 - Mit einer normalisierten Darstellung kann z.B. die Zahl der Fälle reduziert werden, die ein Folgewerkzeug zu untersuchen hat (vereinfachte Fallanalyse), oder es kann einfacher sein, einen Repräsentationswechsel durchzuführen.
- ▶ Beispiele:
 - Normalisierungen werden häufig in einem Übersetzer oder Refaktorisierungswerkzeug angewandt, z.B. werden Mehrfachzuweisungen in mehrere Einfachzuweisungen umgewandelt, abkürzte Pfade entfaltet
 - Normalisierungswerkzeug in einer Datenbank
 - Normalisierungswerkzeug in einem MDM

RD-Werkzeuge

- ▶ RD-Werkzeuge (Reduktion, vertikale Transformation)
 - Werkzeuge dieser Kategorie normalisieren in spezieller Weise, denn sie wandeln Schritt für Schritt ein Programm in einer höheren Sprache in ein Programm einer niederen Sprache.
 - Im Gegensatz zum allgemeinen Fall des Übersetzens wandelt dabei ein Reduktionsschritt genau ein Konstrukt der höheren Sprache in die niedere Sprache um (Flachklopfen, lowering). Damit werden RD-Werkzeuge oft als Präprozessoren eingesetzt.
- ▶ Beispiele:
 - Codegeneratoren für domänenspezifische Programmiersprachen (DSL). Diese wandeln ein Programm nicht direkt in Maschinensprache, sondern in eine Hochsprache um.
 - Content-Management-Systeme: Über mehrere Stufen werden die Dokumentformate in Web- und Grafikformate umgesetzt, um sie dem Benutzer anzeigen zu können. die dazu notwendigen Schritte sind oft Reduktionen.

RE-Werkzeuge

- ▶ RE-Werkzeuge (Elimination, Entfettung, Verschlankung)
 - RE-Werkzeuge bilden den Gegenpart zu XM-Werkzeugen.
 - Sie suchen nach redundanten Teilen der Datenbasis, die aus anderen rekonstruiert werden können und eliminieren diese (Verschlankung).
- ▶ Beispiele
 - Entfernen von abgeleiteten Relationen
 - Elimination gemeinsamer Teilausdrücke
 - Ausfaktorisieren von Prozeduren oder Oberklassen.
- ▶ RE-Werkzeuge sind auf AS-Werkzeuge zurückführbar, da
 - Redundanzen nur dann gefunden werden können, wenn Muster mehrfach im Artefakt gefunden werden können (Mustersuche nach Redundanzen).
 - Zusätzlich muß dann natürlich das Replikat eliminiert werden, was einer einfachen Transformation entspricht.

RO-Werkzeuge

- ▶ RO-Werkzeuge (Optimierung)
 - Optimierende Werkzeuge transformieren den Artefakt bezüglich einer Optimalitätsfunktion, z. B. einer Kosten-Nutzen-Zielfunktion, die auf einem Kosten-Nutzen-Modell beruht.
 - Dabei bleibt die Semantik des Programms erhalten, es ändern sich aber seine Qualitätseigenschaften, z.B. der Verbrauch an Speicher, Rechenzeit oder an Energie.
- ▶ Beispiele:
 - Code-Motion-Optimierer
 - Code-Size-Optimierer
 - Register-Allokator



R-Werkzeuge

- ▶ R-Werkzeuge können nur dann mit A- und X-Werkzeugen kombiniert werden, wenn die Invarianten, die sie erhalten, mit dessen Funktionalität harmonieren.
- ▶ R-Werkzeuge sind kompatibel zu A- und X-Werkzeugen, falls jene auf Teilen des Repositoriums arbeiten, die nicht von der Invariante erfasst sind.

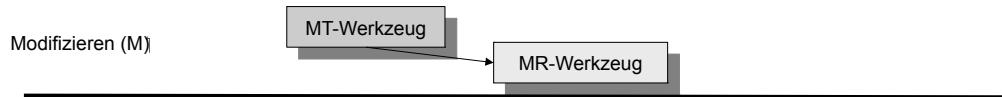
R-Werkzeuge - Beispiele

- ▶ Frontend eines Übersetzers: besteht aus RR-, XM-, und XX-Werkzeugen.
- ▶ Lexikalische Analysator:
 - wandelt die Zeichen der Eingabedatei in einen Strom von Lexemen (token), die dann vom
- ▶ Zerteiler: in einen Baum verwandelt werden, der der abstrakten Grammatik der Programmiersprache entspricht (RR).
 - Eigentlich müsste der Parser die Kontextbedingungen des Programms mitprüfen, da aber die Analyse von kontextsensitiven Grammatiken mindestens quadratischen Aufwand besitzt, spaltet man die Analyse der Namen, Typen, und Werte in eine separate AC-Phase ab (statische semantische Analyse).
 - Dabei zeigt jede Fehlermeldung der semantischen Analyse eine Verletzung der Kontextbedingungen des untersuchten Programms an, z.B. das Fehlen der Definition einer Variablen.
- ▶ Statische Semantische Analyse: Manifestationen von Namensrelationen in Definitionstabellen (XM-Werkzeug).
- ▶ Optimierer: enthält
 - RE-Werkzeuge (Entfernung von gemeinsamen Teilausdrücken in Grundblöcken),
 - normalisierende Vereinfachungen (RN-Operationen)
 - und RO-Werkzeuge (Operatorvereinfachung oder Befehlsanordnung)



Modifizierende Werkzeuge (M-Werkzeuge, Blutgruppe M)

- ▶ Modifizierende Werkzeuge ändern das Repositorium in beliebiger Art und Weise, sodass alle anderen Werkzeuge mit ihnen interagieren und alle Artefakte, die sie bearbeiten, voneinander abhängig werden.



