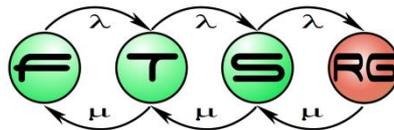


Strukturelle Modellierung

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoport



Praktische Informationen

- Bunte Stifte für die Übung!
- Skriptum : <https://inf.mit.bme.hu/edu/courses/remo/>
 - Definitionen, Beispiele
 - Auch elektronisch lesbar (auf dem Tablet, Handy, ...)

RENDSZERMODELLEZÉS

Struktúra alapú modellezés

3.1. A struktúramodellezés alkalmazásai

Mind a természetben, mind a mesterséges rendszerekben fellelhetők bizonyos szabályszerűségek. Egyes szabályszerűségek a rendszer elemei közötti kapcsolatokat, míg mások magukat az elemeket jellemzik.

3.1.1. Hálózatok

Egy rendszert gyakran úgy jellemezhetünk a legjobban, ha bizonyos elemeit megkülönböztetjük és leírjuk az ezek közötti *kapcsolatot*.

Példa. Egy nagyváros közlekedési hálózata szövevényes rendszere az út- és sínhálózatnak, a több százvezernyi járműnek és az ezeken utazó embereknek. A közlekedők mozgása mellett az infrastruktúra is folyamatosan változik a különböző fejlesztések, átalakítások és karbantartások miatt.

Themen dieser Vorlesung

- Ziel und Anwendungen der strukturellen Modellierung
- Dekomposition
- Beschreibung der Modellelemente mit Graphen
- Eigenschaftsmodellierung

Ziele,
Anwendungen

Dekomposition

Graphen

Eigenschaften

STATISCHE MODELLIERUNG

*Wie kann die Aufbau eines komplexen Systems
übersichtlich modelliert werden?*

Beispiele:

- Architektur– Gebäude
- Firmennetzwerk

Definition: Strukturelles Modell

Das **strukturelle Modell** ist statisch. Sein Basis ist ein (Teil-) System, das durch die Relation „**Teil von**“ auf seine Bestandteile aufgeteilt wird.

Die **Bestandteile** können die folgenden sein:

- weiter aufgeteilte **Teilsysteme** oder
- weiter nicht aufgeteilte (*elementare*) **Komponenten**.

Das strukturelle Modell repräsentiert die Aufbau (Struktur) des Systems entsprechend

- dessen Bestandteilen,
- den **Eigenschaften** der Bestandteile und
- ihren **Verhältnissen** untereinander.

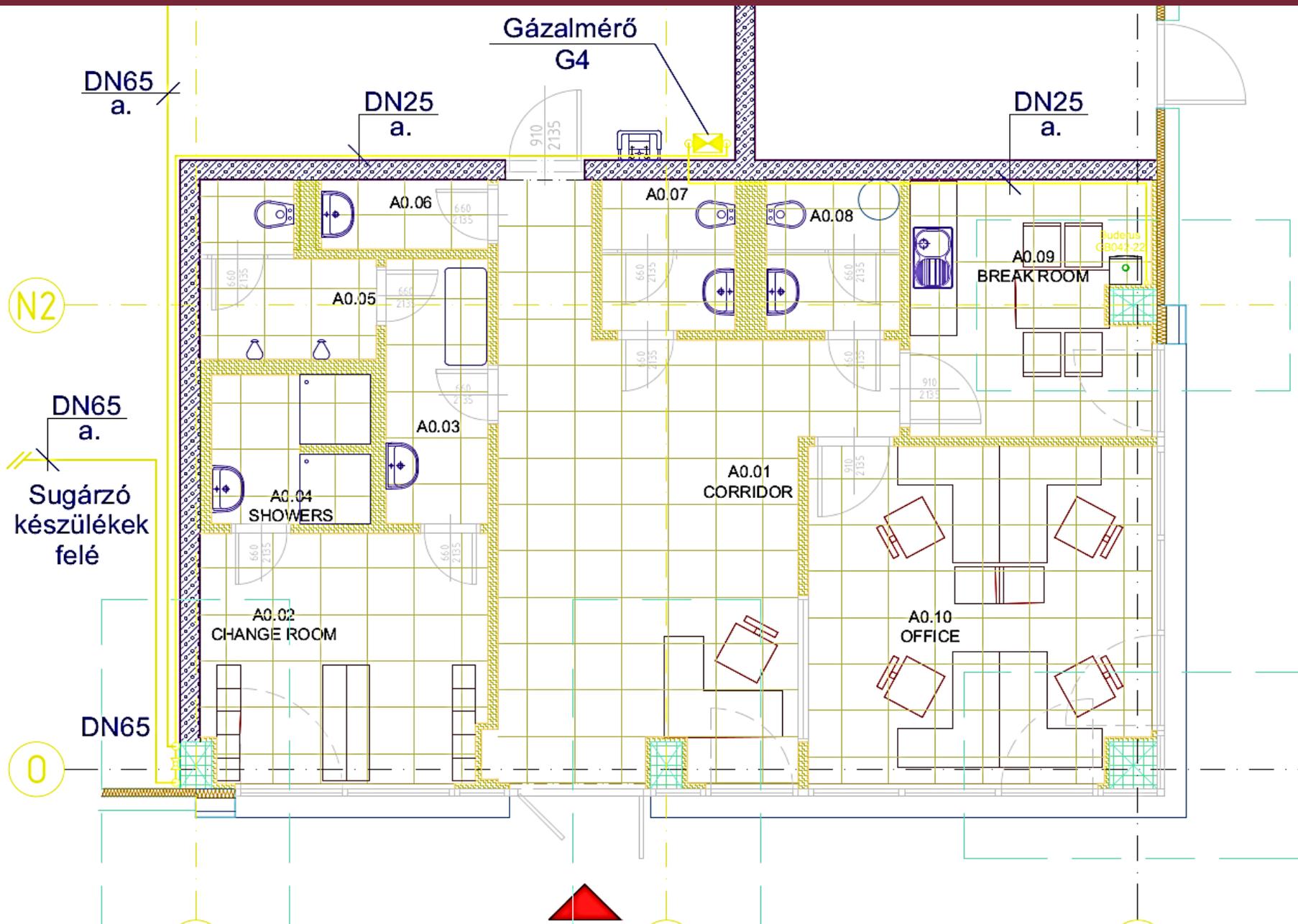
Beispiel: Architektonische Modelle

- BIM (Building Information Model)
- Modellierung von Gebäuden in einem gemeinsamen Modell
- Ansichten
 - Gasleitungen
 - Isolierung
 - Wasserleitungen und Kanäle
 - Elektroinstallationsplan
 - usw.

