

Relationale Algebra

1. Anfragen erfolgen auf Relationen
2. Anfrageergebnis ist wiederum eine Relation

Relationales Modell

Beispiel: Sportclub(Clubname, Gründungsdatum, Jahresbeitrag)

1. Primärschlüssel muss unterstrichen werden
2. Reihenfolge der Entitätstypen ist entscheiden => muss lauffähig sein!

Operatoren

Operator	Begriff	Syntax
σ	Selektion	$\sigma_{\text{Selektionsbedingung}}(R)$
π	Projektion	$\pi_{\text{Attributliste}}(R)$
ρ	Umbenennung	$\rho_{S(D,E)}(R(A,B))$ (Umbenennung R.A \rightarrow S.D, R.B \rightarrow S.E)
\times	Kreuzprodukt	$R \times S$
\bowtie	Natural Join	$R \bowtie S$
\bowtie_p	Theta Join	$R \bowtie_p S$
\setminus	Mengendifferenz	$R \setminus S$
\cup	Vereinigung	$R \cup S$
\cap	Mengendurchschnitt	$R \cap S$

Projektion

- Projektion auf nicht vorhandene Attribute => Fehler!

Filme					
Titel	Jahr	Länge	inFarbe	Studio	ProduzentID
Total Recall	1990	113	True	Fox	12345
Basic Instinct	1992	127	True	Disney	67890
Dead Man	1995	121	False	Paramount	99999

$\pi_{\text{Titel, Jahr, Länge}}(\text{Filme})$

Titel	Jahr	Länge
Total Recall	1990	113
Basic Instinct	1992	127
Dead Man	1995	121

$\pi_{\text{inFarbe}}(\text{Filme})$

inFarbe
True
False

© F.Naumann, 2011

Kreuzprodukt

- Kombination aus allen Tupeln
- Anzahl Elemente = Anzahl Tupel R * Anzahl Tupel S
- Nicht kommutativ! $R \times S \neq S \times R$

R	<table><tr><th>A</th><th>B</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr></table>	A	B	1	2	3	4	S	<table><tr><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr><tr><td>2</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>4</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr></table>	B	C	D	2	5	6	4	7	8	9	10	11	$R \times S$	<table><tr><th>A</th><th>R.B</th><th>S.B</th><th>C</th><th>D</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr></table>	A	R.B	S.B	C	D	1	2	2	5	6	1	2	4	7	8	1	2	9	10	11	3	4	2	5	6	3	4	4	7	8	3	4	9	10	11
A	B																																																									
1	2																																																									
3	4																																																									
B	C	D																																																								
2	5	6																																																								
4	7	8																																																								
9	10	11																																																								
A	R.B	S.B	C	D																																																						
1	2	2	5	6																																																						
1	2	4	7	8																																																						
1	2	9	10	11																																																						
3	4	2	5	6																																																						
3	4	4	7	8																																																						
3	4	9	10	11																																																						

Natural Join

- Übereinstimmung der Attributwerte in allen gemeinsamen Attributen
- falls keine Übereinstimmung gefunden wird => **Kreuzprodukt**

R	A	B	C
	1	2	3
	6	7	8
	9	7	8

S	B	C	D
	2	5	6
	2	3	5
	7	8	10

$R \bowtie S$	A	B	C	D
	1	2	3	5
	6	7	8	10
	9	7	8	10

Theta Join

- Verallgemeinerung des natural Joins => viel flexibler

1. Bilde Kreuzprodukt
2. Selektiere mittels der Joinbedingung

	g						
	$R \bowtie_{A < D} S$						
R	A	B	C	S	B	C	D
	1	2	3		2	5	6
	6	7	8		2	3	5
	9	7	8		7	8	10

$R \bowtie_{A < D \text{ AND } R.B \neq S.B} S$	<table><tr><th>A</th><th>R.B</th><th>R.C</th><th>S.B</th><th>S.C</th><th>D</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>7</td><td>8</td><td>10</td></tr></table>						A	R.B	R.C	S.B	S.C	D	1	2	3	7	8	10
	A	R.B	R.C	S.B	S.C	D												
1	2	3	7	8	10													

Beispiele

Gast(Besucher, Restaurant)

Sortiment(Restaurant, Bier)

Vorzug(Besucher, Bier)

- Alle Besucher des Restaurant Sternen
 - $\pi_{\text{Besucher}}(\sigma_{\text{Restaurant}=\text{Sternen}}(\text{Gast}))$
- Alle Biersorten, die das Restaurant Ochsen haben muss, damit jeder Gast zufrieden ist.
 - $\pi_{\text{Bier}}(\sigma_{\text{Restaurant}=\text{Ochsen}}((\text{Gast} \bowtie \text{Vor zug}) \bowtie \text{Sortiment}))$

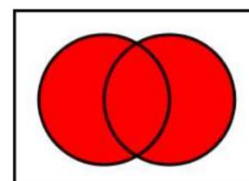
Vereinigung

- Sammelt Elemente unter einem gemeinsamen Schema auf
- Schemas beider Relationen müssen identisch sein!

