

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | <b>Grundkonzepte der datenorientierten Modellierung</b> |    |
| 1.1      | Ein einführendes Beispiel .....                         | 2  |
| 1.2      | Konventioneller Ansatz .....                            | 5  |
| 1.3      | Datenbank-orientierter Ansatz .....                     | 16 |
| 1.4      | Probleme beim Tabellenentwurf .....                     | 25 |
| 1.5      | Die Join-Operation .....                                | 32 |
| 1.6      | Architektur eines Datenbanksystems .....                | 40 |
| 1.7      | Datenmodelle als Beschreibungsmittel .....              | 45 |



# 1.1 Ein einführendes Beispiel

(1|3)

Ein Unternehmen möchte ein Informationssystem aufbauen.

- Das Unternehmen gliedert sich in mehrere *Unternehmensbereiche* (Elektro, Kfz, ...).
- Das Unternehmen gliedert sich in mehrere *Betriebe* an verschiedenen *Standorten* (Aholming, Karben, ...),
- an jedem Standort jedoch nur ein Betrieb.
- Jeder Betrieb ist eindeutig einem Unternehmensbereich zugeordnet.
- Zu jedem Betrieb gehören ein oder mehrere *Gebäude*.
- *Abteilungen* (F&E, Controlling, ...) sind immer in einem Gebäude untergebracht (dabei können in einem Gebäude auch mehrere Abteilungen untergebracht sein).



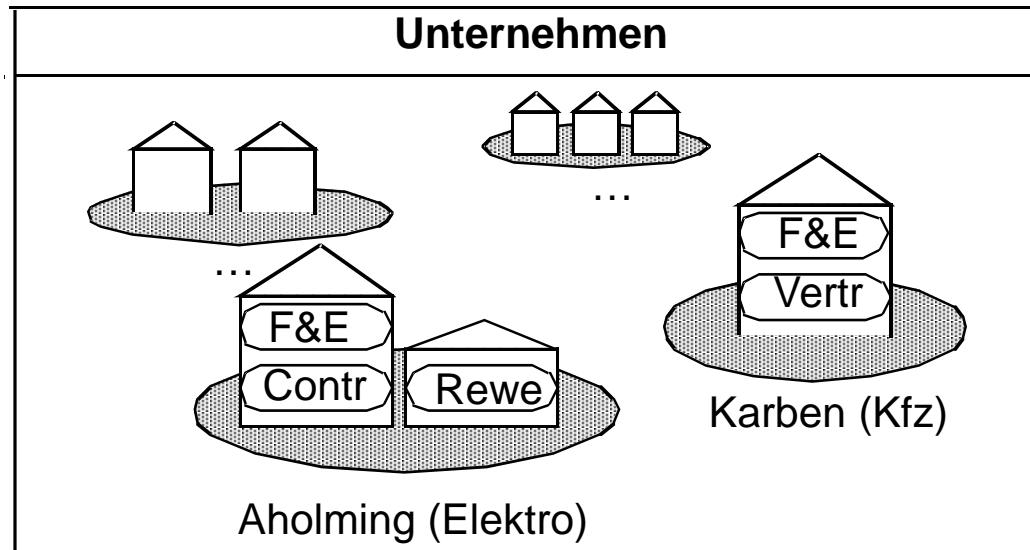
AIFB

24.05.2017

DB-Grundkonzepte © AIFB

# 1.1 Ein einführendes Beispiel

(2|3)



# 1.1 Ein einführendes Beispiel

(3|3)

Einer Informationsbedarfsanalyse zufolge sollen folgende Daten und Zusammenhänge gespeichert werden:

- **Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:**
  - *Name*,
  - *Personalnummer*,
  - an welchem *Ort* und
  - in welchem *Unternehmensbereich* sie/er arbeitet,
  - *Abteilung*,
  - *Gebäude*, in welchem sich der Arbeitsplatz befindet
  - *Gehalt*.
- **Standort** eines Betriebs:
  - die geographischen *Koordinaten* (für Tourenplanung),
  - *Straße/Hausnummer*, *Ortsname* und *PLZ*,
  - *den Namen* des Betriebsleiters,
  - die Höhe des *Personalbudgets*.



AIFB

24.05.2017

DB-Grundkonzepte © AIFB

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | <b>Grundkonzepte der datenorientierten Modellierung</b> |    |
| 1.1      | Ein einführendes Beispiel .....                         | 2  |
| 1.2      | Konventioneller Ansatz .....                            | 5  |
| 1.2.1    | Info'system in COBOL mit Dateien .....                  | 6  |
| 1.2.2    | Änderung des Dateiaufbaus .....                         | 8  |
| 1.2.3    | Redundanz .....   | 10 |
| 1.2.4    | Inkonsistenzen .....                                    | 11 |
| 1.2.5    | Beurteilung des konventionellen Ansatzes .....          | 14 |
| 1.3      | Datenbank-orientierter Ansatz .....                     | 16 |
| 1.4      | Probleme beim Tabellenentwurf .....                     | 25 |
| 1.5      | Die Join-Operation .....                                | 32 |
| 1.6      | Architektur eines Datenbanksystems .....                | 40 |
| 1.7      | Datenmodelle als Beschreibungsmittel .....              | 45 |



## 1.2.1 Info'system in COBOL mit Dateien

(1/2)

Um die Aufgabe zu lösen, wird von der zentralen EDV-Abteilung ein **COBOL-Programm** erstellt, das die geforderten **Daten über Bildschirmmasken** abfragt und in die **Dateien PERSONAL bzw. STANDORT** schreibt.

| Datei: „PERSONAL“, feste Satzlänge=80 Bytes |          |           |           |           |          |          |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Name  | PersNr   | StOrt     | UBereich  | Abt       | GebNr    | Gehalt   |
| <b>Länge: 16</b>                            | <b>8</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>10</b> | <b>4</b> | <b>8</b> |
| Frits                                       | 17       | Aholming  | Elektro   | F&E       | 11       | 44.000   |
| Frans                                       | 9133     | Aholming  | Elektro   | Contr     | 11       | 88.200   |
| Lubbe                                       | 321      | Aholming  | Elektro   | Vertr     | 8        | 38.000   |
| Enzian                                      | 17       | München   | Mechanik  | F&E       | 2        | 53.000   |
| Truhel                                      | 54       | Karben    | Kfz       | F&E       | 2        | 43.500   |
| Jöndhard                                    | 739      | Karben    | Kfz       | F&E       | 2        | 45.300   |
| Frits                                       | 17       | Fürth     | Mechanik  | Contr     | 4        | 90.000   |



## 1.2.1 Info'system in COBOL mit Dateien

(2/2)

| Datei: „STANDORT“, feste Satzlänge=81 Bytes |       |               |               |         |            |
|---|-------|---------------|---------------|---------|------------|
| Standort                                    | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter  | PersBudget |
| Länge: 12                                   | 5     | 20            | 15            | 20      | 9          |
| Aholming                                    | 94527 | Bärengasse 22 | 48.47N:12.59E | Beutel  | 560.000    |
| München                                     | 81523 | Codd-Weg 9    | 48.07N:11.38E | Schmitz | 900.000    |
| Karben                                      | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E | Dieler  | 120.000    |
| Fürth                                       | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E | Gabler  | 389.200    |

Im Laufe der Zeit wurden weitere Programme geschrieben, die „PERSONAL“ und/oder „STANDORT“ benutzen.



AIFB

24.05.2017

DB-Grundkonzepte © AIFB

## 1.2.2 Änderung des Dateiaufbaus

(1/2)

Die Aufteilung eines Satzes in Felder sowie die Länge der einzelnen Datenfelder sind in *jedem* COBOL-Programm, das die Datei benutzen soll, genau zu definieren (und damit auch die Satzlänge eines Datensatzes).

