Teil IV: Objektorientierter Entwurf
41. Grundlegende Architekturprinzipien

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Institut für Software- und Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
Version 21-0.1, 10.07.21

1) Geschäftsmodelle und Architektur
2) Architekturprinzipien
3) Architekturdiagramme
4) Architekturstile
1) Geschichtete Architekturen
5) Architektur mit Perspektivenmodellen

Obligatorische Literatur

- Zuser Kap 10.
- Ghezzi 4.1-4.2
- Pfleeger 5.1-5.3
- ST für Einsteiger 5.3, 8
- Erste wissenschaftliche Papiere zur Lese:
  - [Parnas72] Parnas, D.L. On the Criteria To Be Used in Decomposing Systems into Modules. Communications of the ACM 15 (12): 1053–58. December 1972, doi:10.1145/361598.361623
  - [Parnas79] David L. Parnas. Designing software for ease of extension and contraction. IEEE Transactions on Software Engineering, SE-5(2):128–38, March 1979
  - Phillipe B. Kruchten. The 4+1 view model of architecture. IEEE Software, Nov. 1995. doi:10.1109/52.469759
  - Walter F. Tichy. 1992. Programming-in-the-large: past, present, and future. In Proceedings of the 14th international conference on Software engineering (ICSE '92). ACM, New York, NY, USA, 362-367. DOI=10.1145/143062.143153 http://doi.acm.org/10.1145/143062.143153

Exkurs: Wie findet man ein Papier?

- http://scholar.google.de
- http://liinwww.ira.uka.de/bibliography/index.html#search

Bitte tippen Sie diese URL in Ihren Browser ein.

Suchen Sie nach den Papieren von Parnas und Kruchten.

Können Sie pdf-Dateien finden?

Sekundäre Literatur

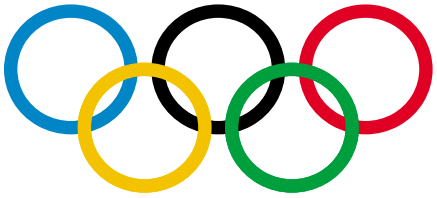
- BPMN is a competitor of UML activity diagrams, also defined by OMG
  - Tutorial https://camunda.com/de/bpmn/
- David J. Parnas. On a buzzword: hierarchical structure. Proceedings IFIP Congress 1974, North-Holland, Amsterdam.
- Christine Hofmeister, Robert L. Nord, and Dilip Soni. Describing software architecture with UML. In Patrick Donohoe, editor, WICSA, volume 140 of IFIP Conference Proceedings, pages 145-160. Kluwer, 1999.
  - https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-0-387-35563-4_9.pdf
  - Christine Hofmeister, Robert Nord, and Dilip Soni. Applied Software Architecture. Addison-Wesley, Reading, MA, 2000.
- Johannes Siedersleben. Moderne Softwarearchitektur. Umsichtig planen, robust bauen mit Quasar. dpunkt-Verlag, 2004.
- Felix Bachmann, Len Bass, Jeromy Carriere, Paul Clements, David Garlan, James Ivers, Robert Nord, Reed Little. Software Architecture Documentation in Practice: Documenting Architectural Layers. March 2000, Special Report CMU/SEI-2000-SR-004
- https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/specialreport/2000_003_001_13649.pdf

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

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 Objektanreicherung**
4) 43: Architektur interaktiver Systeme
5) [44: Punktweise Verfeinerung von Lebenszyklen]
   - Verfeinerung von verschiedenen Steuerungsmaschinen

Lernziele

- Was ist der Unterschied zwischen Programmieren im Kleinen und *Programmieren im Großen*?
- Wie hilft Architektur, Produktlinien aufzubauen?
- Ringe sind keine Schichten
- Was sind die 5 olympischen Ringe der Software?



Olympische Dekomposition in 5 Ringe hilft, den sozialen Reifegrad von Software zu heben.

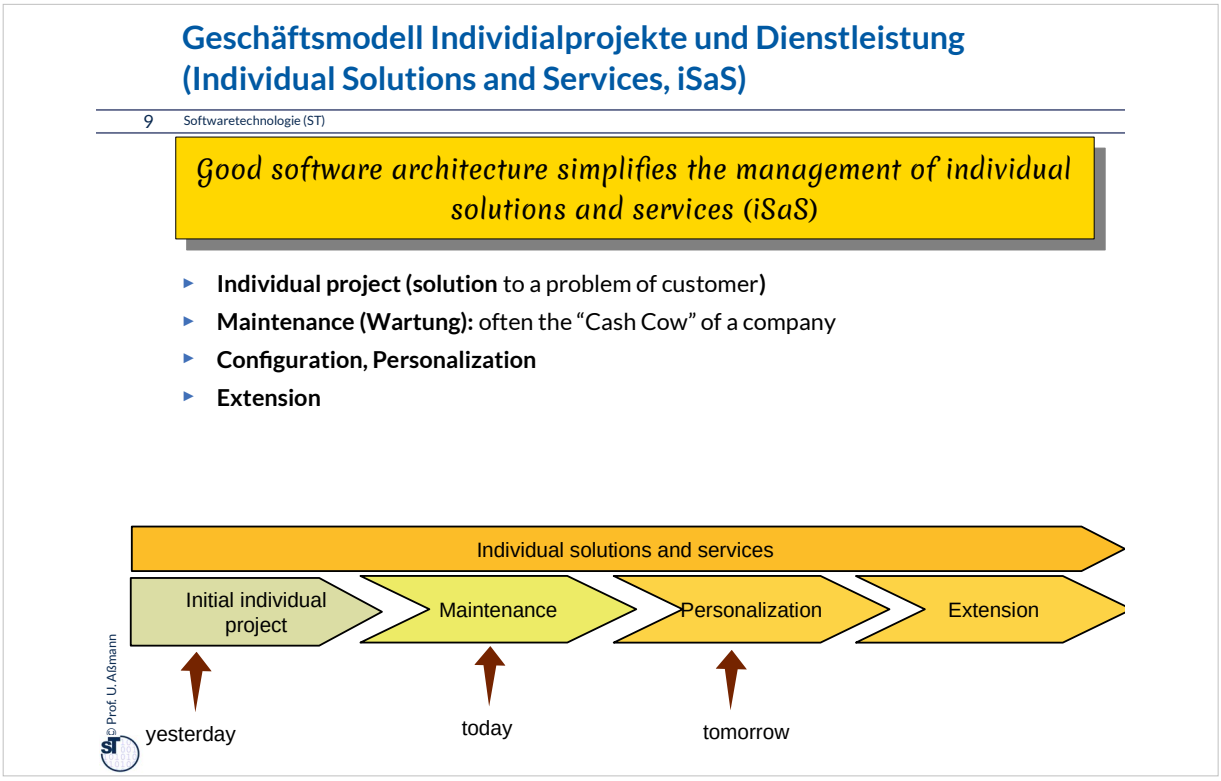
The Engineer's Ring (Canada)

- Der Ring der kanadischen Ingenieure
  https://en.wikipedia.org/wiki/Iron_Ring
  - Pont de Québec
  - Der Schwur des kanadischen Ingenieurs
- **Ingenieure** lösen Probleme von Menschen, basierend auf den Naturgesetzen, aber auch den Gesetzen und Methoden des Entwurfs, der Konstruktion, der Produktion, der Modellierung
- **Ingenieurswissenschaftler** entwickeln neue Gesetze und Methoden
- **Software Engineering** ist
  1) die Ingenieurs- oder Technik-Wissenschaft ("science of engineering") zur Erforschung von Konstruktionsmethoden für Software
  2) Die Ingenieurstätigkeit der Konstruktion von Software

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pont_de_Quebec_1907.jpg#/media/Datei:Pont_de_Quebec_1907.jpg

41.1 Geschäftsmodelle für Softwarefirmen und ihre Anforderungen an Software-Architektur

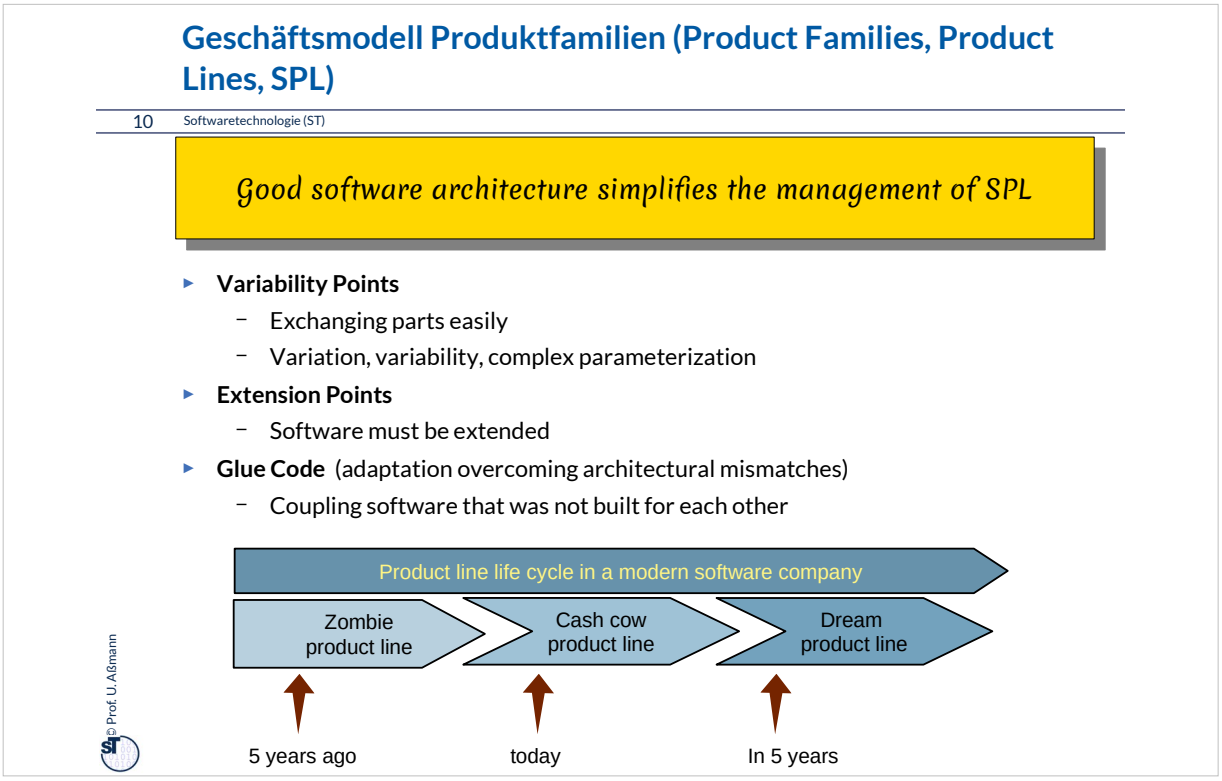
- → Kurs “Design Patterns and Frameworks (DPF)” in WS
- → Kurs “Software as a Business (SAAB)” in WS
- → Kurs “Component-Based Software Engineering (CBSE)” in WS



Producing a product family (product line) is a successful business model for companies. Therefore, a systematic design towards product lines can be a decisive economic factor in the life of a company.