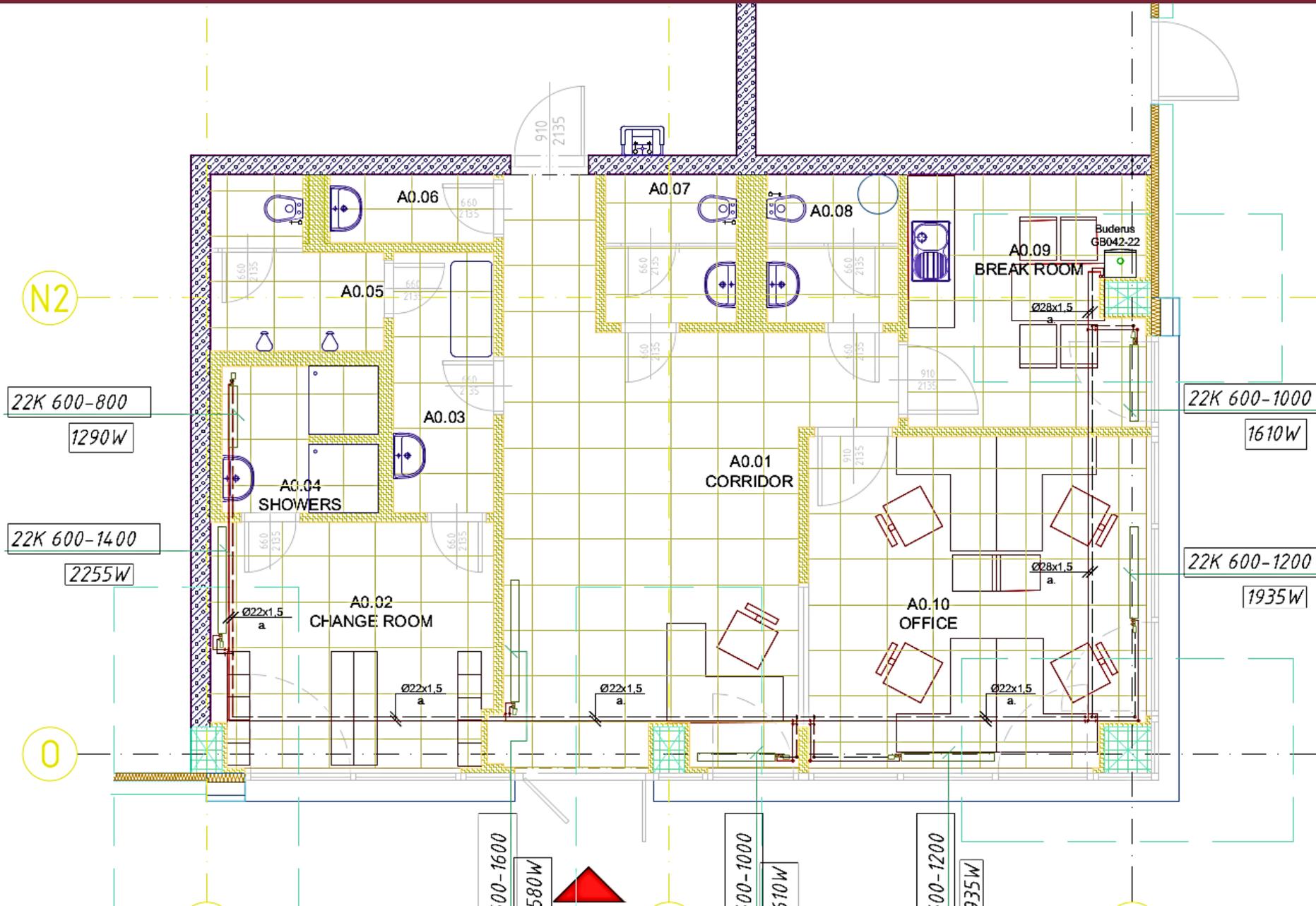
Büro einer Halle



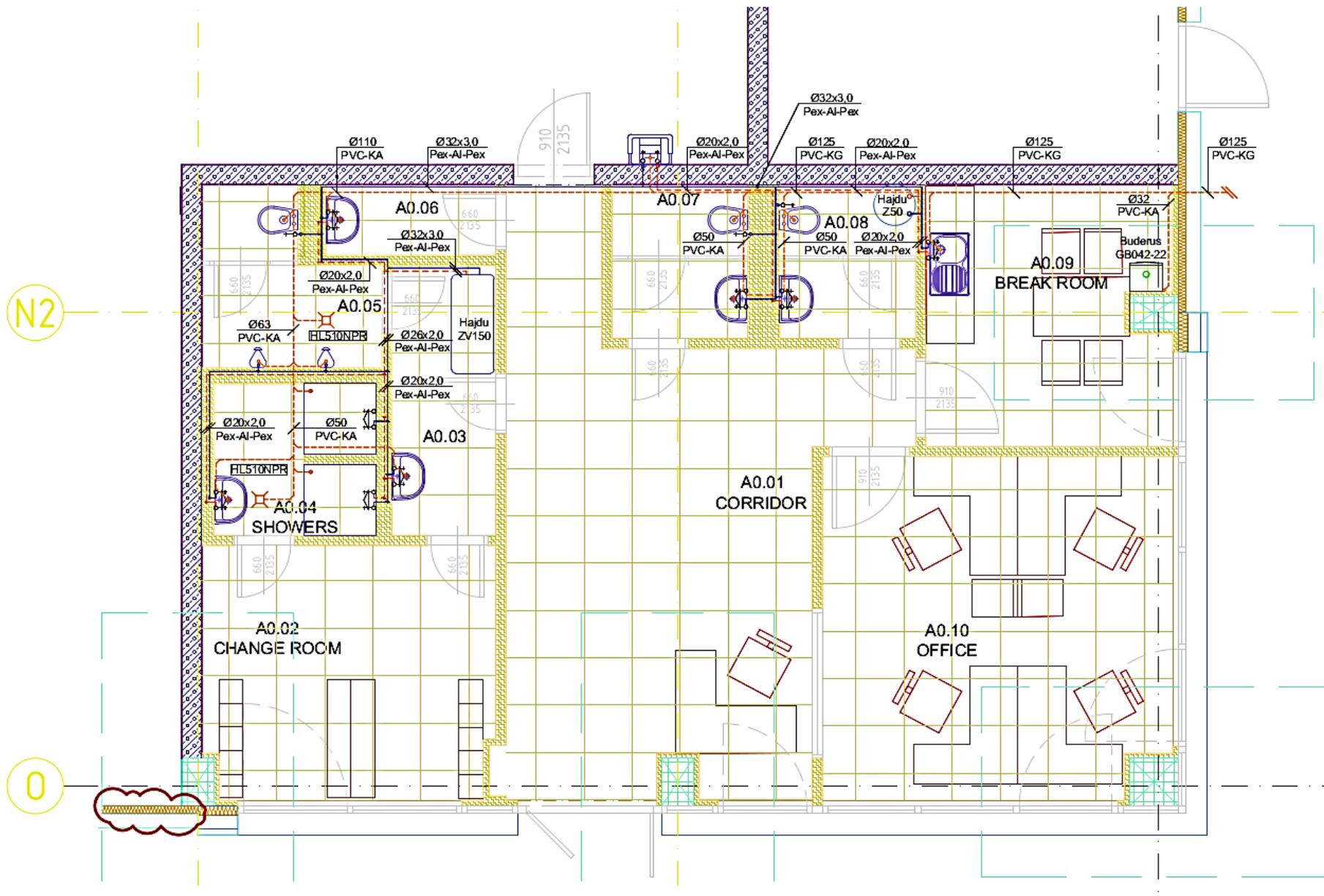
Gasleitungen



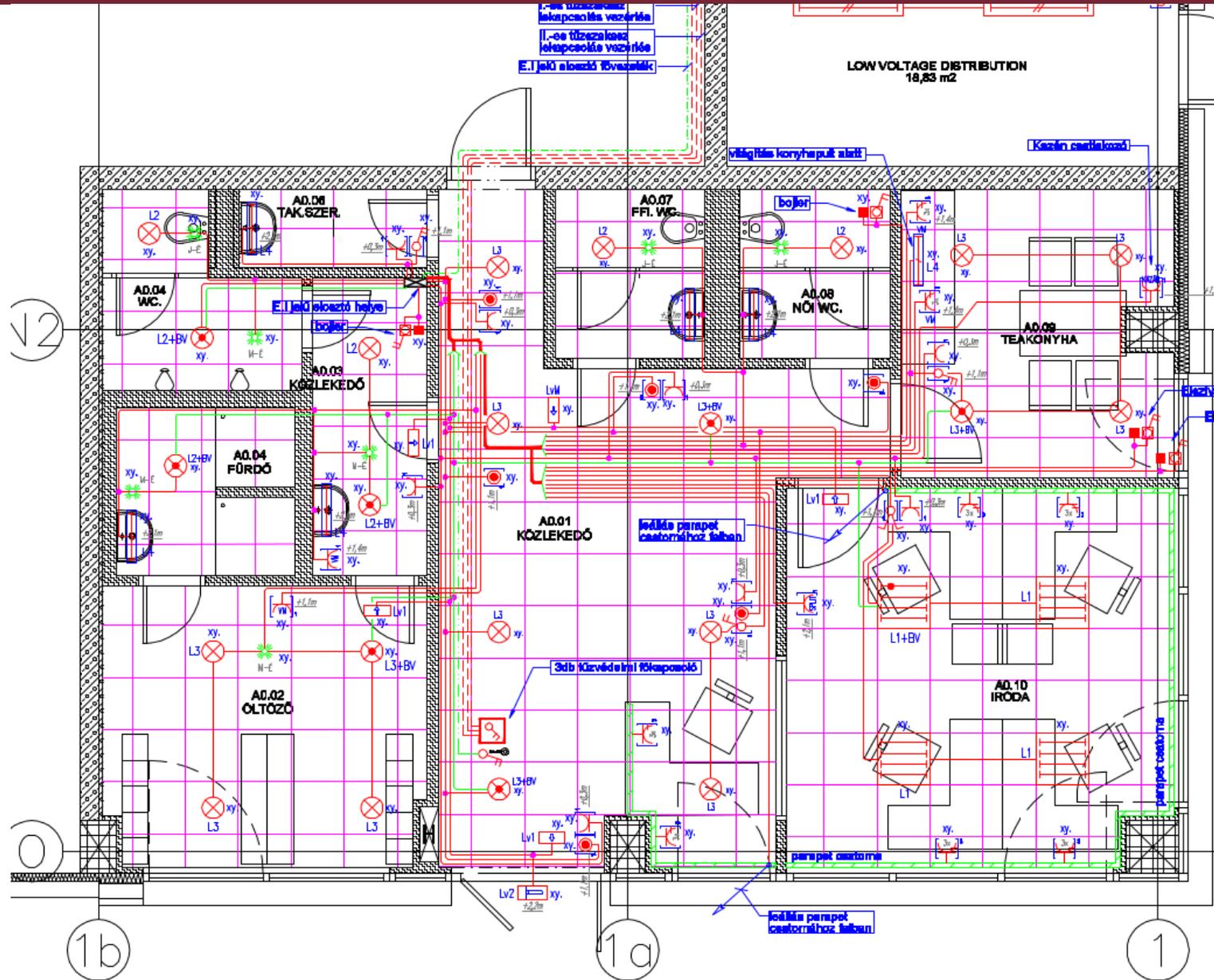
Isolierung



Wasserleitungen und Kanäle



Elektroinstallationsplan

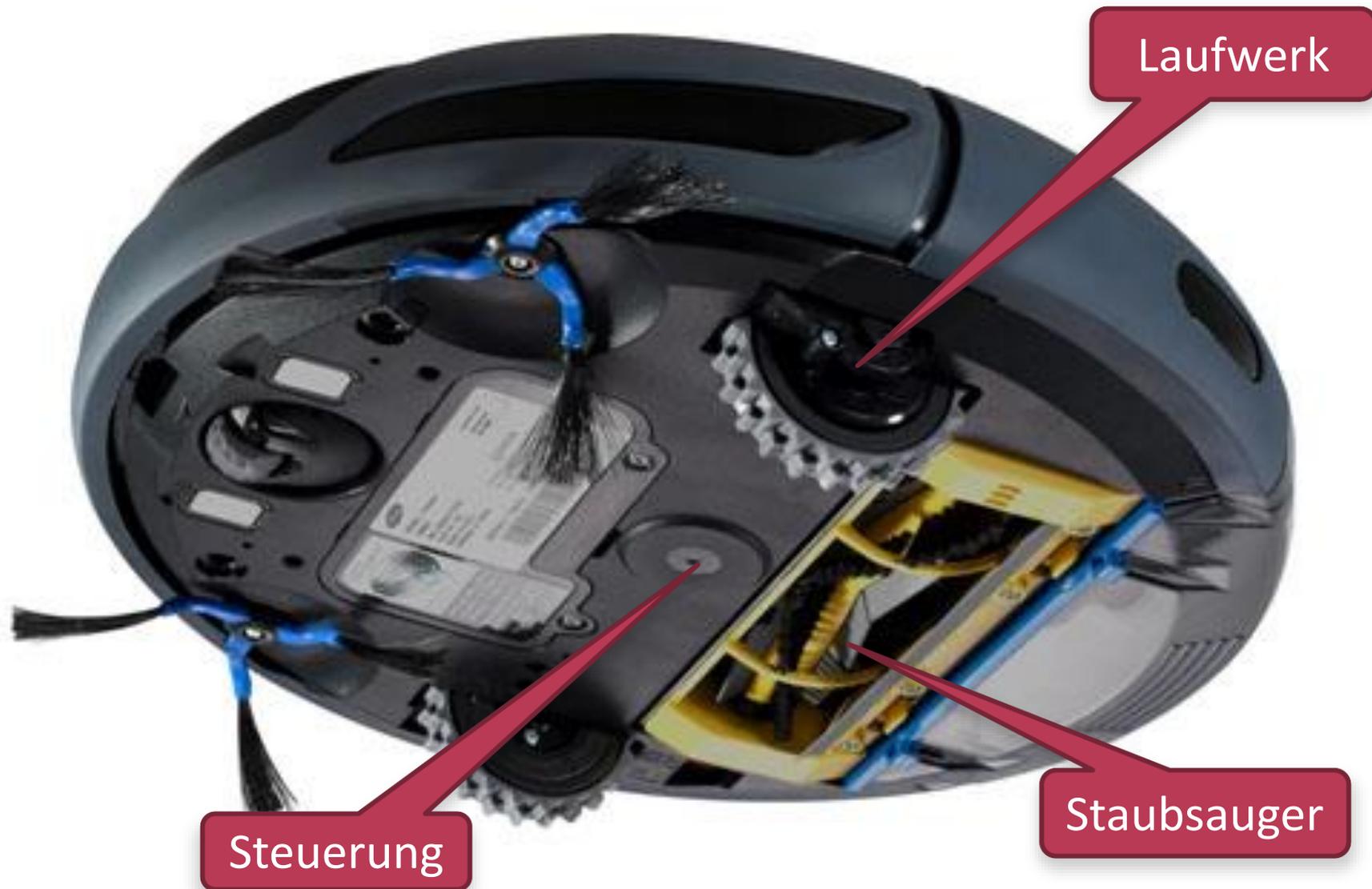


Ziel der strukturellen Modellierung

- Aufteilung des Systems
 - Es ist einfacher, kleinere Einheiten zu entwerfen
 - Gebrauch bestehender Teileinheiten
 - Gebrauch allgemeiner Komponenten (COTS - Commercial off-the-shelf)
- Dokumentation existierender Systeme
 - „Systemübersicht“
- Erstellung der Datenstruktur
 - Welche Informationen werden behandelt?



Beispiel: Roboterstaubsauger



Strukturelle und Verhaltensmodellierung

■ Strukturelle (*structural*)

- statisch
- Teil und Ganzheit, Bestandteile
- Verhältnisse, Verbindungen

Die größere Bestandteile des Roboter-Staubsaugers sind die Steuerung, das Laufwerk und der Staubsauger.

■ Verhalten (*behavioral*)

- dynamisch
- zeitlicher Verlauf
- Zustände, Prozesse
- Reaktionen auf die Außenwelt

Auf dem Befehl „rechts“ wechselt das Laufwerk seine Betriebsart auf „Abbiegen“.

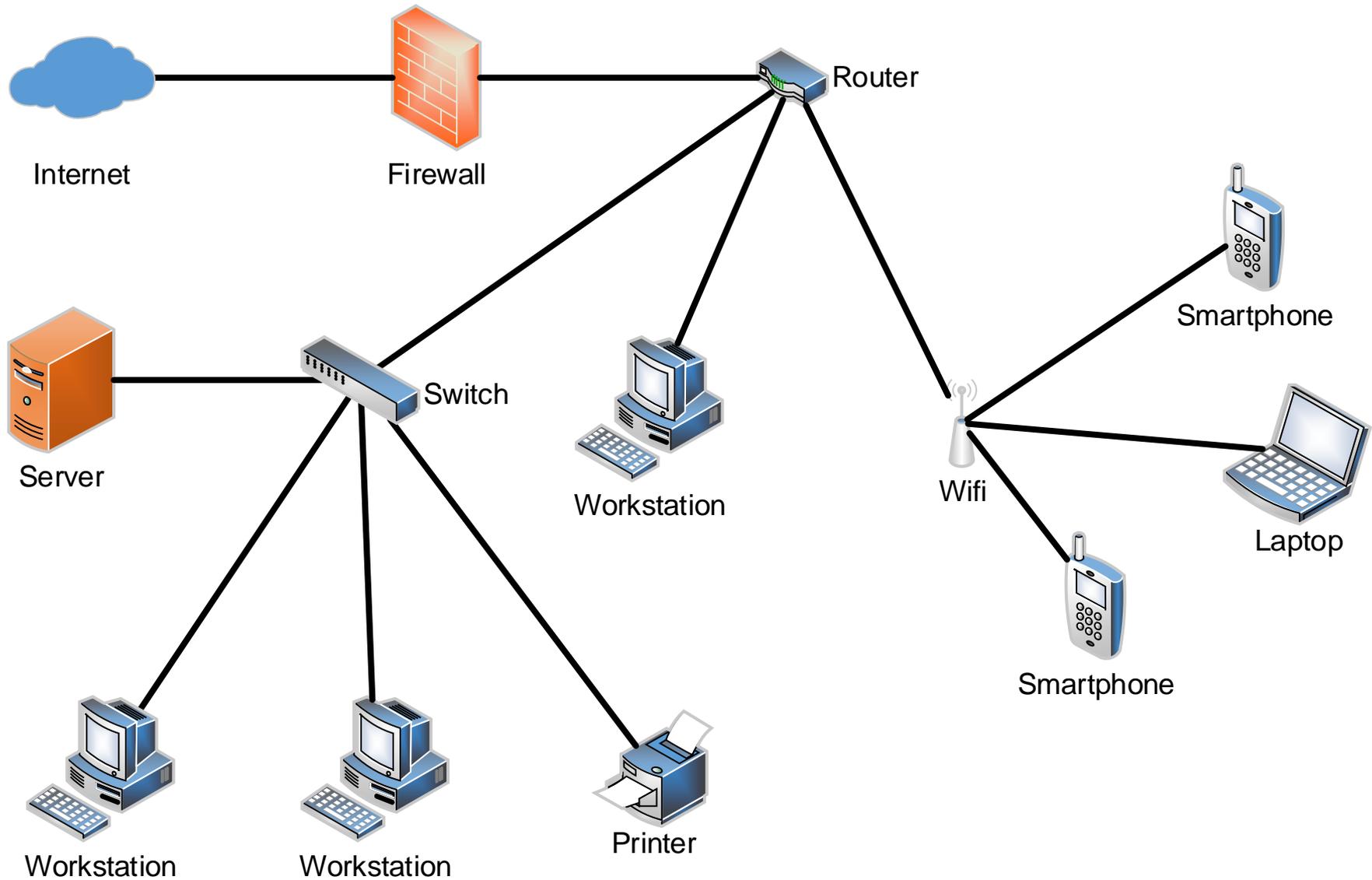
Das Laufwerk des Roboterstaubsauger greift ein, wenn Signale von den Sensoren empfangen werden.
(Wann, wie?)

■ Deckt nicht alles ab, nicht immer klar trennbar ...

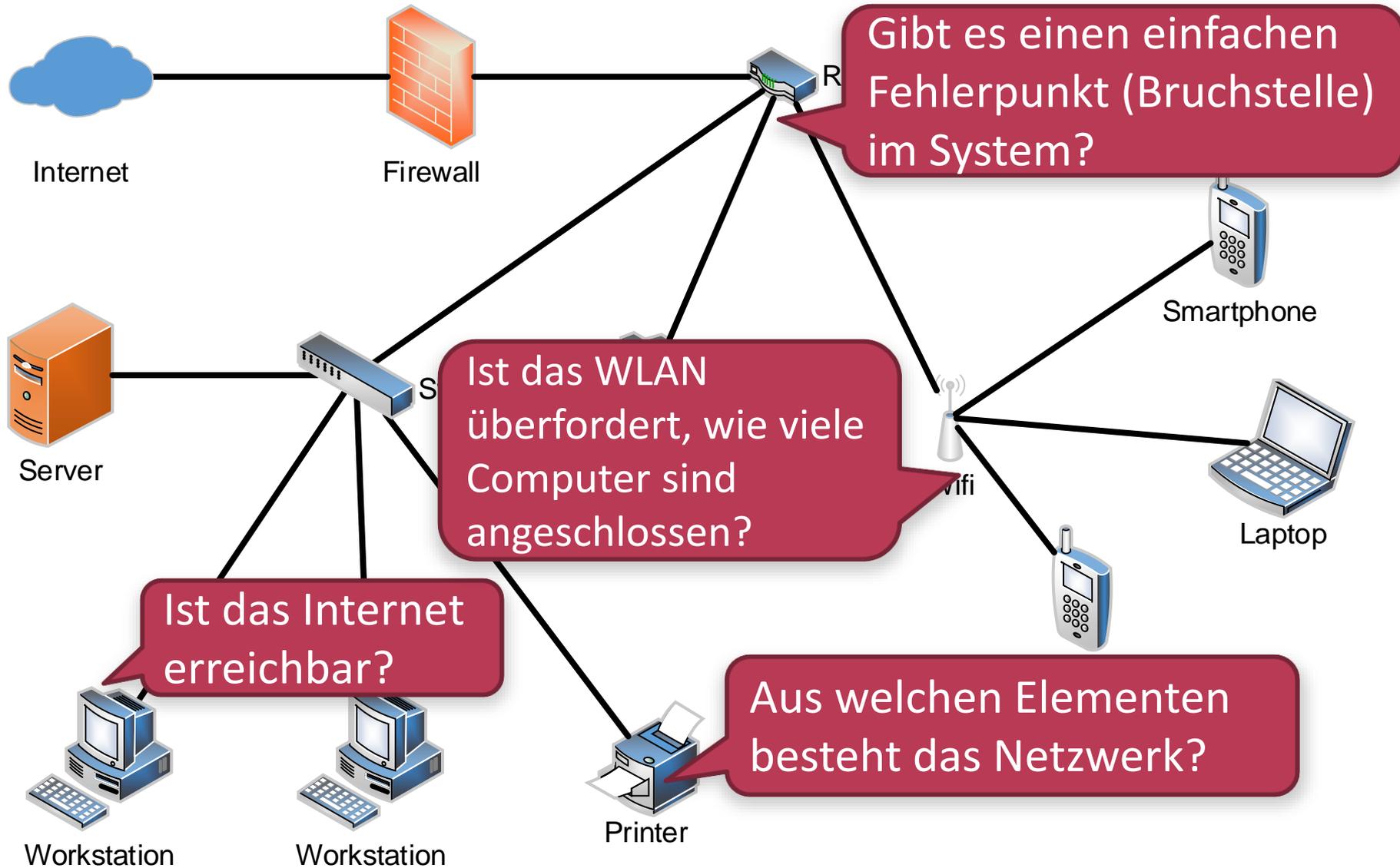
Strukturelles Modell

- Das Wissen bezüglich der Aufbau des Systems
 - Aus welchen Elementen besteht das System?
 - Wie sind die Elemente untereinander verknüpft?
 - Was für Eigenschaften haben die Elemente?

Beispiel: Ein Firmennetzwerk



Beispiel: Ein Firmennetzwerk



Ziele,
Anwendungen

Dekomposition

Graphen

Eigenschaften

STRUKTURELLE DEKOMPOSITION

Was für Enthaltensein-Beziehungen sind zwischen den Teilsystemen?

Beispiele:

- Roboterstaubsauger
- Bürgerbüro

Definition: Dekomposition

- „Das **strukturelle Modell** ist statisch. Sein Basis ist ein (Teil-)System, das durch die Relation „**Teil von**“ auf seine Bestandteile aufgeteilt wird.“

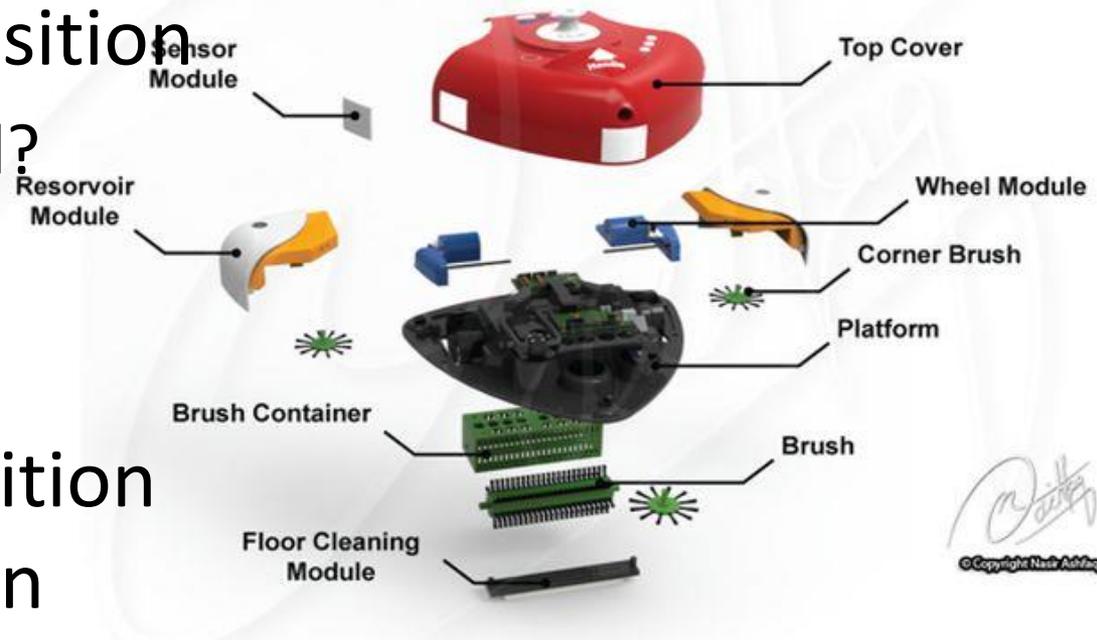
Die **Dekomposition** („faktoring“) ist die Aufteilung eines komplexen Problems oder Systems in kleinere Teile, die einfacher zu verstehen, zu entwickeln und zu warten sind.

