

Kapitel 5: Konzeptueller Datenbankentwurf

- ▶ Der Entwurf des konzeptuellen Schemas ist Teil eines übergeordneten Softwareentwurfsprozesses.
- ▶ Im Pflichtenheft eines zu entwickelnden Anwendungssystems werden die Informationsbedürfnisse definiert.
- ▶ Häufige Grundlage ist das *Entity-Relationship-Modell (ERM)*,
- ▶ oder auch die *Unified Modeling Language (UML)*.

Datenbankentwurf

► **Konzeptueller Entwurf:**

Finde eine umfassende Strukturierung der gesamten Informationsanforderungen der Miniwelt.

Resultat: *konzeptuelles Schema*.

► **Logischer Entwurf:**

Bilde die Zusammenhänge des konzeptuellen Schemas in Relationsschemata ab.

Resultat: *logisches Schema*.

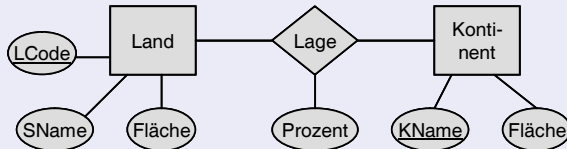
Das logische Schema ist Teil des zum Einsatz kommenden (relationalen) Datenbanksystems.

► **Physischer Entwurf:**

Definiere die Abspeicherung der Relationen auf den Speichermedien und lege Indexstrukturen zur Effizienzsteigerung der Anwendungen fest.

5.1 Entity-Relationship-Modell

Entitäts- und Beziehungstypen



Entitäts- und Beziehungsmengen

Land

<u>LCode</u>	LName	Fläche
Austria	A	84
Egypt	ET	1001
Germany	D	357
Turkey	TR	779

Kontinent

<u>KName</u>	Fläche
Europe	3234
Asia	44400
Africa	30330

Lage

Land	Kontinent	
<u>LCode</u>	<u>KName</u>	Prozent
A	Europe	84
ET	Africa	90
ET	Asia	10
D	Europe	100
TR	Europe	32
TR	Asia	68

Entitäts- und Beziehungstypen

- ▶ Entitätstypen (\approx Objekttypen) \leftrightarrow Rechtecke
- ▶ Beziehungstypen \leftrightarrow Rauten
- ▶ Attribute \leftrightarrow Ovale

- ▶ Attribute eines Entitätstyps, die einen Schlüssel ergeben, werden durch Unterstreichung gekennzeichnet.
- ▶ Beziehungstypen dürfen nur über Entitätstypen definiert sein.
- ▶ Der Schlüssel eines Beziehungstyps ist implizit durch die Schlüssel der an ihm beteiligten Entitätstypen gegeben.
- ▶ Auch Beziehungstypen können Attribute besitzen.

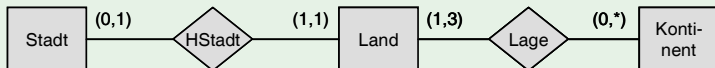
Schema und Instanz

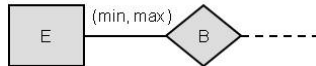
- ▶ Ein aus Entitäts- und Beziehungstypen gebildetes Schema nennen wir *ER-Schema*.
- ▶ Ein konkreter Zustand der betrachteten Miniwelt wird durch eine Menge von Entitäten und Beziehungen gemäß den Strukturen des Schemas repräsentiert.
- ▶ Zu jedem Typ existiert somit eine *Entitäts-* bzw. *Beziehungsmenge*, in denen die jeweiligen Entitäten und Beziehungen zusammengefasst sind; wir nennen dies eine *Instanz* des ER-Schemas.
- ▶ In jeder Instanz müssen die Entitäts- und Beziehungsmengen die folgenden Bedingungen erfüllen:
 - (1) Je zwei Entitäten, die gleiche Schlüsselwerte besitzen, sind auch in den übrigen Attributen gleich. Die Werte der einzelnen Schlüsselattribute müssen verschieden von null sein. (*Schlüsselbedingung für Entitätsmengen*)
 - (2) Je zwei Beziehungen, in denen die Werte der Schlüssel der an ihnen beteiligten Entitäten gleich sind, sind auch in den übrigen Attributen gleich. (*Schlüsselbedingung für Beziehungsmengen*)
 - (3) Jede, in einer Beziehung über ihren Schlüssel referenzierte Entität, existiert auch in der zugehörigen Entitätsmenge. (*referentielle Integrität, Fremdschlüsselbedingung*)

