

A blue, vertically-oriented oval shape with a gradient, located on the left side of the slide.

Datenbanken

Entity-Relationship-Modell

Prof. Dr. Ludger Martin

Gliederung

- ★ Datenbankentwurf
- ★ Phasen des Entwurfsprozesses
- ★ Entity-Relationship-Modell
- ★ Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell
- ★ Qualitätsmerkmale bei ER-Modell

Datenbankentwurf

- ★ **Datenbankentwurf:** Bestimmung der Struktur und des inhaltlichen Aufbaus
- ★ Immer nur für eine spezielle Anwendung
- ★ Herstellung geeigneter Abstraktionen von gewissen realen Gegebenheiten

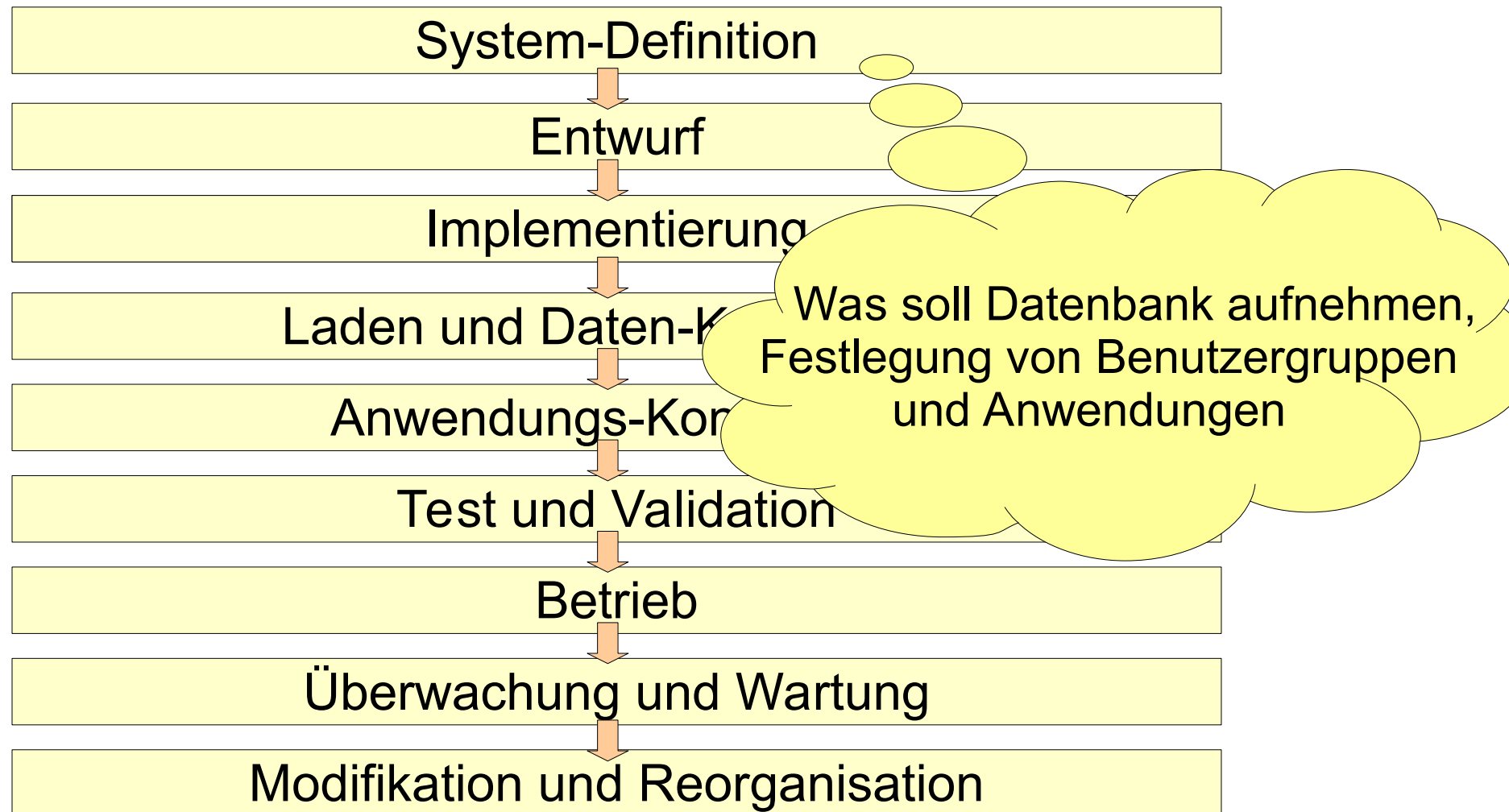
Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



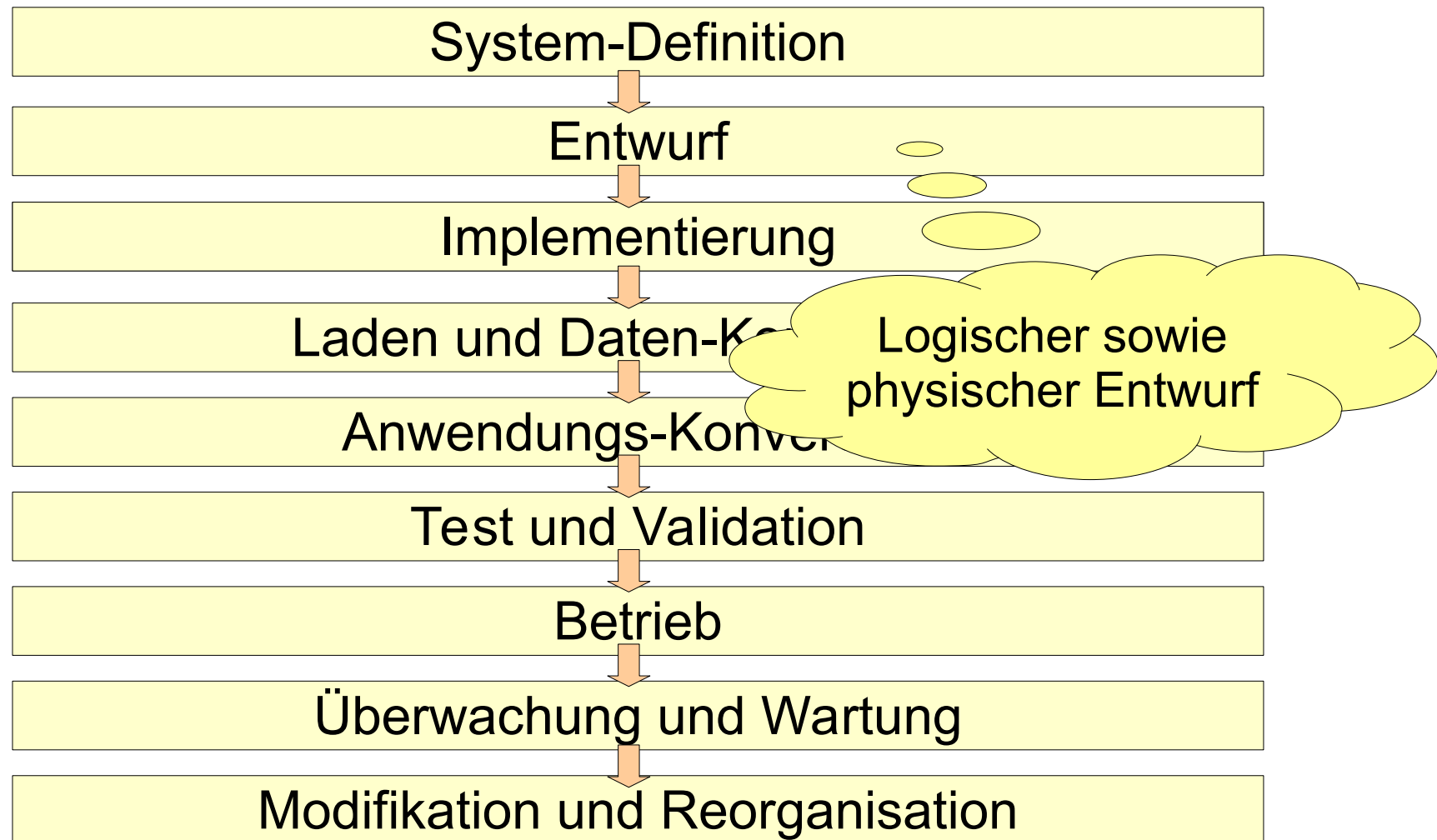
Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



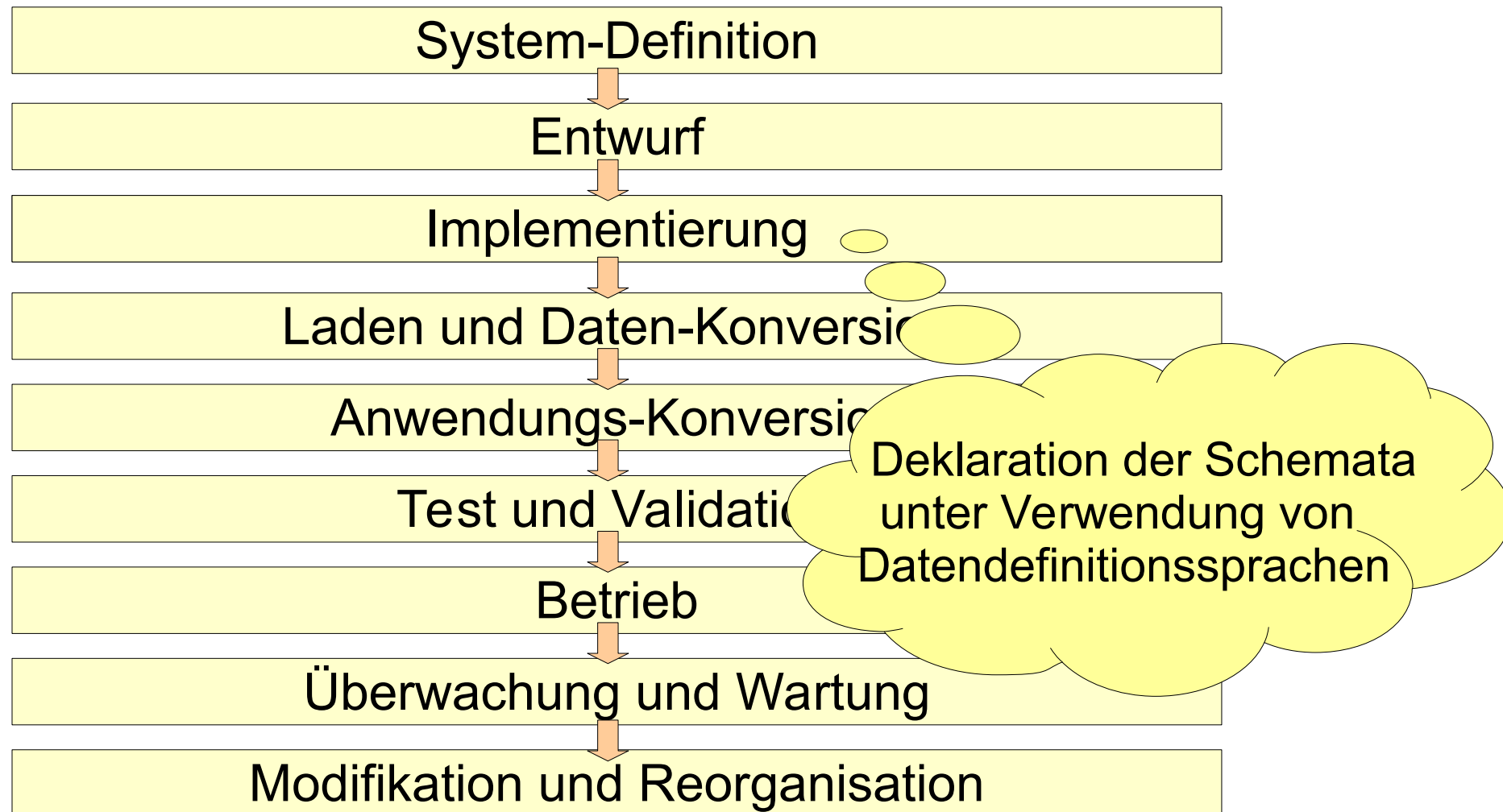
Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



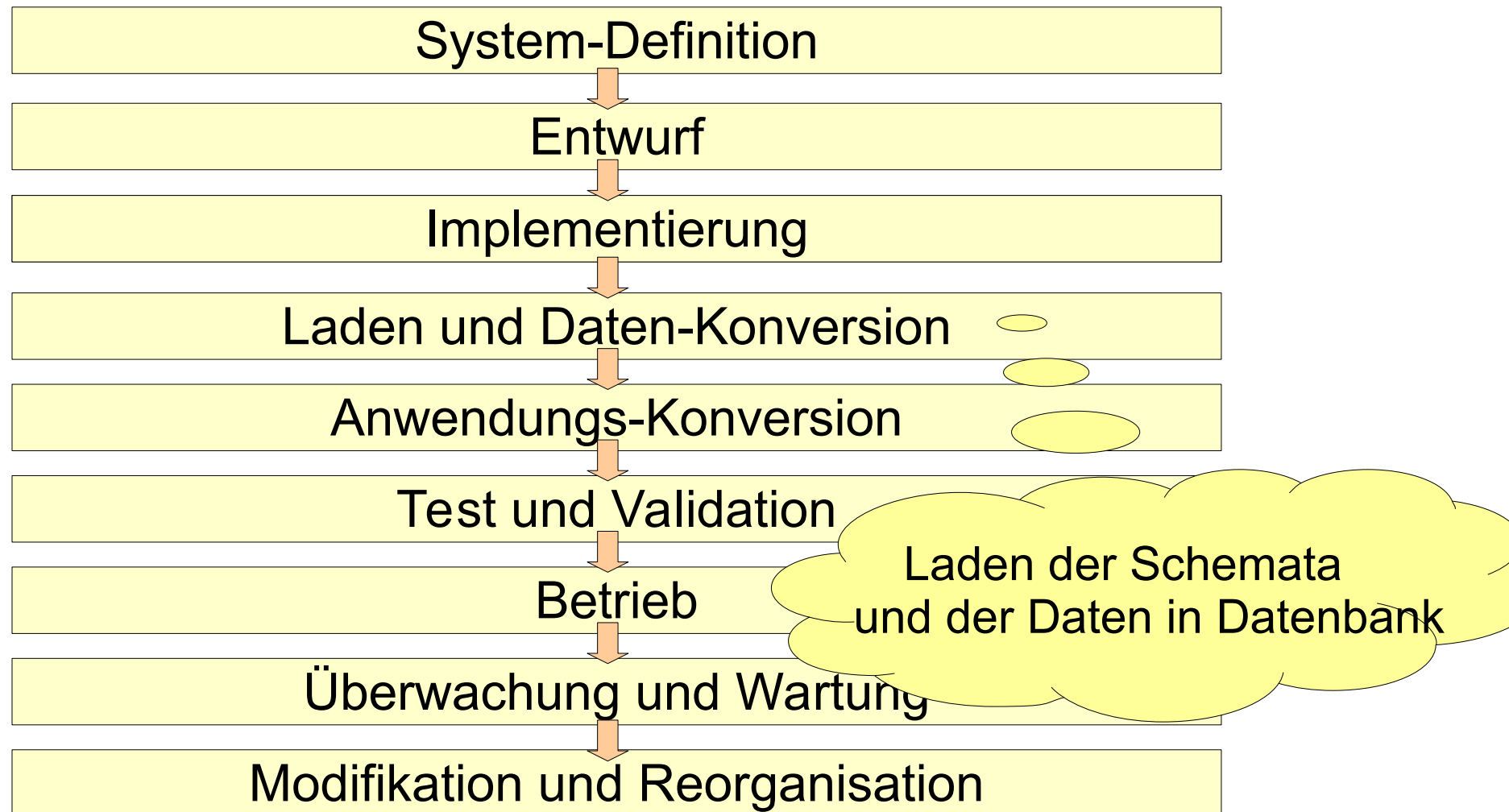
Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