- Hierarchische Dekomposition:
 - Mehrstufige Teil-Ganzheit-Verhältnis
- Bedeutung der Relation Teil von:
 - Physische Dekomposition: Teil von = räumliche Aufteilung
 - Logische Dekomposition: Teil von = funktionelle Aufteilung

Typen der Dekomposition

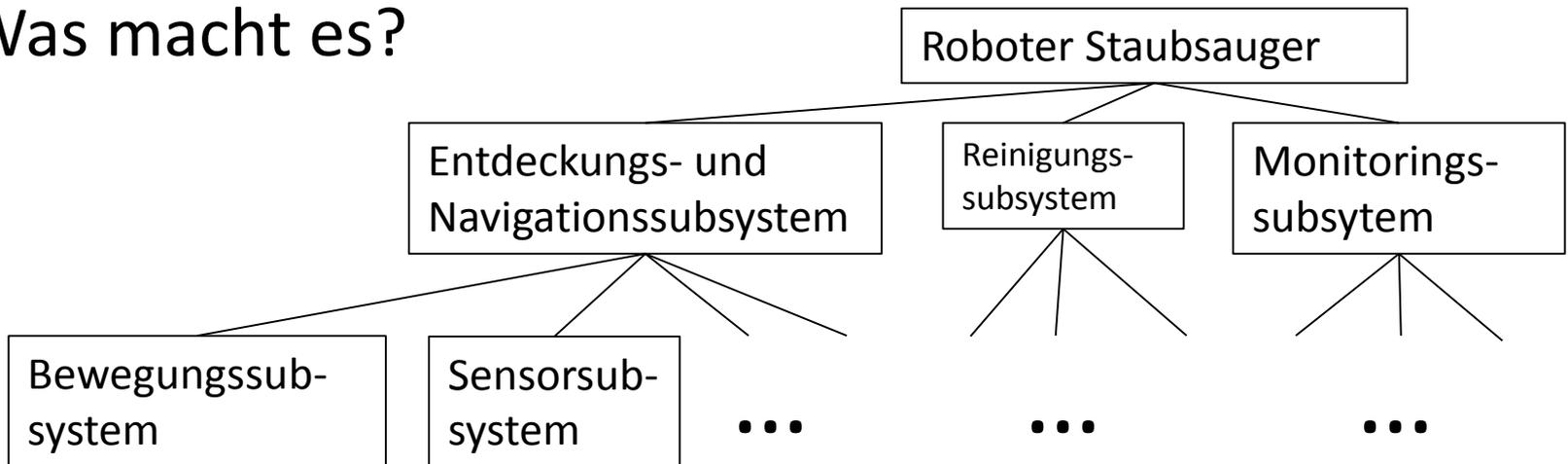
- **Physische Dekomposition**

- Welcher Bestandteil?



- **Logische Dekomposition nach den Funktionen**

- Was macht es?



Definition: Richtigkeit der Dekomposition

Eine Dekomposition ist richtig, falls

- jedem Element des mit der Dekomposition gewonnenen Systems irgendein Element des originellen Systems entspricht, und
- jedem Element des originellen Systems ein oder mehrere Elemente des mit der Dekomposition gewonnenen Systems entspricht.

Top-down-Entwicklung

■ Grundschrift: Dekomposition

Bürgerbüro

Rechentechnische Geräte

Verkabelung

POS-Terminal

Dokumentdrucker

PC

Monitor

Tastatur

Maus

Desktop-PC

Fotoabteil

Paravent

Stuhl

Beleuchtung

Fotoapparat

Bauliches Umfeld

Schreibtisch

Kundenschalter

Stuhl

Schliessfach

Bottom-up-Entwicklung

■ Grundschrift: Komposition

Soziales Netzwerk

Server-Infrastruktur

Webserver

DB-Server

Statische-Content-Server

Server-seitige Software

Datenbank

Anwendung

Werbungen

Überwachung

Web-Schnittstelle

Interface-Desing (UX)

Graphik

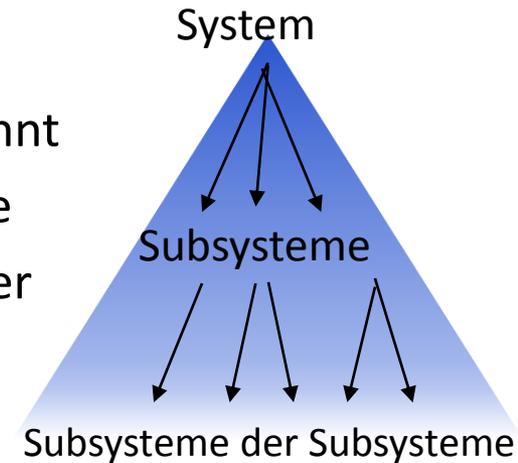
Dynamik (JS)

Handy-Schnittstelle

Top-down und bottom-up

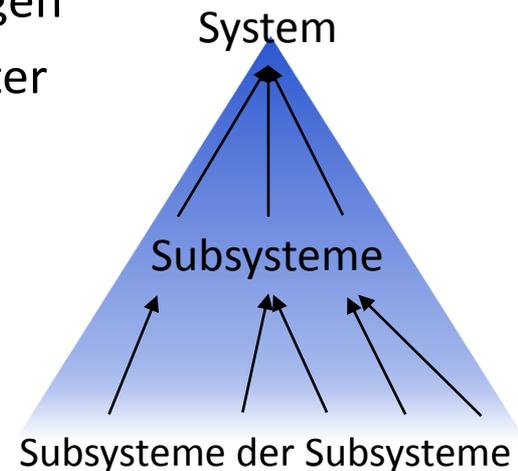
■ Top-down

- ☺ Rolle des Teilsystems ist bei der Entwicklung schon bekannt
- ☹ In der “Halbzeit” gibt es noch keine funktionierende Teile
- ☹ Probleme/Ansprüche der Teilsysteme kommen erst später ins Tageslicht



■ Bottom-up

- ☺ Teilsysteme sind selbstständig auszuprobieren / zu testen
- ☺ Während Entwicklung ist schon etwas zum Lauf zu bringen
- ☹ Die genaue Rolle der einzelnen Teile sieht man erst später



- Nicht nur in der strukturellen Modellierung
- Gemischte Vorgehensweise, iterative Entwicklung

Ziele,
Anwendungen

Dekomposition

Graphen

Eigenschaften

STRUKTURELLE MODELLE

Wie sind die Verhältnisse unter den Subsystemen?

Beispiele

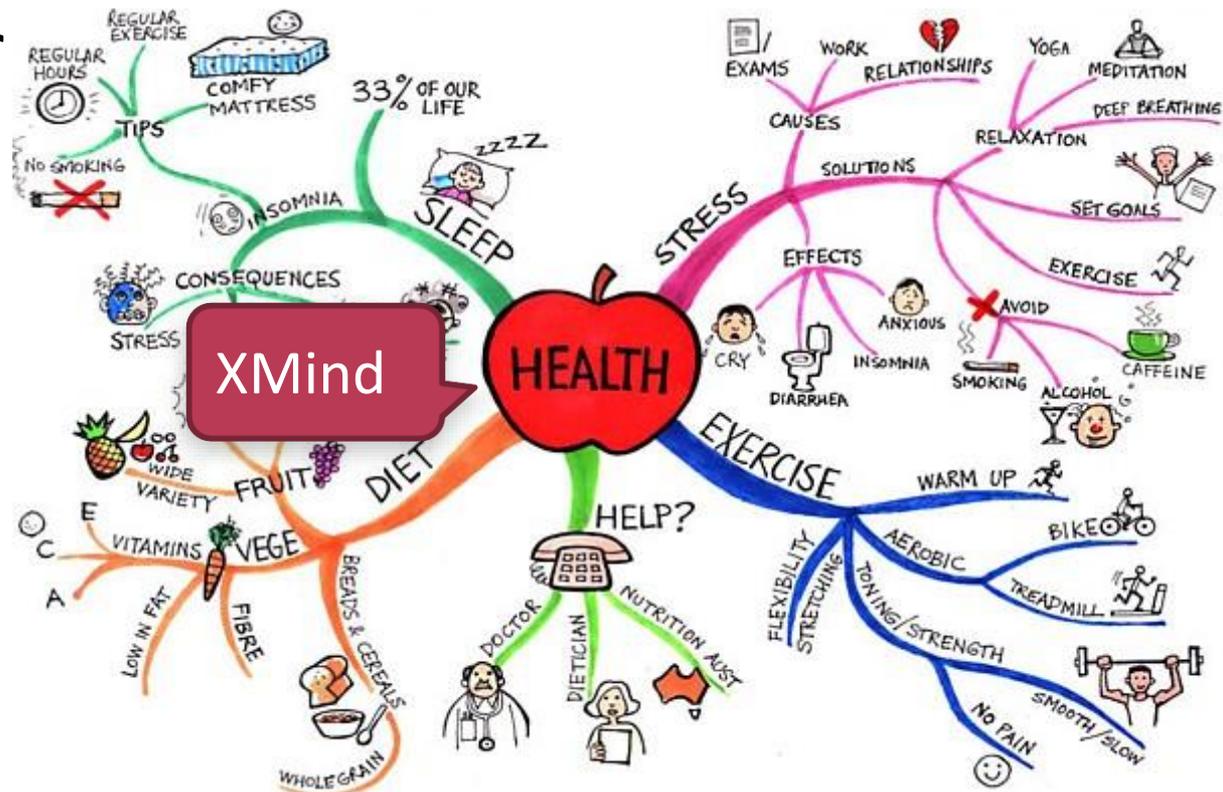
- Streckennetz
- Dateisystem

Graphrepräsentation

- Menschliche Denkweise: „Verbindung der Dinge“
 - **Dinge:** Personen, Flughäfen, Gebiete
 - **Verbindung:** Dependenz, Bekanntschaft, Flug, Teil

- Mathematischer Formalismus:
Graph

- Knotenpunkte
- Kanten
- (Eigenschaften)



Definitionen in der Informatik

- In der Informatik hat jedes Ding mehrere, oft einander widersprechende Definitionen
 - System = ?
 - Modell = ?
- Oft wird derselbe Begriff mit verschiedenen Namen genannt
 - Knotenpunkt, Knoten, Punkt, Objekt
(*node, vertex, object, concept*)
 - Kante, Verbindung, Anschluss
(*edge, link, arc, connection, relationship*)

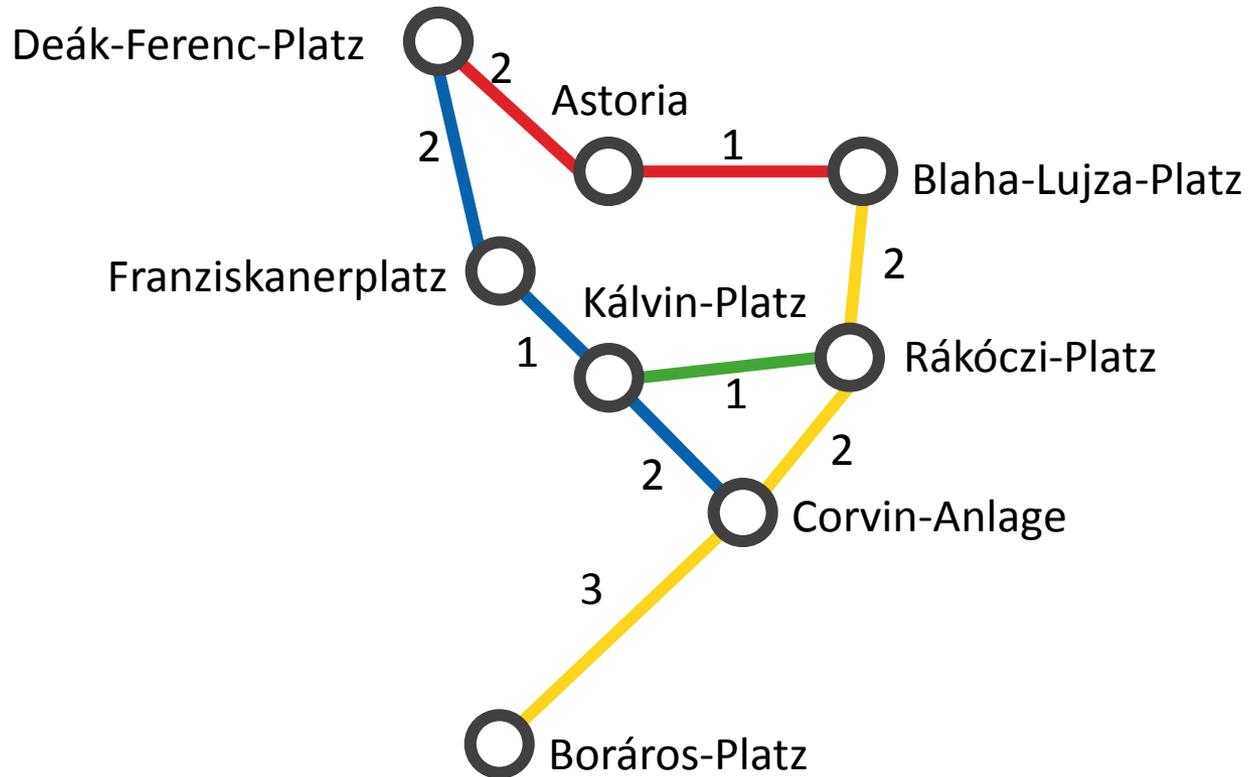
Eins auswählen!

Budapest – Schienenverkehrsplan

- M2
- M3
- M4
- 4-6



Budapest – Schienenverkehrsplan

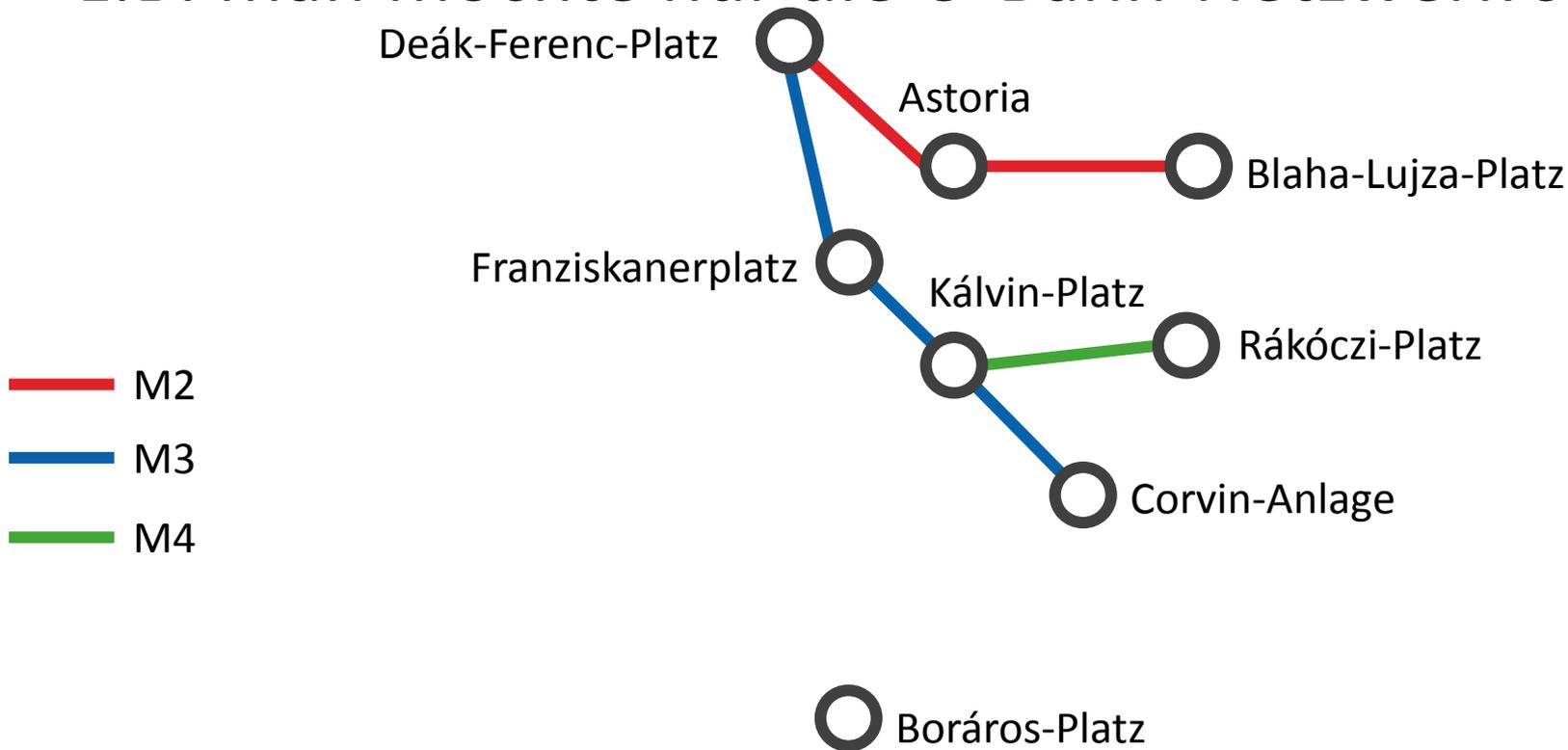


- M2
- M3
- M4
- 4-6

kürzeste Weg?

