

Administratives für Ihren Studienfortschritt

4

Softwaretechnologie (ST)

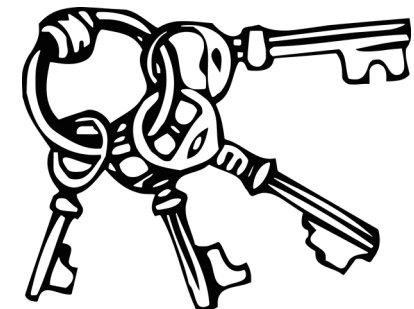
- ▶ Prüfungseinschreibung und -modalitäten siehe hier
<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/29581049860/CourseNode/1625108360558614003>

- ▶ Anmeldung zum Projektpraktikum im WiSE siehe hier
<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/29581049860/CourseNode/1625195612264057003>

Teil IV: Objektorientierter Entwurf (Object-Oriented Design, OOD)

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Institut für Software- und
Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
Version 21-0.1, 05.07.21

Das Ziel des Studiums (IV): Träume realisieren



- ▶ site for c/c++ counting tools <http://maultech.com/chrislott/resources/cmetrics/>

*No road is too long for him who advances slowly
and does not hurry,*

*and no attainment is beyond his reach
who equips himself with patience to achieve it.*

Jean de la Bruyère

[https://artistquoteoftheday.wordpress.com/2010/05/27/
no-road-is-too-long-for-him-who-advances-
slowly-and-does-not-hurry-and-no-attainment-is-
beyond-his-reach-who-equips-himself-with-patience-to-achieve-it/](https://artistquoteoftheday.wordpress.com/2010/05/27/no-road-is-too-long-for-him-who-advances-slowly-and-does-not-hurry-and-no-attainment-is-beyond-his-reach-who-equips-himself-with-patience-to-achieve-it/)

Teil IV - Objektorientierter Entwurf (Object-Oriented Design, OOD)

8

Softwaretechnologie (ST)

- 1) 40: Überblick
- 2) 41: Einführung in die objektorientierte Softwarearchitektur
 - 1) Architekturprinzipien, Architekturstile, Perspektivenmodelle
 - 2) Modularität und Geheimnisprinzip
 - 3) BCD-Architekturstil (3-tier architectures)
- 3) 42: Verfeinerung mit querschneidender Objektorichung
- 4) 43: Architektur interaktiver Systeme
- 5) 44: Punktweise Verfeinerung von Lebenszyklen
 - Verfeinerung von verschiedenen Steuerungsmaschinen

