

we
focus
on
students



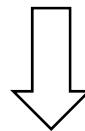
Relationale Algebra

Relationale Operatoren (Teil 1)

Wie können Daten in Relationen manipuliert werden?

Kunde

<u>Kunden- nummer</u>	<u>Nach- name</u>	<u>Vorname</u>
2310	Meitner	Anna
2324	Meier	Konstanze
2343	Schmidt	Jens



Ausgabe

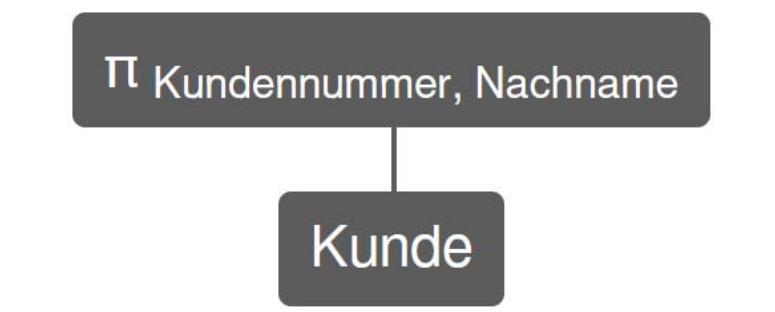
<u>ID</u>	<u>Nach- name</u>
2324	Meier
2310	Meitner

Relationale Algebra = Menge von Operatoren zur
Manipulation von Relationen.

- Projektion
- Umbenennung
- Selektion
- Mengenoperatoren
- Verbundoperatoren

Durch relationale Operatoren werden Duplikate entfernt.

Projektion: Auswahl von Attributen



$\pi_{\text{Kundennummer, Nachname}} \text{Kunde}$

Kunde	Kunden-nummer	Nach-name	Vorname
	2310	Meitner	Anna
	2324	Meier	Konstanze
	2343	Schmidt	Jens

Selektion: Auswahl von Tupeln

$$\sigma \text{ Kundennummer} = 2310 \text{ or } \text{Kundennummer} = 2324$$

Kunde

$$\sigma \text{ Kundennummer}=2310 \text{ or } \text{Kundennummer}=2324 \text{ Kunde}$$

Kunde	<u>Kunden- nummer</u>	<u>Nach- name</u>	<u>Vorname</u>
	2310	Meitner	Anna
	2324	Meier	Konstanze
	2343	Schmidt	Jens

Erst Projektion, dann Selektion

σ Kundennummer = 2310 or Kundennummer = 2324

π Kundennummer, Nachname

Kunde

σ Kundennummer=2310 or Kundennummer=2324
(π Kundennummer, Nachname Kunde)

Kunde	Kunden-nummer	Nach-name	Vorname
	2310	Meitner	Anna
	2324	Meier	Konstanze
	2343	Schmidt	Jens

Erst Selektion, dann Projektion



π Kundennummer, Nachname
 $(\sigma$ Kundennummer=2310 or Kundennummer=2324 Kunde)

Kunde	Kunden-nummer	Nach-name	Vorname
	2310	Meitner	Anna
	2324	Meier	Konstanze
	2343	Schmidt	Jens

Sortieren der Tupelreihenfolge

Ausgabe

<u>Kunden- nummer</u>	Nach- name
2310	Meitner
2324	Meier

τ Nachname DESC

absteigende Sortierung
DESC

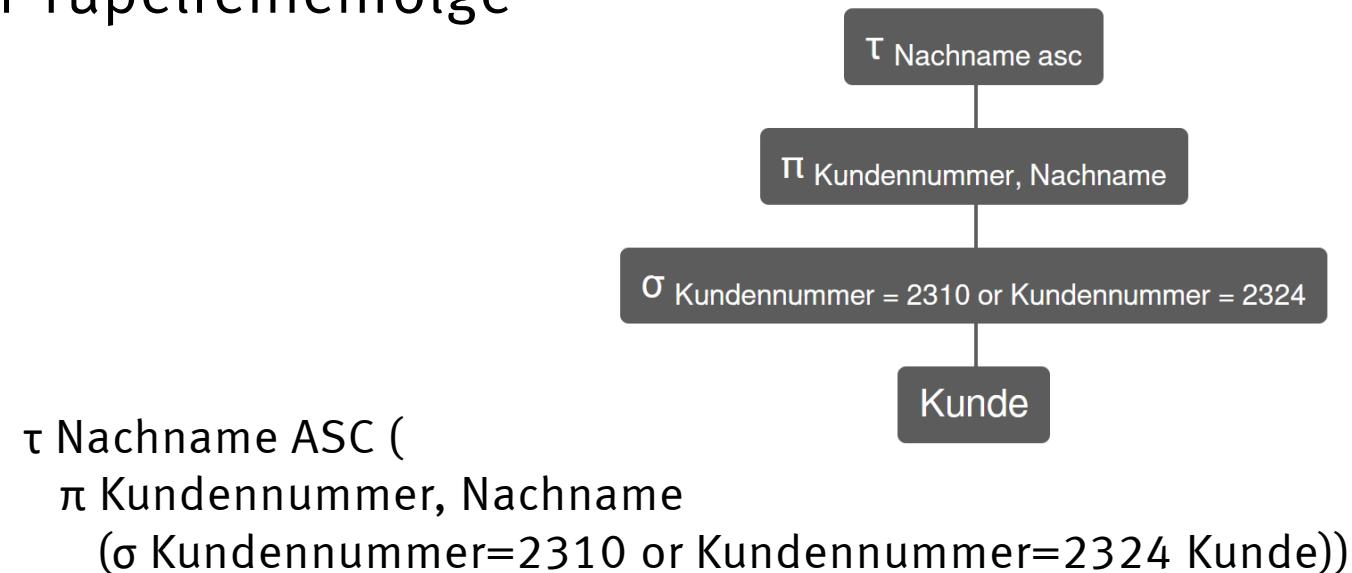
Ausgabe

<u>Kunden- nummer</u>	Nach- name
2324	Meier
2310	Meitner

τ Nachname ASC

aufsteigende Sortierung
ASC

Sortieren der Tupelreihenfolge



Ausgabe

Kunden- nummer	Nach- name
2324	Meier
2310	Meitner

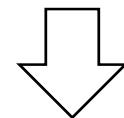
τ Nachname ASC

aufsteigende Sortierung
ASC

Umbenennung der Attribute

Kunde

	<u>Kunden-</u> <u>nummer</u>	<u>Nach-</u> <u>name</u>
2324		Meier
2310		Meitner



ρ Id \leftarrow Kundennummer, Name \leftarrow Nachname (Kunde)

Ausgabe

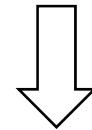
	<u>ID</u>	<u>Name</u>
2324		Meier
2310		Meitner

Fragestellung

Wie können Daten in Relationen manipuliert werden?