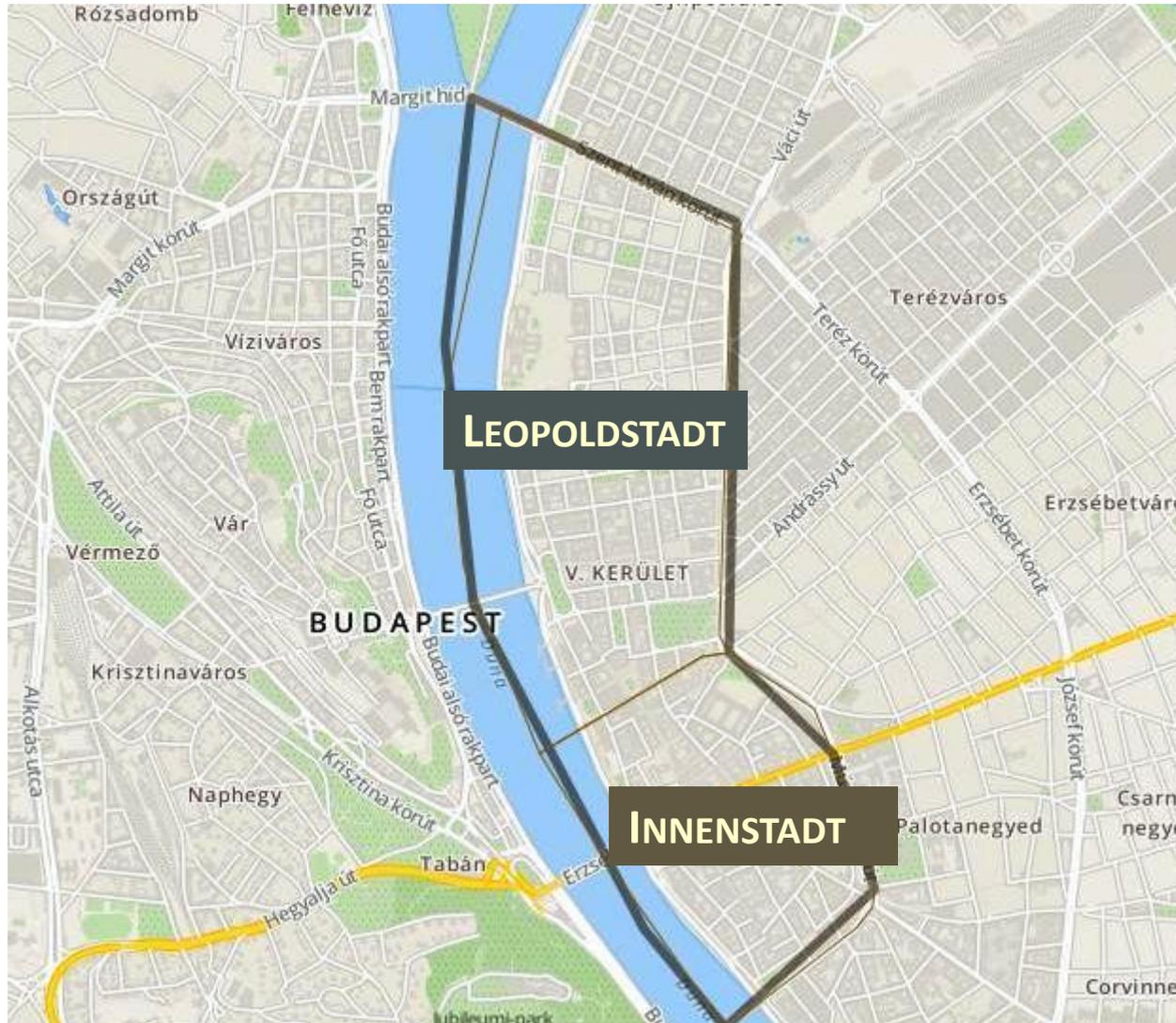
Filterung: nach Kantenaufschrift (Teilgraph)

- z.B. man möchte nur die U-Bahn-Netzwerk sehen

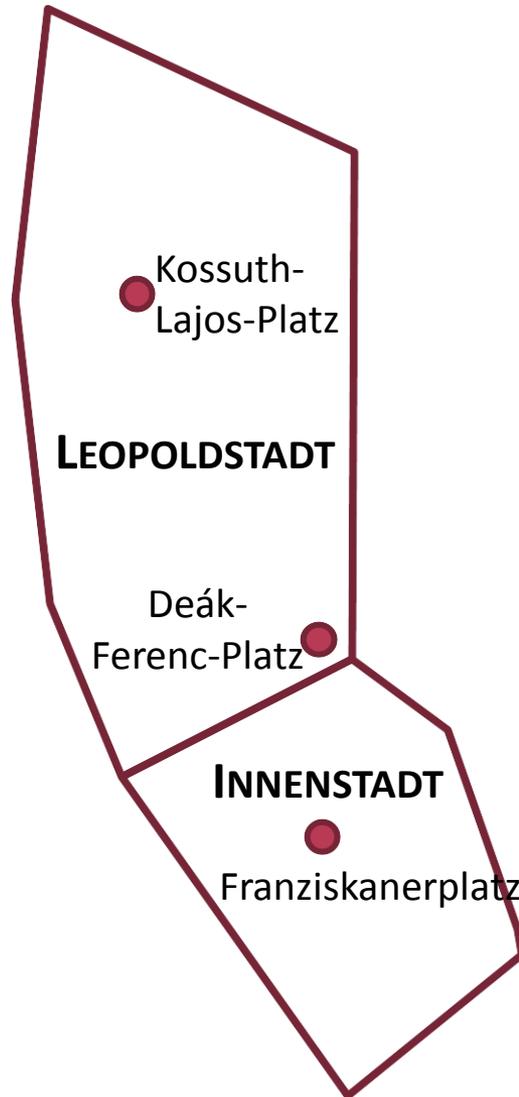


- Was ist mit U-Bahn erreichbar?

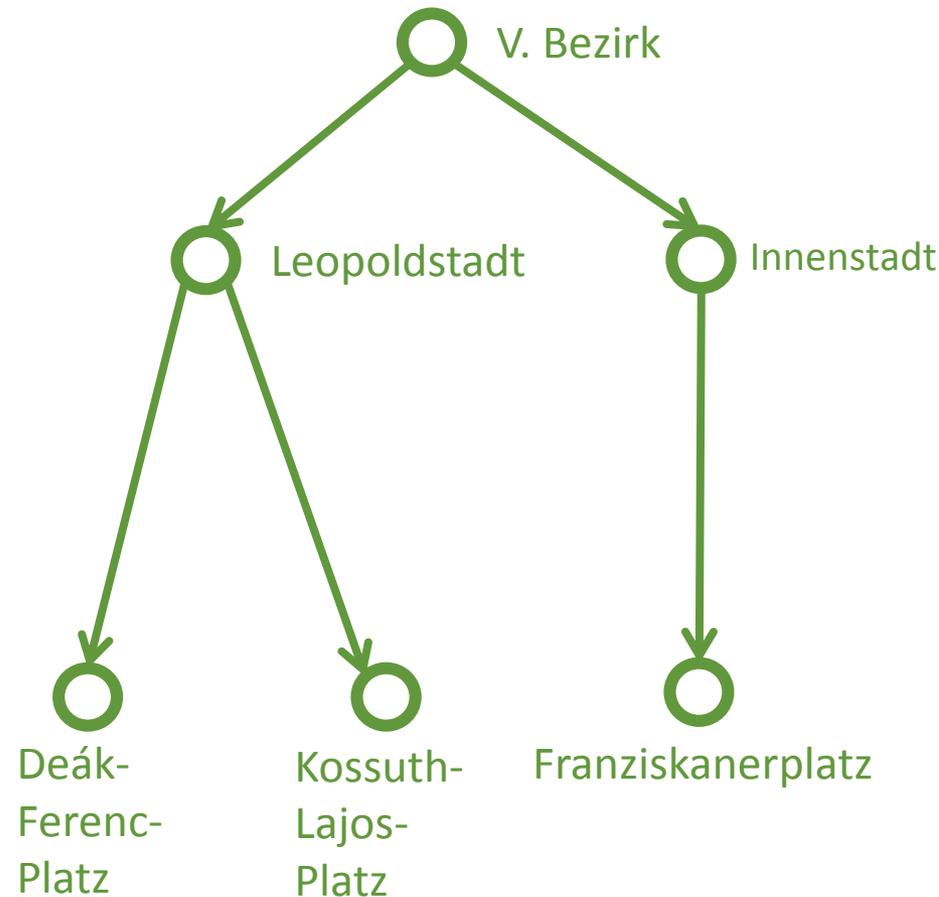
Budapest V. Bezirk



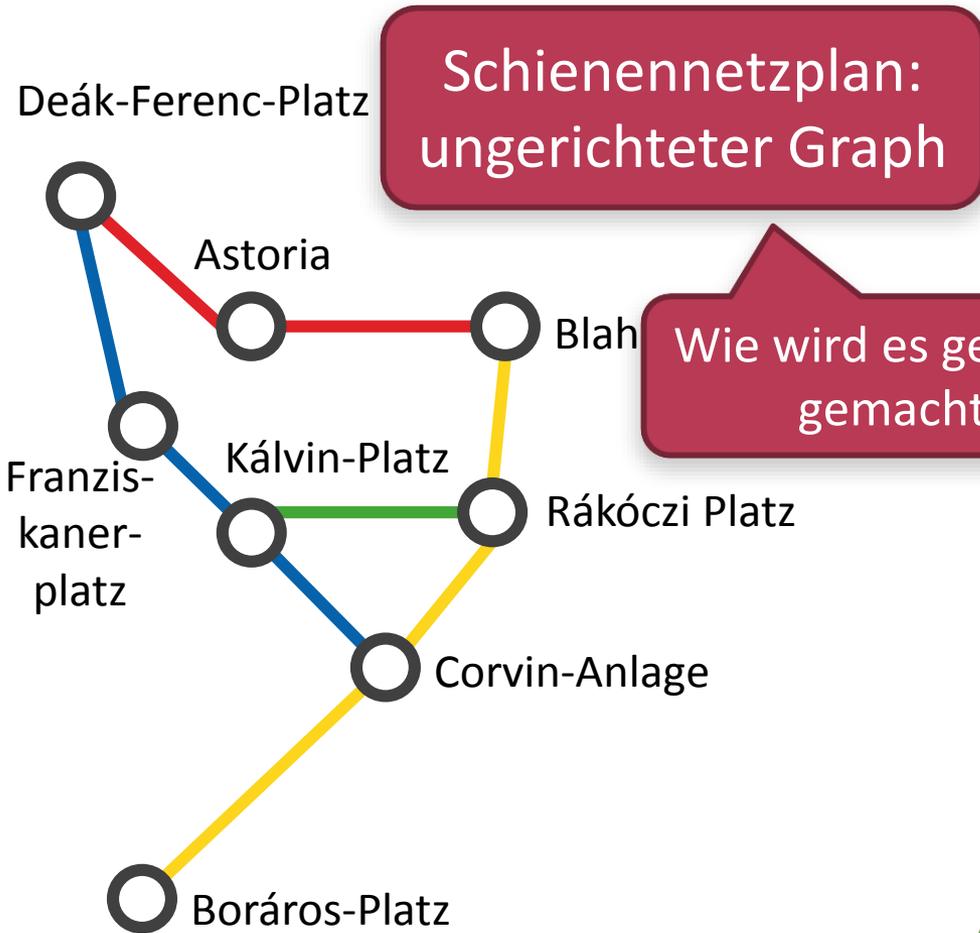
Budapest V. Bezirk – hierarchisches Modell



≡

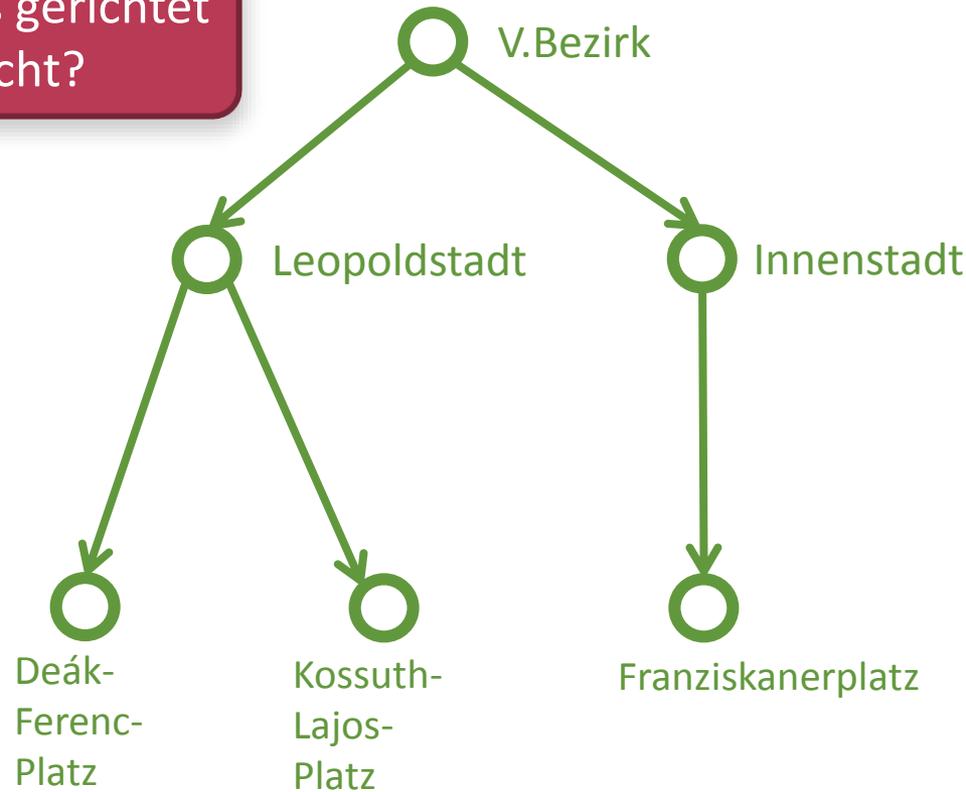


Einfache Graphen



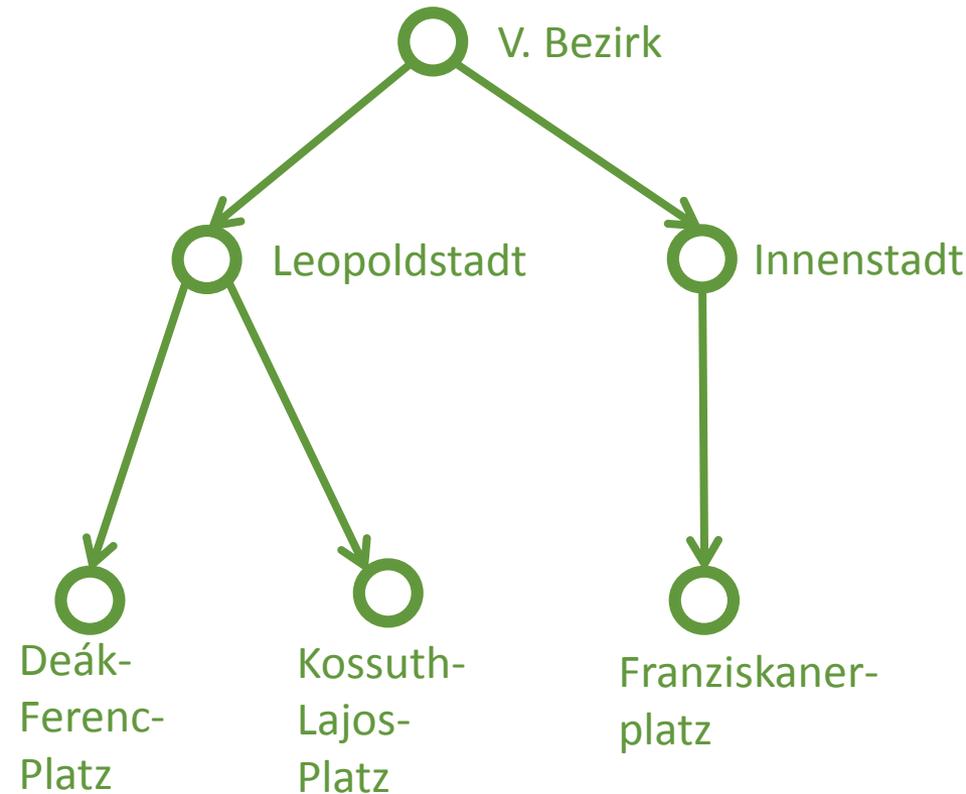
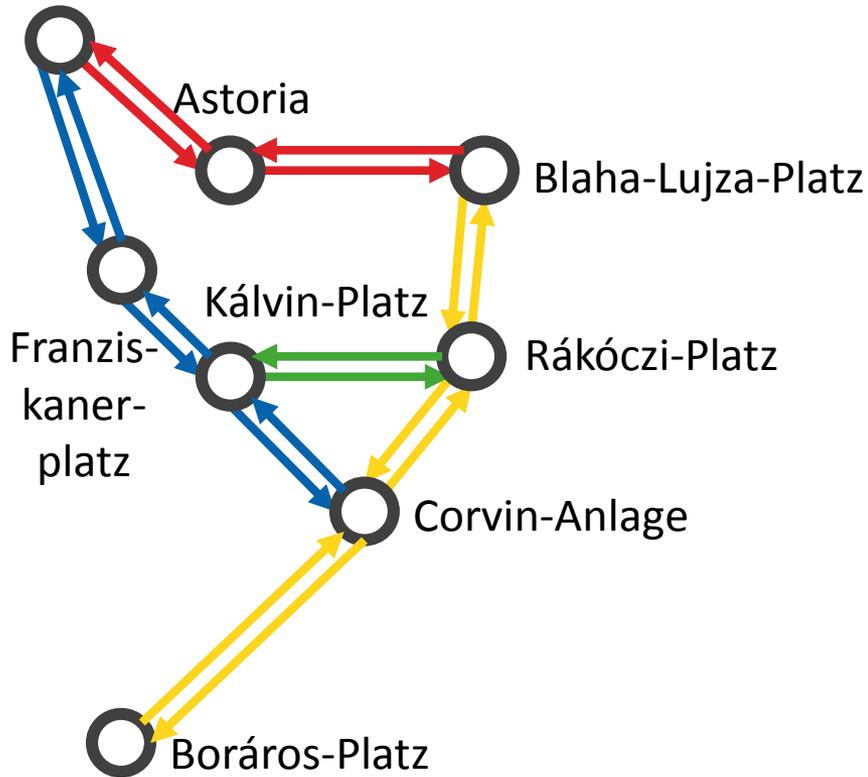
Wie wird es gerichtet gemacht?

