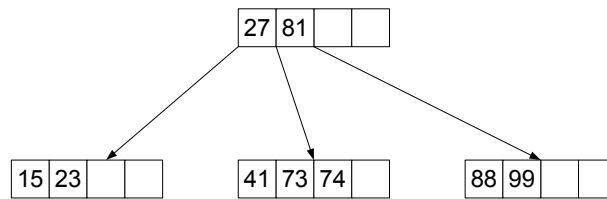
	Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
	Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
	Gesamtpunktzahl	40		
	Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017

Aufgabe 1: Einfügen und Löschen in B-Bäumen

[18 P.]

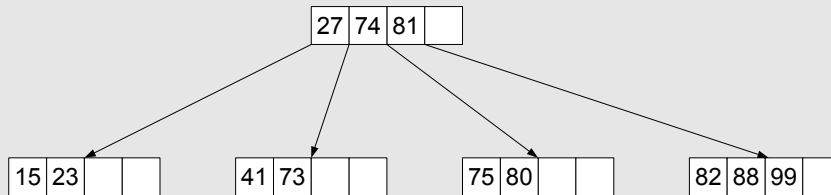
- a) Gegeben ist der unten vereinfacht dargestellte **B-Baum** der Klasse $\tau(2, h)$. Fügen Sie die (Datensätze mit den) Schlüsselwerte(n) **75, 82, 80, 3, 26, 93, 4, 94, 18, 28, 21 und 16** ein. Geben Sie in jedem Einfügeschritt die verwendete Maßnahme (einfaches Einfügen in einen Knoten, Splitten) an und zeichnen Sie den Baum nach jedem Knotensplit neu. Als Splitfaktor wird dabei $m = 1$ gewählt.

[7 P.]



Lösungsvorschlag:

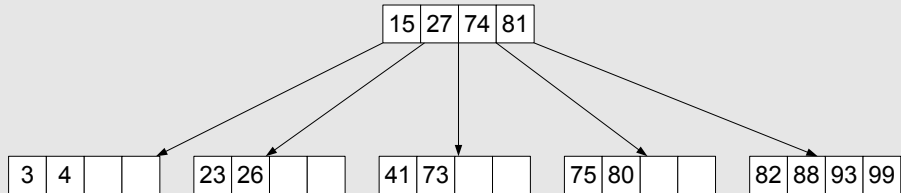
Schlüsselwert 75 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 82 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 80 (Splitten)



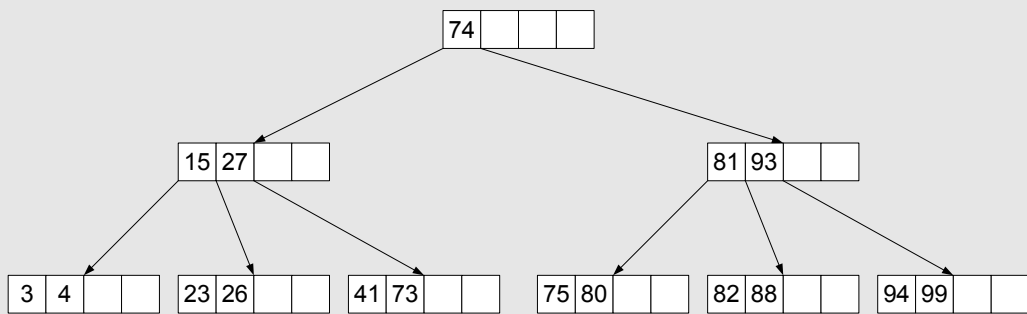
Schlüsselwert 3 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 26 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 93 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 4 (Splitten)



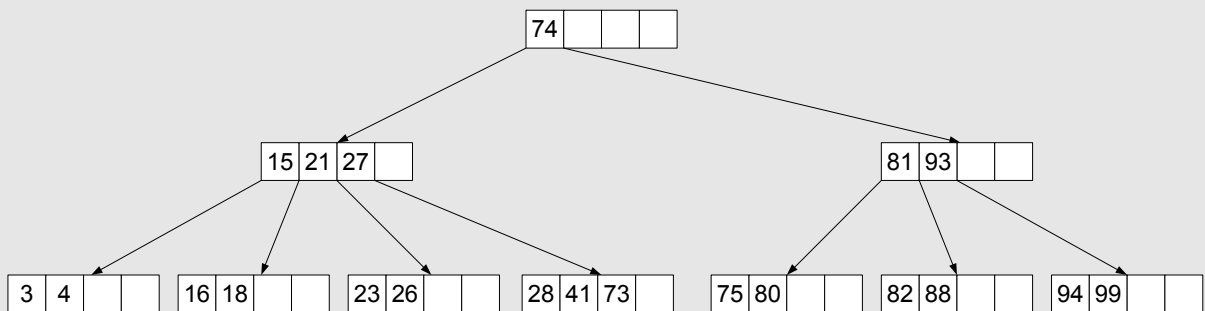
Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
Gesamtpunktzahl	40		
Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017