R			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Mark Hamill	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88

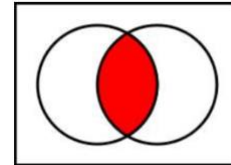
S			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Harrison Ford	789 Palm Dr., Beverly Hills	M	7/7/77

$R \cup S$			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Mark Hamill	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88
Harrison Ford	789 Palm Dr., Beverly Hills	M	7/7/77



Durschnitt

- Tupel, die in beiden Relationen gemeinsam vorkommen
- Schemas beider Relationen müssen identisch sein



R			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Mark Hamill	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88

S			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Harrison Ford	789 Palm Dr., Beverly Hills	M	7/7/77

$R \cap S$

Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99

Differenz

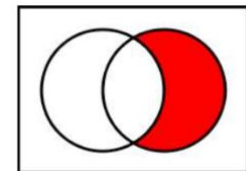
- R und S müssen identische Schema haben!
- Eliminiert die Tupel aus der ersten Relation, die auch in der zweiten Relation vorkommen

R			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Mark Hamill	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88

S			
Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Harrison Ford	789 Palm Dr., Beverly Hills	M	7/7/77

$R - S$

Name	Adresse	Geschlecht	Geburt
Mark Hamill	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88



Bag Algebra

Bags => Multimengen = Duplikate sind möglich!

Duplikatelememination

δ => entfernt Duplikate (Transformation Bag => Relation)

Operation, Symbol	
Selektion, σ	Gleich wie relationale Algebra, Duplikate behandeln wie 'normale' Tupel.
Projektion, π	Wie relationale Algebra, aber Duplikate nicht entfernen.
Kreuzprodukt, \times	Gleich wie relationale Algebra, Duplikate behandeln wie 'normale' Tupel.
Joins, \bowtie	Gleich wie relationale Algebra, Duplikate behandeln wie 'normale' Tupel.

Vereinigung

Bag union \cup

- Tupel zusammenführen
- **Duplikate:** man zählt im linken und im rechten Operanden die Duplikate und nimmt davon die grössere Anzahl

Bag concatenation \sqcup

- Tupel zusammenführen
- **Duplikate:** man zählt im linken und im rechten Operanden die Duplikate und nimmt davon die Summe

Durschnitt \cap

- Tupel die in beiden Operanden vorkommen
- **Duplikate:** man zählt im linken und im rechten Operanden die Duplikate und nimmt davon die kleinere Anzahl

Differenz \setminus

- Nur die Tupel die im linken, aber nicht im rechten Operanden vorkommen
- Duplikat-Entfernung auf den 1. Operanden!
- **Duplikate:**
 1. man zählt im linken und im rechten Operanden die Duplikate
 2. Differenz zwischen linker und rechter Multiplizität. Falls sie > 0 , dann nimmt man diese Differenz, ansonsten 0!

Outer Joins

• Natürlicher join:

L	R	
A B C	C D E	Resultat
a ₁ b ₁ c ₁	c ₁ d ₁ e ₁	a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
a ₂ b ₂ c ₂	c ₃ d ₂ e ₂	

• Right outer join:

L	R	Resultat
A B C	C D E	A B C D E
a ₁ b ₁ c ₁	c ₁ d ₁ e ₁	a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
a ₂ b ₂ c ₂	c ₃ d ₂ e ₂	NULL NULL c ₃ d ₂ e ₂

• Left outer join:

L	R	Resultat
A B C	C D E	A B C D E
a ₁ b ₁ c ₁	c ₁ d ₁ e ₁	a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
a ₂ b ₂ c ₂	c ₃ d ₂ e ₂	a ₂ b ₂ c ₂ NULL NULL

• Full outer join:

L	R	Resultat
A B C	C D E	A B C D E
a ₁ b ₁ c ₁	c ₁ d ₁ e ₁	a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
a ₂ b ₂ c ₂	c ₃ d ₂ e ₂	a ₂ b ₂ c ₂ NULL NULL
NULL NULL NULL		NULL NULL c ₃ d ₂ e ₂

Erweiterung der Projektion

- Gegeben sei folgende Relation R:
(alle Domänen integer)

