

3 Datenbanken

1. Motivation

2. Datenorganisation und Datenbankkonzept

3. Semantische Datenmodellierung

4. Umsetzung in Datenbanken

5. Datenbanknutzung mit SQL

6. Transaktionsmanagement

7. Datenbankentwicklung

8. Datenbanken und IT-Sicherheit

9. Systemarchitektur

10. Verteilte Datenbanken

11. NoSQL und Entwicklungstrends

3 Lernziele

- Sie können die folgenden Fragen beantworten:
 - Wie wird eine Datenbank konzipiert?
 - Was passiert bei der Datenmodellierung?
- Sie wissen, was Entitäten, Attribute und Beziehungen (bzw. Klassen, Objekte, Attribute und Assoziationen) sind?
- Sie kennen die Regeln für eine sinnvolle Datenbankmodellierung und können diese an leichten Beispielen anwenden.



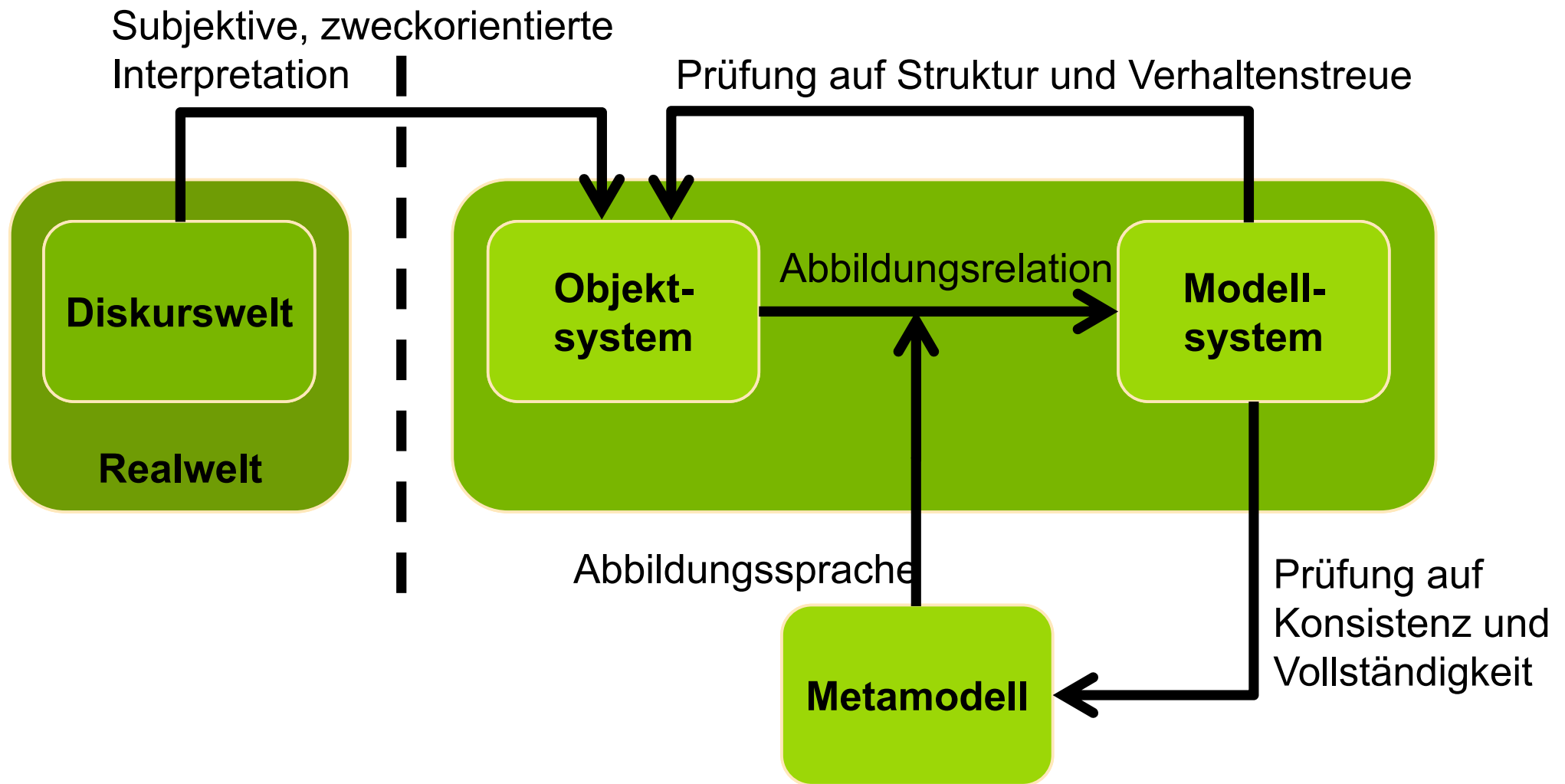
- ursprünglich lat. *modulus*, ital. *modello*, das Maß
- seit 16. Jh.: *Vorbild, Muster, Entwurf*

Modell

Abbildung/Entwurf eines Gebildes
Vorbild für ein Gebilde

3 Funktionen eines Modells

- **Abbildungsfunktion**
Mengentheoretische Zuordnung von Attributen des Originals zu Attributen des Modells
- **Verkürzungsfunktion**
Ausschließliche Berücksichtigung relevanter Merkmale
- **Pragmatische Funktion**
Nutzerorientierung: für bestimmten Nutzerkreis in bestimmtem Zeitraum



3 Modell und Metamodell

Metamodel

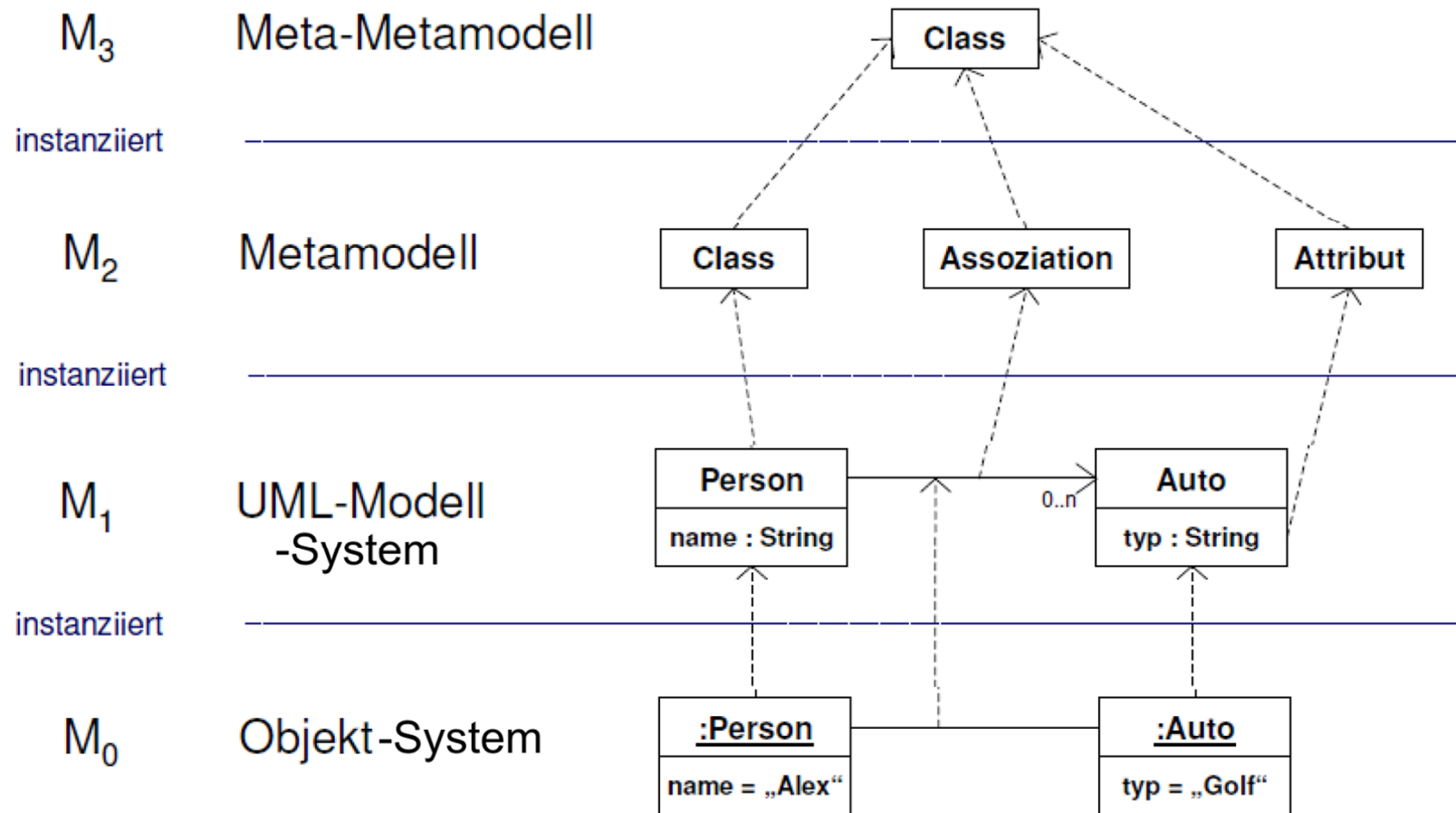
- Definition der Modellierungssprache
- Grundlage für Modelle
- Modell zum Aufbau von Modellen
- Beschreibung von Metaklassen
- Grundlage/Kern von Entwurfstools

Modell

- Basierend auf Metamodell
- Beschrieben mit Modellierungssprache
- Modell zu konkretem Sachverhalt
- Instanzen von Metaklassen
- Ergebnis der Anwendung von Entwurfstools

3 Modell und Metamodell

4-Schichten-Architektur





- Syntaktische (strukturelle) und semantische (inhaltliche) Richtigkeit
- Relevanz
- Systematischer Aufbau
- Vergleichbarkeit
- Klarheit
- Wirtschaftlichkeit



Die Qualität des Datenmodells
bestimmt die Qualität der Datenbank.

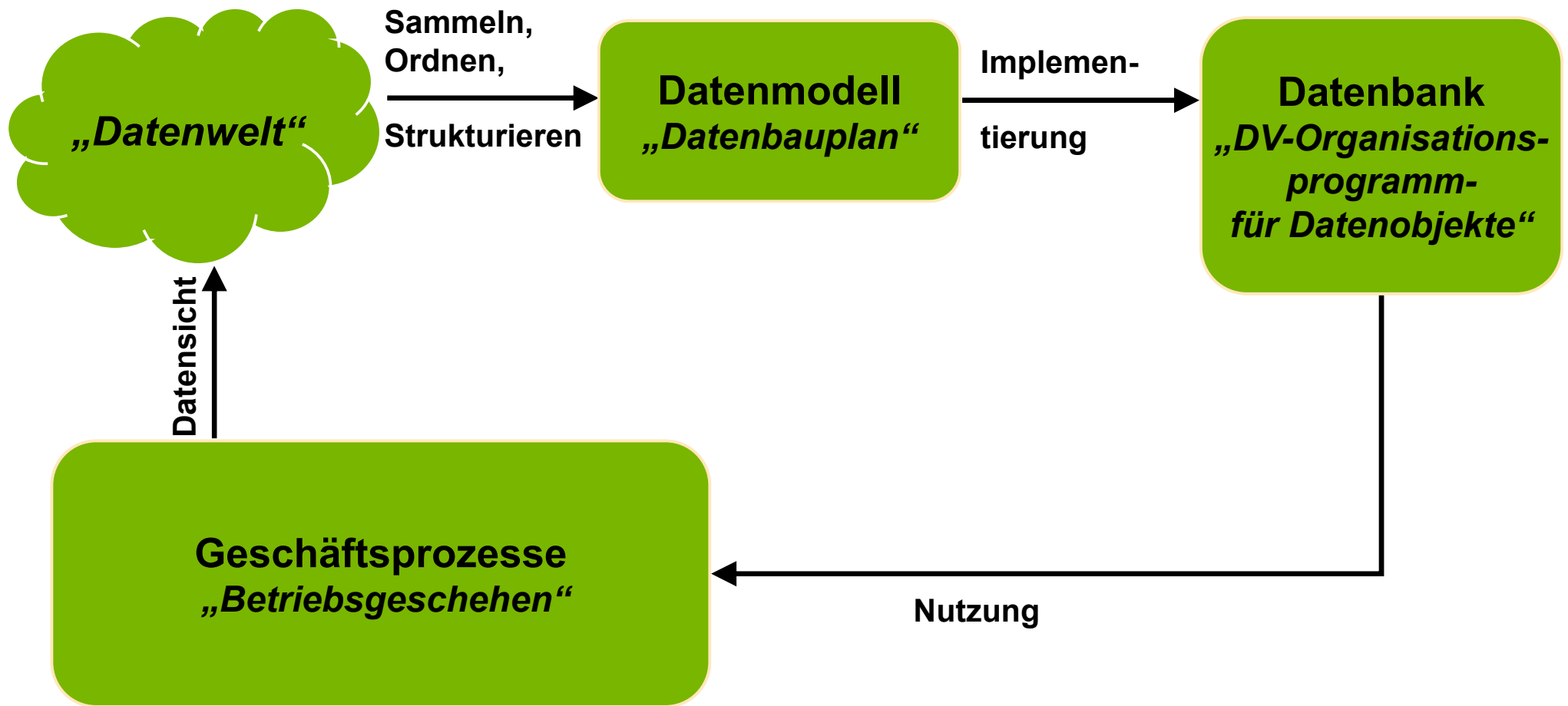


Datenmodellierung

Identifikation, Beschreibung und Strukturierung der für eine Diskurswelt relevanten **Informationsobjekte** sowie deren **Beziehungen** untereinander gemäß der zielbezogenen Anforderungen (z.B. Business Rules)

Beschreibungsmethoden

- Entity-Relationship-Modell (ERM bzw- ERD)
- Strukturiertes Entity-Relationship-Modell (SERM)
- Unified Modeling Language (UML)



3 Anwendungsszenarien

Bibliothek

In einer Bibliothek einer Hochschule gibt es eine Vielzahl von **Büchern**, die inventarisiert sind. **Studenten** und andere **Mitglieder der Hochschule** können sich registrieren lassen und anschließend Bücher für eine gewisse Zeit **ausleihen**.



