



UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES

Saarbrücken, 28.05.2015
Information Systems Group

Vorlesung „Informationssysteme“

Vertiefung Kapitel 5: Relationenalgebra

Erik Buchmann (buchmann@cs.uni-saarland.de)



Aus den Videos wissen Sie...

- ...dass die relationale Algebra auf Mengen aufsetzt
 - Tabellen sind dagegen Listen
 - SQL (kommt später) arbeitet mit Multimengen
- ...dass die relationale Algebra viele, viele Operatoren besitzt
 - Insbesondere viele Spielarten des Verbundoperators

- Vertiefung heute:
 - Vom Informationsbedürfnis zur relationalen Algebra
 - Wozu braucht man die relationale Algebra?
 - Geht es auch einfacher? Regeln zur Äquivalenzumformung

- *doch zuerst: Unterschiede zwischen EER- und Relationalem Modell*

A nighttime photograph of a university building with a large crowd of people gathered in front. The building has a dark roof with skylights and is illuminated by warm lights. A large, dark, abstract sculpture stands on the left. The sky is a deep blue with some clouds. Light trails from a moving vehicle are visible in the foreground. A white text box is overlaid on the image.

Unterschiede zwischen EER und Relationenmodell

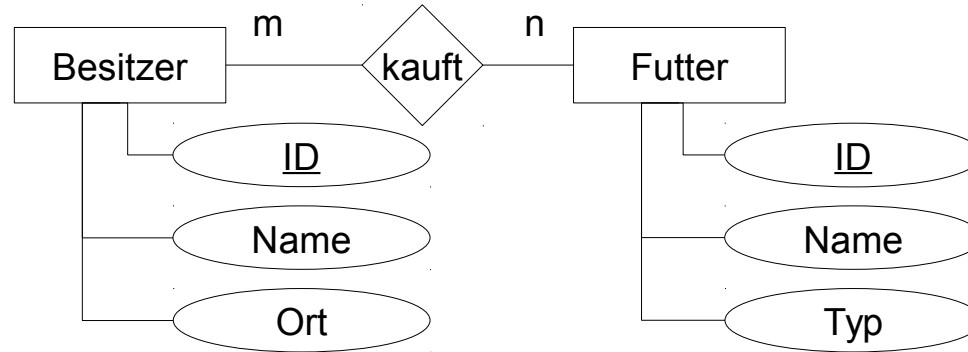
Schwierige Sachverhalte

- Relationales Modell hat etwas andere Semantik als das (E)ER-Modell
 - Bei einigen EER-Modellierungen müssen Sie sich zwischen mehreren nicht ganz exakten Umsetzungen entscheiden
 - Bei einigen EER-Modellierungen verlieren Sie im Relationalen Modell Einschränkungen, die Sie im EER-Modell getroffen haben

- Verbindliche Richtlinie bei der Entwicklung relationaler Modelle
 - NIE mehrere identisch benannte Attribute in einer Relation
 - NIE mehr Schlüsselattribute als unbedingt erforderlich
 - NIE zwei Relationen, wenn auch eine für eine Beziehung reichen würde
 - NIE kapazitätsvermindernde Abbildung
 - MÖGLICHST wenig Attribute, die NULL-Werte enthalten
 - MÖGLICHST keine kapazitätserhöhende Abbildung

(„Möglichst“ bedeutet: wenn es nicht anders geht)

Beispiel: Identische Schlüssel



- Relationenmodell verbietet gleich benannte Attribute in einer Relation
- Lösung: Attribute umbenennen, ggf. Schlüsselbeziehungen mit Pfeil kennzeichnen

[Besitzer]: { [ID, Name, Ort] }

[Futter]: { [ID, Name, Typ] }

[kauft]: { [ID1 → Besitzer.ID, ID2 → Futter.ID] }

- **Ok:** Beziehung korrekt darstellbar
- **Problem:** Attribute heißen nun anders,
natürlicher Verbund funktioniert nicht mit der kauft-Relation!

Beispiel: Mehrere schwache Beziehungen

- Ohne nachzudenken nach Vorlesungsvideo

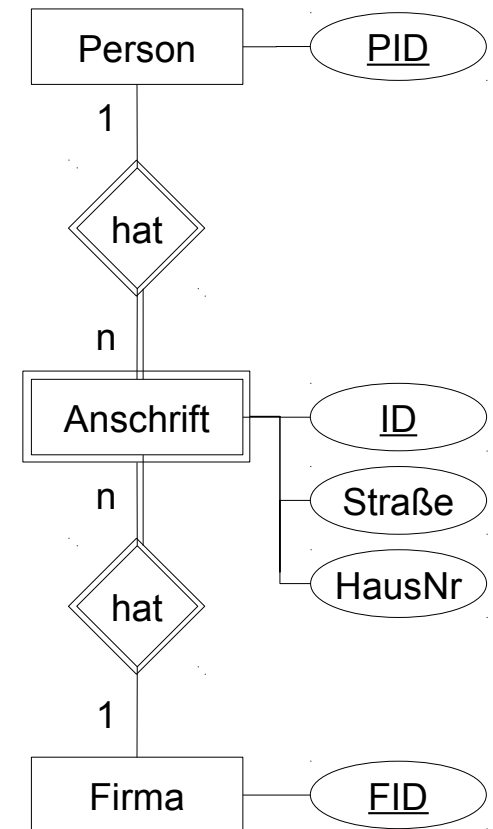
[Person]: { [PID] }

[Firma]: { [FID] }

[Anschrift]: { [ID, Straße, HausNr, PID, FID] }



- Ok:** Teilschlüssel PID, FID in [Anschrift] stellt Existenzabhängigkeit von Anschrift sicher
- Eindeutig falsch:** Kapazitätsmindernde Abbildung, nur Anschriften dürfen existieren, die *gleichzeitig* für eine Person und eine Firma gelten