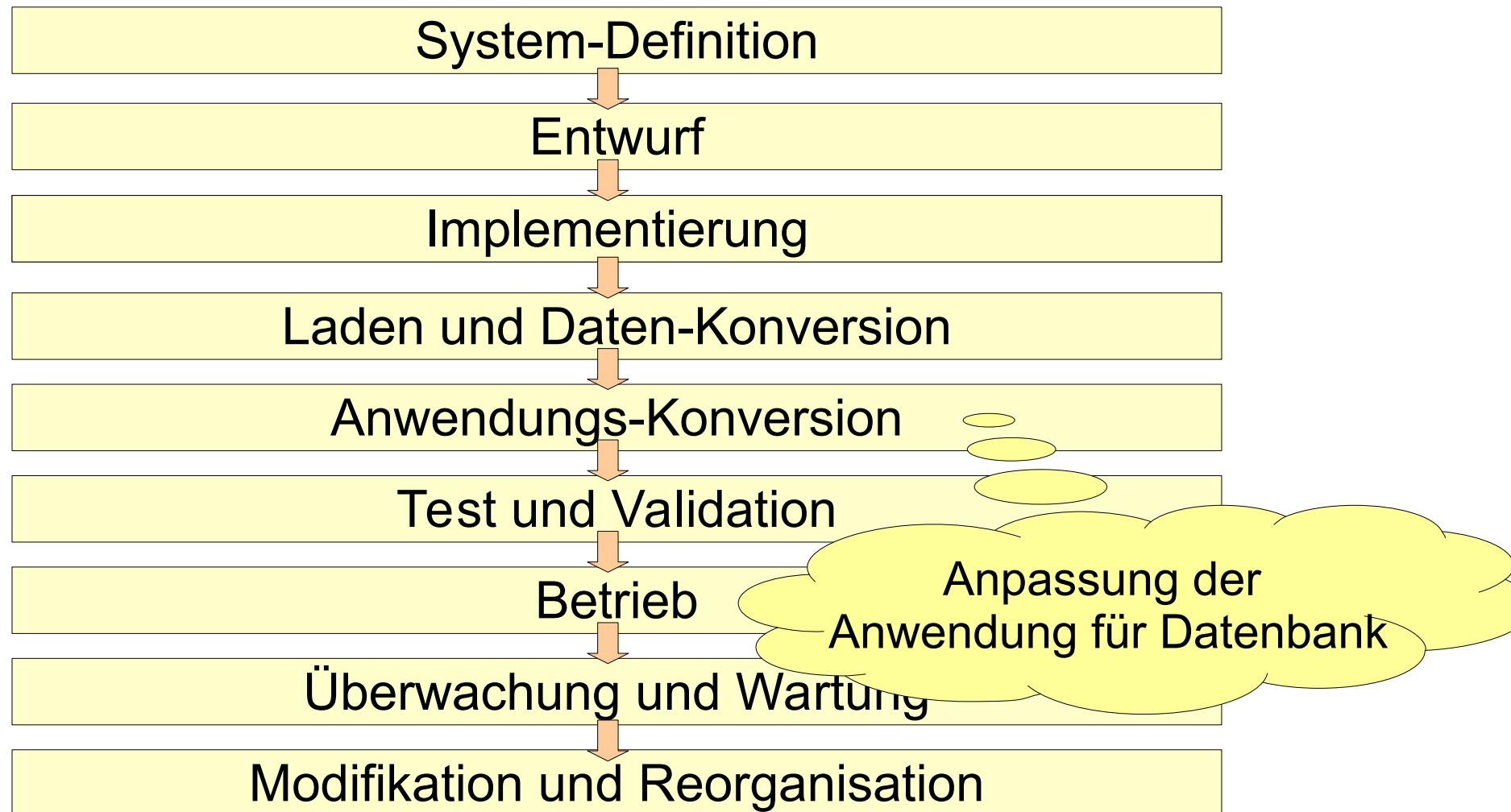
Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



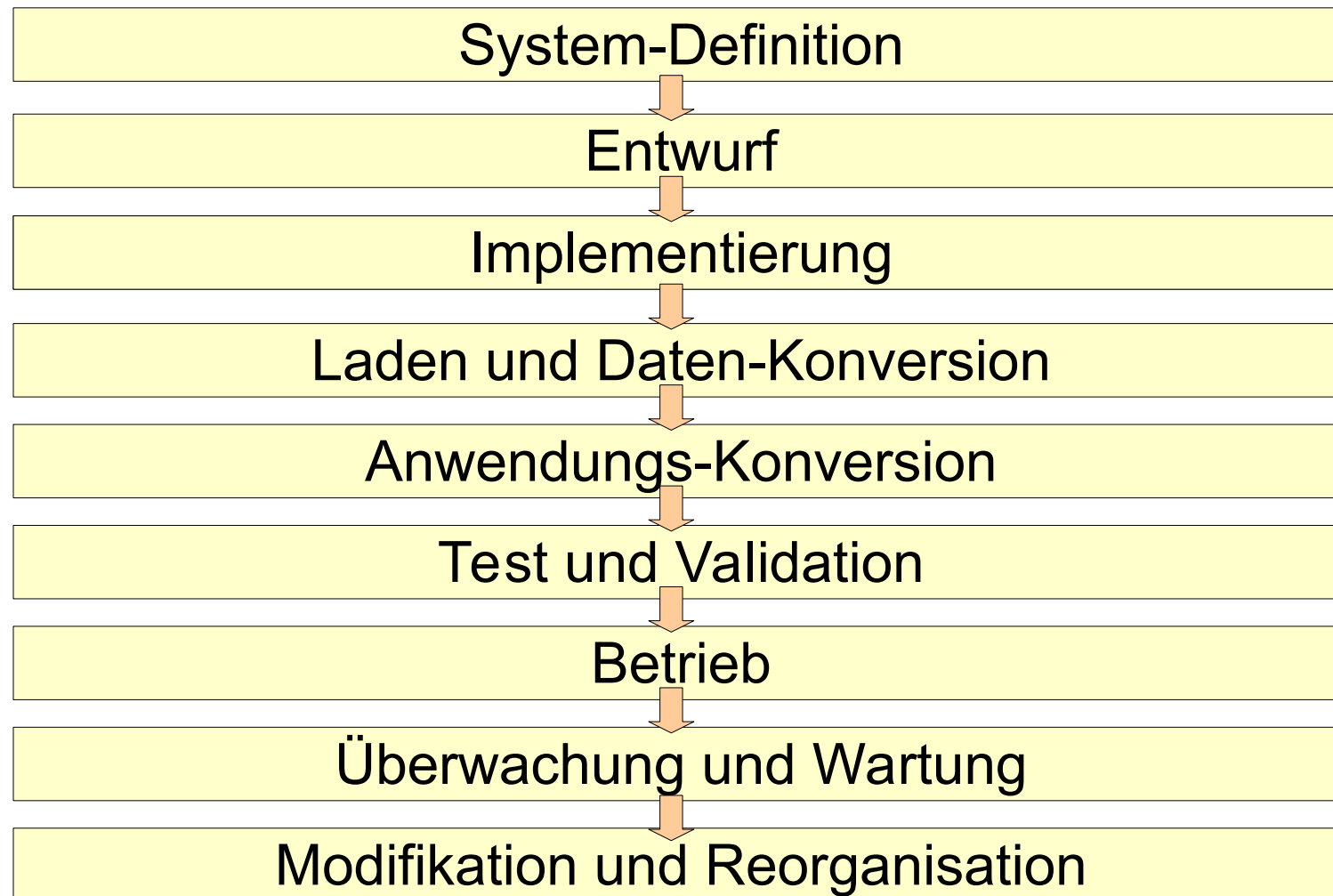
Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



Datenbankentwurf

★ Lebenszyklus



Datenbankentwurf

Qualitätssicherung

- ★ **Vollständigkeit:** wenn alle relevanten Eigenschaften und Aspekte des Anwendungsbereichs erfasst sind.
 - ★ Prüfung:
 - ★ Alle gegebenen Anforderungen prüfen, ob in Schema enthalten
 - ★ Prüfen, ob wirklich alles im Schema für Anwendung notwendig
- ★ **Korrektheit:** Datenmodell in der richtigen Weise verwendet (syntaktische oder semantische Korrektheit)

Datenbankentwurf

Qualitätssicherung

- ☆ **Minimalität:** minimal, falls
 - ☆ Jeder Aspekt nur einmal vorkommt
 - ☆ Kein Konzept ohne Informationsverlust entfernt werden kann

→ Keine Redundanz vorhanden
- ☆ **Lesbarkeit:** in natürlicher Weise und leicht verständlich, selbsterklärend

Datenbankentwurf

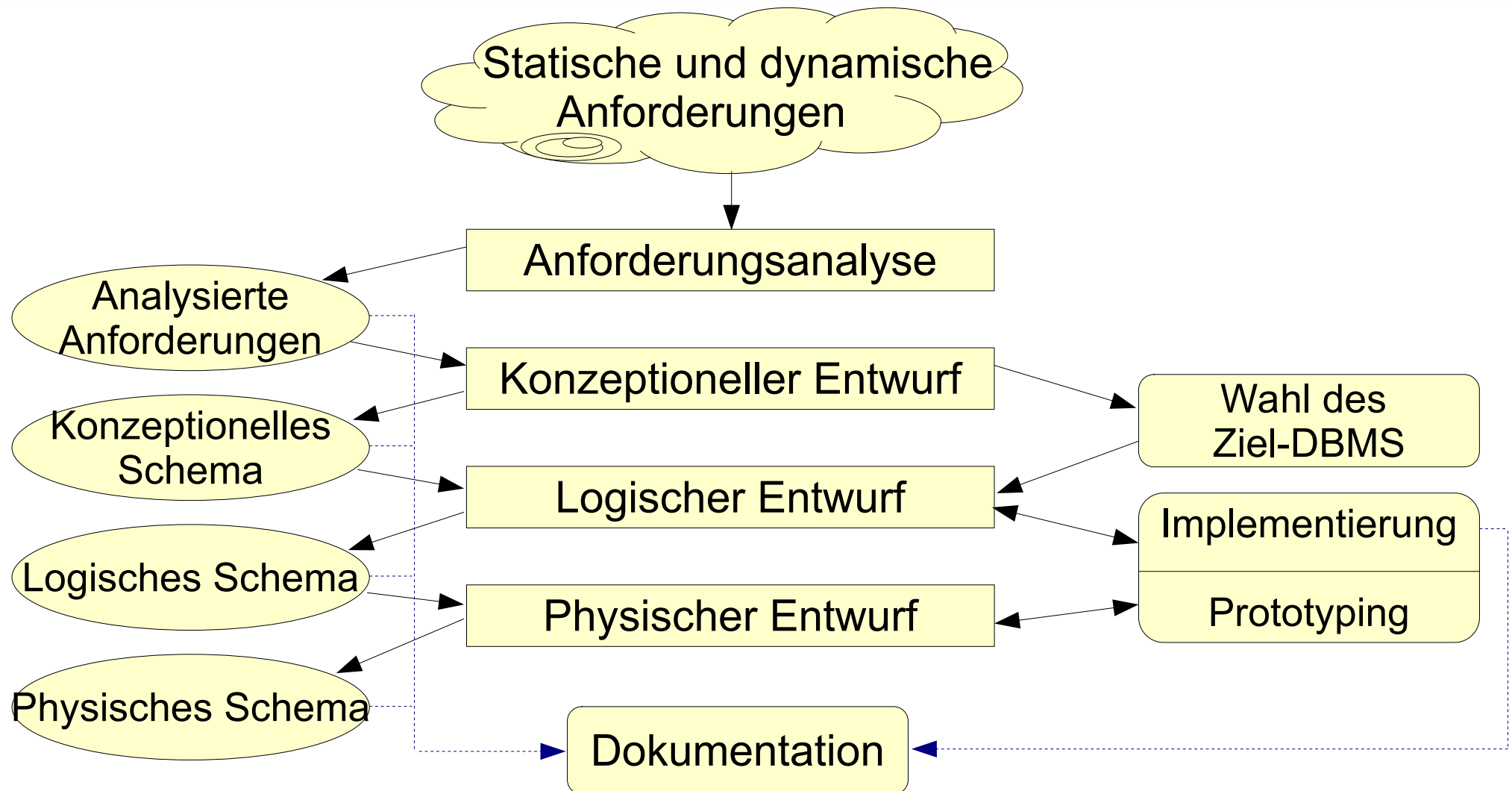
Qualitätssicherung

- ★ **Modifizierbarkeit:** es müssen evtl. neue Anforderungen eingebaut werden, modularer Aufbau
- ★ **Normalisierung:** Herstellung einer gewünschten Normalform aus Relationenmodell – für übersichtliche Struktur und Vermeidung von Redundanzen

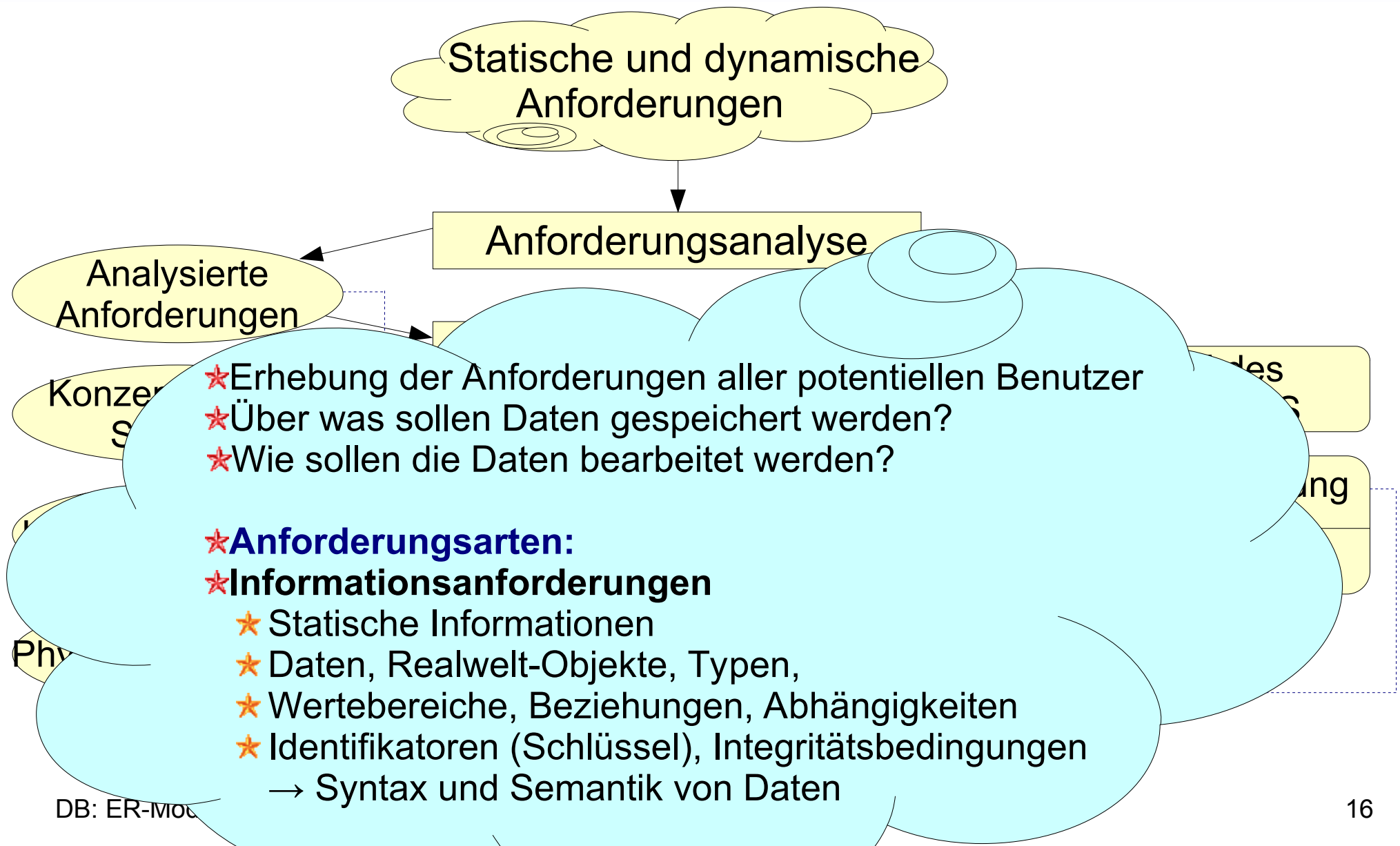
Phasen des Entwurfsprozesses

- ★ Herstellung eines formalen Abbilds einer gegebenen Realwelt oder eines Ausschnitts