„File-Descriptor“ (FD)

...

FD STANDORT.

01 STANDORT-SATZ.

|                  |            |
|------------------|------------|
| 05 STANDORT-NAME | PIC X(12). |
| 05 PLZ           | PIC 9(05). |
| 05 STRASSE       | PIC X(20). |
| 05 KOORDINATEN   | PIC X(15). |
| 05 LEITER-NAME   | PIC X(20). |
| 05 PERSBUDGET    | PIC 9(09). |

...





## 1.2.2 Änderung des Dateiaufbaus

(2/2)

Eine Änderung des Dateiaufbaus wie

- Verlängern oder Verkürzen eines Feldes.  
Beispiel: Seit 1.7.1993 gab es neue Postleitzahlen
- Entfernen oder Hinzufügen eines Feldes  
Beispiel: In die PERSONAL-Datei soll für jeden Mitarbeiter das Geburtsdatum aufgenommen werden
- Veränderung der Anordnung der Felder

⇒ (hat zur Folge)

Änderung der Dateibeschreibung, damit **Änderung und Neuinstallation aller Programme**, die auf diese Datei zugreifen.

Aus versäumten Änderungen können

- Absturz des betreffenden Programms und (schlimmer)
- falsche Rechenergebnisse resultieren.



AIFB

24.05.2017

### 1.2.3 Redundanz

Der **Unternehmensvorstand „Forschung und Entwicklung“** möchte zum einfacheren Versenden von Rundschreiben eine **Datei aller „F&E“-Mitarbeiter** haben.

Er kopiert sich aus der Personaldatei PERSONAL (vgl. 1.2.1 (1/2)) die Sätze aller „F&E“-Mitarbeiter und erstellt daraus die Datei PERSONAL-FuE. Diese enthält anstelle des Gehaltes ein zusätzliches Feld „Experte“, das angibt, worin sich der Mitarbeiter besonders gut auskennt:

| Datei: „PERSONAL-FuE“, feste Satzlänge=86 Bytes |          |           |           |           |          |            |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Name  | PersNr   | StOrt     | UBereich  | Abt       | GebNr    | Experte    |
| <b>Länge: 16</b>                                | <b>8</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>10</b> | <b>4</b> | <b>14</b>  |
| Frits   | 17       | Aholming  | Elektro   | F&E       | 11       | VLSI       |
| Enzian  | 17       | München   | Mechanik  | F&E       | 2        | Quanten    |
| Truhel  | 54       | Karben    | Kfz       | F&E       | 2        | Sicherheit |
| Jöndhard  | 739      | Karben    | Kfz       | F&E       | 2        | Motor      |

Ergebnis: Der überwiegende Teil dieser Daten (alle bis auf „Experte“) ist nun *doppelt* im Unternehmen vorhanden.

⇒ Redundanz

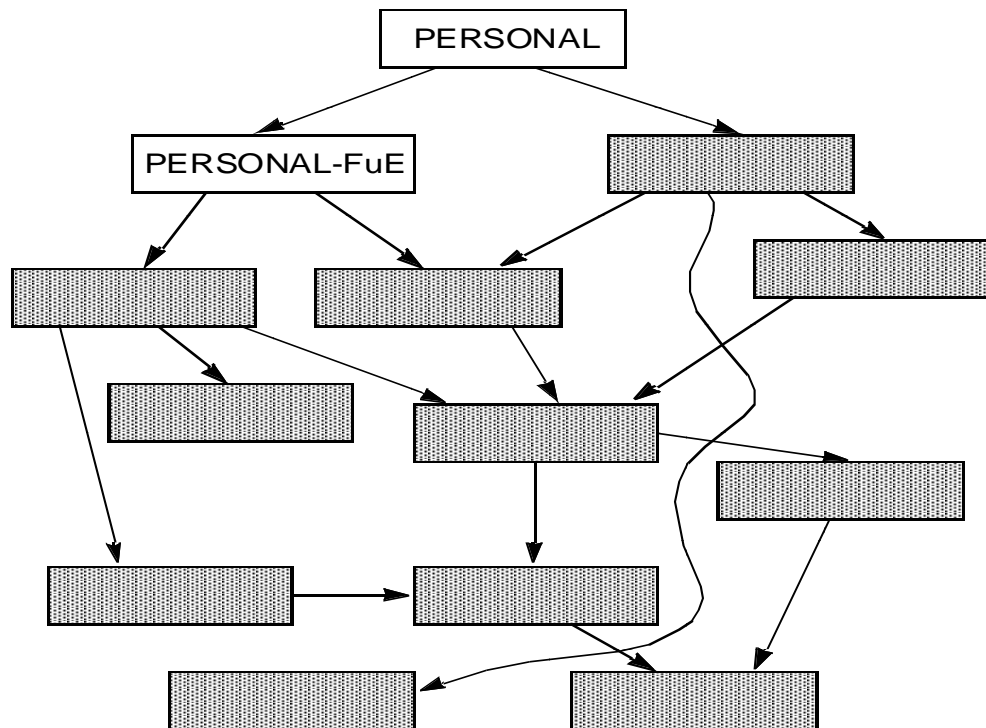
## 1.2.4 Inkonsistenzen

(1/3)

Andere Stellen im Unternehmen kopieren die PERSONAL-Datei ebenfalls und modifizieren ihre Kopien nach ihren Bedürfnissen.

Unter Umständen werden auch die modifizierten Kopien selbst wieder weitergegeben.

So entsteht im Unternehmen mit der Zeit eine große Sammlung unterschiedlicher Abkömmlinge der PERSONAL-Datei:



## 1.2.4 Inkonsistenzen

(2/3)

### Änderung im Unternehmen:

Herr Truhel aus F&E wird in den Vertrieb versetzt (bei gleichzeitiger Gehaltserhöhung).

Die Personalabteilung korrigiert die Datei PERSONAL:

| Datei: „PERSONAL“, feste Satzlänge=80 Bytes |        |          |          |       |       |        |
|---|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Name  | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
| Länge: 16                                   | 8      | 16       | 18       | 10    | 4     | 8      |
| Frits                                       | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans                                       | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe                                       | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian                                      | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel                                      | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Jöndhard                                    | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Frits                                       | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |



Änderung durch die Personalabteilung



| Datei: „PERSONAL“, feste Satzlänge=80 Bytes |        |          |          |        |       |        |
|---|--------|----------|----------|--------|-------|--------|
| Name  | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt    | GebNr | Gehalt |
| Länge: 16                                   | 8      | 16       | 18       | 10     | 4     | 8      |
| Frits                                       | 17     | Aholming | Elektro  | F&E    | 11    | 44.000 |
| Frans                                       | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr  | 11    | 88.200 |
| Lubbe                                       | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr  | 8     | 38.000 |
| Enzian                                      | 17     | München  | Mechanik | F&E    | 2     | 53.000 |
| Truhel                                      | 54     | Karben   | Kfz      | Vertr. | 8     | 44.000 |
| Jöndhard                                    | 739    | Karben   | Kfz      | F&E    | 2     | 45.300 |
| Frits                                       | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr  | 4     | 90.000 |



AIFB

24.05.2017

DB-Grundkonzepte © AIFB

## 1.2.4 Inkonsistenzen

(3/3)

Folge: Alle von PERSONAL abgeleiteten Dateien enthalten nun falsche Angaben über Herrn Truhel

⇒ Inkonsistenzen.

**Beispiel:** Der F&E-Vorstand (vgl. 1.2.3) wird wohl auch weiterhin seine Rundschreiben an Herrn Truhels alten Arbeitsplatz schicken.