Beispiel: Mehrere schwache Beziehungen

- Mögliche Lösung mit nachdenken:
PID, FID in Anschrift keine Schlüssel

[Person]: { [PID] }

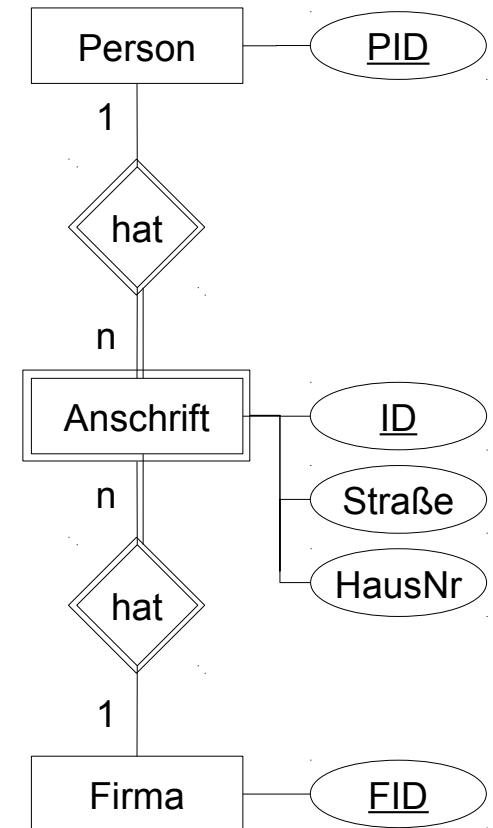
[Firma]: { [FID] }

[Anschrift]: { [ID, Straße, HausNr, PID, FID] }

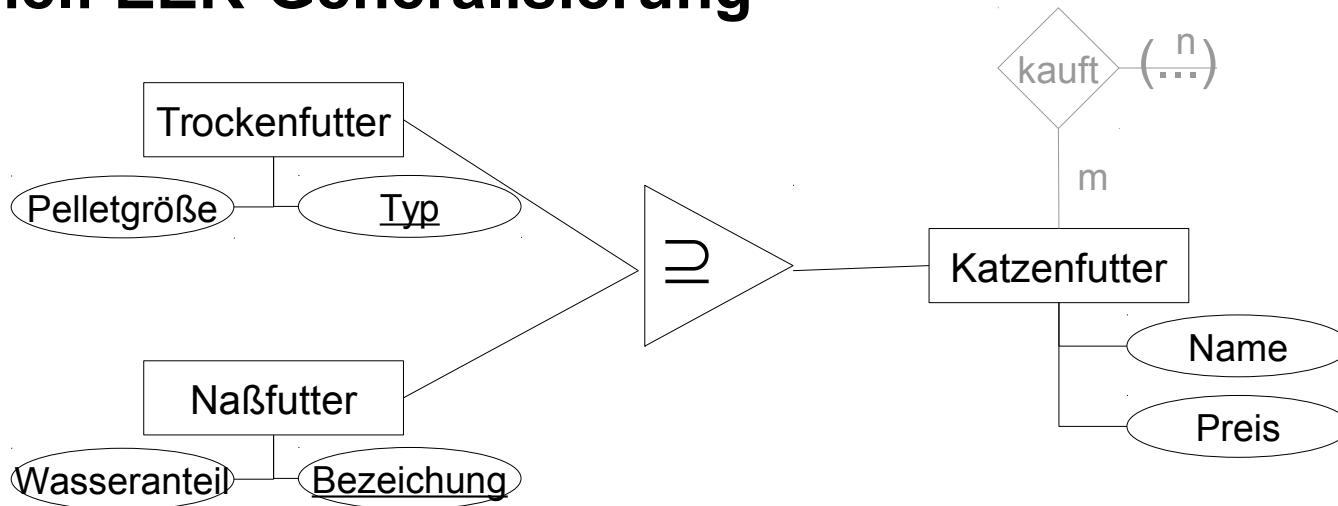
- **Ok:** Kapazität der 1:n-Beziehungen zwischen Anschrift und Person, Firma bleiben erhalten

- **Problem:** Existenzabhängigkeit ist nicht mehr gewährleistet

→ Hier ist Kapazitätserhalt wichtiger als Existenzabhängigkeit



Beispiel: EER-Generalisierung



- Vertiefungsfolien von letztem Donnerstag: künstlicher Schlüssel bei Katzenfutter, 1:1-Bez. mit Trocken- und Naßfutter

[Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }

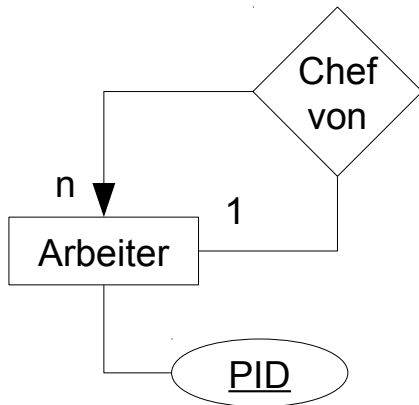
[Trockenfutter]: { [Typ, Pelletgröße, KID] }

[Naßfutter]: { [Bezeichnung, Wasseranteil, KID] }

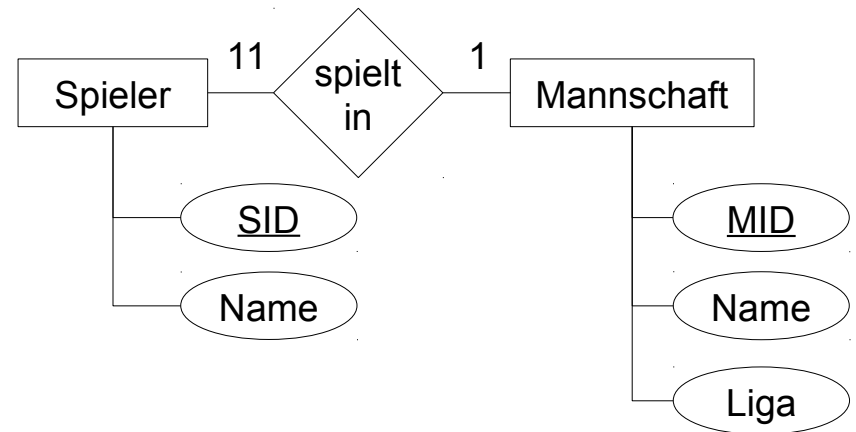
- **Ok:** Trocken-/Naßfutter muss nicht Katzenfutter sein
- **Problem:** Katzenfutter kann gleichzeitig Trocken-/Naßfutter sein
- **Problem:** Katzenfutter muss nicht Trocken-/Naßfutter sein
→ Hier ist Abbildbarkeit der Generalisierung wichtiger als Kapazität

Schwierige Fälle, die Sie schon kennen

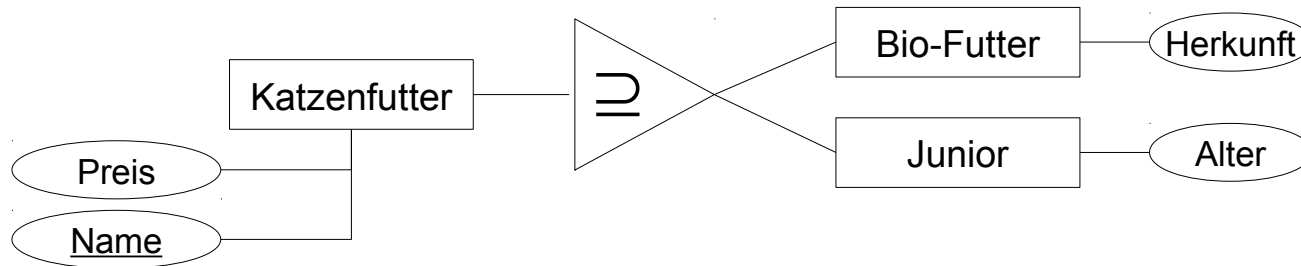
Umbenennung eines Primärschlüssels, sein eigener Chef sein



Nicht abbildbare Kardinalitäten



Nicht abbildbare Disjunktheit von Bio- und Juniorfutter



Kein Anspruch auf Vollständigkeit

- Die eben gezeigten Beispiele sind nur Beispiele
- Sie müssen für Ihr Projekt selbst überlegen, welche Aussagen Ihr Relationenmodell zulässt!
- Im Zweifel
 - Entscheiden Sie sich gemäß der allgemeinen Richtlinien zuvor
 - *Dokumentieren* Sie Ihre Entscheidung nachvollziehbar

A nighttime photograph of a university building with a large crowd of people gathered in front. The building is illuminated by warm lights, and the sky is a deep blue. In the foreground, there are long, horizontal light trails from a camera long exposure. A large, dark, abstract sculpture is visible on the left side of the frame. A white text box is overlaid in the center of the image.