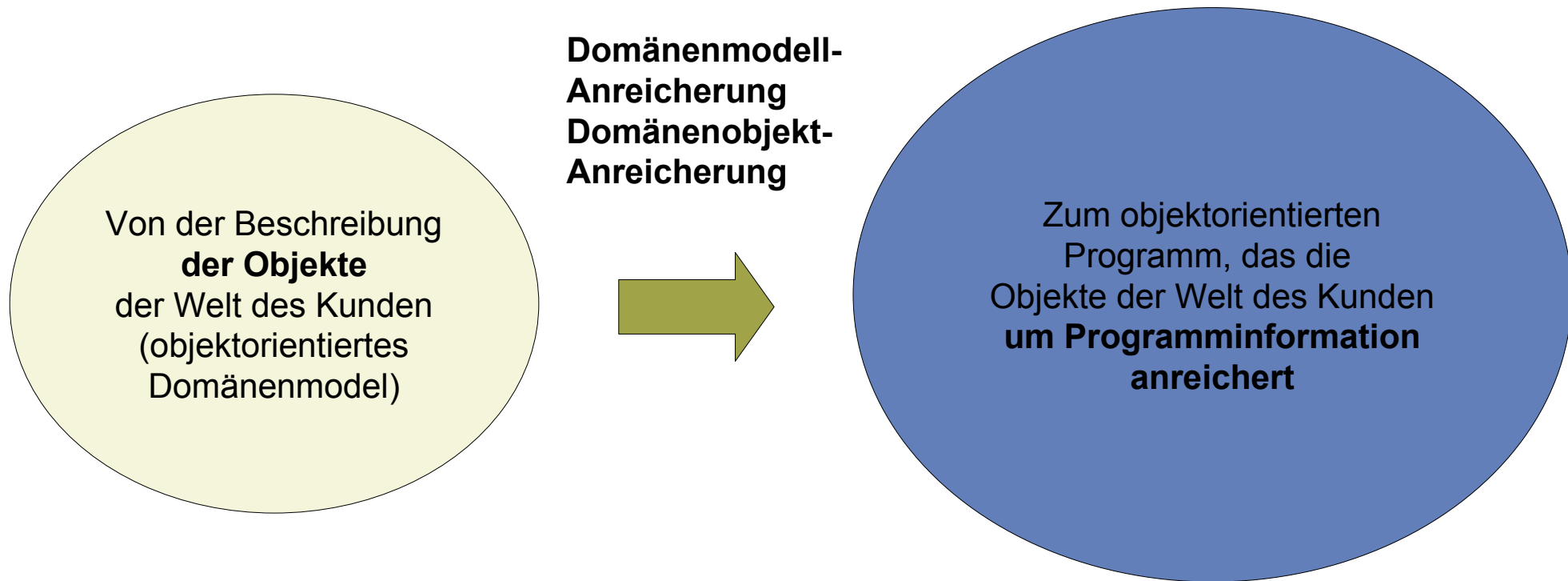




40.1. Verfeinerung des Anforderungsmodell zum Entwurfsmodell, Implementierungsmodell und Code

Die zentralen Fragen des objektorientierten Ansatzes

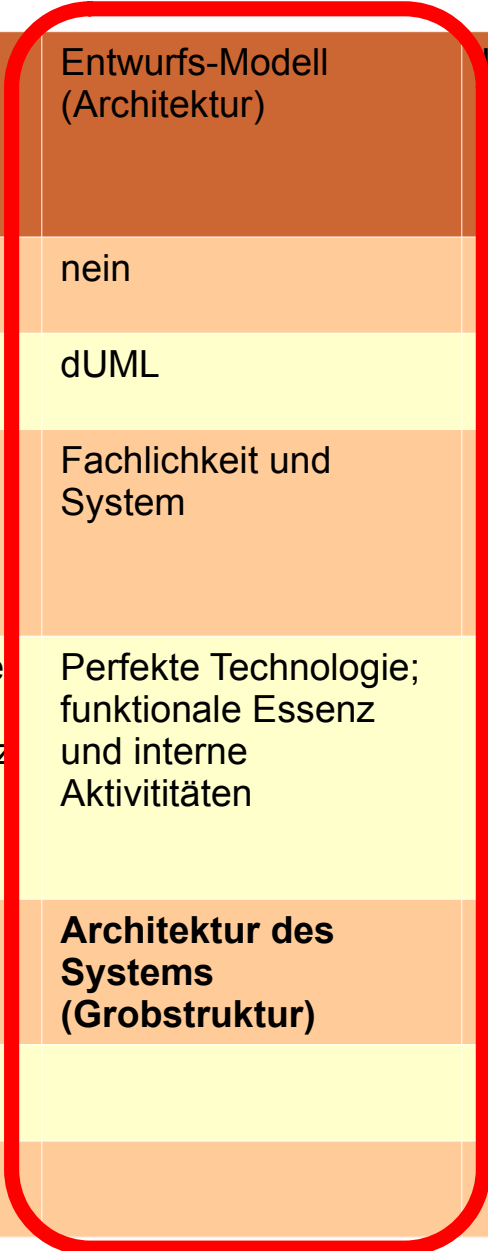
Wie kommen wir vom Problem des Kunden zum Programm (oder Produkt)?



Anreicherung/Verfettung: Anreicherung durch technische Programminformation
„object fattening“: Anreicherung von Objekten des Domänenmodells durch Verfeinerungen

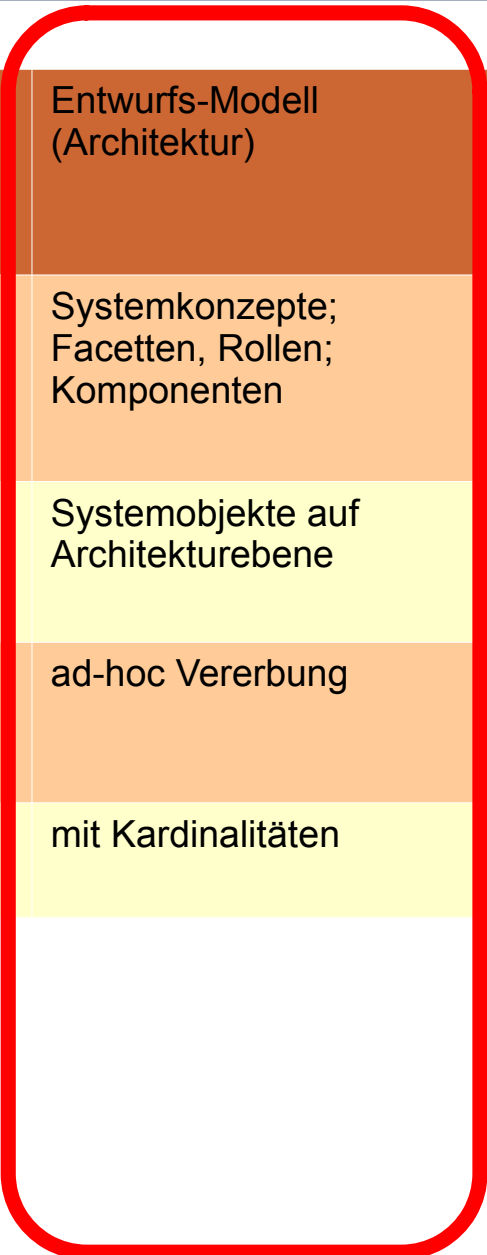
Q5.1 Verfeinerung von UML von der Analyse zum Entwurf zur Implementierung

	Analyse-Modell	Entwurfs-Modell (Architektur)	Implementierungsmodell (Feinentwurf)	Implementierung (Programm)
vollständig	nein	nein	beinahe	ja
Sprache	aUML	dUML	UML	Java
Charakter	Fachlichkeit; Domäne	Fachlichkeit und System	Fachlichkeit, System und Technologie	Fachlichkeit, System, Technologie und Ressourcen
Technologie	Annahme perfekte Technologie; funktionale Essenz	Perfekte Technologie; funktionale Essenz und interne Aktivitäten	technologieabhängig (plattformabhängig)	technologieabhängig (plattformabhängig), ressourcenabhängig
Struktur	noch wenig	Architektur des Systems (Grobstruktur)	Präzise Spezifikation des Verhaltens des Systems	Lauffähiges Programm



Q5.2 Verfeinerung der Sprachkonzepte

	Analyse-Modell	Entwurfs-Modell (Architektur)	Implementierungsmodell (Feinentwurf)	Implementierung
Klassen	Begriffe und Domänenkonzepte; Facetten, Rollen	Systemkonzepte; Facetten, Rollen; Komponenten	Systemkonzepte nur noch in einfachen Klassen; Rollen aufgelöst durch Entwurfsmuster	Systemkonzepte
Objekte	Domänenobjekte	Systemobjekte auf Architekturebene	Alle Systemobjekte	Alle Systemobjekte
Vererbung	Begriffshierarchien Mehrfachvererbung, Produktverbände	ad-hoc Vererbung	konform, 1-D-Vererbungshierarchie	konform
Assoziationen	oft ungerichtet	mit Kardinalitäten	abgeflacht	



Verfeinerungsschritte beim Übergang zum Entwurfsmodell

- ▶ Siehe Kapitel 41
- ▶ Entwickeln des **Architekturaspektes** in der Schicht “Anwendungslogik”
 - Entwurfsmuster anwenden
 - Schichtung
 - Architekturprinzipien wie Geheimnisprinzip oder lose Kopplung
- ▶ Erhöhe **Wiederverwendbarkeit**
 - Ziehe ein Teamklassen, um Kollaborationen wiederverwendbar zu machen
 - Verwende Variabilitätsmuster
 - Verwende Erweiterungsmuster
 - Integriere externe Komponenten durch Klebemuster
 - Ausnutzen des Quasar-Prinzips zur Identifikation von wiederverwendbaren Einheiten
 - Einziehen von Komponenten mit angebotenen und benötigten Schnittstellen
 - Einziehen von Paketen zur Strukturierung
 - Einschränkung durch Sichtbarkeiten zur losereren Kopplung (Datenkapselung und Austauschbarkeit)

Verfeinerungsschritte beim Übergang vom Analyse- zum Entwurfsmodell (II)