In a company, usually 2-3 product lines are active at the same time:

• The "zombie" product line is the one of the past, from which no new products are created, but old products are in use and must be maintained. Therefore, the



Producing a product family (product line) is a successful business model for companies. Therefore, a systematic design towards product lines can be a decisive economic factor in the life of a company.

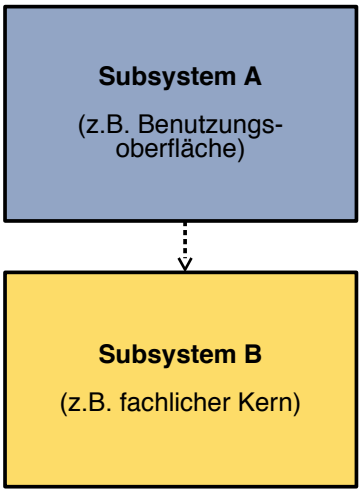
In a company, usually 2-3 product lines are active at the same time:

• The “zombie” product line is the one of the past, from which no new products are created, but old products are in use and must be maintained. Therefore, the

41.2 Architekturprinzipien

Architekturprinzipien bilden allgemeine Gestaltungsregeln (“best practices”) für die Architektur. Entwurfsmuster realisieren diese Gestaltungsregeln in einem wiederverwendbaren Entwurf.

41.2.1 Architekturprinzip: Hohe Kohäsion + Niedrige Kopplung



- **Hohe Kohäsion:**
  Subsystem B darf keine Information und Funktionalität enthalten, die zum Zuständigkeitsbereich von A gehört und umgekehrt.
- **Niedrige Kopplung:**
  Es muß möglich sein, Subsystem A weitgehend auszutauschen oder zu verändern, ohne Subsystem B zu verändern.

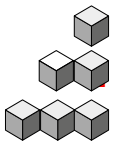
  Änderungen von Subsystem B sollten nur möglichst einfache Änderungen in Subsystem A nach sich ziehen.

41.2.2 Architekturprinzip: Veränderungsorientierter Entwurf mit Modularität

- Zu ihrer besseren Wiederverwendbarkeit sollte Software in *Komponenten (Module)* eingeteilt werden (*Modularität)*
- Eine **Komponente (Modul)** im allgemeinen Sinne ist eine Wiederverwendungseinheit:
  - die Funktionalität mit hoher Kohäsion gruppiert
  - die *angebotene* und *benötigte* Schnittstellen besitzt, um lose Kopplung zu unterstützen:
    - keine impliziten, nur explizit in der Schnittstelle angegebene Abhängigkeiten zu anderen Komponenten
- Vorteile der **Modularität**:
  - **Unabhängigkeit** im Software-Entwicklungsprozess:
    - Komponente kann unabhängig von anderen entwickelt werden
    - Komponenten können einzeln getestet werden (Einheitstest, unit test)
    - Fehler können zu individuellen Komponenten verfolgt werden
  - Komponenten können ausgetauscht werden, ohne dass das System zusammenbricht (**Ersetzbarkeit**)
    - weil angebotene und benötigte Schnittstellen unterschieden werden

Bemerk.: Modularität mit Komponentenmodellen und Kompositionssystemen

- Es gibt nicht nur die UML-Komponente.... sondern viele verschiedene *Komponentenmodelle:*
  - Statisch bindbare Module einer modularen Programmiersprache (Modula, Ada, C++, Java)
  - *Binäre Module*, z.B. class-Files oder .o-Files
  - Fragmentkomponenten (Snippets), Schablonen (templates), Dokumentkomponenten
  - Klassen, Kollaborationen und Konnektoren in objektorientierten Sprachen
  - UML-Komponenten
  - Ganze Schichten eines Systems, insofern sie in eine Komponente gekapselt werden können (wie z.B. die TLA)
  - Serverseitige Webkomponenten
- Ein *Kompositionssystem* definiert: --> Vorlesung CBSE (SS)



Komponentenmodell: Eigenschaften der angebotenen und benötigten Schnittstellen einer Komponente

Kompositionstechnik: Wie werden Komponenten komponiert?

Kompositionssprache: Wie wird die Architektur eines großen Systems beschrieben?

41.2.3. Architekturprinzip: Flexible Evolution mit dem Geheimnisprinzip

Parnas' Prinzip des Entwurfs mit dem **Geheimnisprinzip** gilt für alle Komponentenmodelle (veränderungsorientierter Entwurf, *change-oriented modularization with information hiding)* [Parnas72]:

1) Bestimme alle **Entwurfsfragen** (-alternativen), die sich *ändern können*

2) Entwickle für jede Entwurfsfrage eine Komponente, die die Entscheidung bezüglich der Frage verbirgt (**Komponenten**- oder **Modulgeheimnis**, **module secret)**

3) Entwerfe eine **stabile Schnittstelle** für die Komponente, die unverändert bleibt, wenn sich die Entwurfsentscheidung und somit die Implementierung des Modulgeheimnisses ändert

4) Definiere ***angebotene*** und ***benötigte*** **Schnittstellen (Ports)**

Das Geheimnisprinzip ermöglicht Austausch von Implementierungen hinter Schnittstellen und somit flexible Evolution

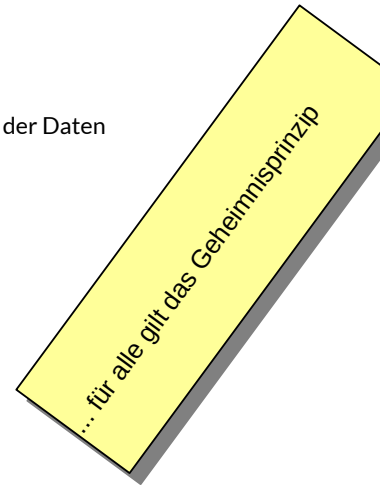
Das Geheimnisprinzip erniedrigt die externe Kopplung und erhöht die innere Kohäsion von Komponenten und Modulen

Typische Geheimnisse von Modulen/Komponenten

- Arbeitsweise von Algorithmen
- Datenformate
  - Texte, Dokumente, Bilder
- Datentypen
  - Abstrakte Datentypen und ihre konkrete Implementierung
- Benutzerschnittstellenbibliotheken
- Bearbeitungsreihenfolgen
- Verteilung
- Persistenz

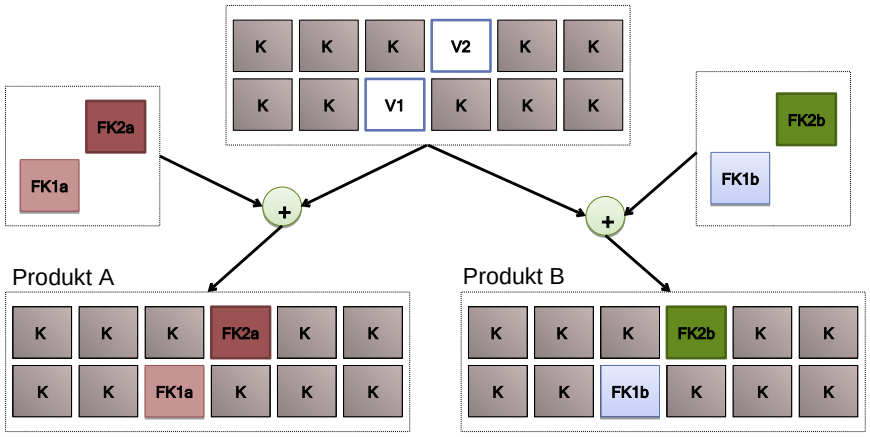
Verschiedene Arten von Komponenten/Modulen (in verschiedenen Sprachen)

- Funktionale Module ohne Zustand
  - sin, cos, BCD arithmetic, gnu mp,...
- Daten-Repositorien
  - Verbergen Repräsentation, Zugriff und Zustand der Daten
  - Symboltabellen, Materialcontainer, ...
- Abstrakte Datentypen
- Singletons (Konfigurationskomponenten)
  - Klassen mit einer einzigen Instanz
- Prozesse (aktive Objekte)
- Klassen
  - Module, die ausgeprägt werden können
- Generische Klassen (Klassenschablonen)
- Komplexe Klassen (UML-Komponenten)
- Entwurfsmuster Facade zur Kapselung von Schichten
- Schichten eines Systems
- Fragmentkomponenten



4.2.4 Architekturprinzip Gemeinsames vs. Spezifisches (Variabilitätspunkte)

- Für eine Produktlinie müssen die Komponenten, die allen Produkten gemeinsam sind, von denen getrennt werden, die spezifisch sind
- Auszutauschende Komponenten im *Framework* nennt man ***Variabilitätspunkte*** (V), die mit jeweils unterschiedlichen ***Füllselkomponenten*** (FK) aufzufüllen sind



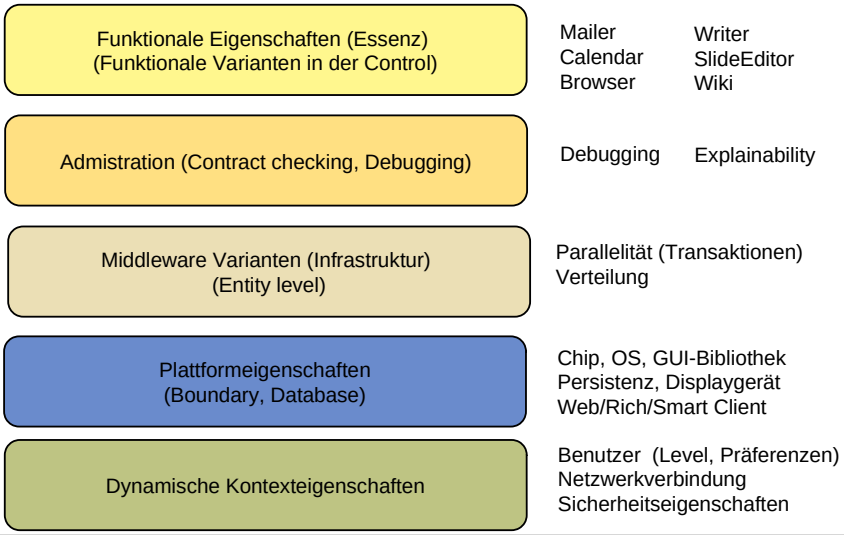
Alle Variabilitätsmuster in objektor. Sprachen nutzen das Geheimnisprinzip

