



we
focus
on
students



Relationale Algebra

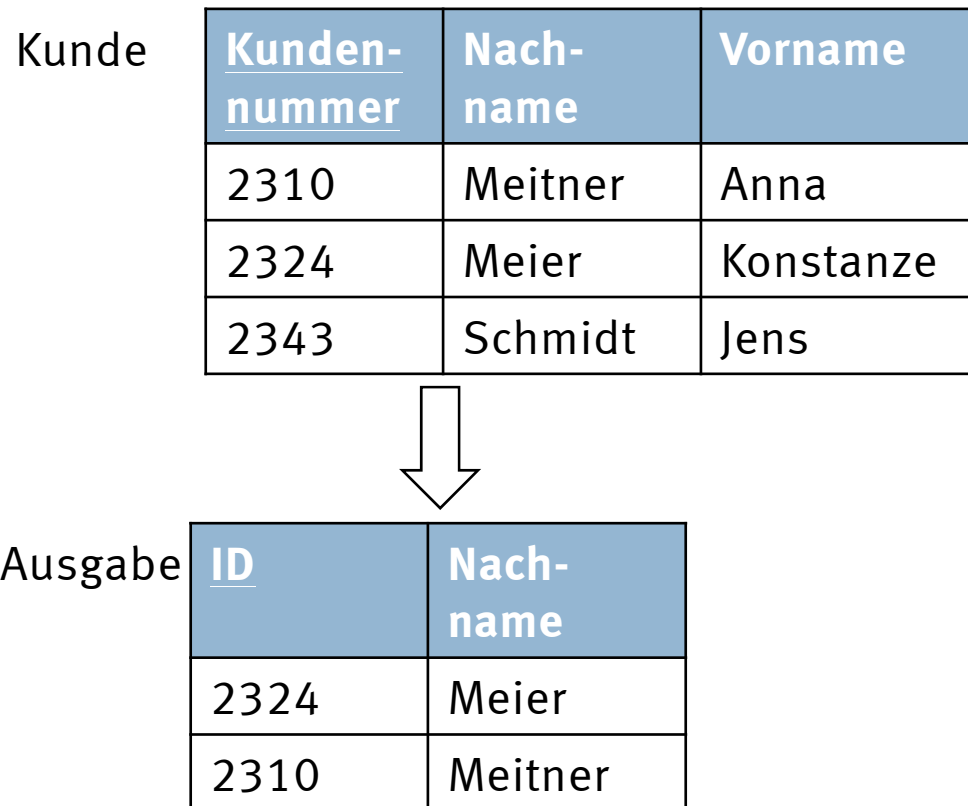
Relationale Operatoren (Teil 1)

**Fachhochschule
Dortmund**

University of Applied Sciences

© 2020 - Prof. Dr. Inga Marina Saatz

Wie können Daten in Relationen manipuliert werden?

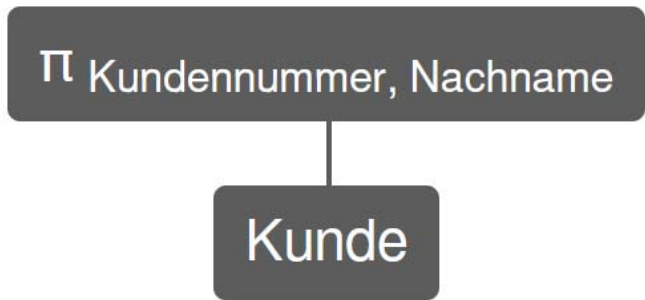


Relationale Algebra = Menge von Operatoren zur
Manipulation von Relationen.

- Projektion
- Umbenennung
- Selektion
- Mengenoperatoren
- Verbundoperatoren

Durch relationale Operatoren werden Duplikate entfernt.

Projektion: Auswahl von Attributen



π Kundennummer, Nachname Kunde

Kunde

<u>Kundennummer</u>	Nachname	Vorname
2310	Meitner	Anna
2324	Meier	Konstanze
2343	Schmidt	Jens

Selektion: Auswahl von Tupeln

σ Kundennummer = 2310 or Kundennummer = 2324

Kunde

σ Kundennummer=2310 or Kundennummer=2324 Kunde

Kunde

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

Erst Projektion, dann Selektion

σ Kundennummer = 2310 or Kundennummer = 2324

π Kundennummer, Nachname

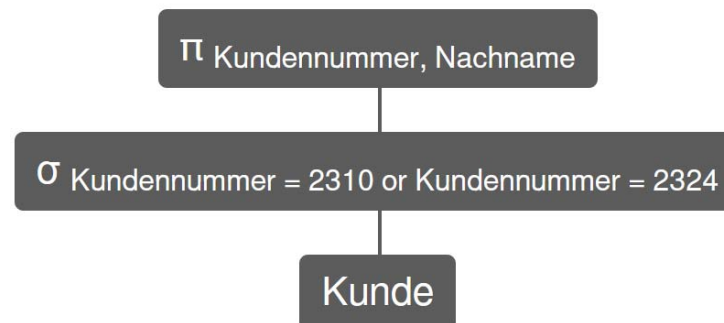
Kunde

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

Kunde

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

Erst Selektion, dann Projektion



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

Kunde


<u>Kundennummer</u>	Nachname	Vorname
2310	Meitner	Anna
2324	Meier	Konstanze
2343	Schmidt	Jens

Sortieren der Tupelreihenfolge

Ausgabe

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

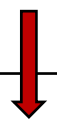
τ Nachname DESC
absteigende Sortierung
DESC



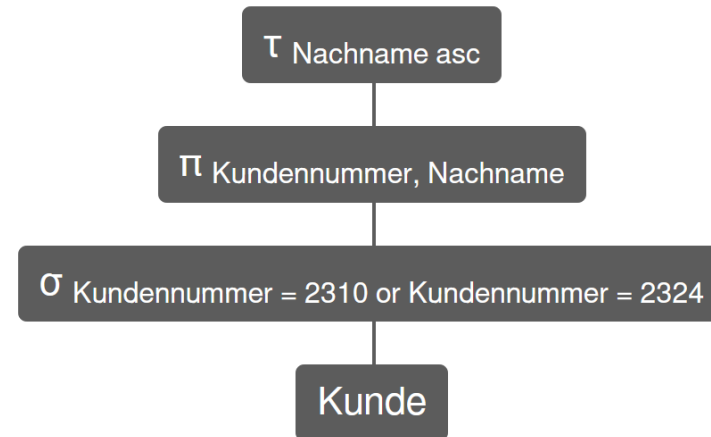
Ausgabe

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

τ Nachname ASC
aufsteigende Sortierung
ASC



Sortieren der Tupelreihenfolge



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

Ausgabe

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

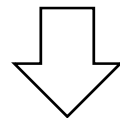
τ Nachname ASC

aufsteigende Sortierung
ASC

Umbenennung der Attribute

Kunde

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



ρ **ID** ← Kundennummer, **Name** ← Nachname (Kunde)

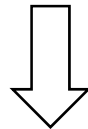
Ausgabe

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

Wie können Daten in Relationen manipuliert werden?

