

1

A	B	C	D
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>5</sub>	c <sub>4</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>6</sub>	c <sub>5</sub>	d <sub>3</sub>

$$B \rightarrow ACD$$

$$C \rightarrow D$$

$$AC \rightarrow B$$

alle anderen FDs lassen sich daraus herleiten

Table 1: Relation  $R_1(A, B, C, D)$

2

1. Schlüsselkandidaten sind alle möglichen Schlüssel einer Relation

im Gegensatz zu Superschlüsseln müssen Schlüsselk. minimal sein (kein Schlüssel/Superschlüssel mehr wenn ein Attr. entfernt wird)

2. Wenn alle verteilenden Teilmengen (von Attr.) einen (bereits gef.) Schlüsselkandidaten als Teilmenge haben

$$R_2(A, B, C, D, E), FD(R_2) = \{AE \rightarrow CD, CE \rightarrow B, BD \rightarrow A, C \rightarrow B, CE \rightarrow A\}$$

$$R_3(A, B, C, D), FD(R_3) = \{A \rightarrow CD, B \rightarrow D, BC \rightarrow A, AC \rightarrow B\}$$

ck	sk
$\{AE\}$	$\{AE\}, \{ABE\}, \{ACE\}, \{ADE\}, \{ABCE\},$ $\{ABDE\}, \{ACDE\}, \{ABCDE\}$
$\{CE\}$	$\{CE\}, \{ACE\}, \{BCE\}, \{DCE\}, \{ABCE\},$ $\{ACDE\}, \{BCDE\}, \{ABCDE\}$
$\{BDE\}$	$\{BDE\}, \{ABDE\}, \{BCDE\}, \{ABCDE\}$

— : Duplikat

4

ck	sk
$\{A\}$	$\{A\}, \{AB\}, \{AC\}, \{AD\}, \{ABC\},$ $\{ABD\}, \{ACD\}, \{ABCD\}$
$\{BC\}$	$\{BC\}, \{ABC\}, \{BCD\}, \{ABCD\}$

Prime: A, B, C

Non-Prime: D

5

$$R_4(A, B, C, D, E, G), FD(R_4) = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, D \rightarrow EG, BE \rightarrow C, CE \rightarrow AG, CG \rightarrow BD\}$$

			minimale Hülle
$AB \rightarrow C$		$AB \rightarrow C$	$AB \rightarrow C$
$C \rightarrow A$		$C \rightarrow A$	$C \rightarrow A$
$BC \rightarrow D$		$BC \rightarrow D$	$BC \rightarrow D$
$ACD \rightarrow B$	$\{CD\}^+ = \{A, B, C, D, E, G\} \Rightarrow A \text{ red.}$	<del><math>CD \rightarrow B</math></del>	$D \rightarrow E$
$D \rightarrow E$		$D \rightarrow E$	$D \rightarrow G$
$D \rightarrow G$		$D \rightarrow G$	$BE \rightarrow C$
$BE \rightarrow C$		$BE \rightarrow C$	$CE \rightarrow G$
$CE \rightarrow A$	$\{C\}^+ = \{A, C\} \Rightarrow E \text{ red.}$	$CE \rightarrow G$	$CG \rightarrow B$
$CE \rightarrow G$		$CG \rightarrow B$	
$CG \rightarrow B$		<del><math>CG \rightarrow D</math></del>	
$CG \rightarrow D$			

$$D \rightarrow G \wedge CG \rightarrow B \Rightarrow CD \rightarrow B \text{ red.}$$

$$CG \rightarrow B \wedge BC \rightarrow D \Rightarrow CG \rightarrow D \text{ red.}$$

### Task 3

$$R_4(A, B, C, D, E), FD(R_4) = \{ \underset{(1)}{CE \rightarrow D}, \underset{(2)}{C \rightarrow BE}, \underset{(3)}{D \rightarrow A} \}$$

1.  $C \rightarrow A$  ableiten

$$\begin{array}{lcl}
 C \rightarrow BE & & \\
 C \rightarrow B \wedge C \rightarrow E & \xleftarrow{\text{Dekomposition}} & \\
 C \rightarrow CE & \xleftarrow{\text{Verstärkung mit } C} & \\
 C \rightarrow D & \xleftarrow{\text{Transitivität mit (1)}} & \\
 C \rightarrow A & \xleftarrow{\text{Transitivität mit (3)}} & \\
 & \text{//} & 
 \end{array}$$