Die Konsistent-Haltung aller Abkömmlinge von PERSONAL über einen längeren Zeitraum ist in der Realität kaum zu gewährleisten.



AIFB

24.05.2017

### Insel-Lösungen

- (1) Definition der vom Betriebssystem zu verwaltenden Dateien im Anwendungsprogramm
- (2) Dateiaufbau gemäß jeweiliger Aufgabenstellung  
(ggf. ein einzelnes Anwendungsprogramm funktioniert gut – im allgemein das zuerst entwickelte / aber:)
- (3) Nutzung der Datei durch andere Programme erschwert, wenig Flexibilität / 2 Alternativen:
  - Entweder Änderung des Dateiaufbaus:  
Zusätzliche Felder, andere Feld-Definitionen, andere Organisationsformen **erfordern Änderung im Anwenderprogramm**
  - oder zusätzliche Datei:  
Kann unerwünschte Redundanz bewirken  
→ **Gefahr der Inkonsistenz** des Datenbestandes

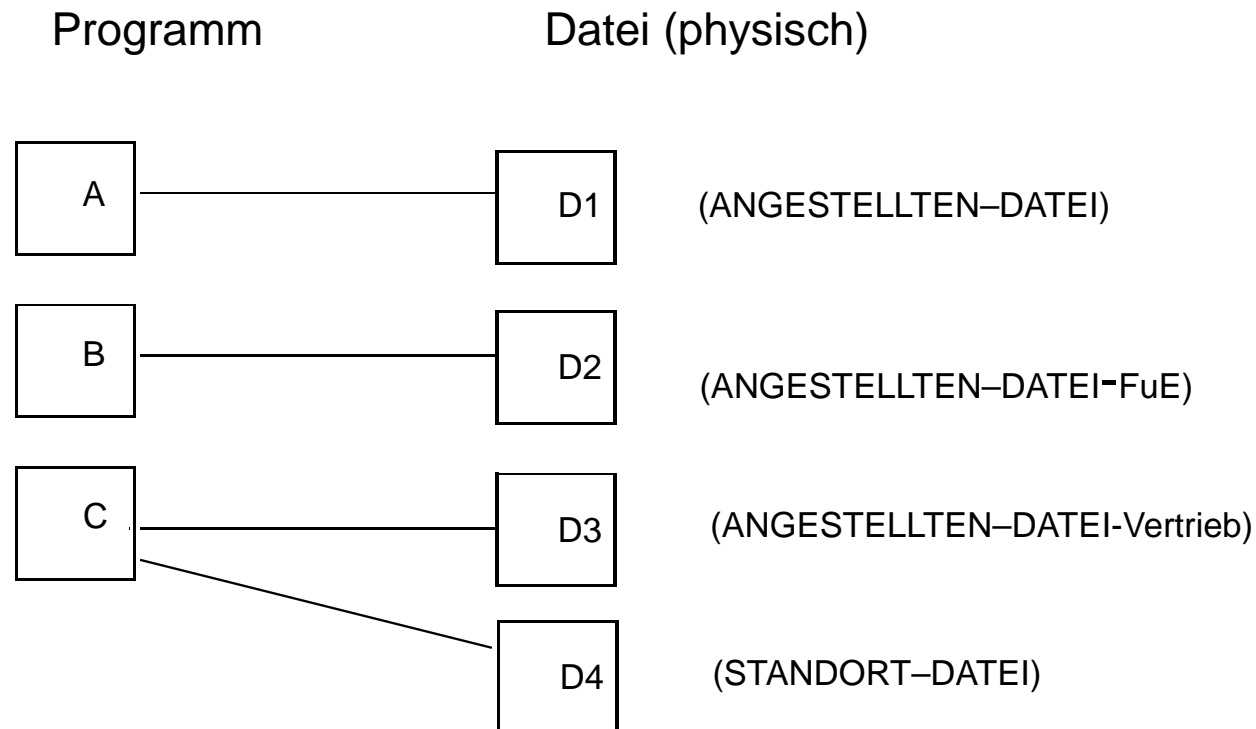


## 1.2.5 Beurteilung des konventionellen Ansatzes

(2/2)

### Programmierung im konventionellen Stil:

Enge Verflechtung zwischen Programm und Daten,  
d.h. *Programm-Daten-Abhängigkeit* (kurz: *Datenabhängigkeit*)



→ große Datenredundanz



# 1 Grundkonzepte der datenorientierten Modellierung

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.1   | Ein einführendes Beispiel .....            | 2  |
| 1.2   | Konventioneller Ansatz .....               | 5  |
| 1.3   | Datenbank-orientierter Ansatz .....        | 16 |
| 1.3.1 | Das Konzept .....                          | 17 |
| 1.3.2 | Beurteilung des Datenbank-Ansatzes .....   | 24 |
| 1.4   | Probleme beim Tabellenentwurf .....        | 25 |
| 1.5   | Die Join-Operation .....                   | 32 |
| 1.6   | Architektur eines Datenbanksystems .....   | 40 |
| 1.7   | Datenmodelle als Beschreibungsmittel ..... | 45 |



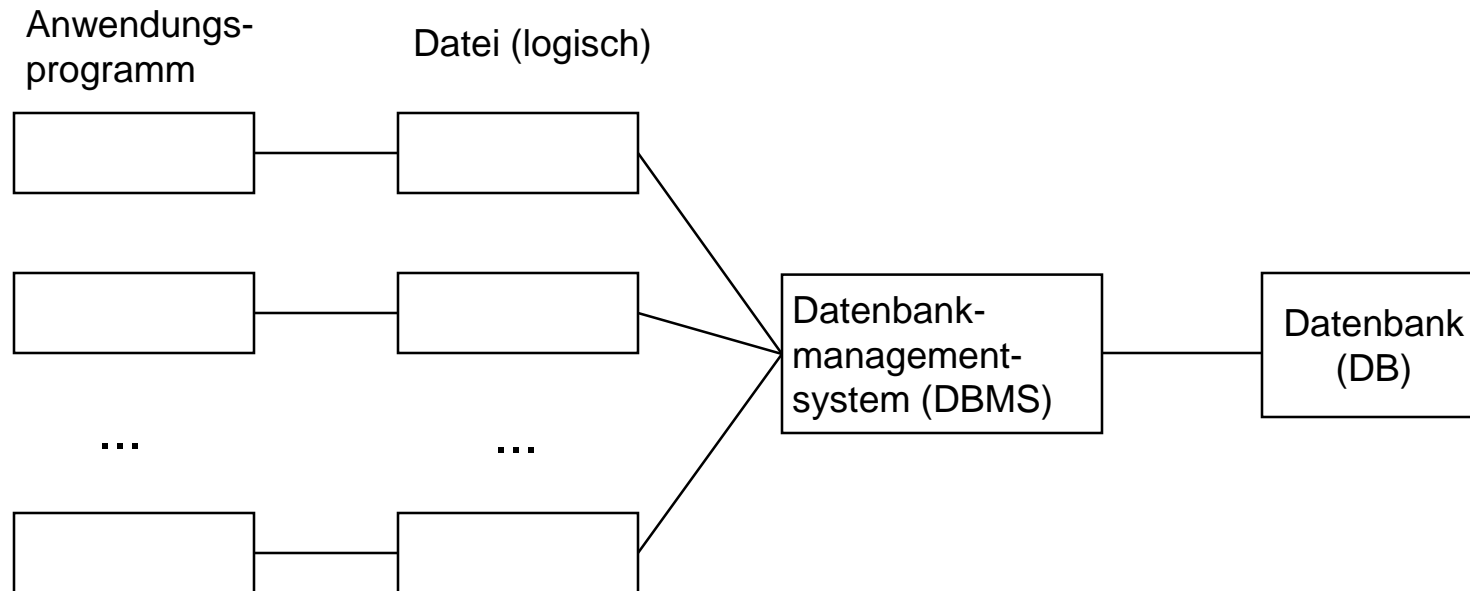


## 1.3.1 Das Konzept

(1/7)