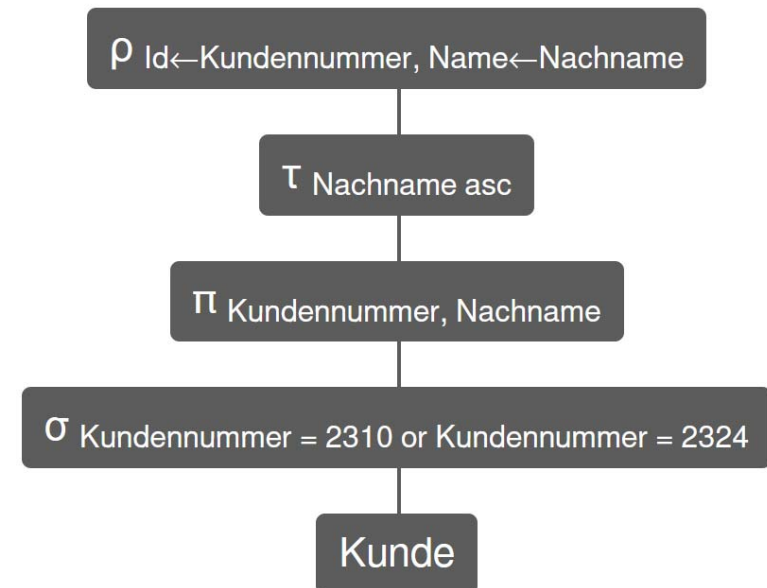
Kunde

<u>Kundennummer</u>	Nachname	Vorname
2310	Meitner	Anna
2324	Meier	Konstanze
2343	Schmidt	Jens