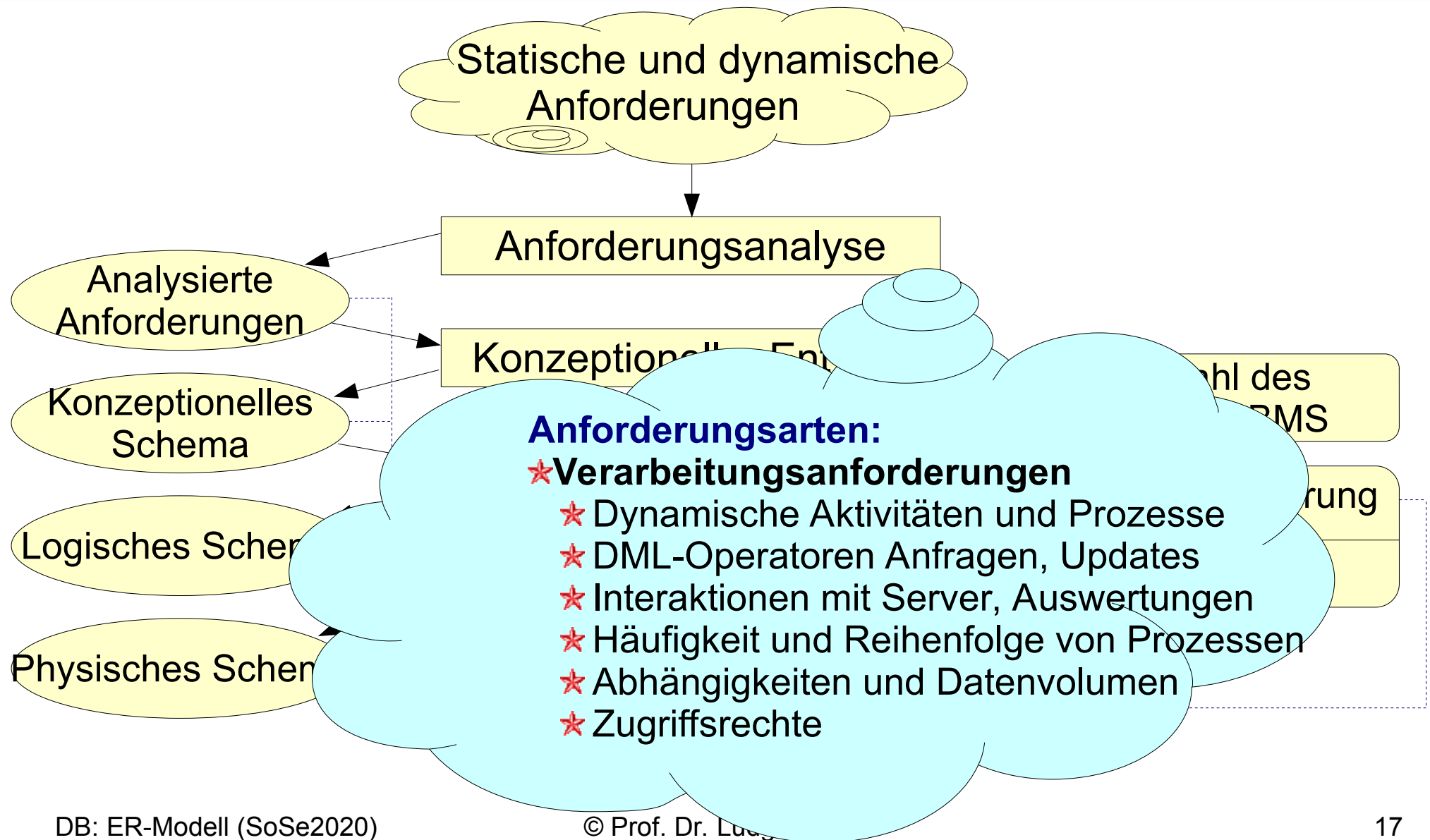
Phasen des Entwurfsprozesses



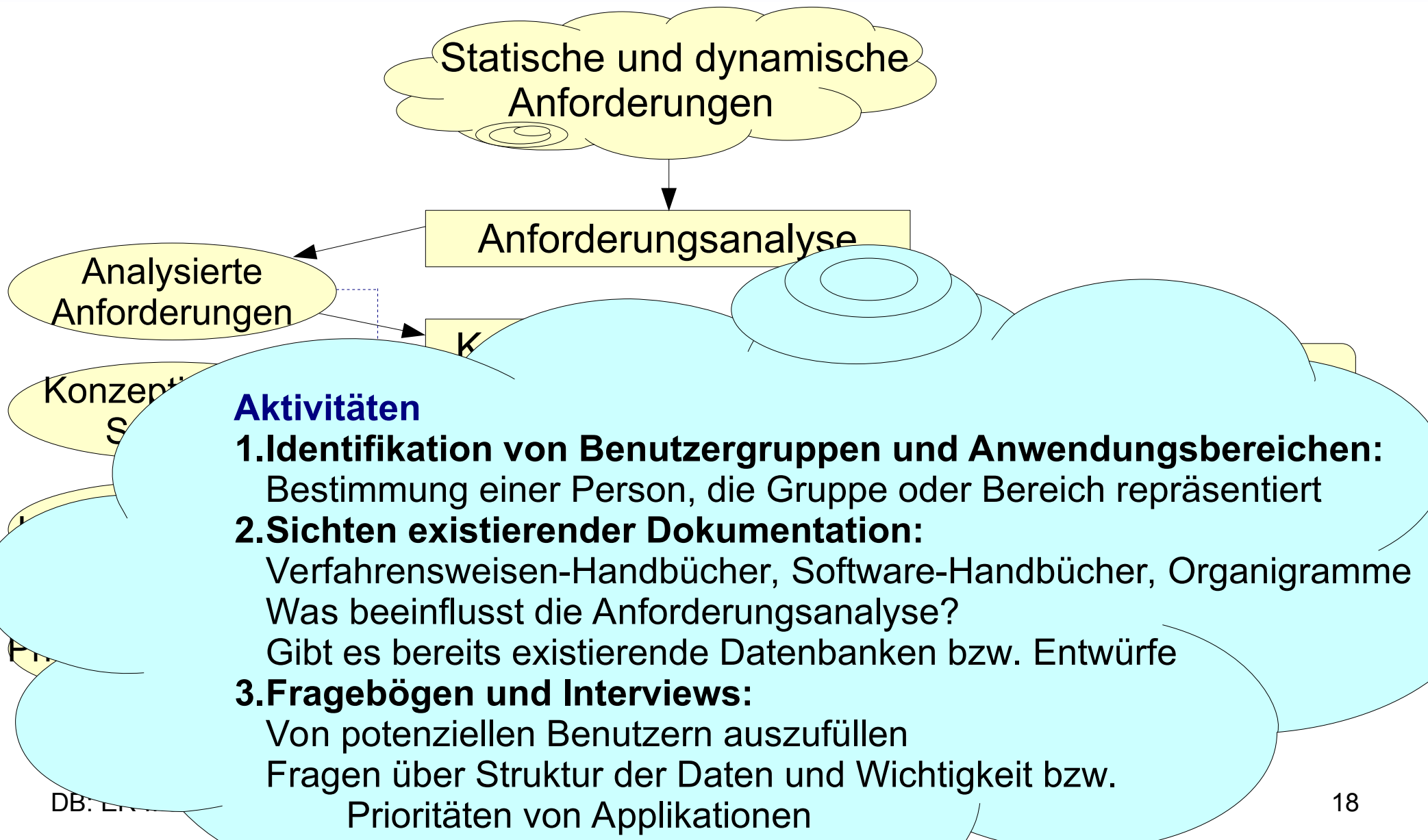
Phasen des Entwurfsprozesses



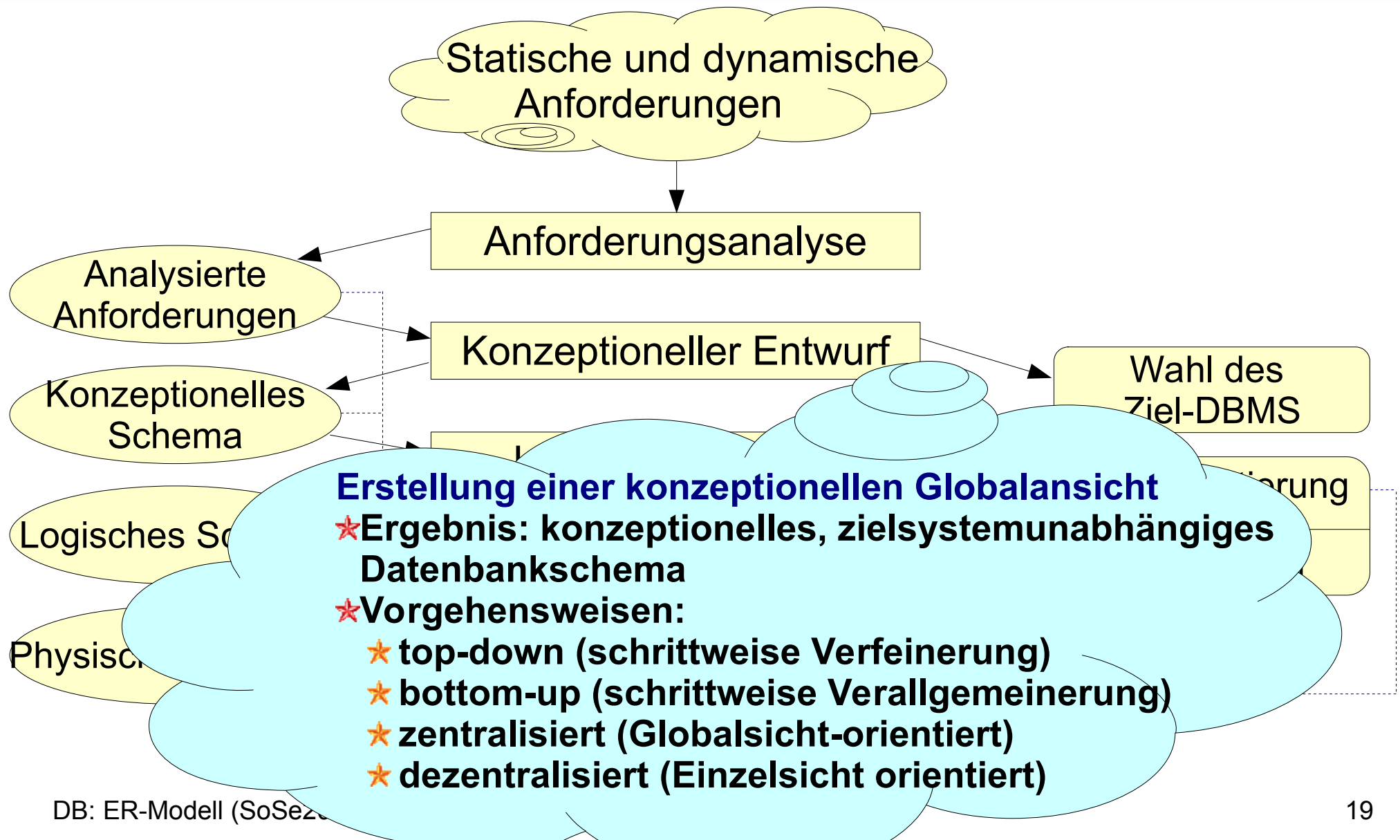
Phasen des Entwurfsprozesses



Phasen des Entwurfsprozesses



Phasen des Entwurfsprozesses



Phasen des Entwurfsprozesses

Beispiel: *Konzeptioneller Entwurf*
Einzelsicht-orientiert Bottom-up

- ★ Für jeden Benutzer oder Benutzergruppe eine Sicht als abstraktes Datenmodell erstellen
 - ★ Die so erstellten Sichten sind bewusst verschieden zu Ziel-DBMS
 - ★ Zur Modellierung wird Entity-Relationship-Modell genutzt
- ★ Integration der Einzelsichten
 - ★ Erstellung von Globalansicht der Datenbank
 - ★ Konstruktion von mehreren ER-Schemata oder eines ER-Schemas
 - ★ Analyse zeigt Inkonsistenzen, Redundanzen und Konflikte
 - ★ Namensgebung, teilweise oder ganze Übereinstimmungen
 - ★ Globalsicht mit bestehenden Abhängigkeiten oder Beziehungen

Phasen des Entwurfsprozesses

Beispiel: *Konzeptioneller Entwurf* Einzelsicht-orientiert Bottom-up

- ★ Für jeden Benutzer oder Benutzergruppe eine Sicht als abstraktes Datenmodell erstellen

- ★ Die so erhaltenen Sichten in ein relationales Datenbanksystem (RDBMS) integrieren

- ★ Zur Modellierung **bottom-up**: erst einzelne Schemata, dann Verallgemeinerung bis zu einem einzigen großen Schema

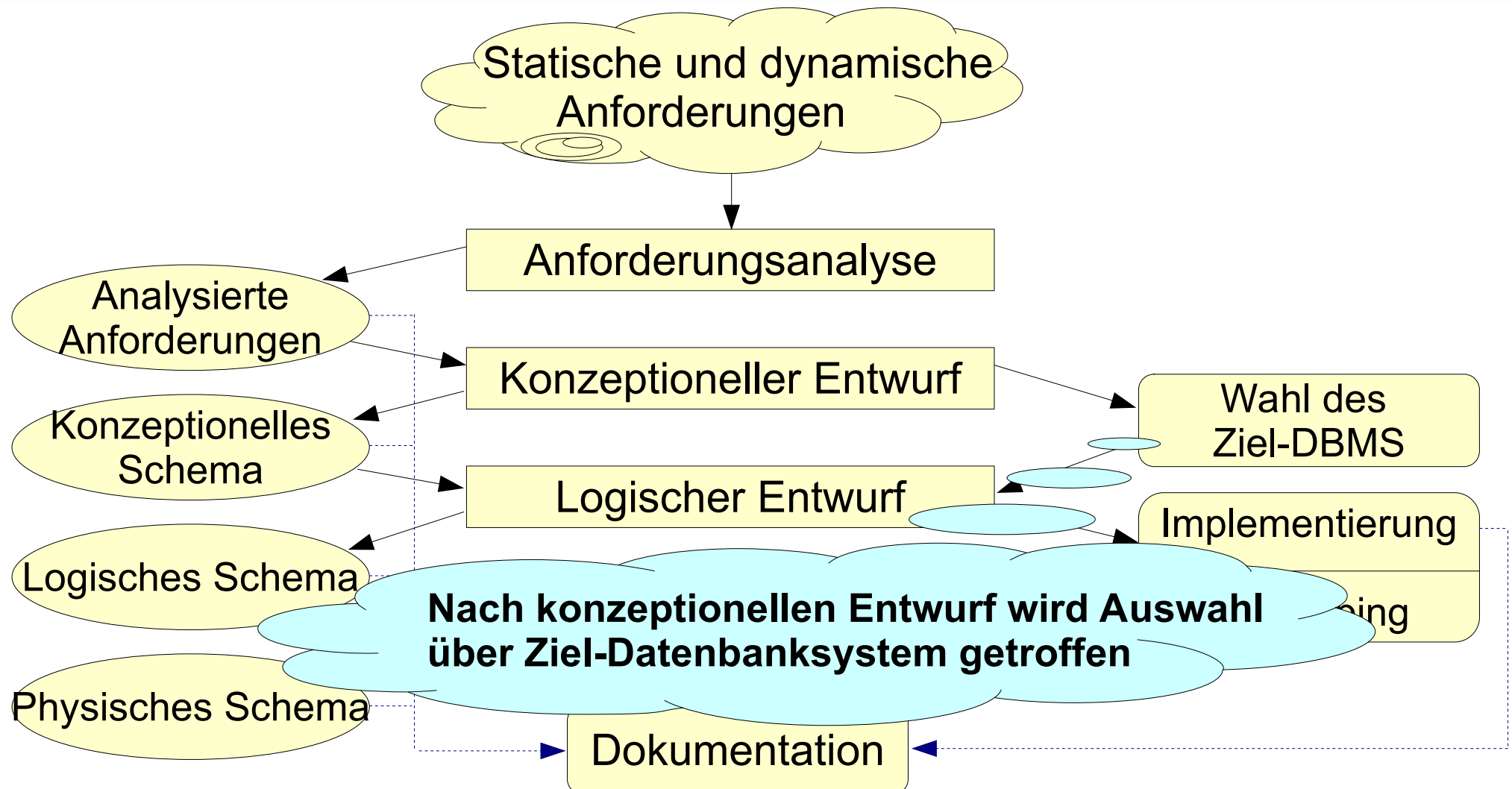
- ★ In der Modellierung **top-down**: Modellierung von großen Informationsblöcken und dann immer weitere Detaillierung