Bereiche:
gerichteter Graph

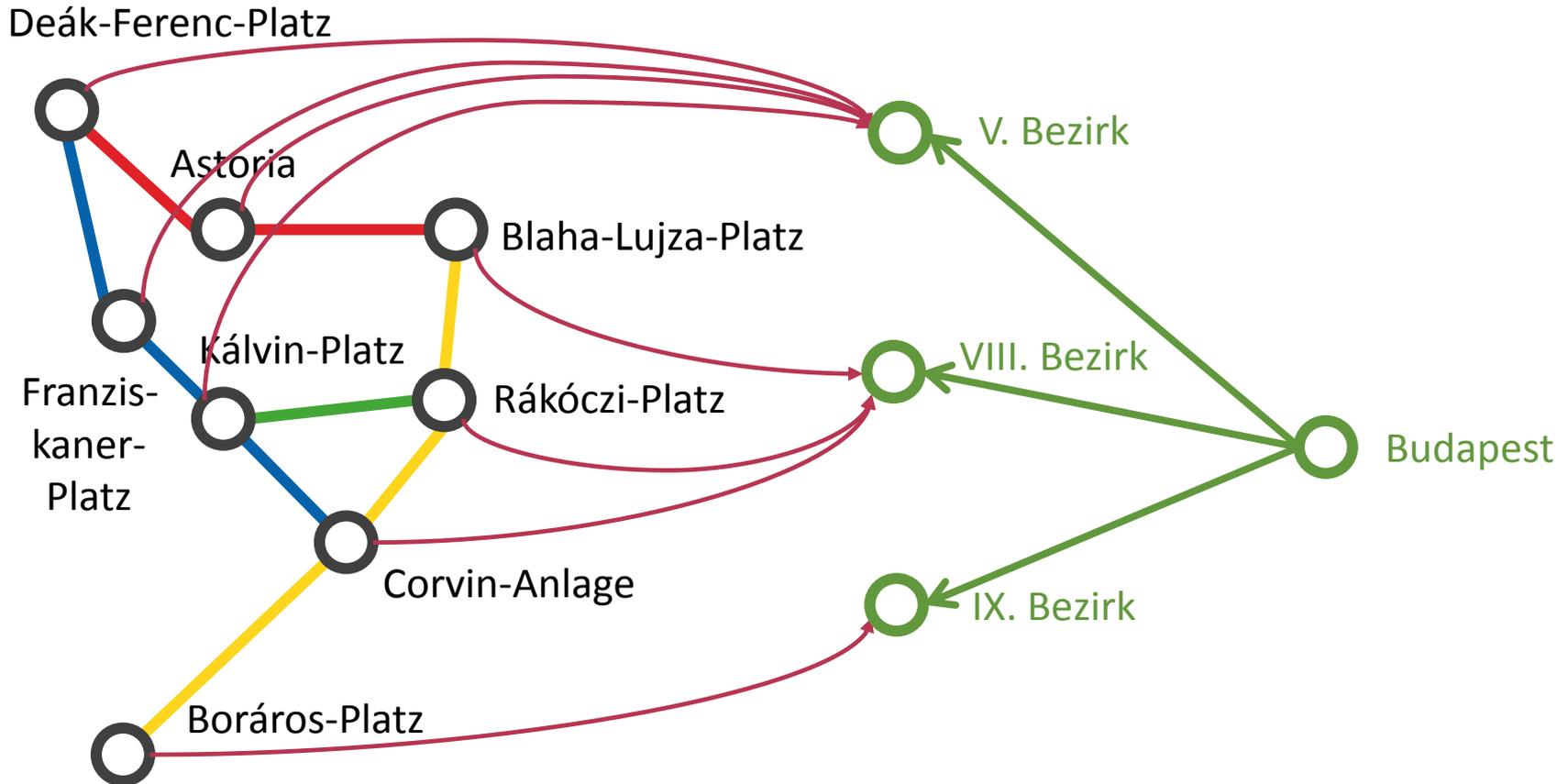


Einfache Graphen

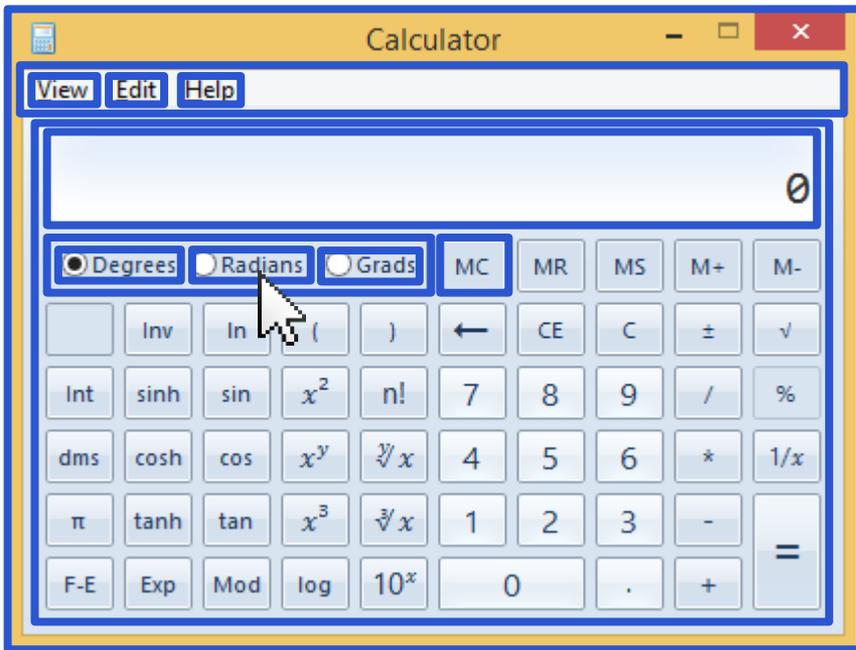
Deák-Ferenc-Platz



Graph mit Typen

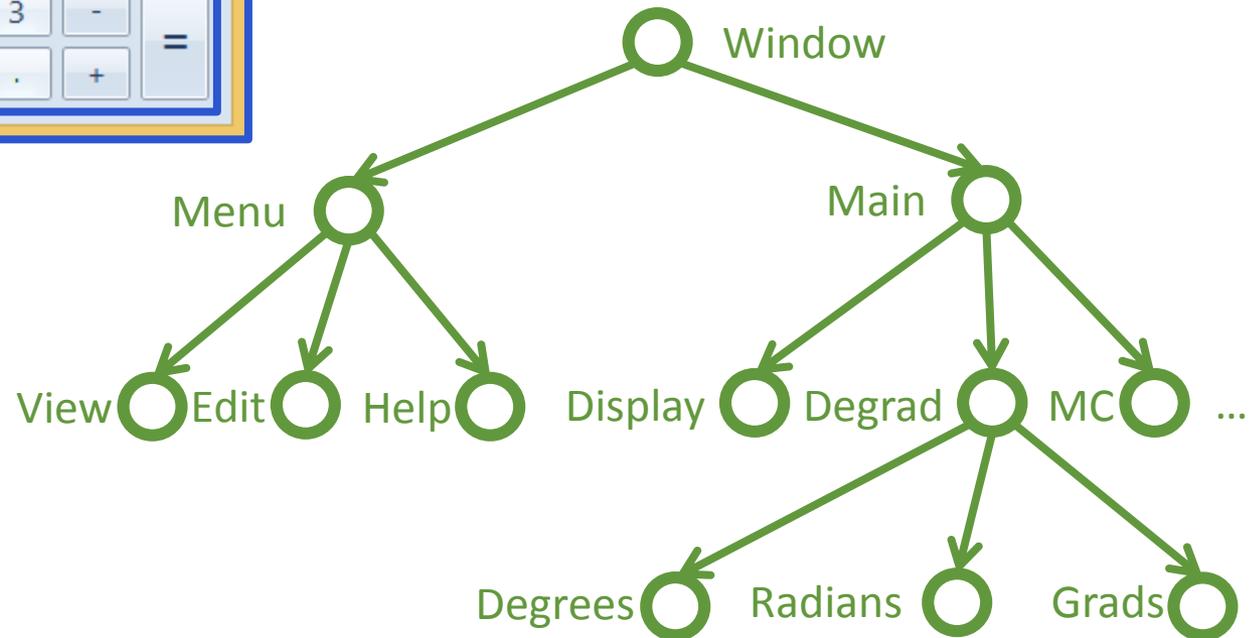


Graphische Benutzerschnittstelle



■ Darstellung einer Baumstruktur

- als Graph
- integrative Darstellung



Darstellung einer Baumstruktur

Dateisystem

C:

\Dokumente

\Bilder

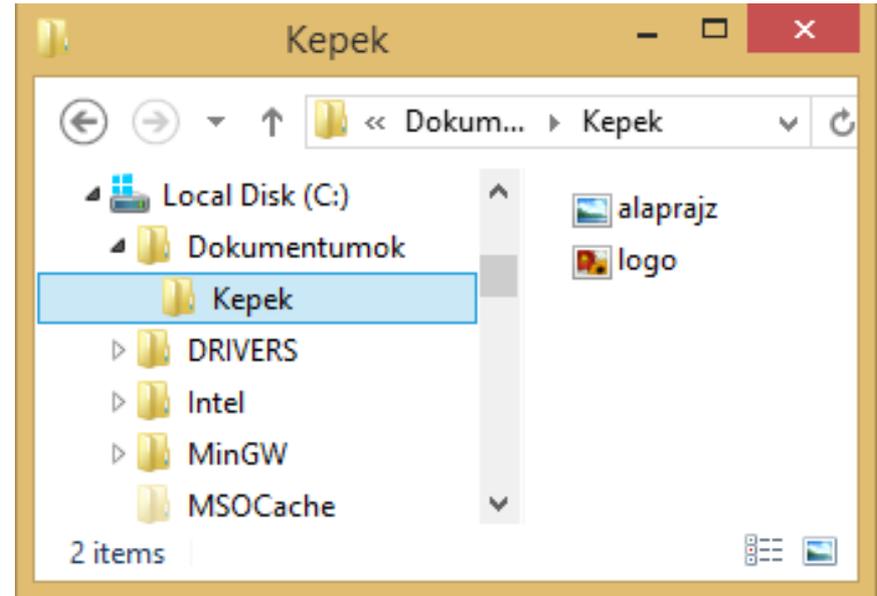
\Logo.png

\Grundriss.jpg

\Verträge.pdf

\Drivers

...



Wieviel Speicherplatz kann durch das Löschen des Verzeichnisses „Dokumente“ gewonnen werden?

Charakteristiken eines Dateisystems

- Wieviel Speicher kann durch das Löschen des Verzeichnisses „Dokumente“ gewonnen werden?
- Dazu sind die einige Parameter der Dateien nötig

Name ▾	Typ ▾	Grösse (kB) ▾	Letze Änderung ▾
Dokumente	Verzeichnis		2016.02.02
Verträge.pdf	Datei	569	2015.11.09
Bilder	Verzeichnis		2016.02.02
Logo.png	Datei	92	2015.03.06
Grundriss.jpg	Datei	1226	2016.02.02

- Mit Kenntniss dieser Informationen und der Dateihierarchie ist die Frage zu beantworten.

Ziele,
Anwendungen

Dekomposition

Graphen

Eigenschaften

MODELLIERUNG DER EIGENSCHAFTEN

Welche Eigenschaften haben die einzelne Komponenten?

Beispiele

- Tabelle
- Datenbanken

Definitionen: Eigenschaft

- Eigenschaften der Elemente eines Modells können auch beschrieben werden

Eigenschaft ist eine **Funktion**, die

- auf den **Modellelementen** definiert und
- **partial** (Funktionswerte dürfen fehlen) ist, und
- dessen **Wertebereich** die Menge der Werte der Eigenschaften ist.

Tabellarische Darstellung

- **Zeilen der Tabelle** = Modellelemente
- **Spalten der Tabelle** = Eigenschaften

Name ▾	Typ ▾	Grösse (kB) ▾	Letze Änderung ▾
Dokumente	Verzeichnis		2016.02.02
Verträge.pdf	Datei	569	2015.11.09
Bilder	Verzeichnis		2016.02.02
Logo.png	Datei	92	2015.03.06
Grundriss.jpg	Datei	1226	2016.02.02

NULL / NA
Attributen

Definition: Filterung

- Während der **Filterung** wird eine **Filterungsbedingung** auf den Elementen des Modells ausgewertet, und
- das **Teilmodell** wird behalten, welches den Bedingungen entsprechende Elemente hat.

○ Typ = "Datei"

Name ▾	Typ ▾	Grösse (kB) ▾	Letze Änderung ▾
Verträge.pdf	Datei	569	2015.11.09
Logo.png	Datei	92	2015.03.06
Grundriss.jpg	Datei	1226	2016.02.02

○ Grösse > 1000 kB

Name ▾	Typ ▾	Grösse (kB) ▾	Letze Änderung ▾
Grundriss.jpg	Datei	1226	2016.02.02

Definition: Projektion

Während der **Projektion** werden einige **Parameter** des Modells ausgewählt, andere werden weggelassen.

Name ▼	Typ ▼	Grösse (kB) ▼	Letze Änderung ▼
Dokumente	Verzeichnis		2016.02.02
Verträge.pdf	Datei	569	2015.11.09
Bilder	Verzeichnis		2016.02.02
Logo.png	Datei	92	2015.03.06
Grundriss.jpg	Datei	1226	2016.02.02

Projektion:
{Name, Grösse}

Name ▼	Grösse (kB) ▼
Dokumente	
Verträge.pdf	569
Bilder	
Logo.png	92
Grundriss.jpg	1226

ZUSAMMENFASSUNG

Definition: Strukturelles Modell

Das **strukturelle Modell** ist statisch. Sein Basis ist ein (Teil-) System, das durch die Relation „**Teil von**“ auf seine Bestandteile aufgeteilt wird.

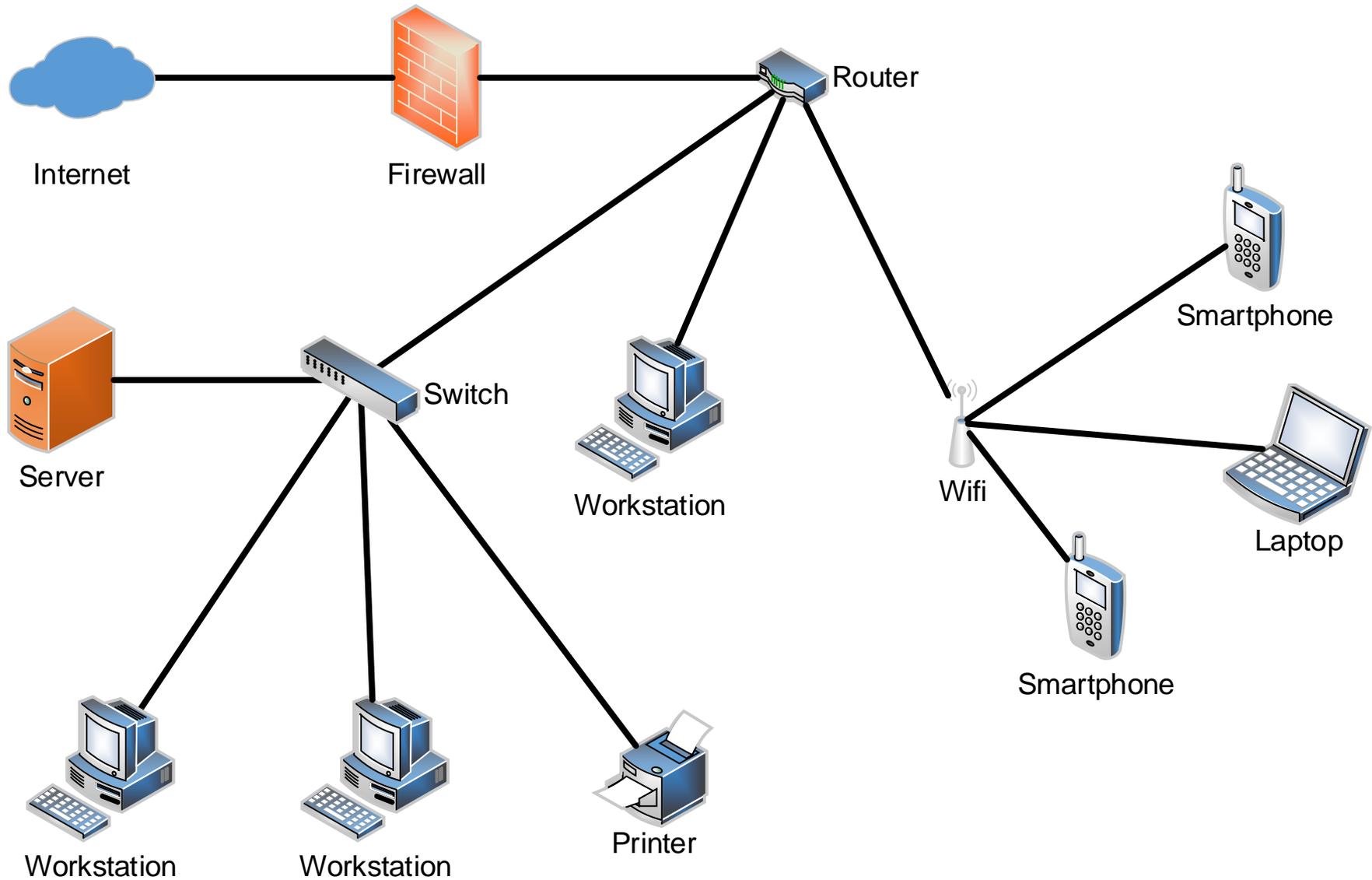
Die **Bestandteile** können die folgenden sein:

- weiter aufgeteilte **Teilsysteme** oder
- weiter nicht aufgeteilte (*elementare*) **Komponenten**.