R	A	B	C
	1	2	3
	4	5	6

- $\pi_{3 \rightarrow A \rightarrow X, B \rightarrow C \rightarrow D, C}(R)$

R'	X	D	C
	3	5	3
	12	11	6

Rechenregeln

$$\sigma_{\Phi}(\sigma_{\Psi}(r)) = \sigma_{\Psi}(\sigma_{\Phi}(r))$$

Kommutativität

$$\pi_A(\sigma_{\Phi}(r)) = \sigma_{\Phi}(\pi_A(r)) \text{ falls } \Phi \text{ nur Attribute aus der Menge A referenziert}$$

$$r \bowtie s = s \bowtie r \text{ (Achtung: Relationenformat ist verschieden!)}$$

$$r \bowtie (s \bowtie t) = (r \bowtie s) \bowtie t$$

Assoziativität

$$\pi_A(\pi_C(r)) = \pi_A(r) \text{ falls } A \subseteq C$$

$$\sigma_{\Phi}(\sigma_{\Psi}(r)) = \sigma_{\Phi \wedge \Psi}(r)$$

Idempotenz

$$\pi_A(r \cup s) = \pi_A(r) \cup \pi_A(s)$$

$$\sigma_{\Phi}(r \cup s) = \sigma_{\Phi}(r) \cup \sigma_{\Phi}(s)$$

Distributivität

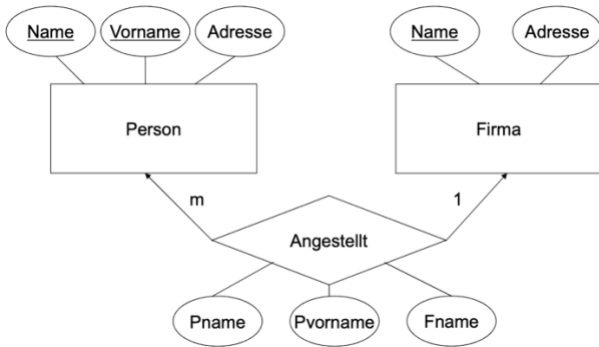
$$\sigma_{\Phi}(r \bowtie s) = \sigma_{\Phi}(r) \bowtie s \text{ falls } \Phi \text{ nur Attribute von r referenziert}$$

$$\pi_{A,B}(r \bowtie s) = \pi_A(r) \bowtie \pi_B(s) \text{ falls für die Joinattribute J gilt: } J \subseteq A \cap B$$

$$r \bowtie (s \cup t) = (r \bowtie s) \cup (r \bowtie t)$$

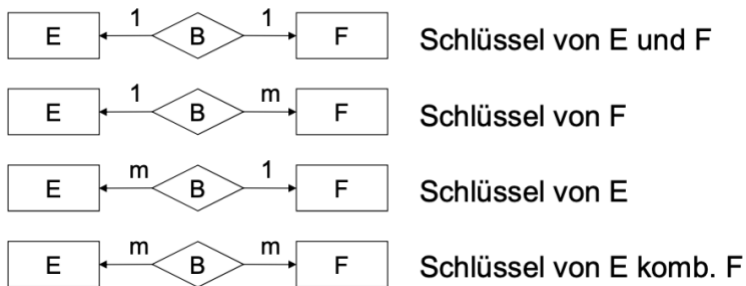
Datenbankdesign

Beziehungstyp



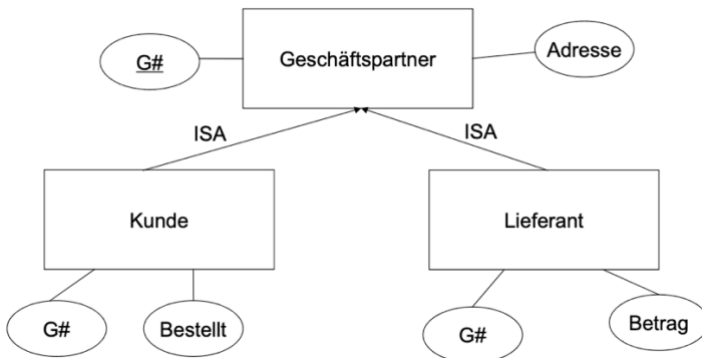
Schlüssel

- Es braucht einen Primärschlüssel, sobald es einen eingehenden Pfeil hat!