MR-Werkzeuge

- ▶ MR-Werkzeuge (Reparatur, Automatisierungsgrad (4))
 - MR-Werkzeuge ermöglichen die Beseitigung von inkonsistenten Zuständen eines Softwareartefakts.
 - Angewandt nach AC oder AV-Werkzeugen
 - Hat man mit Hilfe von Prüfwerkzeugen der Kategorie AC oder AV Inkonsistenzen festgestellt, muß entweder durch Handprogrammierung oder mit Hilfe von geeigneten Werkzeugen Abhilfe geschaffen werden.
- ▶ Beispiel:
 - Versionsmanagementsysteme, die nebenläufige, in Konflikt stehende Änderungen an einem Produkt miteinander abstimmen und beseitigen können

MT-Werkzeuge (allgemeine Transformation)

- ▶ MT-Werkzeuge transformieren einen zugrundeliegenden Artefakt in beliebiger Weise in eine andere Form
 - Es werden keinerlei Invarianten erhalten, sondern der Artefakt wird erweitert, restrukturiert, verändert, sodass alte und neue Version sich stark unterscheiden können
- ▶ Beispiele:
 - Werkzeuge, die mit Term- oder Graphersetzungssystemen spezifiziert sind (Xcerpt, Xquery, Fujaba)

M-Werkzeuge

- ▶ M-Werkzeuge sind am schwierigsten zu komponieren, da sie auf dem Repositorium vielfältige Abhängigkeiten zwischen den Artefakten erzeugen.
- ▶ Beispiele:
 - Übersetzer sollten, obwohl sie Programme transformieren, keine MT-Werkzeuge sein, da sie die Semantik des Quellprogramms im Zielprogramm widerspiegeln müssen; sie sind daher RD-Werkzeuge.
 - Sie enthalten aber normalerweise RO-Werkzeuge, RN-Werkzeuge, und RE-Werkzeuge, sowohl im Back-End, dem Codegenerator, als auch im Middle-End, dem Optimierer.
 - Fehlerkorrigierende Parser, die leichte Eingabefehler des Programmierers verbessern, entsprechen MR-Werkzeugen.

22.1.2 Komponierbarkeit von Werkzeugen auf M1-Repositoryn

Werkzeug-Blutgruppen

- ▶ Die Effektkategorien der Werkzeuge bilden **Blutgruppen** für Werkzeuge [Siedersleben, Quasar]
- ▶ Die Blutgruppen drücken für verschiedene Klassen von Werkzeugen Kompatibilität bzw. Komponierbarkeit aus
 - Genauso, wie im wirklichen Leben Blutgruppen zueinander nur teilweise kompatibel sind, was sich durch eine Matrix der Kompatibilitätsrelation ausdrücken lässt, lassen sich nun Werkzeuge verschiedener Klassen anhand einer Kompatibilitätsrelation miteinander kombinieren.

	Analyze	eXtend	Rearrange	Modify
Analyze	A/+	X/+	R/+	M/+
eXtend		X/+	R/+	M/+
Rearrange			R/+	M/-
Modify				M/-

Softwareinfektion und Werkzeuginfektion

- ▶ Daher gilt die Regel des Softwareinfekts für Software-Blutgruppen auch für unsere Werkzeug-Effektkategorien (**Werkzeug-Infekt**) [Siedersleben Quasar]:

Wenn ein repository-basiertes Werkzeug niedriger Effekt-Kategorie ein Werkzeug höherer Kategorie aufruft, wird es selbst zu einem solchen.

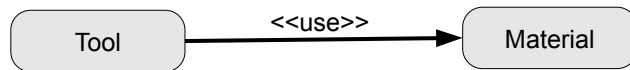
- ▶ Beispiel:
 - ein A-Werkzeug, das Normalisierungen oder Reduktionen aufruft, wird selbst zu einem RN- oder RD-Werkzeug.
- ▶ Mit den Werkzeug-Blutgruppen können auch komposite Werkzeuge in einer SEU klassifiziert werden, in dem man sie auf die Kategorien der Teilwerkzeuge zurückführt.