- ▶ **Vervollständigung fehlender Angaben (Kap. 42)**
 - Typisierung
 - Ausarbeitung von Objekt-Lebenszyklen (punktweise Verfeinerung)
 - Ausarbeitung von Kollaborationen (querschneidende Verfeinerung)
- ▶ **Detaillierung von zu groben Konzepten**
 - Querschneidende Objektorreicherung durch Kollaborationen
 - Assoziationen:
 - Einziehen von Navigationsrichtungen, um Platz zu sparen
 - Einziehen von Qualifikationen, um Suchen zu beschleunigen
 - Annotation von geordneten und sortierten Assoziationen
 - Einziehen von Schnittstellen zur Sicherstellung von homogenem Verhalten
 - Einziehen von Materialbehälterklassen (Verwaltungsklassen)

Verfeinerungsschritte beim Übergang zum Entwurfsmodell (III)

- ▶ **Strukturierung** und Restrukturierung
 - Refactoring (Restrukturierung unter Beibehaltung der Semantik)
 - Identifikation von abgeleiteten Modellelementen zur Elimination von Redundanz (Verschlankung)
- ▶ **Flachklopfen** (Abflachen, Realisierung)
 - Integration von Unterobjekten (Rollen, Facetten, Teile) mit Hilfe von Entwurfsmustern: Compositum, Brücke, u.v.m.
 - Realisierung von Objektnetzen: Abflachen der Assoziationen
- ▶ **Erhöhung Zuverlässigkeit**
 - Verfeinerung der Vererbungsrelation zu konformer Vererbung zur Elimination von Fehlern
 - Schreiben von Verträgen mit Vor- und Nachbedingungen

Schritte beim Übergang zum Implementierungsmodell (Feinentwurf)

- ▶ Vervollständigung fehlender Angaben
 - Implementierung von Methoden
- ▶ Strukturierung und Restrukturierung
 - Auflösen von Mehrfachvererbung in Aggregation
 - Einziehen von abgeleiteten Relationen, um Zugriffe, Navigationen und Abfragen zu beschleunigen (Verfettung)
- ▶ Detaillierung (Implementierungsmuster anwenden)
 - Assoziationen:
 - Einziehen von Navigationsrichtungen, um Platz zu sparen; Ersetzen durch Suchalgorithmen
 - Abbildung von qualifizierten Assoziationen, um Suchen zu beschleunigen
 - Annotation von geordneten und sortierten Assoziationen
 - Verfeinerung der Vererbungsrelation zu *konformer Vererbung* zur Elimination von Fehlern
 - Transformation in die Implementierungssprache
- Verhalten angeben
 - Lebenszyklen modellieren
 - Implementierung von Schnittstellen auswählen

Schritte beim Übergang zum Code

- ▶ **Codegenerierung:** Nutzung von Codegenerator-Werkzeugen, um
 - Architekturcode zu generieren
 - Objekt-Lebenszyklen in Programm zu übersetzen
 - Nutzung von Webe-Werkzeugen, um querschneidende Kollaborationen in Klassen einzuweben
- ▶ Alternativ: Umsetzung der Modelle in Code von Hand
- ▶ Hand-Implementierung fehlender Komponenten

40.2. Herstellung Großer Softwaresysteme

software: computer programs, procedures, rules, and possibly associated documentation and data pertaining to the operation of a computer system.

(IEEE Standard Glossary of Software Engineering)

Was heißt hier "groß"?

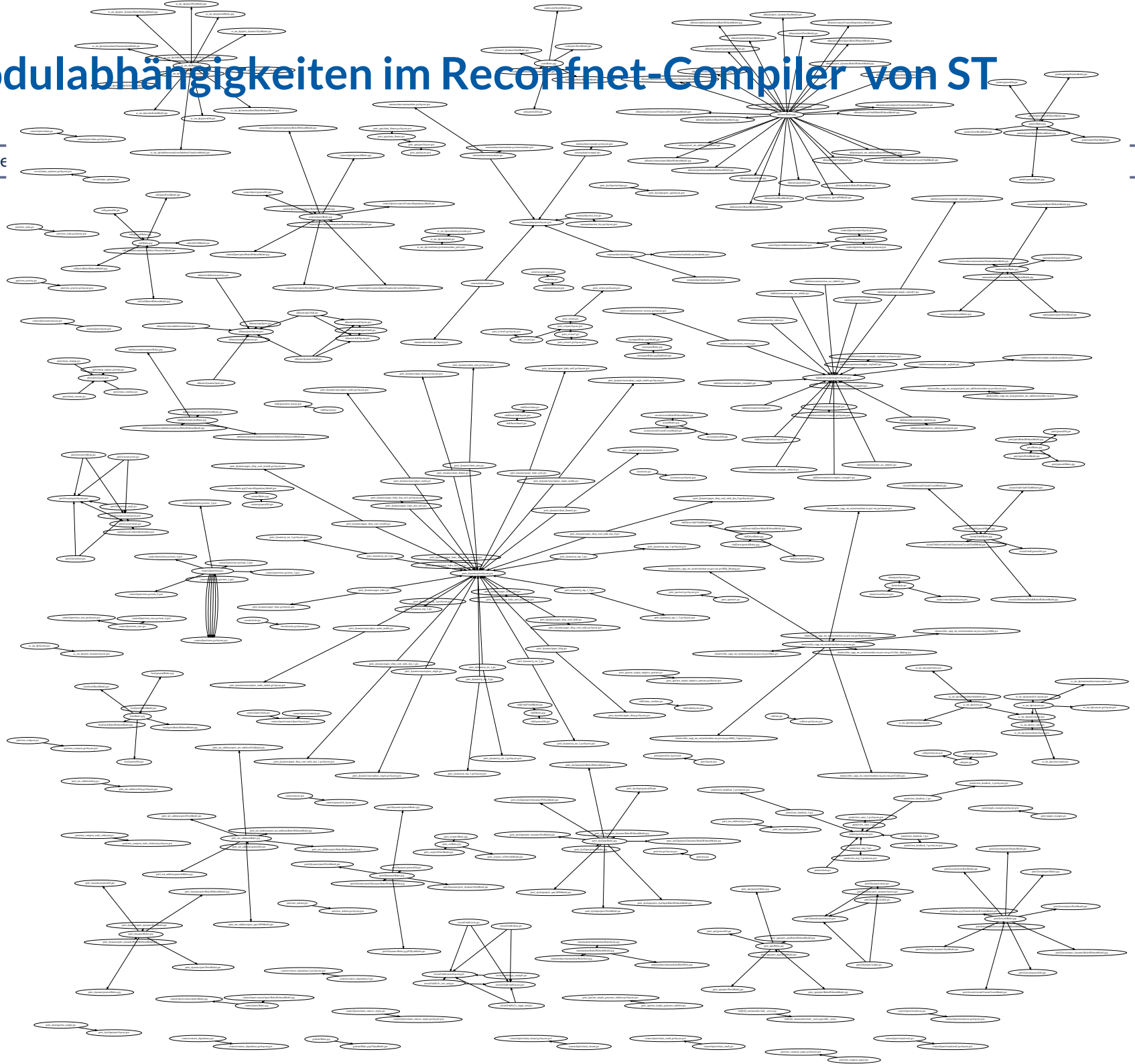
- ▶ Klassifikation nach W. Hesse:

Klasse	Anzahl Code-Zeilen	Personenjahre zur Entwicklung
sehr klein	bis 1.000	bis 0,2
Klein	1.000 - 10.000	0,2 - 2
mittel	10.000 - 100.000	2 - 20
groß	100.000 - 1 Mio.	20 - 200
sehr groß	über 1 Mio.	über 200

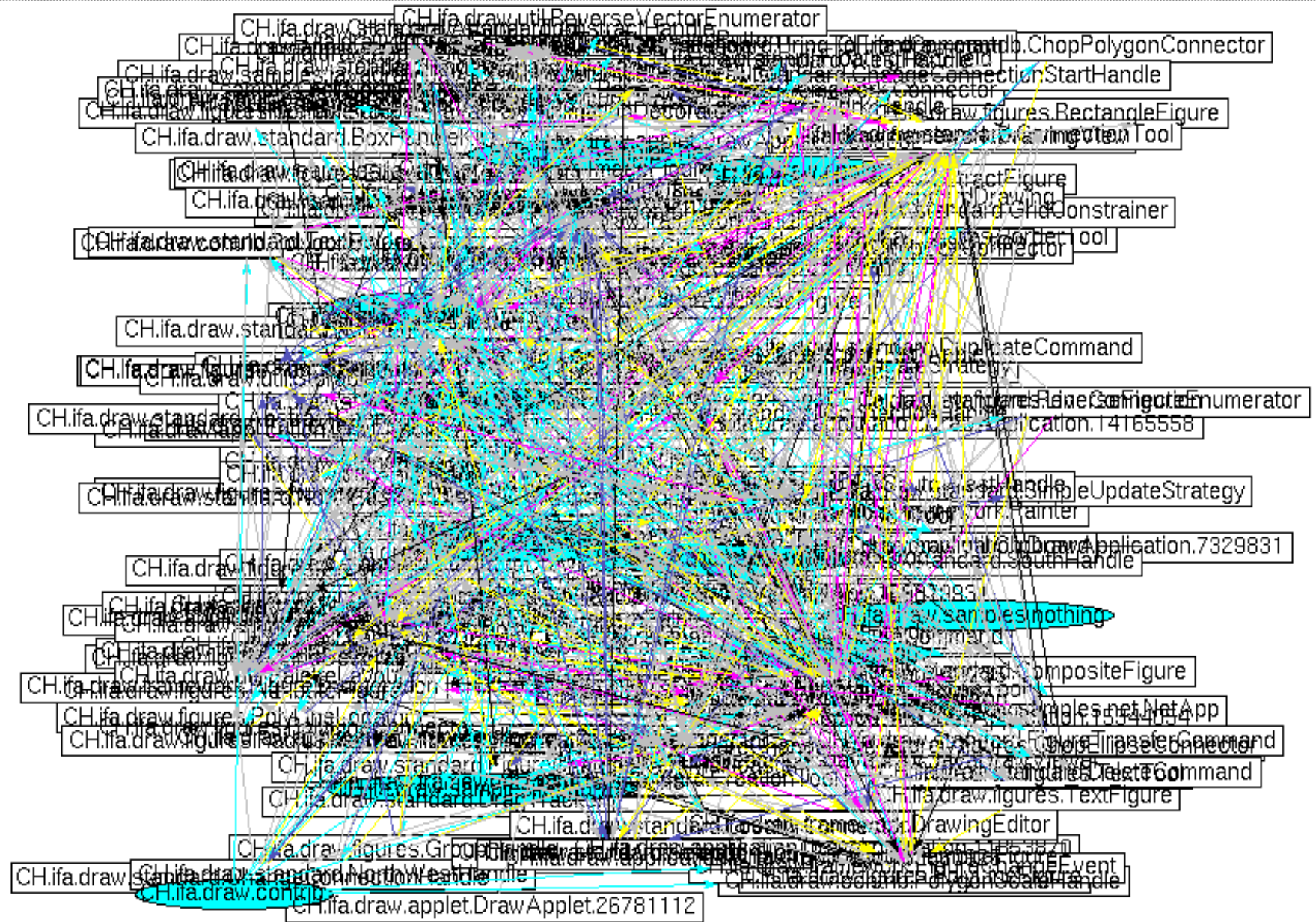
Riesige Systeme

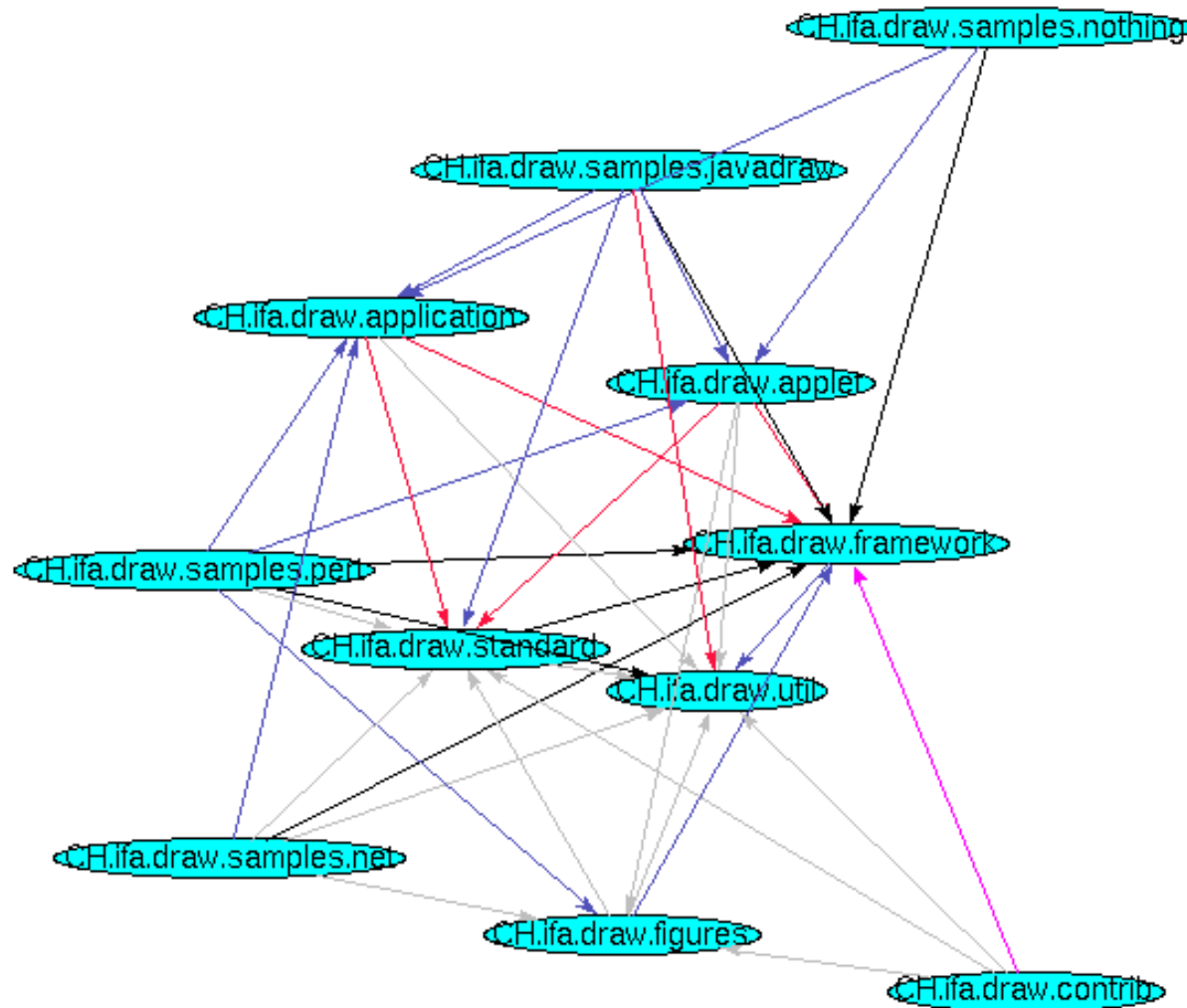
- ▶ Telefonvermittlungssoftware EWSD Siemens (Version 8.1): <https://de.wikipedia.org/wiki/EWSD>
 - 12,5 Mio. Code-Zeilen
 - ca. 6000 Personenjahre
- ▶ Umfang der verwendeten Software (Anfang 2000):
 - SAP Enterprise Resource Planning (ERP)-Software R/3 (Version 4.0): 50 Mio. Code-Zeilen
 - Credit Suisse 25 Mio. Code-Zeilen
 - Citicorp Bank: 400 Mio. Code-Zeilen
 - AT&T: 500 Mio. Code-Zeilen
 - General Motors: 2 Mrd. Code-Zeilen
 - Microsoft, Windows Server 50 Mio (2003)
- ▶ HEUTE:
 - Mercedes Benz S-Klasse 9 Mio LOC
 - Credit Suisse > 100 Mio LOC
 - Google 2 Mrd. LOC
 - <https://www.wired.com/2015/09/google-2-billion-lines-codeand-one-place/>

Modulabhängigkeiten im Reconfnet-Compiler von ST



- ▶ Folgende Bilder stammen vom Goose Reengineering-Werkzeug aus der Analyse eines Java-Systems [Goose, FZI Karlsruhe, <http://www.fzi.de>]

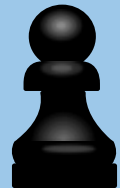




Die Bedeutung von Softwarearchitektur

- ▶ Softwarearchitektur ist der Schlüssel zum Erfolg des Softwareingenieurs und seiner Firma.

Ohne gute Softwarearchitektur keine:
Zuverlässigkeit, Einbruchssicherheit,
Wiederverwendung, Variabilität,
Evolution, Erweiterbarkeit



Mit guter Softwarearchitektur:
Softwareproduktlinien, schnell erstellte neue Produkte,
vertikale Portierung auf andere Domänen,
einfaches Dienstleistungsgeschäft.

The End

- ▶ Wieso braucht man Softwarearchitektur?
 - wird auch oft “Programmieren im Großen” genannt

Administratives für Ihren Studienfortschritt