Das strukturelle Modell repräsentiert die Aufbau (Struktur) des Systems entsprechend

- dessen Bestandteilen,
- den **Eigenschaften** der Bestandteile und
- ihren **Verhältnissen** untereinander.

Beispiel: Ein Firmennetzwerk



Definition: Dekomposition

- „Das **strukturelle Modell** ist statisch. Sein Basis ist ein (Teil-)System, das durch die Relation „**Teil von**“ auf seine Bestandteile aufgeteilt wird.“

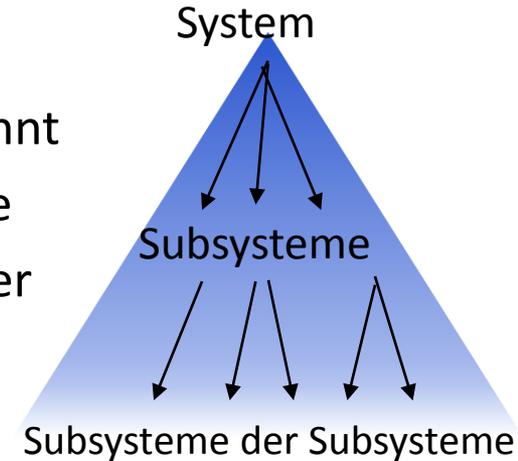
Die **Dekomposition** („faktoring“) ist die Aufteilung eines komplexen Problems oder Systems in kleinere Teile, die einfacher zu verstehen, zu entwickeln und zu warten sind.

- Hierarchische Dekomposition:
 - Mehrstufige Teil-Ganzheit-Verhältnis
- Bedeutung der Relation Teil von:
 - Physische Dekomposition: Teil von = räumliche Aufteilung
 - Logische Dekomposition: Teil von = funktionelle Aufteilung

Top-down und bottom-up

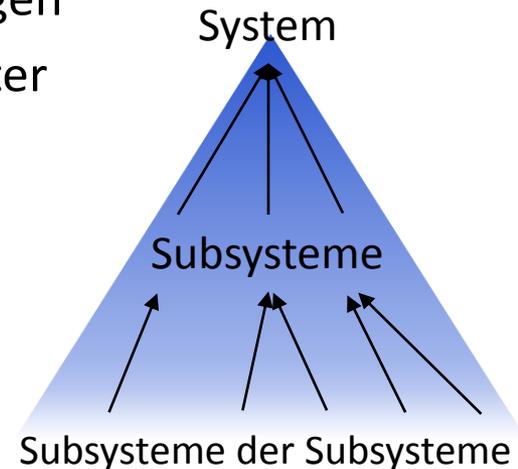
■ Top-down

- ☺ Rolle des Teilsystems ist bei der Entwicklung schon bekannt
- ☹ In der “Halbzeit” gibt es noch keine funktionierende Teile
- ☹ Probleme/Ansprüche der Teilsysteme kommen erst später ins Tageslicht



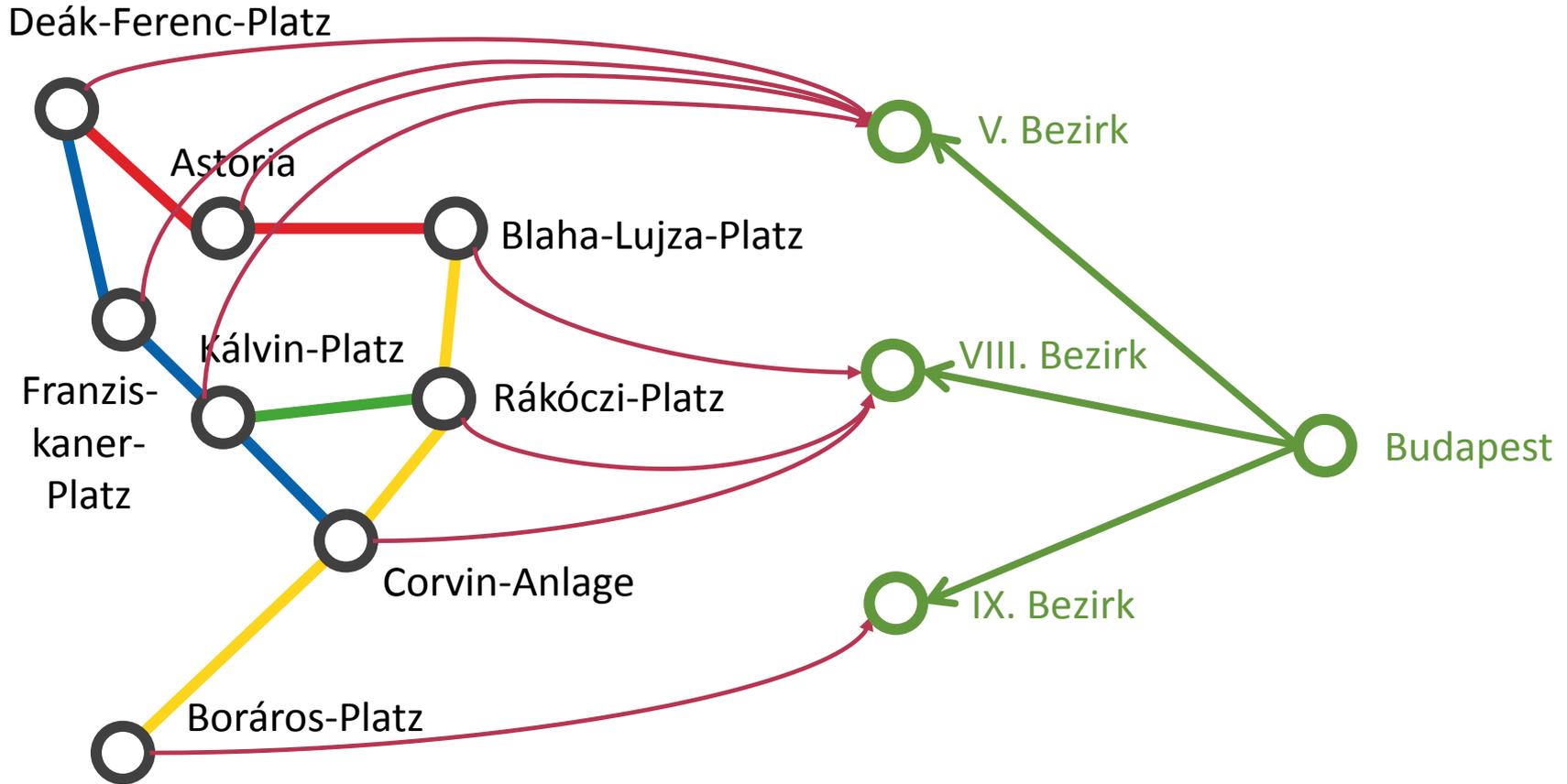
■ Bottom-up

- ☺ Teilsysteme sind selbstständig auszuprobieren / zu testen
- ☺ Während Entwicklung ist schon etwas zum Lauf zu bringen
- ☹ Die genaue Rolle der einzelnen Teile sieht man erst später



- Nicht nur in der strukturellen Modellierung
- Gemischte Vorgehensweise, iterative Entwicklung

Graph mit Typen



Tabellarische Darstellung

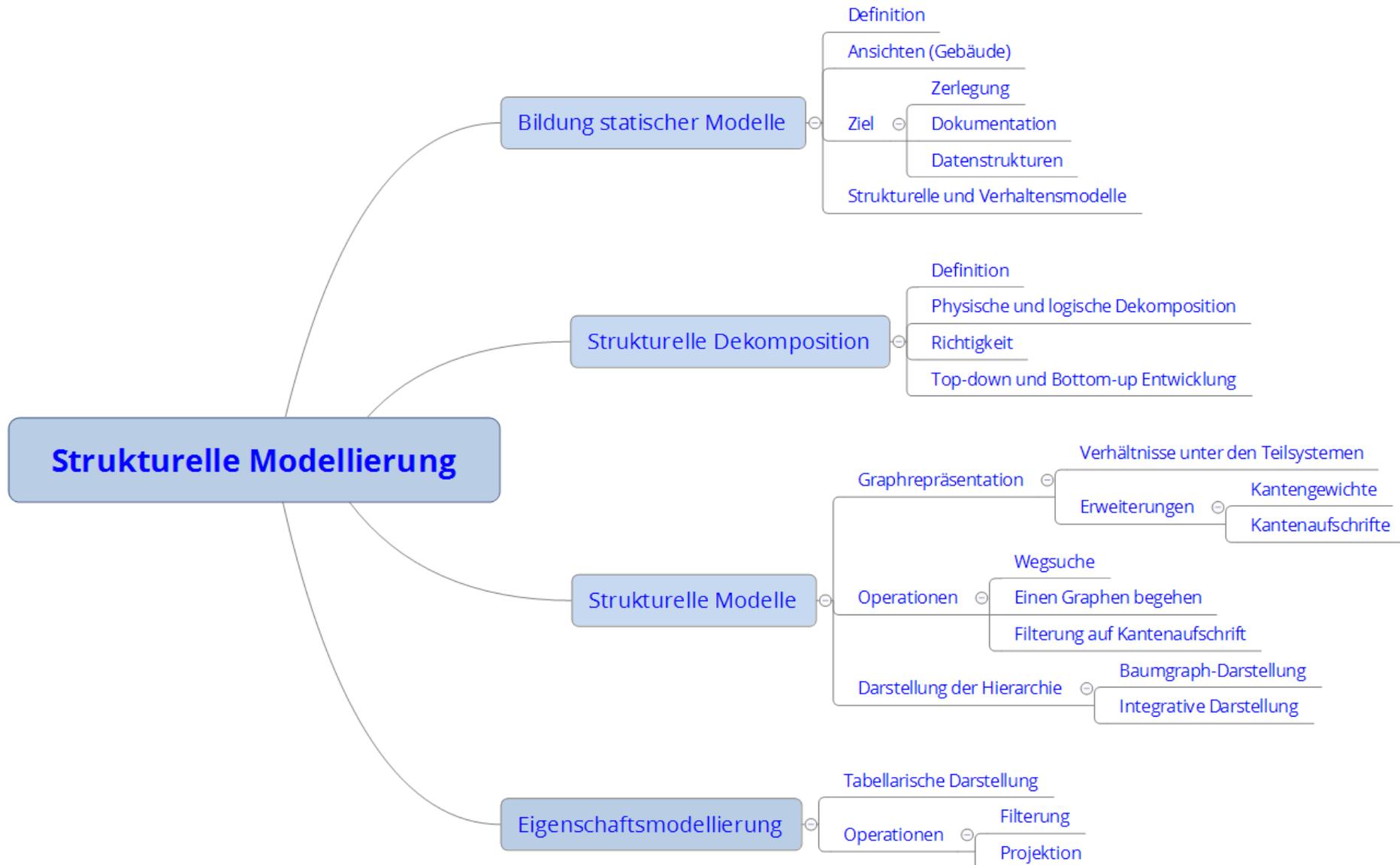
- **Zeilen der Tabelle** = Modellelemente
- **Spalten der Tabelle** = Eigenschaften

Name ▾	Typ ▾	Grösse (kB) ▾	Letze Änderung ▾
Dokumente	Verzeichnis		2016.02.02
Verträge.pdf	Datei	569	2015.11.09
Bilder	Verzeichnis		2016.02.02
Logo.png	Datei	92	2015.03.06
Grundriss.jpg	Datei	1226	2016.02.02

NULL / NA
Attributen

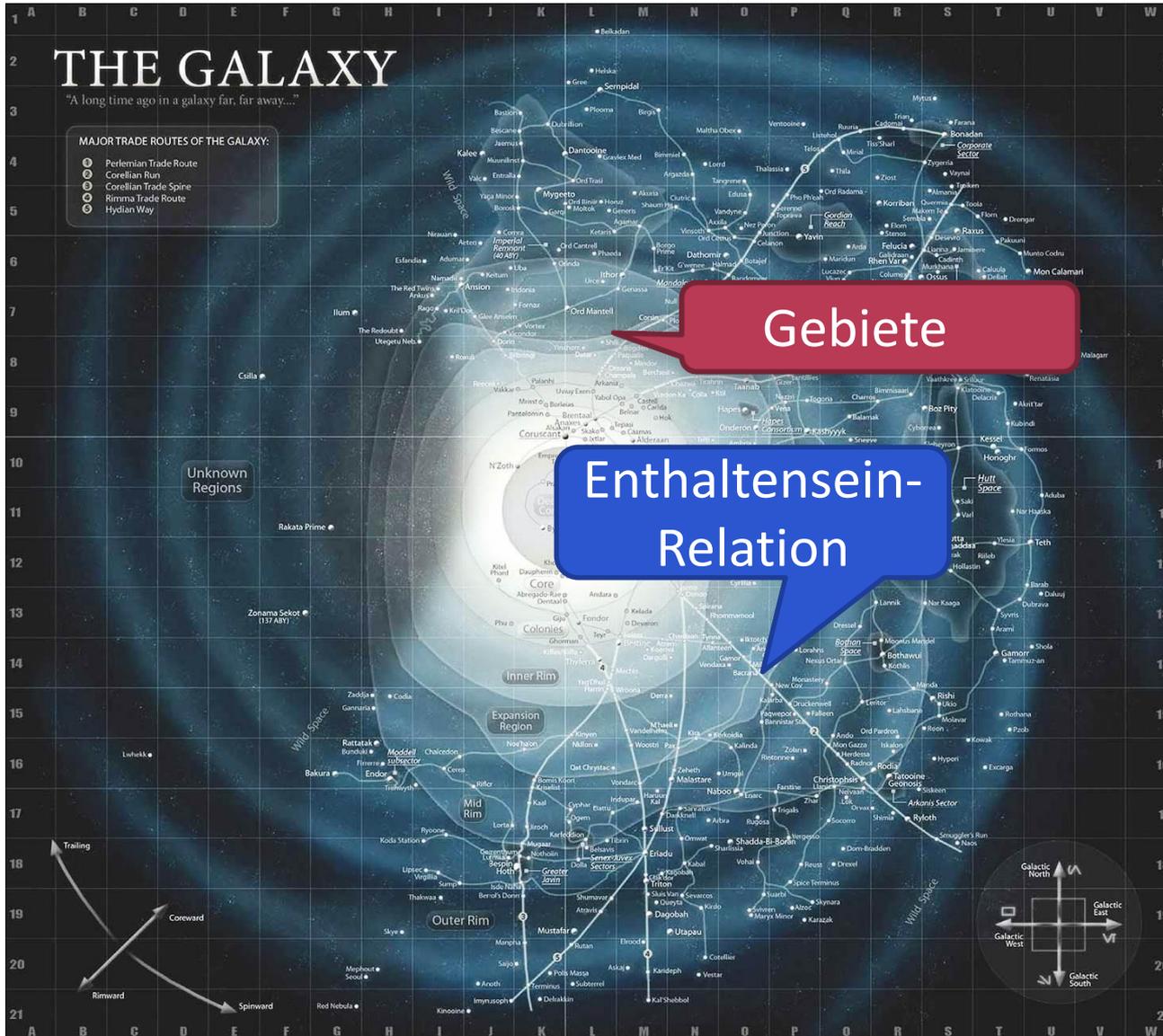
- Filtern
- Projizieren

Zusammenfassung

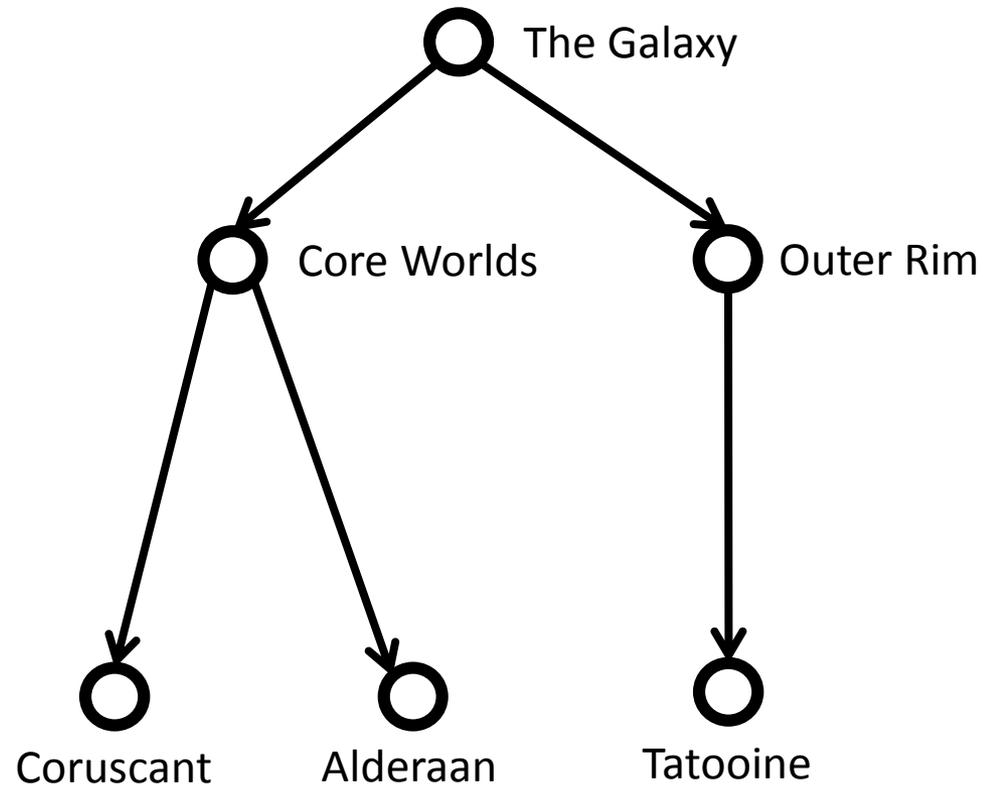


TYPEN

Beispiel: Die Galaxis



Beispiel: Die Galaxis



Einstufung von Modellelementen in Typen

- Beispiel: Kann die „Farbe des Lichtsäbels“ von Yoda sich ändern?
 - Nein
Yoda – eine Entität mit grünem Lichtsäbel
Wichtiges/relevantes Merkmal?
 - Ja
Lichtsäbelfarbe kein charakteristisches Merkmal
- Typ: Gesamtheit der durch ähnlichen Attribute gekennzeichneten(!) Elemente