Was sind die Informationsobjekte?

3 Anwendungsszenarien

Flugreservierungssystem

Ein Reservierungssystem für Flugreisen, wie es in Reisebüros heute üblich ist, kann Auskunft geben über **Flugverbindungen**, **Preise** in unterschiedlichen **Kategorien** und die **Verfügbarkeit von Plätzen**. Man kann über ein solches System ferner **Buchungen** sowie **Stornierungen** vornehmen, **Flugmeilen gutschreiben** lassen sowie **Platzreservierungen** durchführen.



Was sind die Informationsobjekte?

3 Anwendungsszenarien

Medienhändler

Ein Medienhandel für Bücher, Filme und Musik nimmt von Kunden (privat oder gewerblich) Bestellungen entgegen und wickelt diese Aufträge ab, indem die Bestellungen aus dem Lager versandt werden und den Kunden dafür eine Rechnung gestellt wird.



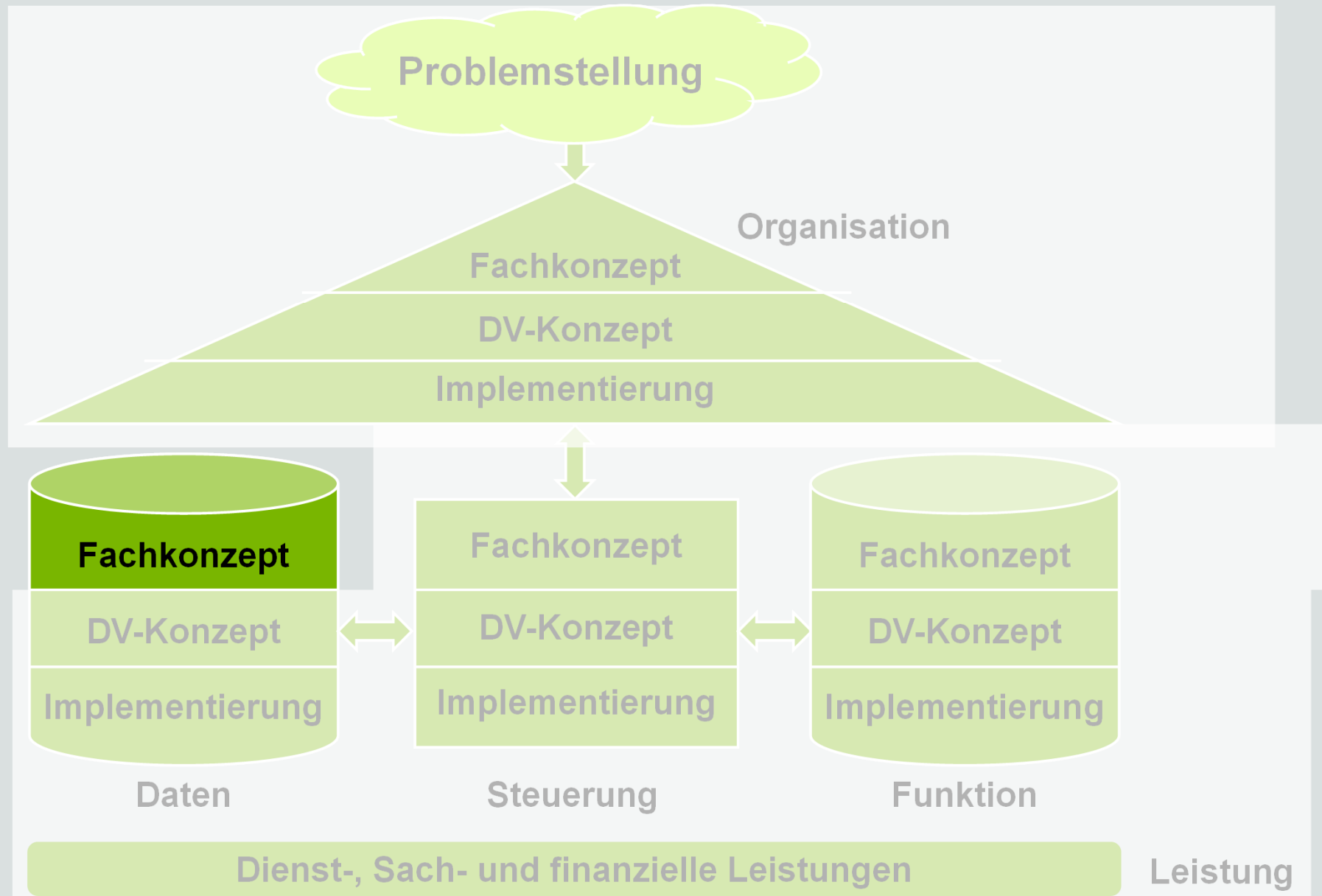
Was sind die Informationsobjekte?

3 Einordnung ARIS-Konzept

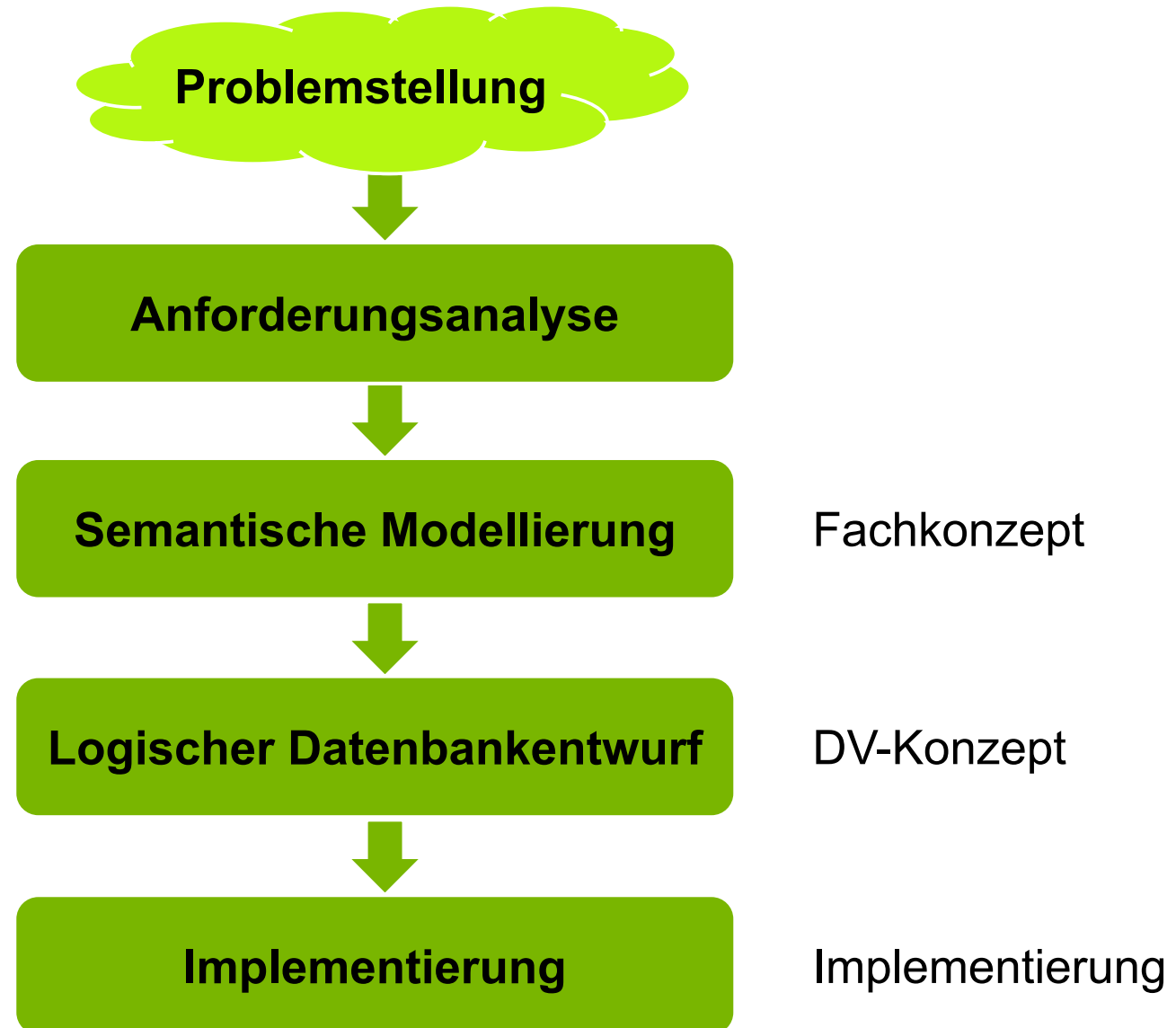


ARIS
Architektur integrierter Informationssysteme

- Ordnungsrahmen zur Entwicklung von Informationssystemen
- Ziel:
Erfüllung der Anforderungen an das Informationssystem



3 Datenbankentwurf



Statische Anforderungen (Datenstruktur)

- Entitytypen (Kunden, Lieferanten usw.)
- Beziehungstypen (Kunde hat Auftrag)
- Attribute (Kunden(Kunr., Kuname usw.)
- Attributseigenschaften (numeric, alpha usw.)

Dynamische Anforderungen

- Festlegung der auszuführenden Operationen
- Benutzerhäufigkeit und Häufigkeit des Datenanfalls
- Zugriffs- bzw. Zugangsbestimmungen
- Anforderungen an die Geschwindigkeit
- Sicherheits- und Schutzanforderungen

Systemanalysemethoden (verbale und bildliche Beschreibung)

- Unterlagenstudium, Fragebogen, Interviews, Selbstaufschreibung, Beobachtung

3 Semantische Modellierung

- Datenbankunabhängiger Entwurf durch modellhafte Beschreibung der analysierten Daten
- Methode: ERM, SERM, UML

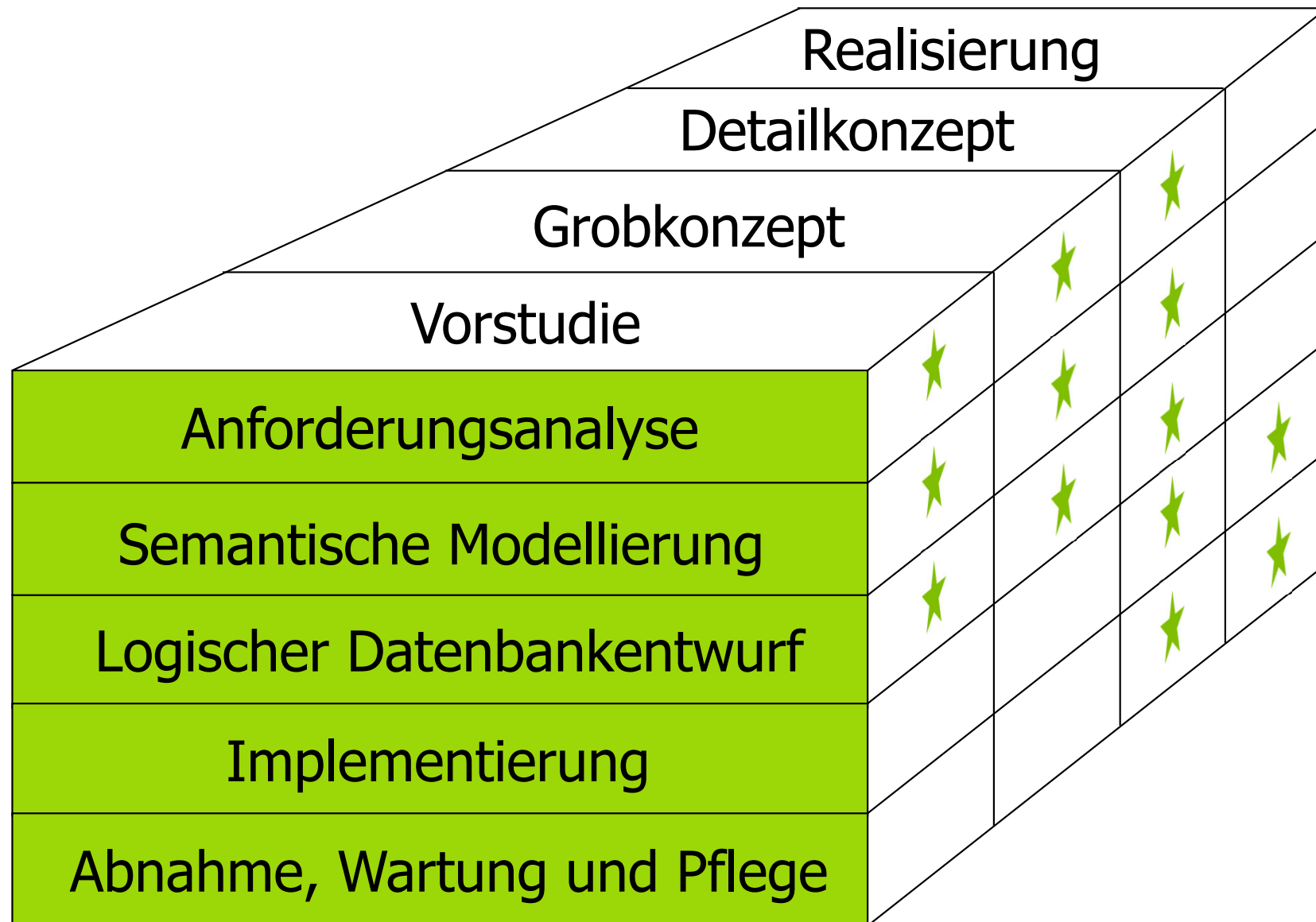
- Datenbankabhängiger, modellhafter Entwurf
- Entwurfstypen: Hierarchisches Modell, Netzwerkmodell, Relationenmodell, Objektmodell, etc.
- Methode: z.B. Normalisierung bei Relationenmodellen



