

Grafische Anwendung zur Visualisierung von B-Baum-Operationen

Mohamad Sahyouni

Bachelor-Abschlussarbeit
Betreuer: Prof. Dr. Andreas Lux

Trier, 20.06.2024

Informatik
Hauptcampus

H O C H
S C H U L E
T R I E R

1. Einleitung

2. Grundlagen

1. Bäume

1. Komponenten und Eigenschaften

2. Definition

3. Binär Suchbäume

1. Definition

2. Suchen in Binären Suchbäumen

3. Hinzufügen in Binären Suchbäumen

4. Entfernen in Binären Suchbäumen

4. B-Bäume

1. Definition

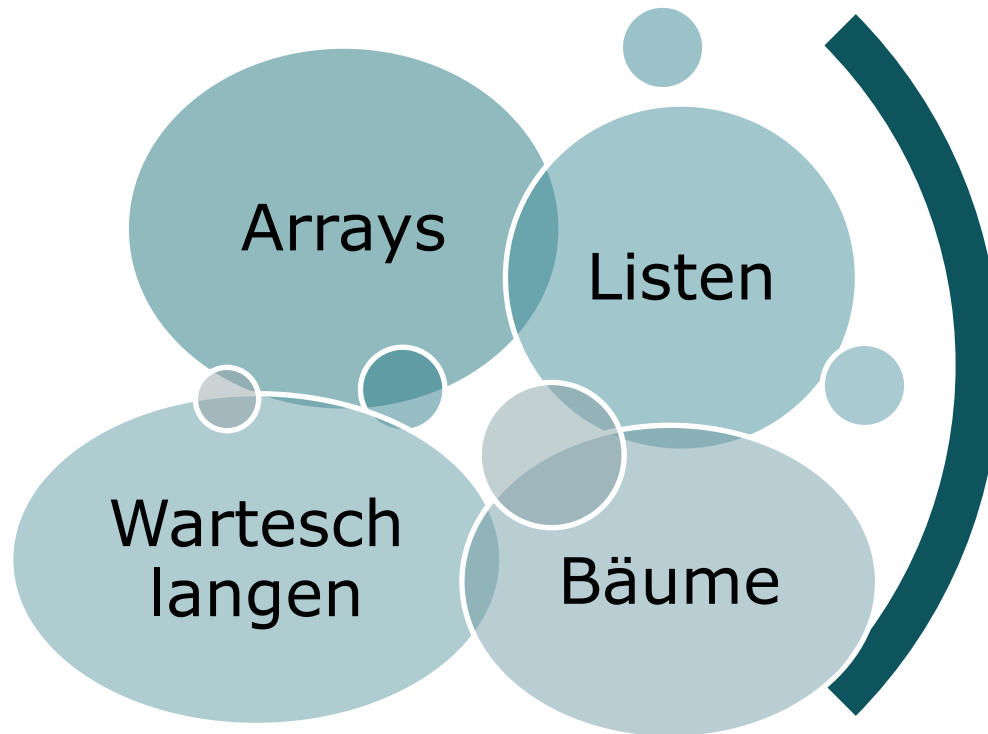
2. Suchen in B-Bäumen

3. Hinzufügen in B-Bäumen

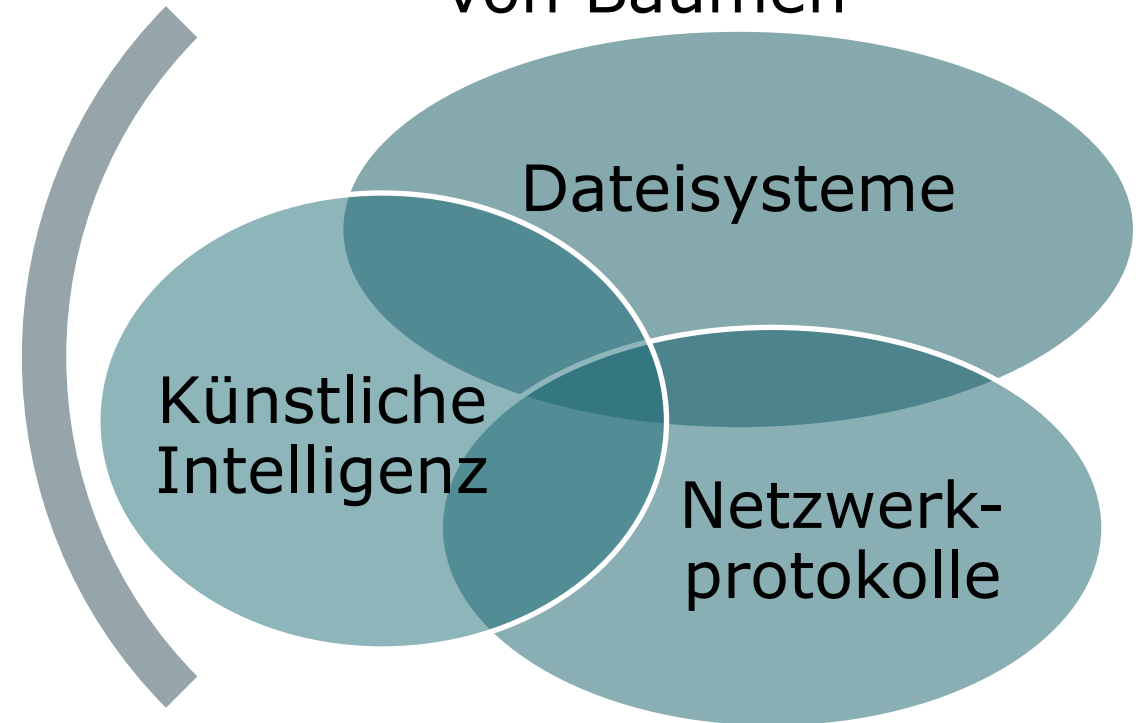
4. Entfernen in B-Bäumen

5. Zusammenfassung

Datenstrukturen

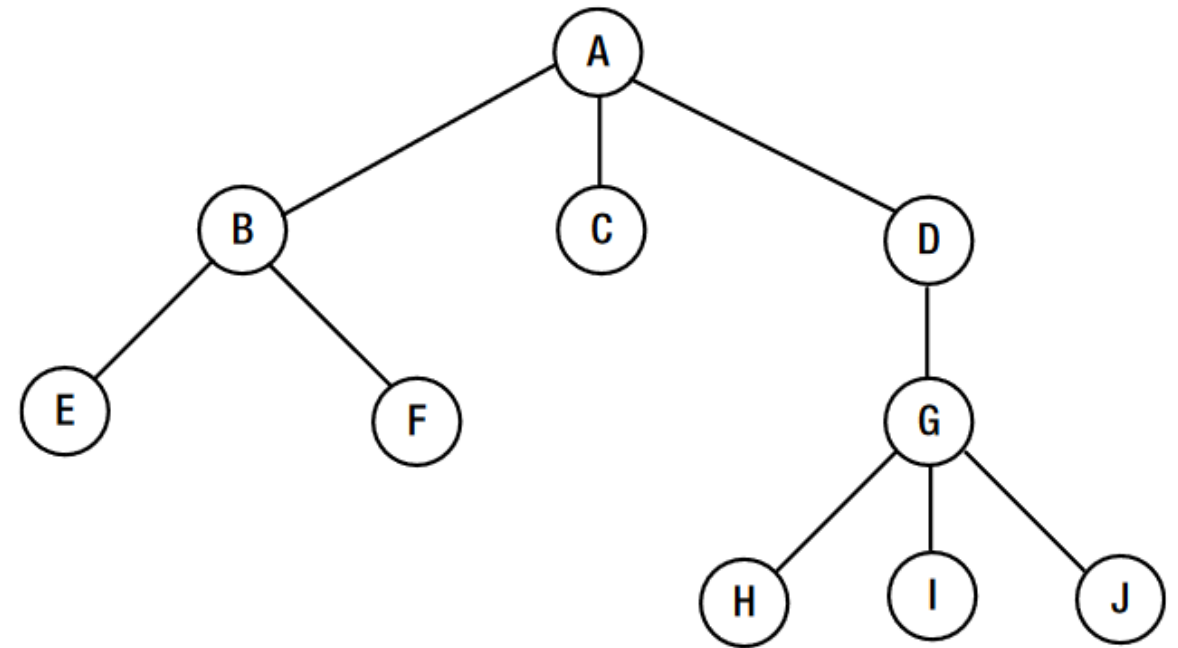


