Generierung von Software aus Spezifikationen

Prof. Dr. Uwe Kastens

WS 2002/2003

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 100

Ziele:

Start

in der Vorlesung:

Begrüßung

Ziele

Die Teilnehmer sollen lernen

- **Generatoren** für spezielle Software-Aufgaben **anzuwenden**,
- anwendungsspezifische **Sprachen zu entwerfen**,
- Programm**generatoren dafür herzustellen**,
- das **Werkzeugsystem Eli** für solche Aufgaben einzusetzen.

Sie sollen ein **selbstdefiniertes Anwendungsprojekt** durchführen können.

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 101

Ziele:

Zielsetzung bewusst machen

in der Vorlesung:

Aspekte der Folie erläutern

Verständnisfragen:

Passen Ihre Ziele zu diesen?

Inhalt (aktualisiert)

1. Einführung
   Wiederverwendung und Generatoren
2. Strukturierte Texte generieren
3. **Bäume aufbauen**
4. **Berechnungen in Bäumen**
5. Namen und Eigenschaften zuordnen
6. Sprachentwurf
7. Projekt: Strukturgenerator
8. Individuelle Projekte

Phase 1: Vorlesung, praktisches Tutorium und selbständige Vor- und Nacharbeit eng verzahnt

Phase 2: selbständig Projekte bearbeiten.
In den Vorlesungsstunden beraten wir zu Problemen und tauschen Erfahrungen aus

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 102

Ziele:

Struktur der Lehrveranstaltung kennenlernen

in der Vorlesung:

- Reihenfolge der Themen erläutern,
- Verzahnung mit praktischen Arbeiten erläutern
- Projektarbeit erläutern,

Referenzen

- U. Kastens: Generierung von Software aus Spezifikationen
  Elektronisches Skript, WS 2002/2003
  http://www.upb.de/cs/ag-kastens/gss
- Eli Online Documentation
  http://www.uni-paderborn.de/project-hp/eli.html
- U. Kastens: Praktikum Sprachimplementierung mit Werkzeugen
  Elektronisches Skript, WS 1999/2000
  http://www.upb.de/cs/ag-kastens/eliprakt/
- Artikel zum Einsatz von Eli
  http://www.uni-paderborn.de/fachbereich/AG/agkastens/eli/bib/eli_bibD.html
  http://www.uni-paderborn.de/fachbereich/AG/agkastens/literatur/literatur.eli.html
  http://www.uni-paderborn.de/fachbereich/AG/agkastens/forschung/visuell.html

Artikel zu Wiederverwendung:

- Ch. W. Kruger: Software Reuse, ACM Computing Surveys, 24(2), 1992
- R. Prieto-Diaz: Status Report: Software reusability, IEEE Software, 10(3), 1993

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 103

Ziele:

Informationsquellen kennenlernen

in der Vorlesung:

Umgang mit den Quellen erläutern:

1.1 Wiederverwendung (Reuse)
Was wird wiederverwendet?

Produkt	Wiederverwendung von ...
Bibliothek mit Funktionen	Implementierung
Modul, Komponente	Code
generischer Modul	geplante Varianten von Code
Software Architektur	Entwurf
Framework (Programmgerüst)	Entwurf und Code
Entwurfsmuster	Strategien zur Konstruktion
Generator	Wissen, wie man Lösungen aus Beschreibungen konstruiert
Konstruktionsprozess	Wissen, wie man Werkzeuge anwendet und kombiniert

Ch. W. Kruger: Software Reuse, ACM Computing Surveys, 24(2), 1992

R. Prieto-Diaz: Status Report: Software reusability, IEEE Software, 10(3), 1993

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 104

Ziele:

Übersicht zum Thema Reuse

in der Vorlesung:

- Themen der Folie erläutern;
- Rolle der Generatoren hervorheben

Verständnisfragen:

Nennen Sie konkrete Beispiele für Reuse-Produkte.

Wo wird Wiederverwendung praktiziert?

