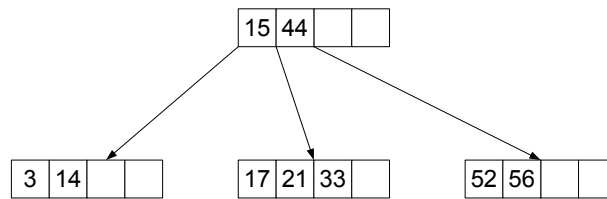
	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>

## Aufgabe 1: Einfügen und Löschen in B-Bäumen

[18 P.]

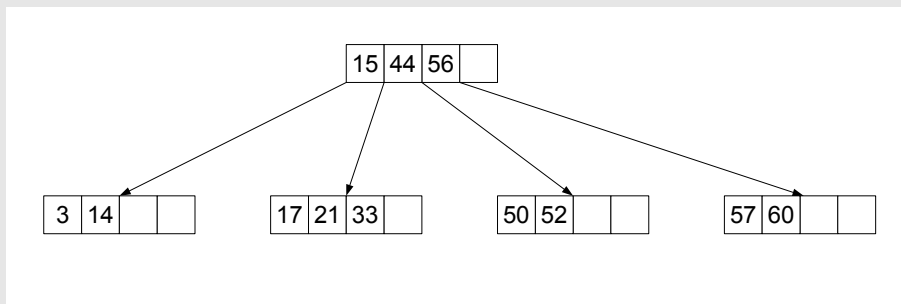
- a) Gegeben ist der unten vereinfacht dargestellte **B-Baum** der Klasse  $\tau(2, h)$ . Fügen Sie die (Datensätze mit den) Schlüsselwerte(n) **50, 60, 57, 75, 11, 40, 16, 2, 7, 53, 45 und 47** ein. Geben Sie in jedem Einfügeschritt die verwendete Maßnahme (einfaches Einfügen in einen Knoten, Splitten) an und zeichnen Sie den Baum nach jedem Knotensplit neu. Als Splitfaktor wird dabei  $m = 1$  gewählt.

[7 P.]



### Lösungsvorschlag:

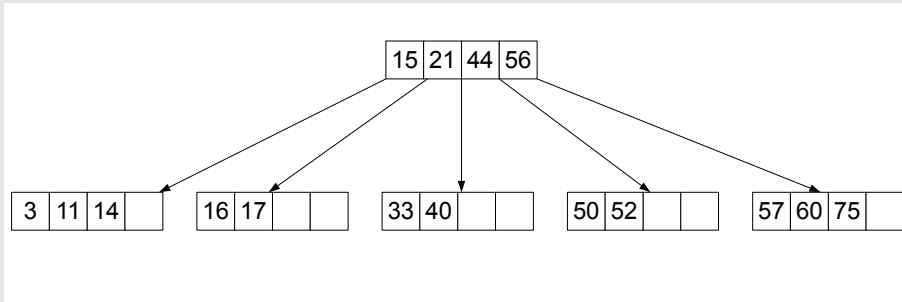
Schlüsselwert 50 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 60 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 57 (Splitten)



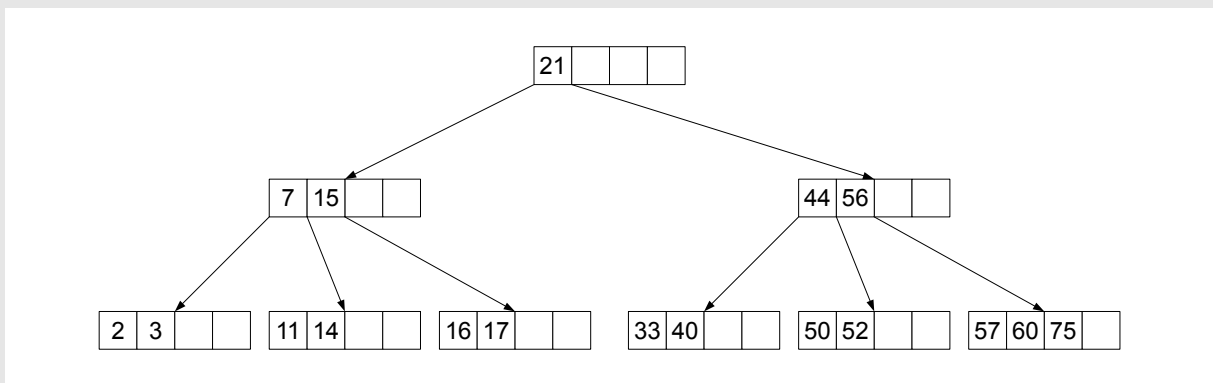
Schlüsselwert 75 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 11 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 40 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 16 (Splitten)