22.2 Werkzeuge als Tool-Objekte

Ein Werkzeug (*tool*) ist ein Objekt, das einen externen Zustand über Material-Objekten in einem Repository verwaltet.
Siehe "Design Patterns and Frameworks", Kapitel "Tools and Materials"

Tools and Materials as Special Role Model

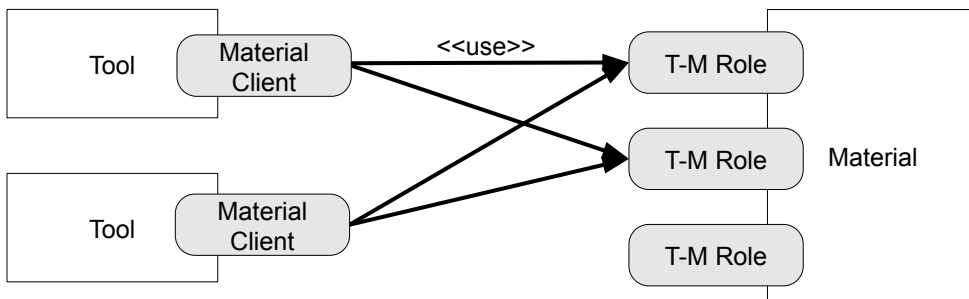
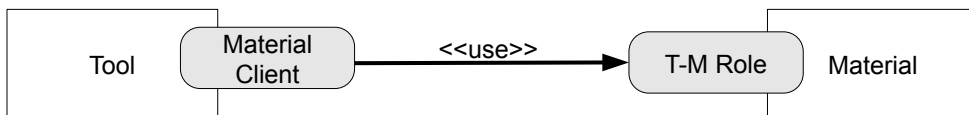
- ▶ The tool is active, has control
- ▶ The material is passive and hands out data



Tool-Material Collaboration Pattern

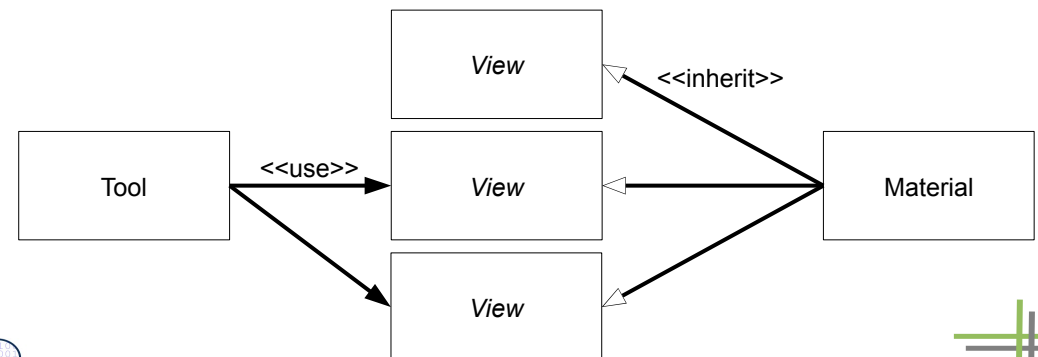
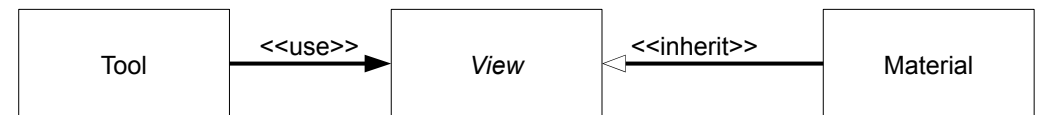
- ▶ A *tool-material collaboration* (T&M role model, T&M access aspect) expresses the relation of a tool and the material
 - Characterizes a tool in the context of the material
 - The material in the context of a tool
 - The tool's access of the material. The tool has a view on the material, several tools have different views
- ▶ More specifically:
 - A *role* of the material, in collaboration with a tool
 - An interface of the material, visible by a tool, for a specific task
 - An abstract class
 - Roles of a material define the necessary operations on a material for one specific task
 - They reflect usability: how can a material be used?
 - Express a tool's individual needs on a material

Tools and Their Views on Material



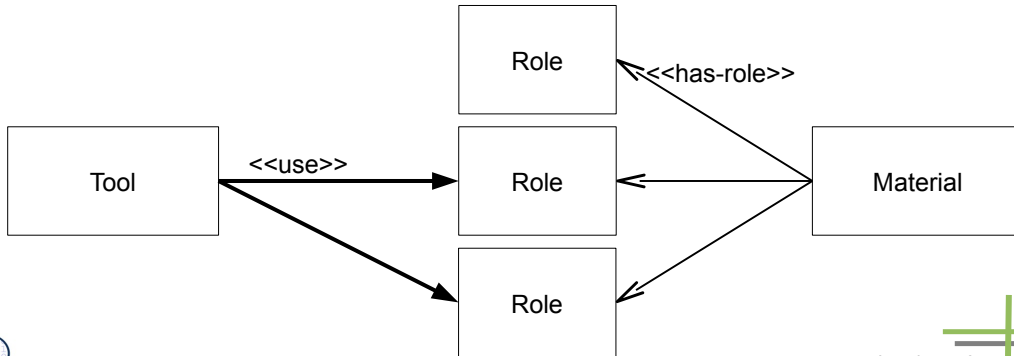
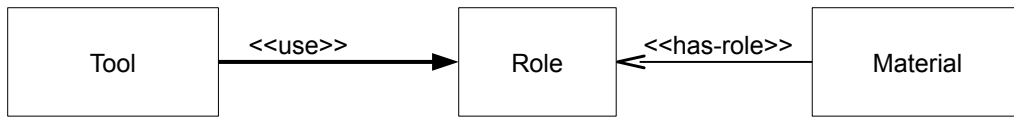
Implementing Tool-Material Roles With Interfaces