### Konzept des Datenbanksystems:

Integration des Datenbestandes, zentrale Verwaltung der Daten;  
Trennung von Programm und physischer Datenorganisation:



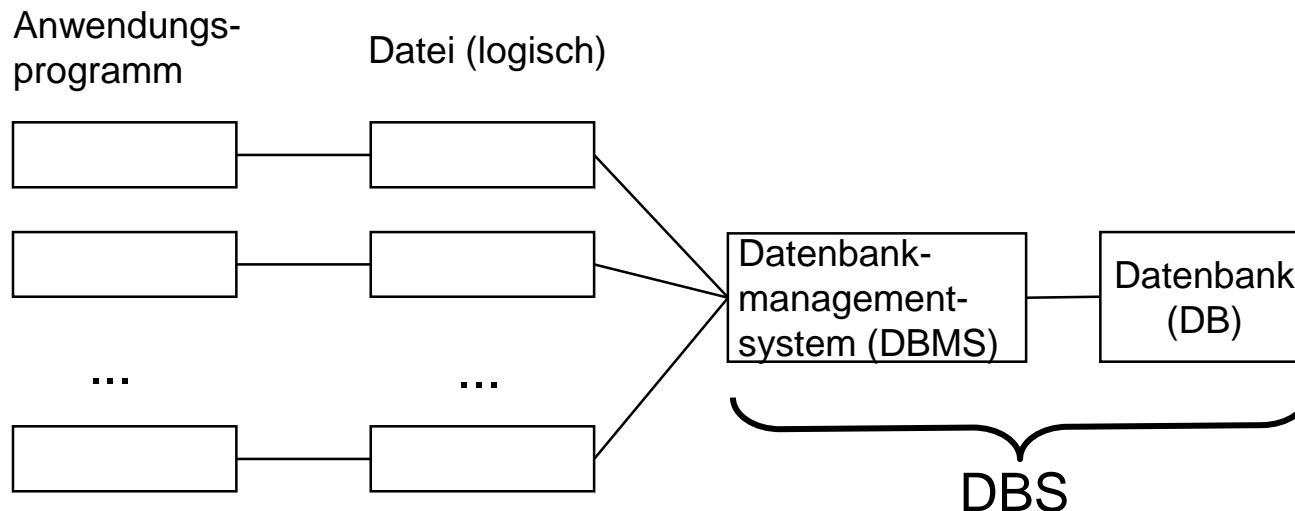
→ *Datenunabhängigkeit*

## 1.3.1 Das Konzept

(2/7)

### Datenbanksystem (DBS)

- **Datenbank (DB):** (auch Datenbasis; engl. database)  
Gesamtheit aller relevanten Daten;  
zentral verwaltet
- **Datenbankmanagementsystem (DBMS):**  
Verwaltung der Datenbank;  
Bereitstellung der Daten in der vom Benutzer gewünschten Form
- **DBS = DB + DBMS**



## 1.3.1 Das Konzept

(3/7)

### Im Beispiel:

Personal- und Standortdaten sollen künftig in einem Datenbanksystem gehalten werden.

z.B. relationales System

„Datei“ → „Relation“, „Tabelle“

| Tabelle: „PERSONAL“ |        |          |          |       |       |        |
|---------------------|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Name                | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
| Frits               | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans               | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe               | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian              | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel              | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 43.500 |
| Jöndhard            | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Frits               | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |



AIFB

24.05.2017

## 1.3.1 Das Konzept

(4/7)



| Tabelle: „STANDORT“ |       |               |               |         |            |
|---------------------|-------|---------------|---------------|---------|------------|
| Standort            | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter  | PersBudget |
| Aholming            | 94527 | Bäringasse 22 | 48.47N:12.59E | Beutel  | 560.000    |
| München             | 81523 | Codd-Weg 9    | 48.07N:11.38E | Schmitz | 900.000    |
| Karben              | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E | Dieler  | 120.000    |
| Fürth               | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E | Gabler  | 389.200    |

⇒ DBMS kann die Einhaltung von **semantischen Integritätsbedingungen** überwachen

Bsp. (für semantische Integritätsbedingungen):  
(vgl. auch Geschäftsregeln in 1.1 (1/3))

- Innerhalb einer Tabellenzeile:
  - **Wertebereichsangaben** (z.B. PLZ muß zwischen 01000 und 99999 liegen) (statische Bedingung)
  - **Gehalt** eines Angestellten darf bei Änderungen **nie kleiner** werden (dynamische Bedingung)

## 1.3.1 Das Konzept

(5/7)

Bsp. (für semantische Integritätsbedingungen):

- Innerhalb einer Tabelle:
  - Alle Angestellten, die am selben **Standort** in derselben **Abteilung** arbeiten, haben ihren Arbeitsplatz im selben **Gebäude**
  - Je **Standort** gehören alle Mitarbeiter demselben **Unternehmensbereich** an.

| Tabelle: „PERSONAL“ |        |          |          |       |       |        |
|---------------------|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Name                | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
| Frits               | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans               | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe               | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian              | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel              | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 43.500 |
| Jöndhard            | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Frits               | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |



# 1.3.1 Das Konzept

(6/7)

Bsp. (für semantische Integritätsbedingungen):

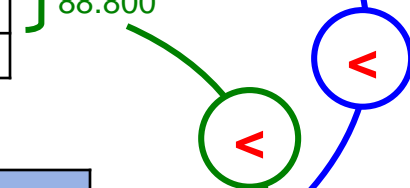
- Tabellenübergreifend:
  - Die **Summe der Gehälter** aller Mitarbeiter an einem Standort darf das **Personalbudget** dieses Standorts nicht überschreiten

| Tabelle: „PERSONAL“ |        |          |          |       |       |        |
|---------------------|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Name                | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
| Frits               | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans               | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe               | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian              | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel              | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 43.500 |
| Jöndhard            | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Frits               | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |

Summe  
170.200

Summe  
88.800

| Tabelle: „STANDORT“ |       |               |               |         |            |
|---------------------|-------|---------------|---------------|---------|------------|
| Standort            | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter  | PersBudget |
| Aholming            | 94527 | Bäregasse 22  | 48.47N:12.59E | Beutel  | 560.000    |
| München             | 81523 | Codd-Weg 9    | 48.07N:11.38E | Schmitz | 900.000    |
| Karben              | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E | Dieler  | 120.000    |
| Fürth               | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E | Gabler  | 389.200    |



## 1.3.1 Das Konzept

(7/7)

Bsp. (für semantische Integritätsbedingungen):

- Tabellenübergreifend:
  - In der **PERSONAL-Tabelle** dürfen nur solche Standorte auftreten, die in der **Tabelle Standort** vorkommen

| Tabelle: „PERSONAL“ |        |          |          |       |       |        |
|---------------------|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Name                | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
| Frits               | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans               | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe               | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian              | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel              | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 43.500 |
| Jöndhard            | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Frits               | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |

| Tabelle: „STANDORT“ |       |               |               |         |            |
|---------------------|-------|---------------|---------------|---------|------------|
| Standort            | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter  | PersBudget |
| Aholming            | 94527 | Bäregasse 22  | 48.47N:12.59E | Beutel  | 560.000    |
| München             | 81523 | Codd-Weg 9    | 48.07N:11.38E | Schmitz | 900.000    |
| Karben              | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E | Dieler  | 120.000    |
| Fürth               | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E | Gabler  | 389.200    |

- Angenommen, das Unternehmen hat den Inhalt des PLZ-Buches als neue Tabelle in seine Datenbank aufgenommen. Dann muß für jede Zeile der Tabelle STANDORT die dort angegebene **PLZ** dieselbe sein, wie sie sich für dieselbe **Standort/ Straßen-Kombination aus der PLZ-Tabelle** ergibt.