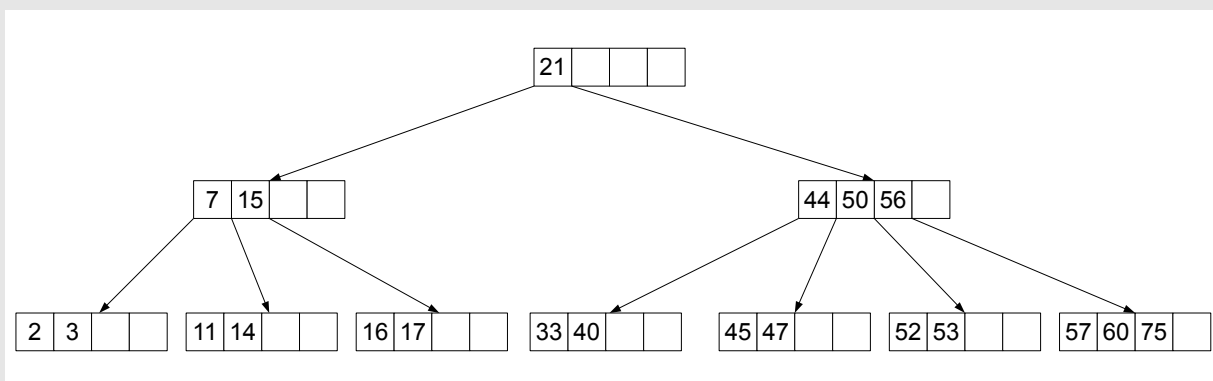
Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>



Schlüsselwert 2 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 7 (Splitten)



Schlüsselwert 53 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 45 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 47 (Splitten)

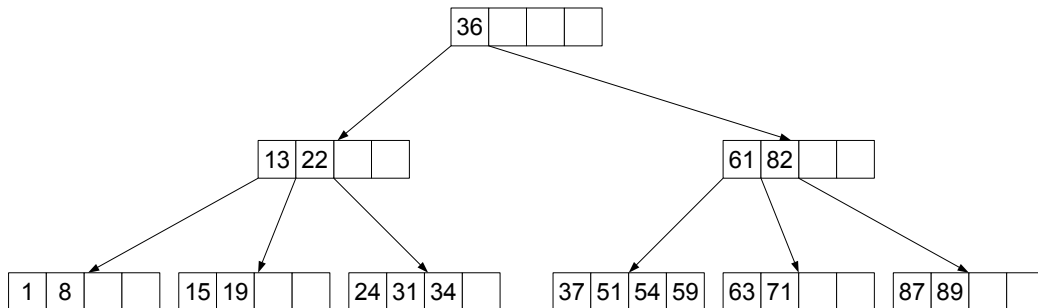




Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>

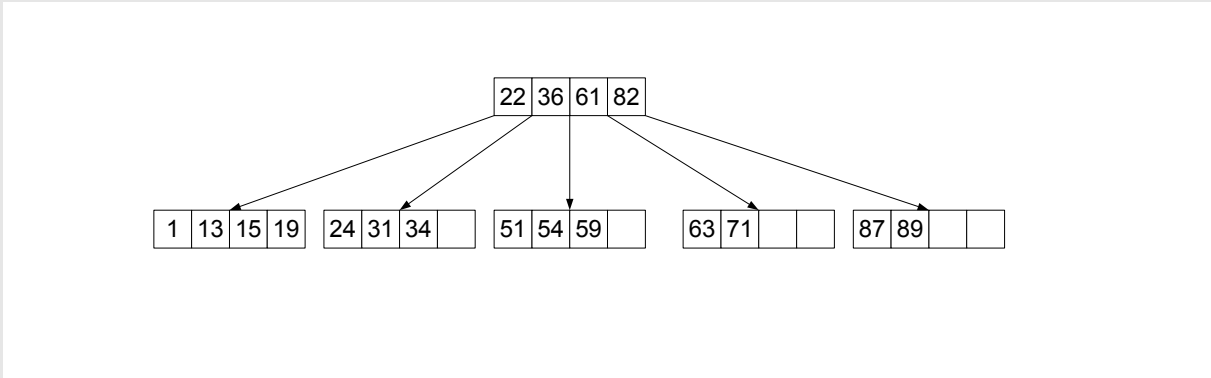
b) Gegeben ist der unten dargestellte **B-Baum** der Klasse  $\tau(2, h)$ . Löschen Sie die (Datensätze mit den) Schlüsselwerte(n) **37, 8, 34, 63, 13, 71, 82 und 54**. Geben Sie in jedem Löschrstt die verwendete Maßnahme (einfaches Löschen, Mischen, Ausgleichen) an und zeichnen Sie den Baum nach jeder Veränderung der Knotenstruktur (Mischen, Ausgleichen) neu. Für Ausgleichsoperationen sollen nur unmittelbare Nachbarknoten herangezogen werden.