Ausgabe

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



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



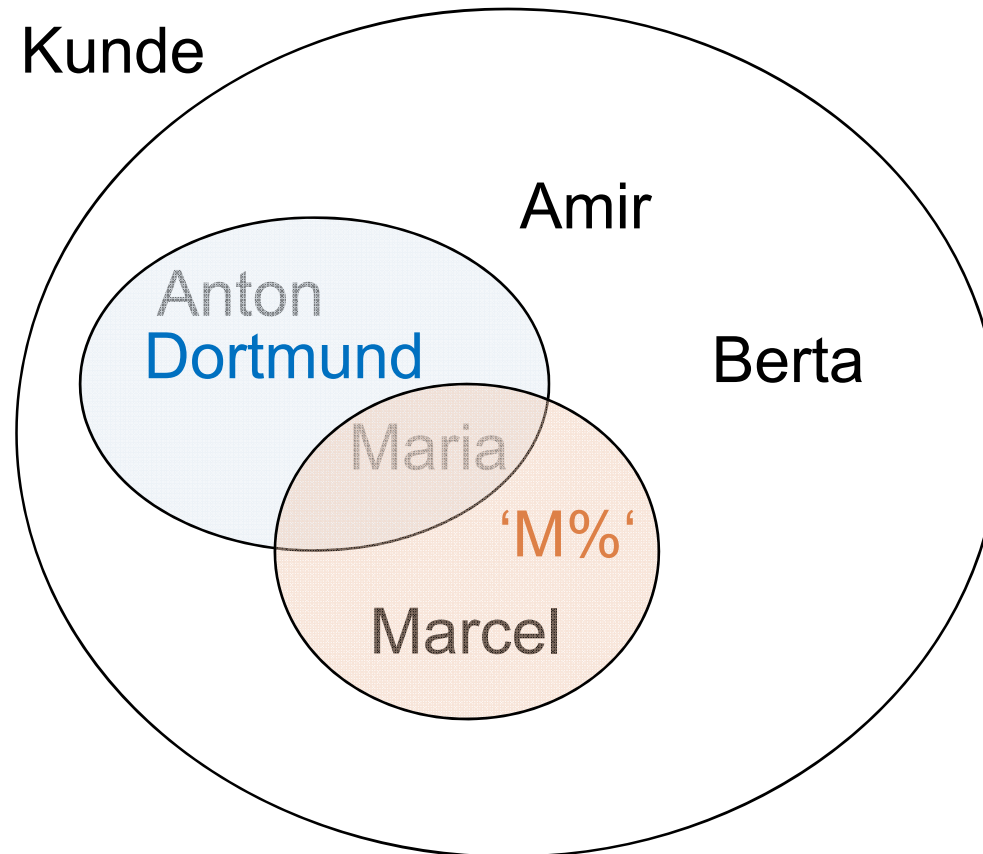
Relationale Algebra

Mengenoperatoren

Fachhochschule
Dortmund

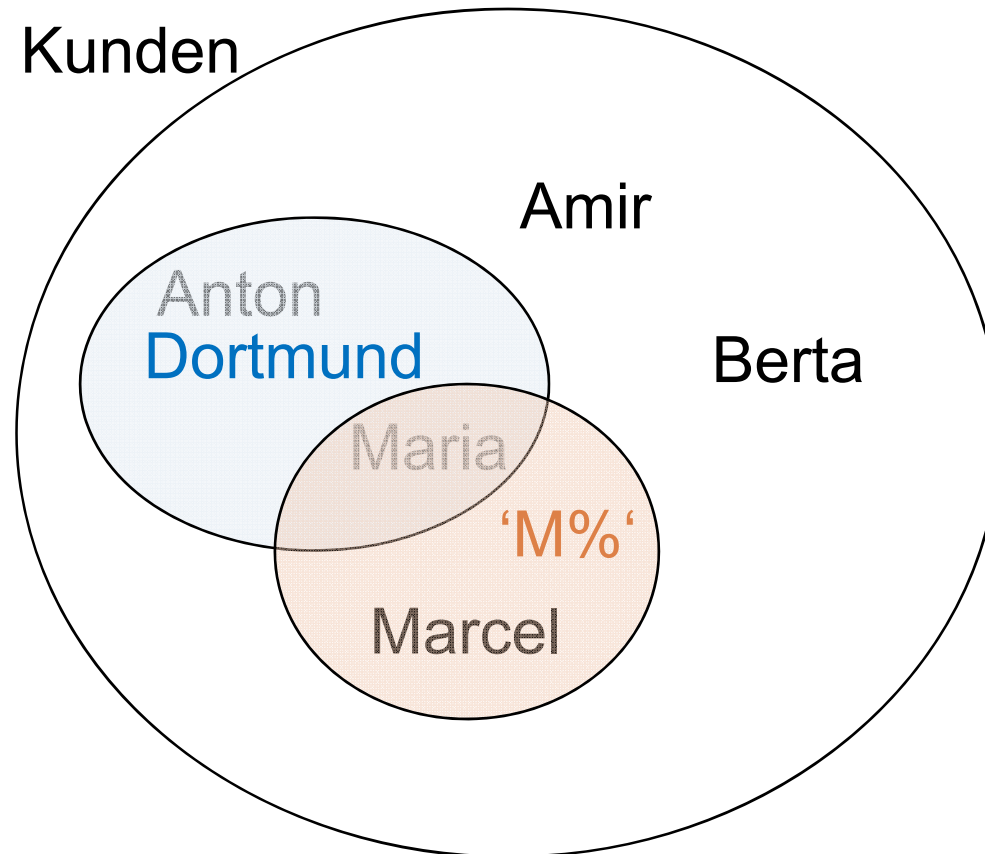
University of Applied Sciences

© 2020 - Prof. Dr. Inga Marina Saatz



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

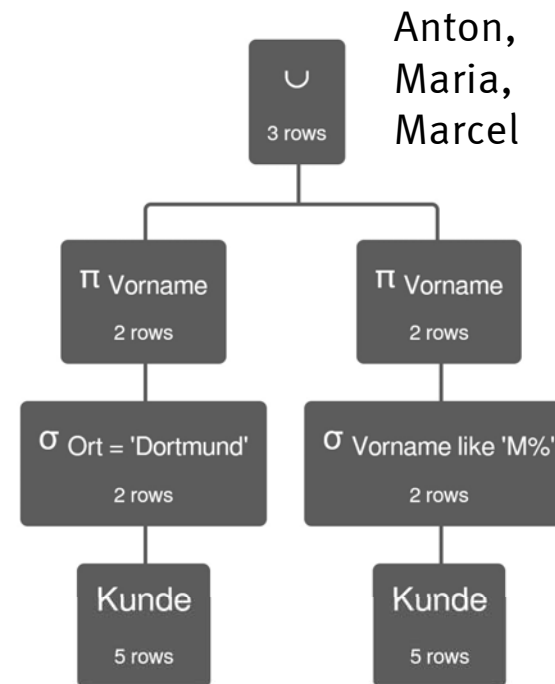
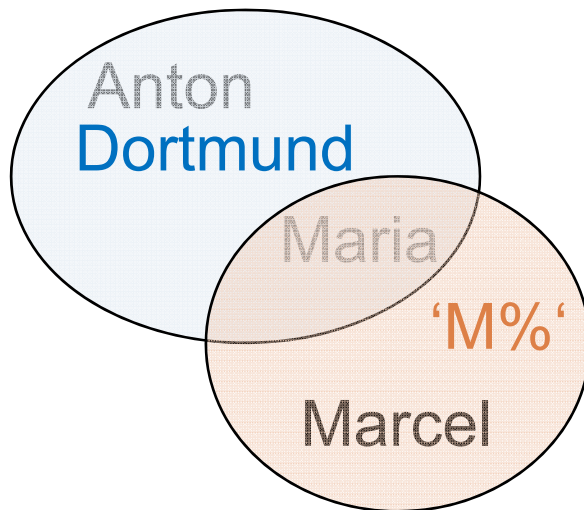
2. Anfrage: $\Pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Vorname like 'M\%'}} \text{Kunde}$



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

Vereinigungsoperator

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

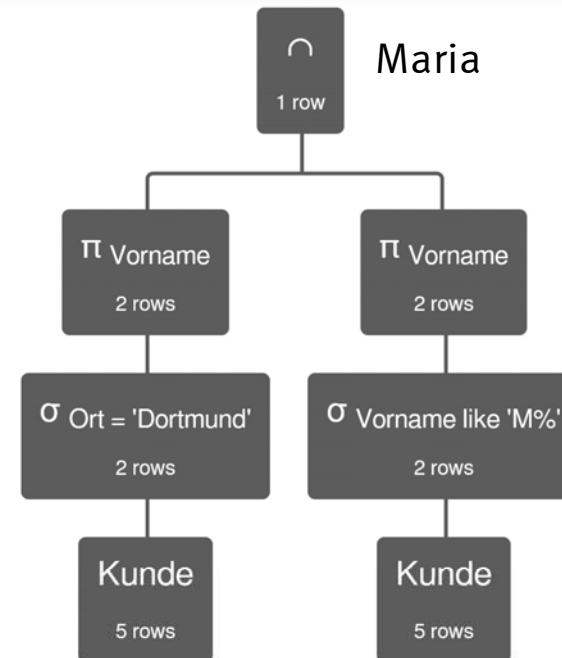
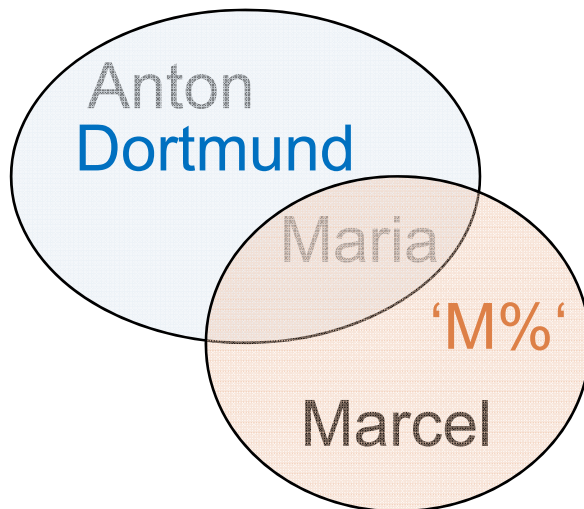