Kunde

	<u>Kunden- nummer</u>	<u>Nach- name</u>	<u>Vorname</u>
	2310	Meitner	Anna
	2324	Meier	Konstanze
	2343	Schmidt	Jens



Ausgabe

<u>ID</u>	<u>Nach- name</u>
2324	Meier
2310	Meitner

$\rho_{Id \leftarrow \text{Kundennummer}, \text{Name} \leftarrow \text{Nachname}}$

$\tau_{\text{Nachname asc}}$

$\pi_{\text{Kundennummer}, \text{Nachname}}$

$\sigma_{\text{Kundennummer} = 2310 \text{ or } \text{Kundennummer} = 2324}$

Kunde

Relationale Operationen

Was wird gesucht? Projektion (Auswahl der Attribute)

In welchen Relationen? Angabe der Relation(en)

Auswahlbedingungen? Selektion (Auswahl der Tupel)

Sortierung? Sortierreihenfolge der Tupel

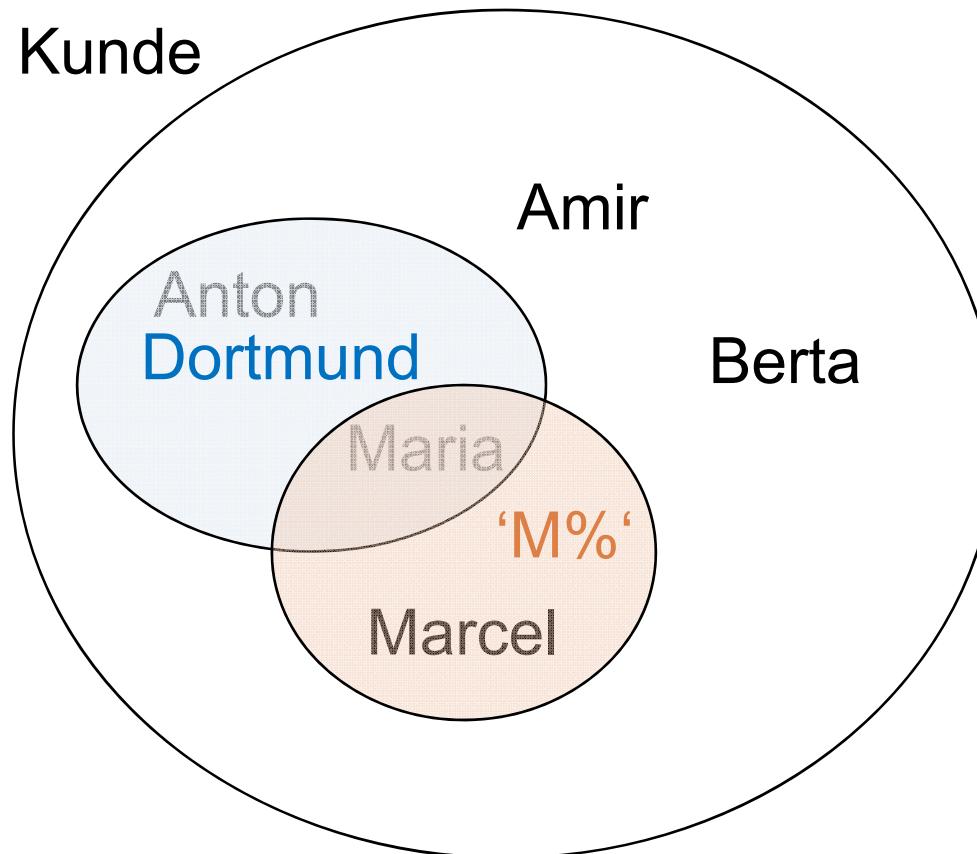
Geänderte Bezeichnungen? Umbenennung

we
focus
on
students



Relationale Algebra

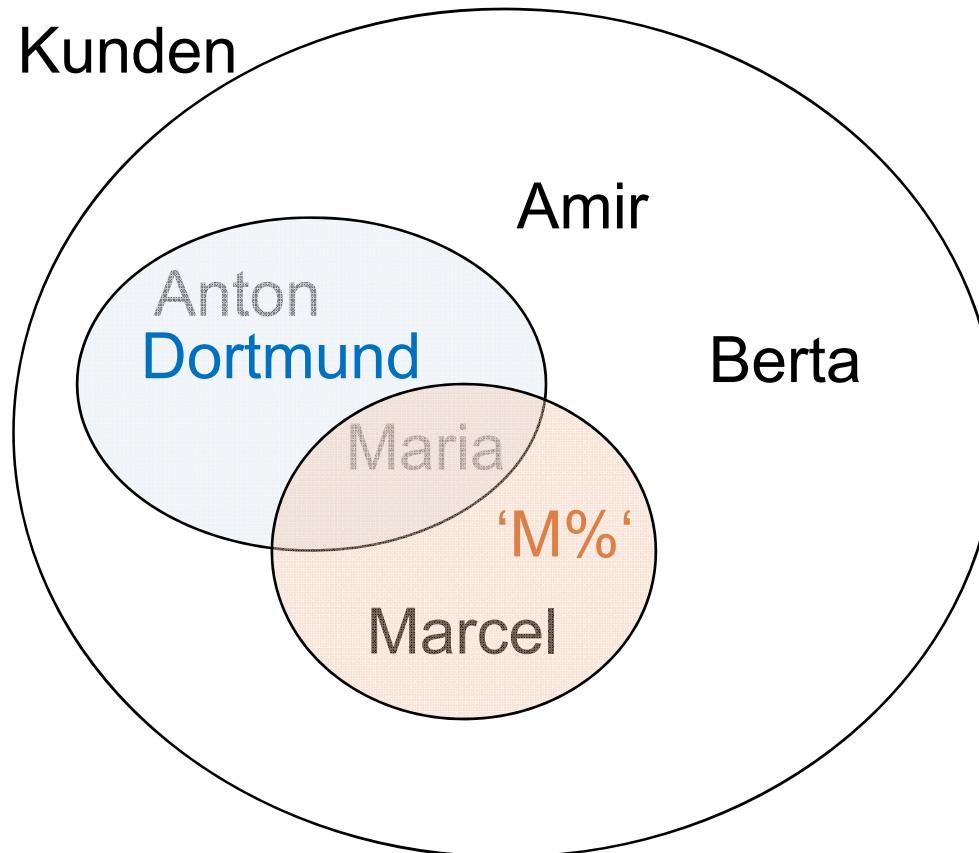
Mengenoperatoren