Kardinalitäten: Beziehungskomplexitäten

- ▶ Sei $E \text{ --- } B$ eine Kante, die einen Entitätstyp E mit einem Beziehungstyp B verbindet und mit einer Beziehungskomplexität (min, max) , $min \leq max$, beschriftet ist.
- ▶ Seien e, b eine Entitäts- und Beziehungsmenge einer Instanz.
- ▶ Jede Entität $\mu \in e$ ist dann in mindestens min und maximal max Beziehungen $\nu \in b$ involviert.
- ▶ Wählen wir für max anstelle einer Zahl $*$, so steht dies für *beliebig viele*.

Beispiel





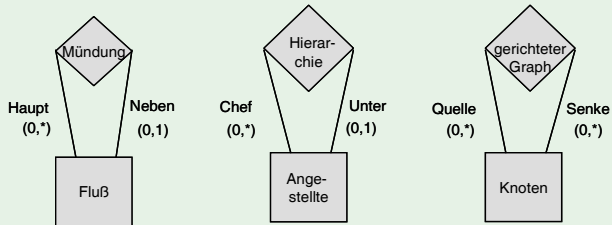
partielle Beziehungen und Schlüsselbedingungen

- ▶ $min = 0$: es sind Instanzen zulässig, in denen Entitäten $\mu \in e$ auftreten können, die in keiner Beziehung $\nu \in b$ involviert sind.
(*partielle Beziehung*)
- ▶ $min = 0, max = 1$: in jeder Instanz darf jede Entität $\mu \in e$ nur in höchstens einer Beziehung $\nu \in b$ involviert sein.
(*partielle Schlüsselbedingung*)
- ▶ $min = 1, max = 1$: in jeder Instanz muss jede Entität $\mu \in e$ in genau einer Beziehung $\nu \in b$ involviert sein.
(*totale Schlüsselbedingung*)

rekursive Beziehungstypen

- ▶ Ist derselbe Entitätstyp mehrmals in demselben Beziehungstyp involviert, so reden wir von einem *rekursiven* Beziehungstyp.
- ▶ Es wird eine Unterscheidung von unterschiedlichen *Rollen* des Entitätstyps erforderlich.

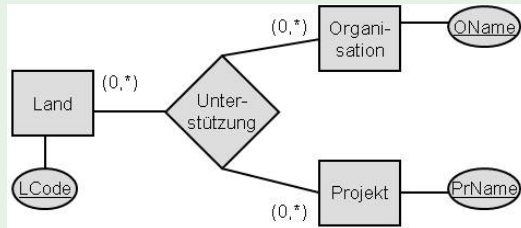
Beispiele



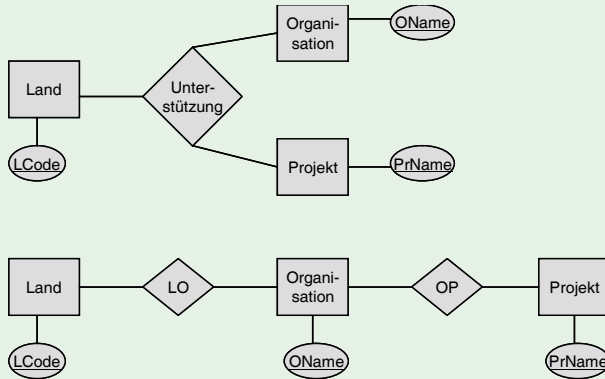
mehrstellige Beziehungstypen

- ▶ Bisher waren Beziehungstypen binär.
- ▶ Ein Beziehungstyp kann im Allgemeinen über beliebig vielen Entitätstypen definiert sein.

Beispiel



Beziehungstyp über drei Entitätstypen und eine mögliche Zerlegung des ternären Beziehungstyps in zwei binäre Beziehungstypen.



Ist die Zerlegung unabhängig von der Wahl der Beziehungskomplexitäten?