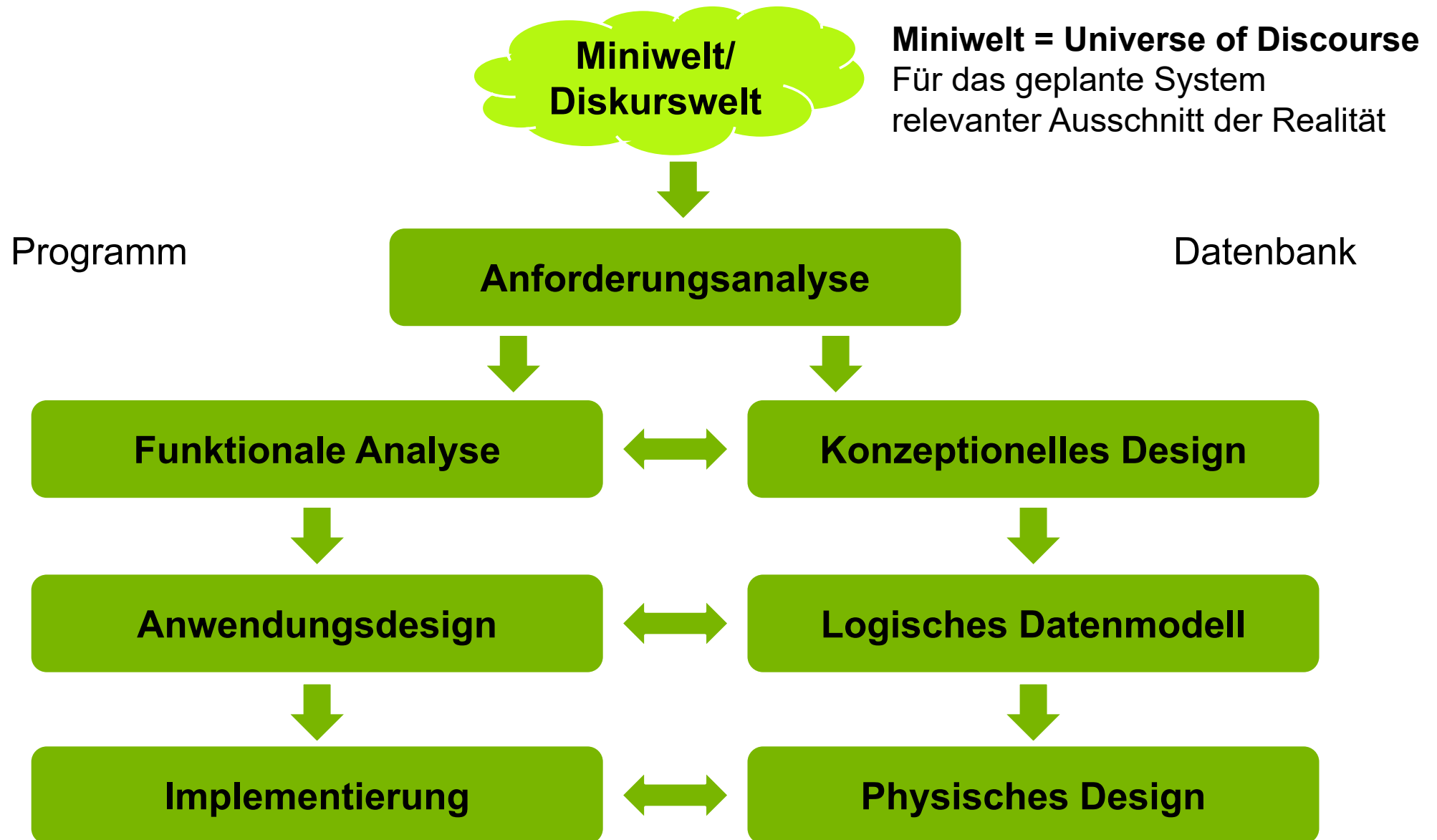
3 Implementierung

- Umsetzung des konzeptionellen Schemas
- Berücksichtigung der Benutzerzugriffsrechte
- Festlegen der Speicherparameter, der physischen Datenstruktur und der Datenbankparameter
- Übernahme von Daten





3 Modellierungskonzepte



- Grundlegende Datenstruktur ist die Tabelle (Relation)
- Zusammengehörende Informationen (→ Datensätze) sind in Zeilen gespeichert (sog. Tupel)
- Aufbau der Datensätze wird durch Tabellenkopf bestimmt
 - Name der Tabelle
 - Bezeichnung der Spalten (Attribute / Eigenschaften)
 - Wertebereiche der Spalte
- Unterscheidung zwischen
 - Objekten und ihren
 - Eigenschaften sowie der
 - Beziehungen der Objekte untereinander



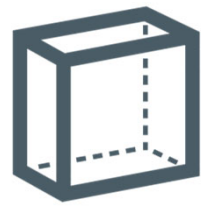
3 Anwendungsszenarien

Bibliothek

In einer Bibliothek einer Hochschule gibt es eine Vielzahl von Büchern, die inventarisiert sind. Studenten und andere Mitglieder der Hochschule können sich registrieren lassen und anschließend Bücher für eine gewisse Zeit ausleihen.



Was sind die Informationsobjekte?



Entität = Entity

Abgrenzbares Objekt der Realität bzw.
Gedankliche Abstraktion

- Real existierendes Objekt: Buch, Fahrzeug, Person
- Gedankliche Abstraktion: Uhrzeit, Konto, Frist



Beziehung = Relationship

Wechselseitiges Verhältnis/Verknüpfung zwischen zwei Entitäten

- Besitzverhältnis zwischen Person und Fahrzeug
- Arbeitsverhältnis zwischen Person und Abteilung



Attribut = Eigenschaft / Datenfeld

Beschreibende Charakterisierung einer Entität oder Beziehung

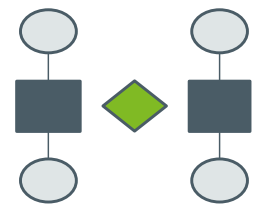
- Name einer Person
- Ausleihdatum eines Buches



Domäne = Wertebereich

Menge aller zulässigen Werte/Ausprägungen eines Attributes

- Menge der ganzen Zahlen
- Zeichenkette
- Boolesche Werte
- Farben



Entity-Relationship-Modell = ER-Modell

Metamodell, einfache Beschreibungsmethode für die Struktur einer Datenbank

Chen, P.P.: The Entity Relationship Model – Towards a unified View of Data, ACM Transactions on Database Systems, Vol.1, March 1976

- Zusammenfassung gleichartiger Entitäten und Beziehungen zu sogenannten *Typen*
- Komplexitätsreduktion durch Konzentration auf das Wesentliche



Entity-Typ / E-Typ

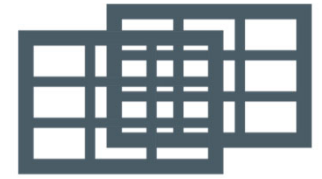
Zusammenfassung (strukturell) gleichartiger Objekte zu einer Kategorie/Klasse

- Symbol: Rechteck

E-Typ


- Entitäten: Yvonne, Eric, David, Anna
- Entity Typ: Student

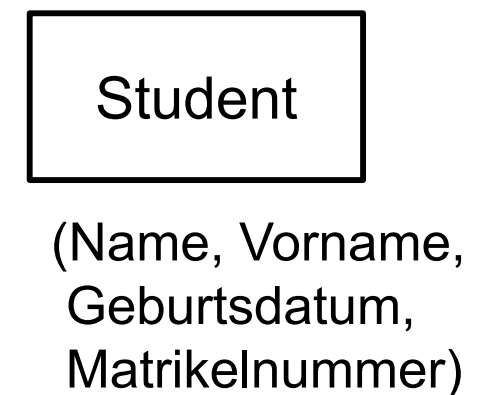
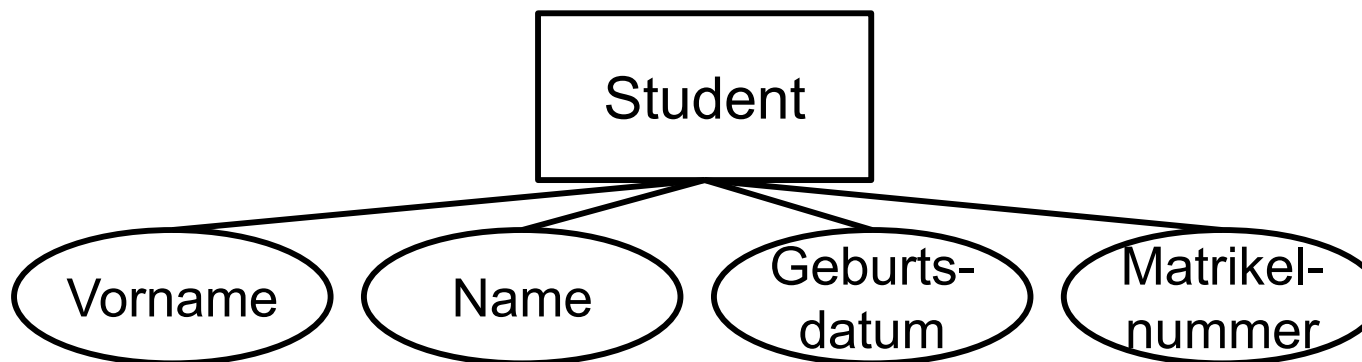
Student



Entitätsmenge = Entity Set

Alle zu einem Zeitpunkt existierenden Entitäten des gleichen Entitätstyps

- Symbol: Kreis/Ellipse 
 - Die Gesamtheit aller Attribute eines Objektes definieren den entsprechenden Objekttypen (E-Typ bzw. R-Typ)
 - Yvonne Müller, 19.6.2000, 739293
 - David Meier, 23.3.2001, 769283
- ⇒ Vorname, Name, Geburtsdatum, Matrikelnummer



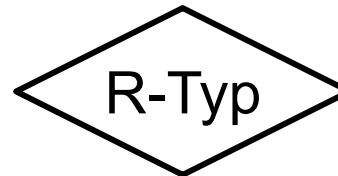
3 Relationship-Typ (Beziehungs-Typ)



Relationship-Typ / R-Typ

Zusammenfassung gleichartiger Beziehungen zwischen gleichartigen Objekte zu einer Beziehungsklasse

- Symbol: Raute
- Yvonne besitzt einen Twingo
- David besitzt einen Polo
- Relationship-Typ: besitzt



Hinweis:
Auch ein R-Typ kann
Attribute haben!





Assoziation

Einseitige Verbindung zwischen einem E-Typ und einem R-Typ

- Yvonne besitzt (einen Twingo).
 - David besitzt (einen Polo).
 - Der Polo wird besessen (von David).
 - Der Twingo wird besessen (von Yvonne).
- ⇒ Person besitzt Fahrzeug





Kardinalität

Beschreibt das zahlenmäßige Verhältnis zwischen den Objekten zweier E-Typen

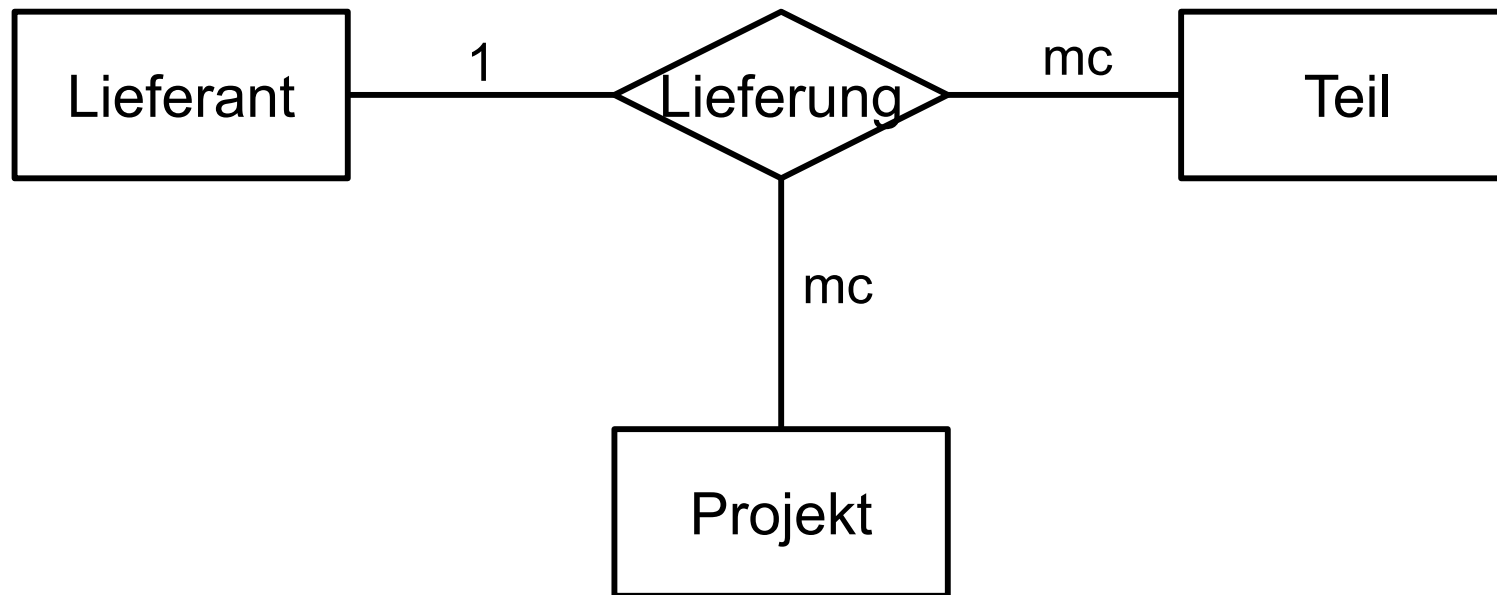
- Eine Person besitzt ein oder mehrere Fahrzeuge.
- Ein Fahrzeug hat genau einen Halter.