1. Anfrage: $\Pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Ort} = \text{'Dortmund'}} \text{Kunde}$

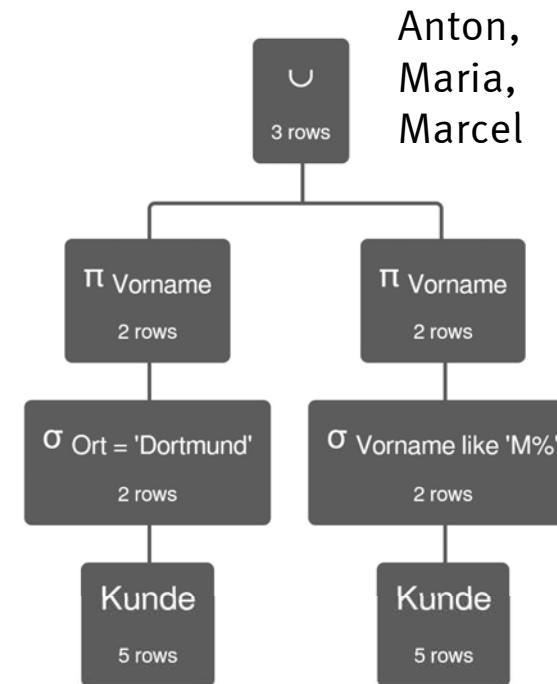
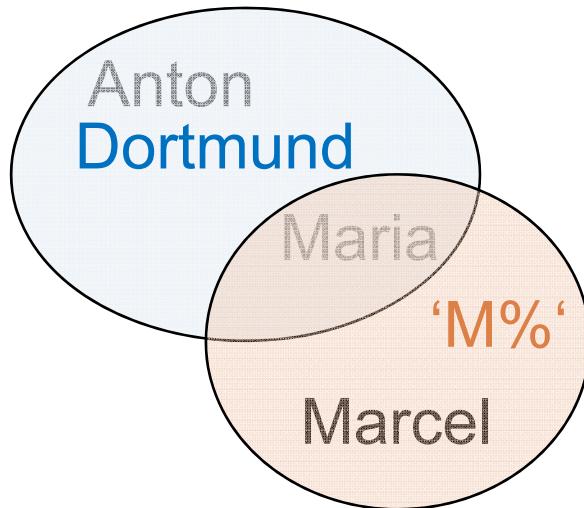
2. Anfrage: $\Pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Vorname like 'M%'}} \text{Kunde}$

Fragestellung



Welche Mengenoperatoren können auf (Ergebnis-)Mengen ausgeführt werden?

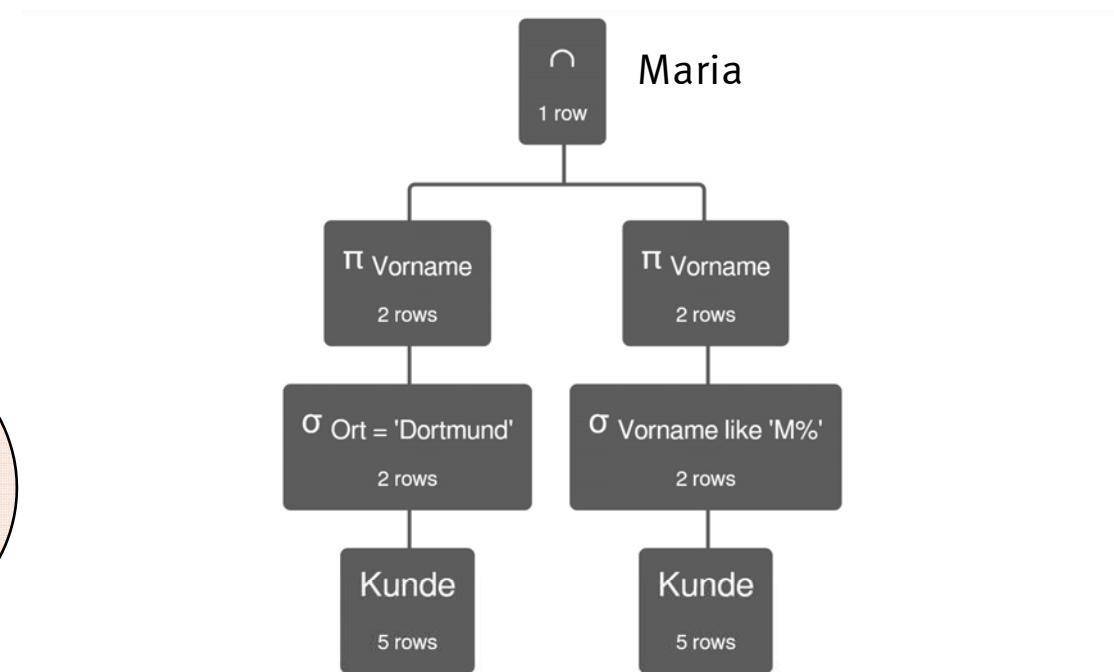
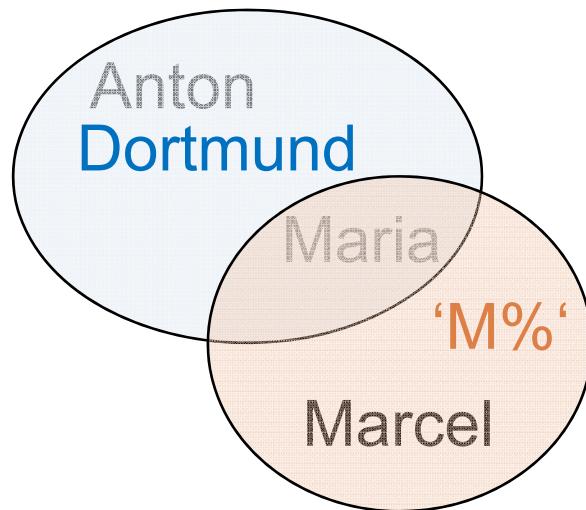
Vereinigung der Extensionen von Tabellen
Schreibweise in der relationalen
relationalen Algebra: $A \cup B$



Π Vorname σ Ort = 'Dortmund' **Kunde** \cup Π Vorname σ Vorname
like 'M%' **Kunde**

Bildung der Schnittmenge der beiden Mengen

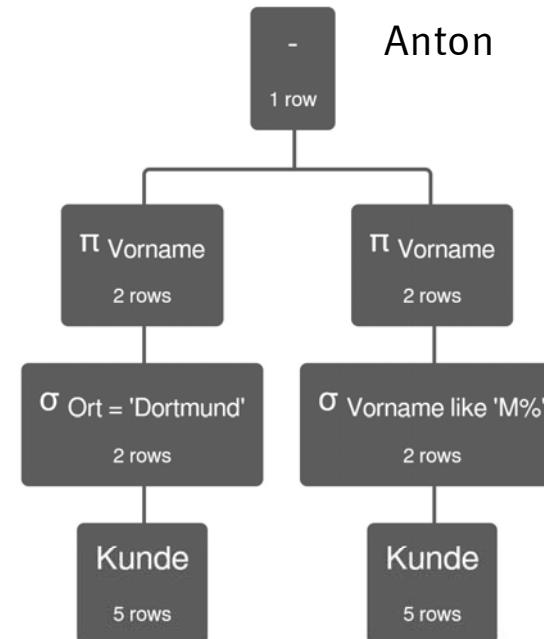
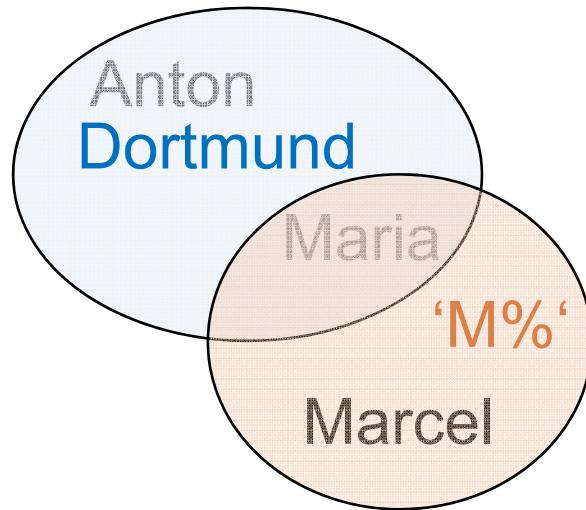
Schreibweise in der relationalen Algebra: $A \cap B$