[5 P.]



**Lösungsvorschlag:**

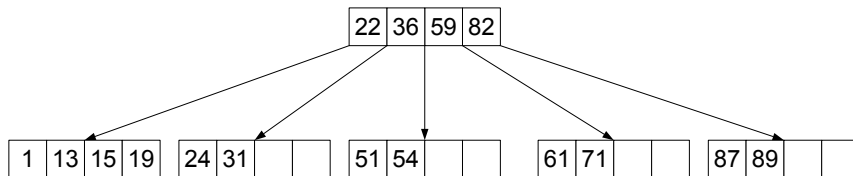
Schlüsselwert 37 (einfaches Löschen)  
 Schlüsselwert 8 (Mischen)



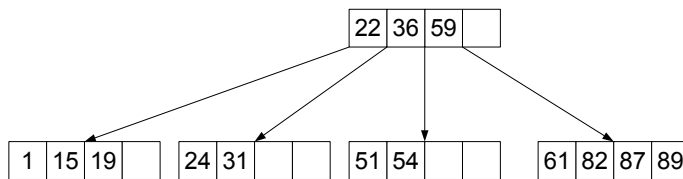
Schlüsselwert 34 (einfaches Löschen)  
 Schlüsselwert 63 (Ausgleichen)



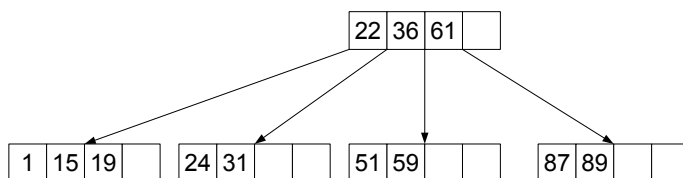
Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>




Schlüsselwert 13 (einfaches Löschen)  
Schlüsselwert 71 (Mischen)



Schlüsselwert 82 (einfaches Löschen)  
Schlüsselwert 54 (Ausgleichen)

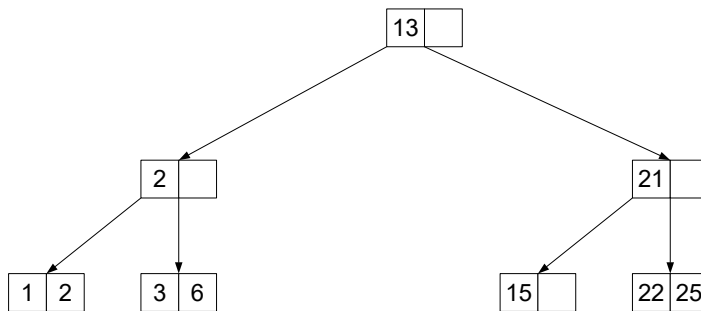


	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>

c) Gegeben ist der unten dargestellte **B\*-Baum** der Klasse  $\tau(1, 1, h^*)$ . Führen Sie die folgenden drei Operationen durch:

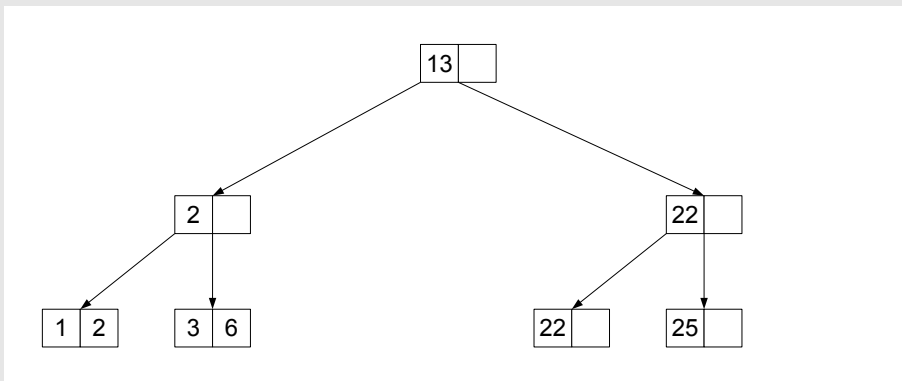
- Löschen des Schlüsselwertes 15
- Löschen des Schlüsselwertes 22
- Einfügen des Schlüsselwertes 7