2. Pseudo transitivität

$$\alpha \rightarrow \beta \wedge \beta \gamma \rightarrow \delta \Rightarrow \alpha \gamma \rightarrow \delta$$

geg:  $\alpha \rightarrow \beta$  (1)  
 $\beta \gamma \rightarrow \delta$  (2)

$$\begin{array}{lcl}
 \alpha \rightarrow \beta & & \\
 \alpha \gamma \rightarrow \beta \gamma & \xleftarrow{\text{Verstärkung mit } \gamma} & \\
 \alpha \gamma \rightarrow \delta & \xleftarrow{\text{Transitivität mit (2)}} & (\alpha \gamma \rightarrow \beta \gamma \wedge \beta \gamma \rightarrow \delta \Rightarrow \alpha \gamma \rightarrow \delta)
 \end{array}$$

3. Zeigen das  $R_4$  nicht in 3NF

3NF: für alle  $X \rightarrow A$  gilt:  $X$  ist ein Superschlüssel oder  $A$  ist ein prim Attribut

ck:  $\{C\}$

$\Rightarrow$  prim:  $C$ , nicht prim:  $A, B, D, E$

Gegenbeispiel:  $D \rightarrow A$   
 $D$  ist kein Superschlüssel und  $A$  ist nicht prim  
 $\Rightarrow$  nicht in 3NF

# Task 4.

1.  $R_3(A, B, C, D, E), FD(R_3) = \{AB \rightarrow C, A \rightarrow BE, C \rightarrow D\}$

ck:  $\{A\} \Rightarrow$  prim: A, nicht prim: B, C, D, E

Gegenbeispiel:  $C \rightarrow D$  C kein Superschlüssel und D nicht prim  
 $\Rightarrow$  nicht in 3NF

2.

$R_5(E, F, G):$

E	F	G
$e_1$	$f_1$	$g_1$
$e_2$	$f_1$	$g_2$
$e_3$	$f_2$	$g_2$
$e_4$	$f_2$	$g_3$

$FD(R_5) = \{E \rightarrow FG, FG \rightarrow E\}$

ck:  $\{E\}, \{FG\}$

BCNF: für alle  $X \rightarrow A$  gilt: X ist ein Superschlüssel

$E \rightarrow FG$  ✓ E ist Superschlüssel

$FG \rightarrow E$  ✓ FG ist Superschlüssel  $\Rightarrow$  BCNF

3.

$R_6(A, B, C, D, E), FD(R_6) = \{\{A, B, C\} \rightarrow \{E\}, \{B, E\} \rightarrow \{D\}, \{C\} \rightarrow \{A, B, E\}, \{D, E\} \rightarrow \{B, C\}, \{E\} \rightarrow \{C, D\}\}$

nach Schritt 1:

$ABC \rightarrow E$	$C^+ = \{A, B, C, D, E\} \Rightarrow A, B$ sind redundant
$BE \rightarrow D$	$E^+ = \{A, B, C, D, E\} \Rightarrow B$ ist redundant
$C \rightarrow A$	
$C \rightarrow B$	
$C \rightarrow E$	
$DE \rightarrow B$	$E^+ = \{A, B, C, D, E\} \Rightarrow D$ ist redundant
$DE \rightarrow C$	$E^+ = \{A, B, C, D, E\} \Rightarrow D$ ist redundant
$E \rightarrow C$	
$E \rightarrow D$	

nach Schritt 2:

$C \rightarrow A$	
$C \rightarrow B$	
$C \rightarrow E$	
$E \rightarrow B$	$E \rightarrow C \wedge C \rightarrow B \Rightarrow E \rightarrow B$ ist redundant
$E \rightarrow C$	
$E \rightarrow D$	

nach Schritt 3 (minimale Hülle):

$C \rightarrow A$   
 $C \rightarrow B$   
 $C \rightarrow E$   
 $E \rightarrow C$   
 $E \rightarrow D$

4.  $R_6(A, B, C, D, E)$ ,  $FD(R_6) = \{\{A, B, C\} \rightarrow \{E\}, \{B, E\} \rightarrow \{D\}, \{C\} \rightarrow \{A, B, E\}, \{D, E\} \rightarrow \{B, C\}, \{E\} \rightarrow \{C, D\}\}$

minimale Hülle: siehe 3.

$$C \rightarrow A$$

$$C \rightarrow B$$

$$C \rightarrow E$$

$$E \rightarrow C$$

$$E \rightarrow D$$

Zerlegungen aus FDs, Schlüsselk. sind  $\{C\}$  und  $\{E\}$

$R_1(AC)$ ,  $R_2(CB)$ ,  $R_3(CE)$ ,  $R_4(EC)$ ,  $R_5(ED)$ , Schlüssel ist enthalten

$R_3 \subseteq R_4 \rightarrow$  remove  $R_3$

$\Rightarrow R_1(AC)$ ,  $R_2(CB)$ ,  $R_4(EC)$ ,  $R_5(ED)$

$(XA_1), \dots, (XA_k)$  mit  $(XA_1 \dots A_k)$  ersetzen

$\Rightarrow R_{s1}(A, B, C)$ ,  $FD(R_{s1}) = \{C \rightarrow A, C \rightarrow B\}$   
 $R_{s2}(C, D, E)$ ,  $FD(R_{s2}) = \{C \rightarrow E, E \rightarrow C, E \rightarrow D\}$

abhängigkeitserhaltend?