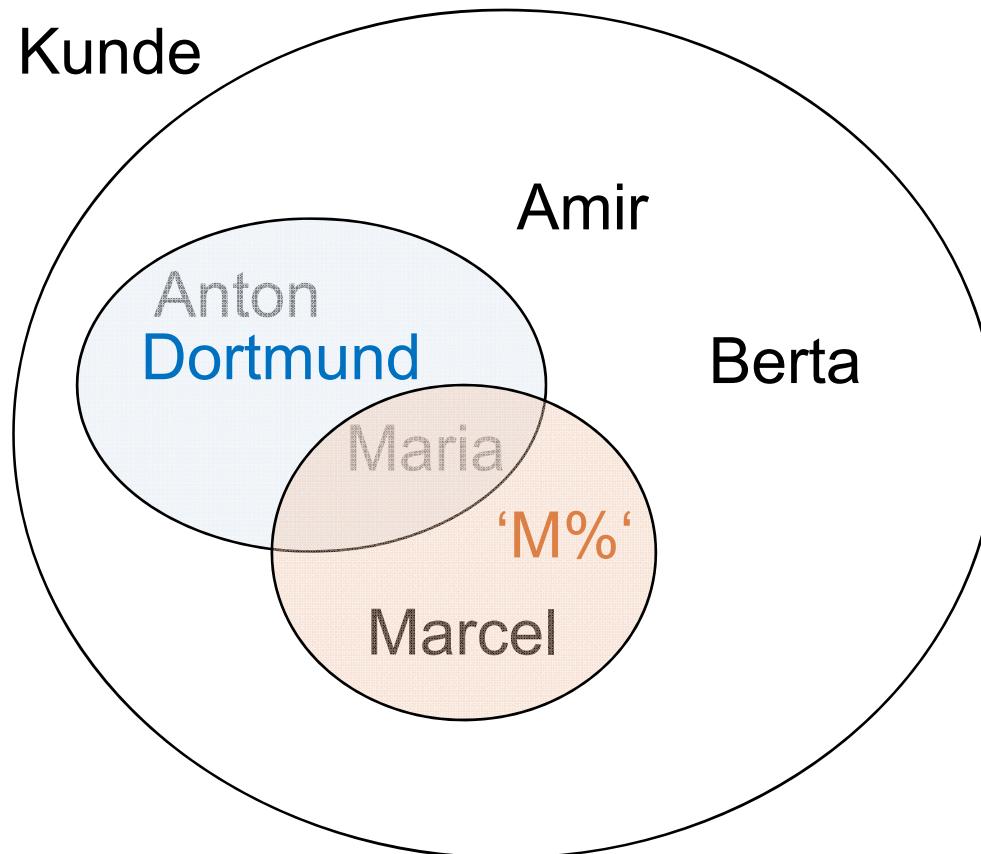
π Vorname σ Ort = 'Dortmund' Kunde \cap π Vorname σ Vorname
like 'M%' Kunde

Bildung der Differenzmenge der beiden Mengen

Schreibweise in der relationalen Algebra: A - B oder A MINUS B



$\pi \text{ Vorname } \sigma \text{ Ort} = \text{'Dortmund'} \text{ Kunde} - \pi \text{ Vorname } \sigma \text{ Vorname like } \text{'M%'} \text{ Kunde}$



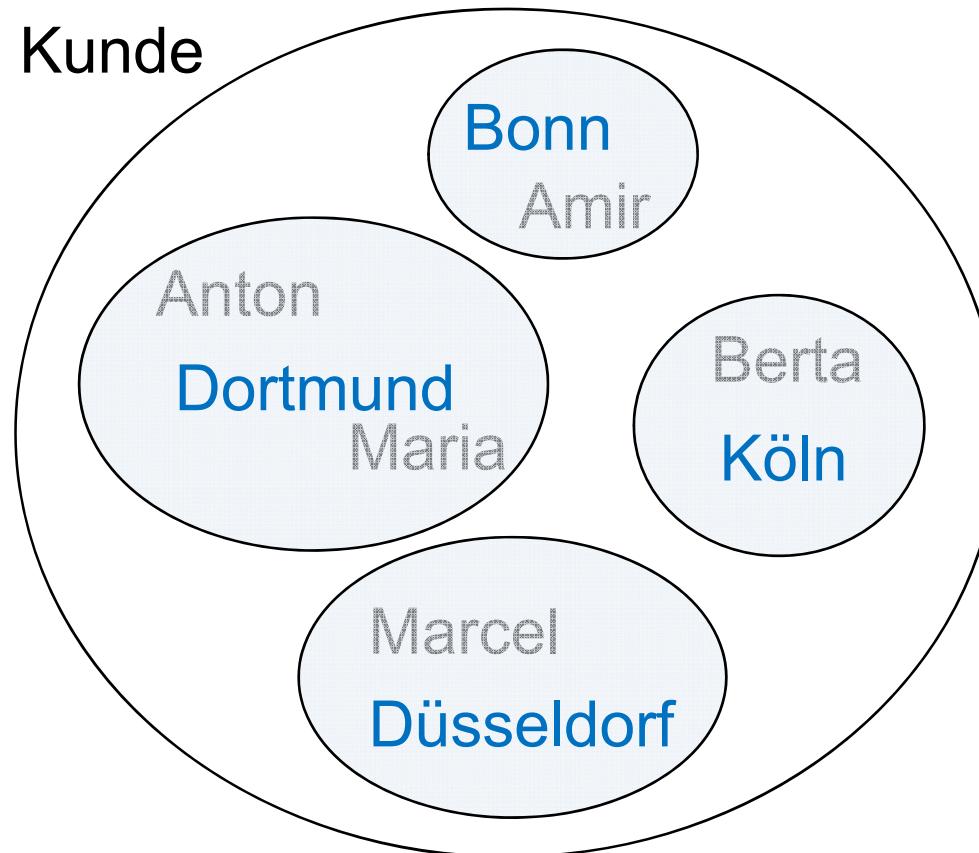
Mengenoperatoren verknüpfen **gleichartige** Mengen:

- Vereinigungsoperator
- Schnittmengenoperator
- Differenzoperator



- (Minus)

Zum Nachdenken



Wie sieht die zugehörende Abfrage aus?
Was passiert bei noch mehr Städten?