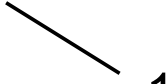

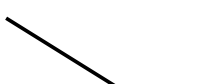
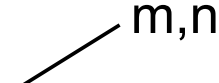
3 Kardinalität



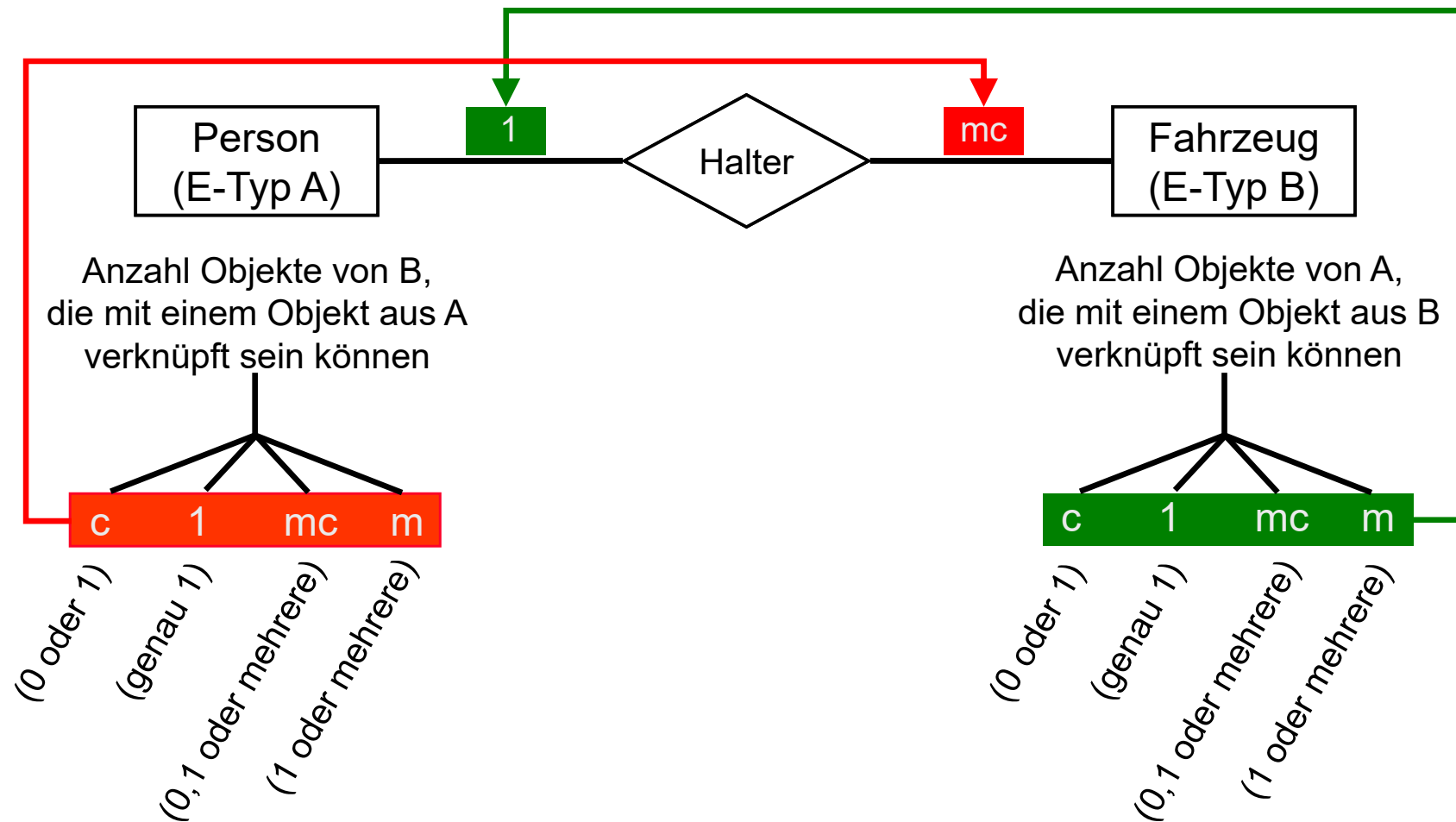
Für ein Projekt werden von Lieferanten Teile geliefert.



Wie sind die Kardinalitäten zu interpretieren?

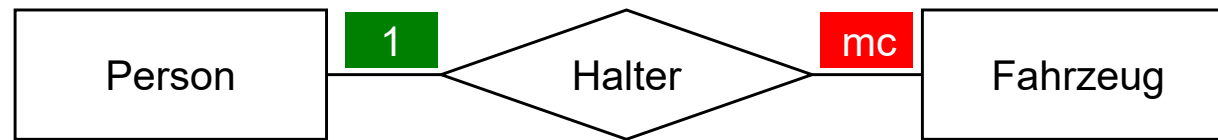
Bezeichnung des Assoziationstyps A (E1, E2)	Anzahl der Entitäten in E2, die der Entität E1 zugeordnet werden können	Symbol	Grobklassifizierung nach Chen	Min-Max-Notation
einfach	genau eine	1		(1,1)
konditionell	keine oder eine, d.h. $c=0$ oder $c=1$	c		(0,1)
multipl	mindestens eine, d.h. $m \geq 1$	m,n		(1,*)
multipl-konditionell	keine, eine oder mehrere, d.h. $mc \geq 0$	mc, nc		(0,*)

Die Verwendung von m und n erfolgt synonym.

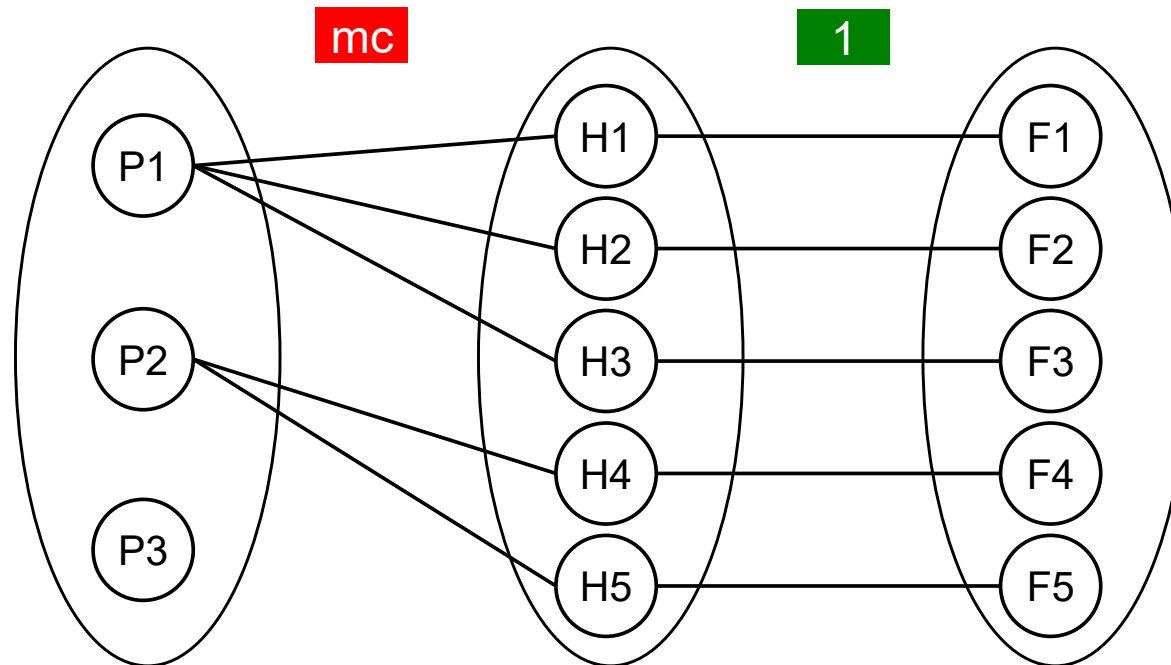


3 Beziehungskardinalitäten

Objekttypensicht



Mengensicht



3 Beziehungskardinalitäten

- **Typ 1:** einfache Assoziation

- Jedem Entity aus der Entitymenge 1 ist **GENAU EIN** Entity der Entitymenge 2 zugeordnet.

Bsp.: Mitarbeiter – Abteilung

- **Typ c:** konditionelle (bedingte) Assoziation

- Jedem Entity aus der Entitymenge 1 ist **KEIN ODER EIN** Entity der Entitymenge 2 zugeordnet.

Bsp.: Nicht jeder Mitarbeiter ist auch Abteilungsleiter.

3 Beziehungskardinalitäten

- **Typ m:** mehrfache (komplexe oder multiple) Assoziation
 - Jedem Entity aus der Entitymenge 1 sind **MEHRERE** Entities der Entitymenge 2 zugeordnet.
 - Sind jeder Entity aus der Entitymenge 2 auch mehrere Entities der Entitymenge 1 zugeordnet, so spricht man oft auch von einer m:n-Beziehung anstatt von einer m:m-Beziehung.
 - Oft wird der Buchstabe n statt m verwendet, z.B. 1:n-Beziehung.

Bsp.: Projekte können von mehreren Mitarbeitern durchgeführt werden und brauchen mindestens einen Mitarbeiter, der es bearbeitet.

- **Typ mc:** mehrfach-konditionelle Assoziation
 - Jedem Entity aus der Entitymenge 1 ist **KEINE, EINE ODER MEHRERE** Entities der Entitymenge 2 zugeordnet.

Bsp.: Mitarbeiter arbeiten an keinen, einem oder mehreren Projekten.

Kardinalität	E-Typ 1	R-Typ	E-Typ 2
c:c	Frau	Ehe	Mann
c:1	Staat	Hauptstadt	Stadt
c:mc	Mitarbeiter	Leitung	Abteilung
c:m	Wald	Beinhaltet	Baum
1:1	Sollbuchung	Buchungsvorgang	Habenbuchung
1:mc	Frau	Mutter	Kind
1:m	Gebäude	Lage	Raum
mc:mc	Kunde	Bestellung	Artikel
mc:m	Kurs	Belegung	Student
m:m	Studiengang	Studium	Student

3 Beziehungskardinalitäten – Mächtigkeit

A1 \ A2	1	c	m	mc
1	H(1,1) einfach/einfach	H(1,c)	H(1,m) einfach/komplex	H(1,mc)
c	H(c,1)	K(c,c)	K(c,m)	K(c,mc)
m	H(m,1) einfach/komplex	K(m,c)	N(m,m) komplex/komplex	N(m,mc)
mc	H(mc,1)	K(mc,c)	N(mc,m)	N(mc,mc)