## 1.3.2 Beurteilung des Datenbank-Ansatzes

### 1. Vermeidung von Redundanz

- **Trennung** von Programm und Daten, **integrierte** Verwaltung der Daten, damit redundante Datenspeicherung vermeidbar (Duplikate nicht notwendig).

### 2. Sicherstellung der Aktualität für alle

- **Zentrale Verwaltung** bewirkt aktuellen und gleichen Stand der Daten für alle Benutzer.

### 3. Flexibler Gebrauch von Daten

- Daten werden dem Benutzer vom DBMS in der von ihm **gewünschten Form** übergeben.
- **Neue Anwendungen** sind leichter zu implementieren, da Datenverwaltung nicht auf einzelne Anwendungen zugeschnitten ist.
- Grad der **Flexibilität** eines DBS allerdings abhängig vom Datenmodell und den verwendeten Speichertechniken.

### 4. Sicherung der Integrität

- Integrität der Datenbank: **Korrektheit und Vollständigkeit** der gespeicherten Daten;
- **zentrale Kontrollmöglichkeit** durch spezielle Programme des DBMS.



# 1 Grundkonzepte der datenorientierten Modellierung

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.1   | Ein einführendes Beispiel .....            | 2  |
| 1.2   | Konventioneller Ansatz .....               | 5  |
| 1.3   | Datenbank-orientierter Ansatz .....        | 16 |
| 1.4   | Probleme beim Tabellenentwurf .....        | 25 |
| 1.4.1 | Anomalien .....                            | 26 |
| 1.4.2 | Zerlegung von Tabellen .....               | 30 |
| 1.5   | Die Join-Operation .....                   | 32 |
| 1.6   | Architektur eines Datenbanksystems .....   | 40 |
| 1.7   | Datenmodelle als Beschreibungsmittel ..... | 45 |



## 1.4.1 Anomalien

(1/4)



Kann man beim Entwurf von Dateien oder insbesondere von Tabellen für eine Datenbank Fehler machen?

### Lösch-Anomalien (deletion anomaly)

Die Vertriebs-Abteilung des Standorts Aholming besteht nur aus einem Mitarbeiter, Herrn Lubbe. Sie befindet sich im neuen Gebäude 8 des Betriebs, in dem (noch) keine anderen Abteilungen untergebracht sind. Herr Lubbe geht nun in den Ruhestand. Die Personalabteilung löscht seinen Satz aus der PERSONAL-Tabelle:

| Tabelle: „PERSONAL“ |        |          |          |       |       |        |
|---------------------|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Name                | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
| Frits               | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans               | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe               | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian              | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel              | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 43.500 |
| Jöndhard            | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2     | 45.300 |
| Frits               | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |

⇒ alle Informationen über das Gebäude 8 sind verschwunden.

Es ging also mehr Information verloren, als erwünscht war (zu den Angaben über Herrn Lubbe auch noch die über Gebäude 8).

→ Lösch-Anomalie (*deletion anomaly*).

## 1.4.1 Anomalien

(2/4)

### Änderungs-Anomalien (update anomaly)

Am Standort Karben zieht die expandierende F & E- Abteilung vom Gebäude 2 in das Gebäude 17 um.

**Tabelle: „PERSONAL“**

| Name     | PersNr | StOrt    | UBereich | Abt   | GebNr | Gehalt |
|----------|--------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Frits    | 17     | Aholming | Elektro  | F&E   | 11    | 44.000 |
| Frans    | 9133   | Aholming | Elektro  | Contr | 11    | 88.200 |
| Lubbe    | 321    | Aholming | Elektro  | Vertr | 8     | 38.000 |
| Enzian   | 17     | München  | Mechanik | F&E   | 2     | 53.000 |
| Truhel   | 54     | Karben   | Kfz      | F&E   | 2→17  | 43.500 |
| Jöndhard | 739    | Karben   | Kfz      | F&E   | 2→17  | 45.300 |
| Frits    | 17     | Fürth    | Mechanik | Contr | 4     | 90.000 |

Obwohl sich nur *ein Sachverhalt* geändert hat, müssen *mehrere Zeilen* in PERSONAL korrigiert werden.

Wird die Änderung nicht überall ordnungsgemäß durchgeführt, kommt es zu Inkonsistenzen in der Datenbank.

→ Änderungs-Anomalie (*update anomaly*).



## 1.4.1 Anomalien

(3/4)

### Einfüge-Anomalien (insertion anomaly)

Das Unternehmen hat die Bauerlaubnis zum Aufbau eines Standorts in Jockgrim erhalten. **Aber** es existiert kein Betriebsleiter und kein Personalbudget

⇒ Der neue Standort kann nicht in die STANDORT-Tabelle übernommen werden.

| Tabelle: „STANDORT“ |       |               |               |         |            |
|---------------------|-------|---------------|---------------|---------|------------|
| Standort            | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter  | PersBudget |
| Aholming            | 94527 | Bäregasse 22  | 48.47N:12.59E | Beutel  | 560.000    |
| München             | 81523 | Codd-Weg 9    | 48.07N:11.38E | Schmitz | 900.000    |
| Karben              | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E | Dieler  | 120.000    |
| Fürth               | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E | Gabler  | 389.200    |
| Jockgrim            | 76751 | Delobel-str 9 | 49.01N:08.16E | ?       | ?          |

Obwohl die Informationen über Lage und Adresse des Standorts auch für sich genommen Sinn machen würden, können sie nicht aufgenommen werden, da andere, zu diesem Zeitpunkt noch uninteressante Angaben (Leiter/PersBudget) fehlen.

→ Einfüge-Anomalie (*insertion anomaly*)

#### Bemerkung:

Bei realen DBMSen könnte der Datenbankverwalter sogenannte *Nullwerte* (im Sinne von „Wert unbekannt“) für die beiden letzten Spalten zulassen. Das ändert aber nichts am offenbar für die Aufgabenstellung unpassenden Entwurf der Unternehmensdatenbank.



## 1.4.1 Anomalien

(4/4)

### Kritik am Tabellenentwurf

Offenbar weist der Entwurf der Unternehmensdatenbank mit 2 Tabellen PERSONAL und STANDORT einige Mängel auf:

- **Redundanz**

Beispiel:

- An jedem Standort ist *genau ein* Unternehmensbereich angesiedelt.
- Es ist daher unnötig, in der Tabelle PERSONAL in jeder Zeile mit „StOrt“ auch „UBereich“ abzuspeichern.

Alternativen:

- Extratabelle mit der Zuordnung “Standort – Unternehmensbereich”.
- Verlagerung der Information “UBereich” in die Tabelle STANDORT.

- **Anomalien**

Es treten – wie obige Beispiele zeigen – Einfüge-, Lösch- und Änderungsanomalien auf.