$\pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Ort} = \text{'Dortmund'}} \text{Kunde} \cup \pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Vorname like 'M\%'}} \text{Kunde}$

Schnittmengenoperator

Bildung der Schnittmenge der beiden Mengen

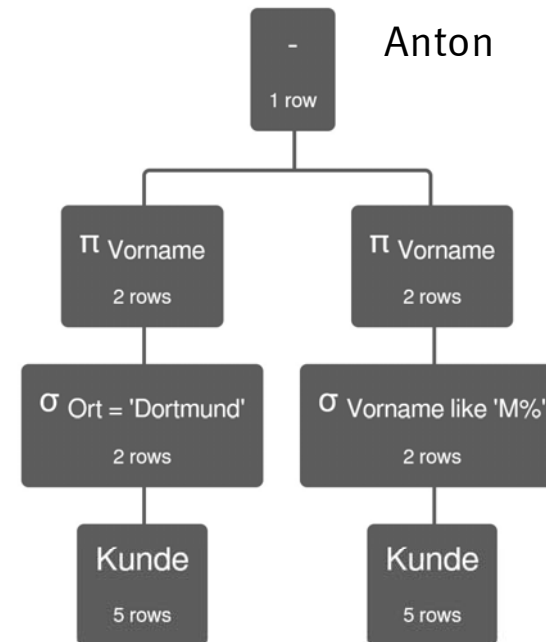
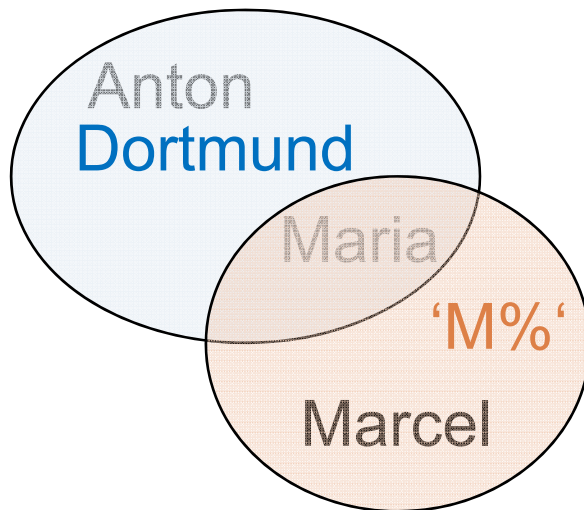
Schreibweise in der relationalen Algebra: $A \cap B$



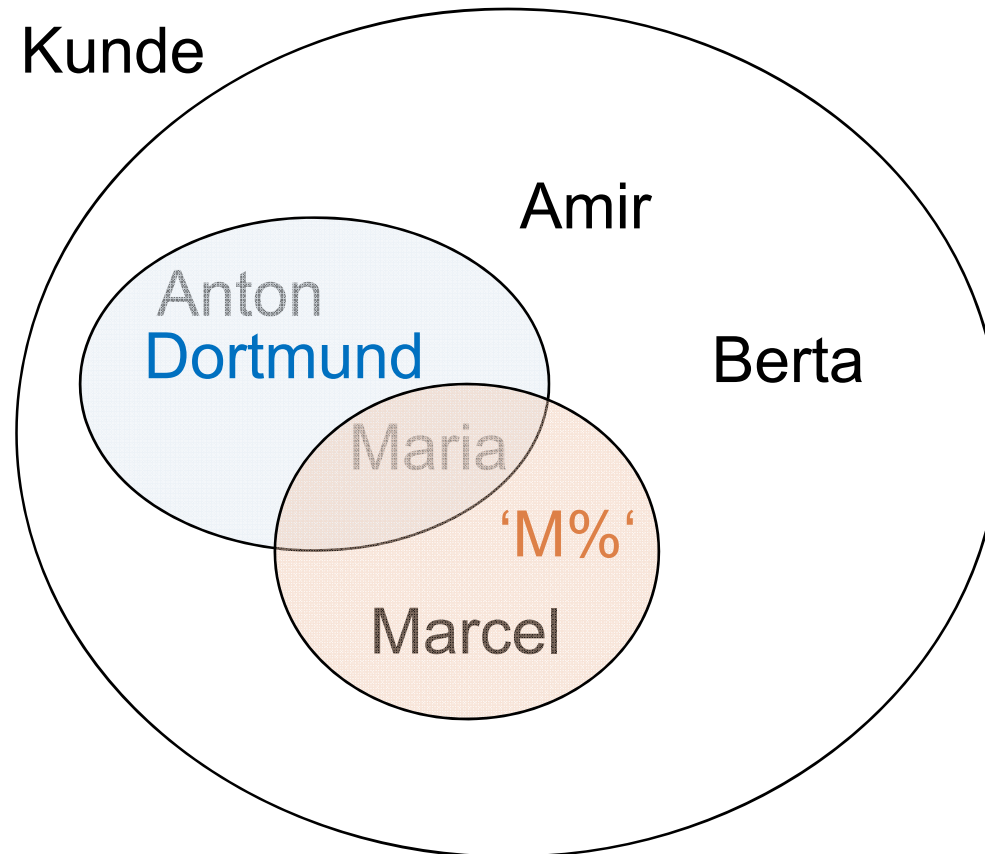
$\pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Ort} = \text{'Dortmund'}} \text{Kunde} \cap \pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Vorname like 'M\%'}} \text{Kunde}$

Differenzoperator

Bildung der Differenzmenge der beiden Mengen
Schreibweise in der relationalen Algebra: $A - B$ oder $A \text{ MINUS } B$