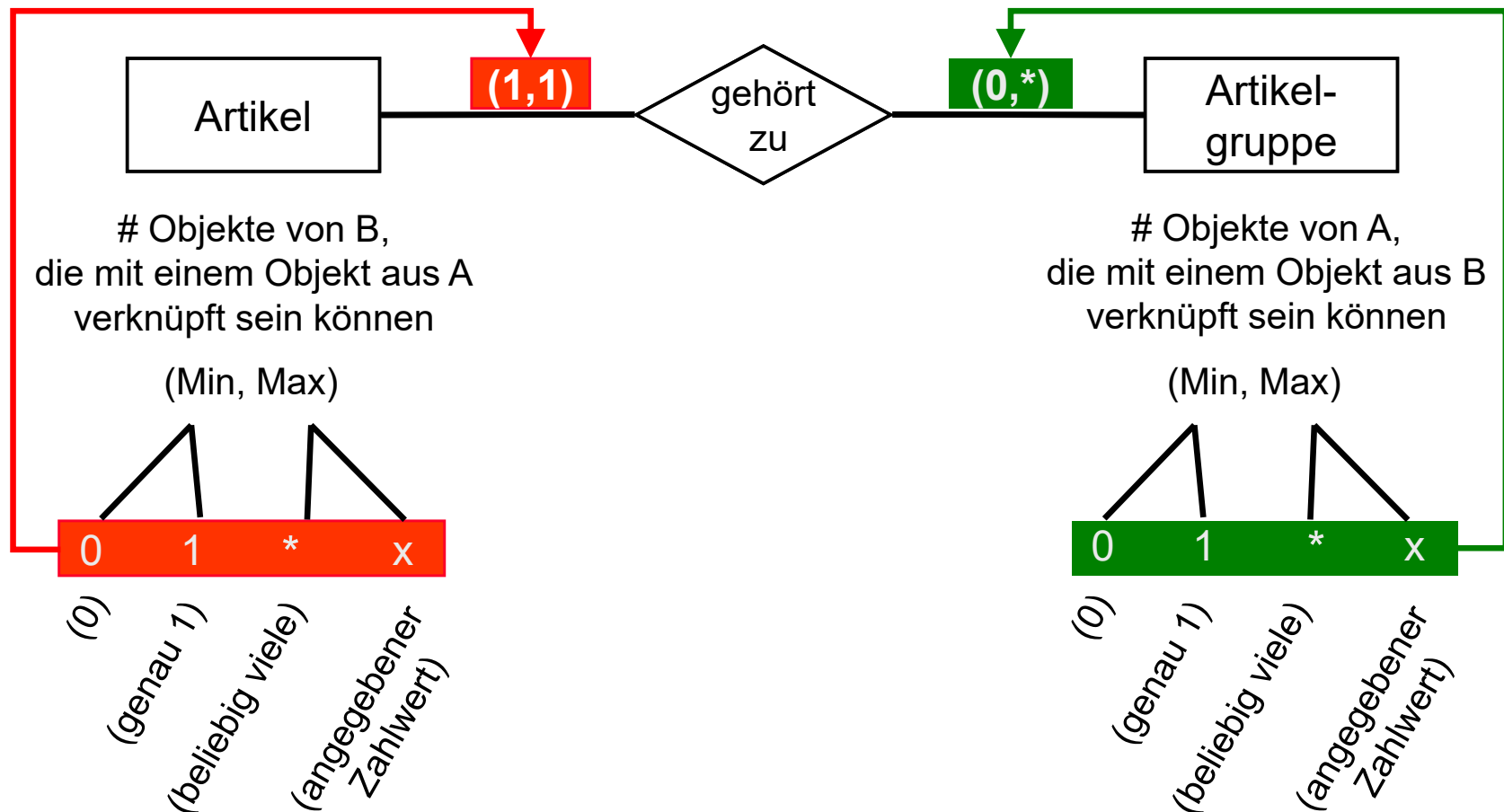
H = hierarchische Beziehungen

K = konditionelle Beziehungen

N = netzwerkförmige Beziehungen

3 Min-Max-Notation

- Tausch der Kardinalitäten einer Beziehung
- Pro Kante: Beliebiges Minimum und Maximum





3 Primär-, Sekundär- und Fremdschlüssel



- Primärschlüssel (Primary Key, PK)
Für die Identifikation ausgewählte eindeutige Attributkombination eines Objekttyps
- Sekundärschlüssel / Indexschlüssel
Zur Beschleunigung des Datenzugriffs ausgewählte, nicht notwendigerweise eindeutige Attributkombination
- Fremdschlüssel (Foreign Key, FK)
von einem anderen Objekttyp ererbter Primärschlüssel
- Die Attribute, die Teil des Primärschlüssels sind, werden als *Schlüsselattribute* bezeichnet, die übrigen als *Nichtschlüsselattribute*.



Identifikationsschlüssel

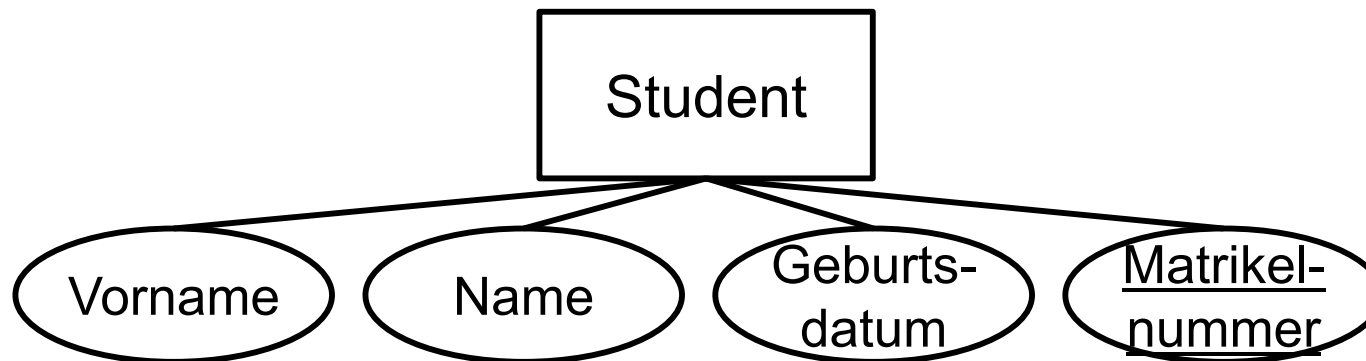
Attribut bzw. Attributkombination eines Objekttyps, das/die geeignet ist/sind, jedes Objekt der Objektmenge eindeutig zu identifizieren.

- Ein Schlüssel bestimmt die restlichen Attributwerte eines Objektes eindeutig.
- Das heißt, es gibt keine zwei Objekte / Datensätze, die hinsichtlich der Attributwerte ihrer Schlüssel gleich sind, aber unterschiedliche Werte in anderen Attributen besitzen.
- Ein Schlüssel bestehend aus mehreren Attributen ist ein *zusammengesetzter Schlüssel*.
- Ein Identifikationsschlüssel kann als Primärschlüssel verwendet werden, muss aber nicht.

3 Schlüsselattribut(e)

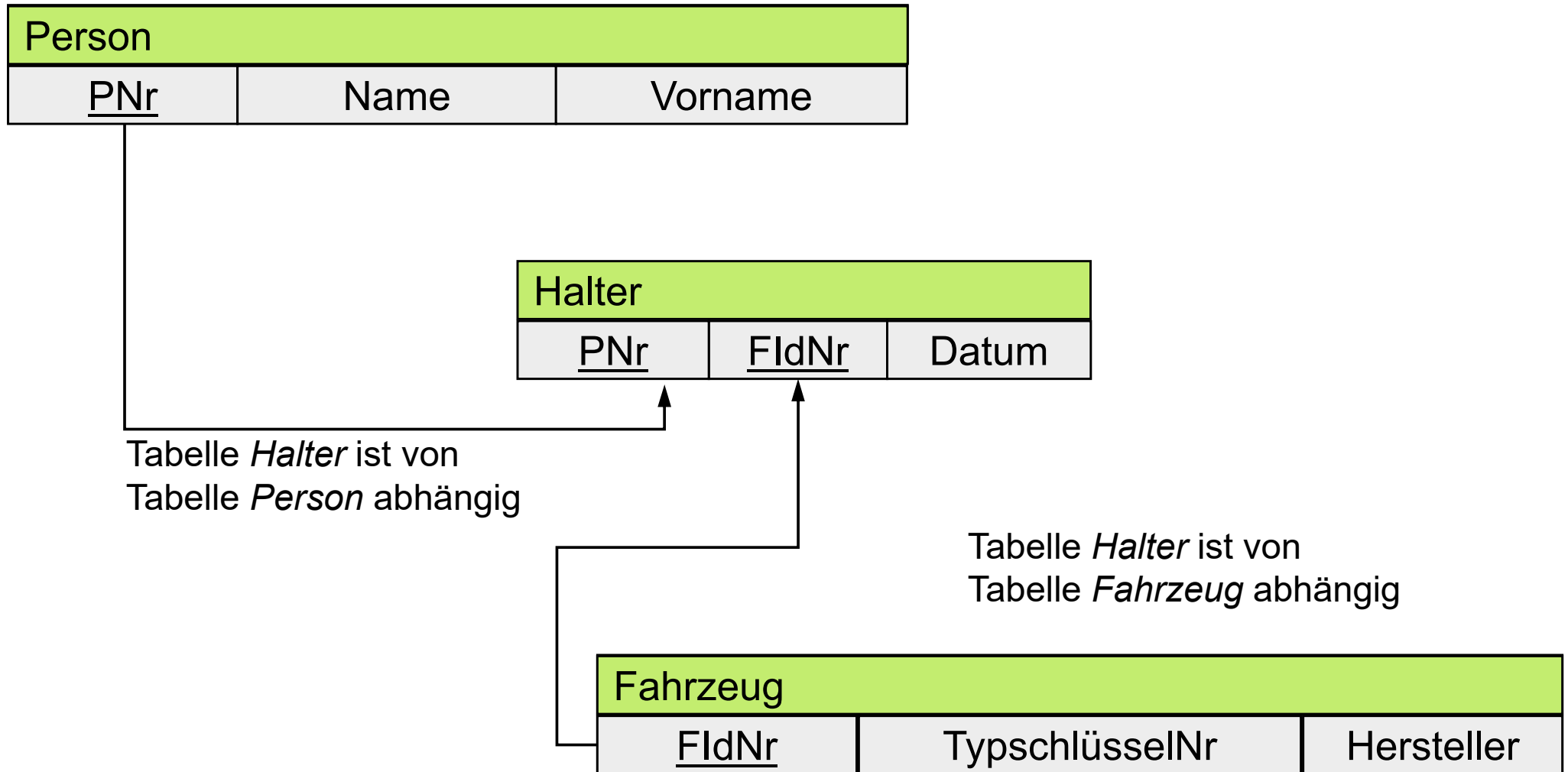
- Darstellung im ERM: Unterstreichung

Schlüssel-
attribut



- Der Primärschlüssel eines E-Typs wird an die adjazenten R-Typen vererbt.
- Der Primärschlüssel des R-Typs besteht i.d.R. wieder aus einer Kombination aller geerbten Primärschlüsseln der in Beziehung gesetzten E-Typen.
- Die Vererbung ist implizit, d.h. die geerbten Attribute werden i.d.R. nicht als Attribut an den R-Typ geschrieben.

3 Referentielle Integrität



3 Schwache Objekttypen

Schwacher E-Typ

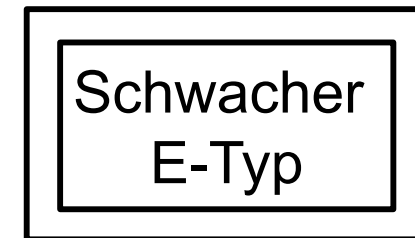
Von einem E-Typ B abhängiger E-Typ A.

⇒ Assoziation von A zu B ist 1.

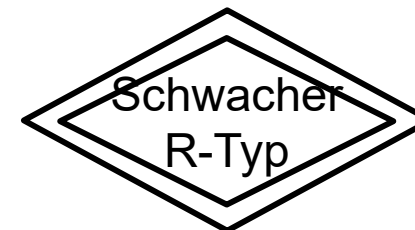
⇒ Schlüssel von A enthält Schlüssel von B.

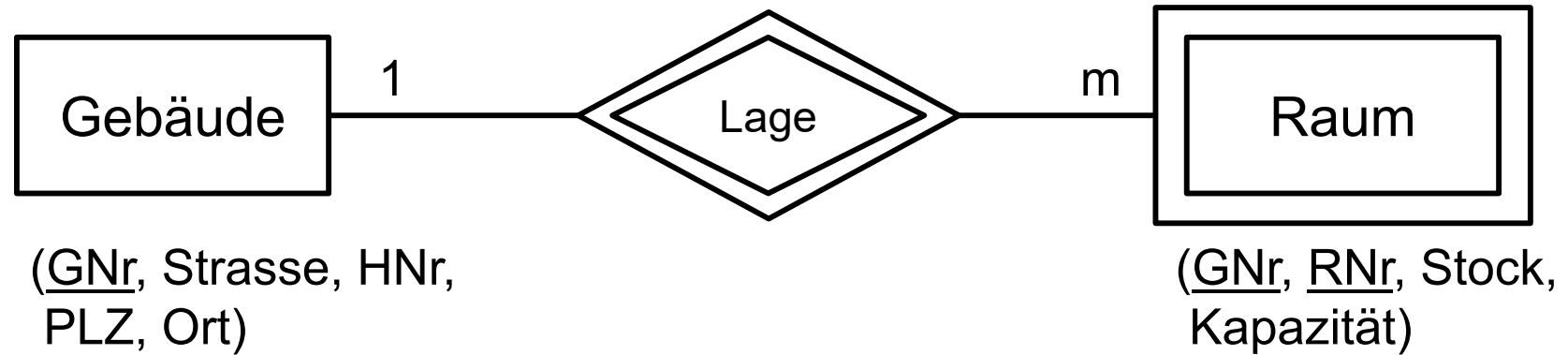
Die Beziehung zwischen A und B ist ebenfalls schwach.