Relationale Algebra

Gruppierung

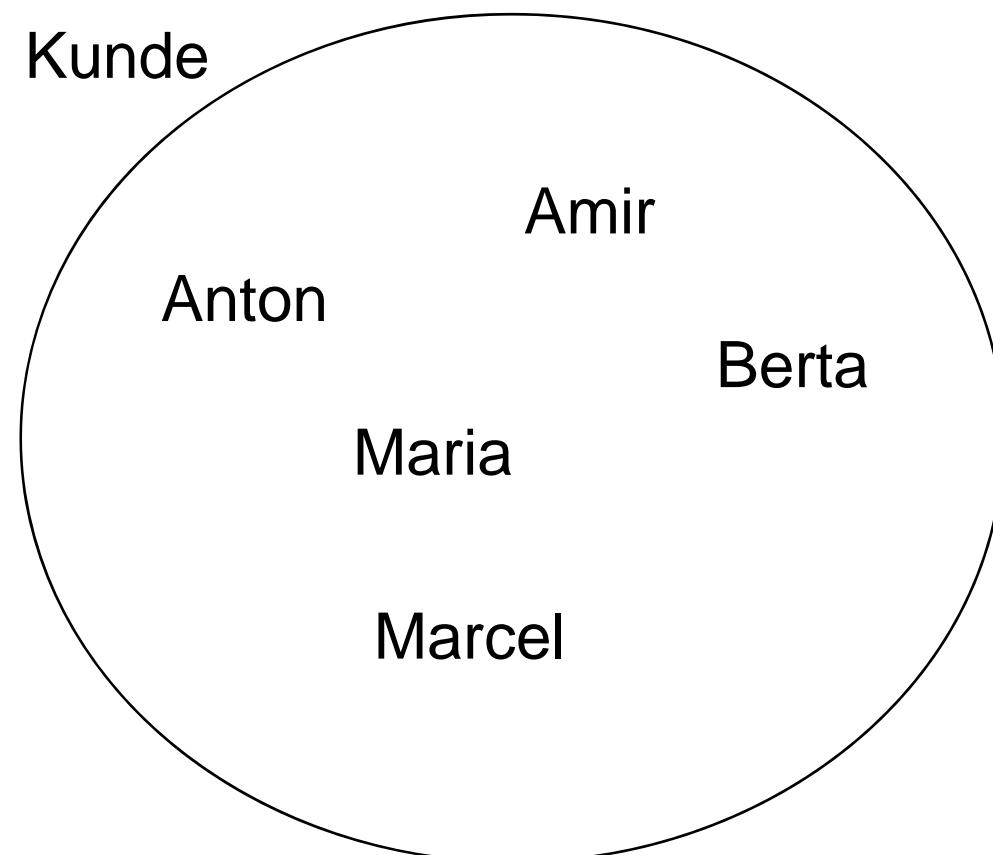
Fragestellung



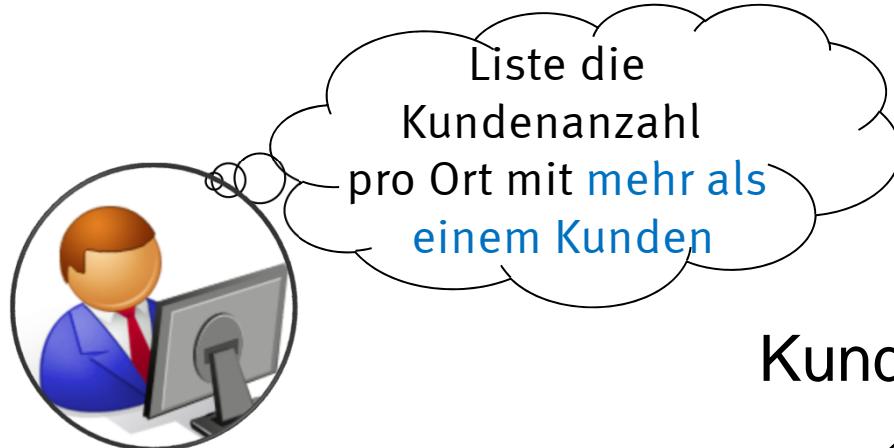
Liste die
Kundenanzahl
pro Ort **mit mehr als**
einem Kunden

Kunde

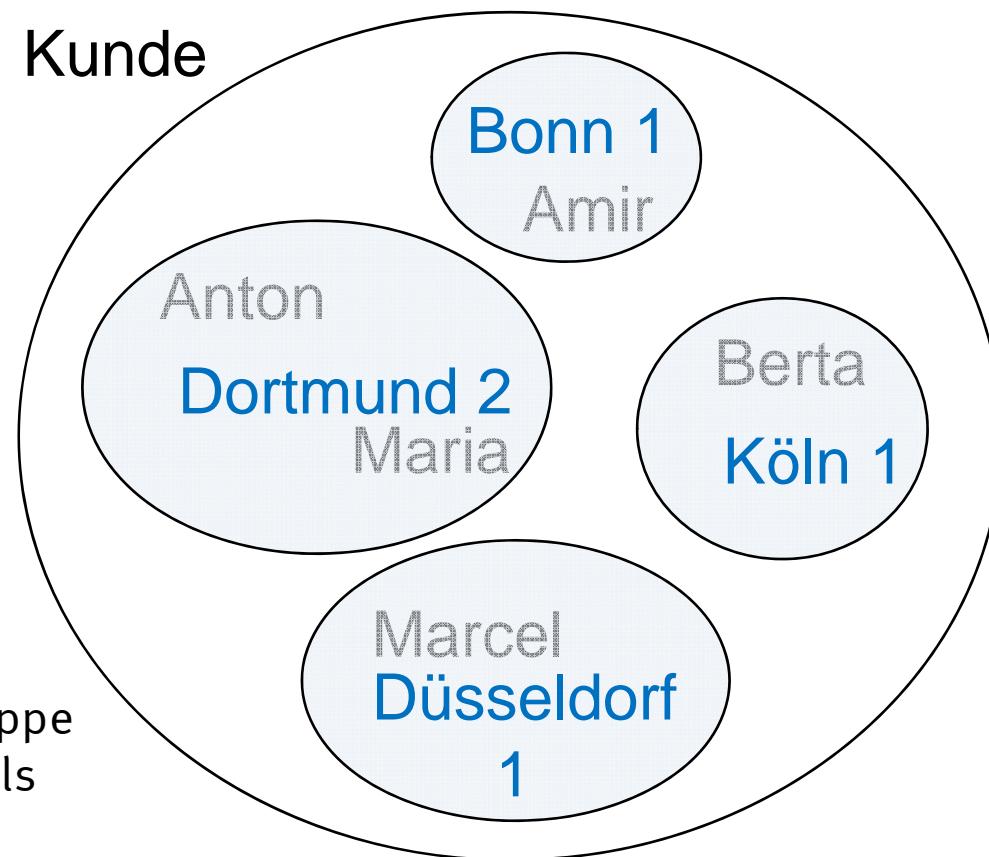
Ort	Anzahl
Dortmund	2
Bonn	1
Köln	1
Düsseldorf	1