- ▶ Roles can be realized by mixin inheritance or interface inheritance

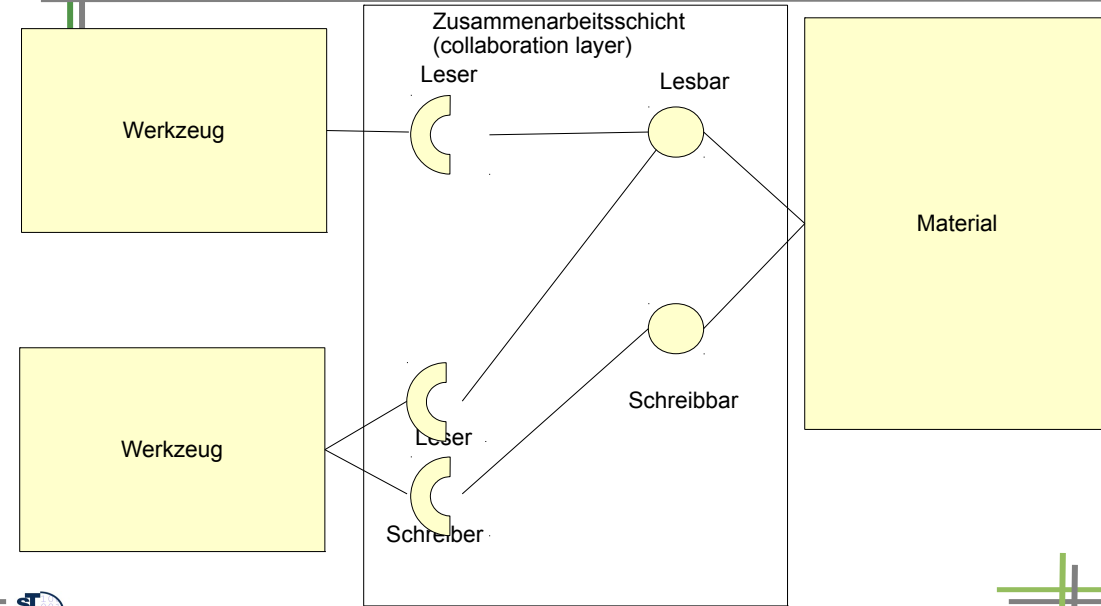


Implementing Tool-Material Roles With Role Objects

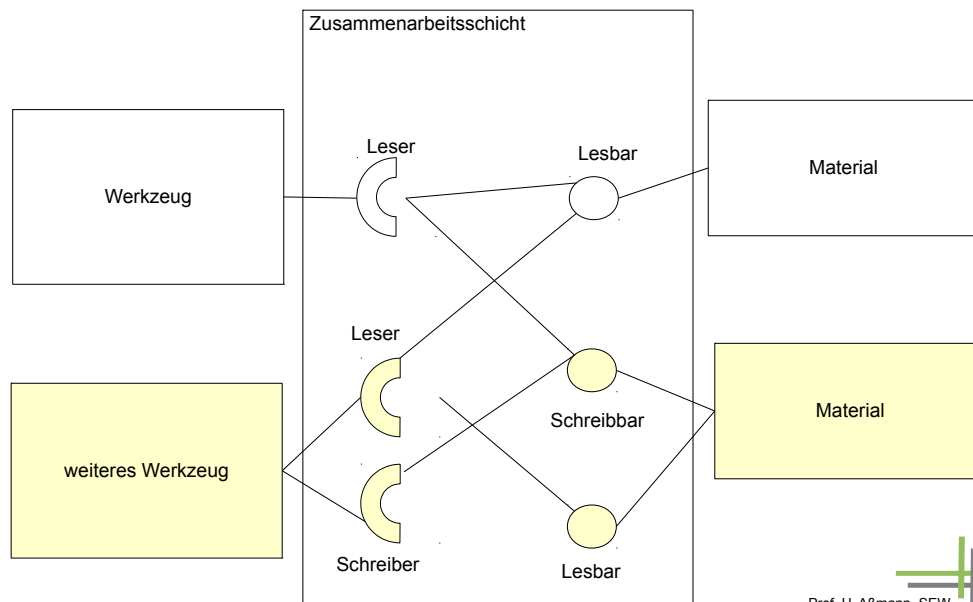
- Roles can be realized by *role objects*