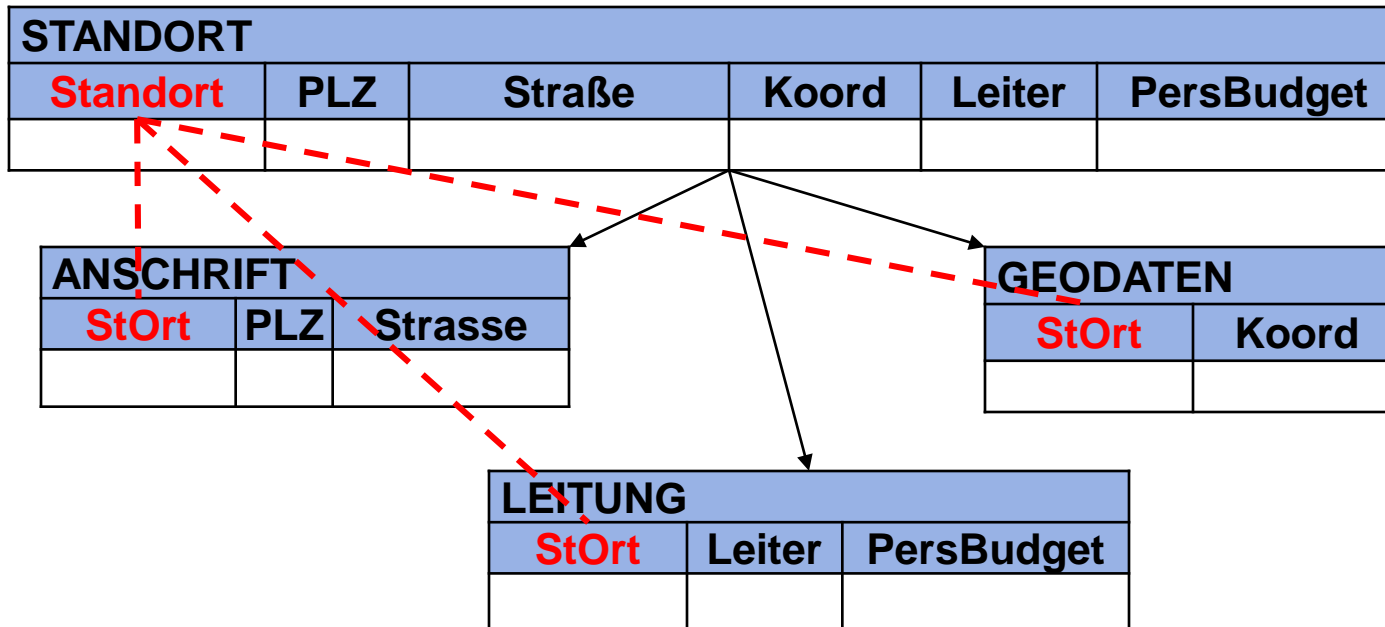


## 1.4.2 Zerlegung von Tabellen

(1/2)

### Beispiel 1-1:

Um den **neuen Standort Jockgrim** doch schon in die Unternehmensdatenbank aufnehmen zu können, schlägt die EDV-Abteilung eine Zerlegung der Tabelle STANDORT vor:



Die **Werte der Spalte "StOrt"** identifizieren die zugehörigen Zeilen in allen o.a. Tabellen eindeutig und dienen so als "Bindeglied" zwischen den Tabellen ANSCHRIFT, LEITUNG und GEODATEN.

## 1.4.2 Zerlegung von Tabellen

(2/2)

Resultat:

- Der Standort Jockgrim kann nun in die Tabellen „ANSCHRIFT“ und (unabhängig davon) „GEODATEN“ aufgenommen werden.
- Die Zeile mit den Angaben „Leiter“ und „PersBudget“ wird in „LEITUNG“ eingetragen, sobald diese Daten vorliegen.

Die Einfüge-Anomalie (vgl. 1.4.1 (3/4)) ist damit beseitigt.

| STANDORT |       |               |               |        |            |
|----------|-------|---------------|---------------|--------|------------|
| Standort | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter | PersBudget |
| ...      | ...   | ...           | ...           | ...    | ...        |
| Jockgrim | 76751 | Delobel-str 9 | 49.01N:08.16E | ?      | ?          |
| ...      | ...   | ...           | ...           | ...    | ...        |

| ANSCHRIFT |       |               |
|-----------|-------|---------------|
| StOrt     | PLZ   | Strasse       |
| ...       | ...   | ...           |
| Jockgrim  | 76751 | Delobel-str 9 |
| ...       | ...   | ...           |

| GEODATEN |               |
|----------|---------------|
| StOrt    | Koord         |
| ...      | ...           |
| Jockgrim | 49.01N:08.16E |
| ...      | ...           |

| LEITUNG |        |            |
|---------|--------|------------|
| StOrt   | Leiter | PersBudget |
| ...     | ...    | ...        |

# 1 Grundkonzepte der datenorientierten Modellierung

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Ein einführendes Beispiel .....            | 2  |
| 1.2 | Konventioneller Ansatz .....               | 5  |
| 1.3 | Datenbank-orientierter Ansatz .....        | 16 |
| 1.4 | Probleme beim Tabellenentwurf .....        | 25 |
| 1.5 | Die Join-Operation .....                   | 32 |
| 1.6 | Architektur eines Datenbanksystems .....   | 40 |
| 1.7 | Datenmodelle als Beschreibungsmittel ..... | 45 |





# 1.5 Die Join-Operation

(1|7)

In STANDORT war es möglich, zu einem Standort gleich die Adresse und den Namen des Leiters herauszufinden.

Um eine ähnliche Übersicht aus den drei neuen, kleineren Tabellen zu erhalten, müssen Paare von Zeilen aus ANSCHRIFT und LEITUNG, welche gleiche „StOrt“-Werte haben, zusammengeführt werden:

| ANSCHRIFT |       |               |
|-----------|-------|---------------|
| StOrt     | PLZ   | Strasse       |
| Karben    | 61184 | Nusshof 17    |
| Jockgrim  | 76751 | Delobel-str 9 |
| München   | 81523 | Maierring 109 |
| Aholming  | 94527 | Bäregasse 22  |

\*(=Join)



| LEITUNG  |         |            |
|----------|---------|------------|
| StOrt    | Leiter  | PersBudget |
| Aholming | Beutel  | 560.000    |
| München  | Schmitz | 900.000    |
| Karben   | Dieler  | 120.000    |
| Fürth    | Gabler  | 389.200    |

| Ergebnistabelle von ANSCHRIFT*LEITUNG |       |               |         |            |
|---------------------------------------|-------|---------------|---------|------------|
| StOrt                                 | PLZ   | Straße        | Leiter  | PersBudget |
| Aholming                              | 94527 | Bäregasse 22  | Beutel  | 560.000    |
| München                               | 81523 | Maierring 109 | Schmitz | 900.000    |
| Karben                                | 61184 | Nusshof 17    | Dieler  | 120.000    |

Diese Zusammenführungsoperation der beiden Tabellen entlang einer (oder mehrerer) Spalte(n) gleichen Namens (hier: „StOrt“) bezeichnet man auch als (natürlichen) *Join* der beiden Tabellen (in Zeichen \* ).