- Darstellung schwacher E-Typ:
Doppeltes Rechteck

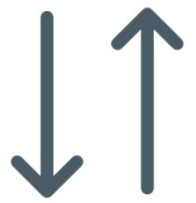


- Darstellung schwacher R-Typ:
Doppelte Raute





3 Generalisierung und Spezialisierung



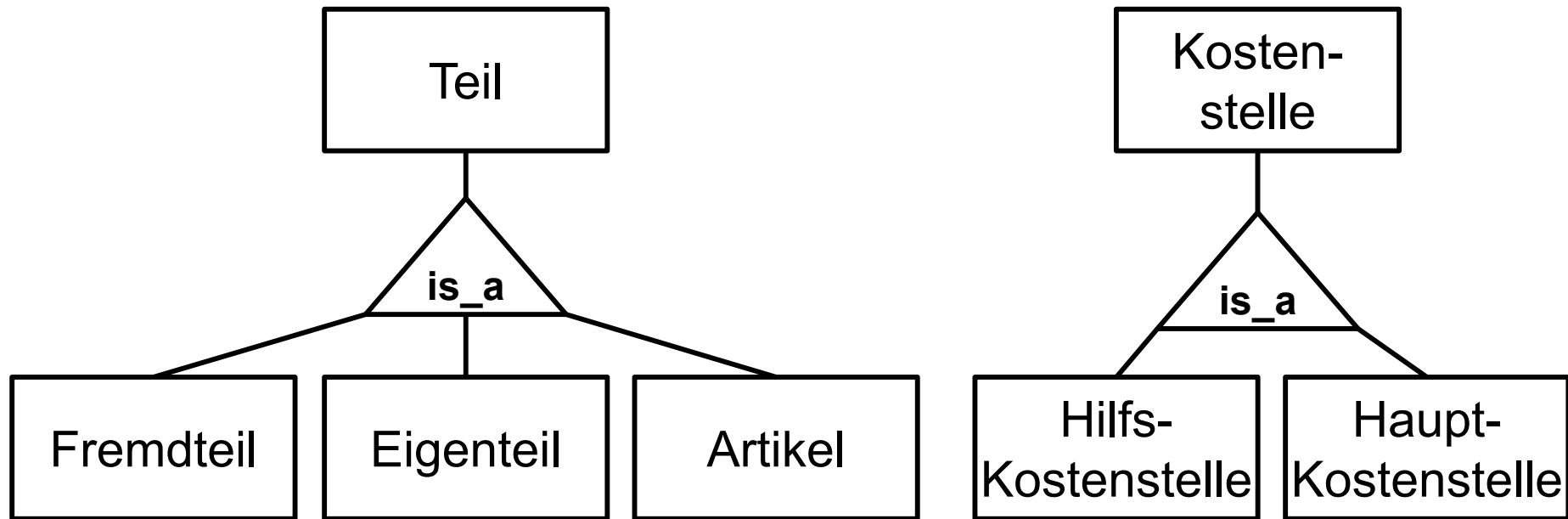
Generalisierung

Zusammenfassung von gleichartigen (= gemeinsame Merkmale und Beziehungen) Objekttypen (Subtypen) zu einem Objekttyp (Supertyp)

Spezialisierung

Zerlegung eines Objekttyps (Supertyp) in nachgeordnete Objekttypen (Subtypen) mit speziellen Merkmalen und/oder Beziehungen

3 Generalisierung und Spezialisierung



3 Generalisierung und Spezialisierung

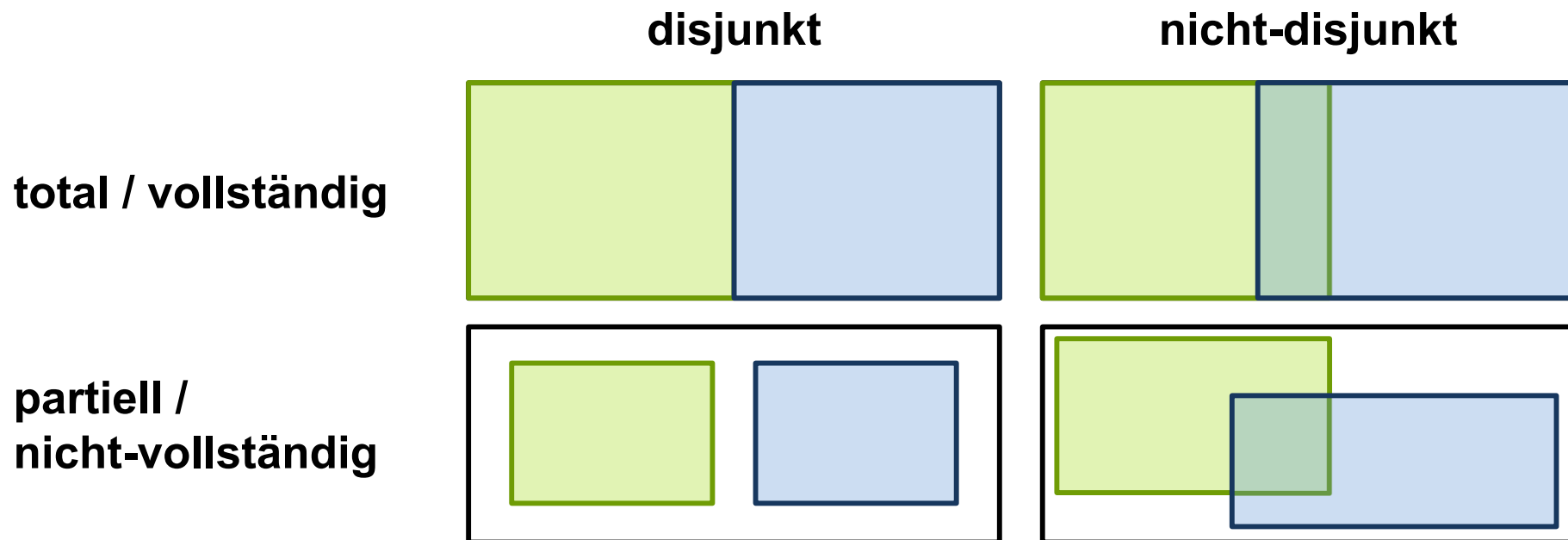
Gründe für eine explizite Spezifikation von Teilmengen einer Objektmenge:

- Einzelne Teilmengen der Gesamtobjektmenge haben Sonderattribute, die für die Gesamtmenge nicht relevant sind.
- Beziehungstypen zu anderen Objektmengen gelten nur für bestimmte Teilmengen.
- Die auf die einzelnen Teilmengen zugreifenden Verarbeitungsprozesse sind unterschiedlich.

3 Generalisierung und Spezialisierung

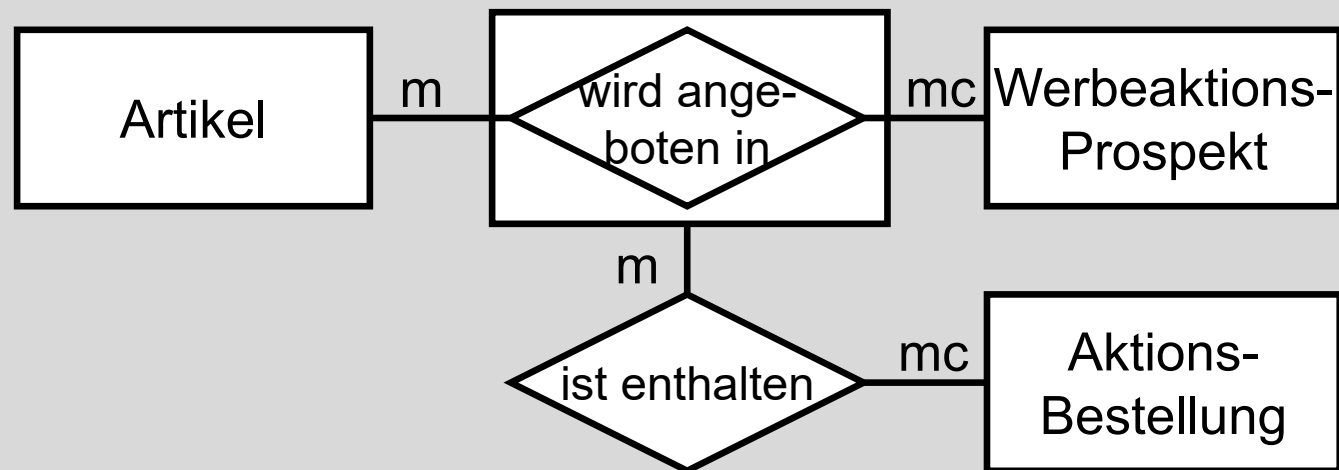
Klassifizierung hinsichtlich der Teilmengen

- disjunkt versus nicht-disjunkt
- total / vollständig versus partiell / nicht-vollständig
- vollständig und disjunkt \Rightarrow Partition



Aggregation

Zusammenfassung von Beziehungen zu einem Objekt höherer Ordnung.

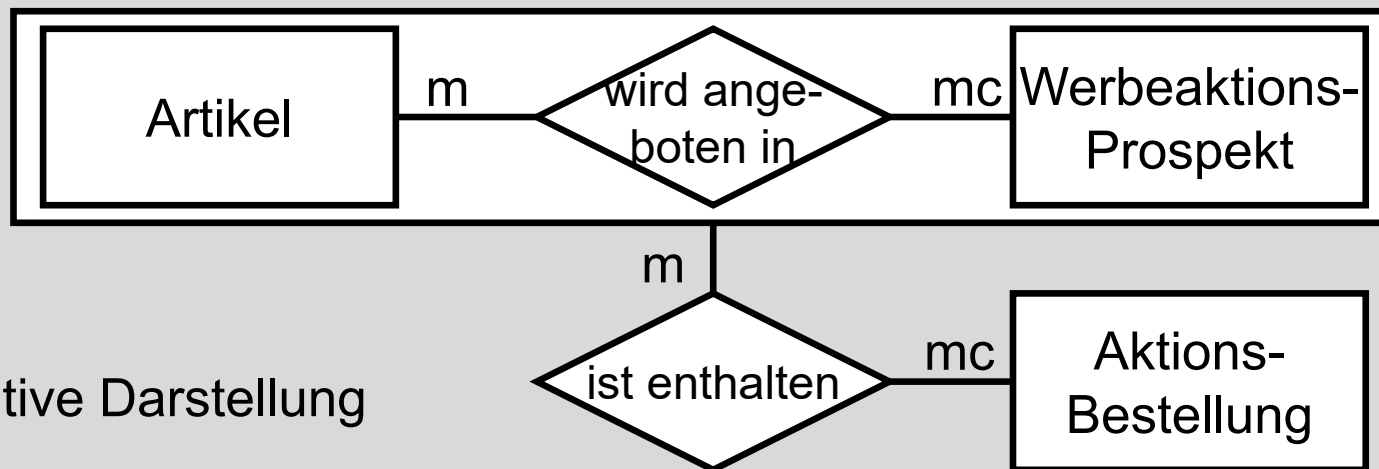


3 Aggregation



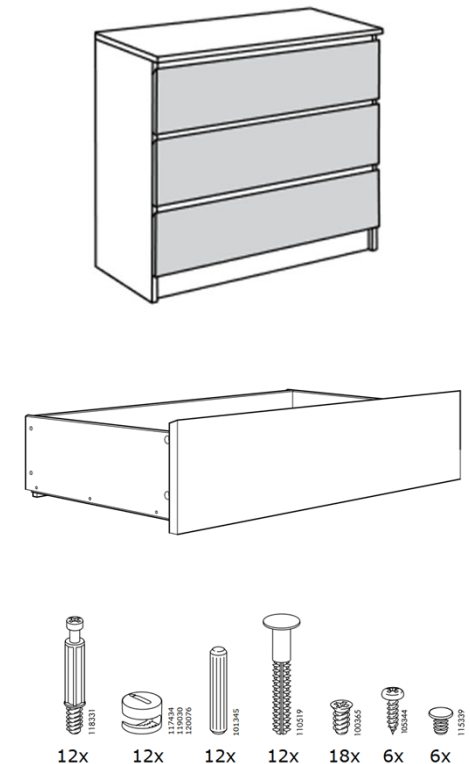
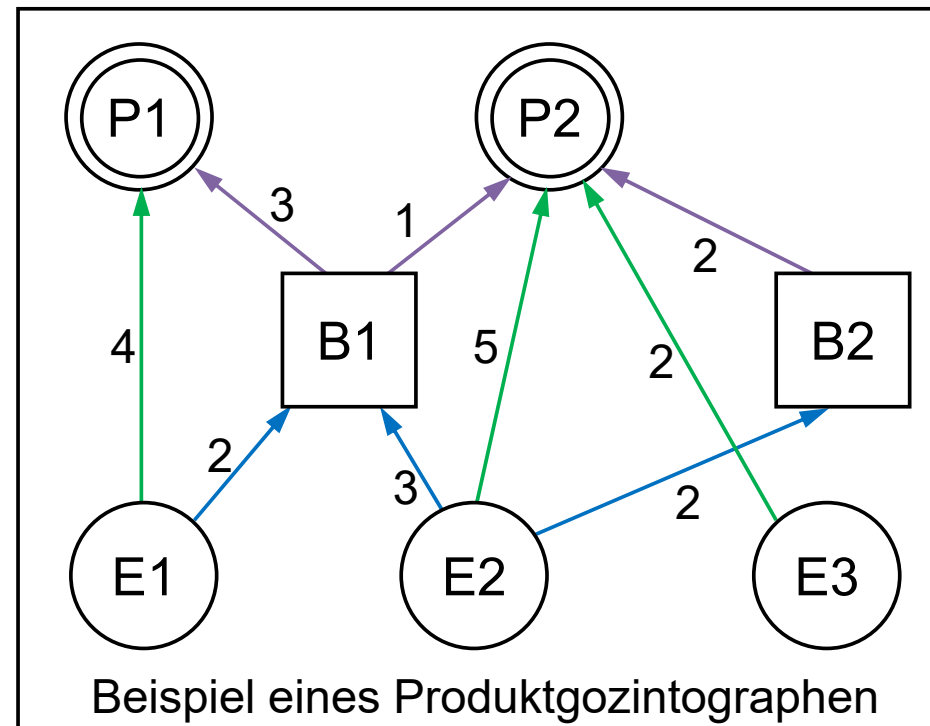
Aggregation

Zusammenfassung von Beziehungen zu einem Objekt höherer Ordnung.