Anwendungsbereiche von Bäumen



Bäume in der Informatik und Natur

- ❖ Wichtige Pflanzenformen und Datenstrukturen.
- ❖ Verschiedene Arten von Bäumen.
- ❖ Hierarchische Beziehungen.
- ❖ Begriffe: Eltern, Kind, Vorfahr, Nachkomme.



Ein Baum [1].

Die
Komponenten
eines Baumes:

Kanten

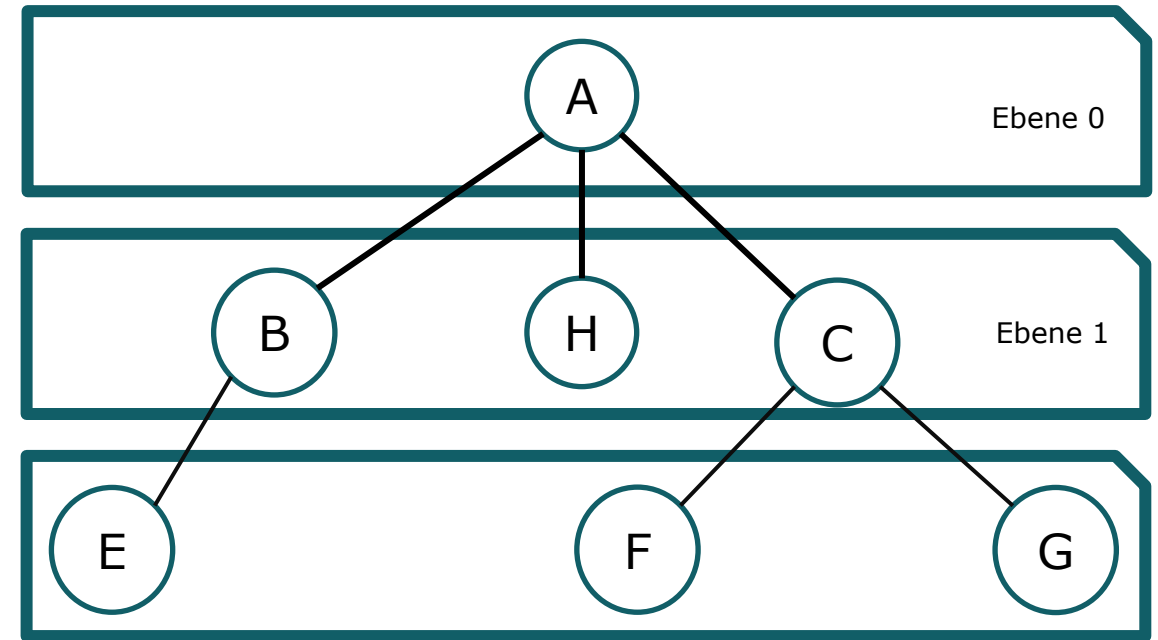
Knoten

- Wurzel
- Vater
- Kind
- Innere Knoten
- Blatt

Wichtige
Eigenschaften
der
Baumstruktur:

Höhe

Tiefe



Ein Baum der Höhe 2

Kanten: $(A, B), (A, C), \dots$

Pfade: $(A, C, F), (A, B, E), \dots$

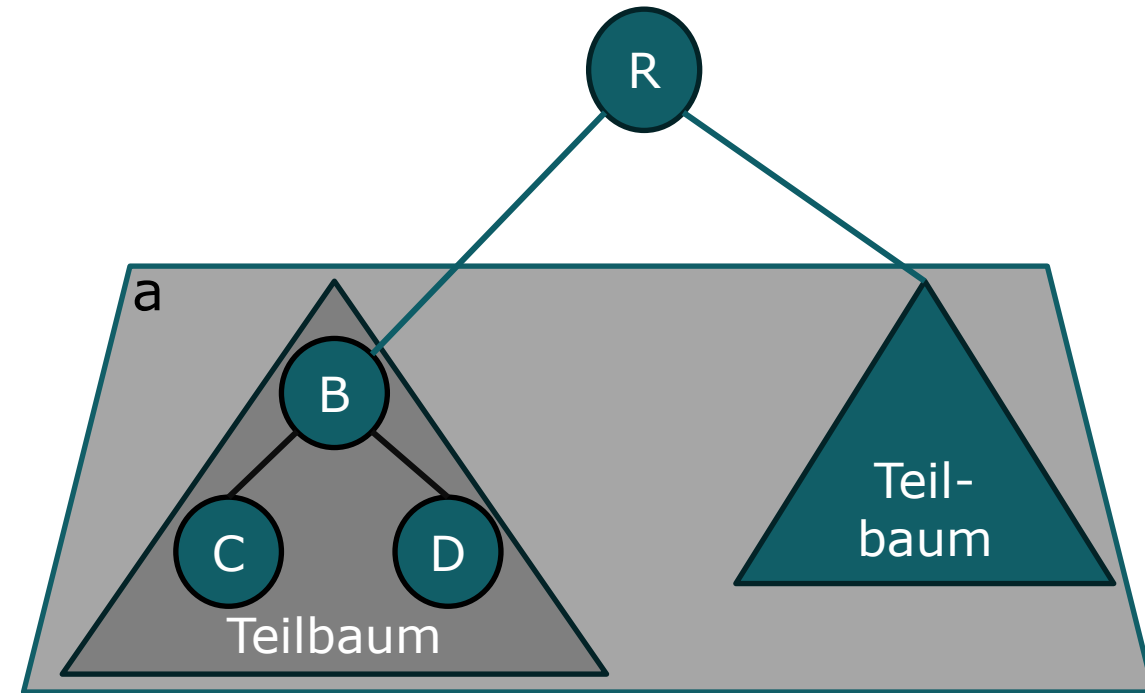
Definition:

Ein Baum ist eine Menge von Knoten mit Eltern-Kind-Beziehungen, die folgende Eigenschaften erfüllen