Lösungsidee

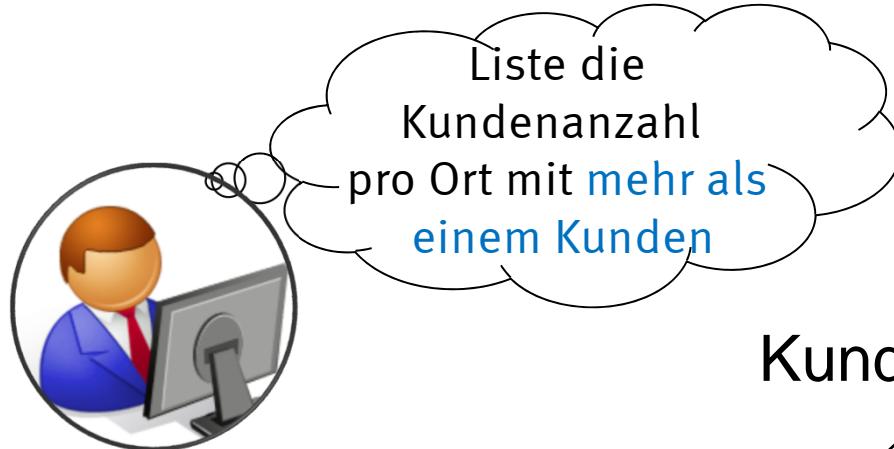


Kunde

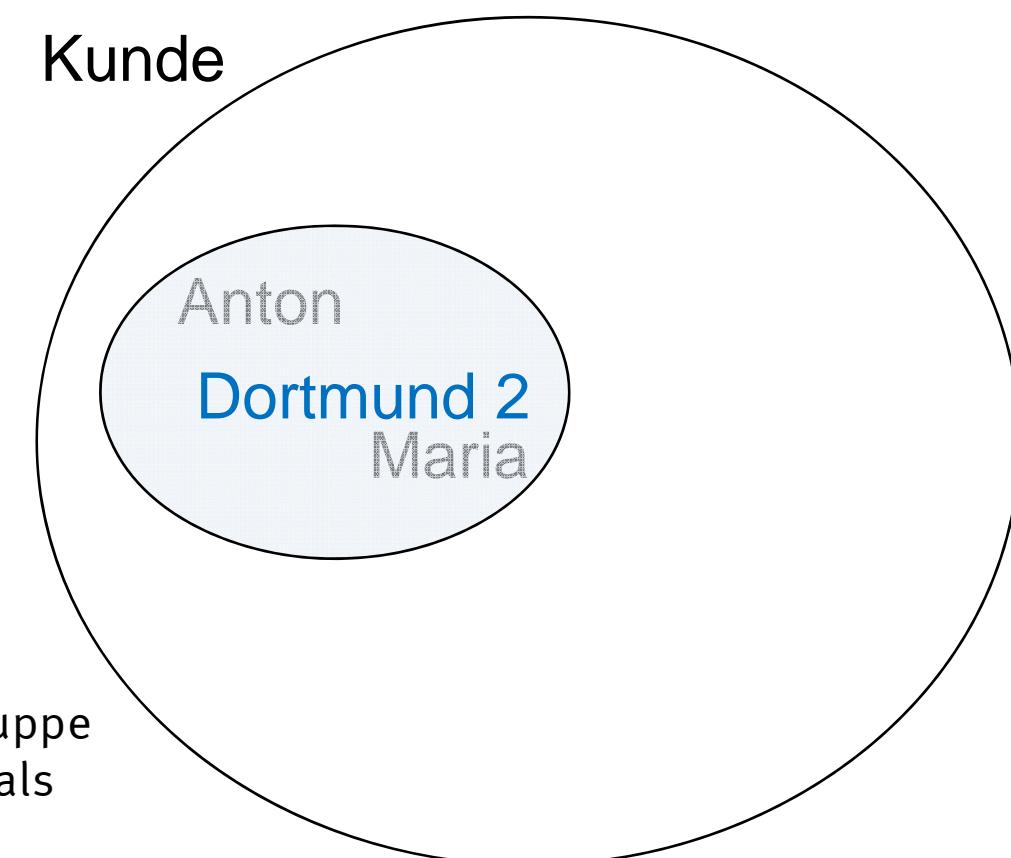


1. Gruppierung nach dem Ort
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe
3. Selektiere die Orte mit mehr als einem Kunden

Lösungsidee



Kunde



1. Gruppierung nach dem Ort
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe
3. Selektiere die Orte mit mehr als einem Kunden

1. Gruppierung nach dem Ort
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe

γ Ort; COUNT(Ort) \rightarrow Anzahl
4 rows

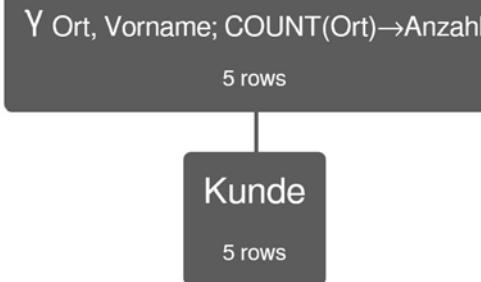
Kunde
5 rows

γ Ort; COUNT(Ort) \rightarrow Anzahl Kunde

Die Ergebnisrelation enthält
nur die in der Gruppierung
auftretenden Attribute!

Ort	Anzahl
Dortmund	2
Bonn	1
Köln	1
Düsseldorf	1

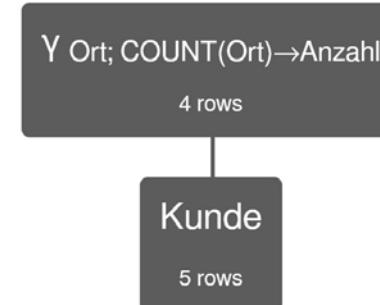
1. Gruppierung nach dem Ort **und Vorname**
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe



Y Ort, Vorname; COUNT(Ort)→Anzahl **Kunde**

Ort	Vorname	Anzahl
Dortmund	Anton	1
Dortmund	Maria	1
Bonn	Amir	1
Köln	Berta	1
Düsseldorf	Marcel	1

1. Gruppierung nach dem Ort
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe
3. Selektiere die Orte mit mehr als einem Kunden

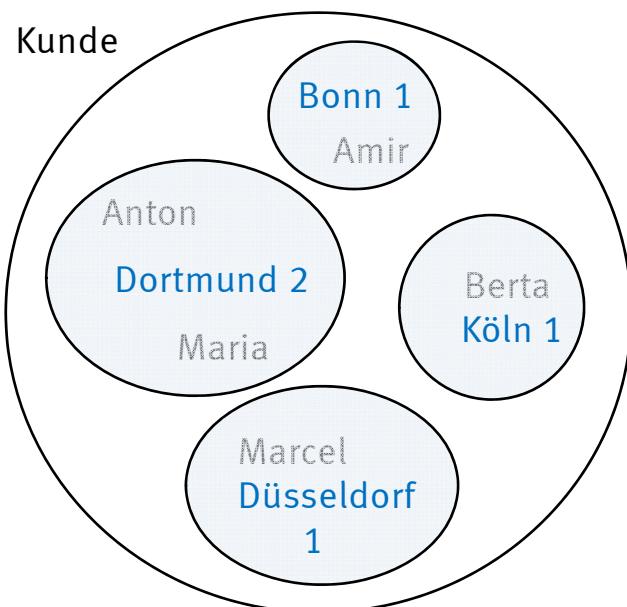


γ Ort; COUNT(Ort)→Anzahl **Kunde**

Ort	Anzahl
Dortmund	2
Bonn	1
Köln	1
Düsseldorf	1

Zusammenfassung

1. Gruppierung nach dem Ort
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe
3. Selektiere die Orte mit mehr als einem Kunden



σ Anzahl > 1

1 row

γ Ort; COUNT(Ort) \rightarrow Anzahl

4 rows

Kunde

5 rows

σ Anzahl > 1 γ Ort; COUNT(Ort) \rightarrow Anzahl Kunde

Ort	Anzahl
Dortmund	2

Aggregationsfunktionen berechnen zusammenfassende (=aggregierende) Werte

- Arithmetischer Mittelwert (Durchschnitt) **AVG(.)**
- Anzahl der Tupel **COUNT(.)**
- Maximum (auch alphanum.) **MAX(.)**
- Minimum (auch alphanum.) **MIN(.)**
- Summenbildung **SUM(.)**



Relationale Algebra

Verbundoperationen (Inner Join)

Beispiel – eine Tabelle anfragen



Finde
den Lagerbestand
des Artikels 4813

Π Lagerbestand, ANummer

σ ANummer = 4813

Lager

Π Lagerbestand, ANummer (σ ANummer = 4813 Lager)

Lager.Lagerbestand Lager.ANummer

0	4813
---	------

Was ist 4813 für ein Artikel?