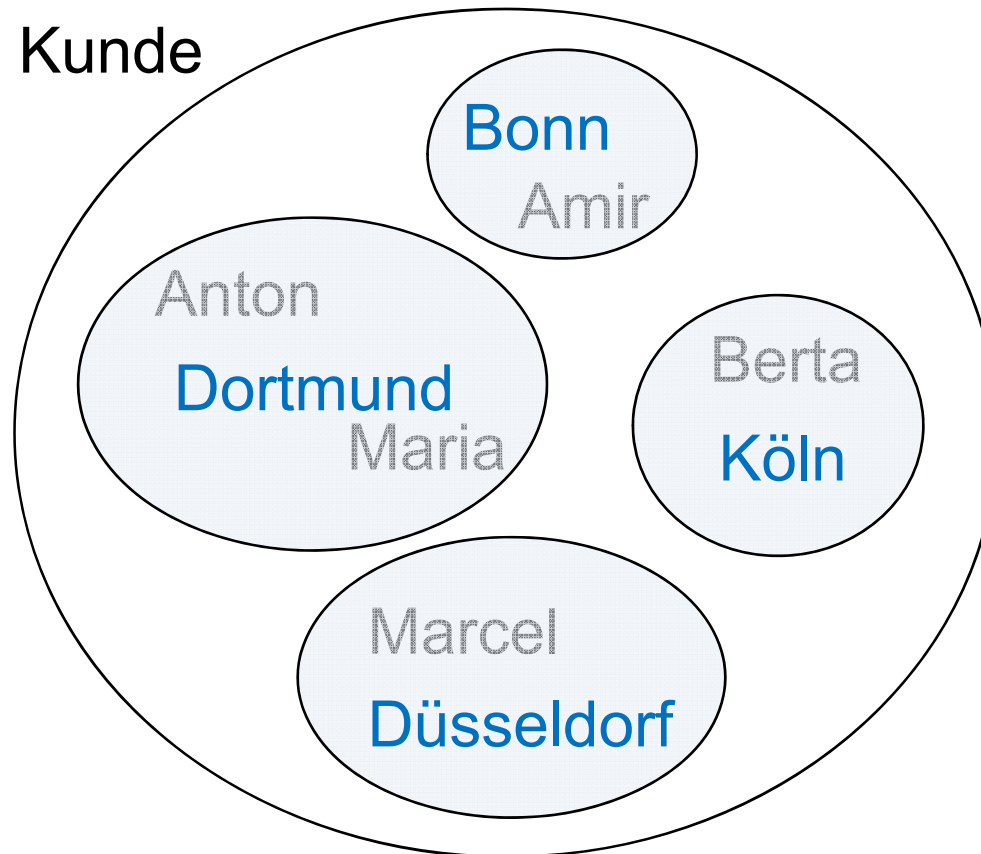
$\pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Ort} = \text{'Dortmund'}} \text{Kunde} - \pi_{\text{Vorname}} \sigma_{\text{Vorname like 'M\%'}} \text{Kunde}$



Mengenoperatoren verknüpfen **gleichartige** Mengen:

- Vereinigungsoperator
 - Schnittmengenoperator
 - Differenzoperator
- (Minus)