- ▶ Prüfungseinschreibung und -modalitäten siehe hier
<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/29581049860/CourseNode/1625108360558614003>

- ▶ Anmeldung zum Projektpraktikum im WiSE siehe hier
<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/29581049860/CourseNode/1625195612264057003>

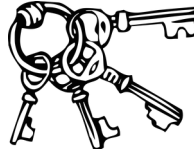


Teil IV: Objektorientierter Entwurf (Object-Oriented Design, OOD)

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Institut für Software- und
Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
Version 21-0.1, 05.07.21

- Parallelen zum Fachgebiet der Architektur:
 - Architekten sind an der Nahtstelle zwischen Kunde und Baufirma.
 - Schlechter Architekturentwurf kann nicht durch gute Bauqualität kompensiert werden.
 - Es gibt Architektur-Spezialisten für bestimmte Anwendungsgebiete.
 - Es gibt "Schulen", die bestimmte Grundprinzipien vertreten.
 - Es gibt bestimmte

Das Ziel des Studiums (IV): Träume realisieren



- ▶ site for c/c++ counting tools <http://maultech.com/chrislott/resources/cmmetrics/>

*No road is too long for him who advances slowly
and does not hurry,*

*and no attainment is beyond his reach
who equips himself with patience to achieve it.*

Jean de la Bruyère

[https://artistquoteoftheday.wordpress.com/2010/05/27/
no-road-is-too-long-for-him-who-advances-
slowly-and-does-not-hurry-and-no-attainment-is-
beyond-his-reach-who-equips-himself-with-patience-to-achieve-it/](https://artistquoteoftheday.wordpress.com/2010/05/27/no-road-is-too-long-for-him-who-advances-slowly-and-does-not-hurry-and-no-attainment-is-beyond-his-reach-who-equips-himself-with-patience-to-achieve-it/)



Teil IV - Objektorientierter Entwurf (Object-Oriented Design, OOD)