- Viele Entwurfsmuster (z.B. TemplateMethod) sind vom Parnas-Prinzip inspiriert.
- Sie sind ***Variabilitätsmuster***, d.h., sie verbergen bestimmte Geheimnisse und erlauben dann, die Implementierungen auszutauschen (variieren)
  - Fassade verbirgt ein ganzes Subsystem
  - Fabrikmethode verbirgt die Allokation von Produkten
  - TemplateMethod und Strategie verbergen einen Anteil eines Algorithmus
  - Singleton kapselt globale Konfigurationsdaten
- In UML kann man Entwurfsmuster als Komponenten (Wiederverwendungeinheiten) kapseln, indem man sie als Kollaborationen spezifiziert

Variabilitätsmuster repräsentieren Variablitätspunkte der Architektur

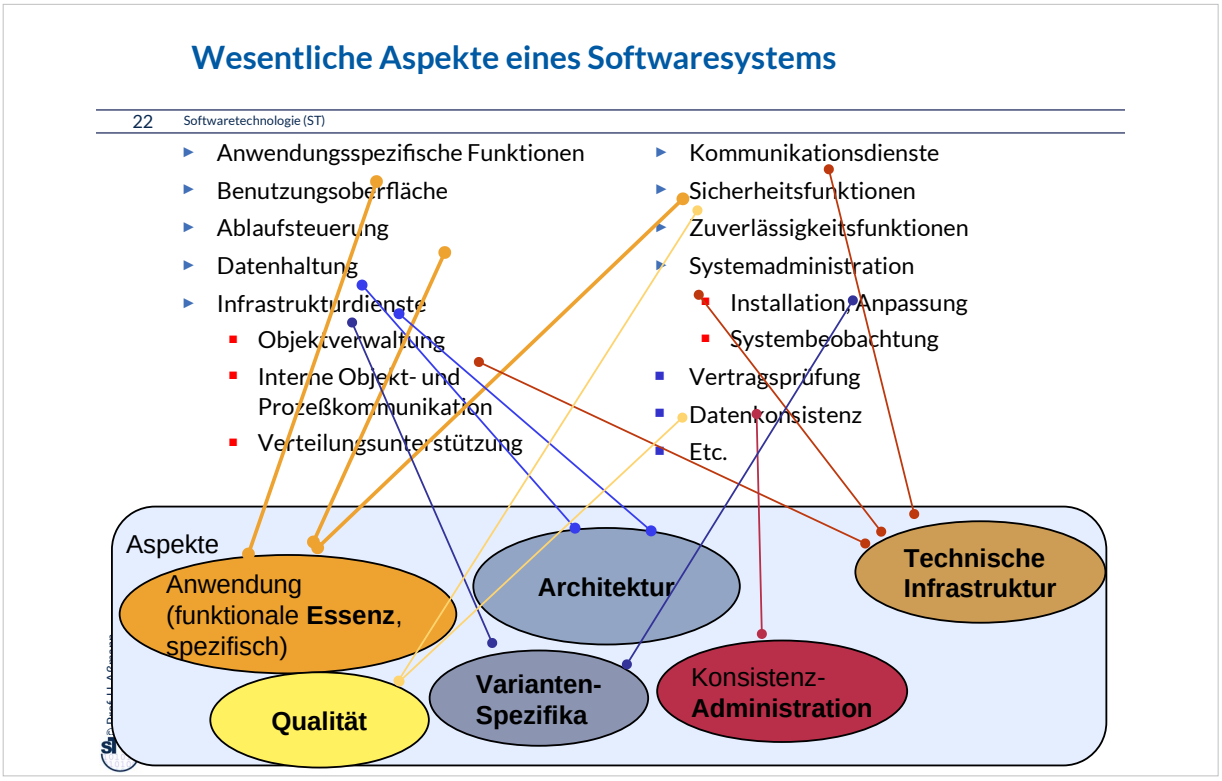
41.2.5. Architekturprinzip: Schichten von Variabilität

- **Software-Produktlinien** entstehen durch systematische Variation von Geheimnissen, wobei diese in *Schichten oder Aspekte* gruppiert werden



41.3 Architekturprinzip “Aspekttrennung”

- Trennung von Belangen (Separation of Concerns, SoC)

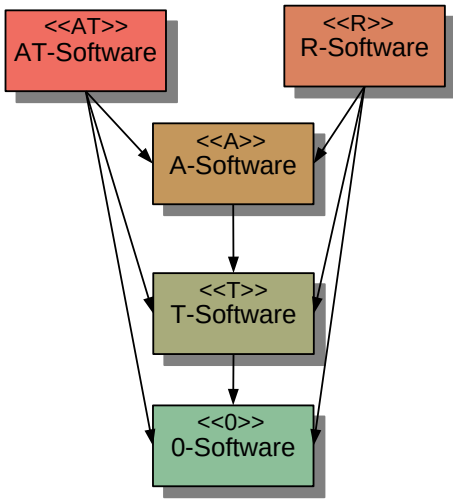


Programme dienen vielen Zwecken, d.h. sind zu vielen Aspekten korrelliert, die in verschiedenen Perspektiven zusammengefasst werden können.

4.3.1 Architekturprinzip Quasar: Trennung von Technik- und Anwendungskomponenten (Reuse Blood Groups, Blutgruppen)

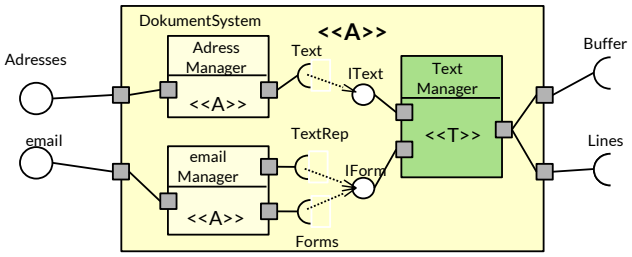
Quasar definiert 4 Aspekte (**Wiederverwendungs-Blutgruppen**), Softwarekategorien für Komponenten, nach Wiederverwendbarkeit:

- 0: unabhängig von Anwendung und Technologie
  - JDK collections, C++ STL, GNU regexp
- A: anwendungs- oder domänenspezifisch.
  - Client, Customer, Account, Car, ...
- T: technologie-orientierte Schnittstelle, unabhängig von Anwendung
  - OSGI, JDBC, CORBA CosNaming
- AT: abhängig von Anwendung *und* Technologie
  - schwierig zu isolieren und wieder zu verwenden
- R: Repräsentationswechsel von Daten
  - Serialisierung, Deserialisierung, Verschlüsselung
  - Sprachwechsel (z.B. Java to Cobol)



Architekturprinzip Quasar: Trennung von Technik- und Anwendungskomponenten

- Jede Komponente wird klassifiziert in Blutgruppen 0, T, A, AT, R
  - 0 – technologieunabhängige Algorithmen,
  - T – technologieabh. Komponenten,
  - A – Anwendungskomponenten,
  - R - Repräsentationwechselkomponenten



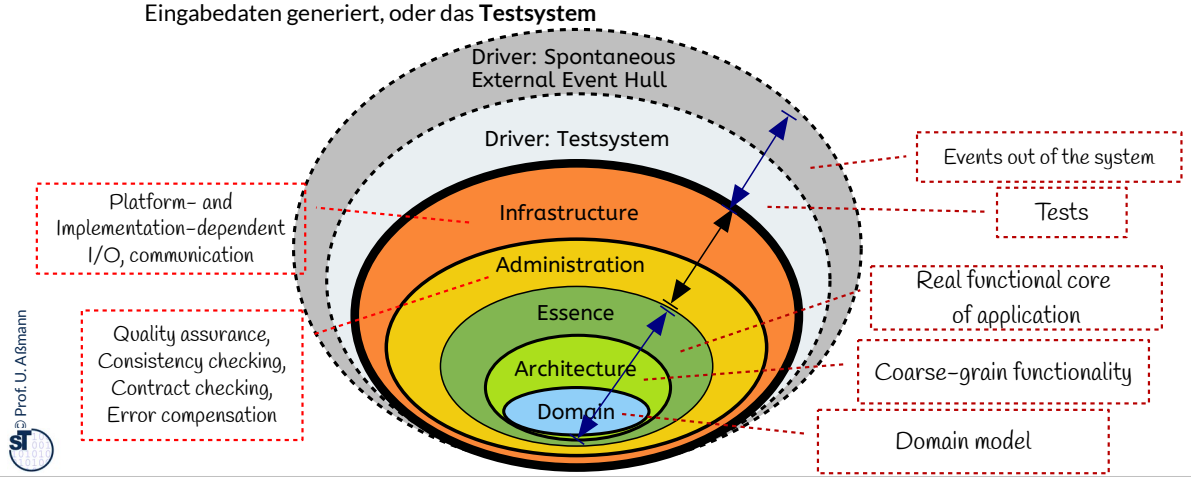
[Siedersleben] Quasar-Wiederverwendungsgesetz:
0- und T-Komponenten sind besser wiederverwendbar als Anwendungskomponenten.
AT-Komponenten sind sehr schlecht wiederverwendbar.

Q12: Olympische Dekomposition von Software in Ringe (Essentielle Dekomposition)

nach [Raasch, McMenamen/Palmer]

Software hat 5 Ringe (***olympische*** oder ***essentielle Dekomposition*** in 5 Aspekte):

- **(Funktionale) Essenz** sind Funktionen unabhängig von der unterliegenden Technologie
  - **Architektur** ist ein Unter-Ring der Essenz, der grobkörnige Funktionalität liefert
  - **Domäne (domain model):** Funktionalität der Domänenobjekte
- **Administration** sichert die Qualität des Systems (innere Checks)
- **Infrastruktur (Middleware)** bietet die technologieabhängigen Funktionen an
- **2 Externe Treiber-Ringe** treiben das System: entweder die Umgebung, die spontan Ereignisse und Eingabedaten generiert, oder das **Testsystem**



Software hat 5 Ringe (***olympische*** oder ***essentielle Dekomposition*** in 5 Aspekte):

(Funktionale) Essenz sind Funktionen unabhängig von der unterliegenden Technologie

Essenz nimmt **perfekte Technologie** an, z.B. Prozesse ohne Zeit, unendlichen Speicher, unendliche Bandbreite

Architektur ist ein Unter-Ring der Essenz, der grobkörnige Funktionalität liefert

Administration sichert die Qualität des Systems (Vertragsprüfung, Ausnahmen, Datenkonsistenz).