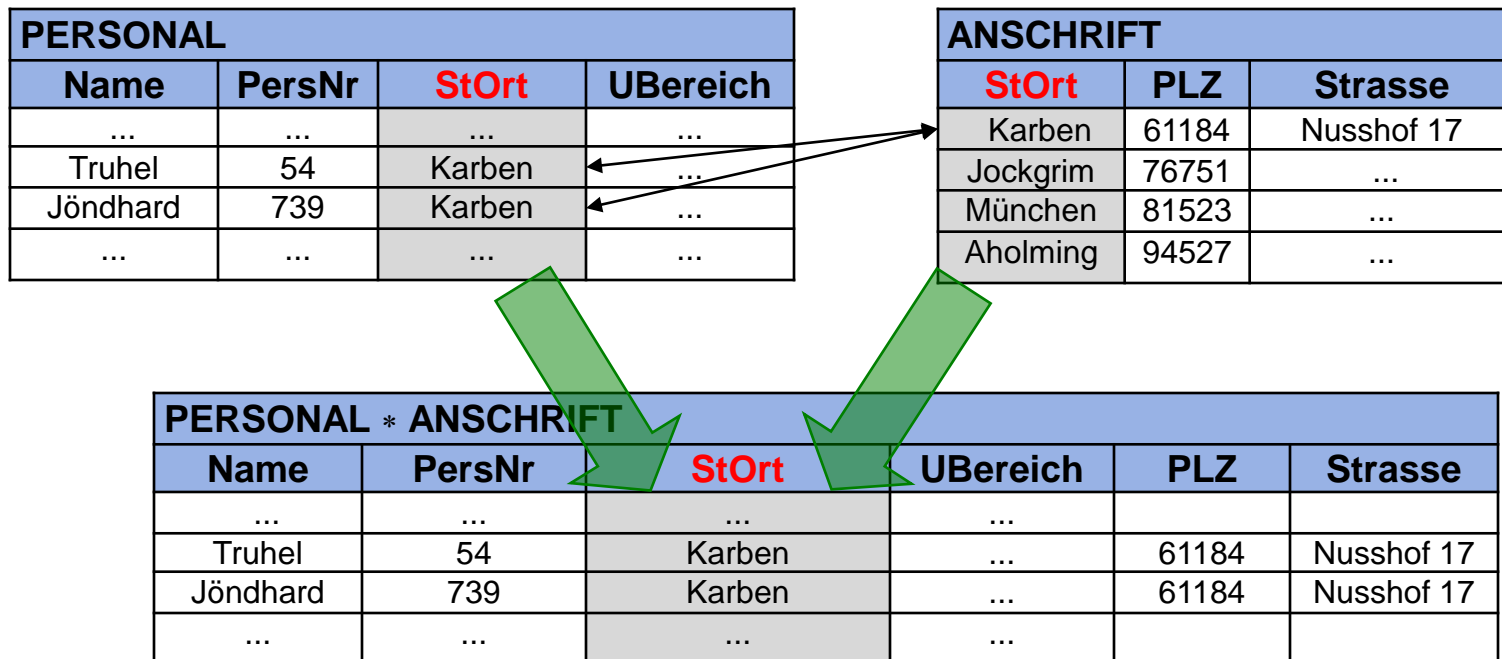
# 1.5 Die Join-Operation

(2|7)

Kommen bestimmte Spaltenwerte in einer oder beiden der zusammenzuführenden Tabellen mehrfach vor, so enthält das Ergebnis der Join-Operation *alle Kombinationen* der betreffenden Zeilen.

**Beispiel 1-2:** Ähnlich wie oben soll eine Tabelle erstellt werden mit allen augenblicklichen Mitarbeitern und deren Firmenadresse.

**Lösung:** Bilde PERSONAL \* ANSCHRIFT



# 1.5 Die Join-Operation

(3|7)

Tabellen *ohne* gemeinsame Spaltennamen:

Join = kartesisches Produkt

(Alle Zeilen der einen werden mit allen Zeilen der anderer Tabelle kombiniert)

| Tabelle 1  |           |            |
|------------|-----------|------------|
| A          | B         | C          |
| $\alpha$   | $\beta$   | $\gamma$   |
| $\alpha 1$ | $\beta 1$ | $\gamma 1$ |
| $\alpha 2$ | $\beta 2$ | $\gamma 2$ |

(\* = kartesische Produkt)



| Tabelle 2  |              |
|------------|--------------|
| D          | E            |
| $\delta 1$ | $\epsilon 1$ |
| $\delta 2$ | $\epsilon 2$ |

| Tabelle1 * Tabelle 2 |           |            |            |              |
|----------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| A                    | B         | C          | D          | E            |
| $\alpha$             | $\beta$   | $\gamma$   | $\delta 1$ | $\epsilon 1$ |
| $\alpha$             | $\beta$   | $\gamma$   | $\delta 2$ | $\epsilon 2$ |
| $\alpha 1$           | $\beta 1$ | $\gamma 1$ | $\delta 1$ | $\epsilon 1$ |
| $\alpha 1$           | $\beta 1$ | $\gamma 1$ | $\delta 2$ | $\epsilon 2$ |
| $\alpha 2$           | $\beta 2$ | $\gamma 2$ | $\delta 1$ | $\epsilon 1$ |
| $\alpha 2$           | $\beta 2$ | $\gamma 2$ | $\delta 2$ | $\epsilon 2$ |

Animation aus Vikar



AIFB

24.05.2017

DB-Grundkonzepte © AIFB

# 1.5 Die Join-Operation

(4|7)

Informationen wie

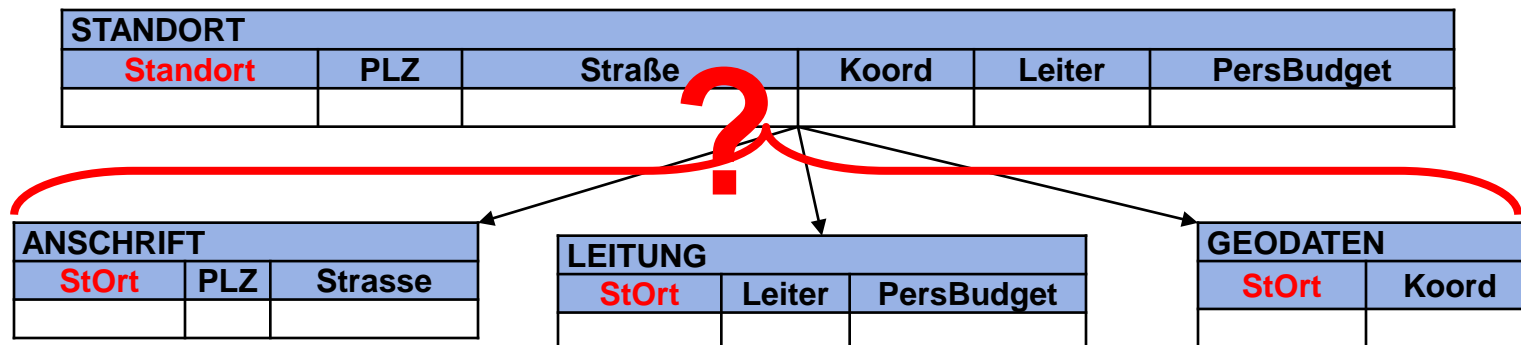
- Welches Personalbudget hat der Standort mit den Koordinaten 50.32N:08:71E?
- Wie ist die Adresse des Werksleiters „Schmitz“

konnten direkt aus der Tabelle STANDORT abgelesen werden.

## Frage:

Ist die Zerlegung der Tabelle STANDORT in die drei Tabellen ANSCHRIFT, GEODATEN und LEITUNG *verlustfrei (=verbundtreu)*, das heißt:

Kann man durch „Joinen“ (aller drei „kleineren“ Tabellen) die ursprüngliche Tabelle genau rekonstruieren?



# 1.5 Die Join-Operation

(5|7)

## 1. Schritt: Bilde ANSCHRIFT\*GEODATEN

| Ergebnistabelle von ANSCHRIFT*GEODATEN |       |               |               |
|--|-------|---------------|---------------|
| StOrt                                  | PLZ   | Straße        | Koord         |
| Aholming                               | 94527 | Bäringasse 22 | 48.47N:12.59E |
| München                                | 81523 | Coddweg 9     | 48.07N:11.38E |
| Karben                                 | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E |
| Fürth                                  | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E |

## 2. Schritt: Bilde (ANSCHRIFT\*GEODATEN)\*LEITUNG

| Ergebnistabelle von (ANSCHRIFT*GEODATEN)*LEITUNG |       |               |               |         |           |
|--|-------|---------------|---------------|---------|-----------|
| StOrt  | PLZ   | Straße        | Koord         | Leiter  | PersBuget |
| Aholming   | 94527 | Bäringasse 22 | 48.47N:12.59E | Beutel  | 560.000   |
| München  | 81523 | Coddweg 9     | 48.07N:11.38E | Schmitz | 900.000   |
| Karben   | 61184 | Nusshof 17    | 50.32N:08.71E | Dieler  | 120.000   |
| Fürth  | 90763 | Maierring 109 | 49.23N:10.61E | Gabler  | 389.200   |

⇒ Das Ergebnis stimmt mit der Tabelle STANDORT überein, die Zerlegung ist „verlustfrei“ (bzw. „verbundtreu“).