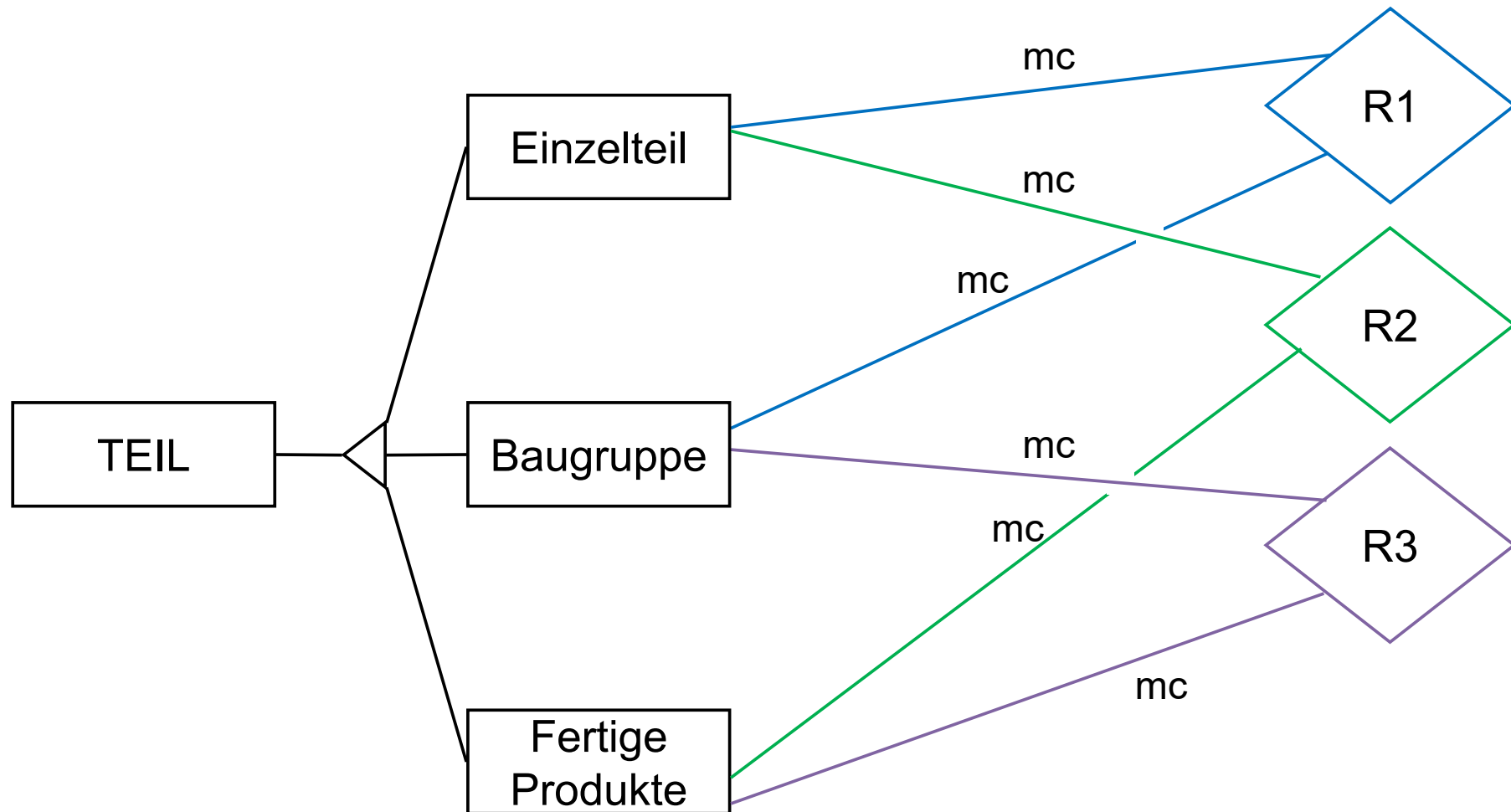


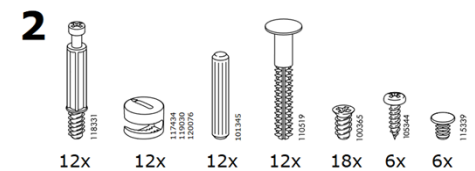
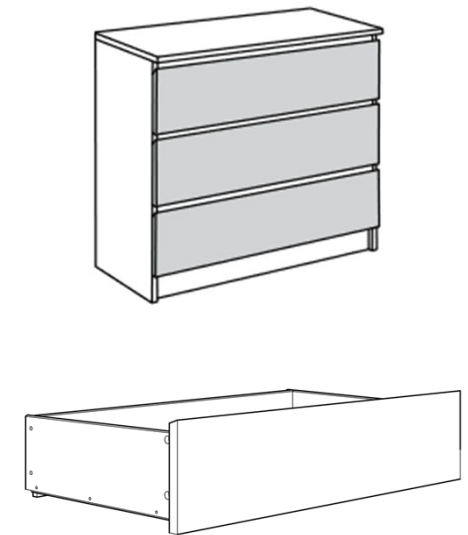
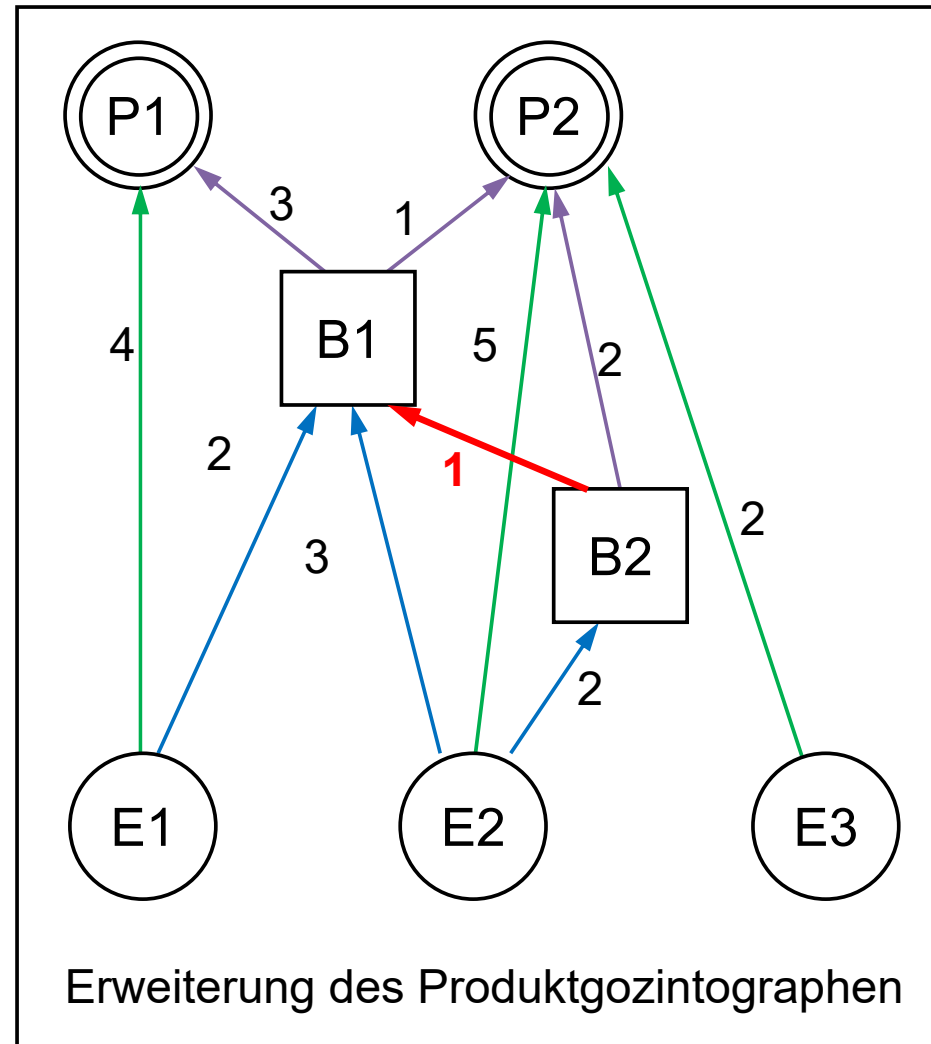
Alternative Darstellung

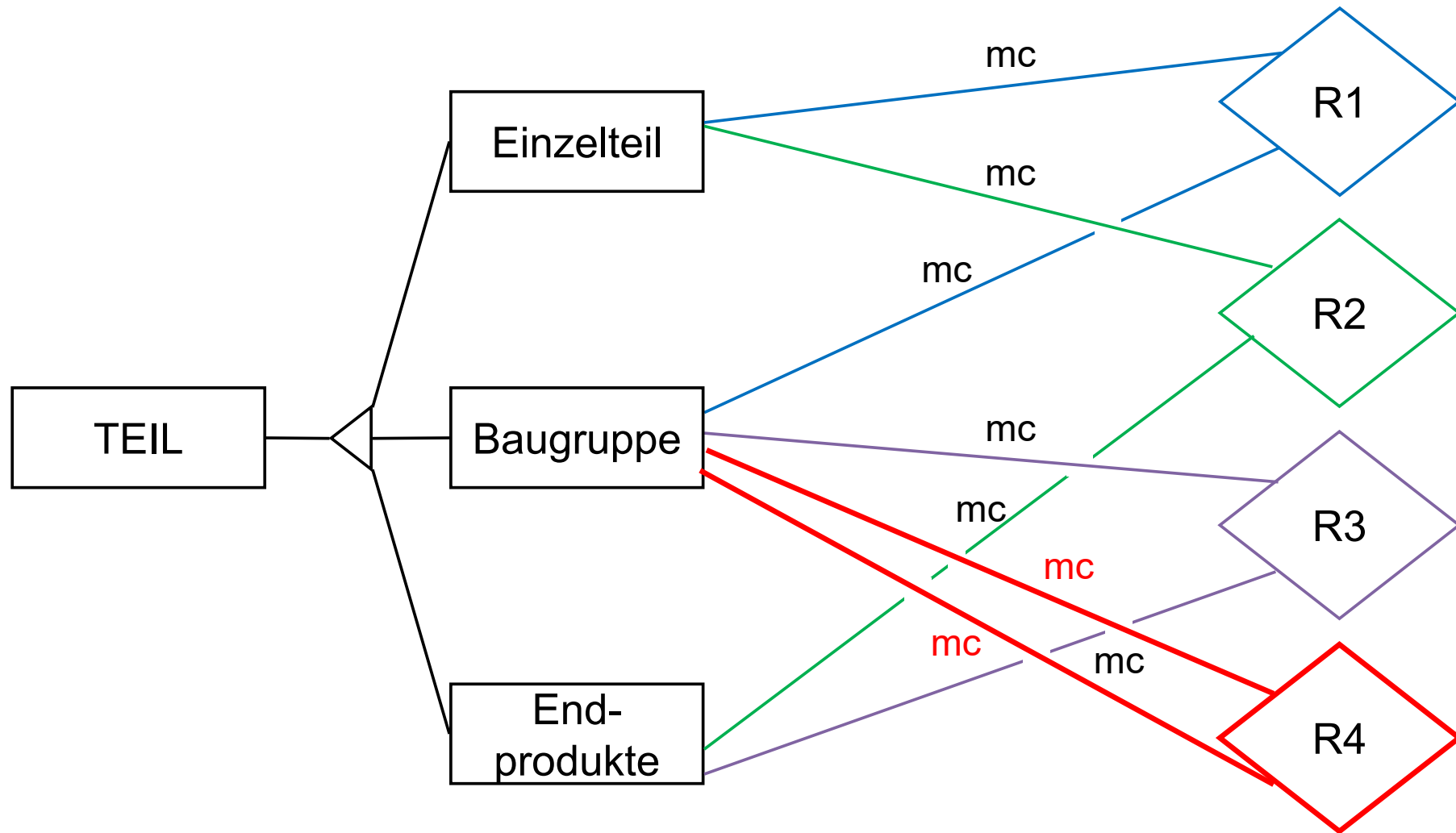
Beispiel: Beliebig komplexer Produktaufbau; Anzahl der Komponenten und ihre Zusammensetzung sind beliebig



Konkretes Beispiel mit fertigen Produkten P1 und P2, Bauteilen B1 und B2, Einzelteilen E1 bis E3 sowie mit den nötigen Kardinalitäten.





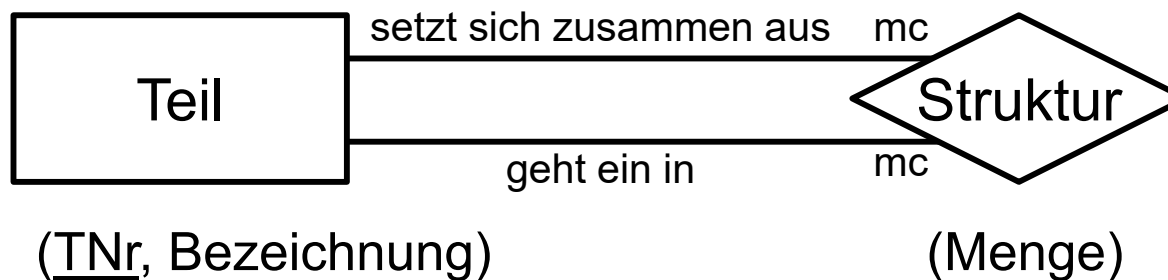


3 Rekursion

Rekursion

Beziehungstyp, der einen E-Typ mit sich selbst in Beziehung setzt zur Umsetzung einer Beziehung zwischen den Objekten dieses E-Typs

Notwendig: Rollennamen der parallelen Kanten



- **Flugreservierungssystem**

Ein Reservierungssystem für Flugreisen, wie es in Reisebüros heute üblich ist, kann Auskunft geben über Flugverbindungen, Preise in unterschiedlichen Kategorien und die Verfügbarkeit von Plätzen. Man kann über ein solches System ferner Buchungen sowie Stornierungen vornehmen, Flugmeilen gutschreiben lassen sowie Platzreservierungen durchführen.