8 Softwaretechnologie (ST)

- 1) 40: Überblick
- 2) 41: Einführung in die objektorientierte Softwarearchitektur
 - 1) Architekturprinzipien, Architekturstile, Perspektivenmodelle
 - 2) Modularität und Geheimnisprinzip
 - 3) BCD-Architekturstil (3-tier architectures)
- 3) 42: Verfeinerung mit querschneidender Objektorichung
- 4) 43: Architektur interaktiver Systeme
- 5) 44: Punktweise Verfeinerung von Lebenszyklen
 - Verfeinerung von verschiedenen Steuerungsmaschinen





40.1. Verfeinerung des Anforderungsmodell zum Entwurfsmodell, Impelmentierungsmodell und Code

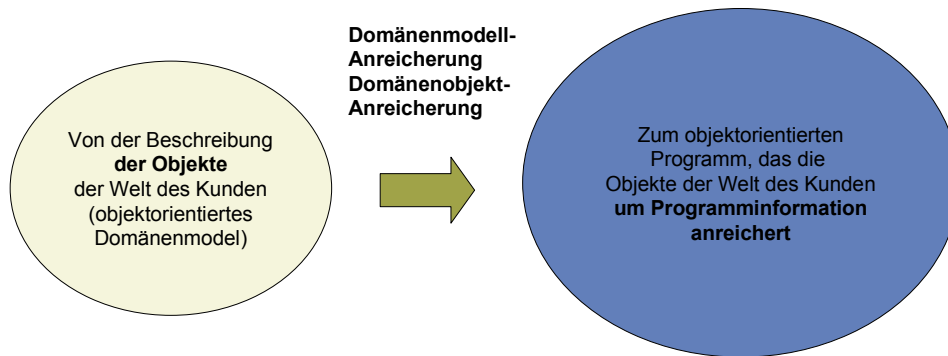
Softwaresystem: Ein System (oder Teilsystem), dessen Komponenten aus Software bestehen

Klassifikation von Software:

- Generisches Produkt oder Einzelanfertigung (vereinbartes Produkt)?
- Systemsoftware oder Anwendungssoftware?
- eingebettete (produktintegriert) oder eigenständig?
- Realzeitanforderungen oder flexiblere Zeitanforderungen?
- Datenintensiv oder berechnungsintensiv?
- Einzel- oder Mehrfachbenutzung?

Software ist ein immaterielles Produkt.

Wie kommen wir vom Problem des Kunden zum Programm (oder Produkt)?



Q5.1 Verfeinerung von UML von der Analyse zum Entwurf zur Implementierung

	Analyse-Modell	Entwurfs-Modell (Architektur)	Implementierungsmodell (Feinentwurf)	Implementierung (Programm)
vollständig	nein	nein	beinahe	ja
Sprache	aUML	dUML	UML	Java
Charakter	Fachlichkeit; Domäne	Fachlichkeit und System	Fachlichkeit, System und Technologie	Fachlichkeit, System, Technologie und Ressourcen
Technologie	Annahme perfekte Technologie; funktionale Essenz	Perfekte Technologie; funktionale Essenz und interne Aktivitäten	technologieabhängig (plattformabhängig)	technologieabhängig (plattformabhängig), ressourcenabhängig
Struktur	noch wenig	Architektur des Systems (Grobstruktur)	Präzise Spezifikation des Verhaltens des Systems	Lauffähiges Programm

Q5.2 Verfeinerung der Sprachkonzepte

	Analyse-Modell	Entwurfs-Modell (Architektur)	Implementierungsmodell (Feinentwurf)	Implementierung
Klassen	Begriffe und Domänenkonzepte; Facetten, Rollen	Systemkonzepte; Facetten, Rollen; Komponenten	Systemkonzepte nur noch in einfachen Klassen; Rollen aufgelöst durch Entwurfsmuster	Systemkonzepte
Objekte	Domänenobjekte	Systemobjekte auf Architekturebene	Alle Systemobjekte	Alle Systemobjekte
Vererbung	Begriffshierarchien Mehrfachvererbung, Produktverbände	ad-hoc Vererbung	konform, 1-D-Vererbungshierarchie	konform
Assoziationen	oft ungerichtet	mit Kardinalitäten	abgeflacht	



- ▶ Siehe Kapitel 41
- ▶ Entwickeln des **Architekturpektes** in der Schicht “Anwendungslogik”
 - Entwurfsmuster anwenden
 - Schichtung
 - Architekturprinzipien wie Geheimnisprinzip oder lose Kopplung
- ▶ Erhöhe **Wiederverwendbarkeit**
 - Ziehe ein Teamklassen, um Kollaborationen wiederverwendbar zu machen
 - Verwende Variabilitätsmuster
 - Verwende Erweiterungsmuster
 - Integriere externe Komponenten durch Klebemuster
 - Ausnutzen des Quasar-Prinzips zur Identifikation von wiederverwendbaren Einheiten
 - Einziehen von Komponenten mit angebotenen und benötigten Schnittstellen
 - Einziehen von Paketen zur Strukturierung
 - Einschränkung durch Sichtbarkeiten zur loseren Kopplung (Datenkapselung und Austauschbarkeit)



- ▶ **Vervollständigung fehlender Angaben (Kap. 42)**
 - Typisierung
 - Ausarbeitung von Objekt-Lebenszyklen (punktweise Verfeinerung)
 - Ausarbeitung von Kollaborationen (querschneidende Verfeinerung)
- ▶ **Detaillierung von zu groben Konzepten**
 - Querschneidende Objektanreicherung durch Kollaborationen
 - Assoziationen:
 - Einziehen von Navigationsrichtungen, um Platz zu sparen
 - Einziehen von Qualifikationen, um Suchen zu beschleunigen
 - Annotation von geordneten und sortierten Assoziationen
 - Einziehen von Schnittstellen zur Sicherstellung von homogenem Verhalten
 - Einziehen von Materialbehälterklassen (Verwaltungsklassen)



Verfeinerungsschritte beim Übergang zum Entwurfsmodell (III)

- ▶ **Strukturierung und Restrukturierung**
 - Refactoring (Restrukturierung unter Beibehaltung der Semantik)
 - Identifikation von abgeleiteten Modellelementen zur Elimination von Redundanz (Verschlankung)
- ▶ **Flachklopfen** (Abflachen, Realisierung)
 - Integration von Unterobjekten (Rollen, Facetten, Teile) mit Hilfe von Entwurfsmustern: Compositum, Brücke, u.v.m.
 - Realisierung von Objektnetzen: Abflachen der Assoziationen
- ▶ **Erhöhung Zuverlässigkeit**
 - Verfeinerung der Vererbungsrelation zu konformer Vererbung zur Elimination von Fehlern
 - Schreiben von Verträgen mit Vor- und Nachbedingungen