Infrastruktur (Middleware) bietet die technologieabhängigen Funktionen an

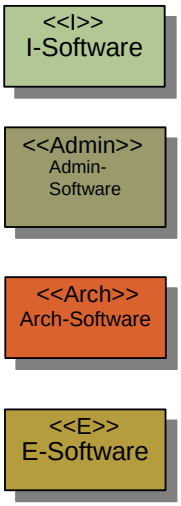
Treiber treiben das System: entweder die Umgebung, die spontan Ereignisse und Eingabedaten generiert, oder das Testsystem

Administration und Infrastruktur bilden die ***physikalischen Ringe***; Treiber, Essenz und Architektur die ***logischen Ringe***

Warum braucht man zur Wechsel auf eine neue Plattform eine andere Implementierung des Infrastruktur-Rings?

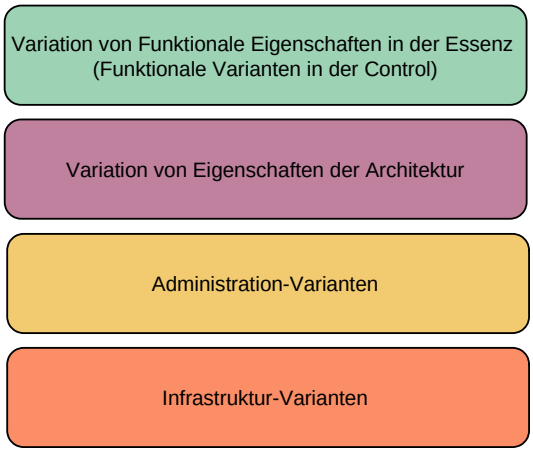
Trennung von querschneidenden Ringen

- Olympische Dekomposition definiert 5 Aspekte, Softwarekategorien für Komponenten, nach Zweck:
  - E: Essenz
  - Arch: Architektur
  - Admin: Administration
  - I: Infrastruktur, Plattform
- Die Ringe durchdringen einander, d.h. bilden keine Schichten
- Jede Komponente wird **genau einem Ring** zugeordnet, ansonsten Mischmasch
- Ähnlich wie bei Quasar

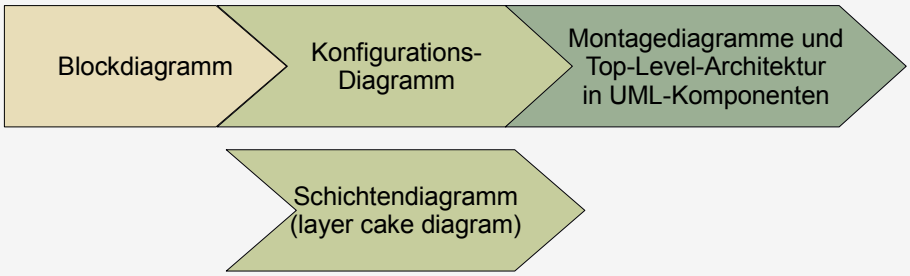


41.3.3. Architekturprinzip: Olympische Variabilität mit Ringen

- **Software-Produktlinien** entstehen durch systematische Variation von ***Ringen***

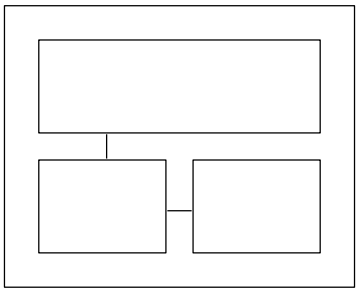


41.4 Diagrammarten für die logische Struktur



Blockdiagramme zur logischen Struktur eines Systems

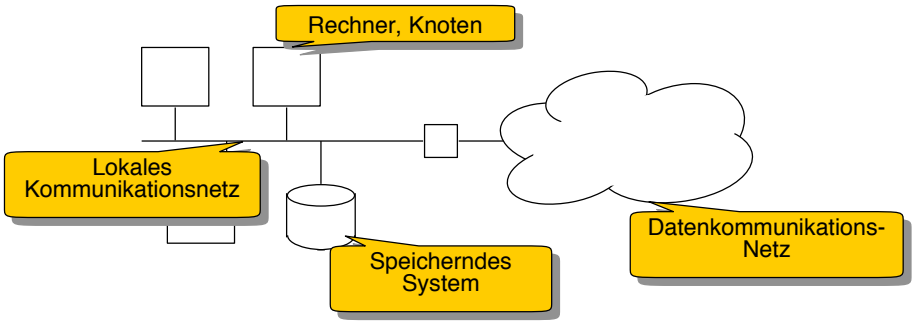
- Def.: Ein **Blockdiagramm** skizziert informell die logische Struktur einer Architektur
  - verbreitetes, informelles Hilfsmittel
  - Blockdiagramme sind kein Bestandteil von UML; Vorstufe von Montagediagrammen
  - **Blöcke** stellen UML-Komponenten *ohne Ports* dar



Strukturperspektive

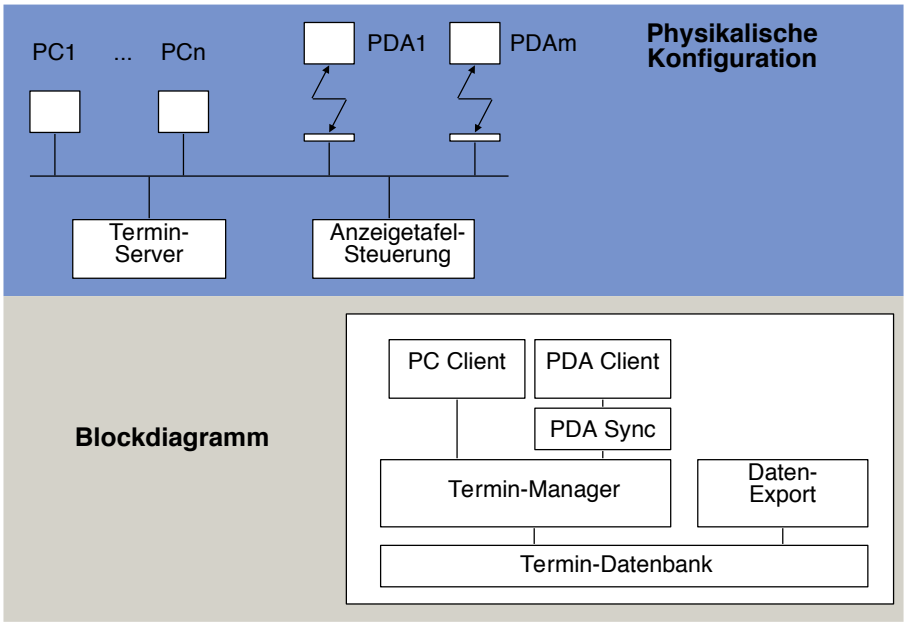
Konfigurationsdiagramme für physikalische Verteilung

- Def.: Ein Konfigurationsdiagramm ist ein Blockdiagramm mit “Bussen” zur Beschreibung der **physischen Sicht (Verteilungssicht)**
  - Konfigurationsdiagramme sind zwar nicht Bestandteil von UML, aber dennoch ein verbreitetes Hilfsmittel zur Beschreibung der physikalischen Verteilung



Verteilungsperspektive

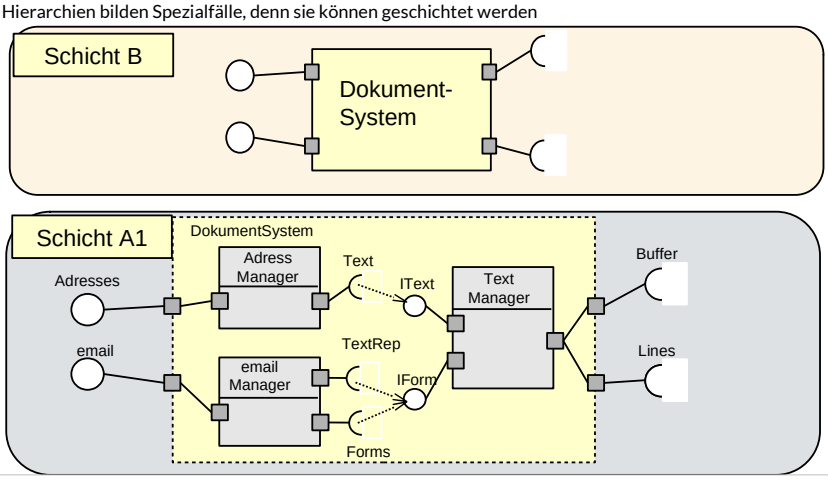
Beispiel: Konfigurationsdiagramm für Terminverwaltung



Verteilungsperspektive

Logische Struktur nicht-Interaktiver Anwendungen: Montagediagramme mit UML-Komponenten für die obersten Ebenen des Systems

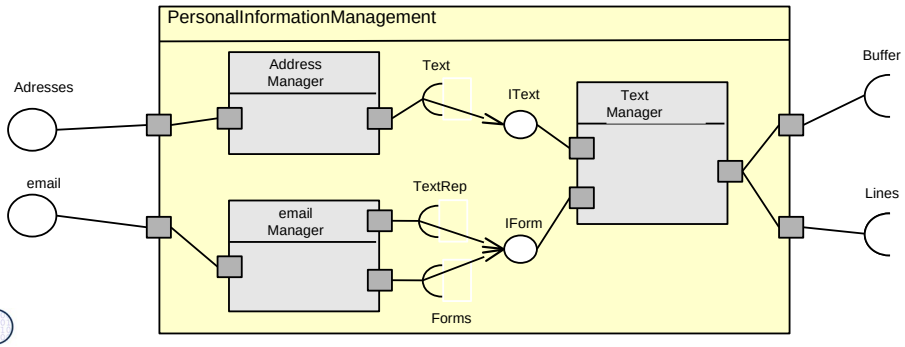
- Aus einem Blockdiagramm der Architektur des Systems wird ein Montagediagramm für Top-Level-Architektur entwickelt
  - Oberste Ebene des Systems ist meist hierarchisch und/oder geschichtet organisiert
  - Vermeide "wilde" objekt-orientierte Netzstrukturen
  - Damit die letzte Integration zum Gesamtsystem einfach verläuft: Integrationstests können dann bottom-up absolviert werden
- Hierarchien bilden Spezialfälle, denn sie können geschichtet werden