Abhängigkeiten und Konflikte

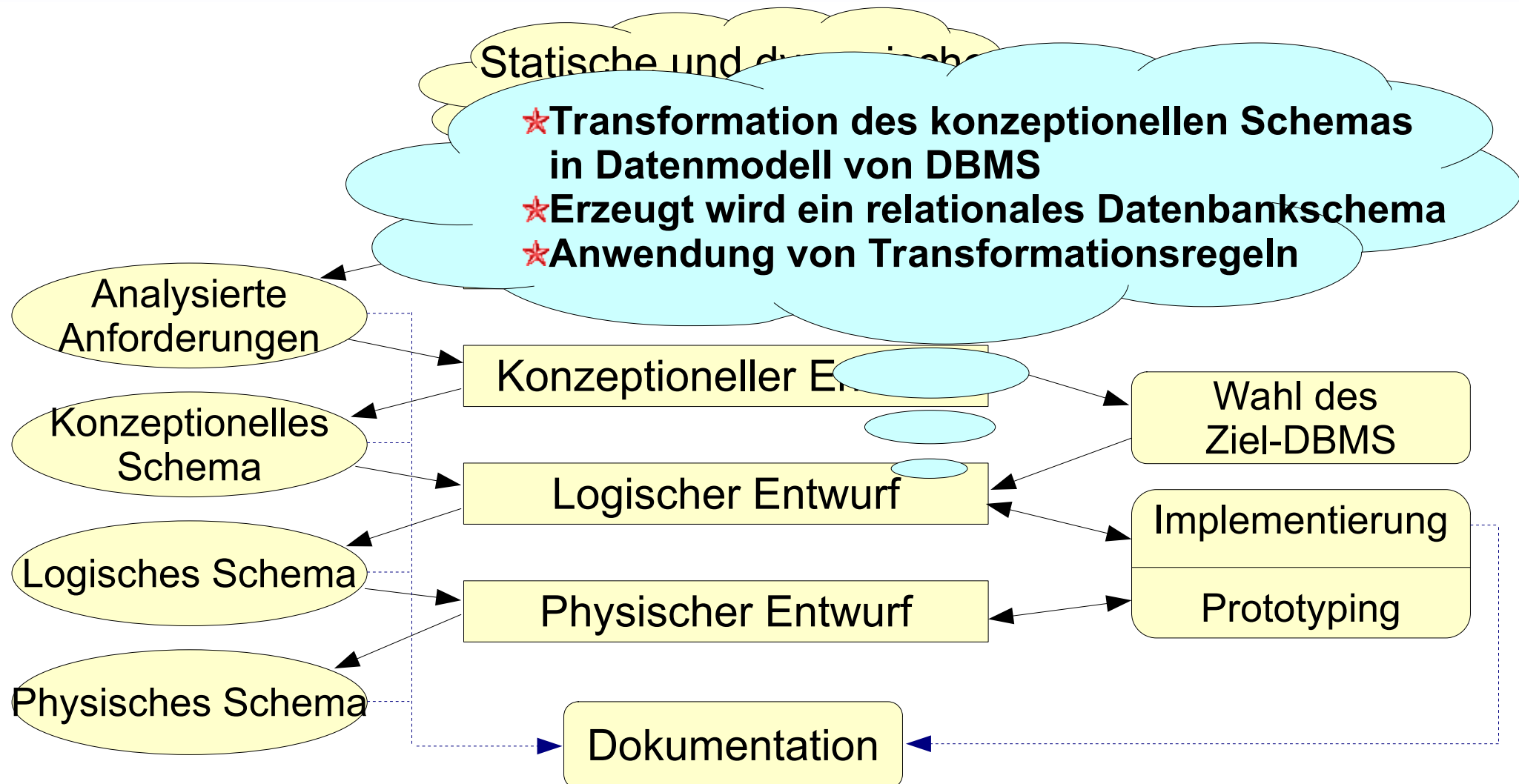
- ★ Namenskonflikte, teilweise oder ganze Übereinstimmungen

- ★ Globalisierung mit bestehenden Abhängigkeiten oder Beziehungen

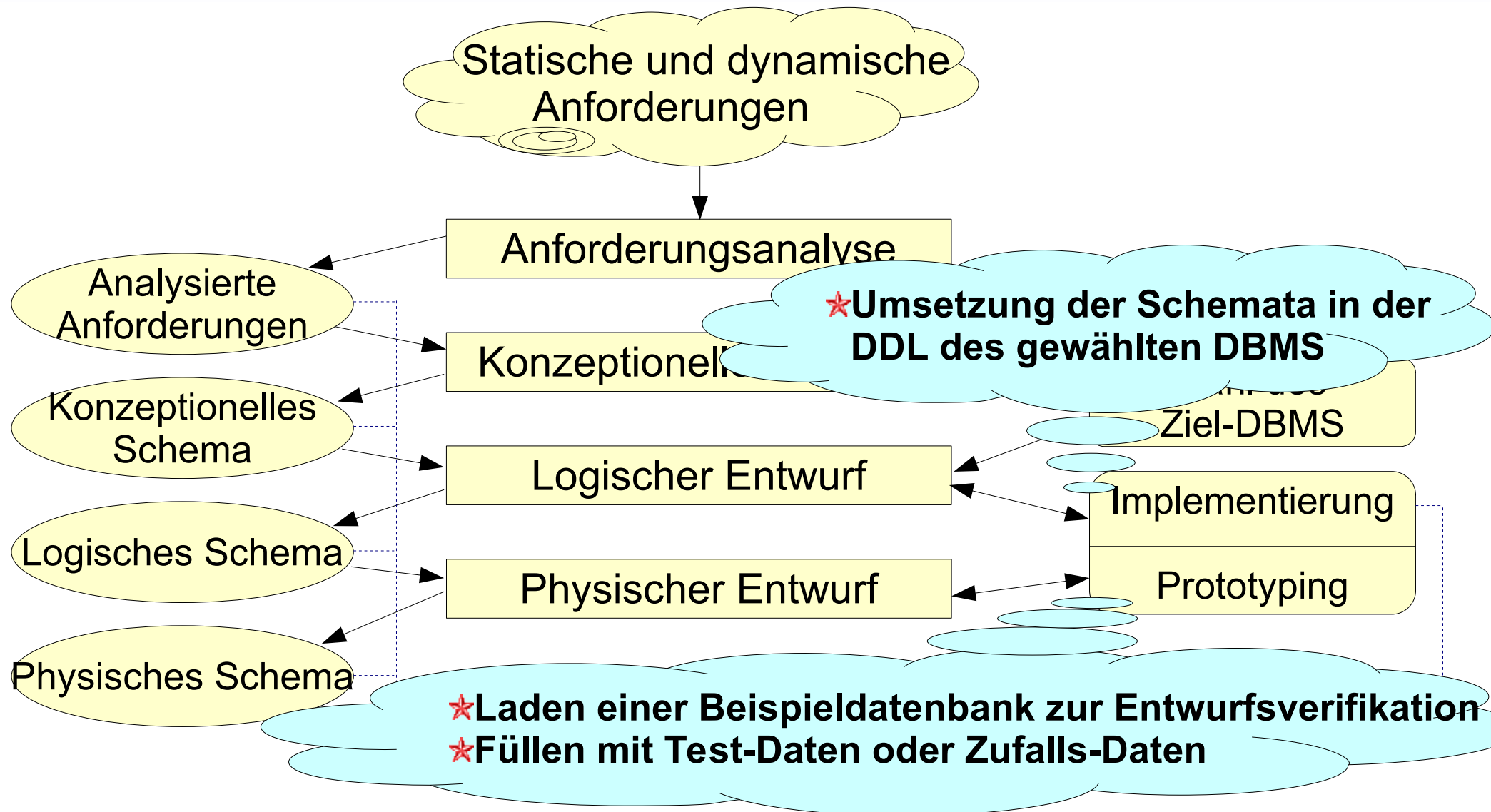
Phasen des Entwurfsprozesses



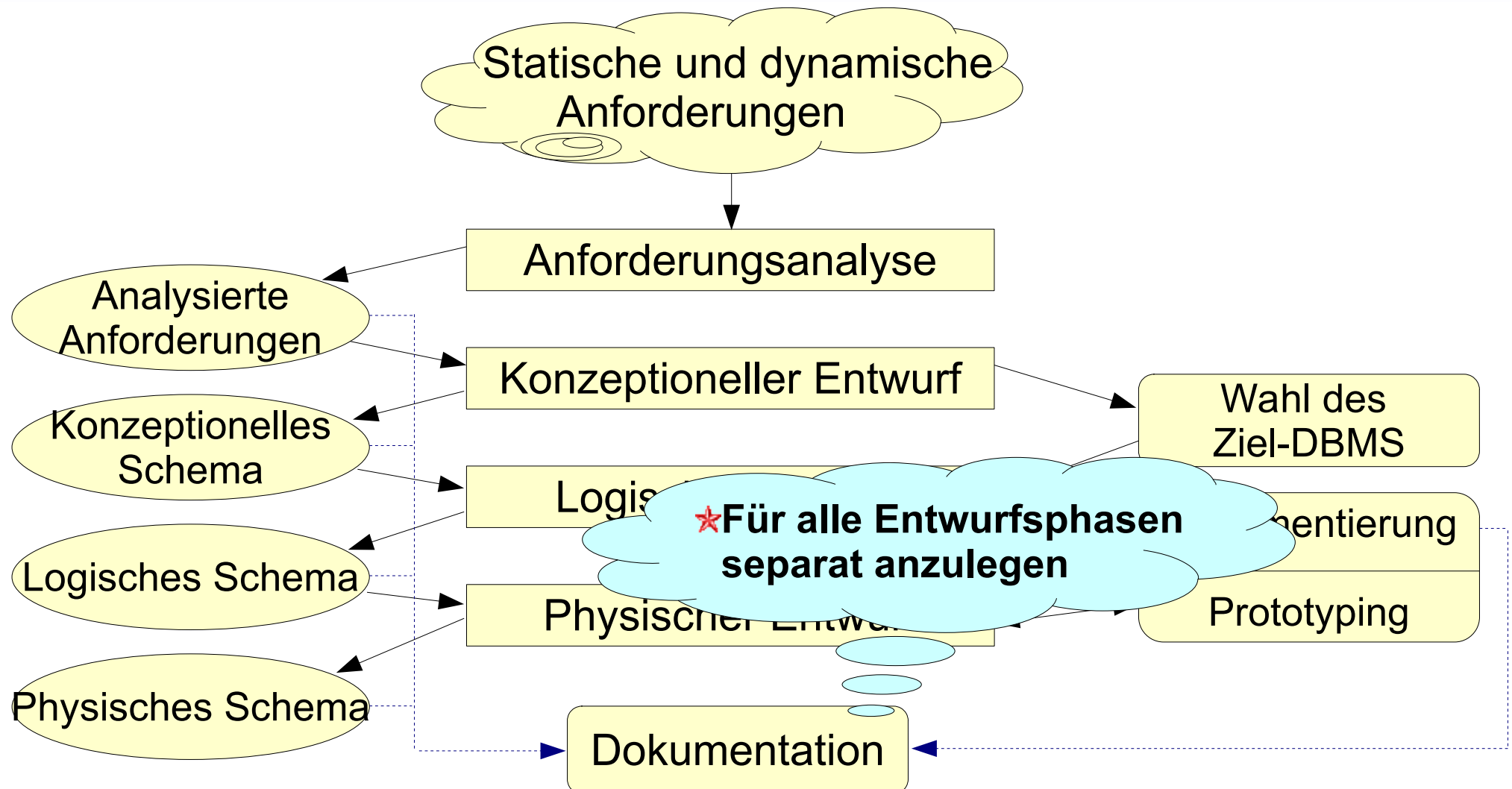
Phasen des Entwurfsprozesses



Phasen des Entwurfsprozesses



Phasen des Entwurfsprozesses



Entity-Relationship-Modell

- ★ ER-Modell
- ★ 1976 von Peter Chen vorgeschlagen
- ★ Datenbankunabhängiges Modell
- ★ Entities
 - ★ Wohlunterscheidbare Dinge der realen Welt
 - ★ Entities (engl.): Dateneinheit
 - ★ z.B. Person, Auto, Stadt
- ★ Entity-Set
 - ★ Ähnliche oder vergleichbare Entities (z.B. alle Angestellten eines Betriebs)

Entity-Relationship-Modell

★ Entity-Typen

- ★ Struktur von Entities, beschrieben durch deren Attribute

★ Attribute

- ★ Entities besitzen Attribute (Farbe, Geburtsdatum, Adresse)
- ★ Konkrete Ausprägungen sind Werte (engl. Values)
- ★ Alle zugelassenen Werte sind der Wertebereich (engl. Domain)

Entity-Relationship-Modell

★ Beispiel: Bücher einer Bücherei

<i>Attribut</i>	<i>Domain</i>
<i>InvNr</i>	siebenstellige Zahl
<i>Autor</i>	Zeichenreihe der variablen Länge 12
<i>Titel</i>	Zeichenreihe der variablen Länge 50
<i>Verlag</i>	Zeichenreihe der festen Länge 2 oder 3
<i>Jahr</i>	vierstellige Zahl zwischen 1950 und 2020

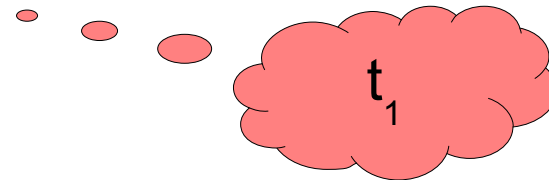
- ★ Ein einzelnes Buch ist ein **Entity**
- ★ Die Menge aller Bücher in der Bücherei ist ein **Entity-Set**
- ★ Die Attribute eines Buches bilden den **Entity-Typ** (analog der Attribute oder Properties der Klasse)

Entity-Relationship-Modell

★ Beispiel: Entities

e1 = (001-2205, 'Date', 'Introduction to Databases', 'AW', 2004)

e2 = (027-2408, 'Jones', 'Algorithms', 'PH', 2003)



★ Der Inhalt des Entity-Sets ist zeitveränderlich

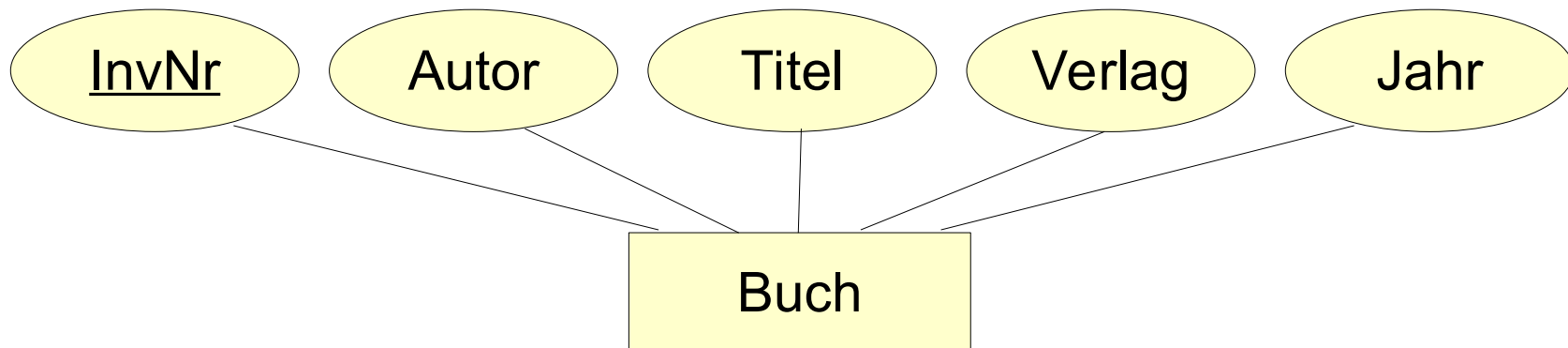
e3 = (030-4321, 'Kroenke', 'Database Processing', 'SRA', 2005)



Entity-Relationship-Modell

★ Graphische Veranschaulichung

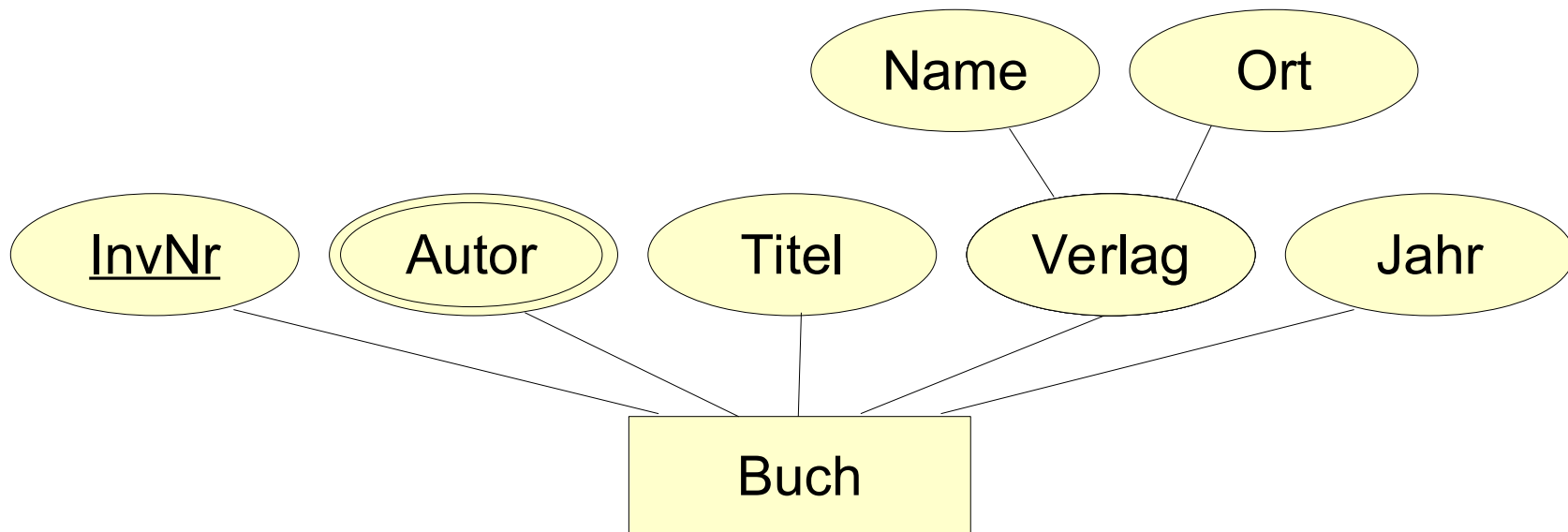
- ★ **Entities** werden als Rechtecke dargestellt
- ★ Attribute sind mit Rechteck verbundene Ovale