Typen und Eigenschaften

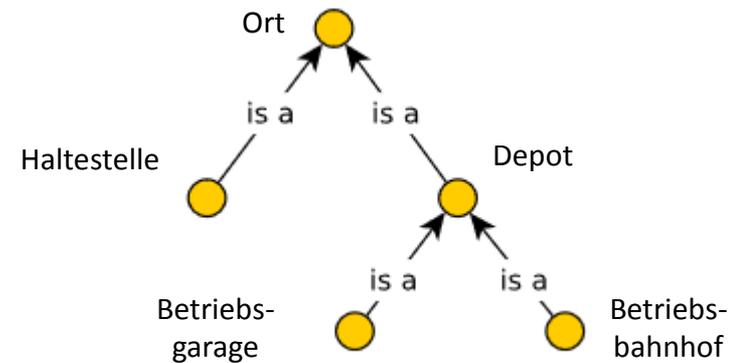
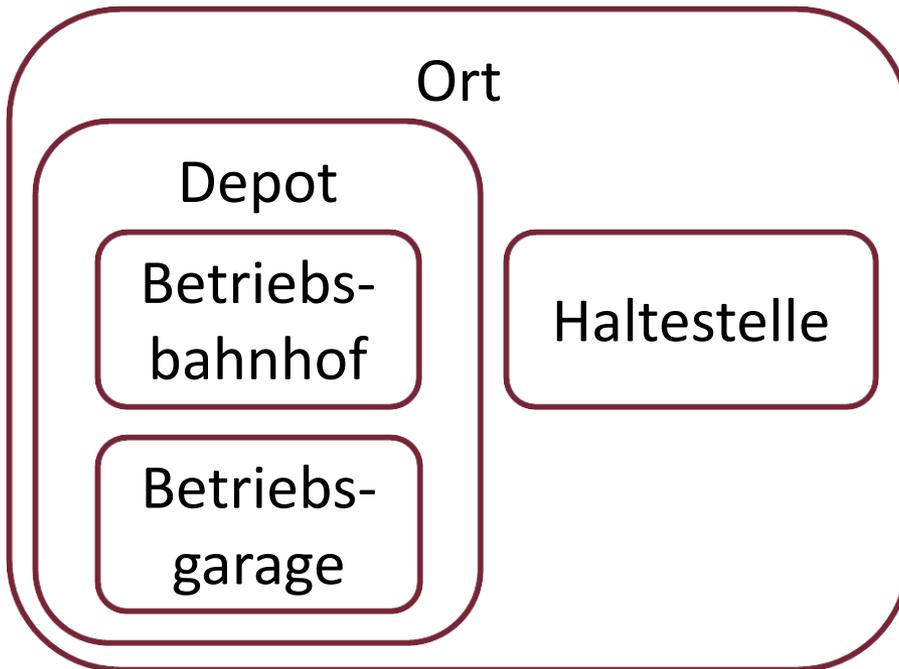
- Der Typ ist ein Teil des Wissens, impliziter Weise repräsentiert in der Markierung
 - der *Typ* ist also ein ausgezeichnetes Attribut
 - die andere Merkmale: die *Eigenschaften*

- Verbreitete Konvention:
 - die Eigenschaften dürfen sich verändern (müssen aber nicht)
 - der Typ eines Elementes ist fix (für IMMER)

Typengraph

- Für jeden Knotentyp ein Typenknoten
- Für jeden Kantentyp eine Typenkante
- ...

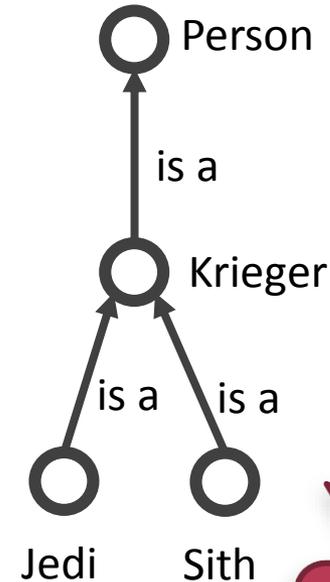
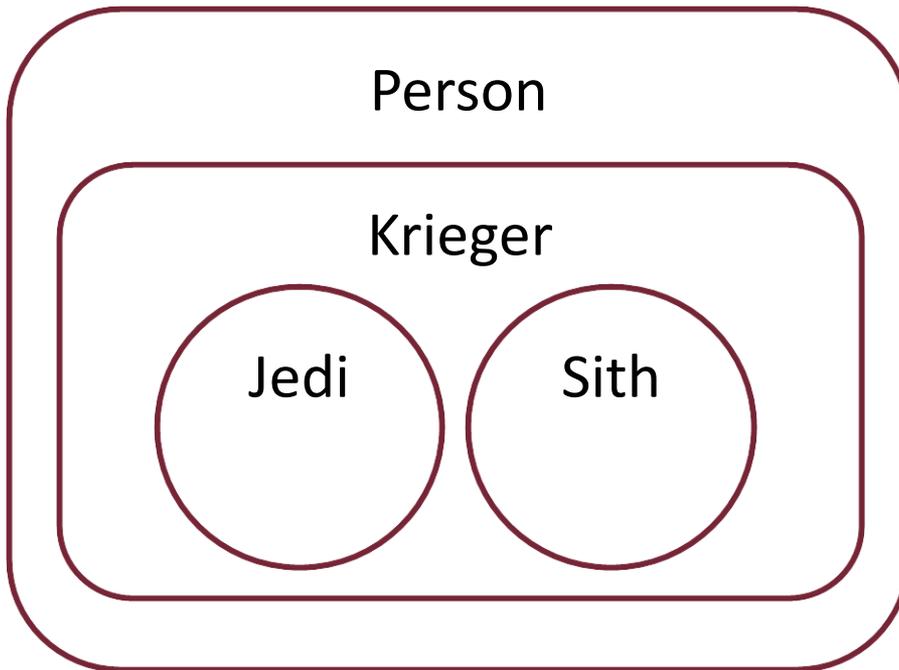
Metamodell



Typengraph

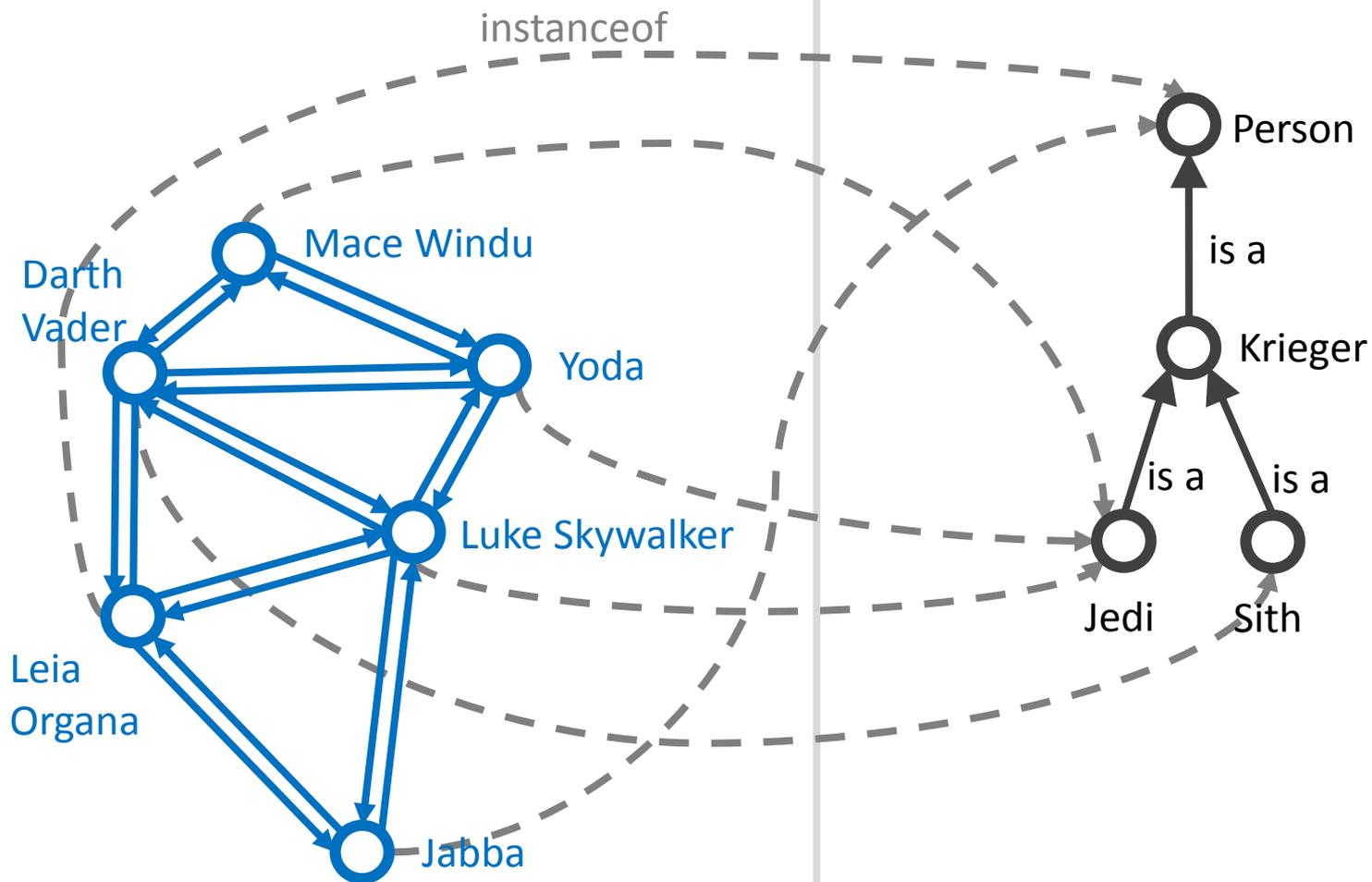
- Für jeden Knotentyp ein Typenknoten
- Für jeden Kantentyp eine Typenkante
- ...

Metamodell

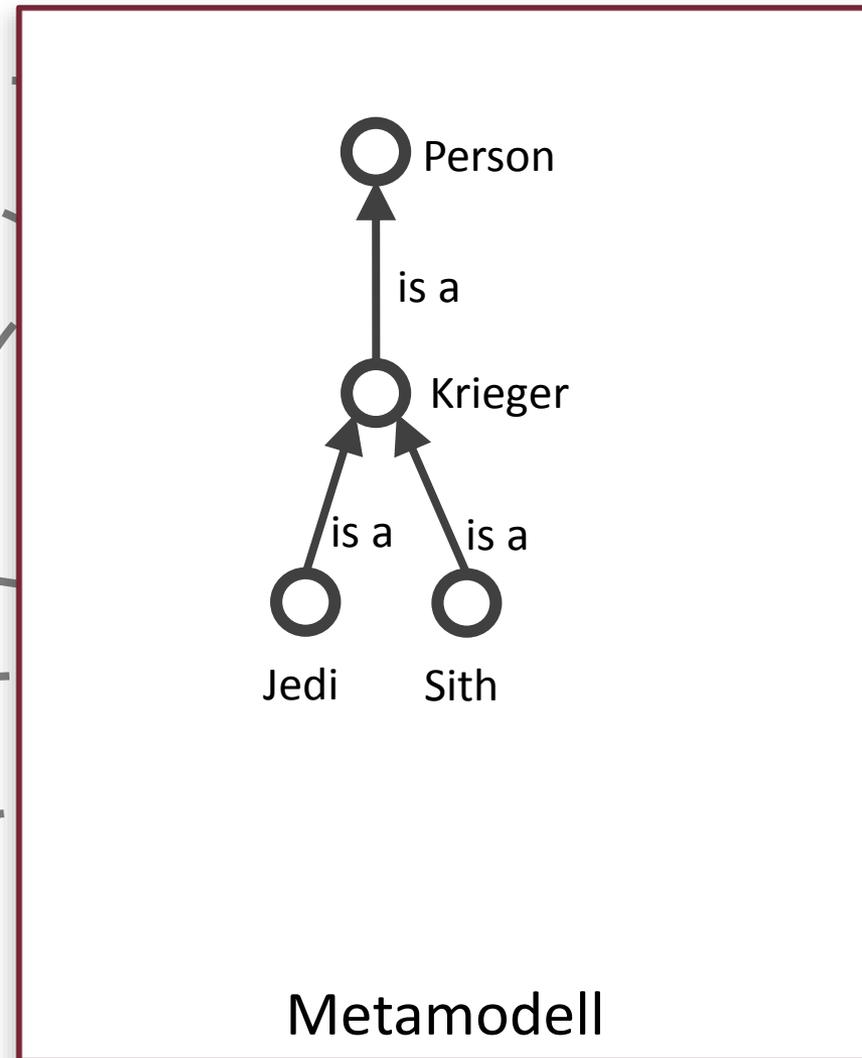
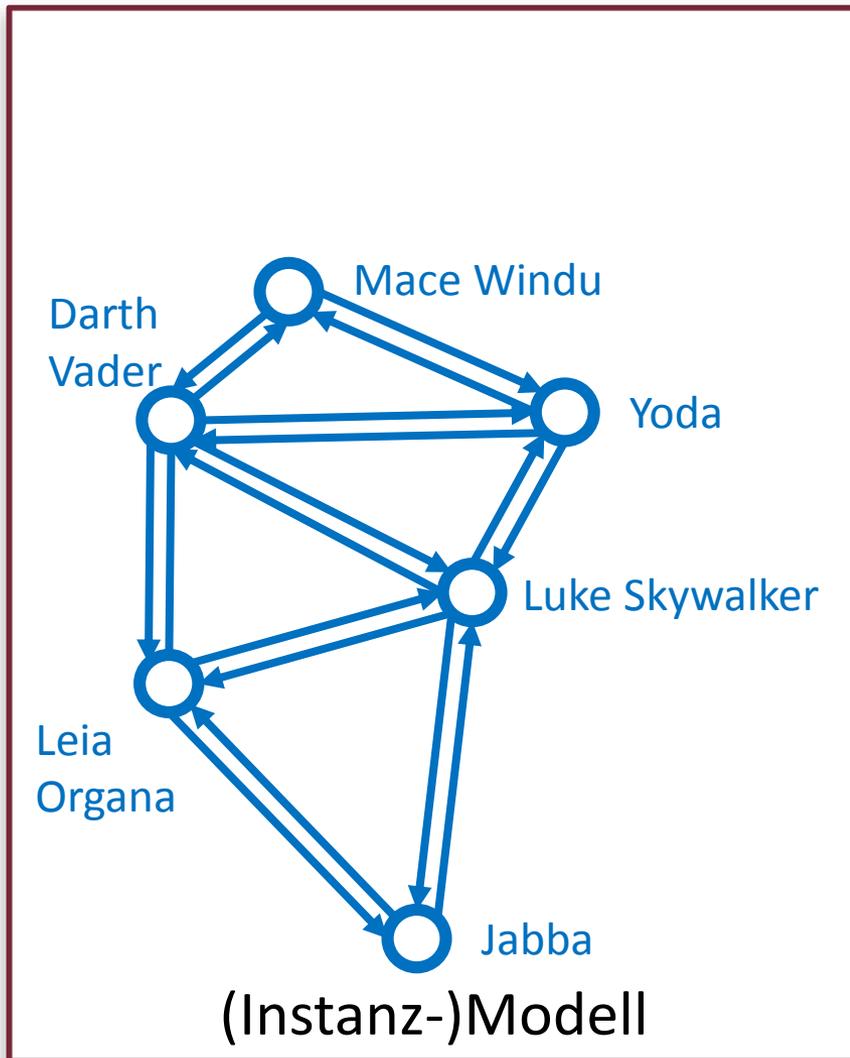