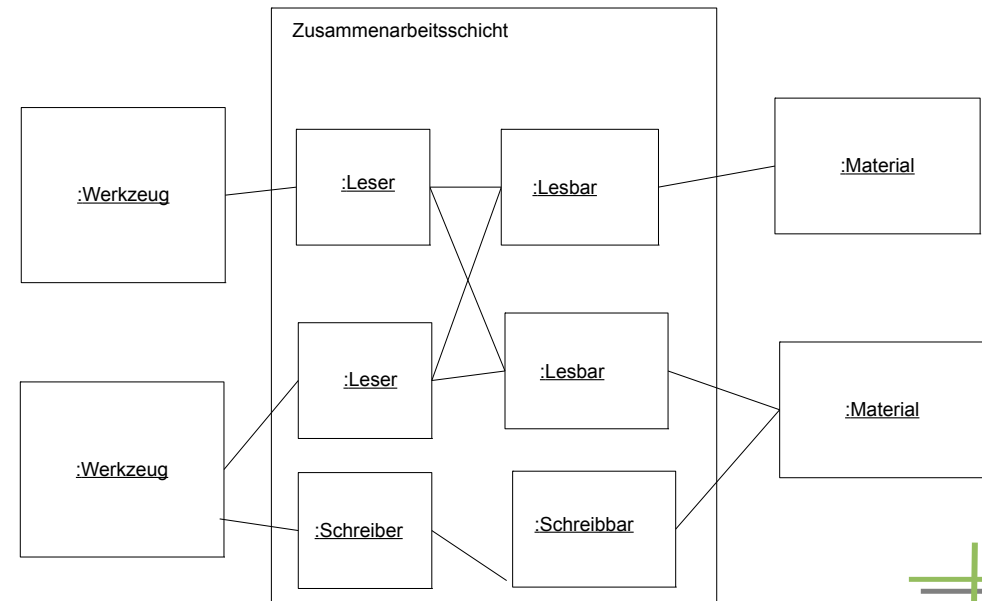
Zusammenarbeitsschichten aus Rollen-Kollaborationen



Erweiterung einer Zusammenarbeitsschicht zur Komposition von Werkzeugen



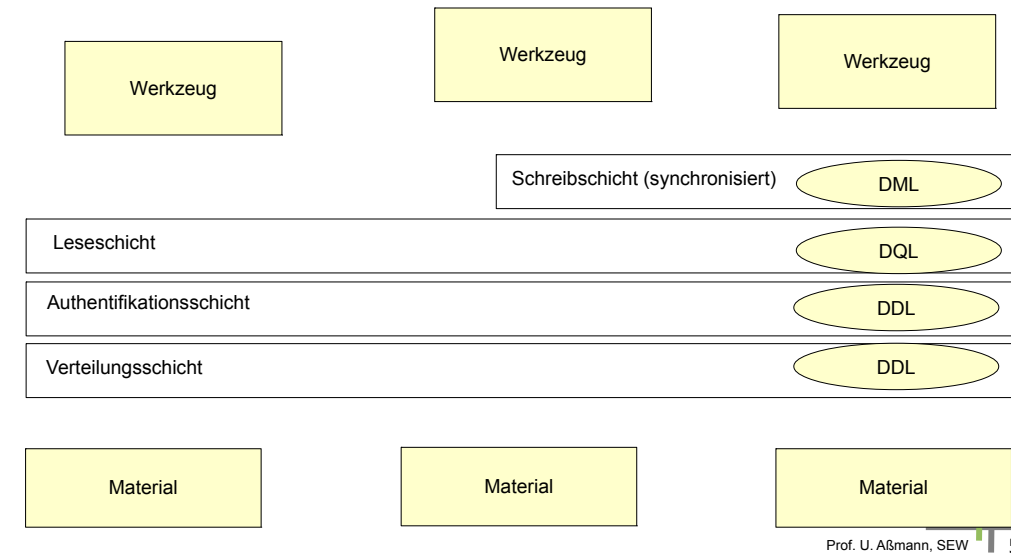
Implementierung mit Rollenobjekten



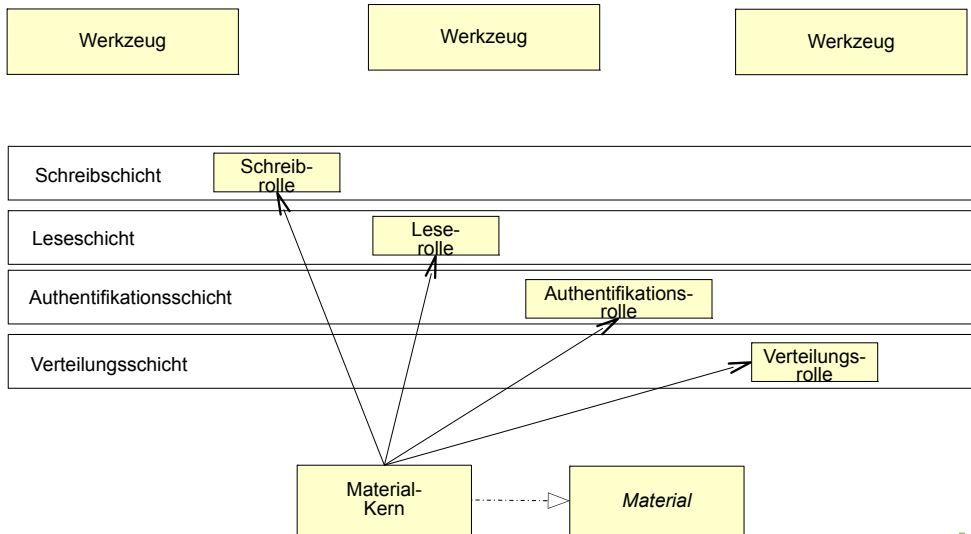
22.2.1 Schichtung der Material-Zugriffsrollen für Werkzeugobjekte (tool objects)