Praxisbeispiele für relationale Algebra

Beispiel 1: Logische Optimierung

- Suche zum Unfall vom 27.05. mit einem blauen Fahrzeug das KFZ-Kennzeichen des Fahrzeugs sowie Name, Adresse des Halters in folgendem Relationenschema

[Unfall]: {[ID, Datum, Schaden]}

[Fahrzeug]: {[Kennz, Typ, Farbe]}

[Halter]: {[Perso, Name, Adresse]}

[hat]: {[Kennz, ID]}

[gehört]: {[Kennz, Perso]}



- Entsprechende Anfrage in Relationenalgebra

$$\pi_{\text{Name, Adresse, Kennz}} \left(\sigma_{\text{Farbe=blau} \wedge \text{Datum=27.05.}} \left(\text{Unfall} \bowtie \text{hat} \bowtie \text{Fahrzeug} \bowtie \text{gehört} \bowtie \text{Halter} \right) \right)$$

- Was ist die optimale Ausführungsreihenfolge, sodass Ausführungszeit und/oder Speicherverbrauch möglichst klein sind?*

Beispiel 2: Vorberechnung von Zwischenergebnissen

- Data Warehouse, d.h., statischer Datenbestand ohne Änderungen

- Beispiel: Autoversicherung

[Unfall]: {[ID, Datum, Schaden]}

[Fahrzeug]: {[Kennz, Typ, Farbe]}

[Halter]: {[Perso, Name, Adresse]}

[hat]: {[Kennz, ID]}

[gehört]: {[Kennz, Perso]}

- häufige Anfragen

- Alle Unfall-IDs in diesem Jahr mit einer Schadenssumme > 10.000
- Kennzeichen aller Unfälle ab 01.03., an denen ein BMW beteiligt war
- Namen von KFZ-Haltern aus München mit Unfällen dieses Jahr

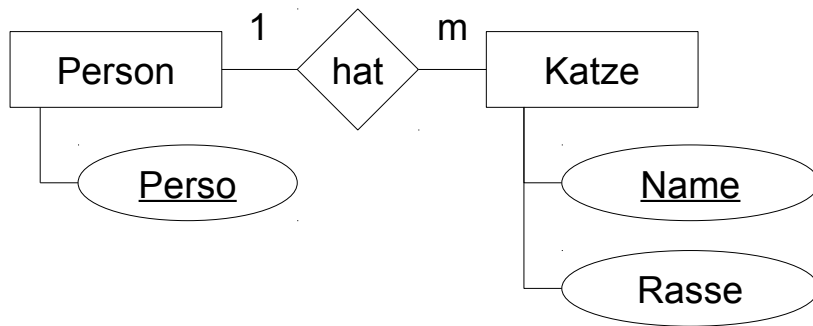
- *Kann man die Ausführungszeit einiger oder aller Anfragen verbessern, wenn man häufig benutzte Zwischenergebnisse vorherberechnet?*



Äquivalenzumformung

A nighttime photograph of a university building with a large crowd of people gathered in front. The building has a dark roof with skylights and is illuminated by warm lights. A large, dark, abstract sculpture stands on the left. The sky is a deep blue with some clouds. Light trails from a moving vehicle are visible in the foreground. A white banner with the text 'Äquivalenzumformung' is overlaid on the image.

Minimale Operatorenmenge (1/3)



Person	hat		Katze	
<u>Perso</u>	<u>Perso</u>	Name	<u>Name</u>	<u>Rasse</u>
123	123	Mika	Mika	Mischling
456	456	Blacky	Blacky	Perser
789	456	Mucki	Mucki	Perser

■ Projektion

$\pi_{\text{Rasse}}(\text{Katze})$

Rasse
Mischling
Perser

■ Natürlicher Verbund

hat $\triangleright \triangleleft$ Katze

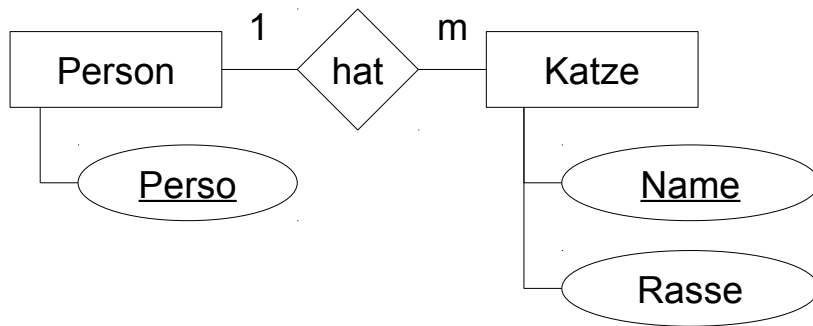
Perso	Name	Rasse
123	Mika	Mischling
456	Blacky	Perser
456	Mucki	Perser

■ Selektion

$\sigma_{\text{Perso} < 500}(\text{Person})$

Perso
123
456

Minimale Operatorenmenge (2/3)



Person	hat		Katze	
<u>Perso</u>	<u>Perso</u>	Name	<u>Name</u>	<u>Rasse</u>
123	123	Mika	Mika	Mischling
456	456	Blacky	Blacky	Perser
789	456	Mucki	Mucki	Perser

■ Umbenennung

$$\rho_{\text{Typ} \leftarrow \text{Rasse}}(\text{Katze})$$

Name	Typ
Mika	Mischling
Blacky	Perser
Mucki	Perser

■ Differenz

$$\text{Person} - \sigma_{\text{Perso}=123}(\text{Person})$$

<u>Perso</u>
456
789

■ Vereinigung

$$\sigma_{\text{Perso}=456}(\text{Person})$$

$$\cup \sigma_{\text{Perso}=123}(\text{Person})$$

<u>Perso</u>
456
123

Minimale Operatorenmenge (3/3)

- $\{\pi, \sigma, \rho, \triangleright\triangleleft, -, \cup\}$ und $\{\pi, \sigma, \rho, \times, -, \cup\}$ sind äquivalent (also beides minimale Operatorenmengen)
 - Seien A, B zwei Relationen mit den Schlüsseln s:
[A]: {[s]}, [B]: {[s]}
 - Umformung vom natürlichen Verbund zum Kreuzprodukt:
Natürlicher Verbund ohne gleichbenannte Schlüssel ist Kreuzprodukt
 $A \triangleright\triangleleft \rho_{X \leftarrow s}(B) \equiv A \times B$
 - Umformung Kreuzprodukt zum natürlichen Verbund
Selektion auf identische Schlüsselattribute
 $\sigma_{A.s=B.s}(A \times B) \equiv A \triangleright\triangleleft B$
- *Zur Umformung der anderen Operatoren siehe Vorlesungsvideos*

Die wichtigsten Regeln zur Termumformung

- Kommutativität, Assoziativität
 - Alle Verbundoperationen und Kreuzprodukt
- Kaskaden auflösen
 - Projektionen, Selektionen
- Vertauschen
 - Projektion + Selektion
 - Projektion + Verbund
 - Projektion + Vereinigung
 - Selektion + Verbund
 - Selektion + Vereinigung/Differenz

Kommutativität, Assoziativität

■ Kommutativität

$$A \bowtie B \equiv B \bowtie A$$

$$A \times B \equiv B \times A$$

■ Assoziativität

$$(A \bowtie B) \bowtie C \equiv A \bowtie (B \bowtie C)$$

$$(A \times B) \times C \equiv A \times (B \times C)$$

■ Gilt für alle Verbundoperatoren und das Kreuzprodukt, da diese sich voneinander ableiten lassen