Ein Baum hat nur eine Wurzel

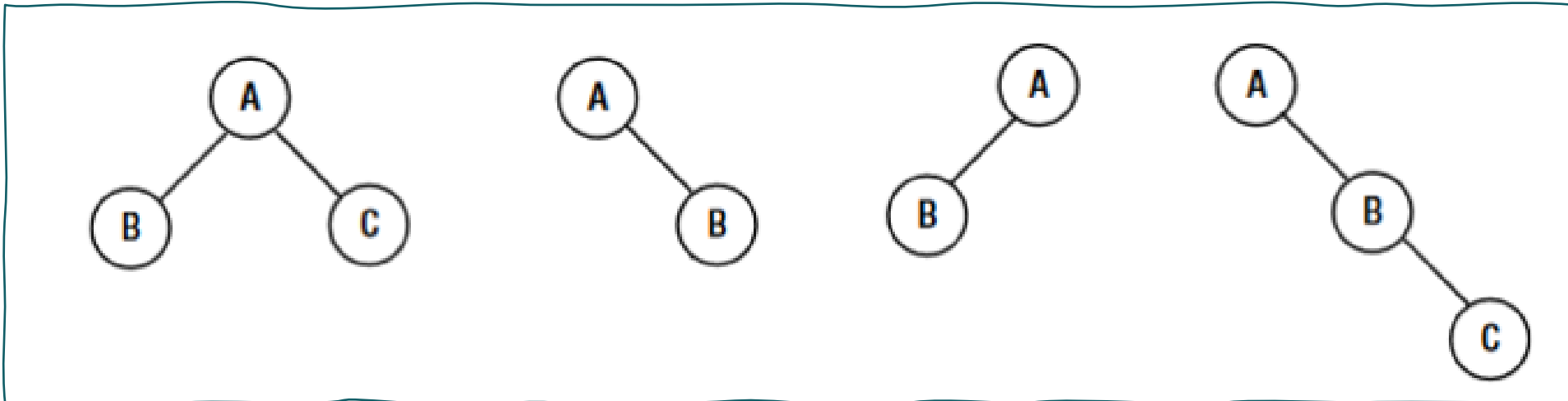
Jeder Knoten außer die Wurzel hat einen Vater.

Jeder Knoten mit einem Vater ist ein Kind dieses Vaters.

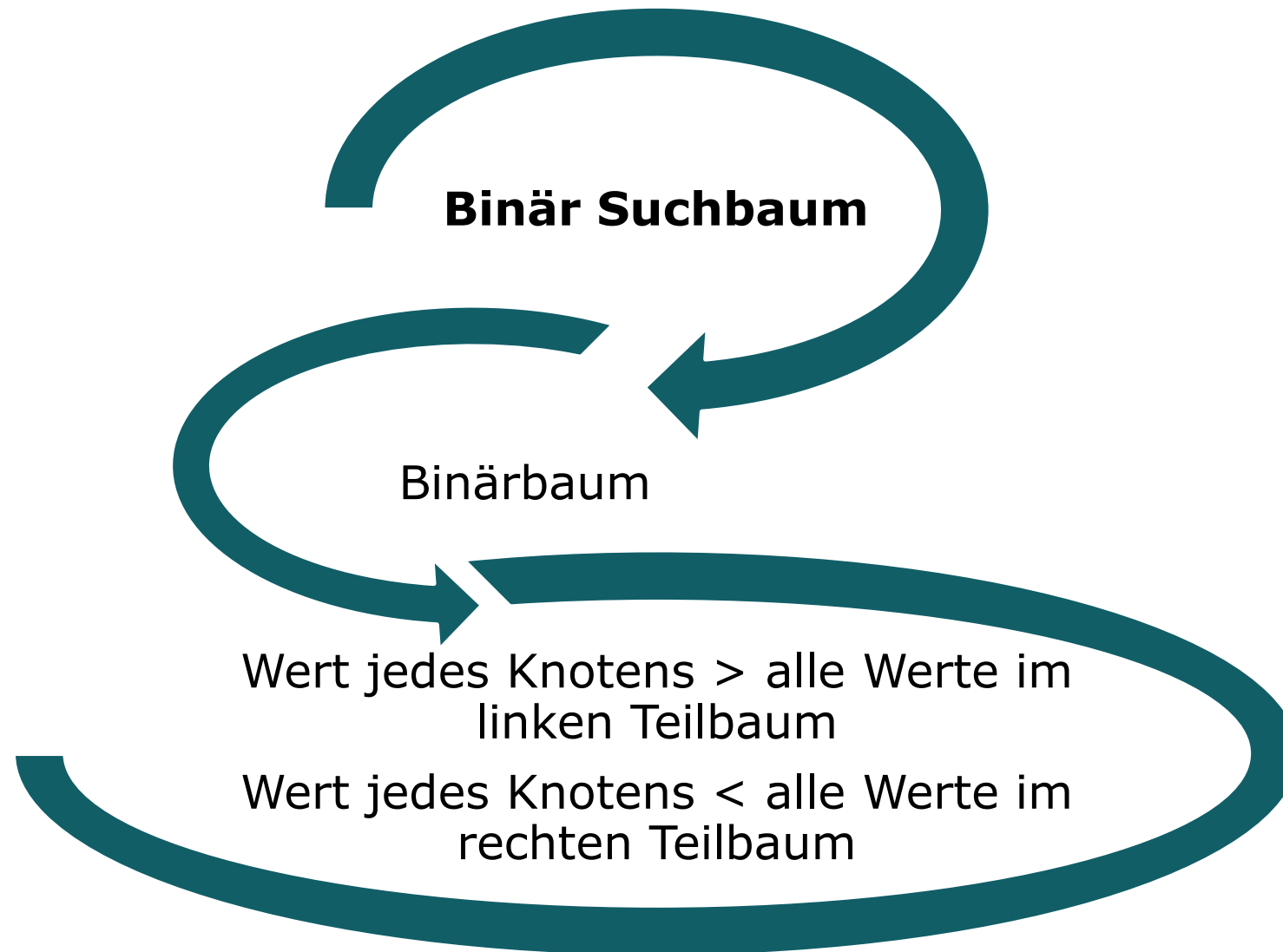


Was ist ein Binärbaum?