Schlüsselwert 94 (Splitten)



Schlüsselwert 18 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 28 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 21 (einfaches Einfügen)
 Schlüsselwert 16 (Splitten)

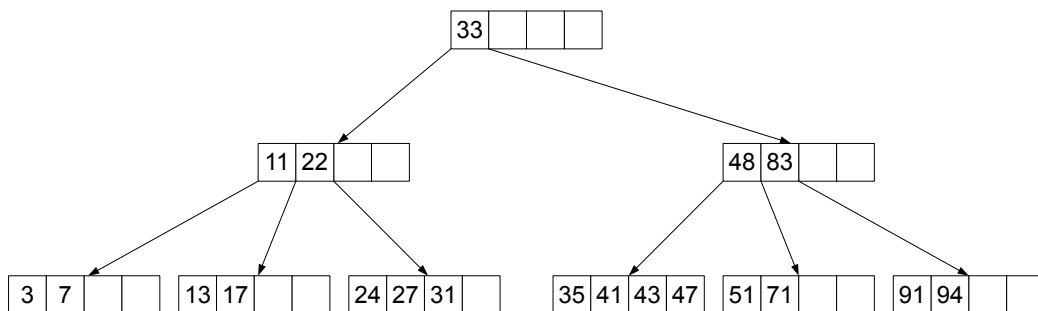




Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
Gesamtpunktzahl	40		
Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017

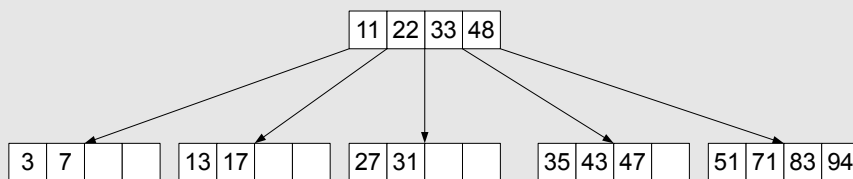
b) Gegeben ist der unten dargestellte **B-Baum** der Klasse $\tau(2, h)$. Löschen Sie die (Datensätze mit den) Schlüsselwerte(n) **41, 24, 91, 31, 83, 17, 94 und 3**. Geben Sie in jedem Löschschritt die verwendete Maßnahme (einfaches Löschen, Mischen, Ausgleichen) an und zeichnen Sie den Baum nach jeder Veränderung der Knotenstruktur (Mischen, Ausgleichen) neu. Für Ausgleichsoperationen sollen nur unmittelbare Nachbarknoten herangezogen werden.

[5 P.]



Lösungsvorschlag:

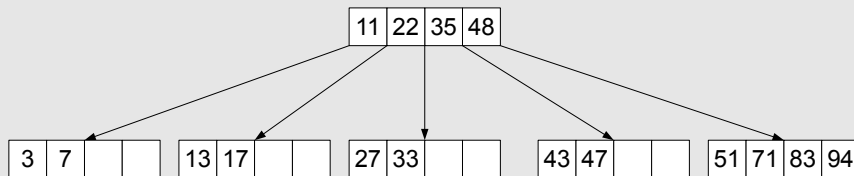
- Schlüsselwert 41 (einfaches Löschen)
- Schlüsselwert 24 (einfaches Löschen)
- Schlüsselwert 91 (Mischen)



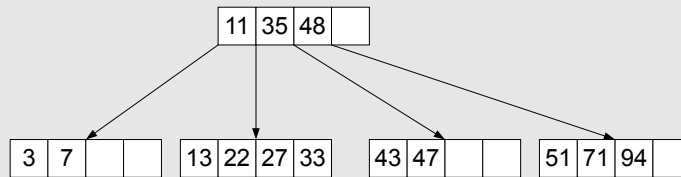
Schlüsselwert 31 (Ausgleichen)