# 1.5 Die Join-Operation

(6|7)

**Neues Problem:** Die Personalabteilung soll nun Mitarbeiter auch dann schon in die Datenbank aufnehmen können, wenn noch nicht bekannt ist, in welcher Abteilung eines Standorts sie eingesetzt werden sollen.

Um Einfüge-Anomalien zu vermeiden, wird die Tabelle PERSONAL in folgender Weise zerlegt:

| PERSONAL |        |       |          |     |       |        |
|----------|--------|-------|----------|-----|-------|--------|
| Name     | PersNr | StOrt | UBereich | Abt | GebNr | Gehalt |
|          |        |       |          |     |       |        |

| MITARBEITER |        |       |          |        |
|-------------|--------|-------|----------|--------|
| Name        | PersNr | StOrt | UBereich | Gehalt |
|             |        |       |          |        |

| ARBEITSPLATZ |     |       |
|--------------|-----|-------|
| Name         | Abt | GebNr |
|              |     |       |

Ist dies eine **verlustfreie (verbundtreue) Zerlegung** von PERSONAL?

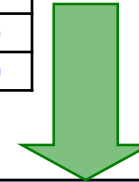
Sind also alle Informationen aus PERSONAL im Ergebnis von MITARBEITER\*ARBEITSPLATZ enthalten (... und keine anderen)?

# 1.5 Die Join-Operation

(7|7)

| MITARBEITER  |           |                 |                 |               |
|--------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Name         | PersNr    | StOrt           | UBereich        | Gehalt        |
| <b>Frits</b> | <b>17</b> | <b>Aholming</b> | <b>Elektro</b>  | <b>44.000</b> |
| Frans        | 9133      | Aholming        | Elektro         | 88.200        |
| Lubbe        | 321       | Aholming        | Elektro         | 38.000        |
| Enzian       | 17        | München         | Mechanik        | 53.000        |
| Truhel       | 54        | Karben          | Kfz             | 43.500        |
| Jöndhard     | 739       | Karben          | Kfz             | 45.300        |
| <b>Frits</b> | <b>17</b> | <b>Fürth</b>    | <b>Mechanik</b> | <b>90.000</b> |

\*



| ARBEITSPLATZ |                |           |
|--------------|----------------|-----------|
| Name         | Abt            | GebNr     |
| <b>Frits</b> | <b>F&amp;E</b> | <b>11</b> |
| Frans        | Contr          | 11        |
| Lubbe        | Vertr          | 8         |
| Enzian       | F&E            | 2         |
| Truhel       | F&E            | 2         |
| Jöndhard     | F&E            | 2         |
| <b>Frits</b> | <b>Contr</b>   | <b>4</b>  |

| MITARBEITER  |           |                 |                 |               |                |           |
|--------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------|
| Name         | PersNr    | StOrt           | UBereich        | Gehalt        | Abt            | GebNr     |
| <b>Frits</b> | <b>17</b> | <b>Aholming</b> | <b>Elektro</b>  | <b>44.000</b> | <b>F&amp;E</b> | <b>11</b> |
| <b>Frits</b> | <b>17</b> | <b>Aholming</b> | <b>Elektro</b>  | <b>44.000</b> | <b>Contr</b>   | <b>4</b>  |
| Frans        | 9133      | Aholming        | Elektro         | 88.200        | Contr          | 11        |
| Lubbe        | 321       | Aholming        | Elektro         | 38.000        | Vertr          | 8         |
| Enzian       | 17        | München         | Mechanik        | 53.000        | F&E            | 2         |
| Truhel       | 54        | Karben          | Kfz             | 43.500        | F&E            | 2         |
| Jöndhard     | 739       | Karben          | Kfz             | 45.300        | F&E            | 2         |
| <b>Frits</b> | <b>17</b> | <b>Fürth</b>    | <b>Mechanik</b> | <b>90.000</b> | <b>F&amp;E</b> | <b>11</b> |
| <b>Frits</b> | <b>17</b> | <b>Fürth</b>    | <b>Mechanik</b> | <b>90.000</b> | <b>Contr</b>   | <b>4</b>  |

⇒ keine verlustfreie (verbundtreue) Zerlegung von PERSONAL, da hier auf einmal *jeweils zwei* Mitarbeiter „Frits“ in Aholming *und* Fürth auftauchen.



# 1 Grundkonzepte der datenorientierten Modellierung

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.1   | Ein einführendes Beispiel .....            | 2  |
| 1.2   | Konventioneller Ansatz .....               | 5  |
| 1.3   | Datenbank-orientierter Ansatz .....        | 16 |
| 1.4   | Probleme beim Tabellenentwurf .....        | 25 |
| 1.5   | Die Join-Operation .....                   | 32 |
| 1.6   | Architektur eines Datenbanksystems .....   | 40 |
| 1.7   | Datenmodelle als Beschreibungsmittel ..... | 45 |
| 1.7.1 | Realwelt und Modell .....                  | 46 |
| 1.7.2 | Die klassischen Datenmodelle .....         | 49 |
| 1.7.3 | Semantische Datenmodelle .....             | 50 |





## 1.7.2 Die klassischen („logischen“) Datenmodelle

| Modell                         | System  | Vertreiber            |
|--------------------------------|---|-----------------------|
| <b>Hierarchisch:</b>           | IMS   | IBM                   |
|                                | System 2000                                   | MRI/SAS Institute     |
| <b>Netzwerk:<br/>(CODASYL)</b> | IDMS  | Cullinet              |
|                                | UDS   | Siemens               |
|                                | DMS 1100                                      | Sperry                |
|                                | TOTAL   | CINCOM                |
| <b>Relational:</b>             | DB2   | IBM                   |
|                                | CA-OpenIngres                                 | Computer Associates   |
|                                | ORACLE  | ORACLE Corp.          |
|                                | INFORMIX                                      | Informix Software     |
|                                | Rdb/VMS                                       | DEC                   |
|                                | SQL-Server                                    | Microsoft             |
|                                | SYBASE  | Sybase                |
|                                | ADABAS-D                                      | Software AG           |
|                                | u.v.a.m.<br>SQL als (standardisierte) Sprache |                       |
| <b>Inverted List:</b>          | ADABAS  | Software AG           |
|                                | DATACOM/DB                                    | Applier/Data Research |



## 1.7.3 Semantische Datenmodelle

(1|2)

### Ziel

- möglichst viel Semantik
- viele Abstraktionstechniken
- einfache Konstrukte

**Bsp.:** Entity-Relationship-Modell (ERM)  
Semantisch-Hierarchisches Modell (SHM)

**Implementierungen** bisher meist nur zu

- Forschungszwecken oder als
- Entwicklungswerkzeuge in DBMS oder sonstigen CASE-Tools (i.d.R. mit wesentlichen Einschränkungen)

**Modelle** werden i.a. verwendet

- zur Modellierung beim Datenbank-Entwurf
- als Vergleichsbasis für die klassischen Modelle

Gut geeignet: **Entity-Relationship-Modell**

**Neuere Entwicklung:**

- Datenbanken mit objekt-orientiertem/ objekt-relacionalem Datenmodell



## 1.7.3 Semantische Datenmodelle

(2|2)

### Modellierungsprozess