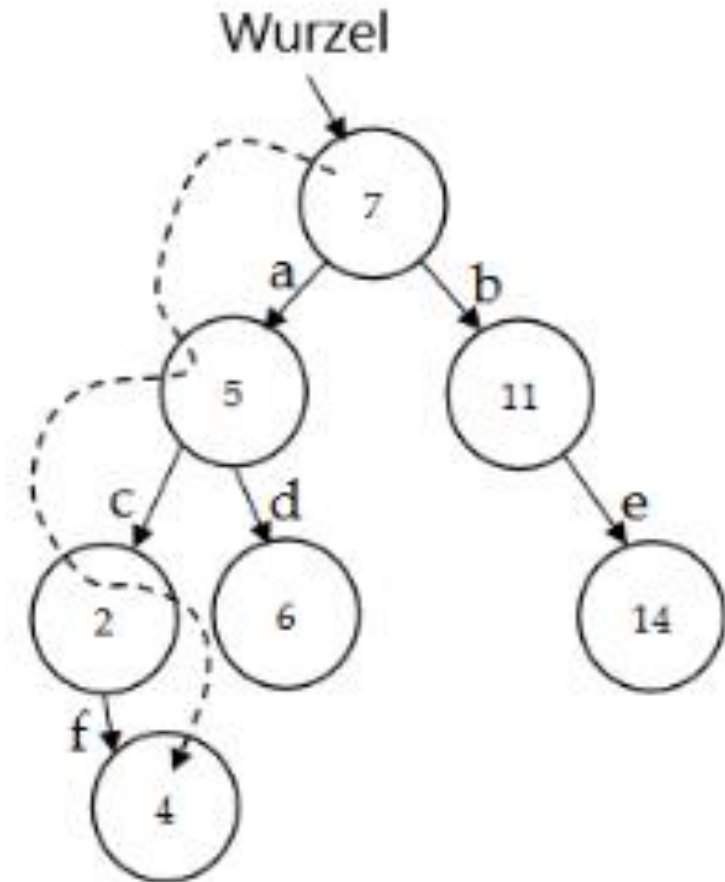
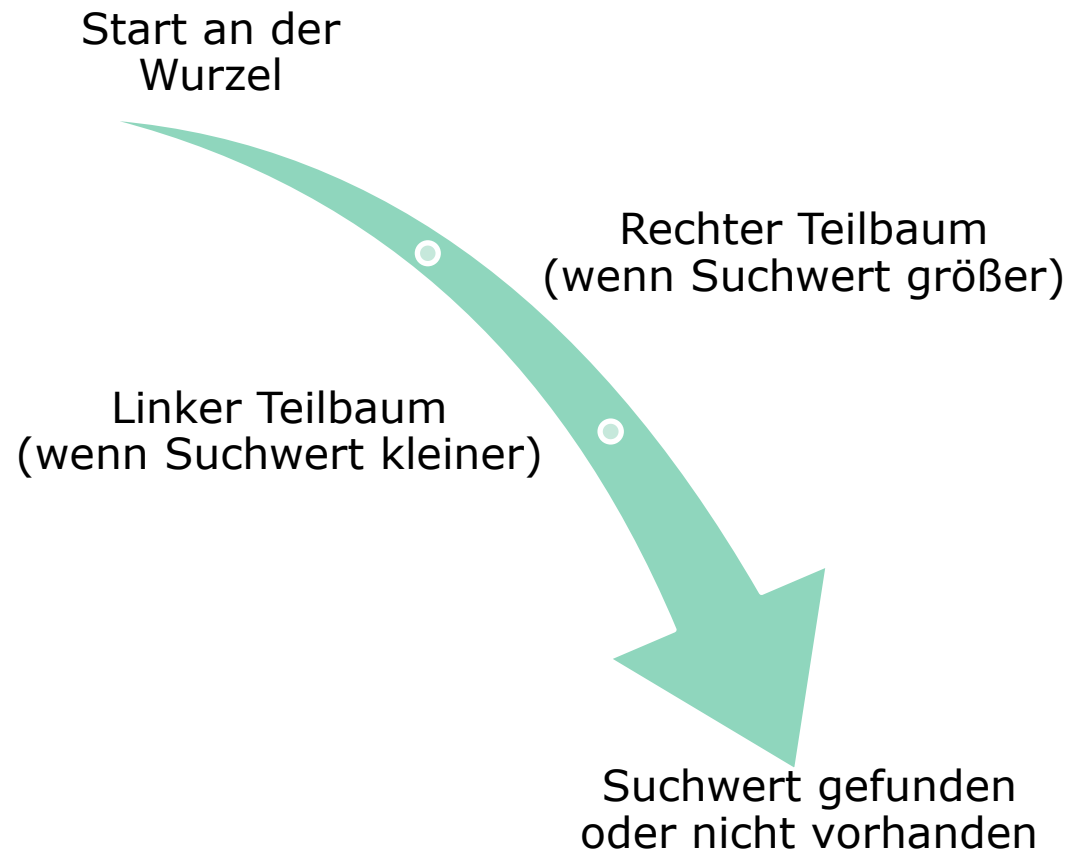
Ein Binärbaum ist ein Baum, bei dem jeder Knoten höchstens zwei Kinder hat.



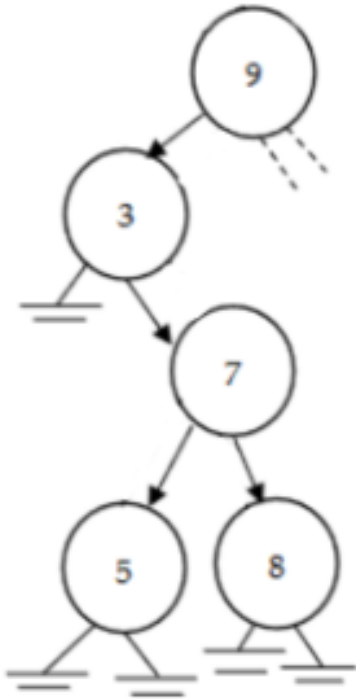
Vier verschiedene Binärbäume [1].



Suchen in Binären Suchbäumen :



Suchverfahren [2].



Vor dem Hinzufügen von 6 [2].

Überprüfung auf
leeren Baum:



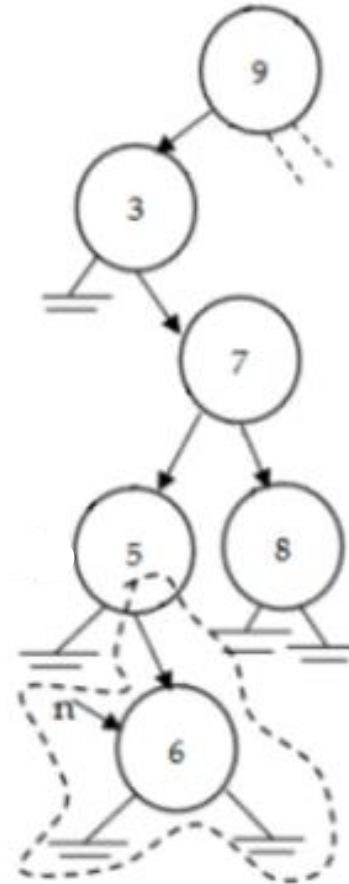
Wenn leer:

- neuer BST,
einzufügender Knoten
wird Wurzelknoten



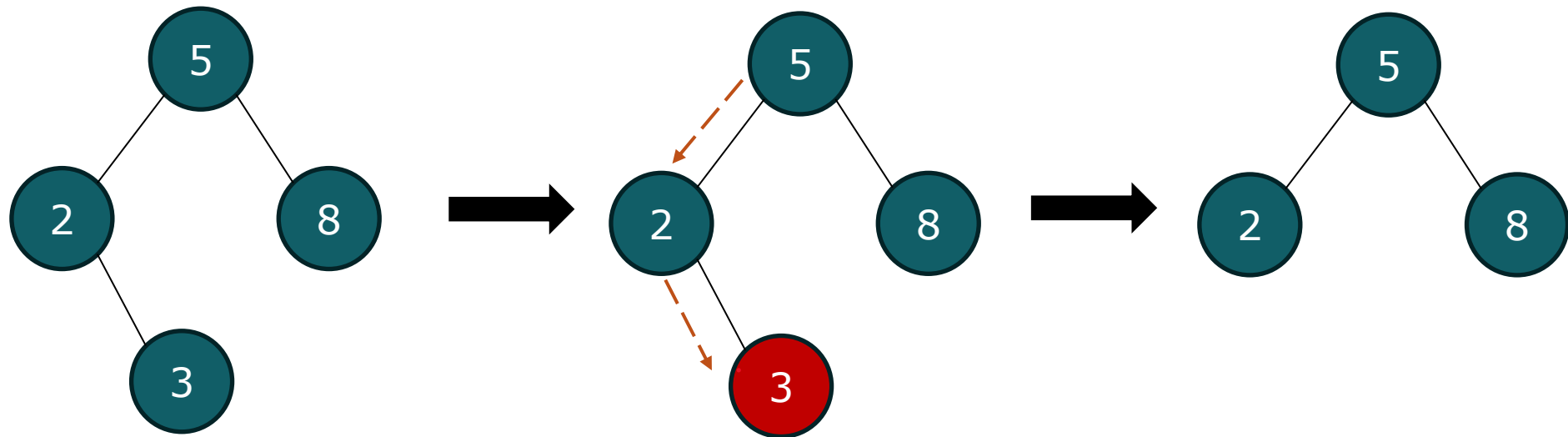
Wenn nicht leer:

- Durchlaufen des BST
- Finden der richtigen
Einfügeposition

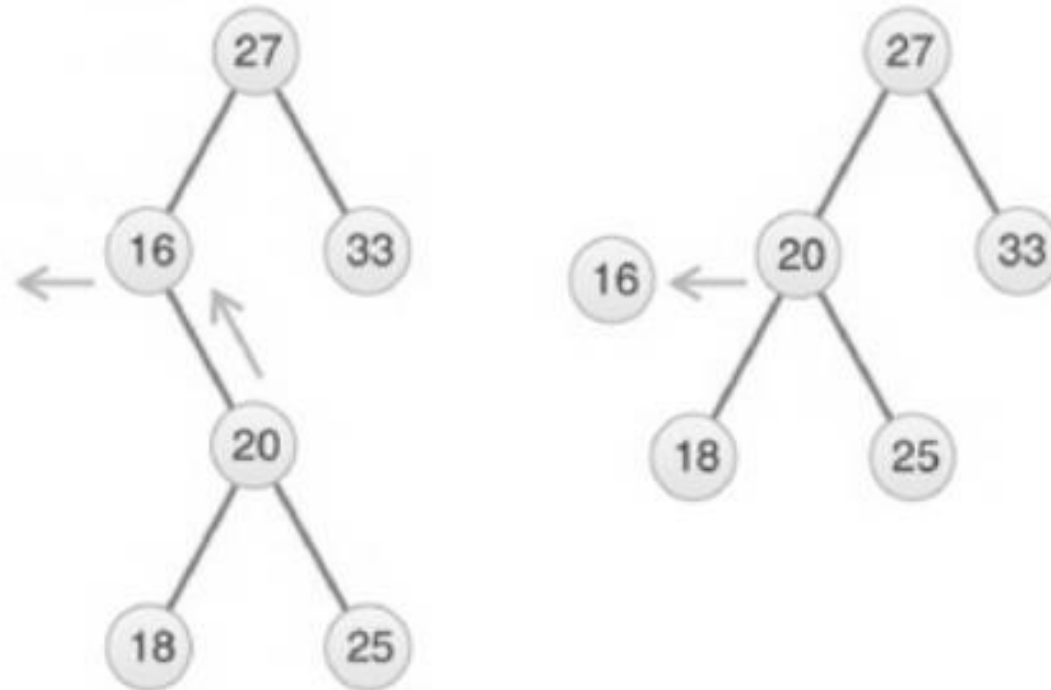


Nach dem Hinzufügen von 6 [2].

- Entfernung eines Blattes

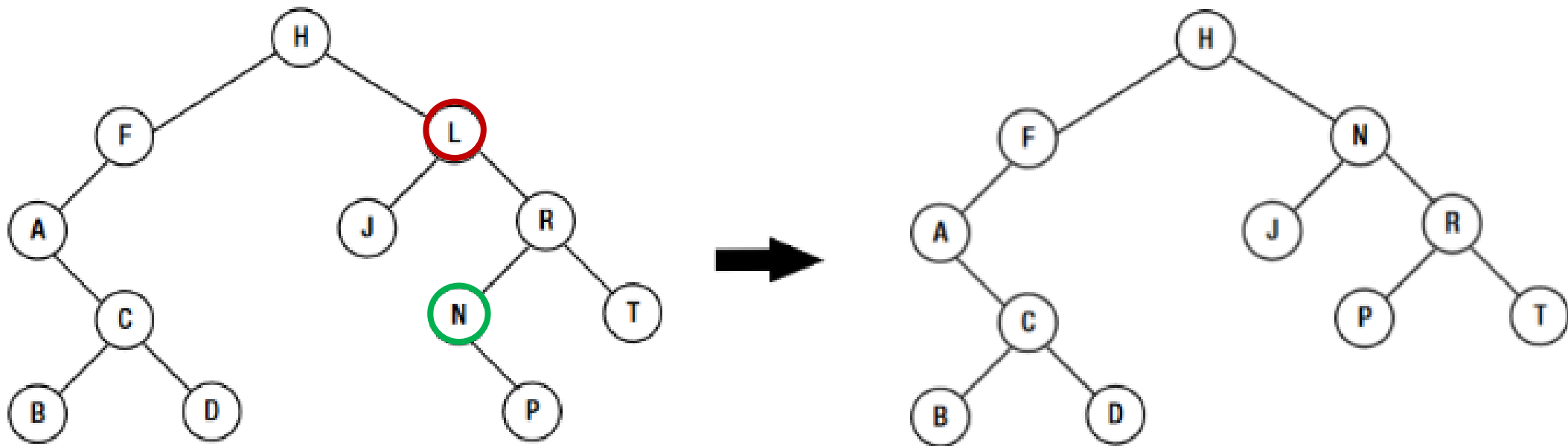


- Entfernung eines Knotens mit einem Kind



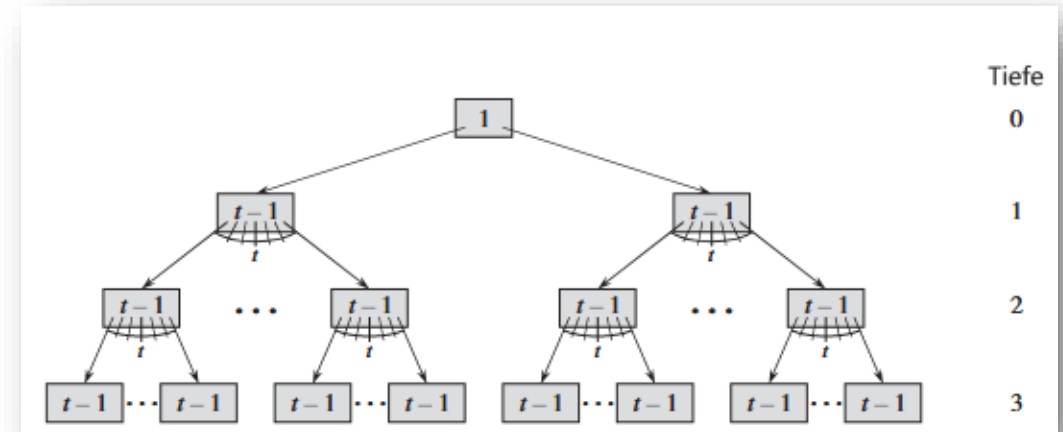
Entfernung eines Knotens (16) mit einem Kind [3].

- Entfernung eines Knotens mit zwei Kindern:
 - Ersetzen durch den **Vorgänger** oder **Nachfolger**.



Entfernung eines Knotens (L) mit zwei Kinder [3].

- Ein B-Baum ist ein balancierender Suchbaum mit den folgenden Eigenschaften:
 - ❖ Mehrere Schlüssel pro Knoten.
 - ❖ Zeiger auf Kindknoten (Anzahl der Zeiger = Anzahl der Schlüssel + 1).
 - ❖ Die Anzahl der Schlüssel in einem Knoten hängt vom Grad des B-Baums ab:
 - Knoten enthält maximal $2t-1$ Schlüssel, $2t$ Kinder.
 - Alle Knoten außer der Wurzel mindestens $t-1$ Schlüssel, t Kinder.
 - ❖ Interne Knoten trennen Werte in Unterbäumen.
 - ❖ Alle Blätter auf gleicher Ebene (balanciert).



Ein B-Baum Mit Grad t [4].