- ★ Unzureichende Beschreibung von der Realität von Büchern
 - ★ Ein Buch kann mehrere Autoren haben
 - ★ Ein Verlag setzt sich aus Name und Ort zusammen

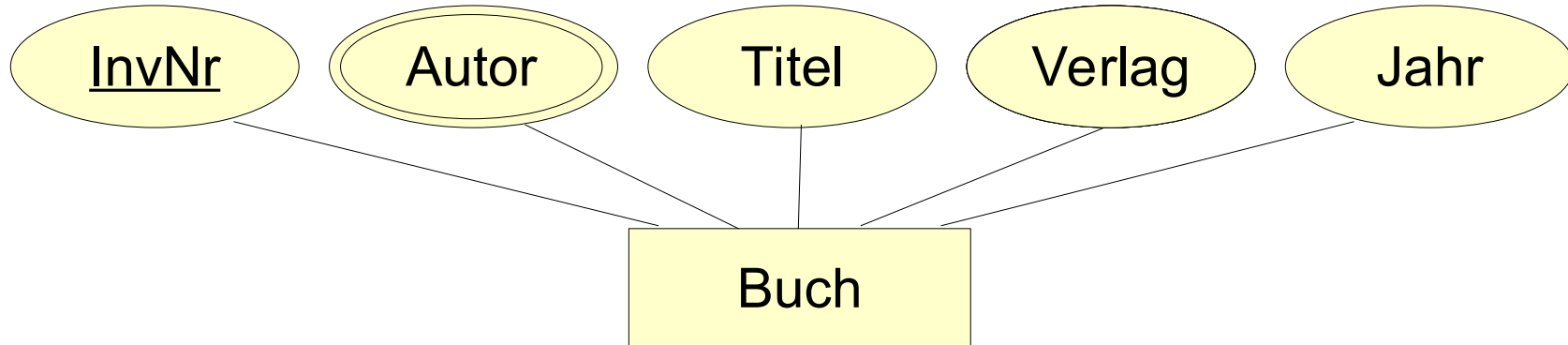
Entity-Relationship-Modell

- ★ Mehrwertige Attribute → Doppeloval
- ★ Zusammengesetzte Attribute → Ovale mit Kanten zu Zusammensetzung verbunden



Entity-Relationship-Modell

- ★ Unterstreichungen → Attribut als eindeutige Identifikation (Schlüsselattribut)



- ★ Mehrere Attribute können in einen Schlüssel einbezogen werden
- ★ Es können mehrere Schlüssel existieren
 - ★ Einer wird Primärschlüssel ausgezeichnet
 - ★ Andere Sekundärschlüssel

Entity-Relationship-Modell

★ **Definition** Entity-Deklaration

$$E = (X, K)$$

E Name, X Format, K Primärschlüssel

★ Einwertige Attribute A

★ Mehrwertige Attribute $\{A\}$

★ Zusammengesetzte Attribute $A(B_1, \dots, B_k)$

★ **Beispiel**

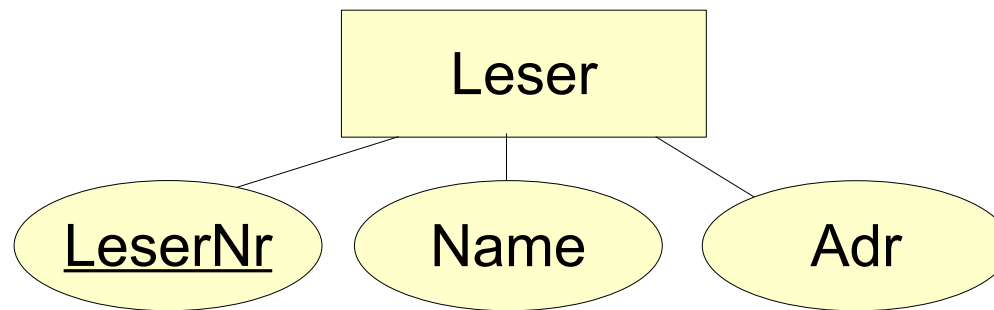
$Buch = (\{InvNr, \{Autor\}, Titel, Verlag(Name, Ort), Jahr\}, \{InvNr\})$

Entity-Relationship-Modell

- ★ Definition Wertebereich durch :
- ★ *Titel*: char(20)
- ★ Mehrwertig:
{*Autor*}:{char(20)}
- ★ Zusammengesetzt:
Verlag(*Name*, *Ort*):(char(20), char(15))

Entity-Relationship-Modell

★ Weiteres Entity



Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

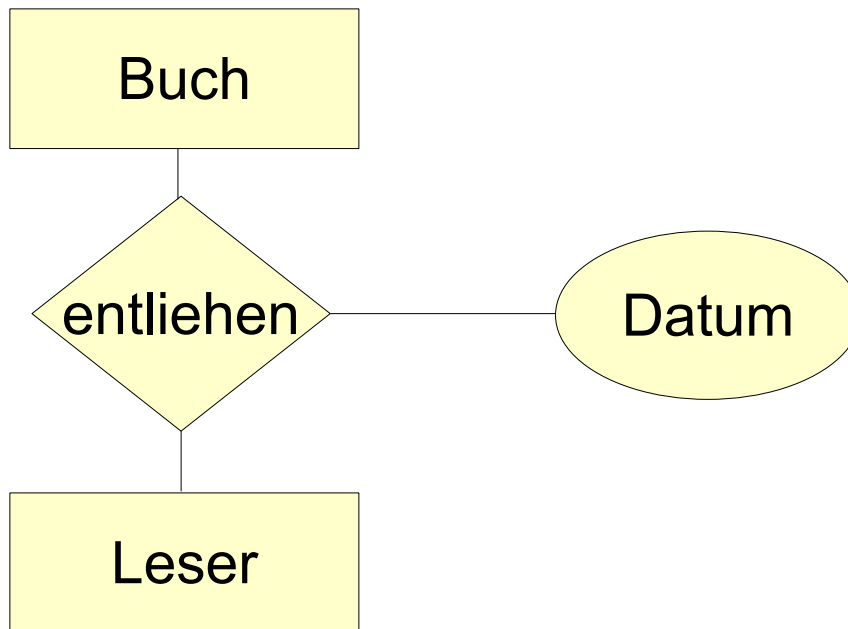
★ Beziehungen (engl. Relationship)

- ★ Bsp: Bücher werden von Lesern 'entliehen'
- ★ Ein Buch steht mit einem bestimmten Leser in Beziehung
- ★ Beziehungen können eigene Attribute haben
- ★ Die Beziehung 'entliehen' hat z.B. Attribut Rückgabedatum
- ★ Beziehungen werden durch eine Raute, welche Namen enthält, repräsentiert
- ★ Kanten verbinden die beteiligten Entity-Deklarationen
- ★ Attribute werden durch Ovale dargestellt

Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

- ★ **Beispiel:** Beziehung zw. Büchern und Lesern

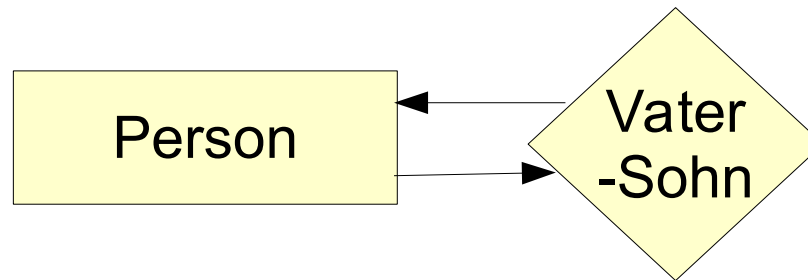


- ★ Attribute von Entities zwecks Übersichtlichkeit weggelassen

Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

- ★ Kanten sind ungerichtet, außer wenn es rekursive Beziehungen mit Rollenangaben sind
- ★ **Beispiel:** Rekursive Beziehungen zwischen Personen



Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

★ Definition: Relationship-Deklaration

$$R = (Ent, Y)$$

- ★ R Name, Ent Namen der Entity-Deklarationen,
 Y Folge von Attributen

★ Beispiel:

$$entliehen = (\{Buch, Leser\}, \{Datum\})$$

Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

★ Beispiel:

$l1 = (500, 'Peter Müller', 'Köln')$

$b1 = (12344532, \{'Vossen', 'Witt'\}, 'Theoretische Informatik', \{'Vieweg', 'Wiesbaden'\}, 2006)$

$r1 = (500, 'Peter Müller', 'Köln', 12344532, \{'Vossen', 'Witt'\}, 'Theoretische Informatik', \{'Vieweg', 'Wiesbaden'\}, 2006, 2006-07-31)$

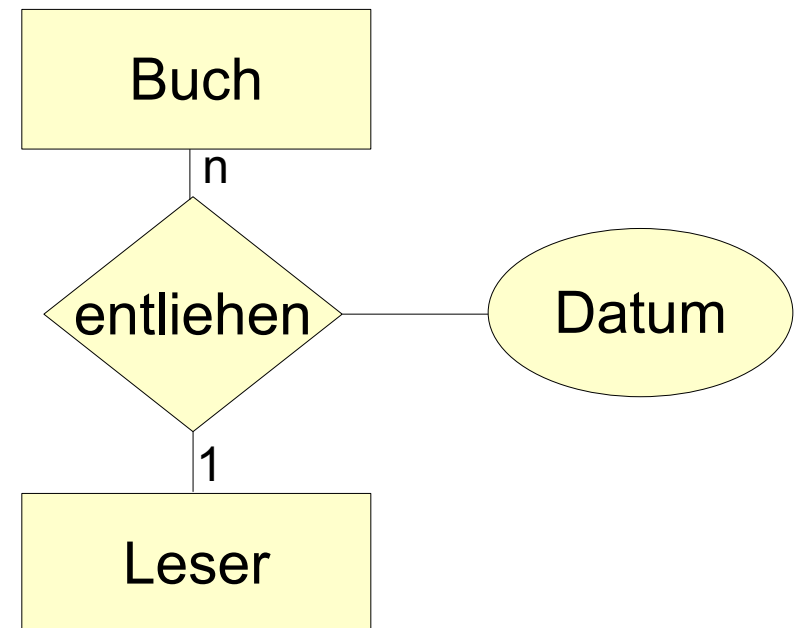
★ Primärschlüssel können Schreibweise vereinfachen

$r1 = (500, 12344532, 2006-07-31)$

Entity-Relationship-Modell

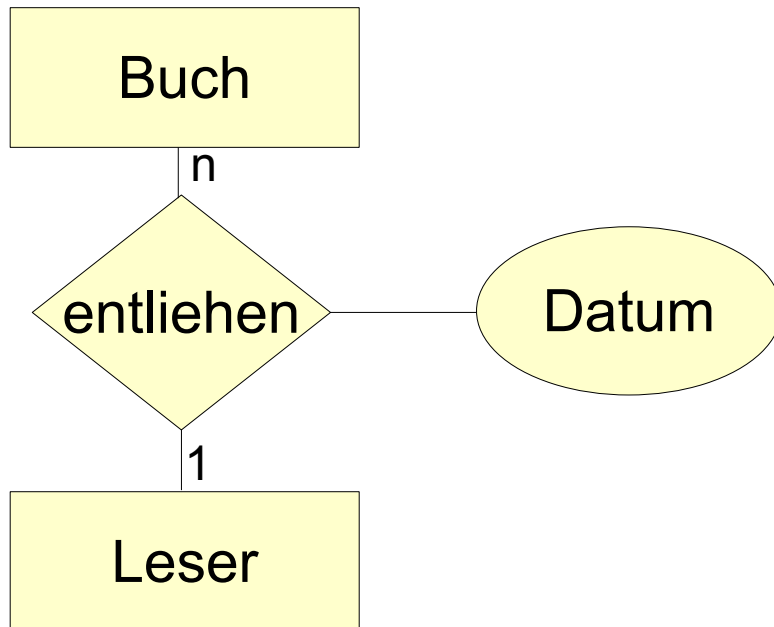
Beziehungen

- ★ Die **Komplexität** definiert die Anzahl der in Beziehung stehenden Entities
- ★ Komplexität einer Beziehung
 - ★ Wie oft darf die Beziehung auftreten?
 - ★ Mögliche Werte 1:1 1:n m:n
 - ★ Problem, es können keine Höchstwerte angegeben werden



Entity-Relationship-Modell

Beziehungen



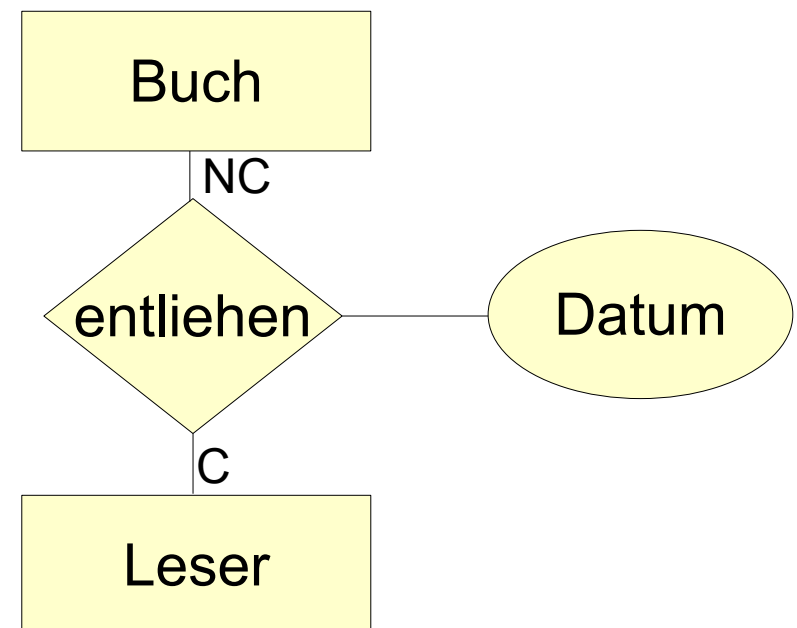
- ★ Ein Leser kann mehrere Bücher ausleihen
- ★ Bücher können immer nur von einem Leser ausgeliehen werden

Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

★ Alternative Schreibweise

- ★ 1 – genau eins
- ★ C – keins oder eins
- ★ N – mindestens ein, auch beliebig viele (oder M)
- ★ NC – keins, eins, beliebig viele (oder MC)



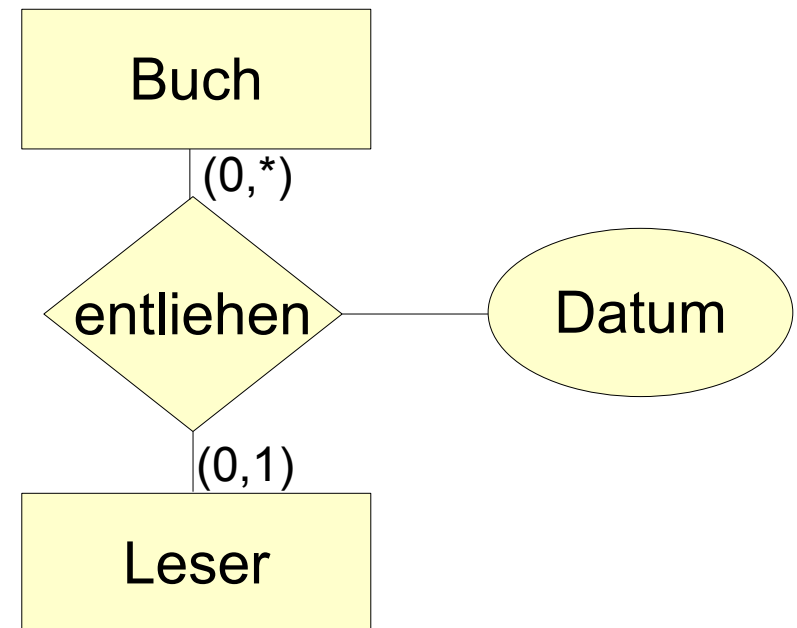
Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