Beziehungsmengen zum Beispiel

Unterstützung

Land	Organisation	Projekt
<u>LCode</u>	<u>OName</u>	<u>PrName</u>
EgoLand	Invest	Economy
AltruLand	Invest	Economy
AltruLand	Invest	Education



LO

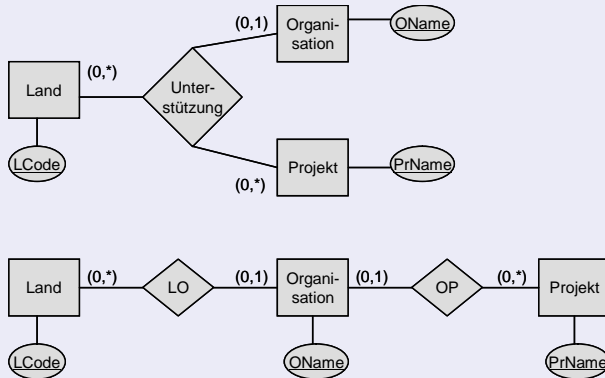
Land	Organisation
<u>LCode</u>	<u>OName</u>
EgoLand	Invest
AltruLand	Invest

OP

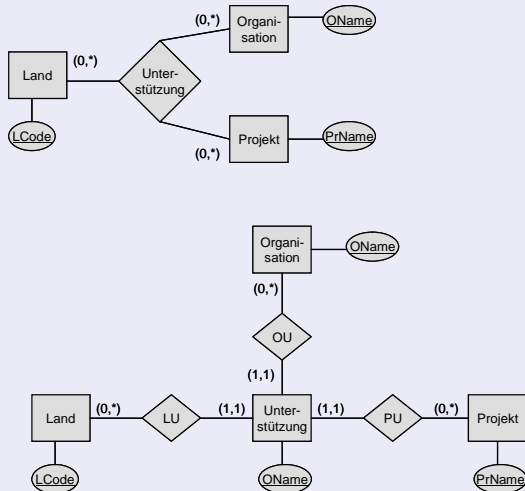
Organisation	Projekt
<u>OName</u>	<u>PrName</u>
Invest	Economy
Invest	Education

Zerlegung unzulässig!

Zerlegung eines ternären in zwei binäre Beziehungstypen ist zulässig, falls mindestens eine beteiligte Beziehungskomplexität die Form $(0,1,1)$ hat.



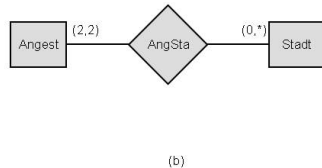
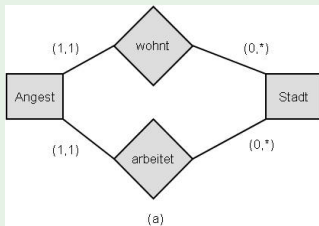
Zerlegung in binäre Beziehungstypen immer möglich unter Zuhilfenahme eines zusätzlichen Entitätstyps, der den mehrstelligen Beziehungstyp ersetzt.



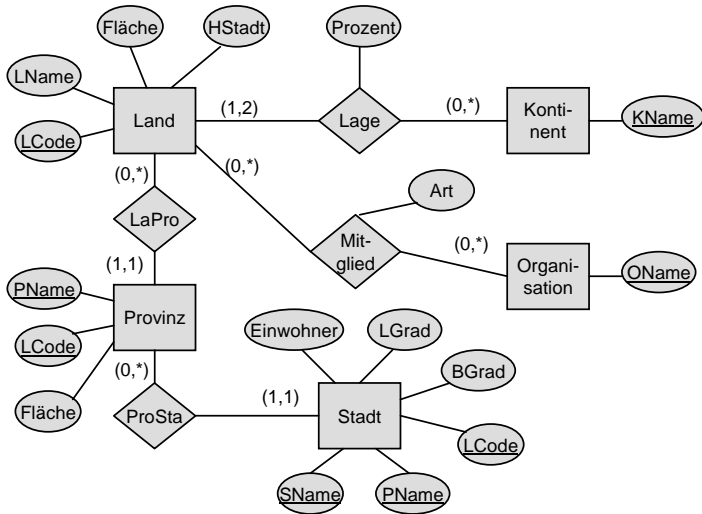
Beziehungstypen über gleichen Entitätstypen

- Mehrere Beziehungstypen sind zwischen denselben Entitätstypen möglich.
- (a) und (b) repräsentieren im Allgemeinen unterschiedliche Miniwelten.