Schritte beim Übergang zum Implementierungsmodell (Feinentwurf)

- ▶ Vervollständigung fehlender Angaben
 - Implementierung von Methoden
- ▶ Strukturierung und Restrukturierung
 - Auflösen von Mehrfachvererbung in Aggregation
 - Einziehen von abgeleiteten Relationen, um Zugriffe, Navigationen und Abfragen zu beschleunigen (Verfettung)
- ▶ Detaillierung (Implementierungsmuster anwenden)
 - Assoziationen:
 - Einziehen von Navigationsrichtungen, um Platz zu sparen; Ersetzen durch Suchalgorithmen
 - Abbildung von qualifizierten Assoziationen, um Suchen zu beschleunigen
 - Annotation von geordneten und sortierten Assoziationen
 - Verfeinerung der Vererbungsrelation zu *konformer Vererbung* zur Elimination von Fehlern
 - Transformation in die Implementierungssprache
- Verhalten angeben
 - Lebenszyklen modellieren
 - Implementierung von Schnittstellen auswählen



- ▶ **Codegenerierung:** Nutzung von Codegenerator-Werkzeugen, um
 - Architekturcode zu generieren
 - Objekt-Lebenszyklen in Programm zu übersetzen
 - Nutzung von Web-Werkzeugen, um querschnittende Kollaborationen in Klassen einzuweben
- ▶ Alternativ: Umsetzung der Modelle in Code von Hand
- ▶ Hand-Implementierung fehlender Komponenten





40.2. Herstellung Großer Softwaresysteme

software: computer programs, procedures, rules, and possibly associated documentation and data pertaining to the operation of a computer system.

(IEEE Standard Glossary of Software Engineering)

Softwaresystem: Ein System (oder Teilsystem), dessen Komponenten aus Software bestehen

Klassifikation von Software:

- Generisches Produkt oder Einzelanfertigung (vereinbartes Produkt)?
- Systemsoftware oder Anwendungssoftware?
- eingebettete (produktintegriert) oder eigenständig?
- Realzeitanforderungen oder flexiblere Zeitanforderungen?
- Datenintensiv oder berechnungsintensiv?
- Einzel- oder Mehrfachbenutzung?

Software ist ein immaterielles Produkt.

Was heißt hier "groß"?

- ▶ Klassifikation nach W. Hesse:

Klasse	Anzahl Code-Zeilen	Personenjahre zur Entwicklung
sehr klein	bis 1.000	bis 0,2
Klein	1.000 - 10.000	0,2 - 2
mittel	10.000 - 100.000	2 - 20
groß	100.000 - 1 Mio.	20 - 200
sehr groß	über 1 Mio.	über 200

Quelle: Gumm/Sommer, Einführung in die Informatik, 4. Auflage, 2000, S. 639

Annahme: eine Person produziert pro Tag ca. 10 bis 100 Zeilen Programmcode, d.h. ca. 5000 Zeilen im Jahr.

Riesige Systeme

- ▶ Telefonvermittlungssoftware EWSD Siemens (Version 8.1): <https://de.wikipedia.org/wiki/EWSD>
 - 12,5 Mio. Code-Zeilen
 - ca. 6000 Personenjahre
- ▶ Umfang der verwendeten Software (Anfang 2000):
 - SAP Enterprise Resource Planning (ERP)-Software R/3 (Version 4.0): 50 Mio. Code-Zeilen
 - Credit Suisse 25 Mio. Code-Zeilen
 - Citicorp Bank: 400 Mio. Code-Zeilen
 - AT&T: 500 Mio. Code-Zeilen
 - General Motors: 2 Mrd. Code-Zeilen
 - Microsoft, Windows Server 50 Mio (2003)
- ▶ HEUTE:
 - Mercedes Benz S-Klasse 9 Mio LOC
 - Credit Suisse > 100 Mio LOC
 - Google 2 Mrd. LOC
 - <https://www.wired.com/2015/09/google-2-billion-lines-codeand-one-place/>

Quellen für die Zahlen:

EWSD: Siemens-interne Information

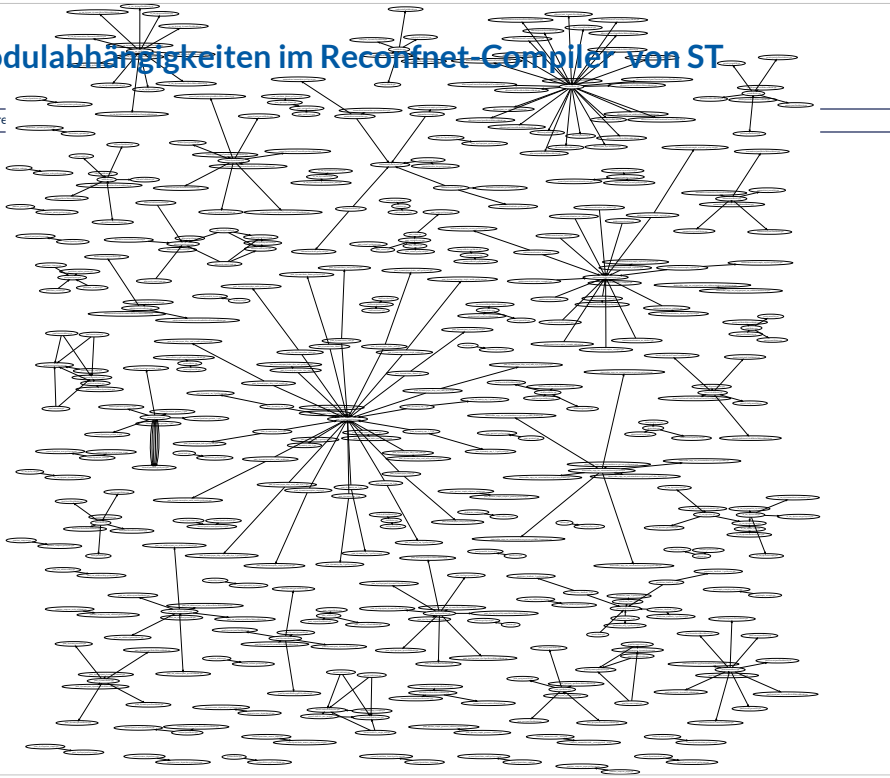
SAP: www.ct-software.com

Jahr 2000: Gary North's Y2K Links and Forums, basierend auf Presseberichten zwischen 1996 und 1999