★ Alternative Schreibweise

★ (min,max)-Notation

★ * – unbegrenzt

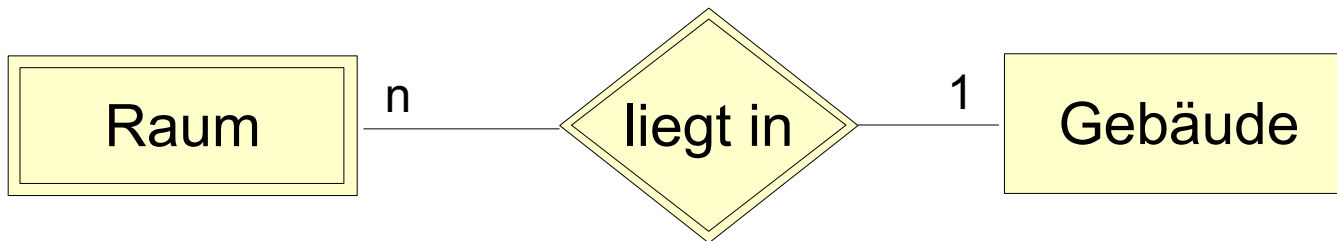


Entity-Relationship-Modell

Beziehungen

★ Schwache Entität

- ★ Eine Entität kann ohne die Existenz einer anderen Entität nicht existieren
(manchmal hat nur die Entität eine doppelte Linie)



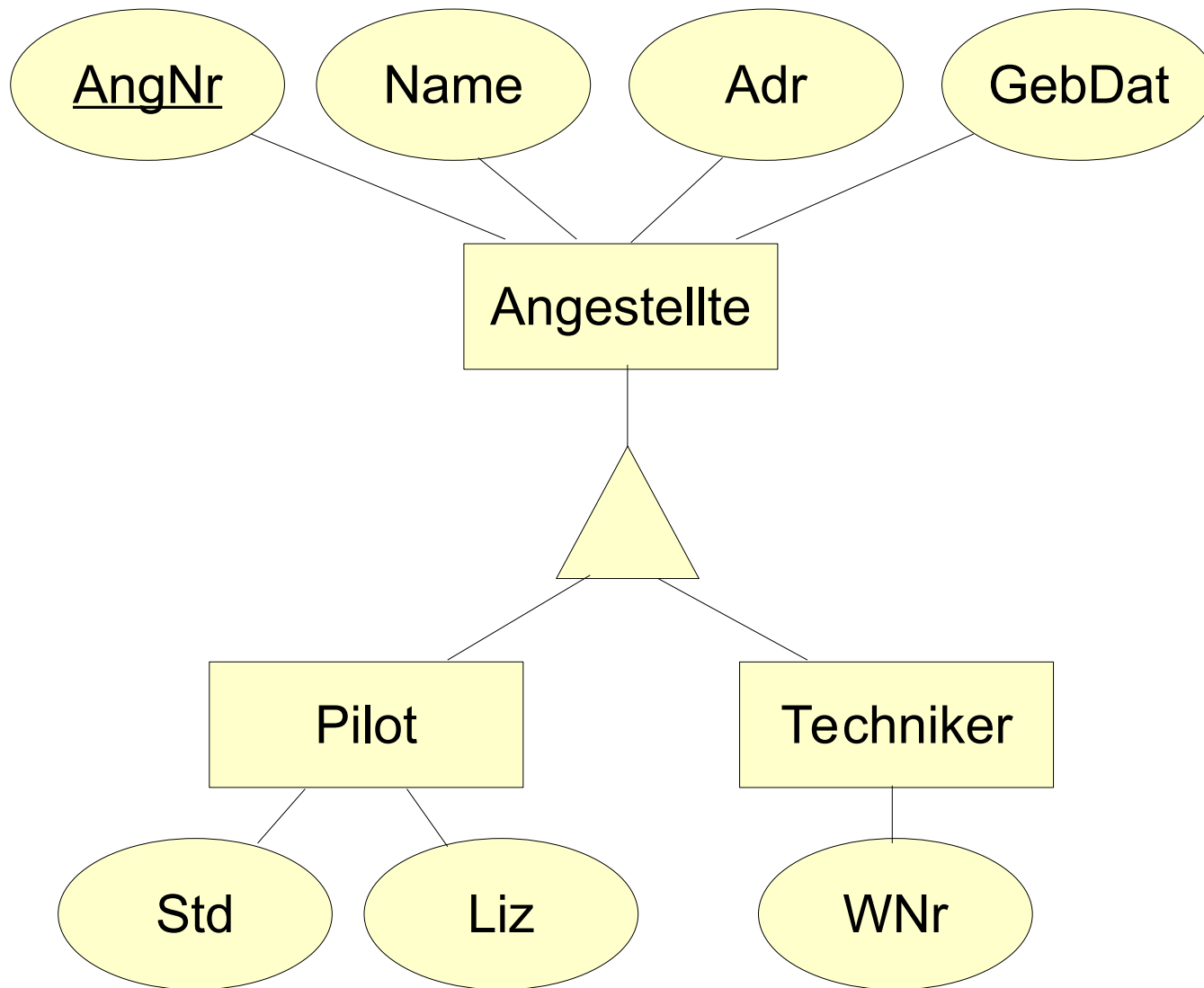
Entity-Relationship-Modell

IS-A-Beziehungen

- ★ Angestellte von Fluggesellschaft
- ★ *Angestellte* = (*{AngNr, Name, Adresse, GebDat, ...}, {AngNr}*)
- ★ Spezialisierung von Angestellten
 - ★ Piloten, zusätzlich Flugst. (Std) und Fluglizenz (Liz)
 - ★ Techniker, zusätzlich Wartungsteam (WNr)
- ★ Alle Attribute werden an Spezialisierung vererbt
- ★ Als Dreieck auf Verallgemeinerung zeigend, mit Kanten verbunden

Entity-Relationship-Modell

IS-A-Beziehungen

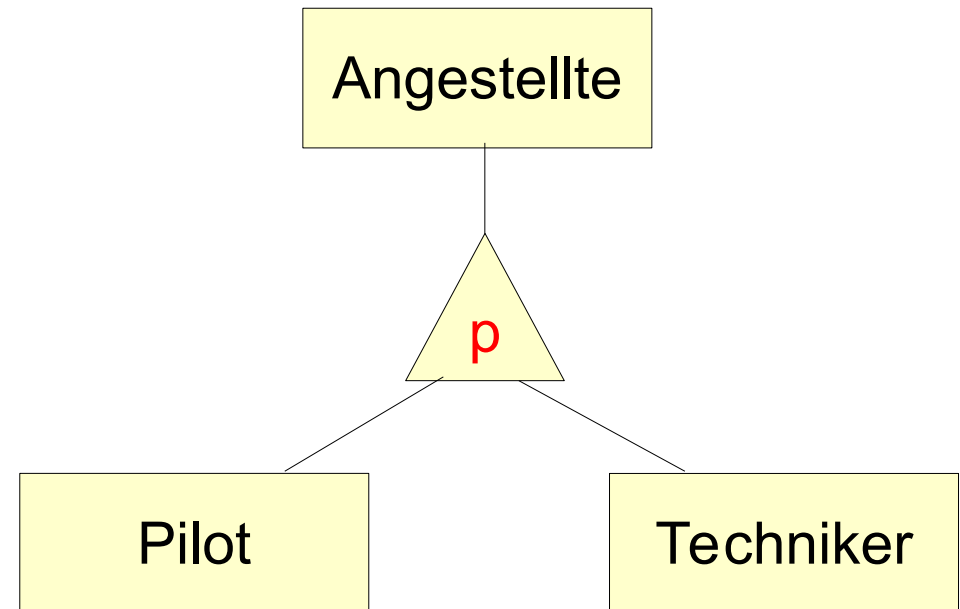


Entity-Relationship-Modell

IS-A-Beziehungen

★ Drei Arten von Entities:

- ★ Piloten
- ★ Techniker
- ★ Angestellte, weder Piloten noch Techniker



→ nicht vollständig in Spezialform zerlegbar

→ gilt als **partiell** (Gegenteil zu **total**)

★ Im Dreieck mit **p** oder **t** angegeben

Entity-Relationship-Modell

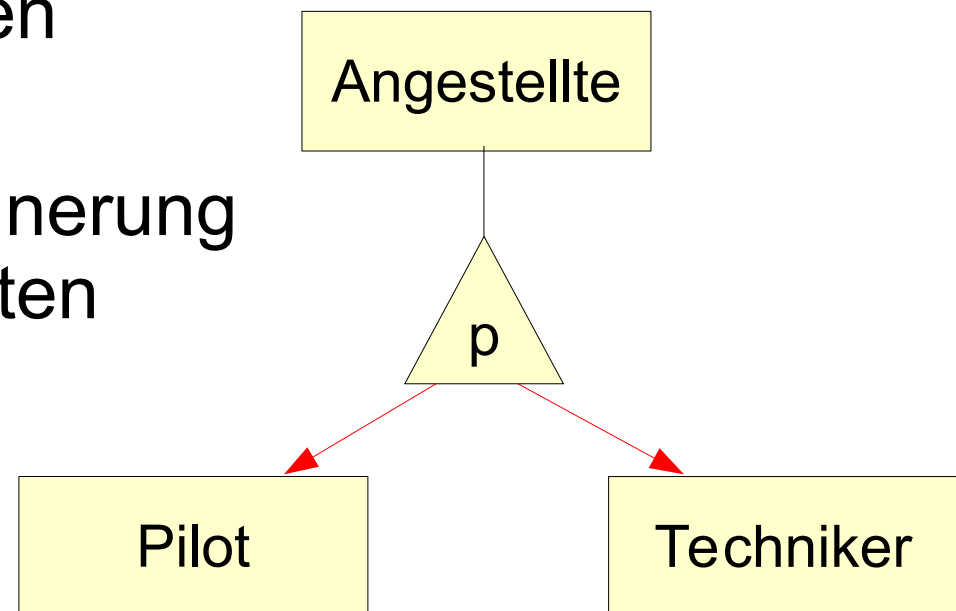
IS-A-Beziehungen

- ★ Piloten und Techniker haben keine gemeinsamen Elemente, d.h. sie sind **disjunkt**

- ★ Gerichtete Pfeile

- ★ **disjunkt**, Verallgemeinerung "von oben" (Pfeile von oben nach unten)

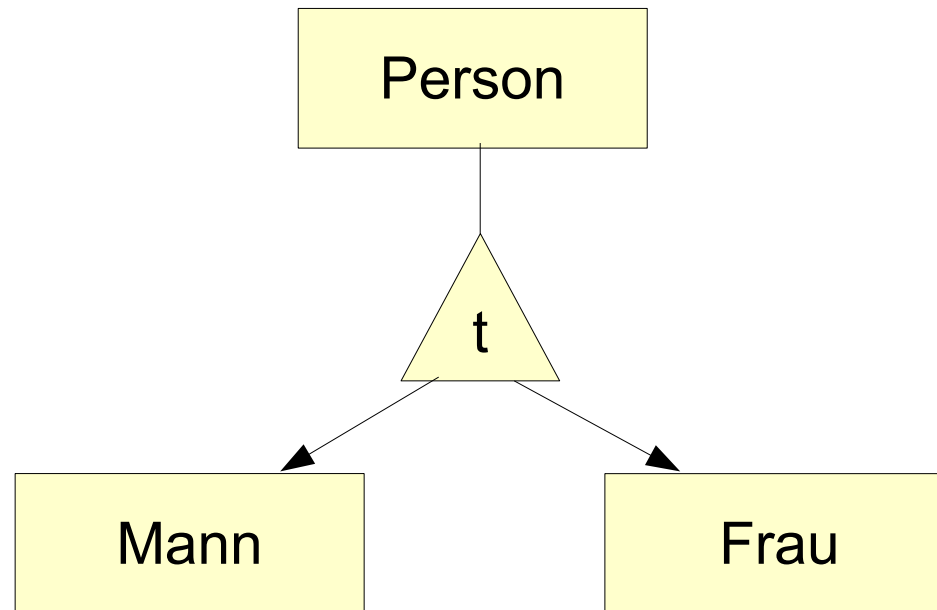
- ★ **nicht disjunkt**, Verallgemeinerung "von unten" (Pfeile von unten nach oben)



Entity-Relationship-Modell

IS-A-Beziehungen

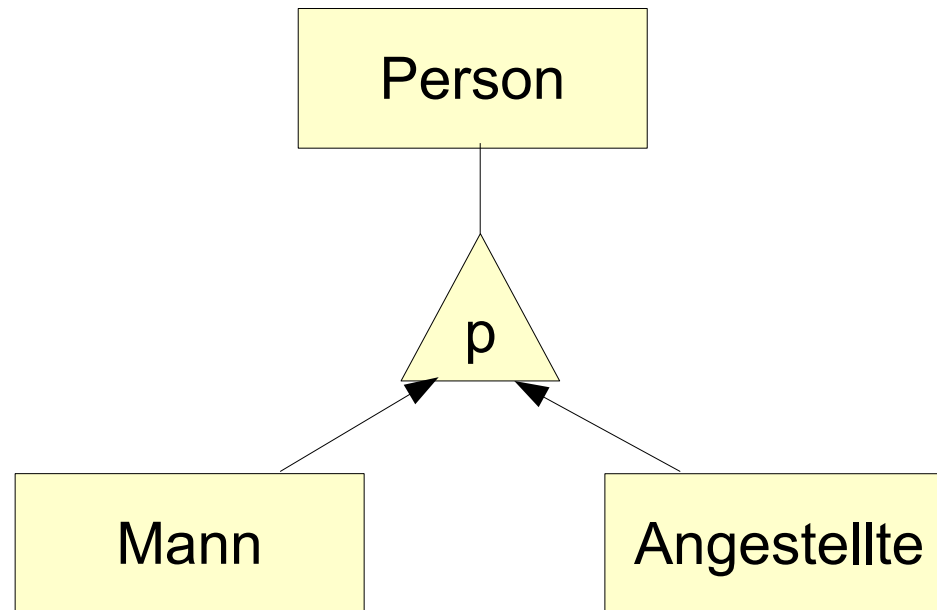
★ **Beispiel:** Totale, disjunkte Spezialisierung



Entity-Relationship-Modell

IS-A-Beziehungen

★ **Beispiel:** Partielle, nicht disjunkte Spezialisierung



Entity-Relationship-Modell

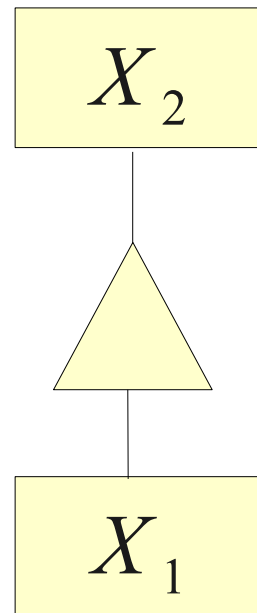
IS-A-Beziehungen

Definition:

Sind $E_1 = (X_1, K_1)$ und $E_2 = (X_2, K_2)$ zwei Entity-Deklarationen, so besteht zwischen diesen eine **IS-A-Beziehung** (der Form E_1 IS-A E_2), falls gilt:

- (i) Alle Elemente von X_1 kommen in X_2 vor;
- (ii) zu jedem Zeitpunkt t gilt: Für jedes $e_1 \in E_1^t$ existiert ein $e_2 \in E_2^t$ mit $e_1(A) = e_2(A)$ für jedes Attribut $A \in X_2$.

Wir schreiben auch $E_1 \subseteq E_2$.



Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

- ★ Vorgehensweise zur Erstellung einer konzeptionellen Globalsicht
- ★ top-down
 - ★ Beginnt bei großen Informationsblöcken
 - ★ Weitere Detaillierung - schrittweise Verfeinerung

Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

1. Entity-Verfeinerung

- a) Ein bereits existierender Entity-Typ wird durch neue Typen mit relevanten Beziehungen ersetzt.
- b) Ein bereits existierender Entity-Typ wird spezialisiert in Subtypen.
- c) Ein bereits existierender Entity-Typ wird in voneinander unabhängige Typen zerlegt, welche weder miteinander in Beziehung stehen noch Spezialisierungen voneinander darstellen.
- d) Ein Entity-Typ wird mit Attributen versehen, und unter diesem wird ein Primärschlüssel ausgezeichnet.

Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

2. Relationship-Verfeinerung

- a) Ein existierender Relationship-Typ wird in zwei oder mehr Relationships zwischen den beteiligten Entitäten zerlegt.
- b) Ein existierendes Relationship wird durch eine Folge von Beziehungen (unter Hinzuziehung weiterer Entity-Typen) ersetzt.
- c) Ein Relationship wird mit Attributen versehen.

Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

3. Attribut-Verfeinerung

- a) Ein Attribut einer Entität bzw. eines Relationships wird durch mehrere Attribute ersetzt.
- b) Ein Attribut wird durch ein zusammengesetztes Attribut ersetzt.

Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

Beispiel: Mediengroßhandel

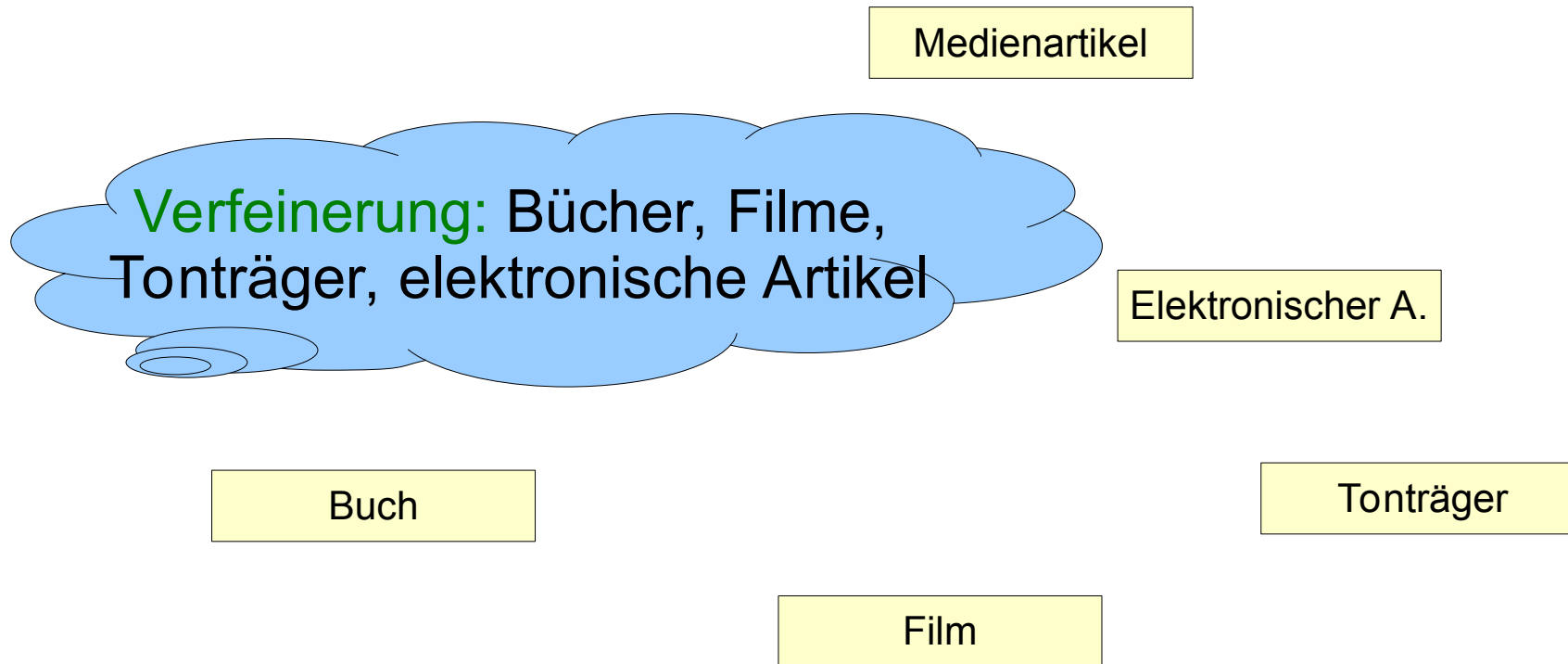
- ★ Verkauf von Büchern, Filmen, Tonträgern, elektronischen Artikeln (mp3)

Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

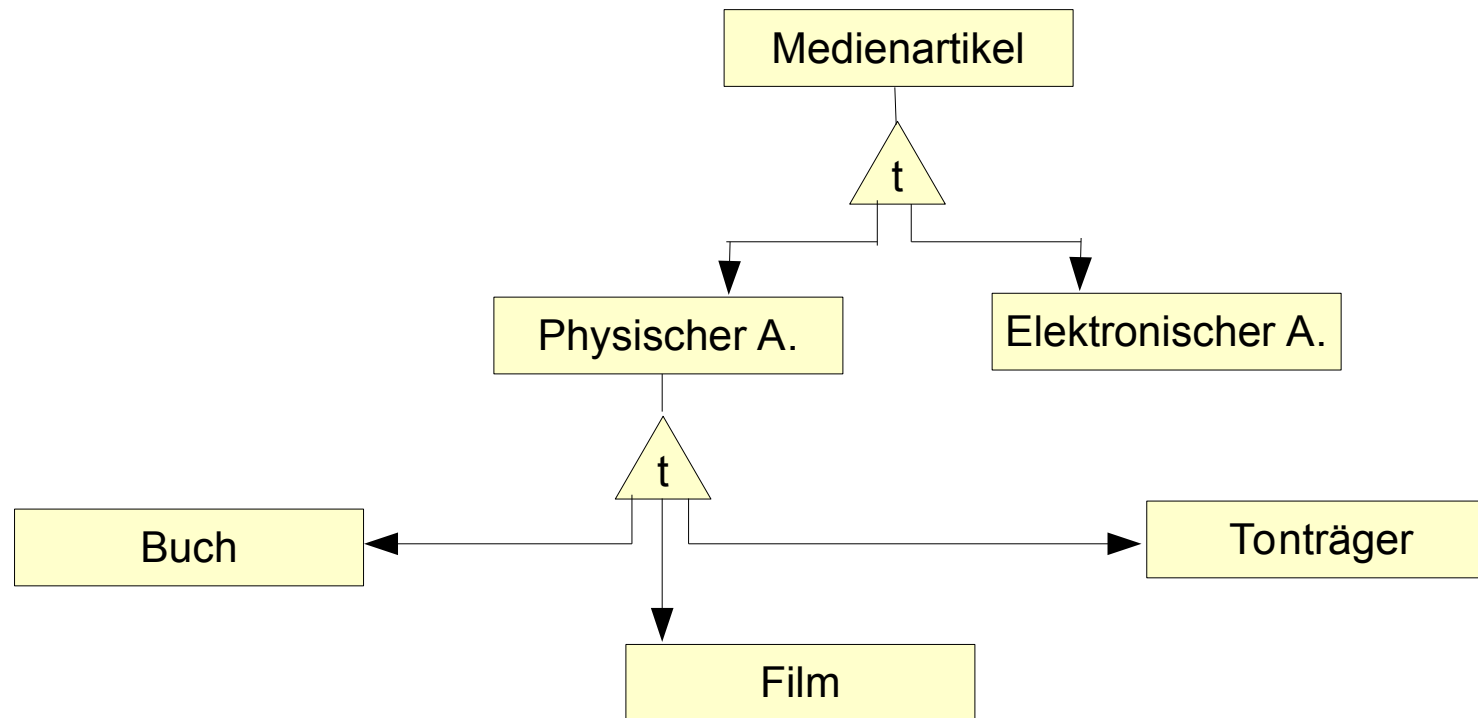
Medienartikel

Verkauf von Medienartikeln

Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

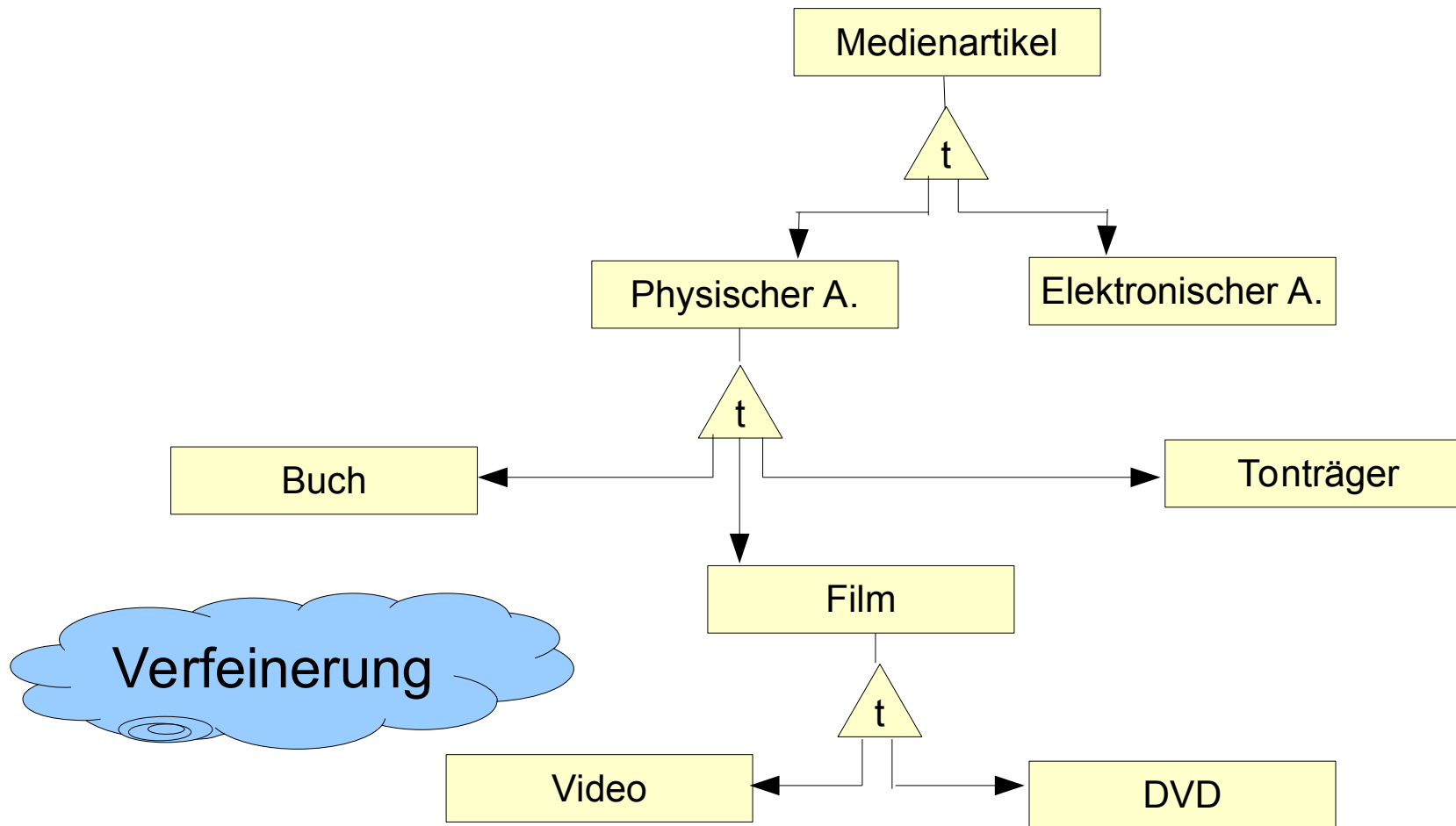


Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

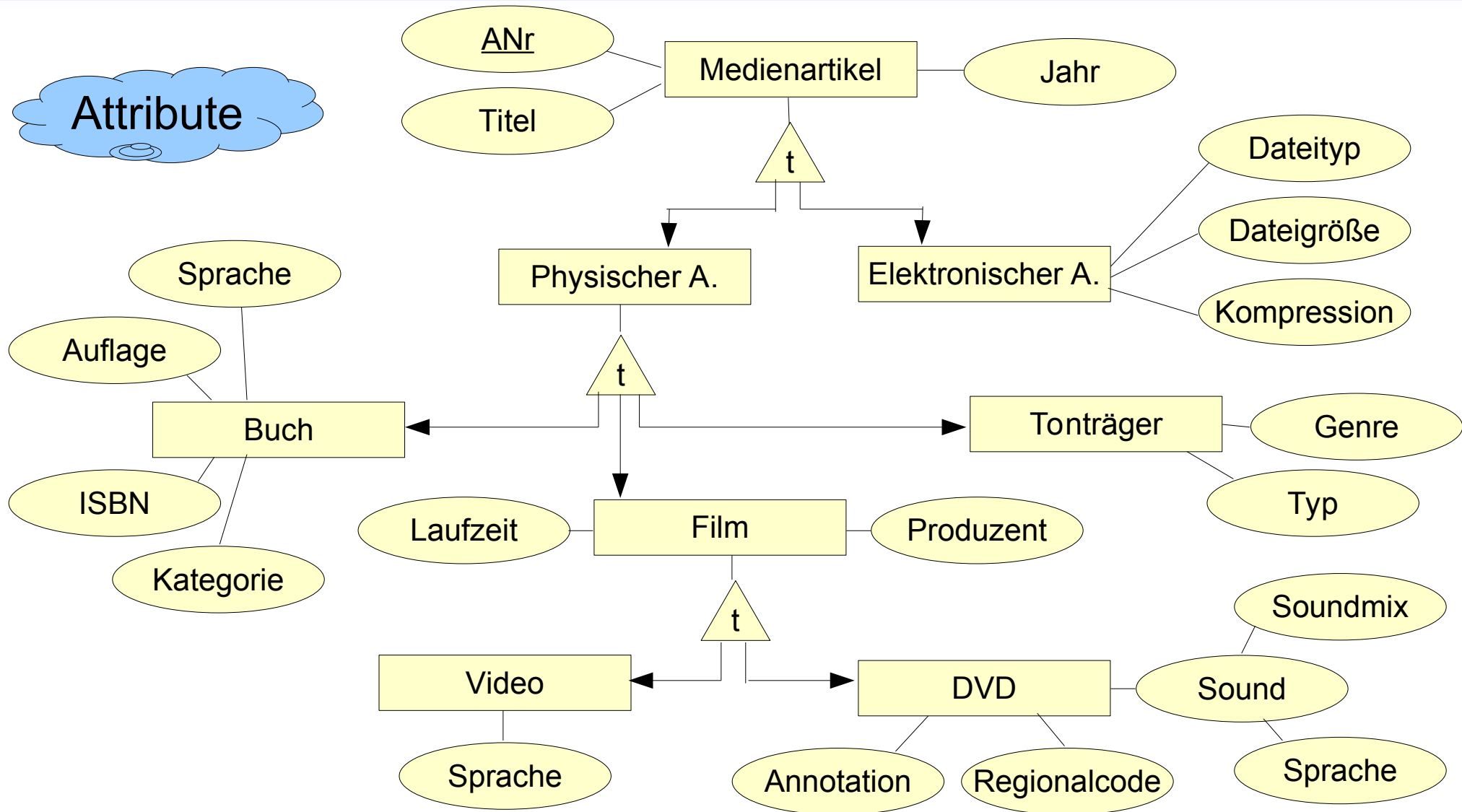


Relationen hinzufügen,
zusätzliche Entities

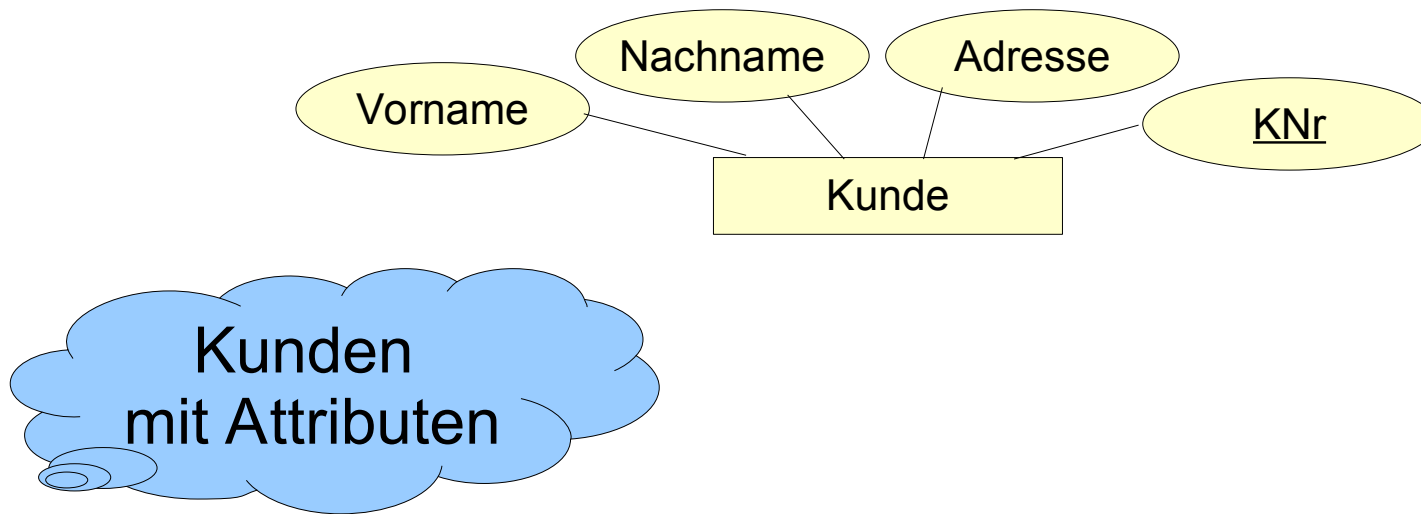
Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell



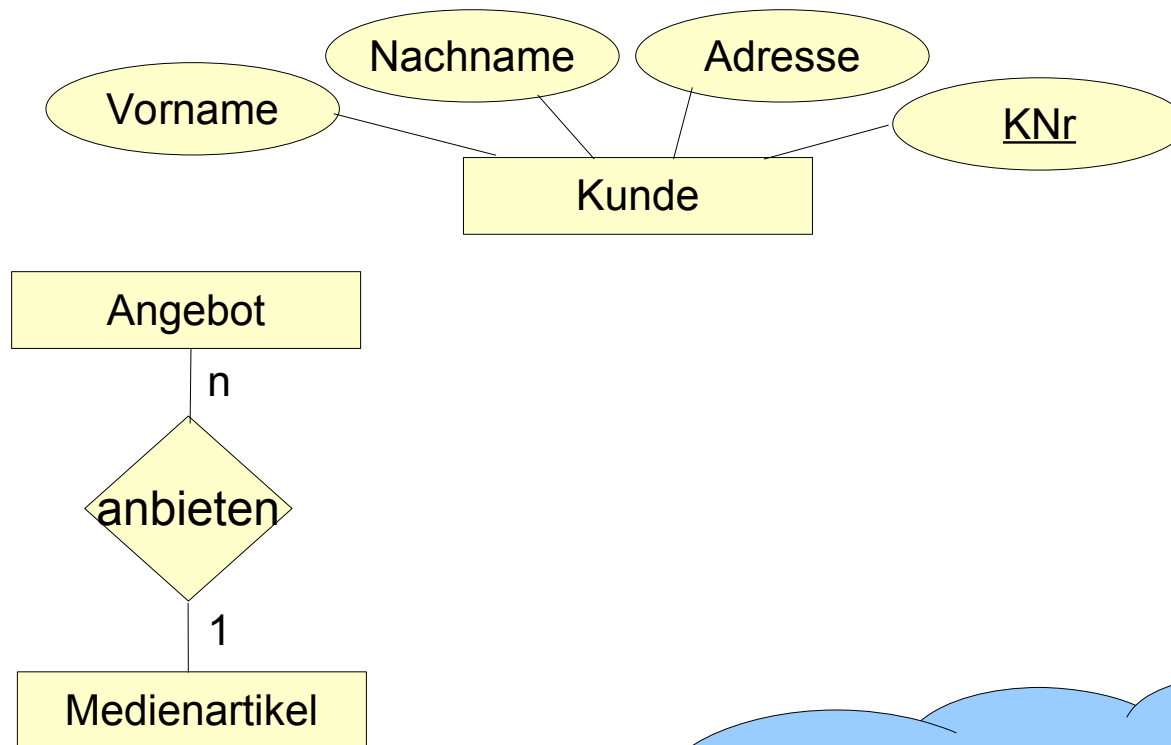
Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell



Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

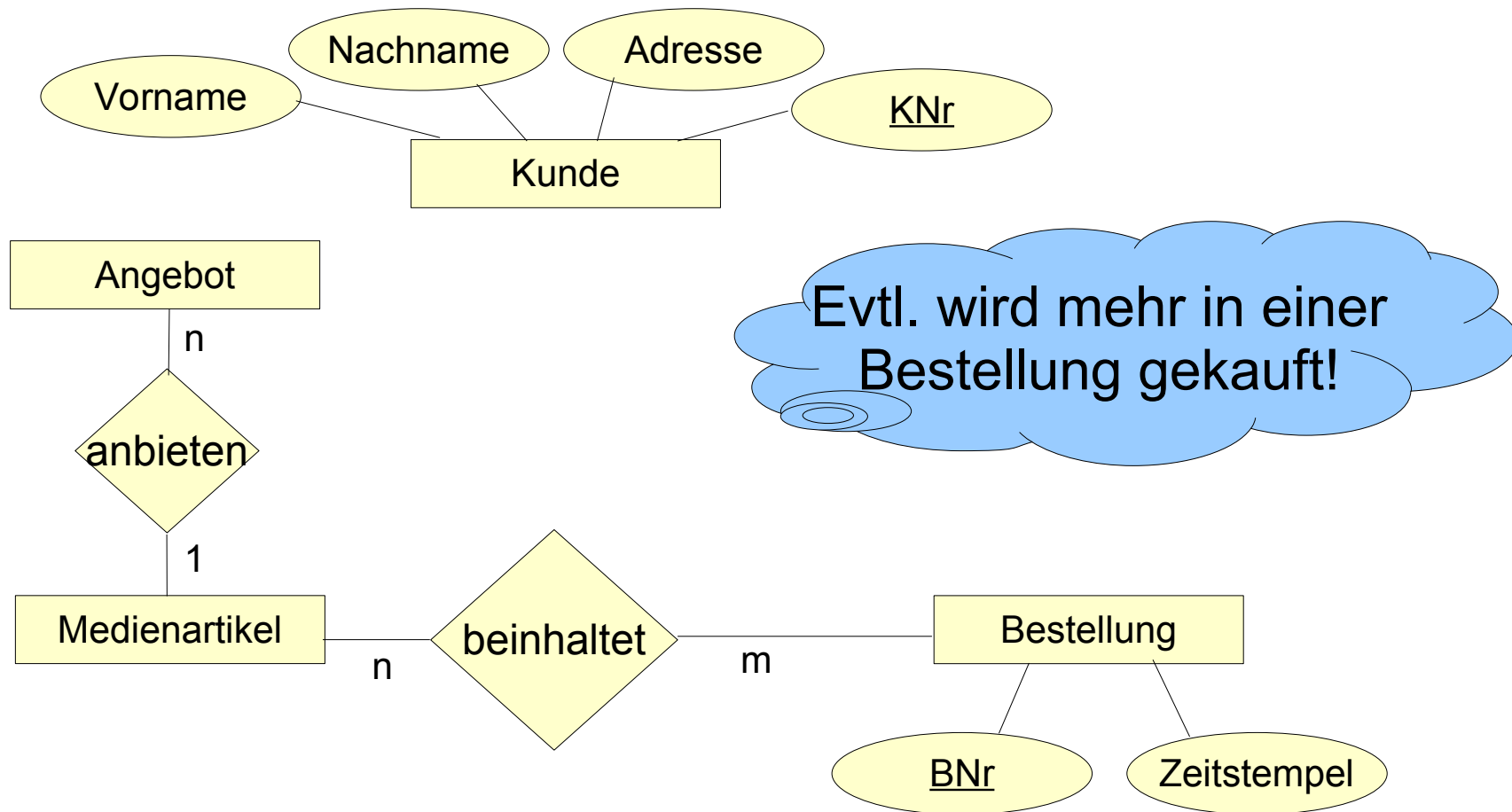


Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell

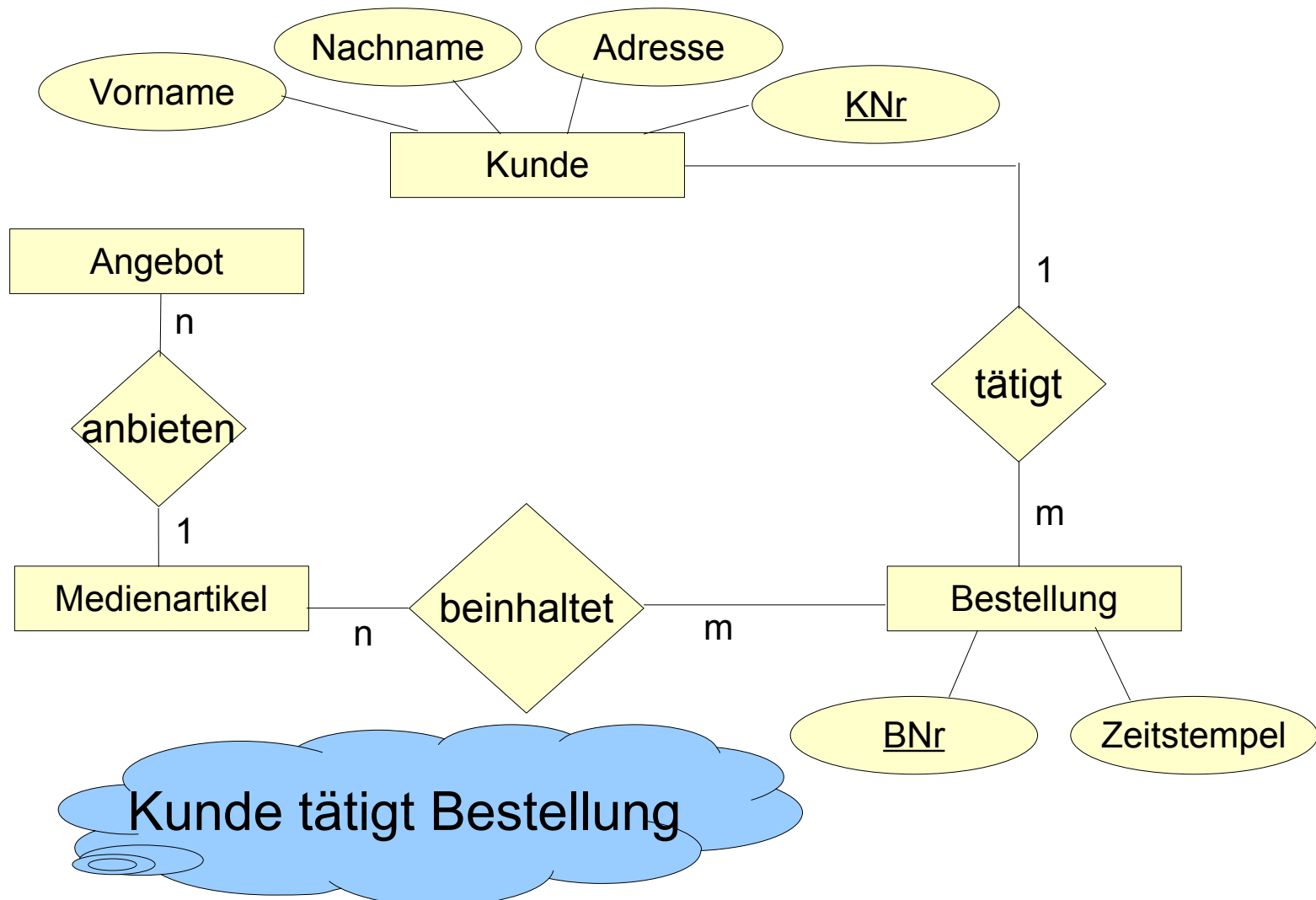


Einem Kunden wird ein
Artikel angeboten

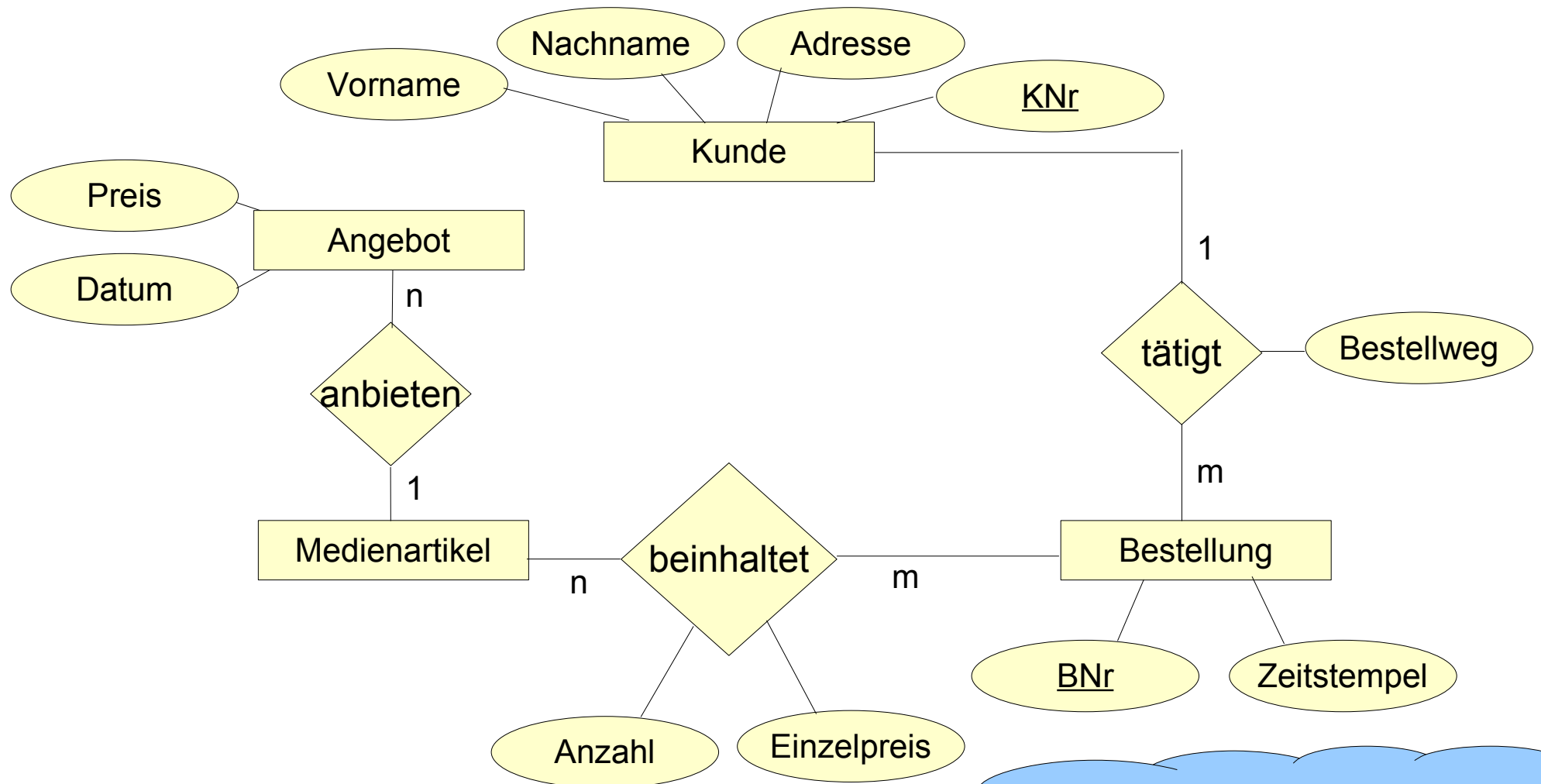
Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell



Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell



Konzeptioneller Entwurf mit ER-Modell



Attribute für Relationships

Qualitätsmerkmale bei ER-Modell

- ★ **Vollständigkeit:** nur durch genauen Vergleich mit gegebenen Anwendung
- ★ **Korrektheit:**
 - ★ **syntaktisch:** Definitionen und Festlegungen in zulässiger Weise genutzt,
 - ★ **semantisch:** Konzepte (Entity, Relation, Attribut) gemäß Ihrer Definition angewendet (*Häufiger Fehler:* Verwendung eines Attributes anstelle einer Entity)
- ★ **Minimalität:** nur auf informelle Weise prüfbar (Können bestimmte Werte aus anderen abgeleitet werden?)

Qualitätsmerkmale bei ER-Modell

★ Lesbarkeit: Ästhetische Kriterien

- ★ Rechtecke und Rauten gleich groß, Kanten horizontal oder vertikal
- ★ Spezialisierung beginnend mit allgemeinem oben
- ★ Symmetrien betonen
- ★ Kreuzungsfrei
- ★ Wahl der Bezeichner

★ Modifizierbarkeit:

- ★ Dokumentation
- ★ Größere Einheiten identifizierbar
- ★ Teildiagramme

Literatur

- ★ Vossen, Gottfried: Datenmodelle, Datenbank-sprachen und Datenbankmanagementsysteme, 5. Auflage, Oldenburg Wissenschaftsverlag, 2008
- ★ Kudraß, Thomas: Taschenbuch Datenbanken, Hanser, 2007