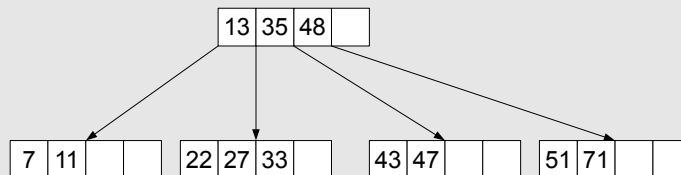
Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
Gesamtpunktzahl	40		
Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017




Schlüsselwert 83 (einfaches Löschen)
Schlüsselwert 17 (Mischen)



Schlüsselwert 94 (einfaches Löschen)
Schlüsselwert 3 (Ausgleichen)



	Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
	Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
	Gesamtpunktzahl	40		
	Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017

c) Fügen Sie folgende Schlüssel in der angegebenen Reihenfolge in einen zu Beginn leeren **B-Baum** der Klasse $\tau(2, h)$ mit einem Splitfaktor $m=2$ ein:

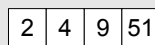
51, 2, 9, 4, 13, 5, 19, 11, 59, 21 und 31

Zeichnen Sie den Baum nach jeder Umordnung von Elementen in andere Knoten und nach jedem erforderlichen Splitvorgang.

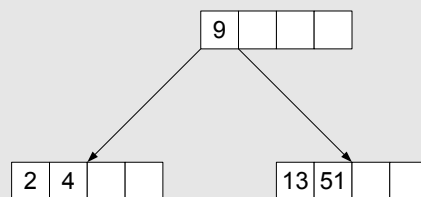
[6 P.]

Lösungsvorschlag:

- Schlüsselwert 51 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 2 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 9 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 4 (einfaches Einfügen)



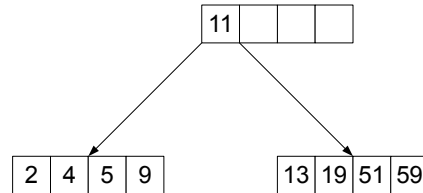
Schlüsselwert 13 (Splitten)



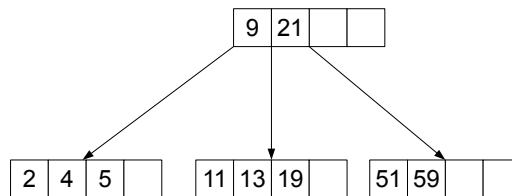
- Schlüsselwert 5 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 19 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 11 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 59 (Ausgleichen)



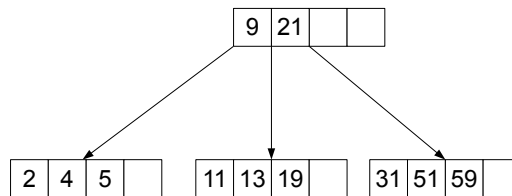
Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
Gesamtpunktzahl	40		
Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017



Schlüsselwert 21 (Splitten)



Schlüsselwert 31 (einfaches Einfügen)



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


[15 P.]

a) Gegeben ist ein B*-Baum der Klasse $\tau(k, k^*, h^*)$ mit $k = 3$, $k^* = 5$ und $h^* = 4$.

[4 P.]

i) Wieviele Datensätze kann dieser Baum maximal haben?

Lösungsvorschlag:

	Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
	Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
	Gesamtpunktzahl	40		
	Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017

1. Ebene: 1 Wurzel mit 6 Einträgen und 7 Kindern
2. Ebene: 7 Knoten mit jeweils 6 Einträgen und 7 Kindern
3. Ebene: $7 \cdot 7 = 49$ Knoten mit jeweils 6 Einträgen und 7 Kindern
4. Ebene: $49 \cdot 7 = 343$ Blattknoten mit jeweils 10 Einträgen
 $\Rightarrow d_{max} = 343 \cdot 10 = 3430$ Datensätze

ii) Wieviele Datensätze muss dieser Baum mindestens haben?