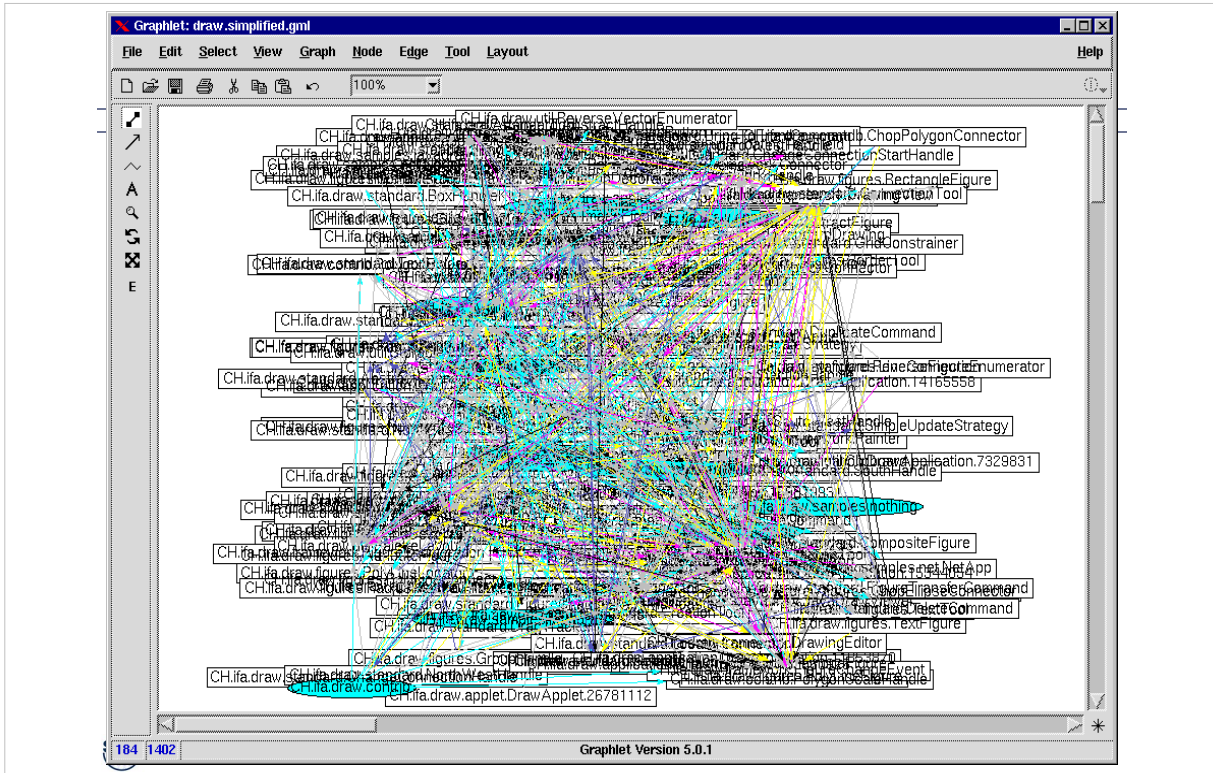
Quellcode von Windows 2000

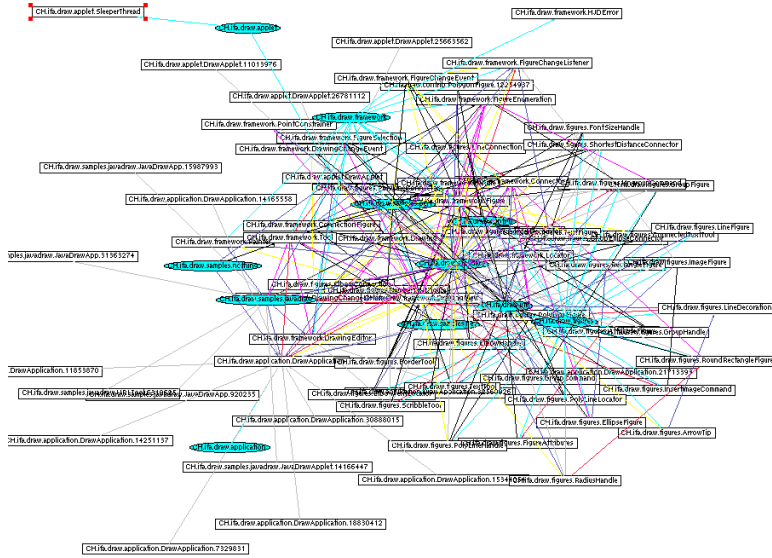
(gerüchteweise): ca. 50-60 Mio. LOC

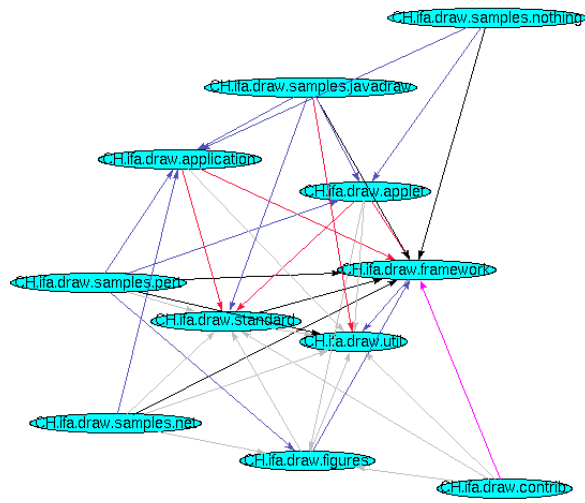
Modulabhängigkeiten im Reconnet-Compiler von ST



- ▶ Folgende Bilder stammen vom Goose Reengineering-Werkzeug aus der Analyse eines Java-Systems [Goose, FZI Karlsruhe, <http://www.fzi.de>]







- ▶ Softwarearchitektur ist der Schlüssel zum Erfolg des Softwareingenieurs und seiner Firma.

Ohne gute Softwarearchitektur keine:

Zuverlässigkeit, Einbruchssicherheit,
Wiederverwendung, Variabilität,
Evolution, Erweiterbarkeit



Mit guter Softwarearchitektur:

Softwareproduktlinien, schnell erstellte neue Produkte,
vertikale Portierung auf andere Domänen,
einfaches Dienstleistungsgeschäft.

The End

- ▶ Wieso braucht man Softwarearchitektur?
 - wird auch oft "Programmieren im Großen" genannt