Suchen in B-Bäumen:

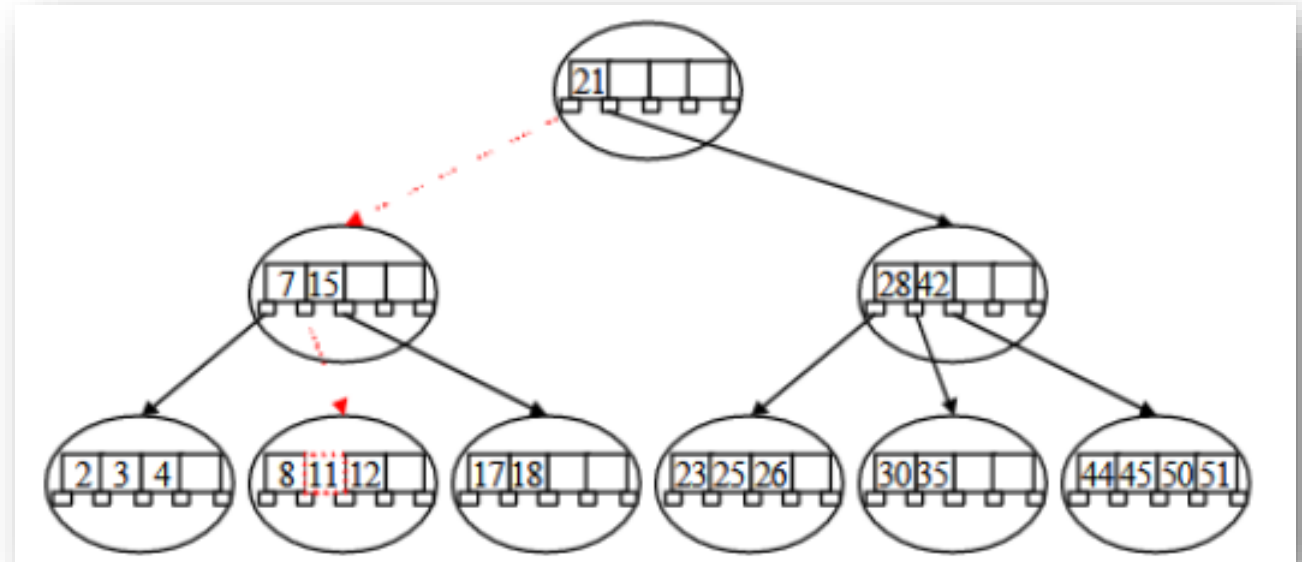
Start an der
Wurzel

Vergleich der Schlüssel
im Knoten mit
Suchschlüssel

Entscheidung:

- Schlüssel gefunden
- Suchschlüssel kleiner als ein Schlüssel
- Suchschlüssel größer als alle Schlüssel

Suchwert gefunden
oder nicht vorhanden



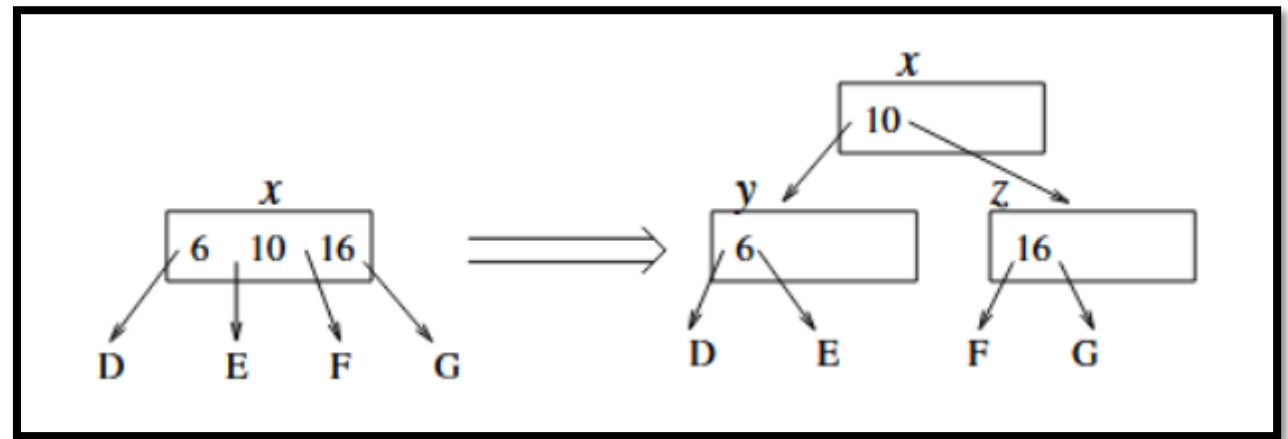
Suche nach dem Schlüssel 11 [5]

Einfügen eines Schlüssels in B-Baum:

Suche nach
Einfügeposition

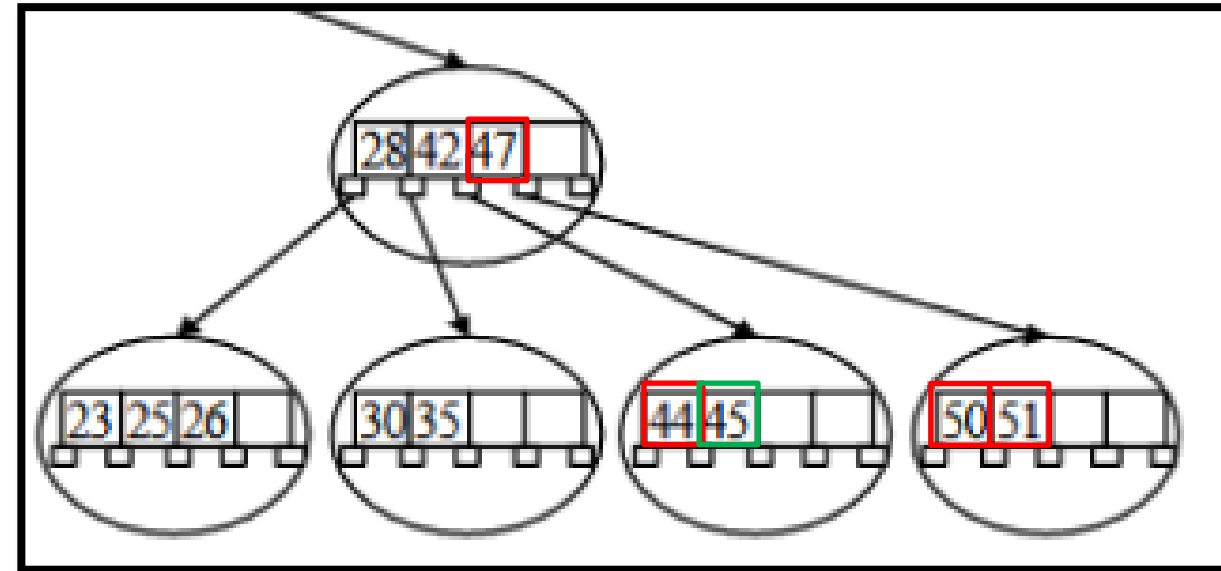
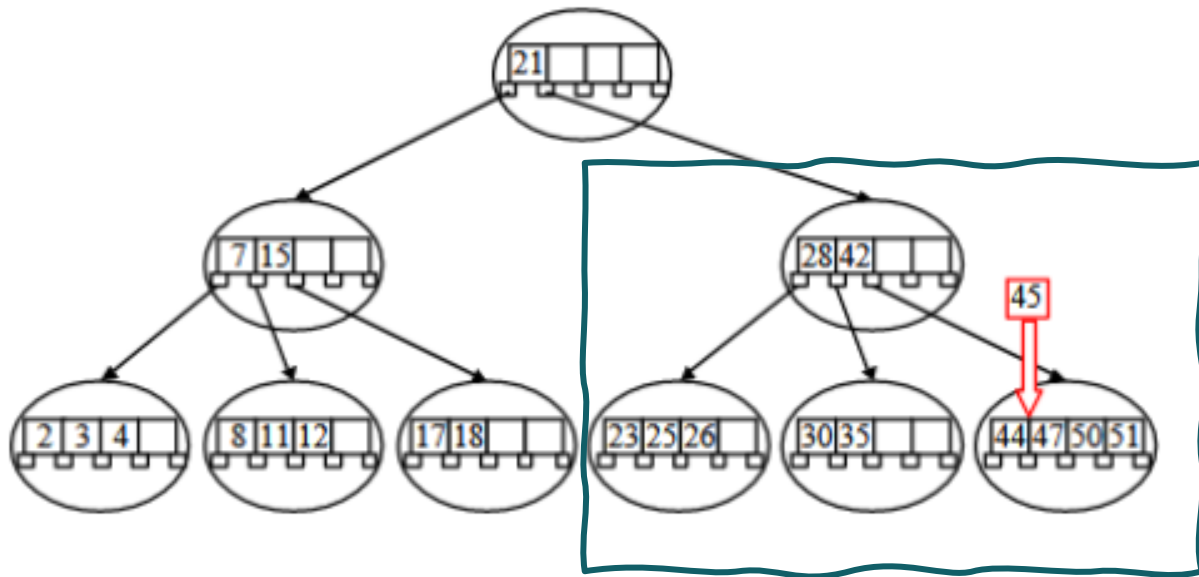
Teilen-Operation bei
vollem Knoten