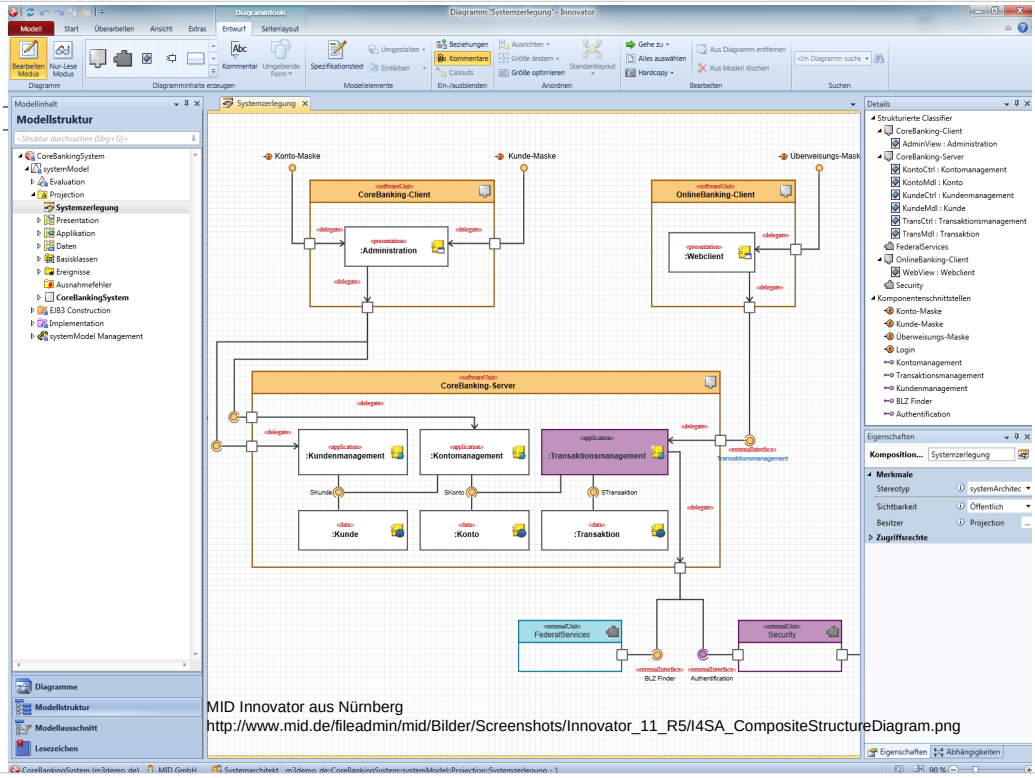


Strukturperspektive

Draufsicht auf die Schichten: Schachtelung von Klassen zu UML-Komponenten

- Die Schachtelung von Komponenten führt zu hierarchischen Systemen, die schichtbar sind, d.h. Jede Ebene bildet eine Schicht
- Implementierung mit **Facade Pattern:** Komponente spielt eine Facade für die Unterkomponenten einer Schicht
- Verfeinerung des Kontextmodells in die Top-Level-Architektur erzeugt eine weitere Schicht





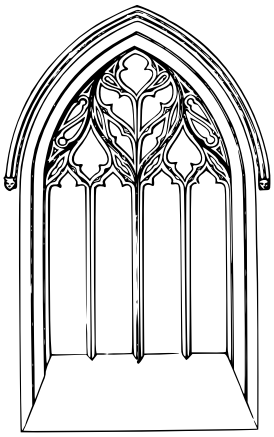
MID Innovator aus Nürnberg
http://www.mid.de/fileadmin/mid/Bilder/Screenshots/Innovator_11_R5/I4SA_CompositeStructureDiagram.png

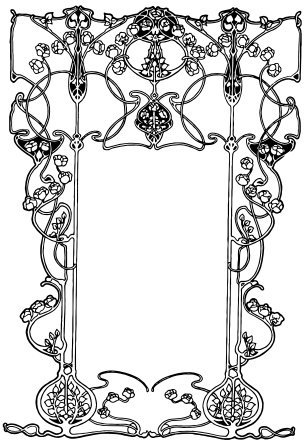
41.5 Architekturstile

Def.: Ein **Architekturstil** legt für alle Komponenten und Aspekte des Systems Randbedingungen und Einschränkungen fest.

Architekturstil

- Ein Architekturstil legt für alle Komponenten (Elemente) und Aspekte des Systems Randbedingungen und Einschränkungen fest.



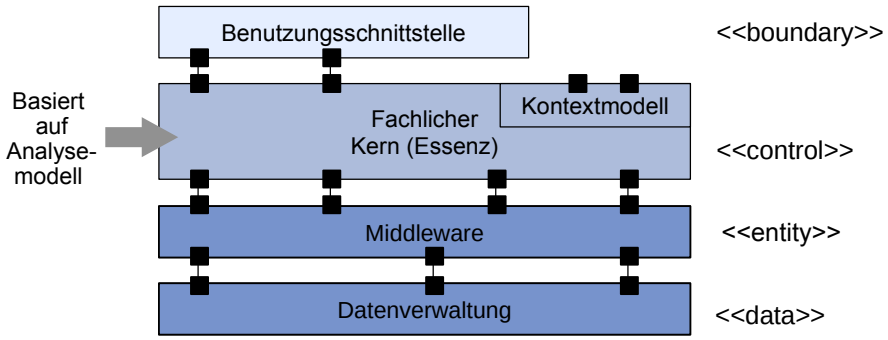


41.4.1 Architekturprinzip Schichtung und Architekturstil “Geschichtete Systeme” (Layered Architectural Style)

Schichten kapseln kohärentes Wissen und erzeugen lose Kopplung durch die “vertraut-auf”-Relation

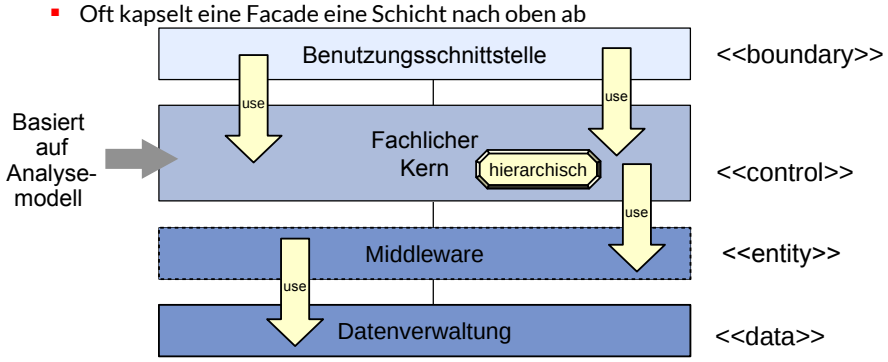
Architekturstil für interaktiver Anwendungen: Vier-Schichten-Architektur (BCED)

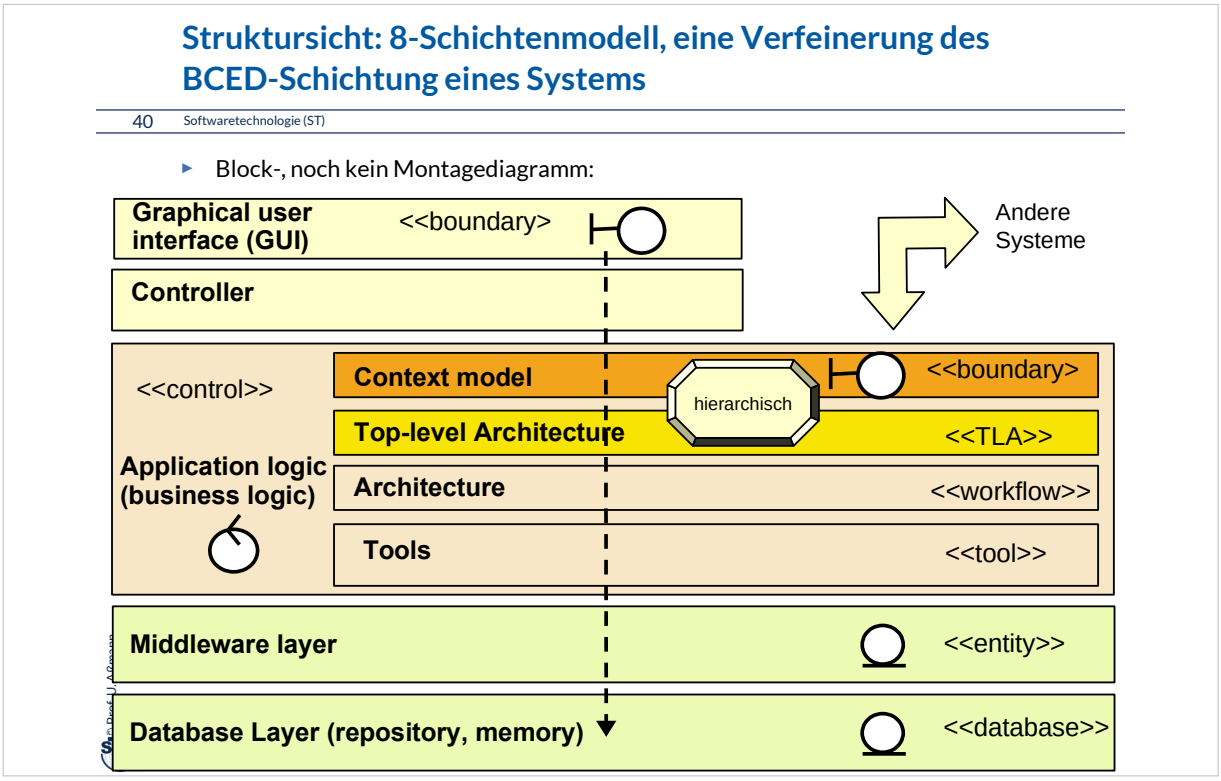
- Klassische Struktur eines interaktiven Anwendungssystems
- Schichten sind jeweils stark kohäsiv, und lose gekoppelt – warum?
  - Schichten sind Komponenten und haben angebotene Schnittstellen nach oben und benötigte Schnittstellen nach unten
  - Oft kapselt eine Fassade eine Schicht, ein Einzelstück konfiguriert jede Schicht, Fabriken schneiden die Produkte der unteren Schichten zu, TemplateMethod/Class variieren Algorithmen der Produkte