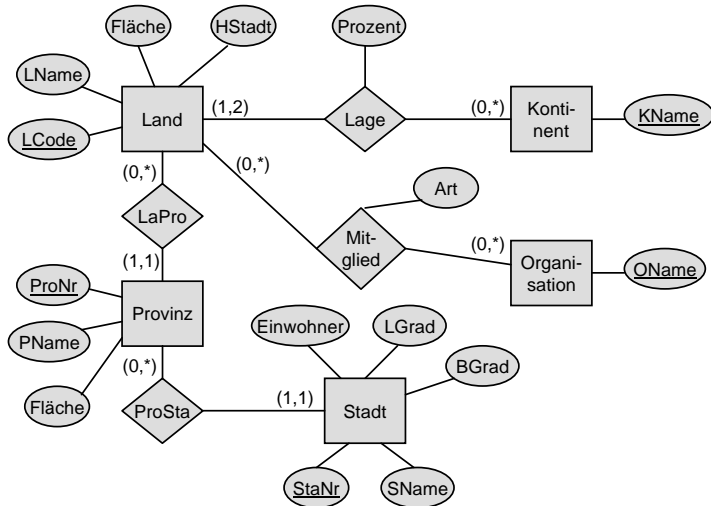
Beispiel



Mondial ER-Schema



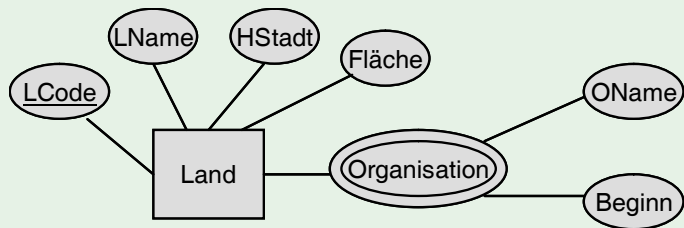
Alternatives Mondial ER-Schema



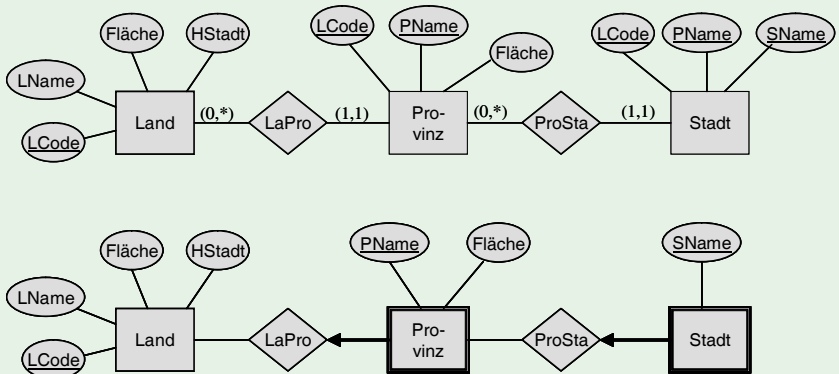
5.2 ER Erweiterungen

- ▶ Die Erfahrungen beim Einsatz des Entity-Relationship-Modells haben gezeigt, dass die Modellierung mittels Entitäts- und Beziehungstypen in gewissen Situationen zu unbefriedigenden Resultaten führen kann.
- ▶ Mengenwertige und strukturierte Attribute
- ▶ Schwache Entitätstypen
- ▶ Generalisierung
- ▶ Aggregation

Mengenwertige und strukturierte Attribute

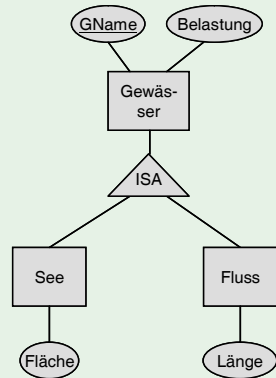
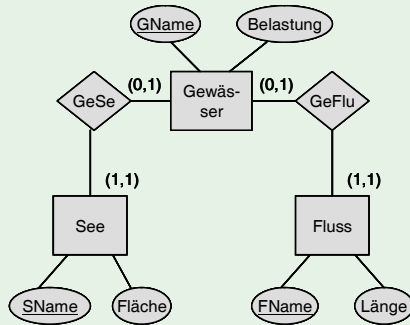


Schwache Entitätstypen



Vererbung des Primärschlüssels an die angeschlossenen schwachen Entitätstypen.