Überblick über die Schichten

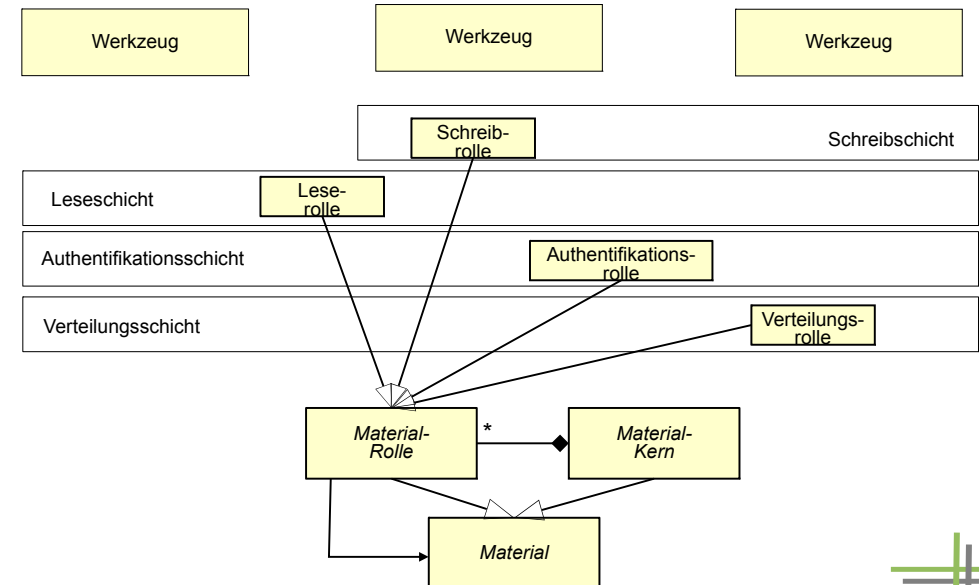
- Die Implementierung der Schichten kann durch Sprachen spezifiziert sein



Material mit Delegationen



Material als Rollenobjekt-Muster



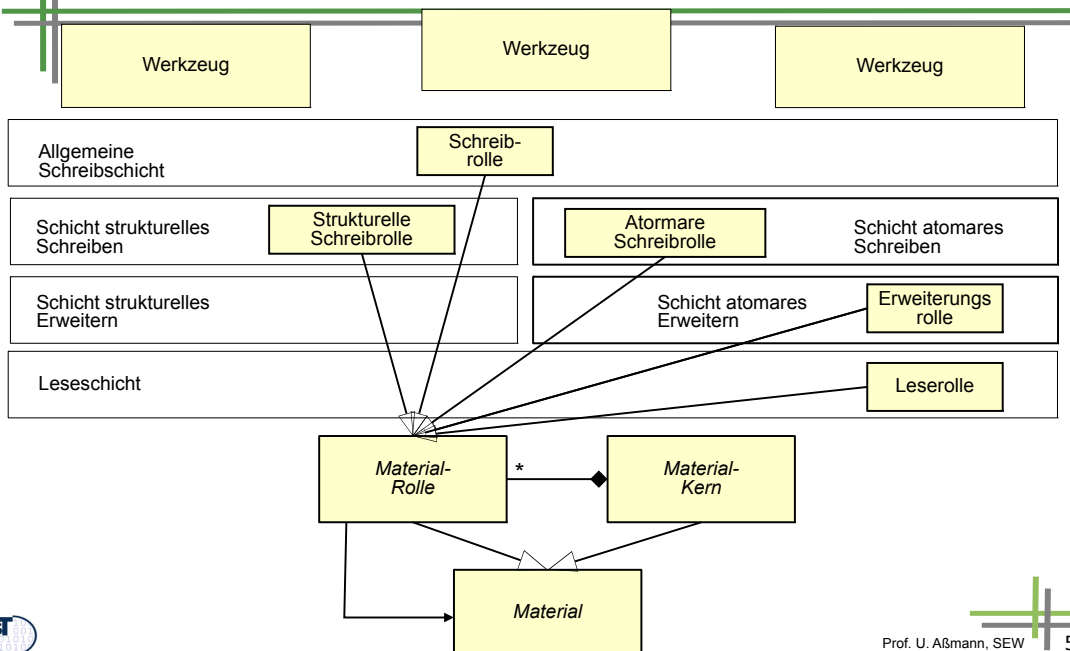
CRUD-Schnittstelle von Materialien

- ▶ **C**reate
- ▶ **R**ead
- ▶ **U**ppdate
- ▶ **D**eleete

Werkzeug-Effekte auf Materialien und Ihre Prägung für Rollen

- ▶ Erweiterungs-Rolle (eXtend)
 - Erweitert den Zustand des Objektes, zerstört ihn aber nicht
 - Atomare Erweiterung
 - Erweitert den Zustand der atomaren Attribute des Objektes
 - Strukturelle Erweiterung
 - Erweitert die strukturellen Attribute des Objektes, d.h. Des Objektnetzes, ohne die atomaren Attribute zu modifizieren
- ▶ Modifikation (Update)
 - Atomare Modifikation
 - Ändert den Zustand der atomaren Attribute des Objektes
 - Strukturelle Modifikation
 - Ändert den Zustand des Objektnetzes, ohne die atomaren Attribute zu modifizieren
- ▶ Allgemeine Modifikation
 - Alle obigen Effekte.