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



Relationale Algebra

Gruppierung

Fachhochschule
Dortmund

University of Applied Sciences

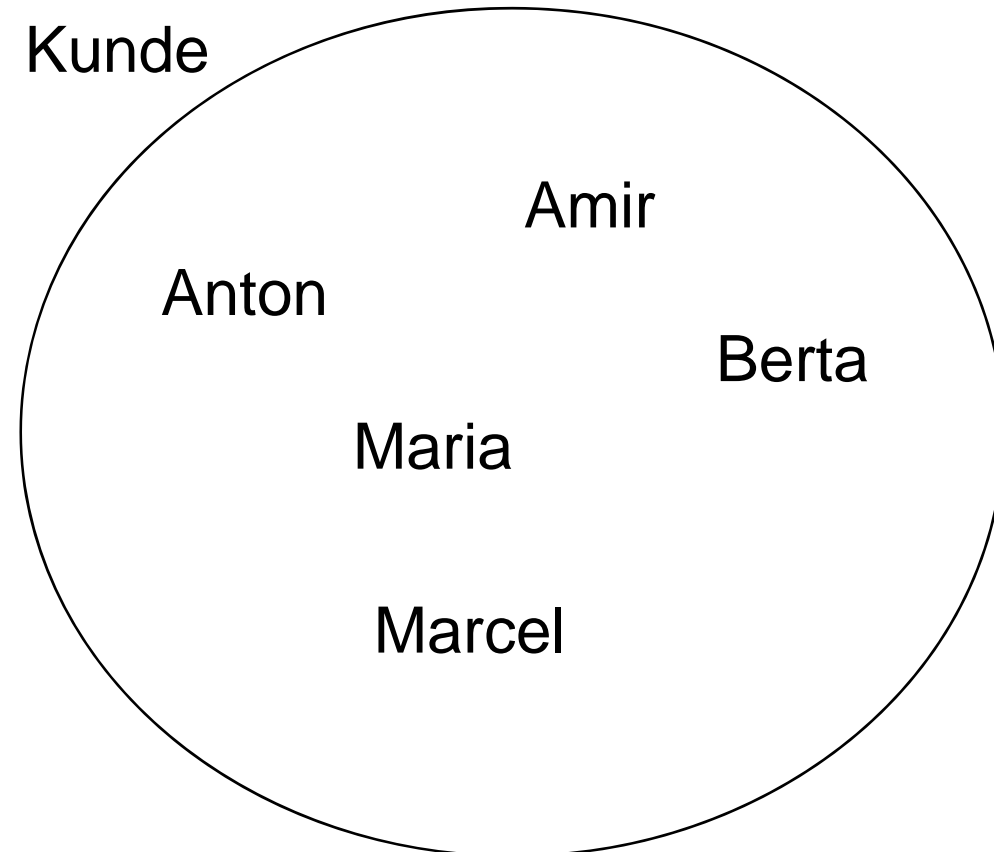
© 2020 - Prof. Dr. Inga Marina Saatz



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

Kunde

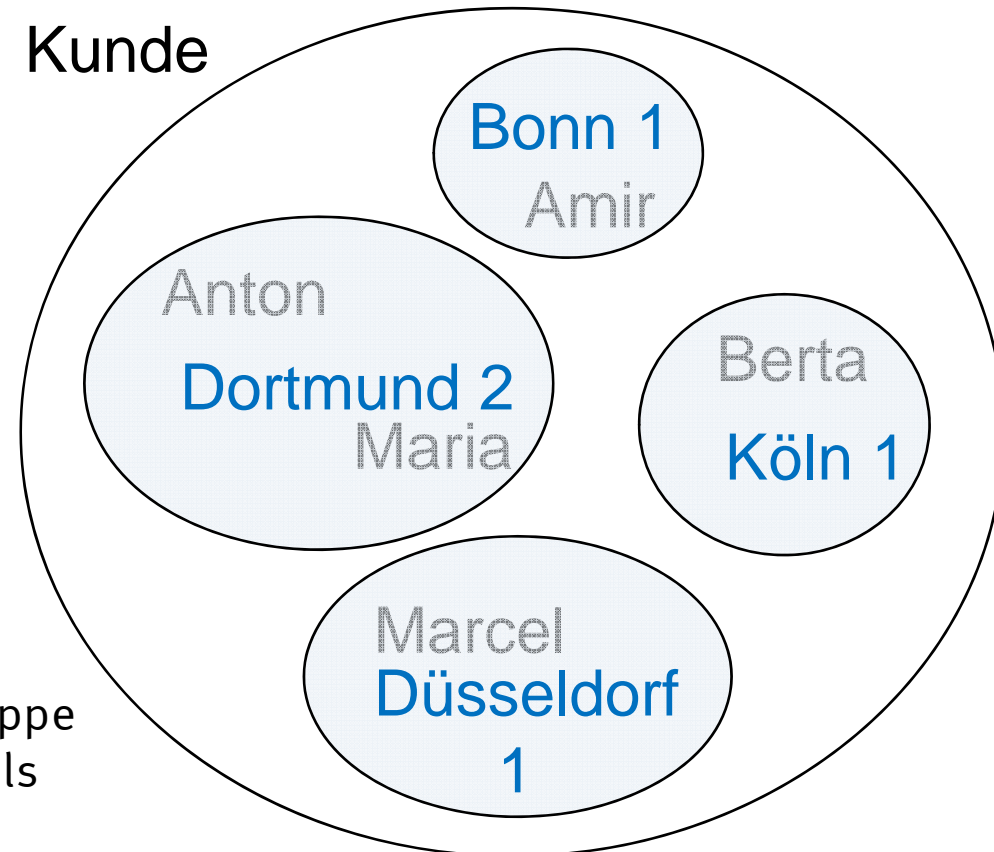
Ort	Anzahl
Dortmund	2
Bonn	1
Köln	1
Düsseldorf	1





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

Kunde



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



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

Kunde

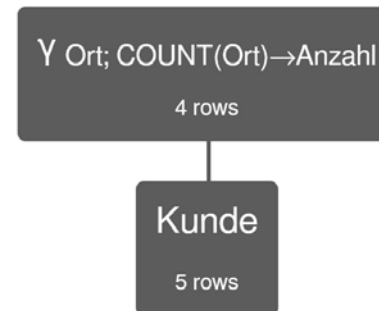
Anton

Dortmund 2

Maria

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

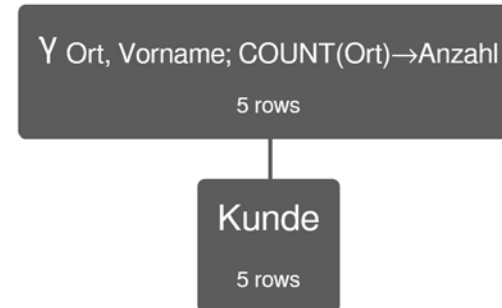


Y Ort; COUNT(Ort) → Anzahl Kunde

Die Ergebnisrelation enthält nur die in der Gruppierung auftretenden Attribute!

Ort	Anzahl
Dortmund	2
Bonn	1
Köln	1
Düsseldorf	1

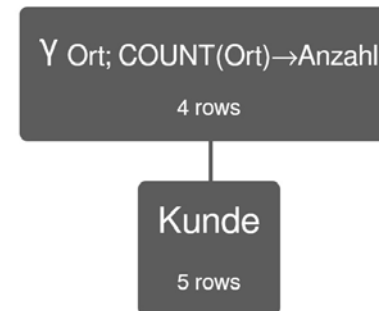
1. Gruppierung nach dem Ort **und Vorname**
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe



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

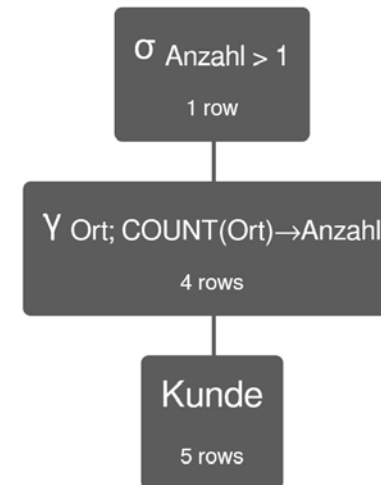
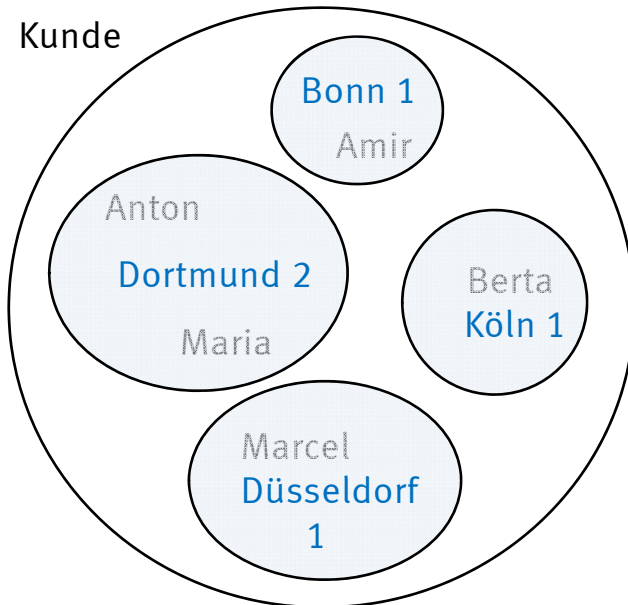
1. Gruppierung nach dem Ort
2. Zählen der Tupel pro Untergruppe
3. **Selektiere die Orte mit mehr als einem Kunden**



Y Ort; COUNT(Ort)→Anzahl **Kunde**

Ort	Anzahl
Dortmund	2
Bonn	1
Köln	1
Düsseldorf	1

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



σ Anzahl > 1 Y Ort; COUNT(Ort)→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(.)**