■ Beispiel: Ableitung des Theta-Verbunds aus dem natürlichen Verbund

$$\sigma_{\text{Prädikat}}(A \bowtie B) \equiv A \bowtie_{\text{Prädikat}} B$$

→ also gilt auch Kommutativität und Assoziativität für Theta-Verbund

Kaskaden zusammenfassen

■ Kaskade von Projektionen

für $[E]: \{[a_1, \dots, a_n]\}$ und $\{a_i, \dots, a_j\} \supseteq \{a_p, \dots, a_q\}$ gilt:

$$\pi_{a_p, \dots, a_q}(\pi_{a_i, \dots, a_j}(E)) \equiv \pi_{a_p, \dots, a_q}(E)$$

■ Kaskade von Selektionen

$$\sigma_{\text{Prädikat1}}(\sigma_{\text{Prädikat2}} \dots (\sigma_{\text{PrädikatN}}(E) \dots)) \equiv \sigma_{\text{Prädikat1} \wedge \text{Prädikat2} \wedge \dots \wedge \text{PrädikatN}}(E)$$

Vertauschen (1/2)

■ Projektion + Selektion

- wenn in Prädikat nur die Attribute $\{a_1 \dots a_n\}$ verwendet werden

$$\pi_{a_1, \dots, a_n}(\sigma_{\text{Prädikat}}(E)) \equiv \sigma_{\text{Prädikat}}(\pi_{a_1, \dots, a_n}(E))$$

■ Projektion + Verbund

- wenn $[A]: \{[a_1, \dots, a_n]\}$ und $[B]: \{[b_1, \dots, b_n]\}$, und in Prädikat nur die Attribute $\{a_1 \dots a_n\}$ und $\{b_1 \dots b_n\}$ verwendet werden

$$\pi_{a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n}(A \bowtie_{\text{Prädikat}} B) \equiv (\pi_{a_1, \dots, a_n}(A)) \bowtie_{\text{Prädikat}} (\pi_{b_1, \dots, b_n}(B))$$

Anmerkung1: Man darf keine Attribute wegprojizieren, die für darauffolgende Operationen gebraucht werden

*Anmerkung2: $\bowtie_{\text{Prädikat}}$ meint grundsätzlich für alle Verbundoperatoren
z.B. ist Prädikat beim Equi-Verbund $a_1=b_1 \wedge a_2=b_2 \wedge \dots$*

Vertauschen (2/2)

■ Projektion + Vereinigung

- wenn $[A]: \{[a1, \dots, an]\}$ und $[B]: \{[a1, \dots, an]\}$

$$\pi_{a1, \dots, an}(A \cup B) \equiv (\pi_{a1, \dots, an}(A)) \cup (\pi_{a1, \dots, an}(B))$$

■ Selektion + Verbund

- wenn in Prädikat nur Attribute aus A auftreten

$$\sigma_{\text{Prädikat}}(A \bowtie B) \equiv \sigma_{\text{Prädikat}}(A) \bowtie B$$

- sonst

$$\sigma_{\text{Prädikat}}(A \bowtie B) \equiv \sigma_{\text{Prädikat}}(A) \bowtie \sigma_{\text{Prädikat}}(B)$$

■ Selektion + Vereinigung/Differenz

- wenn $[A]: \{[a1, \dots, an]\}$ und $[B]: \{[a1, \dots, an]\}$

$$\sigma_{\text{Prädikat}}(A \cup B) \equiv \sigma_{\text{Prädikat}}(A) \cup \sigma_{\text{Prädikat}}(B)$$

Praxisbeispiele Reloaded

A nighttime photograph of a university building with a large crowd of people gathered in front. The building has a dark roof with skylights and is illuminated by warm lights. A large crowd of people is standing in front of the building, and there are long light trails from a moving light source in the foreground. The sky is dark blue with some clouds. A white text box is overlaid on the image with the text 'Praxisbeispiele Reloaded'. On the left, there is a large, dark, abstract sculpture with the text '8 Mio. ZU WEIN' visible on its base.

Beispiel 1: Logische Optimierung

- Suche zum Unfall vom 27.05. mit einem blauen Fahrzeug das KFZ-Kennzeichen des Fahrzeugs sowie Name, Adresse des Halters in folgendem Relationenschema

[Unfall]: {[ID, Datum, Schaden]}

[Fahrzeug]: {[Kennz, Typ, Farbe]}

[Halter]: {[Perso, Name, Adresse]}

[hat]: {[Kennz, ID]}

[gehört]: {[Kennz, Perso]}

- Anfrage in Relationenalgebra

$$\pi_{\text{Name, Adresse, Kennz}} \left(\sigma_{\text{Farbe=blau} \wedge \text{Datum=27.05.}} \left(\text{Unfall} \bowtie \text{hat} \bowtie \text{Fahrzeug} \bowtie \text{gehört} \bowtie \text{Halter} \right) \right)$$

- Was ist die optimale Anfrageausführung?

Beispiel 1: Logische Optimierung

■ Einfachste Heuristik:

- 1) Löse alle Operatoren in Basisoperatoren auf (Verbund, Division, zus. Prädikate)
- 2) Stelle einen Operatorbaum auf
- 3) Verschiebe alle Selektionen so weit wie möglich nach unten
- 4) Fasse alle aufeinanderfolgenden Selektionen zusammen
- 5) Verschiebe alle Projektionen so weit nach unten wie möglich

■ Die selbe Anfrage in Basisoperatoren aufgelöst

$\pi_{\text{Name, Adresse}} (\pi_{\text{Kennz}} (\sigma_{\text{Farbe=blau}} (\sigma_{\text{Datum=27.05.}} (\text{Unfall} \bowtie \text{hat} \bowtie \text{Fahrzeug} \bowtie \text{gehört} \bowtie \text{Halter}))))))$

Beispiel 1: Logische Optimierung

■ Einfachste Heuristik:

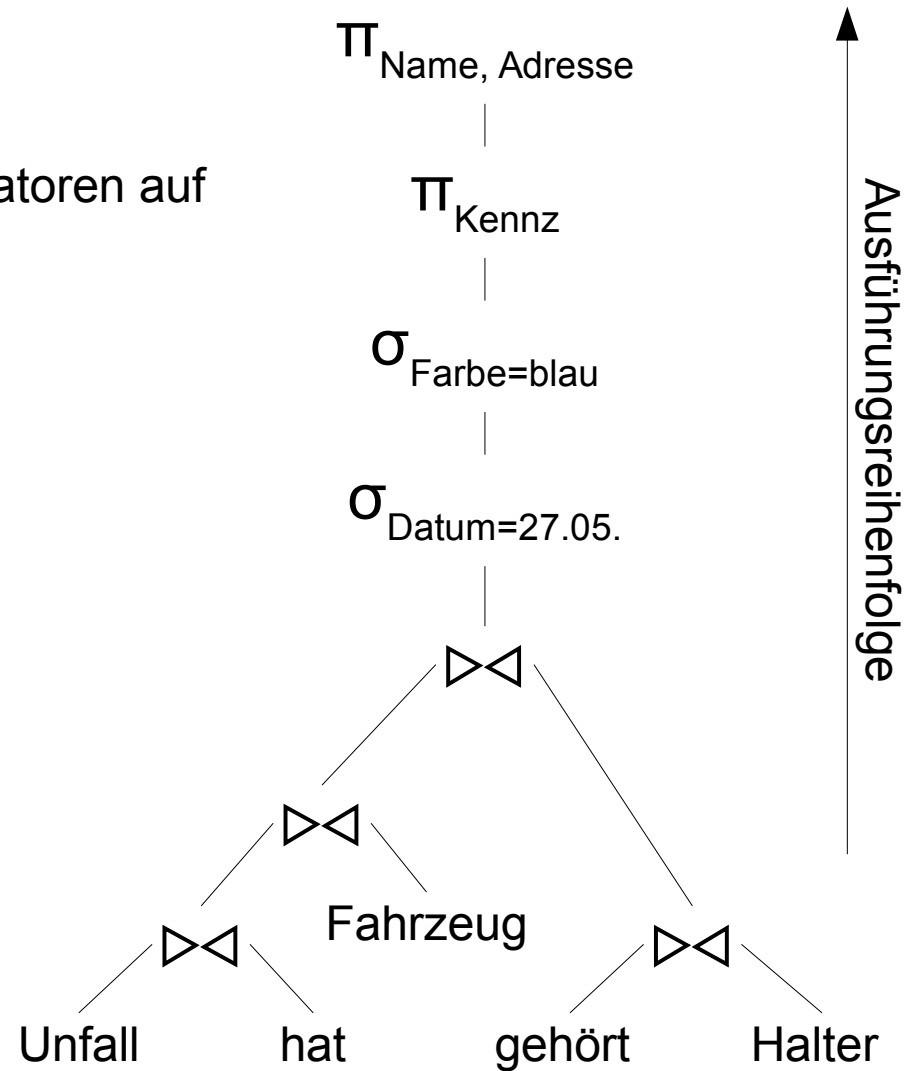
1) Löse alle Operatoren in Basisoperatoren auf (Verbund, Division, zus. Prädikate)

2) Stelle einen Operatorbaum auf

3) Verschiebe alle Selektionen so weit wie möglich nach unten

4) Fasse alle aufeinanderfolgenden Selektionen zusammen

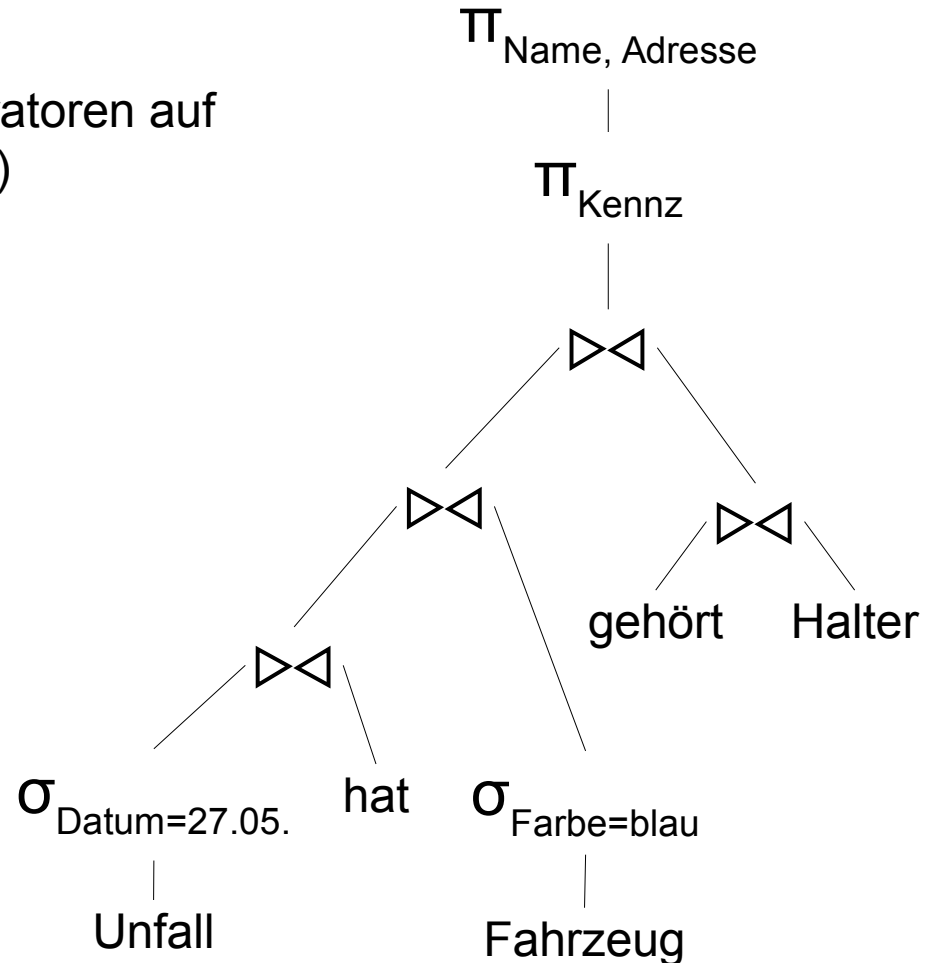
5) Verschiebe alle Projektionen so weit nach unten wie möglich



Beispiel 1: Logische Optimierung

■ Einfachste Heuristik:

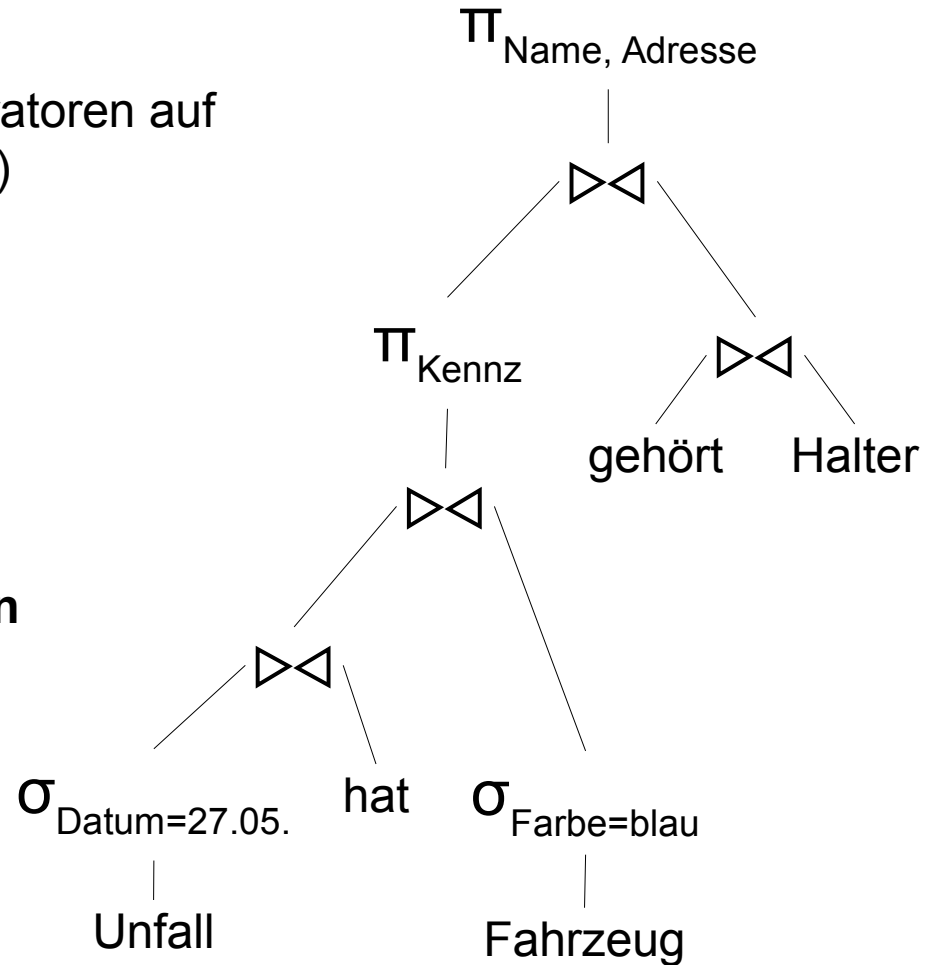
- 1) Löse alle Operatoren in Basisoperatoren auf (Verbund, Division, zus. Prädikate)
- 2) Stelle einen Operatorbaum auf
- 3) **Verschiebe alle Selektionen so weit wie möglich nach unten**
- 4) Fasse alle aufeinanderfolgenden Selektionen zusammen
- 5) Verschiebe alle Projektionen so weit nach unten wie möglich