Geben Sie für jede Operation die verwendete Maßnahme (einfaches Löschen, Mischen, Ausgleichen, einfaches Einfügen, Splitten) an und zeichnen Sie den Baum nach jeder Veränderung der Knotenstruktur (Mischen, Ausgleichen, Splitten) neu. Für Ausgleichsoperationen sollen nur unmittelbare Nachbarknoten herangezogen werden. Als Splitfaktor wird  $m = 1$  gewählt. [6 P.]




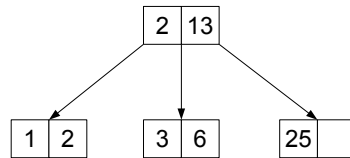
**Lösungsvorschlag:**

Schlüsselwert 15 löschen (Ausgleichen)

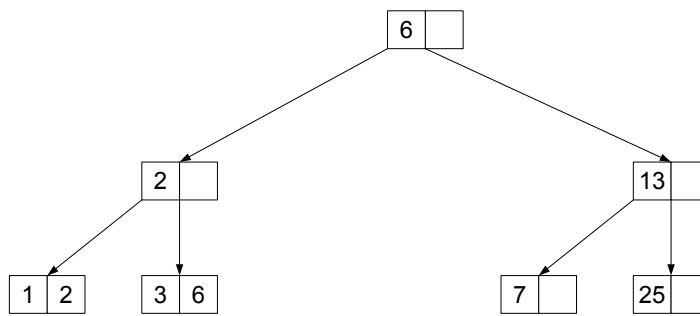


Schlüsselwert 22 löschen (Mischen auf unterer Ebene, Mischen auf oberer Ebene)

	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>



Schlüsselwert 7 einfügen (Splitten auf unterer Ebene, Splitten auf oberer Ebene)



## Aufgabe 2: Berechnungen in B- und B\*-Bäumen

[15 P.]


[4 P.]

a) Gegeben sei ein B\*-Baum der Klasse  $\tau(k, k^*, h^*)$  mit  $k = 2$ ,  $k^* = 3$  und  $h^* = 5$ .

i) Wieviele Datensätze kann dieser Baum maximal haben? Geben Sie den Rechenweg an.

### Lösungsvorschlag:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 4 Einträgen und 5 Kindern
2. Ebene: 5 Knoten mit jeweils 4 Einträgen (insgesamt  $5 * 4 = 20$  Einträge)
3. Ebene:  $5 * (4 + 1) = 25$  Knoten mit jeweils 4 Einträgen (insgesamt  $25 * 4 = 100$  Einträge)
4. Ebene:  $25 * (4 + 1) = 125$  Knoten mit jeweils 4 Einträgen (insgesamt  $125 * 4 = 500$  Einträge)

	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>

5. Ebene:  $125 * (4 + 1) = 625$  Knoten mit jeweils 6 Einträgen (insgesamt  $625 * 6 = 3750$  Einträge)  
 Da sich bei einem B\*-Baum die Datensätze ausschließlich in den Blättern befinden  
 $\Rightarrow 3750$  Datensätze

ii) Wieviele Datensätze muss dieser Baum mindestens haben? Geben Sie den Rechenweg an.

#### Lösungsvorschlag:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 1 Eintrag und 2 Kindern
2. Ebene: 2 Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $2 * 2 = 4$  Einträge)
3. Ebene:  $2 * (2 + 1) = 6$  Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $6 * 2 = 12$  Einträge)
4. Ebene:  $6 * (2 + 1) = 18$  Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $18 * 2 = 36$  Einträge)
5. Ebene:  $18 * (2 + 1) = 54$  Knoten mit jeweils 3 Einträgen (insgesamt  $54 * 3 = 162$  Einträge)  
 Da sich bei einem B\*-Baum die Datensätze ausschließlich in den Blättern befinden  
 $\Rightarrow 162$  Datensätze

- b) Ein B-Baum der Klasse  $\tau(3, h)$  enthält 32 Datensätze. Welche Werte kann  $h$  annehmen? Geben Sie den Rechenweg an. [4 P.]