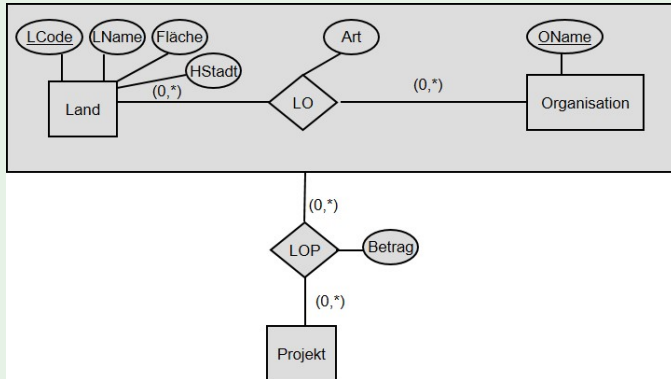
Generalisierung



ISA (Is A) Beziehungstyp:

Jede Entität eines Unter(Sub)-Typs ist auch Entität des Ober(Super)-Typs.

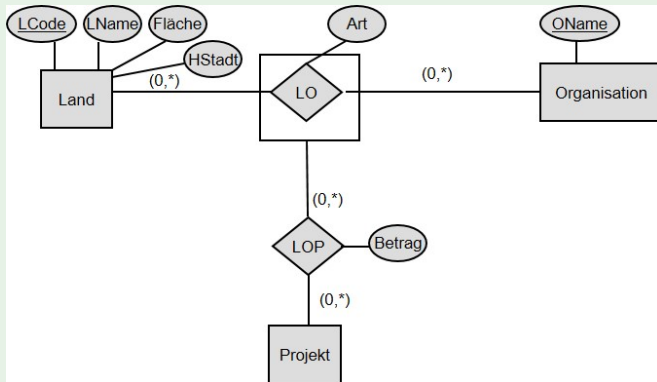
Aggregation



Beziehungstypen werden als ein *aggregierter* Entitätstyp betrachtet:

⇒ Möglichkeit mehrstellige Beziehungstypen zu repräsentieren, die nicht immer für alle beteiligten Entitätstypen definiert sind.

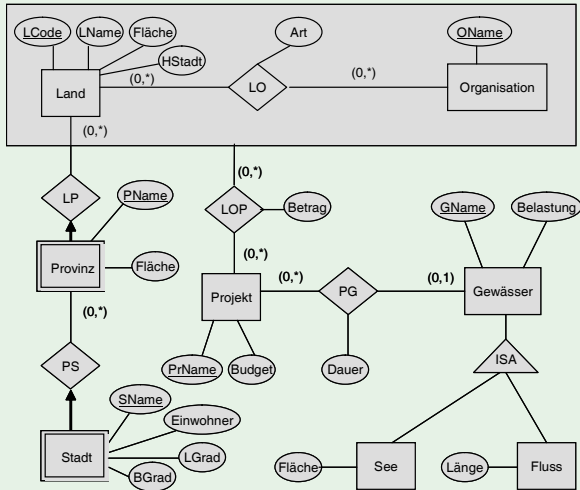
Aggregation (alternative graphische Repräsentation)



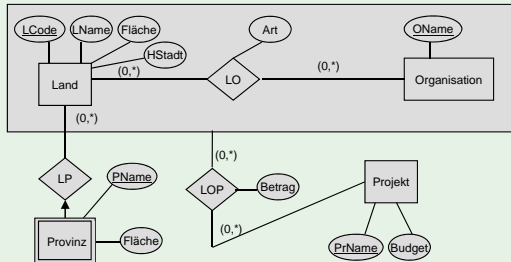
5.3 Transformation in Relationsschemata

- ▶ Wir ordnen zunächst jedem Entitätstyp und jedem Beziehungstyp ein Relationsschema zu.
- ▶ Unter Umständen können mehrere Relationsschemata wieder zu einem Relationsschema zusammengefasst werden, um die Anzahl Schemata nicht unnötig groß werden zu lassen. Beispiele sind:
 - ▶ Das Relationsschema des Beziehungstyps eines schwachen Entitätstypen kann in dessen Relationsschema integriert werden.
 - ▶ Ist ein Beziehungstyp mit einem Entitätstyp über eine Kardinalität mit $max = 1$ verbunden, dann kann das Relationsschema des Beziehungstyps in das Schema des Entitätstyps integriert werden.
- ▶ Ein so erhaltenes logisches Schema ist als Ausgangspunkt für eine weitere Verfeinerung zu verstehen, in die dann auch weiteres Wissen über die geplanten Anwendungen der Miniwelt eingehen kann, das im ER-Schema nicht repräsentiert ist.