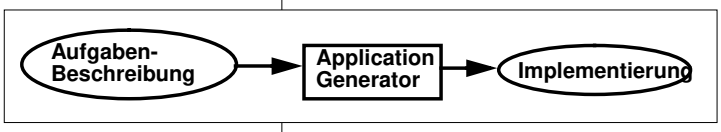
Anwendungsgebiet bestimmt das Potenzial der Wiederverwendung

breites, allgemeines Gebiet — **enge** Wiederverwendung (horizontal)

enges Gebiet, **gut verstandene** Begriffe — **mächtige** Wiederverwendung (vertikal) Generatoren, Frameworks

Anwendungsspezifische Sprachen
(Domain specific languages, DSL)

Anwendungsgebiete außerhalb der Informatik
- Robotorsteuerung
- Börsenhandel
- mechanische Steuerungssysteme
- Musiknoten



Gebiete der Software -Technik
- Datenbank-Reports
- Bedienungsschnittstellen
- Repräsentation von Datenstrukturen (XML)

Sprachimplementierung als Anwendungsgebiet
- Scanner spezifiziert durch reguläre Ausdrücke
- Parser spezifiziert durch kontextfreie Grammatiken
- Sprachimplementierung spezifiziert für *Eli*

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 105

Ziele:

Rolle des Anwendungsgebietes verstehen

in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern und Beispiele dazu benennen.

Verständnisfragen:

Warum ist in einem engeren Gebiet das WV-Potenzial größer?

Wie wird Wiederverwendung organisiert?

Wie	Produkte	Konsequenzen
ad hoc	• Code kopieren und modifizieren • inkrementelles Adaptieren durch oo Unterklassen	• keine Kosten a priori • sehr problematisch für die Wartung
geplant	• oo Bibliotheken, Frameworks • Spezialisierung von Klassen	• hohe Kosten a priori • wirksame Wiederverwendung
automatisch	• Generatoren, Entwicklungsumgebungen	• hohe Kosten a priori • wirksame Wiederverwendung • große kognitive Distanz

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 106

Ziele:

Aufwand und Wirksamkeit

in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern; Rolle der Generatroren hervorheben

Wer bereitet Wiederverwendung vor, wer nutzt sie?

Bereitstellung und Wiederverwendung auf demselben Erfahrungsstand:

- dieselben Personen, Gruppen, Berufe
- Anbieter nimmt an, dass der Benutzer die Produkte genauso versteht
- Beispiele: Wiederverwendung von Code, Entwurfsmuster

Experte bietet Produkte an zum wiederverwenden durch Amateure:

- Wiederverwendung überspannt eine große **kognitive Distanz**
- **Expertenwissen** wird Nicht-Experten verfügbar gemacht
- erfordert, dass das Anwendungsgebiet **vollständig verstanden ist**
- erfordert Begriffe und **Konzepte auf hohem Niveau**
- Beispiele: Generatoren, Frameworks, Entwicklungsumgebungen

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 107

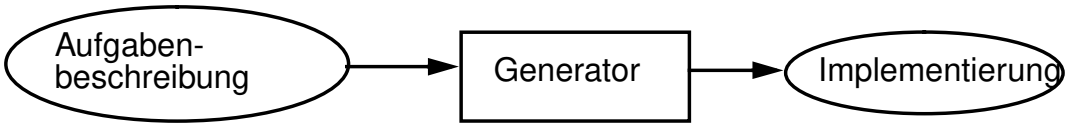
Ziele:

Rollen und Wissen bei WV

in der Vorlesung:

- Themen der Folie erläutern;
- Expertenwissen für Nicht-Experten und Generatoren hervorheben