Die Tabellen werden im Hauptspeicher über **gemeinsame Attribute** mit zueinander kompatiblen Wertebereichen(Domänen) zusammengeführt.

Beispiel: „Finde den Lagerbestand des Artikels 4813“

The diagram illustrates the relationship between two tables: **Artikel** and **Lager**.

Artikel Table:

Artikel- nummer	Artikel- name	Preis	Ausgabe
4812	Datenbanken	29,95	gebunden
4813	Märchen von	12,90	broschiert

Lager Table:

Lager- nummer	Standort	ANummer	Lager- bestand
27135	INF	4812	18
27432	FAN	4813	0

A red box highlights the **Artikel-nummer** column in the **Artikel** table and the **ANummer** column in the **Lager** table. A red arrow points from the **ANummer** column in the **Lager** table back to the **Artikel-nummer** column in the **Artikel** table, labeled **gemeinsame Attribute (FK)**, indicating a foreign key relationship.

Ausführung Join – Schritt 1

Prof. Dr. I. M. Saatz

Datenbanken 1

Fachbereich Informatik

4

1. Schritt: Bilde das kartesische Produkt beider Relationen

Beispiel kartesisches Produkt:

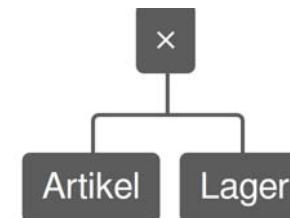
$$\{1, 2\} \times \{a, b\} = \{ (1, a), (1, b), (2, a), (2, b) \}$$

Ausführung Join – Schritt 1

1. Schritt: Bilde das kartesische Produkt beider Relationen

Artikel	Artikel-nummer	Artikel-name	Preis	Ausgabe
	4812	Datenbanken	28,00	gebunden
	4813	Märchen von	12,90	broschiert

Lager	Lager-nummer	Standort	ANummer	Lager-bestand
	27135	INF	4812	18
	27432	FAN	4813	0



Artikel x Lager

Artikel-nummer	Artikel-name	Preis	Ausgabe	Lager-nummer	Standort	ANummer	Lager-bestand
4812	Datenb	29,95	gebunden	27135	INF	4812	18
4812	Datenb	29,95	gebunden	27432	FAN	4813	0
4813	Märche	12,90	broschiert	27135	INF	4812	18
4813	Märche	12,90	broschiert	27432	FAN	4813	0

Ausführung Join – Schritt 2

2. Schritt: Selektiere die Tupel entsprechend der Verbundbedingung
(Theta Θ -Join).

Artikel

Lager

Artikel- nummer	Artikel- name	Preis	Ausgabe	Lager- nummer	Standort	ANummer	Lager- bestand
4812	Datenb	29,95	gebunden	27135	INF	4812	18
4812	Datenb	29,95	gebunden	27432	FAN	4813	0
4813	Märche	12,90	broschiert	27135	INF	4812	18
4813	Märche	12,90	broschiert	27432	FAN	4813	0

Verbundbedingung: [Artikel.Artikelnummer=Lager.ANummer](#)

Ausführung Join – Schritt 2

2. Schritt: Selektiere die Tupel entsprechend der Verbundbedingung
(Theta Θ -Join).

Artikel

Lager

Artikel- nummer	Artikel- name	Preis	Ausgabe	Lager- nummer	Standort	ANummer	Lager- bestand
4812	Datenb	29,95	gebunden	27135	INF	4812	18
4813	Märche	12,90	broschiert	27432	FAN	4813	0

Verbundbedingung: [Artikel.Artikelnummer=Lager.ANummer](#)

⊗ Artikel.Artikelnummer = Lager.ANummer

Artikel Lager

Ausführung Join – Schritt 3

3. Schritt: Entferne die nicht gewünschten oder doppelten Attribute aus dem Verbund (optionale Projektion).

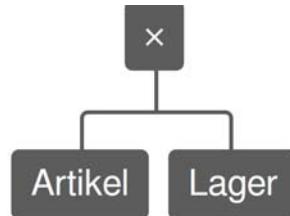
Artikel-nummer	Artikel-name	Preis	Ausgabe	Lager-nummer	Standort	ANummer	Lager-bestand
4812	Datenb	29,95	gebunden	27135	R235	4812	18
4813	Märche	12,90	broschiert	27432	R371	4813	0

Π Artikelnummer, Artikelname, Lagerbestand

\bowtie Artikel.Artikelnummer = Lager.ANnumer

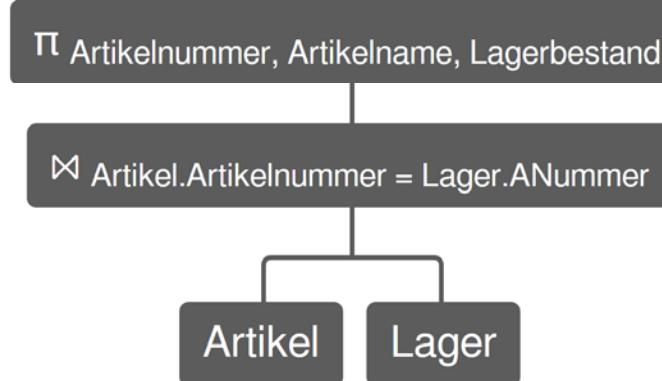
Artikel Lager

1. Schritt: Bilde das kartesische Produkt beider Relationen



2. Schritt: Selektiere die Tupel entsprechend der Verbundbedingung ([Theta Θ-Join](#)).

3. Schritt: Entferne die nicht gewünschten oder doppelten Attribute aus dem Verbund (optionale Projektion).





Relationale Algebra

Verbundoperationen (Teil 2)

Fragestellung



Artikel

Artikel- nummer	Artikelname
4812	Datenbanken
4830	Harry Potter Bd. 20

Lager

Lager- nummer	ANummer	Lager- bestand
27135	4812	18

Lösungsidee

1. Schritt: Bilde das kartesische Produkt beider Relationen

Artikel

Artikel- nummer	Artikelname
4812	Datenbanken
4830	Harry Potter Bd. 20

Lager

Lager- nummer	ANummer	Lager- bestand
27135	4812	18

Artikel x Lager

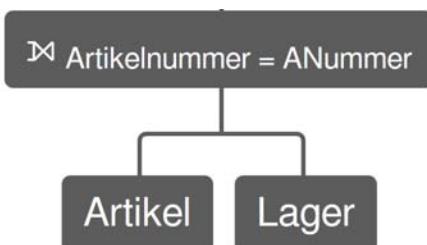
Artikel- nummer	Artikelname	Lager- nummer	ANummer	Lager- bestand
4812	Datenbanken	27135	4812	18
4830	Harry Potter Bd. 20	27135	4812	18