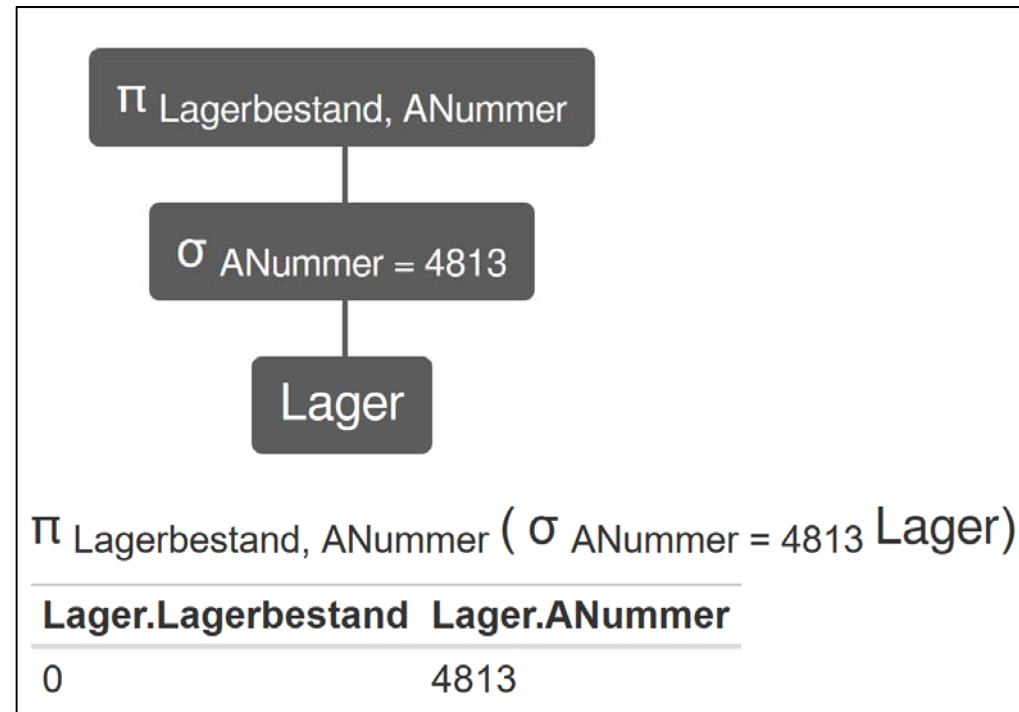
Relationale Algebra

Verbundoperationen (Inner Join)

Beispiel – eine Tabelle anfragen



Finde
den Lagerbestand
des Artikels 4813



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“

Artikel

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

gemeinsame Attribute (FK)

Lager

<u>Lager- nummer</u>	Standort	A Nummer	Lager- bestand
27135	INF	4812	18
27432	FAN	4813	0

Ausführung Join – Schritt 1

1. Schritt: Bilde das kartesische Produkt beider Relationen

Beispiel kartesisches Produkt:

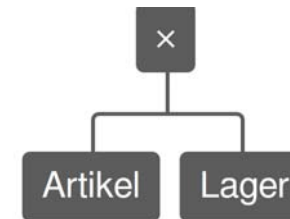
$$\{1, 2\} \times \{a, b\} = \{(1, a), (1, b), (2, a), (2, b)\}$$

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: $\text{Artikel.Artikelnummer} = \text{Lager.ANummer}$

Ausführung Join – Schritt 2

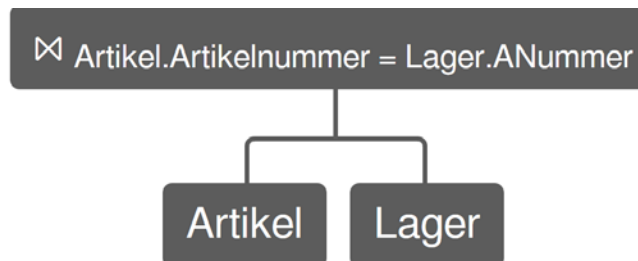
2. Schritt: Selektiere die Tupel entsprechend der Verbundbedingung (Theta Θ -Join).

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: $\text{Artikel.Artikelnummer} = \text{Lager.ANummer}$



Ausführung Join – Schritt 3

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

Artikelnummer	Artikelname	Preis	Ausgabe	Lagernummer	Standort	A Nummer	Lagerbestand
4812	Datenb	29,95	gebunden	27135	R235	4812	18
4813	Märche	12,90	broschiert	27432	R371	4813	0

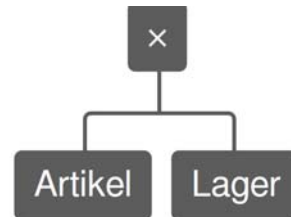
π Artikelnummer, Artikelname, Lagerbestand

\bowtie Artikel.Artikelnummer = Lager.A Nummer

Artikel

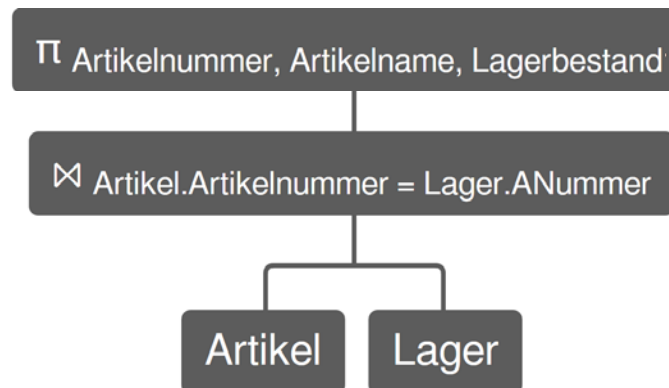
Lager

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)



Artikel

Artikelnummer	Artikelname
4812	Datenbanken
4830	Harry Potter Bd. 20

Lager

Lagernummer	A Nummer	Lagerbestand
27135	4812	18

1. Schritt: Bilde das kartesische Produkt beider Relationen

Artikel

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

Lager

Lager-nummer	A Nummer	Lagerbestand
27135	4812	18

Artikel x Lager

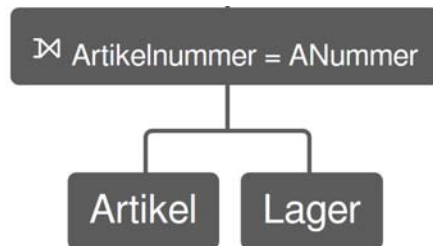
Artikel-nummer	Artikelname	Lager-nummer	A Nummer	Lagerbestand
4812	Datenbanken	27135	4812	18
4830	Harry Potter Bd. 20	27135	4812	18