1.2. Das Generator-Prinzip



Application generator: die wirksamste Wiederverwendungs-Methode

[Ch. W. Kruger: Software Reuse]

spezielles Anwendungsgebiet eng	vollständig verstanden Implementierungen automatisch erzeugt
Abstraktionen auf hohem Niveau	abgebildet auf ausführbare software
Benutzer versteht **Abstraktionen** des Anwendungsgebietes	**Experte** versteht **Implementierungsmethoden**

große kognitive Distanz
Generator macht Expertenwissen verfügbar

Beispiele: Datenbank-Report-Generator
Bedienungsschnittstellen-Generator
Parser-Generator

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 108

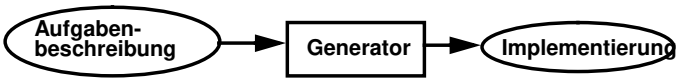
Ziele:

Generatoren als WV-methode kennenlernen

in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern:

Spezifikationssprachen für Generatoren



Anwendungsspezifische Sprachen
(Domain specific languages, DSL)

Anwendungsgebiete außerhalb der Informatik
- Robotorsteuerung
- Börsenhandel
- mechanische Steuerungssysteme
- Musiknoten

Gebiete der Software -Technik
- Datenbank-Reports
- Bedienungsschnittstellen
- Repräsentation von Datenstrukturen (XML)

Sprachimplementierung als Anwendungsgebiet
- Scanner spezifiziert durch reguläre Ausdrücke
- Parser spezifiziert durch kontextfreie Grammatiken
- Sprachimplementierung spezifiziert für *Eli*

Generator: **übersetzt Spezifikationssprache**
in ein ausführbares **Programm und/oder Daten**
benutzt anwendungsspezifische
Methods und Techniken

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 109

Ziele:

Rolle der Spezifikationssprachen kennenlernen

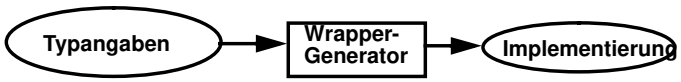
in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern:

Beispiel: Wrapper-Klassen generieren

```
int;
PairPtr; "Pair.h"
float;
```

Spezifikation



generierter C++ Modul

```
#ifndef WRAPPER_H
#define WRAPPER_H

#include „Pair.h"

#define noKind      0
#define intKind 1
#define PairPtrKind 2
#define floatKind 3

class intWrapper;
class PairPtrWrapper;
class floatWrapper;

class Object {
public:
  class WrapperExcept {};
  int getKind () { return kind; }
  int getintValue ();
  PairPtr getPairPtrValue ();
  float getfloatValue ();
protected:
  int kind;
};
```

```
class intWrapper : public Object {
private:
   int v;
public:
   intWrapper (int value)
       { kind = intKind; v = value; }
   int getValue () { return v; }
};

class PairPtrWrapper : public Object {
private:
   PairPtr v;
public:
   PairPtrWrapper (PairPtr value)
       { kind = PairPtrKind; v = value; }
   PairPtr getValue () { return v; }
};

class floatWrapper : public Object {
private:
   float v;
public:
   floatWrapper (float value)
       { kind = floatKind; v = value; }
   float getValue () { return v; }
};

#endif
```

```
#include „example.h"

int Object::getintValue () {
   if (kind == intKind)
       return ((intWrapper*)this)->getValue();
   else
       throw WrapperExcept();
}

PairPtr Object::getPairPtrValue () {
   if (kind == PairPtrKind)
     return ((PairPtrWrapper*)this)->getValue();
   else
       throw WrapperExcept();
}

float Object::getfloatalue () {
   if (kind == floatKind)
       return ((floatWrapper*)this)->getValue();
   else
       throw WrapperExcept();
}
```

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 110

Ziele:

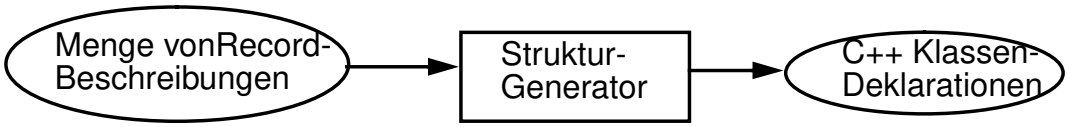
Beispiel für die Abbildung eines Generators

in der Vorlesung:

- Aufgabe des Generators skizzieren,
- Eindruck von der Wirksamkeit,
- Verweis auf die praktischen Übungen

Beispiel: Struktur-Generator

Generator um Record-Strukturen zu implementieren,
zu benutzen als **Hilfsmittel bei der Software-Konstruktion**




```
Customer ( addr:      Address;
           account:   int; )

Address (  name:   String;
           zip:    int;
           city:   String; )

import String from "util.h"
```

```
#include "util.h"

typedef class Customer_Cl *Customer;
typedef class Address_Cl *Address;

class Customer_Cl {
   private:
      Address addr_fld;
      int account_fld;
   public:
      Customer_Cl
         (Address addr, int account)
      {  addr_fld=addr;
         account_fld=account; }
...
};
```

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 111

Ziele:

Vorstellung von nützlichen Generatoren gewinnen

in der Vorlesung:

- Aufgabe des Generators skizzieren,
- Eindruck von der Wirksamkeit,
- Verweis auf die praktischen Übungen

Aufgabenzerlegung für Implementierung von Spezifikationssprachen

Structuring	**Lexical analysis**	**Scanning** **Conversion**
	Syntactic analysis	**Parsing** **Tree construction**
Translation	**Semantic analysis**	**Name analysis** **Property analysis**
	Transformation	**Data mapping** **Action mapping**

[W. M. Waite, L. R. Carter: Compiler Construction, Harper Collins College Publisher, 1993]

Entspricht der Aufgabenzerlegung für
Frontend von Programmiersprach-**Übersetzer** (ohne Code-Erzeugung)
Source-to-Source Übersetzung

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 112

Ziele:

Allgemeines Aufgabenmodell zeigen

in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern:

- Teilaufgaben erläutern
- Bezug zur Compiler-Technik herstellen

Verständnisfragen:

Suchen Sie eine entsprechende Folie im Material der Vorlesung Compiler I!

Aufgabenzerlegung für den Struktur-Generator

Structuring	Lexical analysis	Symbole der Berschreibung erkennen Namen speichern und codieren
	Syntactic analysis	Struktur der Beschreibung erkennen Struktur als Baum repräsentieren
Translation	Semantic analysis	Namen an Strukturen und Felder binden Eigenschaften speichern und prüfen
	Transformation	Klassen-Deklarationen generieren mit Konstructoren und Zugriffsmethoden

```
Customer ( addr:      Address;
           account:   int; )

Address (  name:  String;
           zip:   int;
           city:  String; )

import String from "util.h"
```