- **Stammbaum**

- **THMCard**

Da die THMCard als Zugangsberechtigung zu verschiedenen Räumen der Hochschule gelten soll, müssen die folgenden, die Organisationsstruktur der Hochschule betreffenden Informationen abgebildet werden.

Die Abteilungen (Dezernate, Fakultäten, Institute etc.) der Hochschule sind hierarchisch organisiert. Jede Abteilung verfügt über bestimmte Planstellen, die von den Mitarbeitern besetzt werden. Einzelne Mitarbeiter können mehrere Planstellen besetzen, wie z.B. Sekretärinnen, die für unterschiedliche Abteilungen tätig sind. Eine Planstelle kann auch auf verschiedene Mitarbeiter aufgeteilt werden. Die Zugangsberechtigungen, die ein Mitarbeiter nun zu verschiedenen Räumen erhält, hängt von den Arbeitsplätzen ab, an denen ein Mitarbeiter arbeitet.

- **Vollständigkeit**

Datenmodell ist vollständig, wenn alle gewünschten Informationen im Modell vorhanden sind, die von einer übergeordneten Anwendung gefordert werden.

- **Redundanzfreie Darstellung**

Keine doppelte Darstellung der gleichen Informationen.

- **Übersichtlichkeit**

Einfachheit der Darstellung hinsichtlich der grafischen Elemente:

- Verbindungslinien waagerecht / senkrecht, möglichst kurz
- Überkreuzungen von Linien möglichst vermeiden
- Attribute in Klammern, nicht als Ellipsen

3 Vorgehensweise bei der Modellierung

1. Identifikation der relevanten Entitäten
2. Bestimmung der Attribute der Entitäten
3. Festlegung der Schlüssel
4. Festlegen der Beziehungen zwischen den Entitäten
5. Ermittlung der Kardinalitäten und der Schlüssel

3 Identifikation der relevanten Entitäten

Schritt 1: Identifikation der relevanten Entitäten

Kandidaten für E-Typen

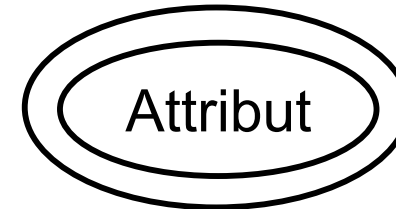
- Individuen und Institutionen
z.B. Kunde, Student, Lieferant
- materielle und immaterielle Objekte
z.B. Artikel, Kurs, Reise, Film
- Entitäten, für die keine Attribute gefunden werden (können),
deuten auf Modellierungsfehler hin.

3 Bestimmung der Attribute der Entitäten

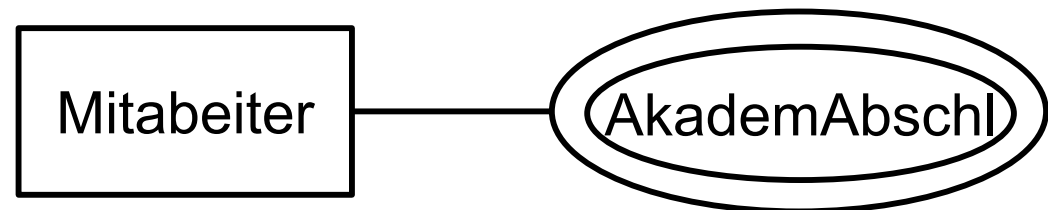
Schritt 2: Bestimmung der Attribute der Entitäten

- Jedes Attribut wird nur einmal in einem Objekttyp modelliert.
- Attribute, die nur Werte annehmen können, welche bereits in anderen Entitätsmengen vorhanden sein müssen, stellen i.d.R. falsch modellierte Beziehungen dar.
z.B. Attribut Projektleiter in Objekttyp Projekt
→ Beziehung Projektleitung
- Attribute sind i.d.R. atomar, d.h. jedes Attribut enthält nur eine Information.

- Mehrwertige Attribute
- Symbol: doppelte/r Kreis/Ellipse



- Beispiel:
Prof. Dr. Jens Kurz, Dipl.-Wirtsch.-Inform.
PD Dr. Marta Schulze, Dipl. Inform.
Hans Meier, B.Sc.



- Achtung: Modellierung als Beziehung zu eigener Entität meist besser!

3 Festlegung der Schlüssel

Schritt 3: Festlegung der Schlüssel

- Jeder Objekttyp benötigt einen Identifikationsschlüssel, mit dessen Hilfe jeder Datensatz des Objekttyps eindeutig identifiziert werden kann.
- Kriterien zur Wahl des Identifikationsschlüssels
 1. Eindeutigkeit
 2. Unveränderlichkeit
 3. Laufende Zuteilbarkeit
 4. Kürze
- Aspekte
 - Nur Schlüsselattribute kommen mehrfach vor.
 - Primär- und Sekundärschlüssel
 - Fremdschlüssel
 - „sprechende Schlüssel“ / Klassifikationsschlüssel

3 Festlegung der Schlüssel

Schritt 3: Festlegung der Schlüssel

- Identify:
Vererbter Schlüssel ist wieder Teil des Primärschlüssels
- NonIdentify:
Vererbter Schlüssel ist nicht wieder Teil des Primärschlüssels

3 Festlegen der Beziehungen zwischen Entitäten

Schritt 4: Festlegen der Beziehungen zwischen Entitäten

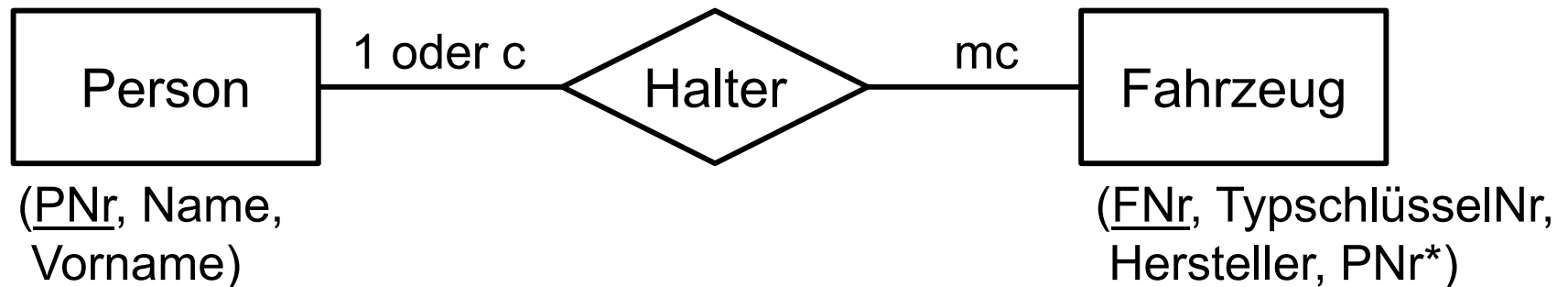
- Art der Beziehung abhängig von
 - Anforderungen der Diskurswelt
 - Abgrenzung der Entitätsmengen
- Vererbte Attribute (einer Spezialisierung) werden i.d.R. nicht an die Beziehung geschrieben.

Schritt 5: Ermittlung der Kardinalitäten und der Schlüssel

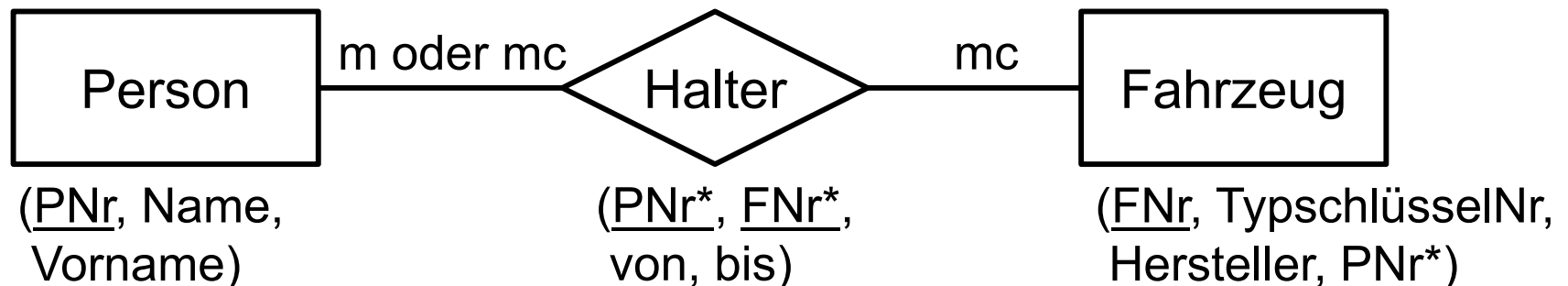
Hierbei gilt: Kardinalitäten → Schlüssel

- **Einfachen Beziehungen** (Eine Assoziation hat 1 oder c):
Entität mit 1/c vererbt PK i.d.R. als FK in anderer Entität
- **Komplexe Beziehungen** (Assoziationen haben m/mc):
Beziehung wird zu eigener Entität, in der die vererbten Schlüssel i.d.R. den Primärschlüssel bilden.
- **Kompl. Bez. und Objekte** der adjazenten E-Typen **können mehrfach miteinander in Beziehung stehen**:
 - Zusätzlich zu den vererbten Schlüsseln wird ein zusätzliches Attribut im Primärschlüssel benötigt.
 - Oder es muss ein künstlicher Schlüssel verwendet werden.

- **Einfache Beziehung:**



- **Komplexe Beziehung:**



Sofern folgendes Szenario realistisch: Person besitzt Fahrzeug mehrfach:
Dann muss Halter.von auch noch Teil des PK werden oder nur BNr ist PK.

3 Typische Modellierungsfehler

- Fremdschlüssel anstatt Beziehung
 - Falsch: Kunde(Knr, Kname, TNr*), Tour(Tnr, Tname)
 - Richtig: Kunde(Knr, Kname) – #bucht(BNr, Knr*, Tnr*) – Tour(Tnr, Tname)
- Falsch platzierte Attribute
 - Falsch: Kunde(Knr, Kname, Bdatum) – #bucht(...) – Tour(Tnr, Tname)
 - Richtig: Kunde(Knr, Kname) – #bucht(..., Bdatum) – Tour(Tnr, Tname)
- Unzureichende Primärschlüssel
 - Ein Name identifiziert einen Studierenden nur unzureichend. Es braucht einen künstlichen Schlüssel wie die Matrikelnummer.
- Zusammengefasste Beziehungen
 - Falsch: Mitarbeiter – #Ausgestattet – Computer;Wagen
 - Richtig: Mitarbeiter – #AusgestattetW – Wagen
Mitarbeiter – #AusgestattetC – Computer
- Nicht realitätskonforme Modellierung

Jede Banken verfügt über mehrere Filialen in unterschiedlichen Städten. Die Bankfilialen führen Konten unterschiedlichen Typs (Giro, Festgeld, Spar) für Bankkunden.

An die Kunden werden zudem Darlehen unterschiedlichen Typs vergeben, welche durch eine bankweite eindeutige Darlehensnummer identifiziert werden. Es gibt verschiedene Typen von Darlehen.

Jedem Kunden ist dabei für ein Konto ein fester Mitarbeiter zugeordnet, der sich am besten mit dem entsprechenden Kontotyp auskennt.

Für ein Konto können außer dem Inhaber noch mehrere Kunden eingetragen werden, die über das Konto verfügen dürfen.

Wie ändern sich das Modell?

3 Anwendungsszenario – Online Shop

Ein Kunde gibt im Online-Shop eine Bestellung über mehrere Artikel auf. Die vorhandenen Artikel werden im Lager zu einer Lieferung zusammengestellt und an den Kunden geschickt. Fehlende Artikel werden, soweit noch im Sortiment, nachgeliefert. 14 Tage nach Erhalt der letzten Artikel werden dem Kunden die Artikel in Rechnung gestellt.

3 Anwendungsszenario – Produktherstellung

Die Einkaufsabteilung eines Unternehmens benötigt zur Unterstützung eine Datenbank. Alle selbst hergestellten Produkte setzen sich aus eingekauften Materialien zusammen. Es soll daher festgehalten werden, welches Produkt aus welchen Materialien besteht und in welcher Menge diese jeweils in das Produkt eingehen. Außerdem soll jedes Material einer Materialgruppe sowie einer bestimmten Klasse (entweder A, B oder C) zugeordnet werden können. Die Lieferanten der Materialien schicken monatlich eine Preisliste, in der verzeichnet ist, welche der vom Unternehmen benötigten Materialien von ihnen zu welchem Preis geliefert werden können. Auch die Daten der jeweils aktuellen Preislisten sollen in der Datenbank erfaßt werden.

3 Anwendungsszenario – Projektmanagement

Es sollen Projekte der unterschiedlichsten Art verwaltet werden. Diese Projekte können eigenständig sein, sie können sich jedoch auf bereits bestehende Projekte beziehen. Bei Anlage von Projekten werden potentiell mehrere Mitarbeiter zugeteilt. Ein wichtiger Punkt besteht in der Verwaltung der Weisungsbefugnis bzgl. eines Projektes: Für die an einem Projekt arbeitenden Mitarbeiter wird eine Weisungshierarchie neu festgelegt, d.h. ein Mitarbeiter A, der in Projekt 1 der Vorgesetzte von Mitarbeiter B ist, kann bzgl. Projekt 2 der Untergebene von Mitarbeiter B sein. Dabei wird für das Projekt eine komplette Hierarchie vom Projektleiter bis zum Kaffeekocher festgelegt.