Mondial ER-Schema



Transformation - Teil 1



Land(LCode, HStadt, LName, Fläche)

Provinz(PName, LCode, Fläche)

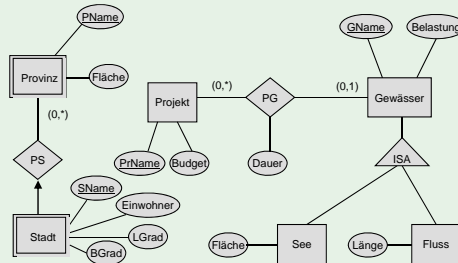
Organisation(OName)

Projekt(PrName, Budget)

LO(LCode, OName, Art)

LOP(LCode, OName, PrName, Betrag)

Transformation - Teil 2



Provinz(PName, LCode, Fläche)

Stadt(SName, LCode, PName, Einwohner, LGrad, BGrad)

Projekt(PrName, Budget)

Gewässer(GName, Belastung)

See(GName, Fläche)

Fluss(GName, Länge)

PG(GName, PrName, Dauer)

Mondial relational

Land(LCode, HStadt, LName, Fläche)

Provinz(PName, LCode, Fläche)

Stadt(SName, LCode, PName, Einwohner, LGrad, BGrad)

Organisation(OName)

Projekt(PrName, Budget)

Gewässer(GName, Belastung, PrName, Dauer)

See(GName, Fläche)

Fluss(GName, Länge)

LO(LCode, OName, Art)

LOP(LCode, OName, PrName, Betrag)

Bemerkung:

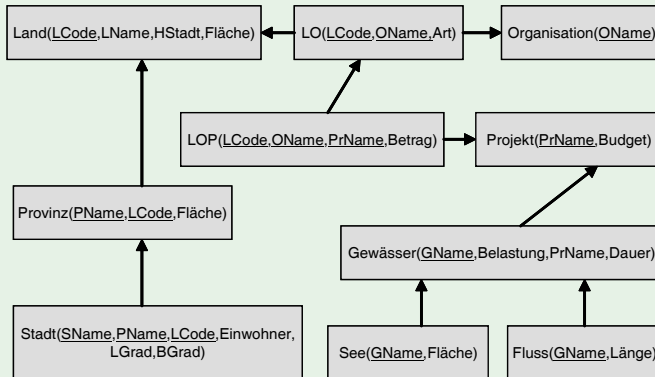
Beziehungstyp PG ist in Entitätstyp Gewässer integriert

⇒ Nullwerte für PrName und Dauer sind jetzt möglich!

Relationsgraph

Fremdschlüsselbeziehungen unter den relationalen Schemata kennzeichnen wir graphisch durch gerichtete Kanten (*child* \rightarrow *parent*).

Mondial Relationsgraph



empfohlene Lektüre

The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data

PETER PIN-SHAN CHEN

Massachusetts Institute of Technology

A data model, called the entity-relationship model, is proposed. This model incorporates some of the important semantic information about the real world. A special diagrammatic technique is introduced as a tool for database design. An example of database design and description using the model and the diagrammatic technique is given. Some implications for data integrity, information retrieval, and data manipulation are discussed.

The entity-relationship model can be used as a basis for unification of different views of data: the network model, the relational model, and the entity set model. Semantic ambiguities in these models are analyzed. Possible ways to derive their views of data from the entity-relationship model are presented.

Key Words and Phrases: database design, logical view of data, semantics of data, data models, entity-relationship model, relational model, Data Base Task Group, network model, entity set model, data definition and manipulation, data integrity and consistency

CR Categories: 3.50, 3.70, 4.33, 4.34

1

¹In: ACM Transactions on Database Systems (TODS), Volume 1 Issue 1, March 1976.