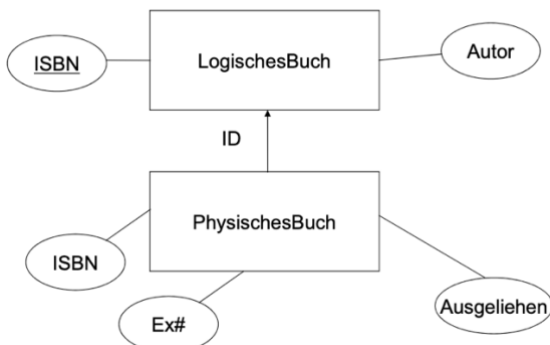
ISA-Beziehung

- Erbung des Primärschlüssel = {G#}
- Genauere Spezifikation



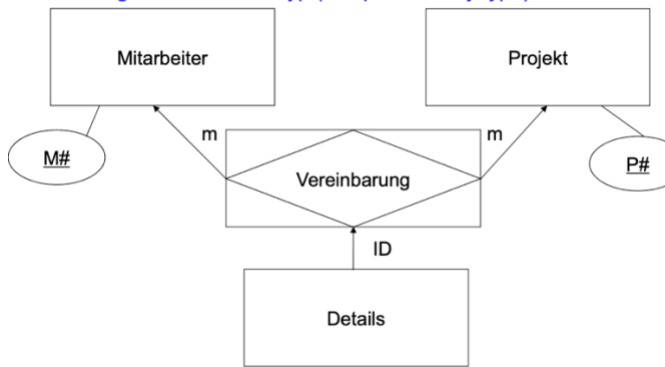
ID-Beziehung

- Erweiterung des Primärschlüssels = {ISBN, Ex#}
- Hierarchie => hängt an der Oberklasse



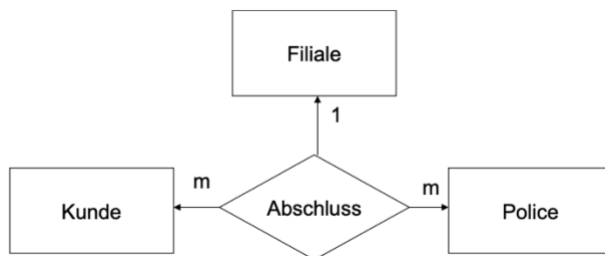
Zusammengesetzter Entitätstyp

- Schlüssel in Details = {M#, P#, D#} in Kombination



Tertiäre Beziehung

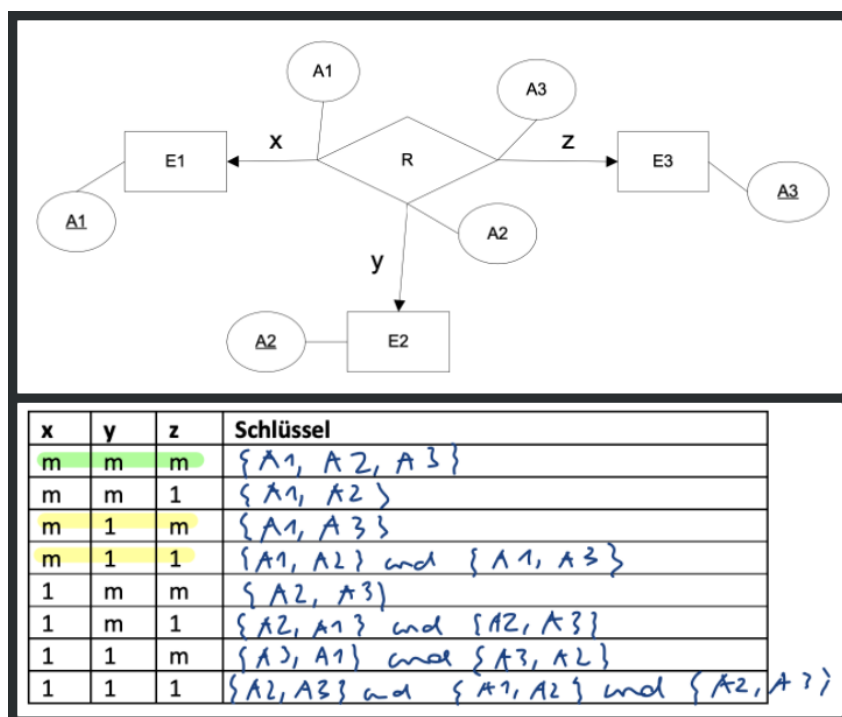
- Alle 3 Entitäten müssen beteiligt sein!
- Beispiel: einer Police wird immer eine Filiale und eine Kunde zugeordnet.



Schlüssel

Für jeden Pfeil mit einer Kardinalität 1 braucht es einen Schlüssel! Dieser setzt sich zusammen aus allen Primärschlüsselattributen aller an den anderen Pfeilen hängenden Entitätstypen (unabhängig was dort für eine Kardinalität steht).

Sonderfall M-M-M: es braucht einen Schlüssel, um Duplikate zu vermeiden! Dieser setzt sich zusammen aus allen Primärschlüsselattributen der an den Pfeilen hängenden Entitätstypen zusammen.



Umwandlung zu relationalem Modell

- Jedes Kästchen (Entitätstyp, Beziehungstyp) geht in eine Relation über mit entsprechenden Attributen
- Primärschlüssel werden unterstrichen
- Reihenfolge beachten! Muss lauffähig sein!