Effekte auf Materialien und Ihre Prägung für Rollen

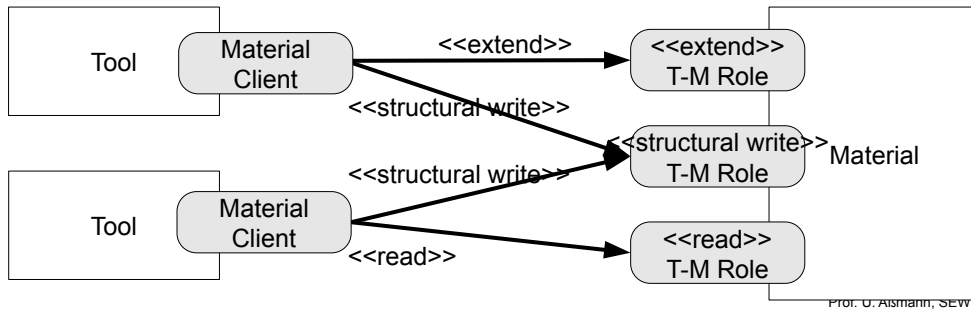


22.2.2 Komponierbarkeit von Tool-Objekten (Leser-Schreiber-Kompositionsgesetz)

Jedes Werkzeug besitzt eine Leser-Schreiber-Blutgruppe, anhand derer es mit anderen komponiert werden kann.

Leser-Schreiber-Kompositionsgesetz für Werkzeuge und Material-Zugriffsschichten

- ▶ Folgende Werkzeugobjekte (tool objects) können komponiert werden:
 - Leser (Leserollen nutzende Werkzeuge) sind untereinander unabhängig
 - Struktur-Leser und Atomare-Schreiber sind unabhängig
 - Atomare und strukturelle Schreiber sind voneinander unabhängig
 - Erweiterungs-Werkzeuge sind voneinander unabhängig
- ▶ Andernfalls
 - Konkurrierende Schreiber und Leser müssen durch die Schreibeinheit synchronisiert werden (Leser/Schreiber-Synchronisationsprotokoll)

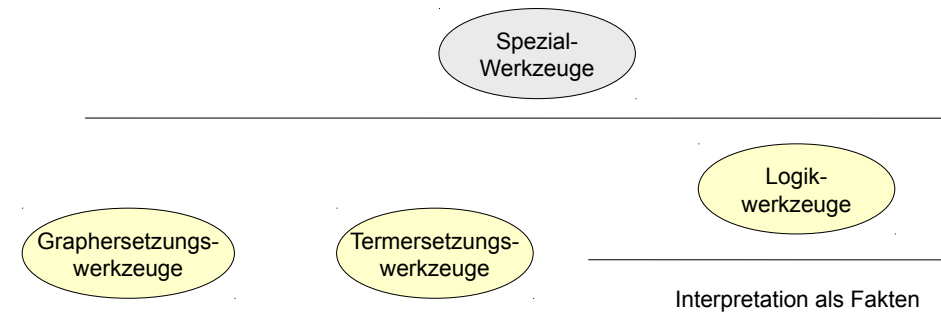


22.3 Einsatz des Graph-Logik-Isomorphismus

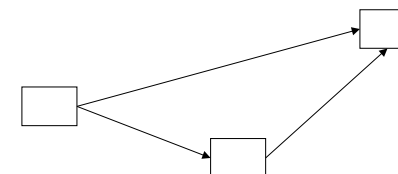
Ein typisierter Multigraph ist äquivalent zu einer Logik-Faktenbasis erster Ordnung.
[Bruno Courcelle, Handbook of Theoretical Computer Science, 1990]

- ▶ Ein Artefakt (Modell, Dokument, Code) kann
 - als Graph mit typisierten Knoten und Kanten im Repository gespeichert werden (Schema: Relationale Algebra, ERD, UML-CD)
 - als Faktenbasis für eine Logikmaschine verwendet werden
 - Umwandlung bzw. Uminterpretation möglich

Architektur (Wdh.)



Graphen
Im Repository



Persistente Graphen

Nutzung beim Bau von A-Werkzeugen

- ▶ Queries:
 - Relationale Anfragesprachen verwendbar (siehe Semmler, SPARQL, oder SQL)
 - Datalog verwendbar
 - Kantenadditionssysteme (EARS) verwendbar (s. ST-II)
- ▶ Beispiele:
 - Analysierende Übersetzerphasen, wie die semantische Analyse oder die Programmanalyse.
 - Insbesondere bilden Konsistenzregeln und Kontextbedingungen der semantischen Analyse Integritätsbedingungen auf dem Programm.
 - Reengineering-Werkzeuge können mit Logik Informationen aus Altsystemen ziehen
 - Klassengraphen können als Faktenbasis einer Logikmaschine behandelt werden
 - Entwurfsmuster können als Logikregeln ausgedrückt werden
 - Konfigurationsmanagement kann als Deduktion über Konfigurationsgraphen ausgedrückt werden

Bau von XM-Werkzeugen mit Logik

- ▶ Um Erweiterungen von Graphen zu berechnen und zu materialisieren, kann ebenfalls Logik verwendet werden.
- ▶ Da Logik ohne Seiteneffekte auf die Datenbasis arbeitet, muss Information, die berechnet werden soll, mitgeschleift werden
 - Die Graphen, die materialisiert werden sollen, müssen, als Parameter durch Anfragen durchgeschleift und durch Suchergebnisse sukzessive erweitert werden,
 - während die Datenbasis unangetastet bleibt.
- ▶ Danach kann man die Ergebnisse der Anfrage materialisieren, d.h., der Faktenbasis zugeben.
- ▶ Das bedeutet, dass ein logikbasiertes X-Werkzeug, das einen Artefakt erweitern will, zunächst Graphen zunächst als Parameter von logischen Queries berechnen muss, und dann erst materialisieren kann.