#### Lösungsvorschlag:

$h \in \{2, 3\}$ , denn für einen maximal befüllten B-Baum der Klasse  $\tau(3, h)$  gilt:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 6 Einträgen (insgesamt 6 Einträge)
2. Ebene: 7 Knoten mit je 6 Einträgen (insgesamt 42 Einträge diese Ebene,  $42+6=48$  Einträge alle Ebenen)  
 $\Rightarrow h_{min} = 2$

Und für einen minimal befüllten B\*-Baum der Klasse  $\tau(3, h)$  gilt:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 1 Eintrag
2. Ebene: 2 Knoten mit je 3 Einträgen (insgesamt: 6 Einträge diese Ebene,  $6+1=7$  Einträge alle Ebenen)
3. Ebene: 8 Knoten mit je 3 Einträgen (insgesamt: 24 Einträge diese Ebene,  $7+24=31$  Einträge alle Ebenen)
4. Ebene: 32 Knoten mit je 3 Einträgen (insgesamt: 96 Einträge diese Ebene,  $31+96=127$  Einträge alle Ebenen)  
 $\Rightarrow h_{max} = 3$

	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>

c) Gegeben sei ein B\*-Baum der Klasse  $\tau(k, k^*, h^*)$  mit  $k^* = 5$  und  $h^* = 4$ . Der Baum sei minimal befüllt und halte 490 Datensätze.

i) Ermitteln Sie den Befüllungsgrad  $k$  eines inneren Knoten!

[5 P.]

**Hinweis:** Überlegen Sie sich hierzu den Aufbau ausgehend von der Blattebene.

**Lösungsvorschlag:**

Es gibt 1 Knoten auf der ersten Ebene, 2 auf der zweiten,  $2(k+1)$  auf der dritten und  $2(k+1)^2$  auf der vierten Ebene. Die Anzahl  $b$  der Datensätze ergibt sich als  $b = 2(k+1)^2 \cdot k^* = 2(k+1)^2 \cdot 5 = 490$ . Entsprechend gilt:

$$490 = 2(k+1)^2 \cdot 5$$

$$49 = (k+1)^2$$

$$\sqrt[2]{49} = k+1$$

$$7 = k+1$$

$$6 = k$$


ii) Wieviele innere Knoten hat der Baum insgesamt?

[2 P.]

**Lösungsvorschlag:**

Er besitzt  $1 + 2 + 2(k+1) = 1 + 2 + 14 = 17$  innere Knoten.



	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2018/19
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 09.01.2019</b>	Abgabe	<b>Fr. 25.01.2019</b>

### Aufgabe 3: Normalformenlehre

[7 P.]

Gegeben ist die Relation R mit den Attributen A, B, C, D und E, sowie der Menge F an funktionalen Abhängigkeiten

$$F = \{FA_1, FA_2, FA_3\}.$$

Die Wertebereiche der Attribute sind alle atomar.

$$R(A, B, C, D, E)$$

$$FA_1 = B, C \rightarrow A$$

$$FA_2 = A \rightarrow D$$

$$FA_3 = C \rightarrow E$$

- a) Bestimmen Sie die Schlüsselkandidaten von R bezüglich F.

[2 P.]

**Lösungsvorschlag:**

Schlüsselkandidat: B, C

- b) Bestimmen Sie die Nicht-Primärattribute (Nicht-Schlüsselattribute) von R bezüglich F.

[2 P.]

**Lösungsvorschlag:**

Nicht-Primärattribut 1: A

Nicht-Primärattribut 2: D

Nicht-Primärattribut 3: E

- c) Nehmen Sie an, dass einer der in Aufgabenteil a) ermittelten Schlüsselkandidaten als Primärschlüssel verwendet wird. In welchen Normalformen befindet sich das Relationenschema R bezüglich F? Begründen Sie Ihre Antwort, indem Sie darlegen, warum sich das Relationenschema in genau diesen Normalformen befindet und warum die anderen Normalformen nicht vorliegen.

[3 P.]

**Hinweis:** Betrachten Sie dabei lediglich die 1., 2. und 3. Normalform.

**Lösungsvorschlag:**

Das Relationenschema befindet sich in der 1. Normalform, denn:

- Attributwerte sind atomar => 1. NF
- Das Nicht-Primärattribut E hängt partiell von dem einzigen Schlüsselkandidaten ab => nicht 2. NF
- Da jede partielle auch eine transitive Abhängigkeit ist, gilt dass ein Schema sich nicht in der 3. NF befinden kann, wenn es sich nicht in der 2. NF befindet => nicht 3. NF