Lösungsvorschlag:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 1 Eintrag und 2 Kindern
2. Ebene: 2 Knoten mit jeweils 3 Einträgen und 4 Kindern
3. Ebene: $2 \cdot 4 = 8$ Knoten mit jeweils 3 Einträgen und 4 Kindern
4. Ebene: $8 \cdot 4 = 32$ Blattknoten mit jeweils 5 Einträgen
 $\Rightarrow d_{min} = 32 \cdot 5 = 160$ Datensätze

b) Ein B-Baum der Klasse $\tau(4, h)$ enthält 50 Datensätze. Welche Werte kann h annehmen?

[4 P.]


Lösungsvorschlag:

$h \in \{2, 3\}$, denn für einen maximal befüllten B-Baum der Klasse $\tau(4, h)$ gilt:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 8 Einträgen (insgesamt 1 Knoten und 8 Einträge)
2. Ebene: 9 Knoten mit je 8 Einträgen (insgesamt $1 + 9 = 10$ Knoten und 80 Einträge)
 $\Rightarrow h_{min} = 2$

Und für einen minimal befüllten B-Baum der Klasse $\tau(4, h)$ gilt:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 1 Eintrag
 2. Ebene: 2 Knoten mit je 4 Einträgen (8 Einträge; insgesamt: 9 Einträge)
 3. Ebene: 10 Knoten mit je 4 Einträgen (40 Einträge; insgesamt: 49 Einträge)
- Eine weitere Ebene kann nicht hinzugefügt werden, ohne weitere Datensätze einzufügen $\Rightarrow h_{max} = 3$

	Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
	Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
	Gesamtpunktzahl	40		
	Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017

c) Ein B*-Baum der Klasse $\tau(k, k^*, h^*)$ mit $k = 3$ und $k^* = 1$ enthält genau 42 Blattknoten. Alle Blattknoten sind vollbesetzt.

i) Wieviele Datensätze enthält der Baum?

[1 P.]

Lösungsvorschlag:

Datensätze sind nur in den Blattknoten zu finden. Der Baum hält folglich $2 \cdot 42 = 84$ Datensätze.

ii) Wieviele innere Knoten hat der Baum höchstens?

[3 P.]

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

Lösungsvorschlag:

Bei minimaler Befüllung der inneren Knoten ergibt sich:

Blattebene h^* : 42 Blattknoten

Ebene $h^* - 1$: $\lfloor \frac{42}{3+1} \rfloor = 10$ innere Knoten

Ebene $h^* - 2$: $\lfloor \frac{10}{3+1} \rfloor = 2$ Knoten

Ebene $h^* - 3$: 1 Wurzelknoten

=> insgesamt $10 + 2 + 1 = 13$ innere Knoten (oder 12 ohne Wurzel)

iii) Wieviele innere Knoten hat der Baum mindestens?

[3 P.]

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

Lösungsvorschlag:


Bei maximaler Befüllung der inneren Knoten gilt:

Blattebene h^* : 42 Blattknoten

Ebene $h^* - 1$: $\lceil \frac{42}{2 \cdot 3 + 1} \rceil = 6$ innere Knoten

Ebene $h^* - 2$: 1 Wurzelknoten

=> insgesamt $6 + 1 = 7$ innere Knoten (oder 6 ohne Wurzel)

	Lehrveranstaltung	Grundlagen von Datenbanken		WS 2016/17
	Aufgabenzettel	6 (Lösungsvorschläge)		
	Gesamtpunktzahl	40		
	Ausgabe	Mi. 11.01.2017	Abgabe	Fr. 27.01.2017

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.

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

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

$$FA_2 = C \rightarrow A, E$$

$$FA_3 = D \rightarrow A, C$$

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

[2 P.]

Lösungsvorschlag:

Schlüsselkandidat 1: A

Schlüsselkandidat 2: C

Schlüsselkandidat 3: D

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

[2 P.]

Lösungsvorschlag:

Nicht-Primärattribut 1: B

Nicht-Primärattribut 2: 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 3. Normalform, denn:

- Attributwerte sind atomar => 1. NF
- Keines der Nicht-Primärattribute B und E hängt partiell von einem der Schlüsselkandidaten ab; dass es keine partiellen Abhängigkeiten geben kann, wird bereits dadurch offensichtlich, dass es keinen Schlüsselkandidaten mit mehr als einem Attribut gibt => 2. NF
- Keines der Nicht-Primärattribute B und E hängt transitiv von einem der Schlüsselkandidaten ab => 3. NF