Left Outer Join

Artikel x Lager

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

nicht-erfüllte Verbundbedingung



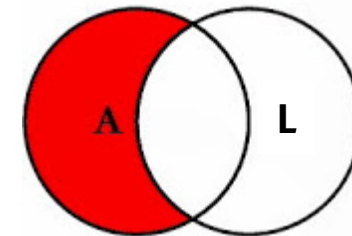
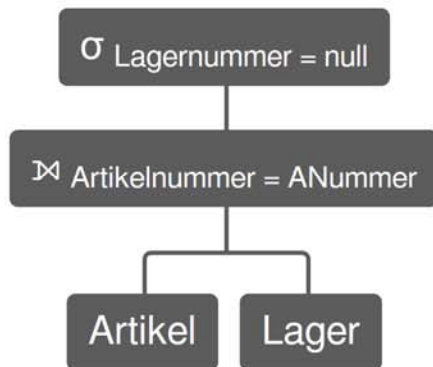
Artikel \bowtie Artikelnummer = ANummer Lager

Left Outer Join

Beispiel: Ermittle alle Artikel, die keinen Lagerplatz besitzen.

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

nicht-erfüllte Verbundbedingung



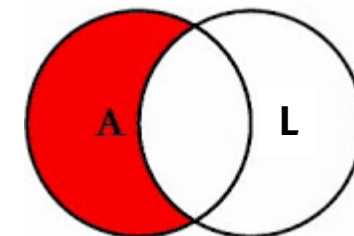
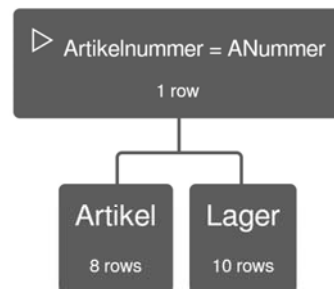
$\sigma_{\text{Lagernummer} = \text{null}} (\text{Artikel} \bowtie \text{Artikelnummer} = \text{ANummer} \text{ Lager})$

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	A Nummer	Lager- bestand
4830	Harry Potter Bd. 20	27135 NULL	4812 NULL	0 NULL

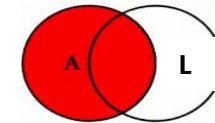


Artikel ▷ Artikelnummer = ANummer Lager

Artikel.Artikelnummer	Artikel.Artikelname	Artikel.Autor	Artikel.Preis
4830	'Harry Potter 20'	'Rowling'	<i>null</i>

Beispiel: OUTER-JOIN

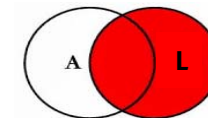
LEFT OUTER JOIN ON Artikel.Artikelnummer=Lager.Anummer



Artikel-nummer	Artikelname	Lager-nummer	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

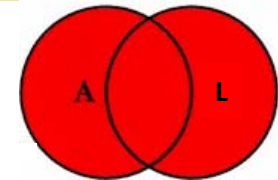


Artikel-nummer	Artikelname	Lager-nummer	Anummer	Lagerbestand
4812	Datenbanken	27135	4812	0
NULL	NULL	27595	NULL	NULL

Lagerplatz ohne Artikel

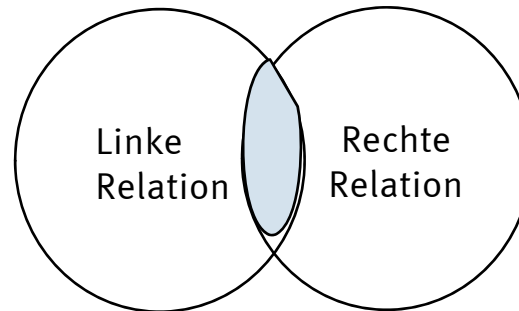
FULL OUTER-JOIN

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



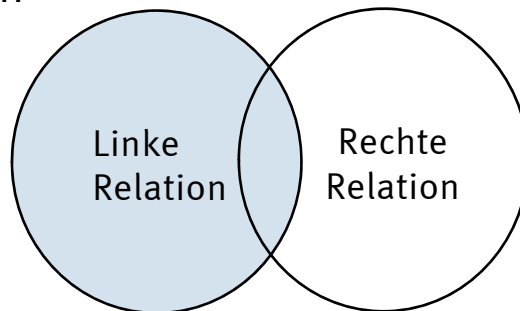
Artikelnummer	Artikelname	Lagernummer	A Nummer	Lagerbestand
Tupel aus dem INNER JOIN				
4812	Datenbanken	27135	4812	0
Tupel aus dem RIGHT OUTER JOIN				
NULL	NULL	27595	NULL	NULL
Tupel aus dem LEFT OUTER JOIN				
4830	Harry Potter Bd. 20	NULL	NULL	NULL

Inner Join

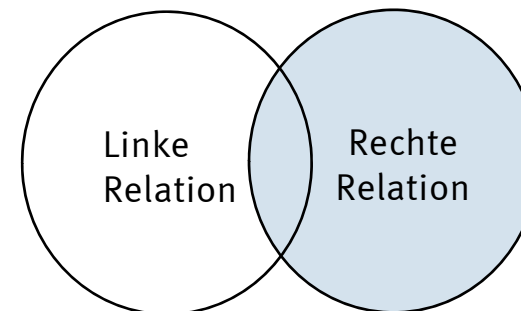


Tupel wird nur übernommen, **wenn** die Verbundbedingung erfüllt wird.

Left Outer Join

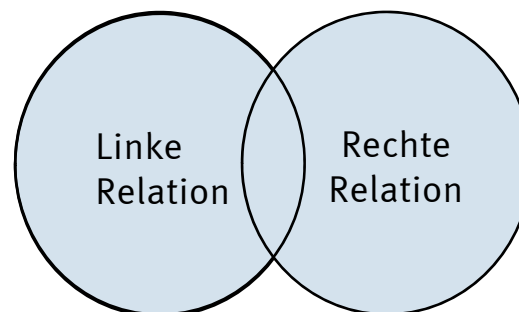


Right Outer Join



Alle Tupel der linken bzw. rechten Relation werden übernommen.

Full Outer Join



Vereinigung von Left- und Right Join