Beispiel 1: Logische Optimierung

■ Einfachste Heuristik:

- 1) Löse alle Operatoren in Basisoperatoren auf (Verbund, Division, zus. Prädikate)
- 2) Stelle einen Operatorbaum auf
- 3) Verschiebe alle Selektionen so weit wie möglich nach unten
- 4) **Fasse alle aufeinanderfolgenden Selektionen zusammen**
- 5) **Verschiebe alle Projektionen so weit nach unten wie möglich**



Beispiel 2: Vorberechnung von Zwischenergebnissen

- Data Warehouse, d.h., statischer Datenbestand ohne Änderungen
 - Zwischenergebnisse abspeichern, welche von verschiedenen Anfragen immer wieder gebraucht werden
 - Durch Umformung von Anfragen identische Teil-Anfragen identifizieren
- Beispiel: Data Warehouse einer Autoversicherung
 - [Unfall]: {[ID, Datum, Schaden]}
 - [Fahrzeug]: {[Kennz, Typ, Farbe]}
 - [Halter]: {[Perso, Name, Adresse]}
 - [hat]: {[Kennz, ID]}
 - [gehört]: {[Kennz, Perso]}
- häufigste Anfragen der Versicherung
 - Alle Unfall-IDs in diesem Jahr mit einer Schadenssumme > 10.000
 - Kennzeichen aller Unfälle ab 01.03., an denen ein BMW beteiligt war
 - Namen von KFZ-Haltern aus München mit Unfällen dieses Jahr

Beispiel 2: Vorberechnung von Zwischenergebnissen

- [Unfall]: {[ID, Datum, Schaden]}
- [Fahrzeug]: {[Kennz, Typ, Farbe]}
- [Halter]: {[Perso, Name, Adresse]}
- [hat]: {[Kennz, ID]}
- [gehört]: {[Kennz, Perso]}

■ Anfragen

- Alle Unfall-IDs in diesem Jahr mit einer Schadenssumme > 10.000

$$\pi_{ID}(\sigma_{\text{Schaden} > 10.000 \wedge \text{Datum} > 31.12.2014}(\text{Unfall}))$$

- Kennzeichen aller Unfälle ab 01.03., an denen ein BMW beteiligt war

$$\pi_{\text{Kennz}}(\sigma_{\text{Datum} > 29.02.2015}(\text{Unfall}) \bowtie \text{hat} \bowtie \sigma_{\text{Typ} = \text{BMW}}(\text{Fahrzeug}))$$

- Namen von KFZ-Haltern aus München mit Unfällen dieses Jahr

$$\pi_{\text{Name}}(\sigma_{\text{Datum} > 31.12.2014}(\text{Halter} \bowtie \text{gehört} \bowtie \text{hat} \bowtie \text{Unfall}))$$

Beispiel 2: Vorberechnung von Zwischenergebnissen

■ Anfragen, Äquivalenzumformung

- Alle Unfall-IDs in diesem Jahr mit einer Schadenssumme > 10.000

$$\pi_{ID}(\sigma_{\text{Schaden} > 10.000}(\sigma_{\text{Datum} > 31.12.2014}(\text{Unfall})))$$

- Kennzeichen aller Unfälle ab 01.03., an denen ein BMW beteiligt war

$$\pi_{\text{Kennz}}((\sigma_{\text{Datum} > 29.02.2015}(\text{Unfall})) \bowtie \text{hat} \bowtie \sigma_{\text{Typ}=\text{BMW}}(\text{Fahrzeug}))$$

- Namen von KFZ-Haltern aus München mit einem Unfall dieses Jahr

$$\pi_{\text{Name}}((\sigma_{\text{Datum} > 31.12.2014}(\text{Unfall})) \bowtie \text{hat} \bowtie \text{gehört} \bowtie \text{Halter})$$

■ Ergebnis der Umformung:

- Vorabberechnung von $\sigma_{\text{Datum} > 31.12.2014}(\text{Unfall})$

A nighttime photograph of a university building with a crowd of people gathered in front. The building has a dark roof with skylights and is illuminated by warm lights. A large crowd of people is standing in front of the building, and there are long, bright light trails from a moving light source in the foreground. A white text box is overlaid on the image.

Wie kommt man zu einer Anfrage?

Vom Informationsbedürfnis zur Anfrage

■ Faustregel

- 1) Verbund über alle Tabellen, die mit der Anfrage zu tun haben
 - Suche kürzesten „Weg“ über die Schlüsselbeziehungen zu allen Relationen, welche die Daten enthalten, die selektiert oder ausgegeben werden müssen
- 2) Selektiere die relevanten Tupel
 - Alles mit Selektion ausfiltern, was nicht in das Anfrageergebnis gehört
- 3) Projiziere die Attribute, die ausgegeben werden müssen

■ Faustregel funktioniert meistens

- Natürlicher Verbund nur, wenn gleichlautende Schlüssel in den jeweils zu verbindenden Tabellen
 - an sonst Equi-Join oder Umbenennung mit $\rho_{b \leftarrow a}$
- Natürlicher Verbund ist ungeeignet, wenn Anfrage auf Outer Join o.ä. abzielt, dann gleich den passenden Join

Verschieden komplexe Beispiele

■ Beispielanfragen

- Welche Personen existieren in der DB?
- Welches Futter ist billiger als 5 EUR?
- Wo wohnt Jens?
- Wer hat das Katzenfutter „Saarlands Bestes“ gekauft?
- An welche Straßen wurde Naßfutter mit >80% Wasseranteil geliefert?