$$FD^+(R_{s1}) \cup FD^+(R_{s2}) = FD^+(R_s) \quad \checkmark \quad (\text{alle FP. der min. Hülle behalten})$$

verlustlos?

$$R_{s1} \cap R_{s2} = C \rightarrow R_{s1} \setminus R_{s2} = AB \quad (\text{gilt})$$

$$R_{s1} \cap R_{s2} = C \rightarrow R_{s2} \setminus R_{s1} = D \quad (\text{gilt ebenfalls})$$

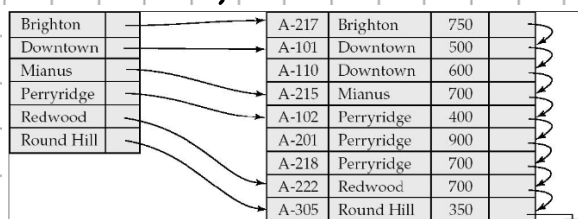
## Task 5

Primary Index: in seq. geordneter Datei, Index, dessen Suchschlüssel die seq. Reihenfolge spezifiziert

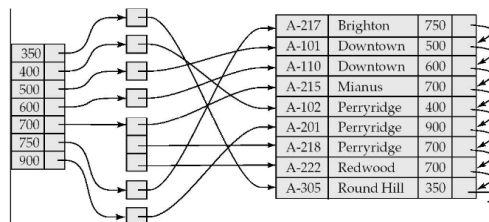
Secondary Index: Index, dessen Suchschlüssel eine andere Reihenfolge (als seq. Ordnung angibt)

Bsp:

Primary:



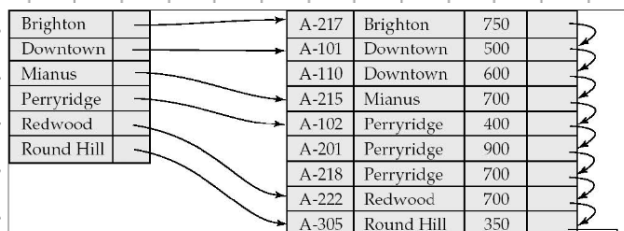
Secondary:



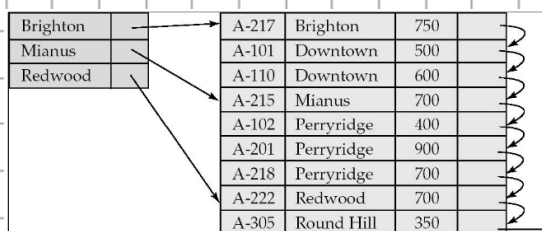
Dense Index: Indexeintrag für jeden search-key values in der Datei

Sparse Index: Indexeintrag nur für manche search-key values

Dense:



Sparse:



## Task 6

Der Songtitel Me against the world von der Künstlerin Britney Ciccone aus Los Angeles.

Der Songtitel A great big music von der Künstlerin Cristina Bocelli aus Miami.

### Fixed-length

1	Me against the world	Britney Ciccone	Los Angeles
2	A great big music	Cristina Bocelli	Miami

```
type song = record
  title char (30);
  artist char (30);
  city char (20);
end;
```

### Variable-length

1	Me against the world	Britney Ciccone	Los Angeles	⊥
2	A great big music	Cristina Bocelli	Miami	⊥

```
type song = record
  artist char (30);
  city char (20);
  titles array [1..30] of
    record
      title char (30);
    end;
end;

-- bsp. array [1..30] of char (30)
```

### Pointer

1	Me against the world	Britney Ciccone	Los Angeles	→
2	A great big music	Cristina Bocelli	Miami	→

```
type overflow = record
  title char (30);
  next ^overflow;
end;

type anchor = record
  artist char (30);
  city char (20);
  title char (30);
  next ^overflow;
end;
```

```
1 //Fixed Length
2 type
3 song = record
4   artist: string[30];
5   city: string[20];
6   title: string[30];
7 end;
```

```
1 //Variable Length
2 type
3 song = record
4   artist: string[30];
5   city: string[20];
6   titles: array [1..30] of
7     record
8       title: string[30];
9     end;
10 end;
```

```
1 //Pointer
2 type
3 overflow = record
4   title: string[30];
5   next: ^overflow;
6 end;
7
8 type
9 anchor = record
10  artist: string[30];
11  city: string[20];
12  title: string[30];
13  next: ^overflow;
14 end;
```