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 113

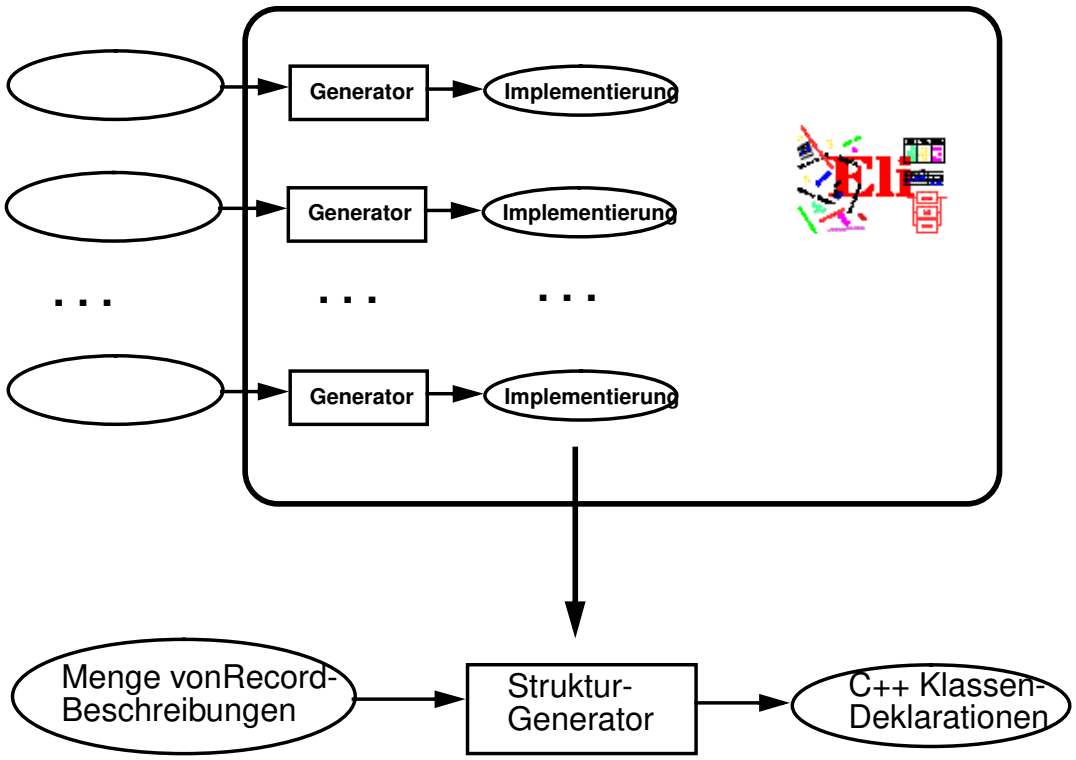
Ziele:

Vorstellung von Teilaufgaben konkretisieren

in der Vorlesung:

Teilaufgaben am Beispiel erläutern:

Eli generiert Struktur-Generator



© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 114

Ziele:

Generatoren für Teilaufgaben in Eli

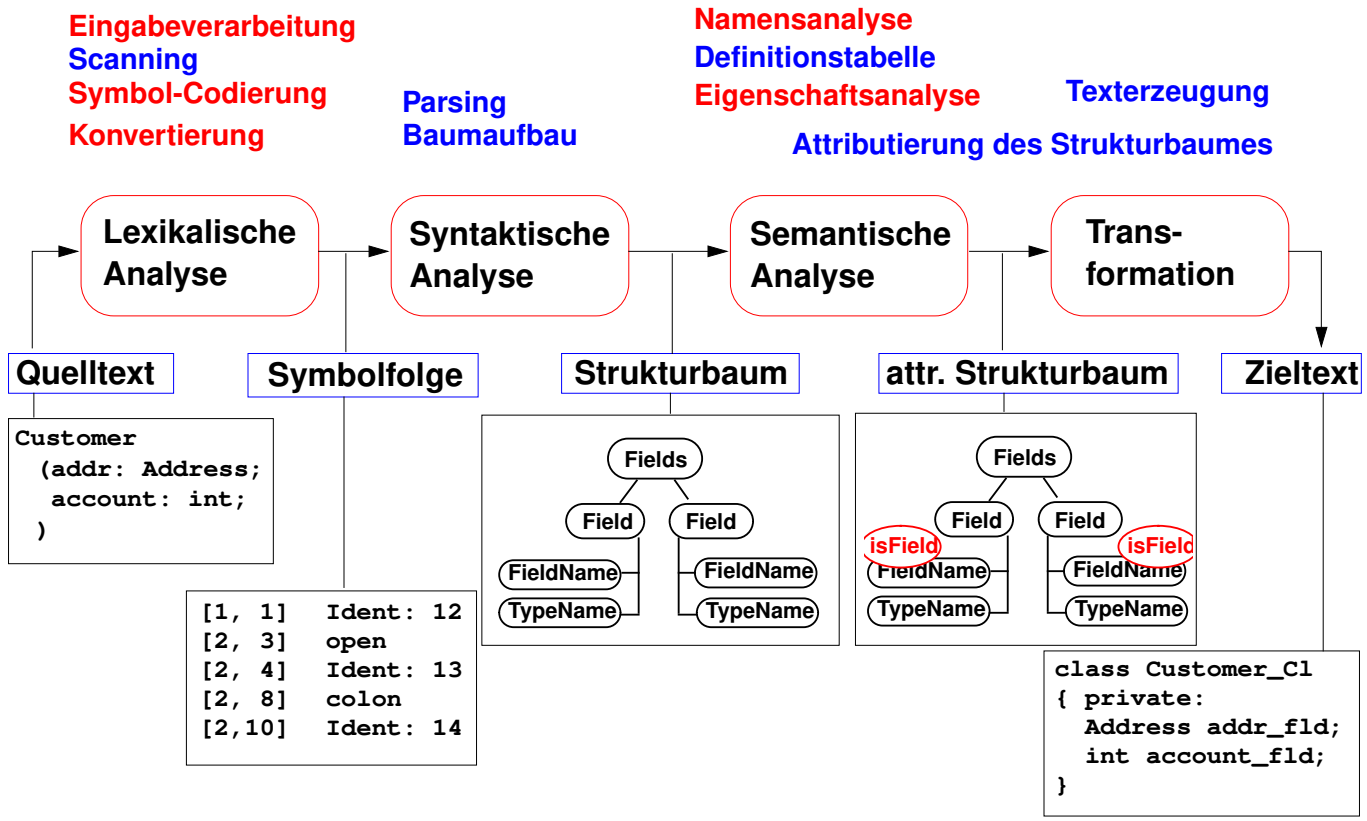
in der Vorlesung:

Bild erläutern:

- Beispiele angeben.
- Generatoren generieren Generator.

Generator-Architektur gemäß Aufgabenzerlegung

Spezialisierte Werkzeuge erledigen spezielle Aufgaben für die Herstellung des Produktes:



© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 115

Ziele:

Architektur von SPrachprozessoren kennenlernen

in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern:

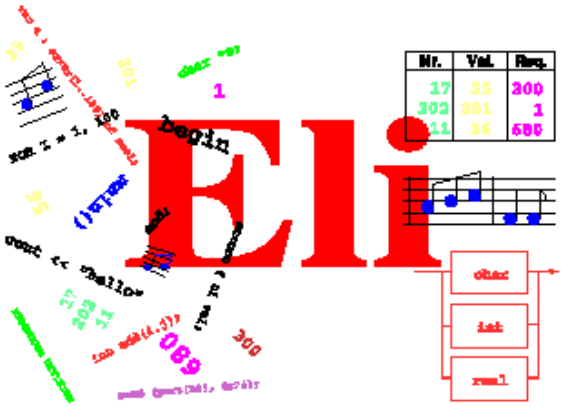
- Aufgaben, Phasen und Repräsentation der Zwischenergebnisse erläutern;
- blau: Generatoren in Eli
- rot: Module in Eli

Verständnisfragen:

Vergleichen Sie diese Darstellung mit der Struktur eine Compilers in dem Material der Vorlesung Compiler I.

Das Eli System

- **Werkzeugsystem zur Sprachimplementierung**
- Einsetzbar für jede Art von Sprachen:
  Anwendungs-Spezifikationssprachen,
  Programmiersprachen
- **state-of-the-art Compiler Technik**
- Basiert auf der (vollständigen)
  Aufgabenzerlegung (siehe GSS-1.12)
- **Automatischer Herstellungsprozess**



- In vielen **praktischen Projekten** weltweit benutzt
- Entwickelt, erweitert und gewartet seit 1989 von
  William M. Waite (University of Colorado at Boulder),
  Uwe Kastens (University of Paderborn), and
  Antony M. Sloane (Macquarie University, Sydney)
- **Frei verfügbar** via Internet:
  http://www.uni-paderborn.de/project-hp/eli.html

© 2002 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

Vorlesung Generierung von Software aus Spezifikationen WS 2002 / Folie 116

Ziele:

Eli kennenlernen

in der Vorlesung:

Themen der Folie erläutern:

- Angaben erläutern;
- auf die praktischen Übungen verweisen