Architekturstil für interaktiver Anwendungen: Vier-Schichten-Architektur (BCED)

- Def.: Ein **Schichtendiagramm** ist ein geschichtetes Blockdiagramm oder Montagediagramm mit Benutzungsrelation
  - Wird verwendet für die Struktur eines interaktiven Anwendungssystems
- **Einschränkung des Architekturstils**: azyklische Benutzungsrelation (use)
- **Geschichteter Integrationstest** verläuft bottom-up: erst D, dann ED, dann CED, dann BCED
- Fachlicher Kern (Anwendungslogik) kann weitere Schichten enthalten
  - Oft kapselt eine Facade eine Schicht nach oben ab





Das Schichtendiagramm einer klassischen interaktiven Anwendung

Schichtung beruht auf der "Vertraut-auf"-Relation (Relies-On, USES, Sees-A)

Def.: Komponente A **vertraut auf (relies-on,** USES) Komponente B gdw.
A benötigt eine korrekte Implementierung von B für seine eigene korrekte Ausführung [Parnas79]

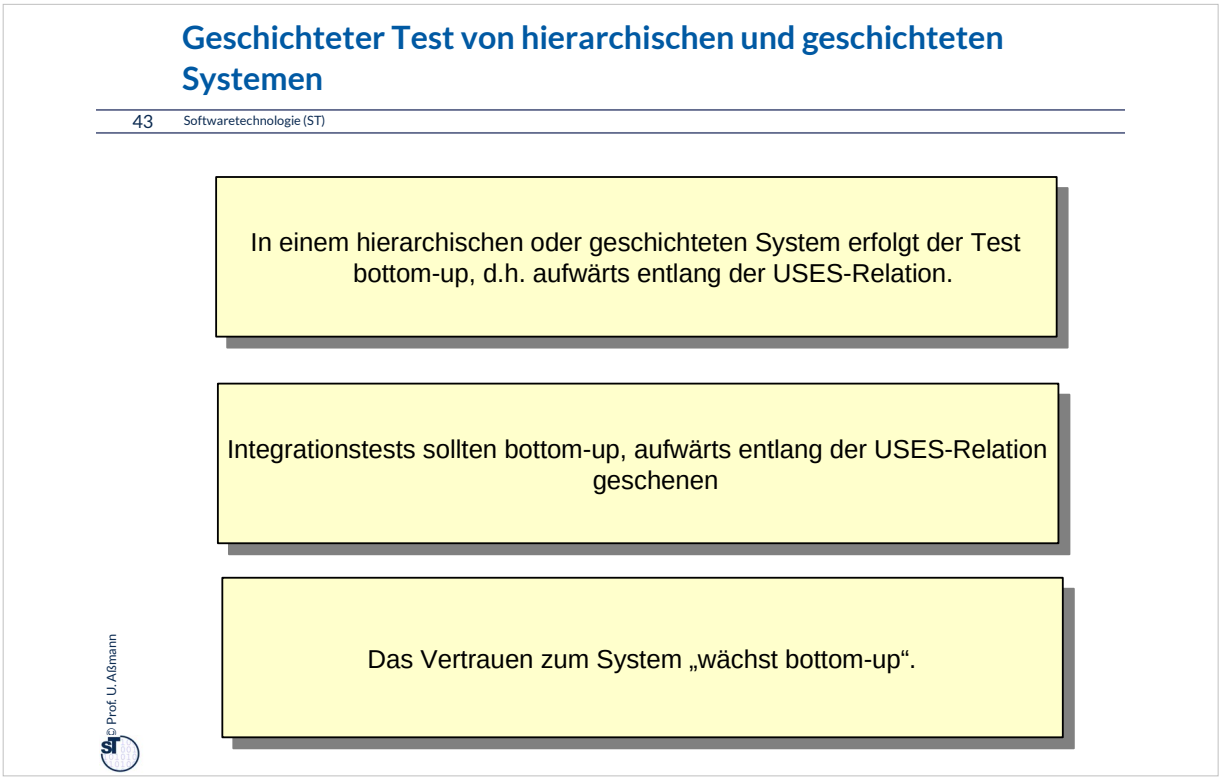
- *benötigt eine korrekte Implementierung* beinhaltet:
  - A ruft auf B, d.h. A delegiert Arbeit auf B oder B delegiert Arbeit zurück auf A
  - A greift zu auf öffentliche Variable oder Objekt von B
  - A nutzt eine Ressource von B
  - A alloziert ein Objekt von B
  - A initiiert B durch Auslösen einer Ausnahme oder Ereignis

Ein Softwaresystem heißt **hierarchisch**, falls seine Komponenten eine hierarchische „vertraut-auf"-Relation besitzen
Ein Softwaresystem heißt **geschichtet**, falls seine Komponenten eine geschichtete „vertraut-auf"-Relation besitzen

Verschiedene Relationen zwischen Komponenten

Es gibt verschiedene Beziehungen zwischen den Komponenten eines Systems

- Ähnlichkeit
  - Vererbungsrelationen: is-a (set inheritance), behaves-like (Verhaltenskonformität), ...
- Zugriff
  - accesses-a (access relation)
  - Zugriffsrecht: is-privileged-to, owns-a (security)
  - Aufrufe: calls
    - is-called-by
    - delegates-to (delegation)
  - Senden und Empfangen von Nachrichten
- Die "Relies-On" Relation fasst alle diese zusammen



ist die USES-Relation (Komponente A vertraut-auf Komponente B) hierarchisch, unterstützt sie keine mehrfache Wiederverwendung von Komponenten: in einer Hierarchie ist nur jede Komponente einmal verwendet.

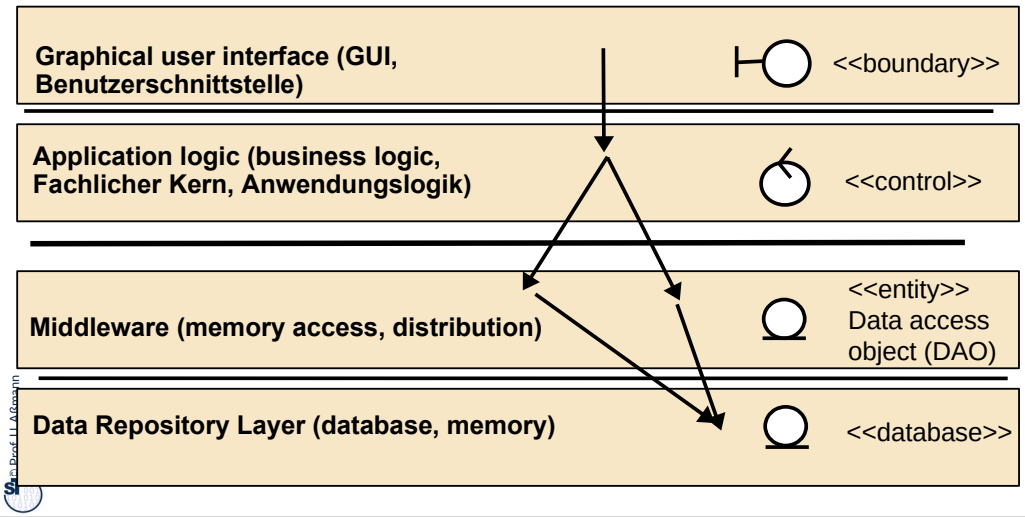
Ist sie schichtbar, ist mehrfache Wiederverwendung erlaubt.

Frage: wie testet man ein interaktives Informationssystem?

- .. wie es im Projekt-Praktikum im WS vorkommt

Antwort: Bottom-Up!
USES-Relation in 4-Tier Architekturen (BCED)

- 4-Schichtarchitekturen nutzen eine azyklische USES-Relation
  - Obere Schichten nutzen untere, aber nicht umgekehrt



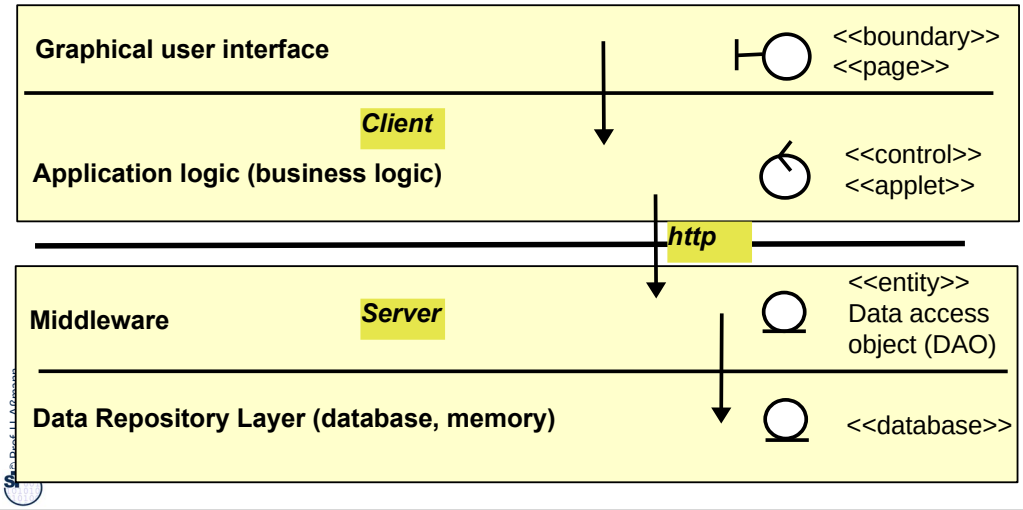
Vorteile der Schichtenarchitektur:

- Kohäsion in einer Schicht
- Niedrige Kopplung durch azyklische USES-Beziehung
- Gute Austauschbarkeit der Schichten
  - GUI kapselt user interface
  - Data repository layer kapselt die Speicherung der Daten und die Persistenz
  - Middleware behandelt die Verteilung
- Der BCD/BCED Architecturstil ist der Haupt-Architekturstil für interaktive Anwendungen
- ... auch für Ihr Projekt im Praktikum