[Person]: { [Name] }

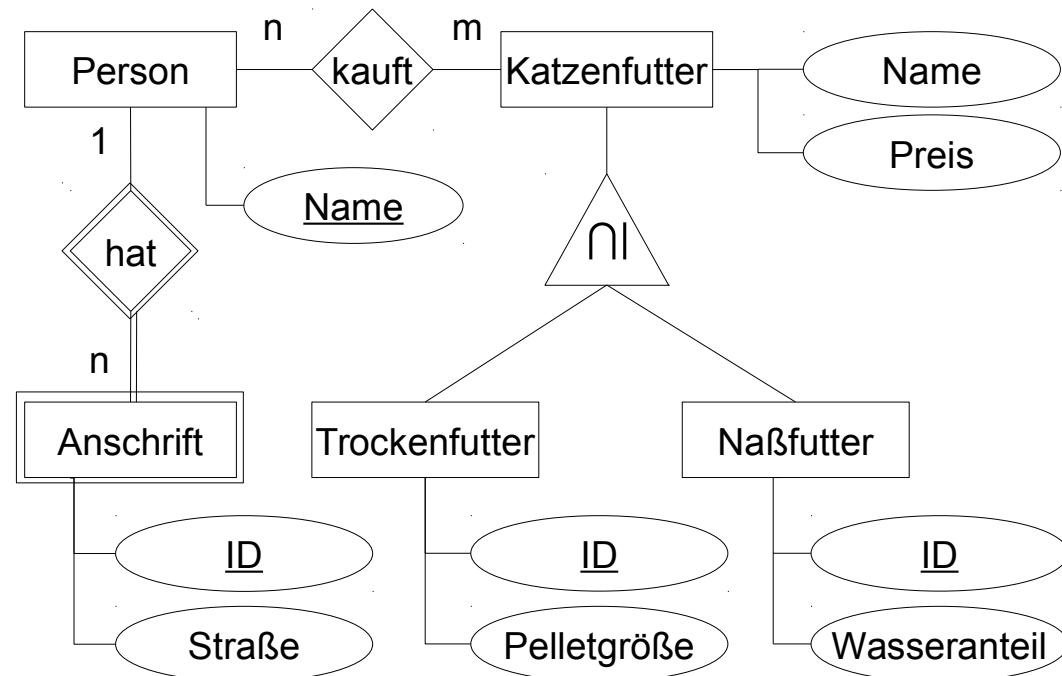
[Anschrift]: { [ID, Name, Straße] }

[Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }

[Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }

[Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }

[kauft]: { [KID, Name] }

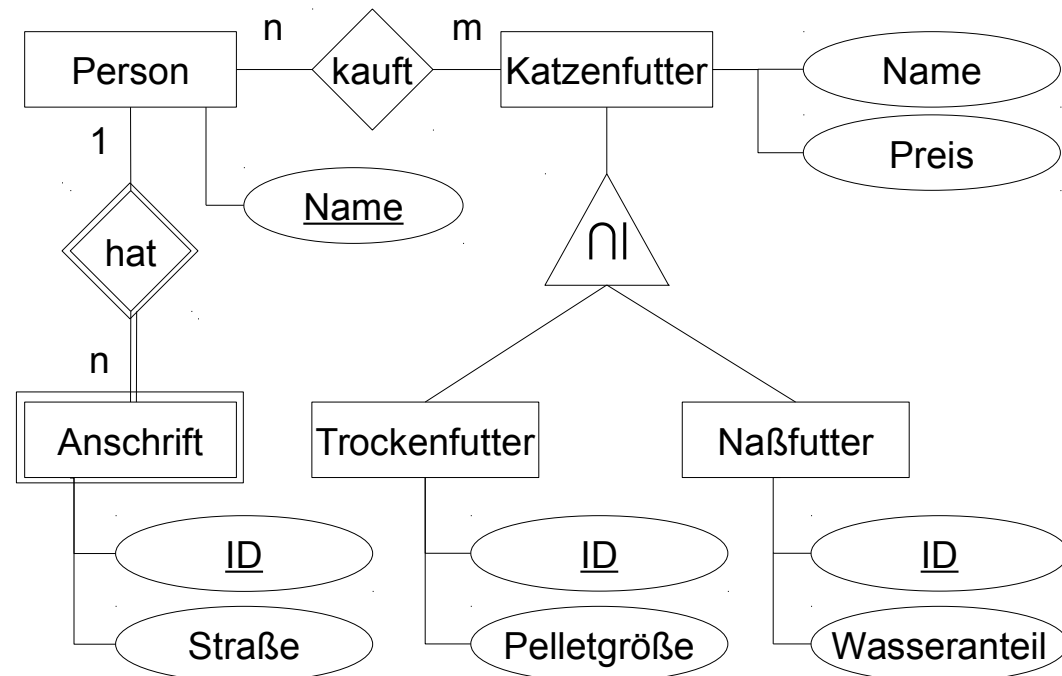


Beispiel 1

- Welche Personen existieren in der DB?
- Anfrage in Relationenalgebra zu *einfach* ;-)

(Person)

[Person]: { [Name] }
[Anschritt]: { [ID, Name, Straße] }
[Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }
[Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }
[Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }
[kauft]: { [KID, Name] }

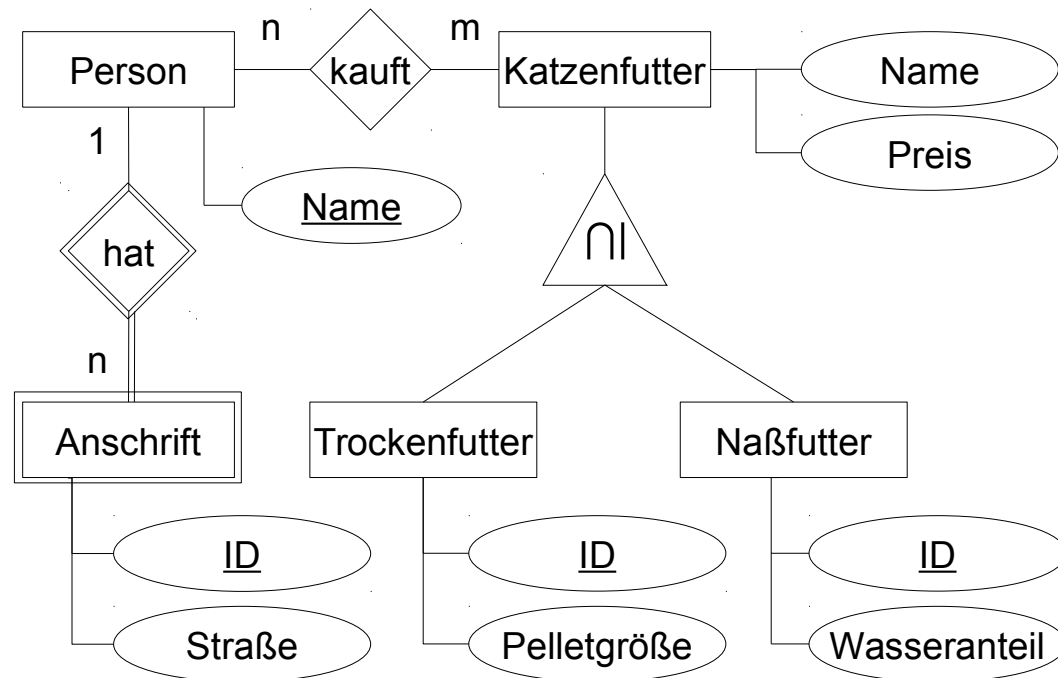


Beispiel 2

- Welches Futter ist billiger als 5 EUR?
- Anfrage in Relationenalgebra
 1. beteiligte Relation suchen
 2. nach Preis selektieren
 3. Name ausfiltern

$$\pi_{\text{Name}}(\sigma_{\text{Preis} < 5}(\text{Katzenfutter}))$$

[Person]: { [Name] }
 [Anschrift]: { [ID, Name, Straße] }
 [Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }
 [Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }
 [Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }
 [kauft]: { [KID, Name] }