Hierarchische
Dekomposition

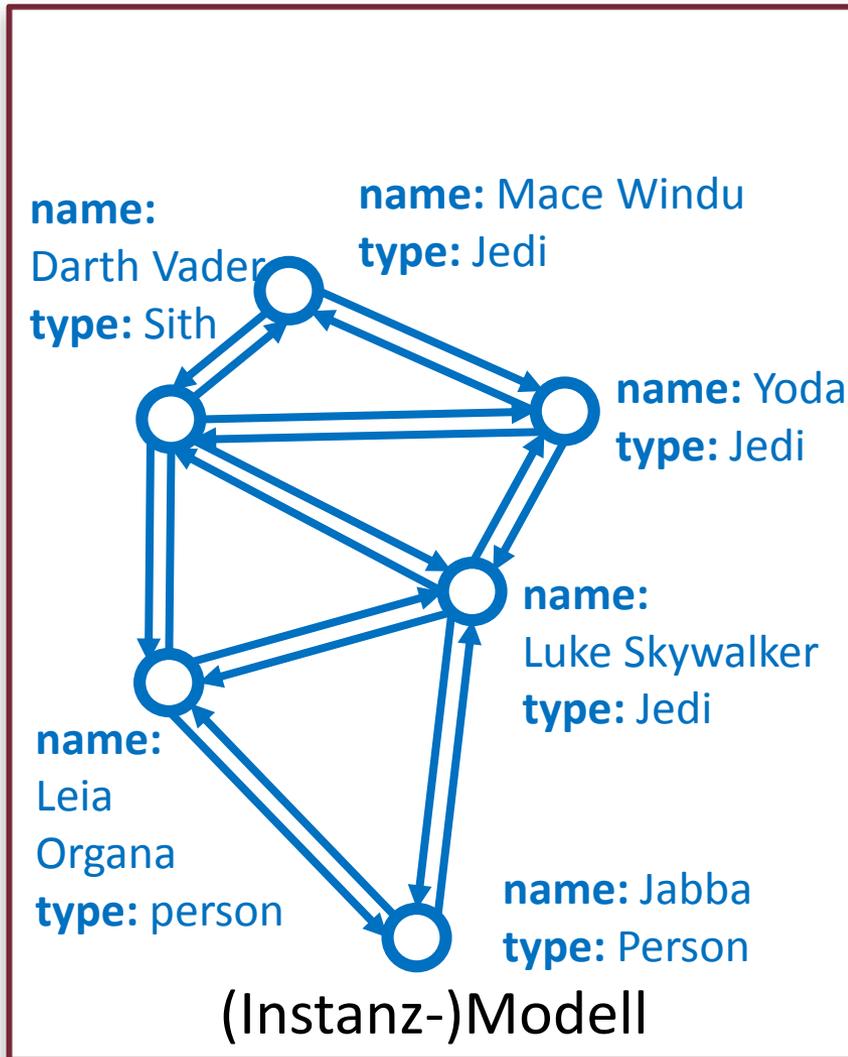
Darstellung von Typ-Instanz-Verhältnissen



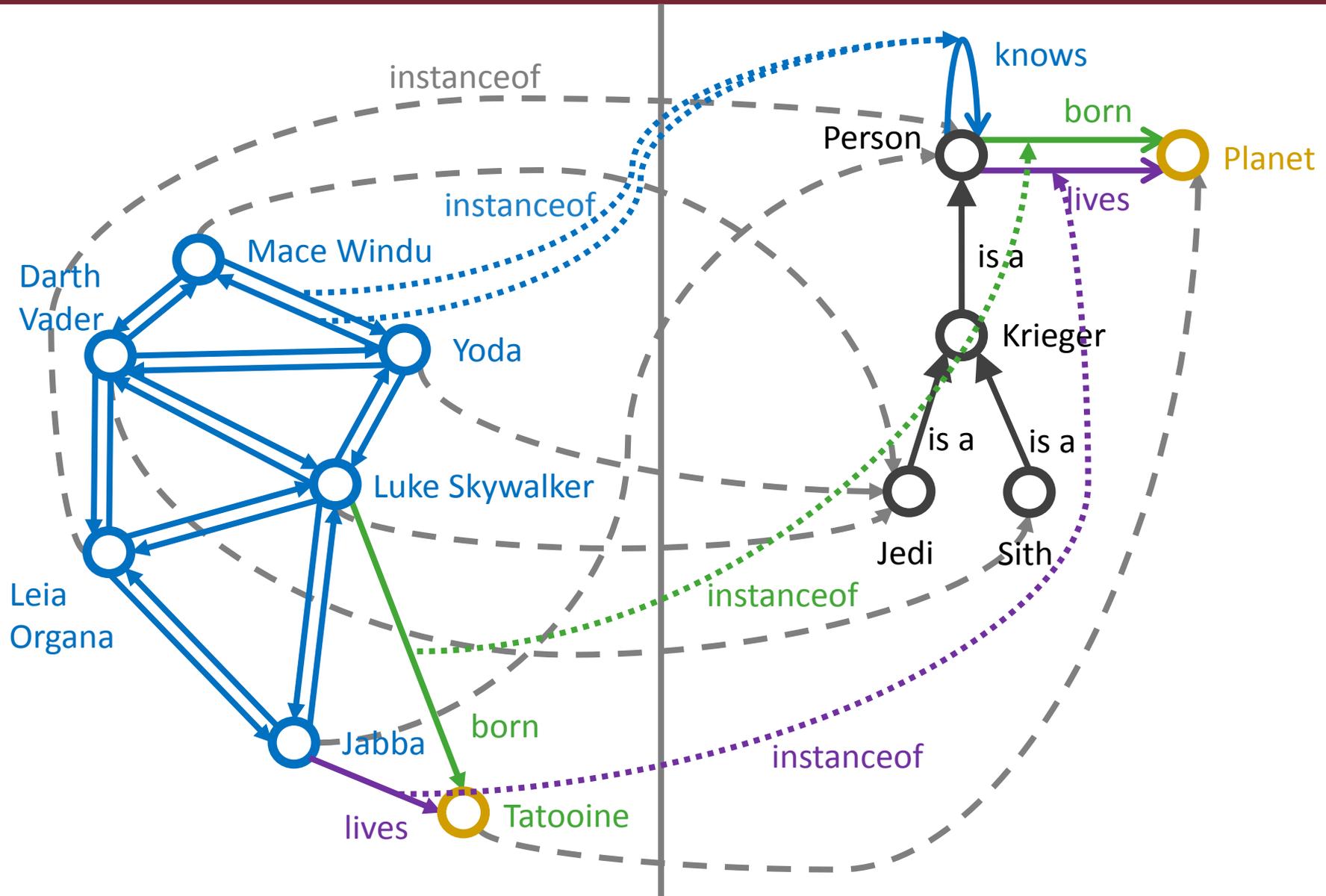
Darstellung von Typ-Instanz-Verhältnissen



Darstellung der Typen als Parameter



Kanten mit verschiedenen Kantentypen



REPRÄSENTATION DER STRUKTURELLEN MODELLE IN PROGRAMMEN

Programmierungsparadigmen

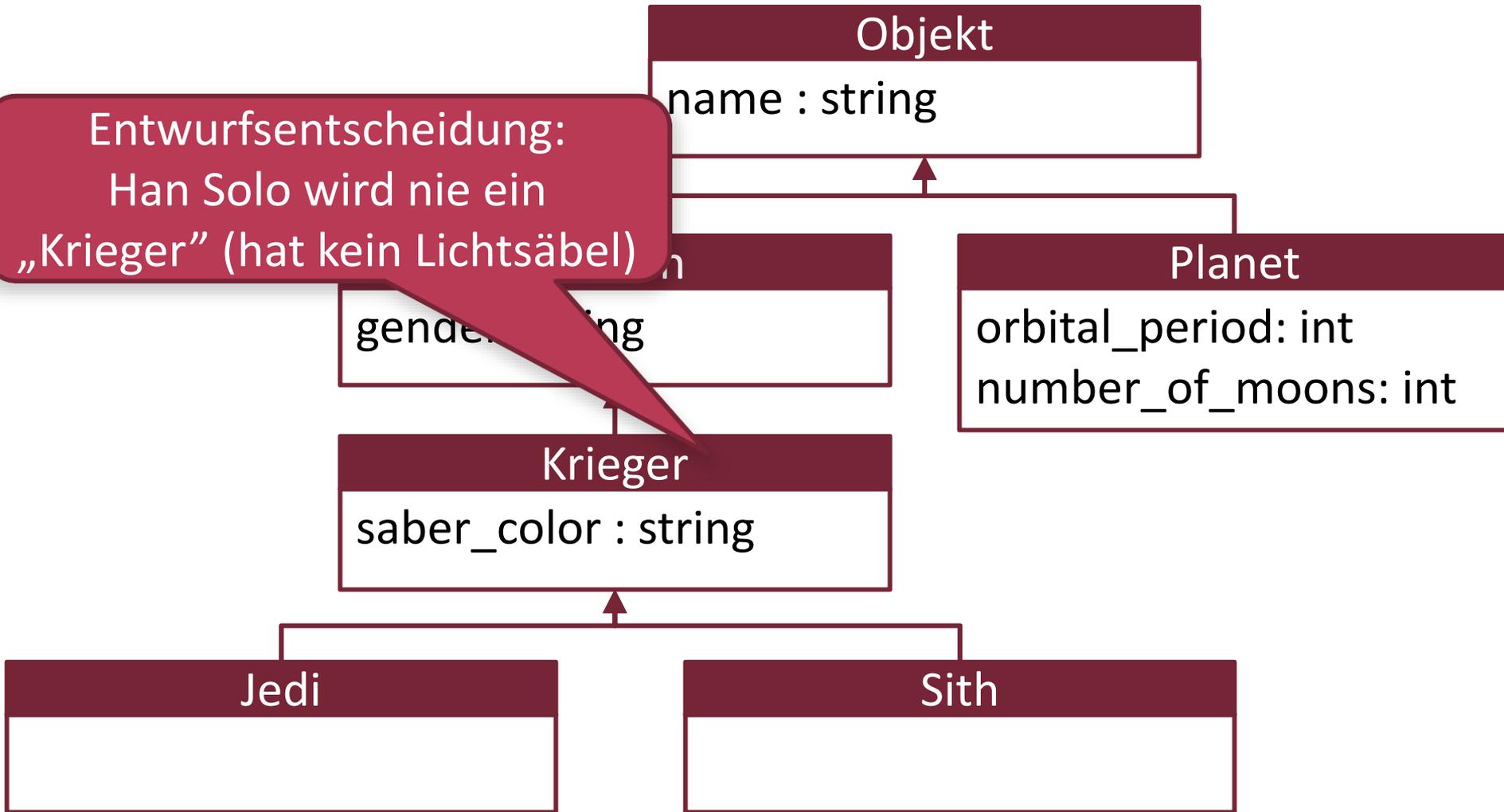
- **Programmierungsparadigma:**
theoretisches Modell einer
Programmiersprache
- **Strukturierte Programmierung**
(C, Pascal, Modula)
 - in Strukturen zusammengefassten Variablen: struct

Programmierungsparadigmen

- **Objektorientierte Programmierung, OOP**
(C++, Java)
 - Typ: *Klasse*
 - Instanz: *Objekt*
 - Merkmal: *Attribut*
 - Operation: *Methode*
 - Sichtbarkeit von Attributen/Methoden, Datenkapselung, usw.:
siehe *Grundlagen der Programmierung 2*
 - Zeigerfelder vs. Enthalterelation
 - Begriffe: reference, composition, aggregation

OOP: Vererbung

Entwurfsentscheidung:
Han Solo wird nie ein
„Krieger“ (hat kein Lichtsäbel)



Repräsentation der Modelle

- Textuelle Repräsentationen
 - XML, JSON, ...
- Graphische Repräsentationen
 - UML, AADL, SysML, EMF, ...

Textuelle Repräsentation

- XML (Extensible Markup Language)
 - standardisierte, universelle Sprache für die Definition von Beschreibungssprachen
 - lesbar (auch für Menschen?)
- JSON (JavaScript Object Notation)
 - standardisierte Notation für lesbaren Datenaustausch

XML-Beispiel: Wetter-Webdienstleistung

```
▼<current>
  ▼<city id="3054643" name="Budapest">
    <coord lon="19.04" lat="47.5"/>
    <country>HU</country>
    <sun rise="2015-02-17T05:45:24" set="2015-02-17T16:10:12"/>
  </city>
  <temperature value="268.061" min="268.061" max="268.061" unit="kelvin"/>
  <humidity value="83" unit="%"/>
  <pressure value="1034.42" unit="hPa"/>
  ▼<wind>
    <speed value="2.12" name="Light breeze"/>
    <direction value="52.0001" code="NE" name="NorthEast"/>
  </wind>
  <clouds value="0" name="clear sky"/>
  <visibility/>
  <precipitation mode="no"/>
  <weather number="800" value="Sky is Clear" icon="01n"/>
  <lastupdate value="2015-02-17T20:11:20"/>
</current>
```

JSON-Beispiel: Google Maps API

```
{
  "results": [
    {
      "address_components": [
      ],
      "formatted_address": "1600 Amphitheatre Pkwy, Mountain View, CA 94043, USA",
      "geometry": {
        "location": {
          "lat": 37.42291810,
          "lng": -122.08542120
        },
        "location_type": "ROOFTOP",
        "viewport": [
        ]
      },
      "types": [
      ]
    }
  ],
  "status": "OK"
}
```

Graphische Modellierungssprachen

- UML (Unified Modeling Language)
 - eine universelle Modellierungssprache
 - in SW-Entwicklung sehr beliebt
- AADL (Architecture Analysis & Design Language)
 - für Beschreibung von Architekturen
- SysML (Systems Modeling Language)
 - UML-basierte allgemeine Modellierungssprache für Systemplanung, -Modellierung
- EMF (Eclipse Modeling Framework, Ecore)
 - für Beschreibung von Modellierungssprachen

WEITERE ILLUSTRATIVE BEISPIELE

Illustration – Strukturelle Modelle

Geschachtelte Darstellung

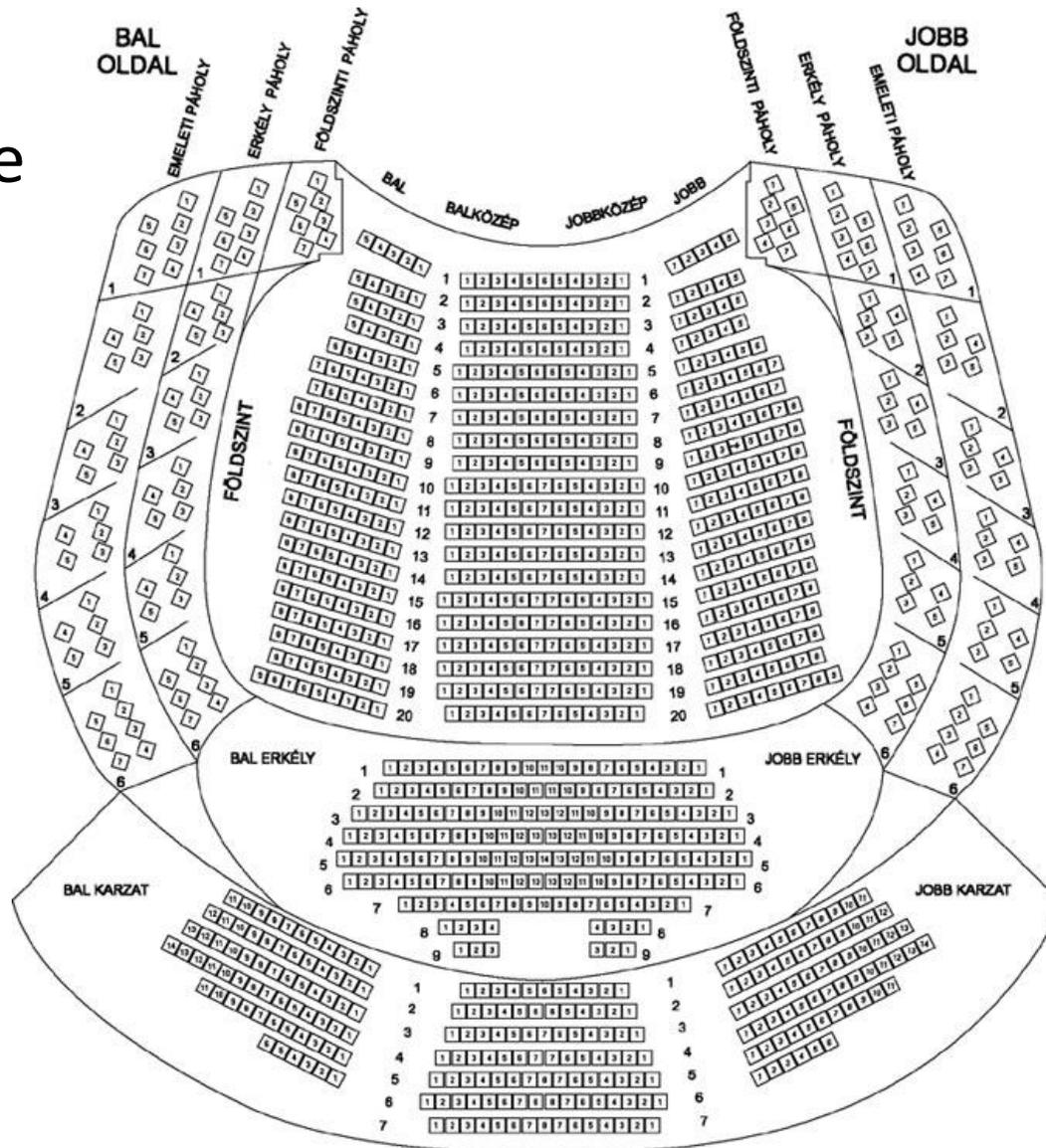


Illustration – Aufbaumodelle

Rahmenstruktur