41.5.2 Andere geschichtete Systeme

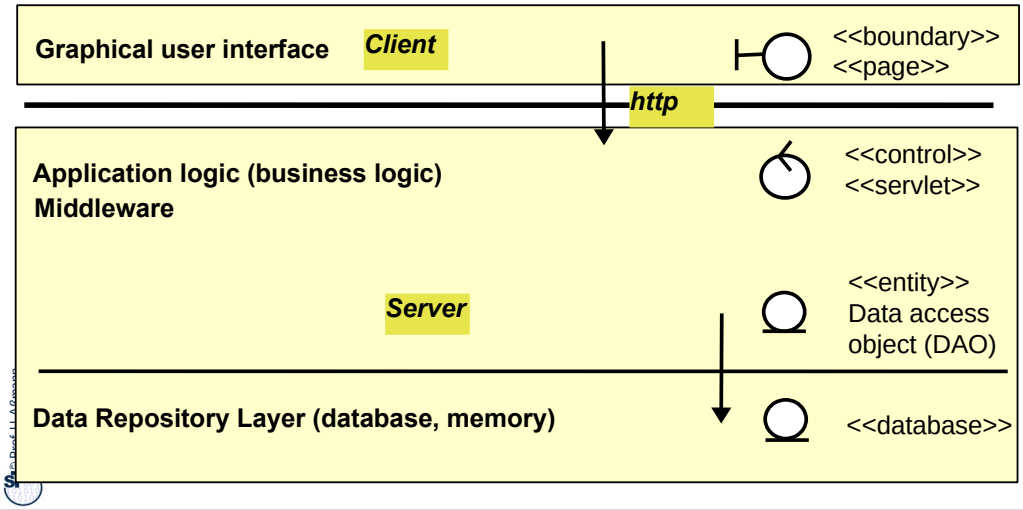
Beispiel: 4-Tier Web System (Thick Client)

- "Thick client" Web-Systeme nutzen eine http-basierte Middleware
- GUI und AL verbleiben auf dem Client, die Daten werden auf dem Server verwaltet



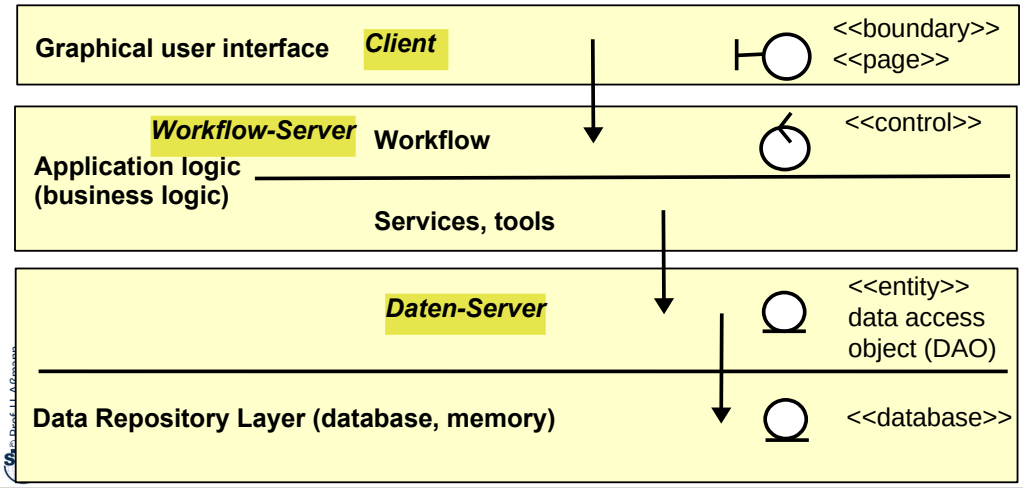
Beispiel: 4-Tier Web System (Thin Client)

- "Thin client" Web-Systeme verwalten außer dem GUI alles auf dem Server



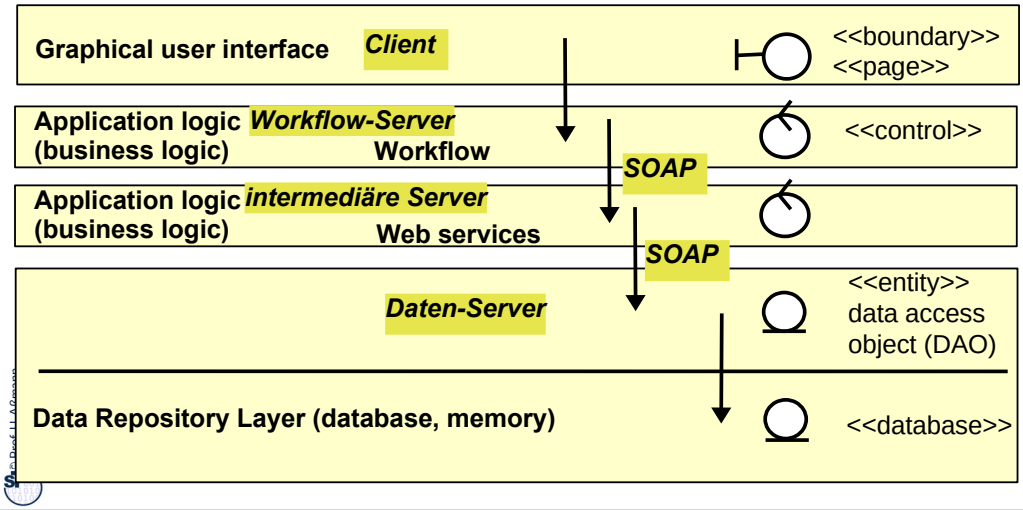
Beispiel: 5-Tier mit Workflow Language auf Workflow-Server

- Arbeitsfluss-Sprachen (Workflow languages) wie BPMN, BPEL definieren die Arbeitsfluss-Schicht der AL, unterhalb der Top-Level-Architektur
  - Services und Tools arbeiten auf den Daten, die auf einem Daten-Server liegen
  - Kommunikation über https+REST, webdav, SOAP-Protokoll



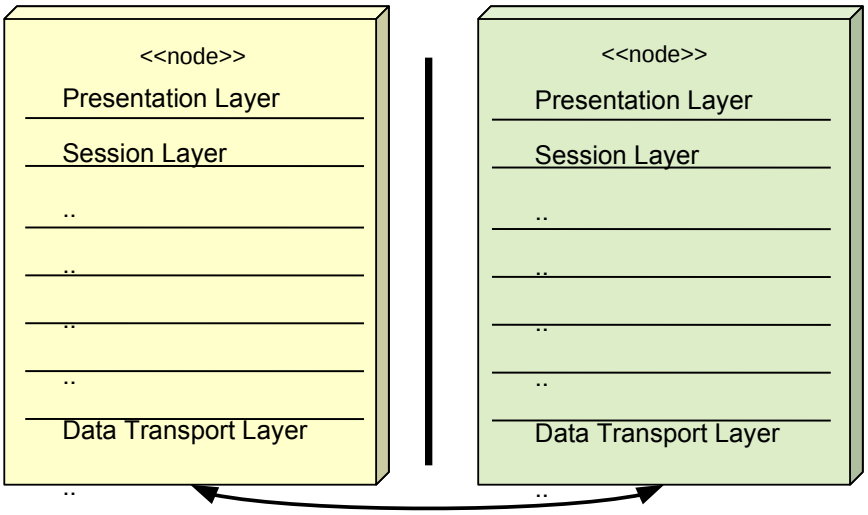
Beispiel: 5-Tier mit Workflow Language und Web Services auf weiteren Servern

- Arbeitsfluss-Sprachen können auch *Web services* ansteuern, dann ist die Anwendung verteilt

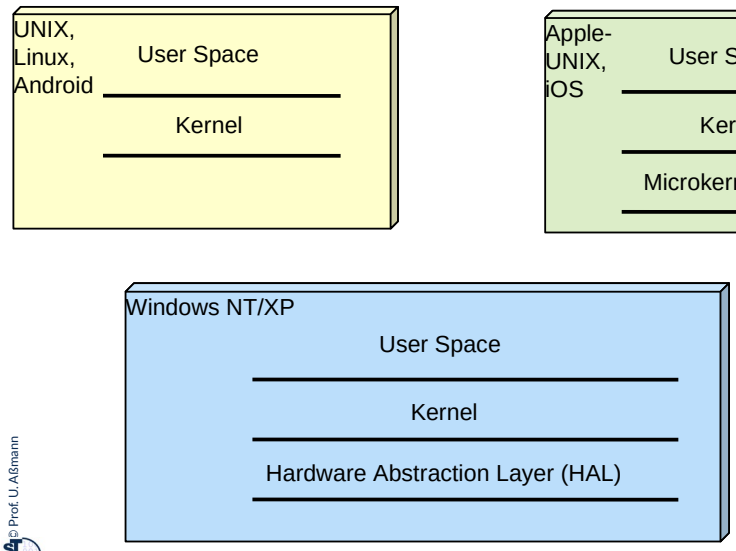


Weiteres Beispiel: ISO-OSI 7-Schichten Netzwerk-Architektur

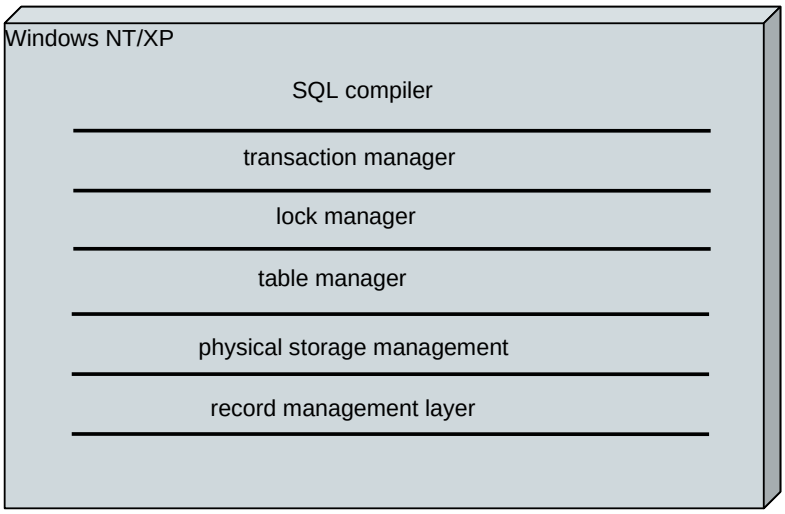
- Jede Schicht enthält ein Stromobjekt für bidirektionale Kanalkommunikation
- UML: Ein ***Knoten*** (***node)*** kennzeichnet einen Rechner (Ausführungseinheit)



Beispiel: Betriebssysteme



Beispiel: Datenbanksysteme



Warum sind geschichtete Architekturen wichtig?