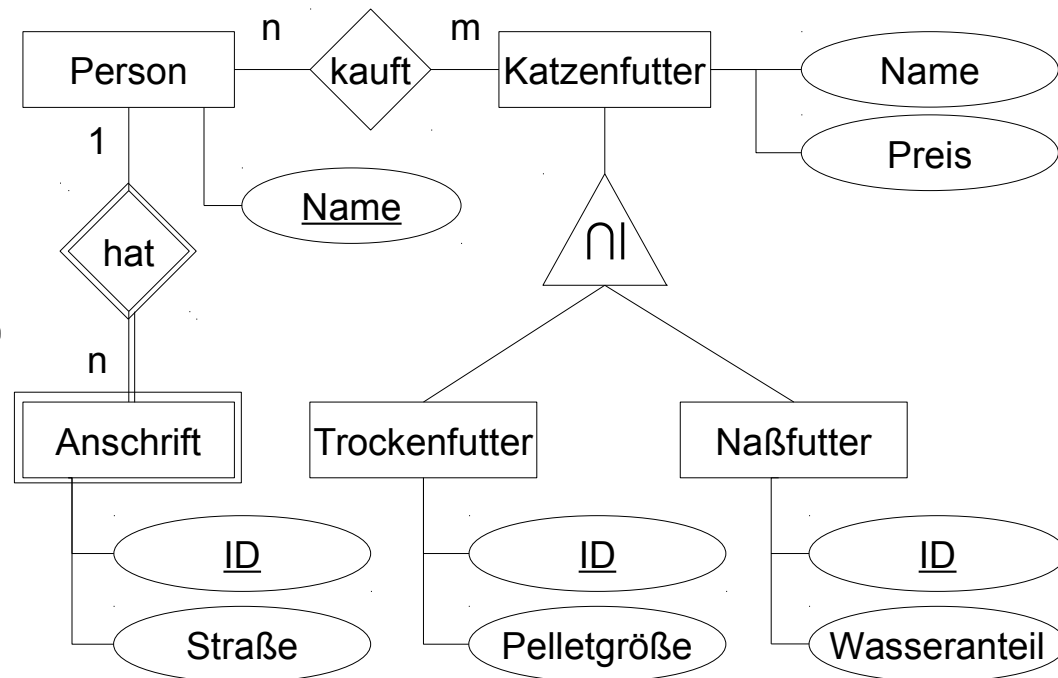


Beispiel 3

- Wo wohnt Jens?
- Anfrage in Relationenalgebra
 1. „Weg“ von [Person] zu [Anschrift] suchen
→ *Name in [Anschrift] enthalten, d.h. [Person] wird nicht gebraucht*
 2. nach Jens selektieren
 3. Straße filtern

$$\pi_{\text{Straße}}(\sigma_{\text{Name=Jens}}(\text{Anschrift}))$$

[Person]: { [Name] }
 [Anschrift]: { [ID, Name, Straße] }
 [Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }
 [Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }
 [Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }
 [kauft]: { KID, Name }



Beispiel 4

- Wer hat das Katzenfutter „Saarlands Bestes“ gekauft?
- Anfrage in Relationenalgebra
 1. „Weg“ von [Katzenfutter] nach Name in [Person] suchen
 2. nach „Saarlands Bestes“ selektieren
 3. Projektion auf Namen

[Person]: { [Name] }
[Anschrift]: { [ID, Name, Straße] }
[Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }
[Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }
[Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }
[kauft]: { [KID, Name] }

$$\pi_{\text{kauft.Name}} \left(\sigma_{\text{Katzenfutter.Name} = \text{„Saarlands Bestes“}} \left(\text{kauft} \bowtie_{\text{kauft.KID} = \text{Katzenfutter.KID}} \text{Katzenfutter} \right) \right)$$

→ *Achtung, Name kommt in [kauft] und [Katzenfutter] vor, also muss bei Selektion **unbedingt** Herkunft angegeben und Gleichverbund genutzt werden!*

Beispiel 5

- An welche Straßen wurde Naßfutter mit >80% Wasseranteil geliefert?

```
[Person]: { [Name] }  
[Anschrift]: { [ID, Name, Straße] }  
[Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }  
[Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }  
[Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }  
[kauft]: { [KID, Name] }
```

- Anfrage in Relationenalgebra
 1. „Weg“ von [Naßfutter] zu [Anschrift] suchen
 2. nach Wasseranteil selektieren
 3. Straße herausprojizieren

$$\Pi_{\text{Straße}} \left(\sigma_{\text{Wasseranteil} > 80} \left(\text{Naßfutter} \bowtie \text{kauft} \bowtie \text{Anschrift} \right) \right)$$

→ Gleichverbund ist möglich, weil [Katzenfutter] nicht Bestandteil der Verbundoperationen ist. Anderenfalls würde Katzenfutter.Name mit kauft.Name (Fremdschlüssel von Person) in Konflikt treten.

Beispiel 5 mit verschiedenen Verbundtypen formuliert

- An welche Straßen wurde Naßfutter mit >80% Wasseranteil geliefert?

```
[Person]: { [Name] }
[Anschrift]: { [ID, Name, Straße] }
[Katzenfutter]: { [KID, Name, Preis] }
[Trockenfutter]: { [ID, Pelletgröße, KID] }
[Naßfutter]: { [ID, Wasseranteil, KID] }
[kauft]: { [KID, Name] }
```

- Natürlicher Verbund

$$\pi_{\text{Straße}} \left(\sigma_{\text{Wasseranteil} > 80} \left(\text{Naßfutter} \bowtie \text{kauft} \bowtie \text{Anschrift} \right) \right)$$

- Equi-Verbund (Spezialfall des Theta-Verbunds)

$$\pi_{\text{Straße}} \left(\sigma_{\text{Wasseranteil} > 80} \left(\left(\text{Naßfutter} \bowtie_{\text{Naßfutter.KID=kauft.KID}} \text{kauft} \right) \bowtie_{\text{kauft.Name=Anschrift.Name}} \text{Anschrift} \right) \right)$$

- Kreuzprodukt

$$\pi_{\text{Straße}} \left(\sigma_{\text{Wasseranteil} > 80 \wedge \text{Naßfutter.KID=kauft.KID} \wedge \text{kauft.Name=Anschrift.Name} \right. \\ \left. \left(\text{Naßfutter} \times \text{kauft} \times \text{Anschrift} \right) \right)$$

A nighttime photograph of a university building with a large crowd of people gathered in front. The building is illuminated by warm lights, and the sky is a deep blue. A large, dark, abstract sculpture is visible on the left. Light trails from a moving vehicle are visible in the foreground. A white text box is overlaid in the center.

Zum Abschluss

Wie geht es weiter?

- bis Sonntag, 31.05., 12 Uhr
 - Abgabe der 5. Gruppenaufgabe als PDF-Datei in Moodle
- Dienstag, 02.06., GHH 12-14 Uhr: Tutoriumstermin
 - Besprechung von Aufgabenblatt 5: EER → Relationenmodell
 - nächstes Aufgabenblatt: Relationenalgebra
- Donnerstag, 04.06.: Fronleichnam

- Dienstag, 09.06., GHH 12-14 Uhr: Zwischenklausur
 - Inhalt: Alles bis einschließlich Relationenalgebra