Bau von RM und RC-Werkzeugen

- ▶ können mit Logik spezifiziert werden.
- ▶ Beispiel:
 - Generatoren, die ein Repository serialisieren, können durch Logik beschrieben werden.

Bau von M-Werkzeugen mit Logik: Schwierig

- ▶ Die Erstellung von weitergehende Transformationen ist mit Logik -- wegen ihrer Deklarativität - nur durch Wechsel des Repositoriums möglich,
 - wenn während der Abarbeitung das gesamte transformierte Graph Repositoriums als Parameter der Query berechnet wird und man das Repositorium nach der Query komplett auf das Resultat umsetzt.
- ▶ Teuer: Da diese Operation relativ viel Speicher kostet, jedenfalls mehr als eine Veränderung des Repositoriums, wird in diesen Fällen Logik selten eingesetzt.
- ▶ Zur echten Transformation eines Artefakts können eingesetzt werden:
 - Metaprogramme
 - Ersetzungssysteme.
 - Termersetzungssysteme
 - Graphersetzungssysteme

Metaprogramme

- ▶ Metaprogramme sind Programme, die Programme erzeugen oder Transformieren.
 - Sie haben seit Lisp eine lange Tradition
- ▶ **Statische Metaprogramme** produzieren ein Programm, in dem sie selbst nicht enthalten sind.
 - Sie funktionieren also als reiner Generator.
- ▶ **Dynamische Metaprogramme** laufen ständig mit der Anwendung mit und regenerieren Teile neu.
 - Dynamische Metaprogramme sind allerdings laufzeitintensiv und verhindern eine statische Analyse der dynamisch produzierten Programme.

Termersetzungssysteme

- ▶ Termersetzungssysteme (Bsp. Xcerpt) setzen voraus, dass baumartige Datenstrukturen vorliegen und operieren daher meist auf dem abstrakten Syntaxbaum (AST).
- ▶ Einsatz:
 - Identifikation von Baummustern,
 - Verschlinkungen
 - oder Normalisierungen.
- ▶ Strategien:
 - Freies Ersetzen (chaotic rewriting): alle Regeln solange angewendet werden, bis das Repositorium sich nicht mehr ändert
 - Spezialstrategien: Die Spezifikation von Strategien möglich, die die Regeln in bestimmter Reihenfolge auf das Repositorium anwenden
 - Beispiel: Das alternierende Suchen und Löschen von gefundenen Informationen.
 - Strategien sind also Regeln zweiter Ordnung, die Regelnanwendungen steuern können

Graphersetzungssysteme

- ▶ Graphersetzungssysteme unterliegen der Einschränkung auf Baumdaten nicht.
 - Sie suchen und ersetzen Graphmuster in Graphen.
- ▶ Beispiele:
 - Softwareentwicklungsumgebung (PROGRES) reduziert vielfältige Aufgaben im Entwicklungsprozess auf Graphersetzung (und Logik)
 - Übersetzung [Nagl]
 - Verfeinerung im Entwurf [Schürr, Lewerentz]
 - Konfigurationsmanagement [Westfechtel].
 - Das Nachfolge-Werkzeug FUJABA www.fujaba.de setzt diese Entwicklung fort
 - Findet direkte Anwendung in der modellgetriebenen Entwicklung.

Konsequenz des Graph-Logik-Isomorphismus

- ▶ Wegen des Graph-Logik-Isomorphismus ist ein nahtloser Übergang zu Werkzeugen möglich, die mit Logik spezifiziert sind.
- ▶ Daher können in einer SEU logikbasierte Werkzeuge mit ersetzungs-basierten Werkzeugen eng zusammenarbeiten:
 - die unterliegenden Graphen der Artefakte können je nach Bedarf als Fakten oder Graphen interpretiert werden.

- ▶ Der Einsatz von Logik, Graphersetzungssystemen und Termersetzungswerkzeugen in Entwicklungsumgebungen ist noch kein Standard.
- ▶ Es ist aber vorauszusehen, dass diese generischen Werkzeuge wesentliche Bestandteile liefern werden,
 - sobald sie schnell und robust genug geworden sind
 - die Ausbildung die Konzepte in genügender Tiefe und Breite gelehrt hat.
- ▶ Viele der im Folgenden vorgestellten Werkzeuge können vereinheitlicht werden, indem Logik- und Ersetzungsspezifikationen Werkzeug beschreiben und zu ihrer Generierung eingesetzt werden
- ▶ Damit könnten Werkzeugkomponenten und -rahmenwerke entstehen,
 - Die die Kosten für den Softwarewerkzeugbau senken
 - In einer SEU wären Logikmaschinen und Ersetzungssysteme Standardwerkzeuge