Left Outer Join

Artikel x Lager

Artikel-nummer	Artikelname	Lager-nummer	ANummer	Lager-bestand
4812	Datenbanken	27135	4812	18
4830	Harry Potter Bd. 20	27135	4812	18

nicht-erfüllte Verbundbedingung



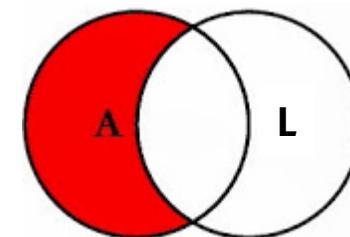
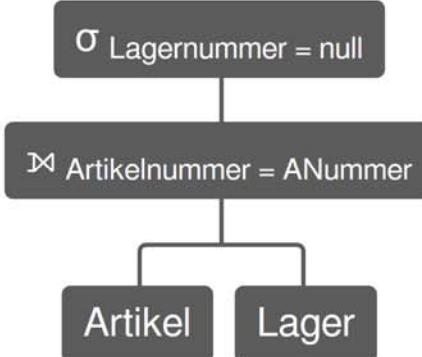
Artikel \bowtie Artikelnummer = ANummer Lager

Left Outer Join

Beispiel: Ermittle alle Artikel, die keinen Lagerplatz besitzen.

Artikelnummer	Artikelname	Lagernummer	ANummer	Lagerbestand
4830	Harry Potter Bd. 20	27135 NULL	4812 NULL	0 NULL

nicht-erfüllte Verbundbedingung



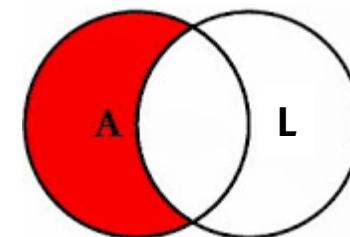
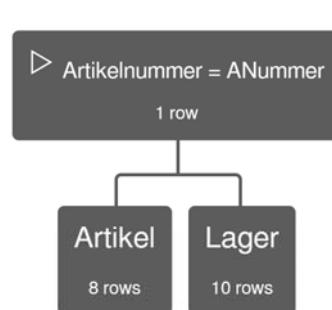
σ Lagernummer = null (Artikel \bowtie Artikelnummer = ANummer Lager)

Artikel.Artikelnummer	Artikel.Artikelname	Artikel.Autor	Artikel.Preis	Artikel.Ausgabe	Lager.Lagernummer	Lage
4830	Harry_Potter_20	Rowling	null	null	null	null

Anti-Join

Beispiel: Ermittle alle Artikel, die keinen Lagerplatz besitzen.

Artikel-nummer	Artikelname	Lager-nummer	ANummer	Lager-bestand
4830	Harry Potter Bd. 20	27135 NULL	4812 NULL	0 NULL

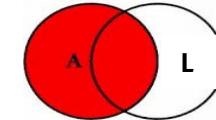


Artikel ▷ Artikelnummer = ANummer Lager

Artikel.Artikelnummer	Artikel.Artikelname	Artikel.Autor	Artikel.Preis
4830	'Harry Potter 20'	'Rowling'	null

Beispiel: OUTER-JOIN

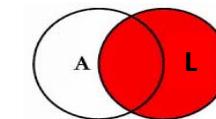
LEFT OUTER JOIN ON Artikel.Artikelnummer=Lager.Anummer



Artikelnummer	Artikelname	Lagernummer	ANummer	Lagerbestand
4812	Datenbanken	27135	4812	0
4830	Harry Potter Bd. 20	NULL	NULL	NULL

Artikel ohne Lagerplatz

RIGHT OUTER JOIN ON Artikel.Artikelnummer=Lager.Anummer

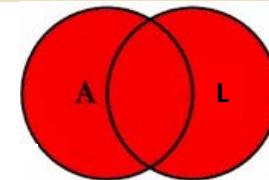


Artikelnummer	Artikelname	Lagernummer	ANummer	Lagerbestand
4812	Datenbanken	27135	4812	0
NULL	NULL	27595	NULL	NULL

Lagerplatz ohne Artikel

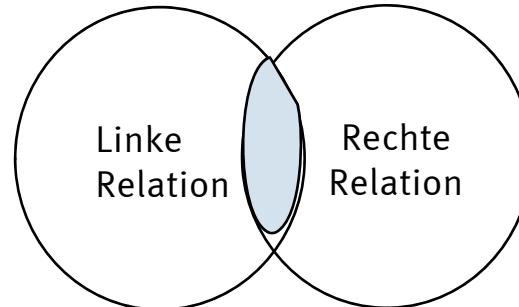
FULL OUTER-JOIN

Der **FULL Outer-Join** liefert alle Tupel des INNER JOINS sowie die durch den RIGHT- und den LEFT-OUTER JOIN zusätzlich gelieferten Tupel.



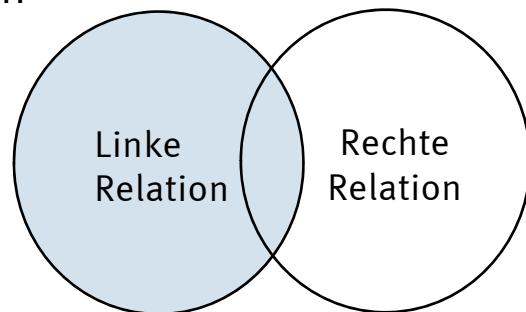
Artikel- nummer	Artikelname	Lager- nummer	ANummer	Lager- bestand
Tupel aus dem INNER JOIN				
4812	Datenbanken	27135	4812	0
Tupel aus dem RIGHT OUTER JOIN				
NULL	NULL	27595	NULL	NULL
Tupel aus dem LEFT OUTER JOIN				
4830	Harry Potter Bd. 20	NULL	NULL	NULL

Inner Join

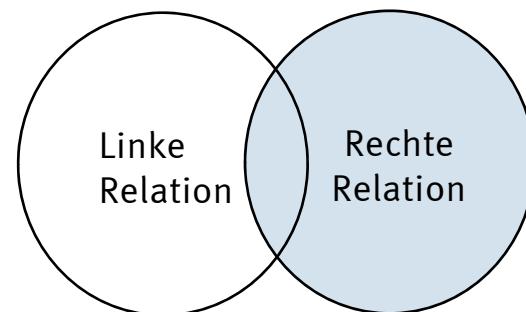


Tupel wird nur übernommen,
wenn die Verbundbedingung
erfüllt wird.

Left Outer Join

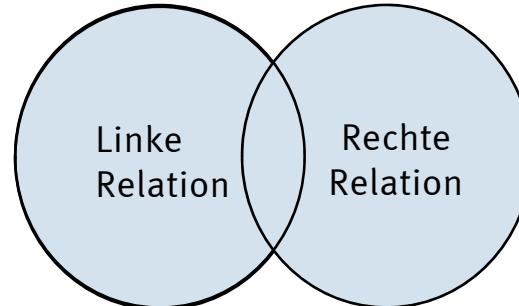


Right Outer Join



Alle Tupel der linken bzw. rechten
Relation werden übernommen.

Full Outer Join



Vereinigung von
Left- und Right Join