- Der “Layered architecture style” benötigt eine azyklische USES-Relation
- Vorteile:
  - Jede Schicht wirkt von außen wie eine einzige Komponente mit angebotenen und benötigten Schnittstellen (Entwurfsmuster Facade)
  - Kohäsion start, Kopplung gering
  - Veränderungsorientierter Entwurf, Austausch von Schichten möglich → Evolution einfach
  - Verantwortlichkeiten für Testmanagement können klar definiert werden: Für jede Schicht werden separate Testsuites entwickelt (Bottum-up tests)

41.6. Architektur mit Perspektivenmodellen

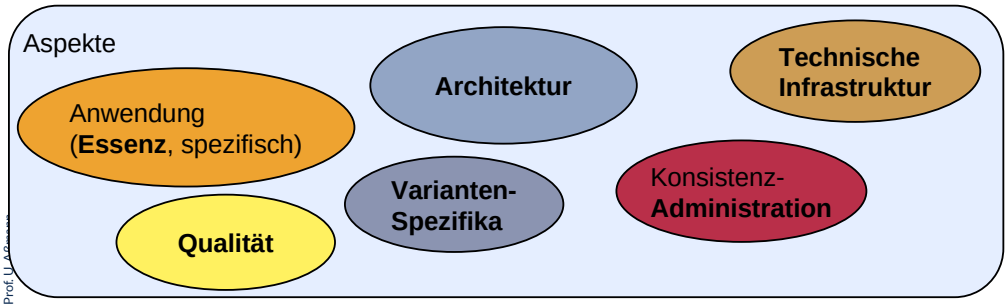
Einer Architektur liegt eine Perspektive zugrunde, die mehrere Sichten auf das System definiert.

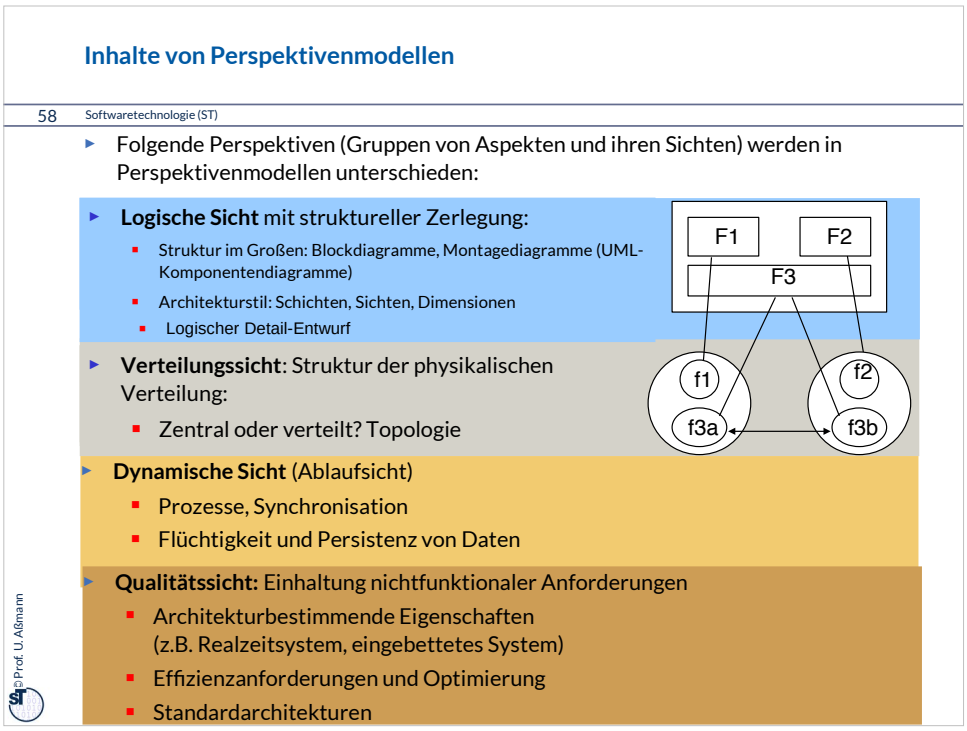
Ein **Perspektivenmodell (view model)** definiert eine Menge von *Perspektiven mit Aspekten und ihren Sichten*, von denen die Software aufgeteilt wird

In UML: Ein Perspektivenmodell definiert ein Profil von Stereotypen, die auf Fragmente eines UML-Modells aufgeklebt werden können

Die Perspektive und die Aspekte der logischen Struktur

- Eine **Sicht** bildet eine Teilmenge der Komponenten eines Systems.
- Ein **Aspekt** definiert eine Sicht auf ein System, legt eine Teilmenge des Systems fest.
- Eine **Perspektive** gruppiert eine Menge von Aspekten und deren Sichten.
- Ein **Perspektivenmodell** definiert eine Menge von Perspektiven, die Aspekten und Sichten gruppieren.
  - Zu jeder Perspektive wird mindestens ein Modell erstellt





Programmieren im Großen ist nicht dasselbe wie Programmieren im Kleinen.

Für beides müssen spezifische Sprachen benutzt werden:

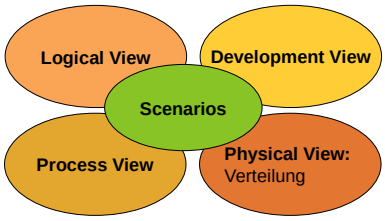
- Programmiersprache (z.B. Java)
- Architektursprache (z.B. UML-Komponentendiagramme)

Weitere Beispiele für Perspektivenmodelle (View Models)

Siehe auch Wikipedia->View_Models

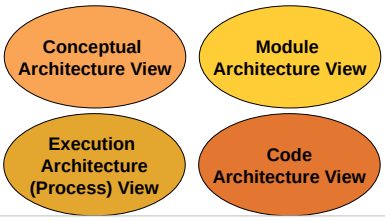
4+1 Views von Kruchten:

1) **Logical View:** logische Struktursicht in Klassen, Komponenten
2) **Development View:** Entwicklungssicht
3) **Process View:** Prozess-Sicht
4) **Physical View:** Verteilung, nicht-funktionale Eigenschaften
5) + **Scenarios**, die alle anderen Sichten querschneiden



Hofmeister/Soni/Nord:

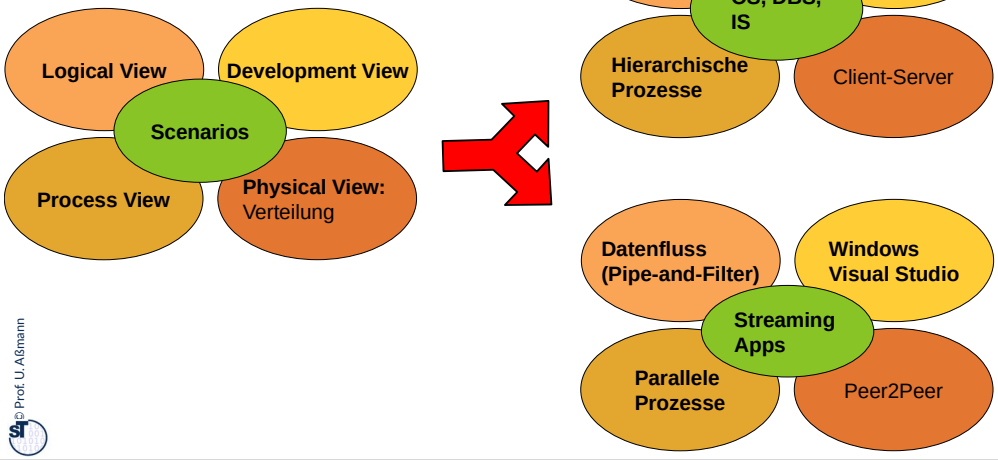
1) **Conceptual Architecture View:** logische Struktursicht aus Komponenten und Konnektoren
2) **Module Architecture View:** Struktursicht des Feinentwurfs mit Komponenten und Klassen
3) **Execution Architecture View:** Prozess-Sicht
4) **Code Architecture View:** Arrangement der Code-Dateien im Filesystem



41.6.1 Perspektivenmodelle und Architekturstile

Architekturstile im Perspektivenmodell “4+1 Views”

- Def.: Ein ***Architekturstil*** legt für jeden Aspekt eines Perspektivenmodells Randbedingungen fest.
- Beispiele für Ausprägungen von 4+1V:



Was haben wir gelernt?

- Architektur trennt die Aspekte des Programmierens im Großen vom Programmieren im Kleinen
- Der Architekturstil der Anwendung muss festgelegt werden und spielt eine große Rolle im Architekturentwurf
- Ein Perspektivenmodell hilft uns, Software zu in Aspekte und Sichten zu gliedern
  - Architekturstil bestimmt Randbedingungen und Einschränkungen für Aspekte und Sichten
- Schichtenbasierte Architekturen sind wichtig
  - Azyklische USES (relies-on) Relation

Vorsicht: Conway's Law über Software-Strukturen

(Large) Software is always structured in the same way as the organisation which built it.

The End

- Erklären Sie, warum das Kontextmodell aus hierarchischen Komponenten besteht.
- Was ist der Unterschied zwischen Blockdiagramm, Montagediagramm und Verteilungsdiagramm?
- Welche architektonische Sichten auf ein System kennen Sie?
- Erklären Sie Kruchtens 4+1 Perspektivenmodell
- Warum bildet eine Komponente eine Instanz des Entwurfsmusters Facade?
- Erklären Sie, wann ein System eine Schichtung besitzt. Warum sind Schichten wichtig?
- Erklären Sie das 4-Schichtenmodell und vergleichen Sie es mit seiner Verfeinerung, dem 8-Schichtenmodell.
- Erklären Sie den Unterschied zwischen Schichten und Ringen.
- Warum brauchen wir Sichten für eine gute Softwarearchitektur?
- Was ist die Rolle von Sichten in einem Perspektivenmodell?

Repet.: BCD/BCED Classification

- Boundary classes:
  - Represent an interface item that talks with the user
  - May persist beyond a run
- Control class:
  - Controls the execution of a process, workflow, or business rules
  - Does not persist
- Entity class:
  - Describes persistent knowledge. Caches a persistent object from a database (data access object, DAO)
- Database class
  - Adapter class for the database
  - Often, Entity and Database classes are unified
- **BCD/BCED is linked with the 3-tier architecture**