Fortsetzung bis alle
vollen Knoten geteilt
und Schlüssel
eingefügt sind



Teilen eines Knotens [6]

Einfügen eines Schlüssels in B-Baum:

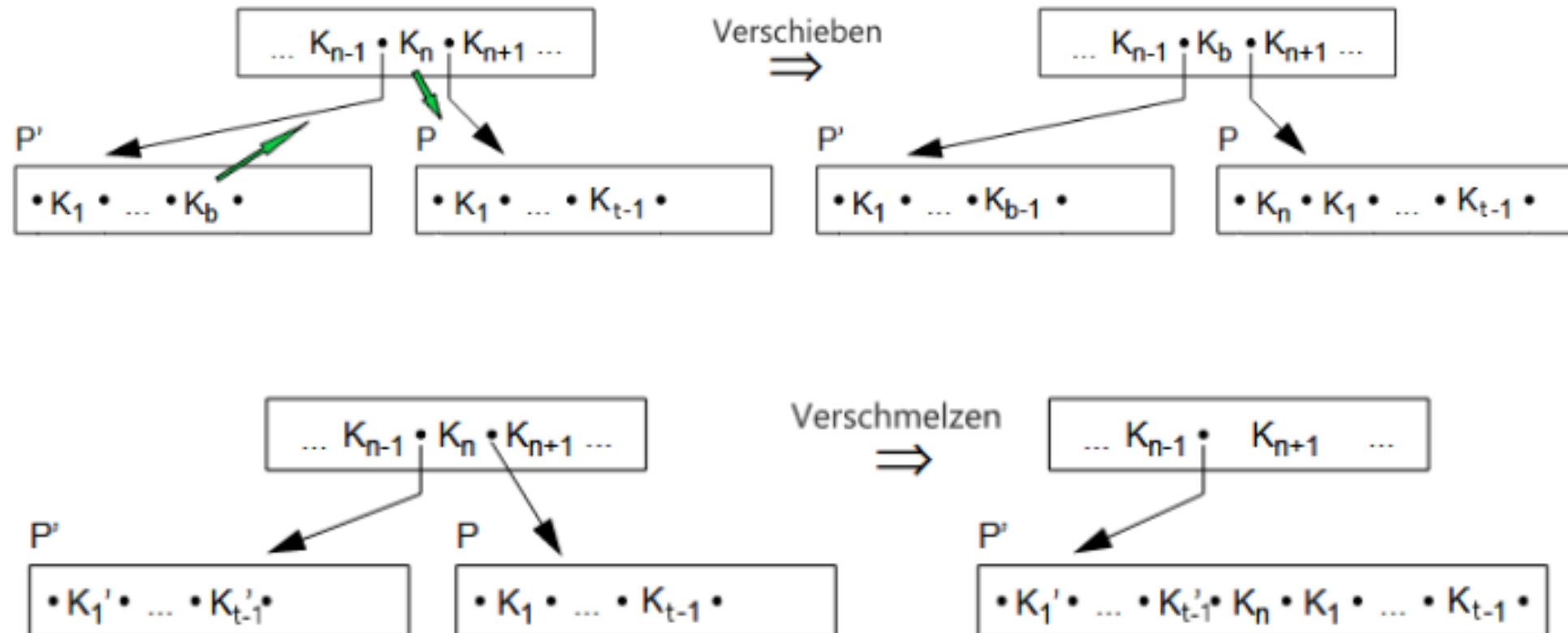


Einfügen von 45 im B-Baum [5].

Knoten mit $t-1$ Schlüsseln:

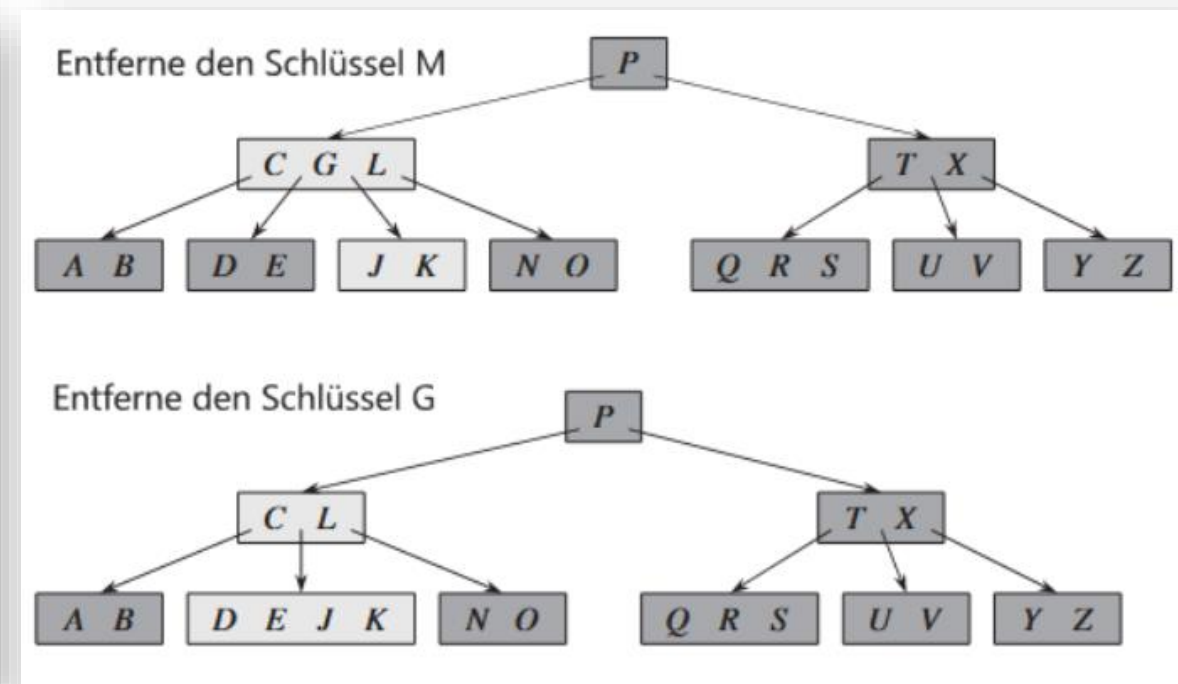
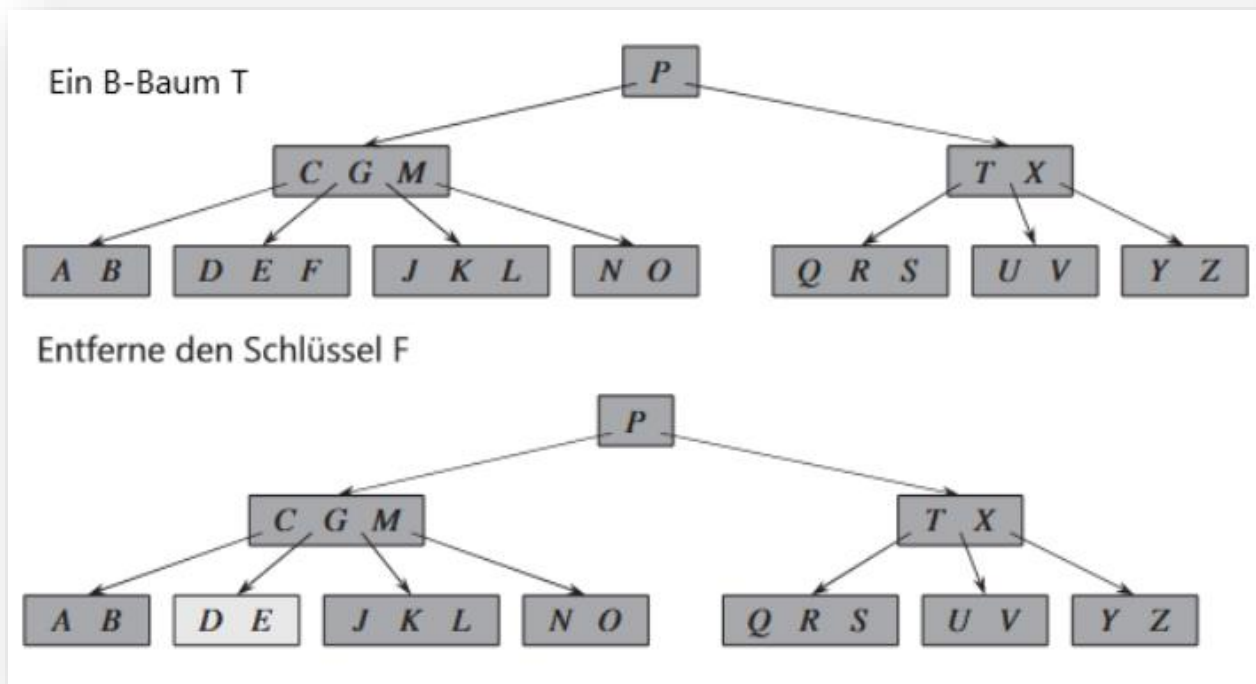
Nachbar mit
mindestens t
Schlüsseln.

Nachbar mit
 $t-1$
Schlüsseln.

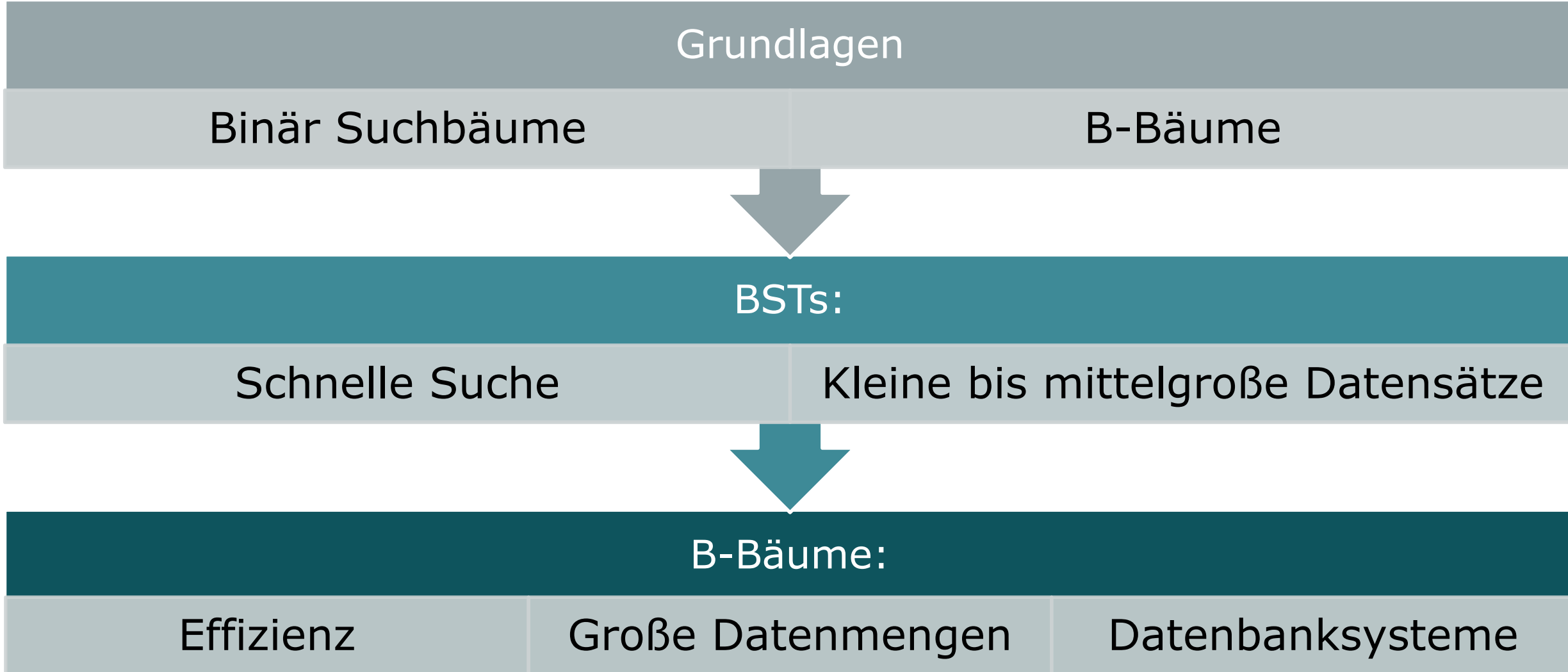


Verschiebung und Verschmelzung [7]

Löschen eines Schlüssels aus einem B-Baum:



Beispiel für das Löschen aus einem Blatt und aus einem inneren Knoten aus einem B-Baum vom Grad 3 [4].



- [1] Kalicharan, Noel: Advanced Topics in Java: Core Concepts in DataStructures. Apress, 2014.
- [2]. Kotrajaras, Vishnu: First Book for Data Structures & Algorithms in Java. Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn, 2018.
- [3]. Lafore, Robert, Alan Broder und John Canning: Data Structures & Algorithms in Python. Addison-Wesley Professional, 2022.
- [4]. Cormen, Thomas H, Charles E Leiserson, Ronald L Rivest und Clifford Stein: Introduction to algorithms. MIT press, 2022.
- [5]. Moritz, Theile: Theile, Moritz: B-Bäume. Betreuer: Prof. Dr. D.Kossmann, Vorlesungsskript, Ludwig-Maximilians- Universität München,2001. <http://wwwbayer.in.tum.de/lehre/WS2001/HSEM-bayer/BTreesAusarbeitung.pdf>.
- [6]. Mehta, Dinesh P und Sartaj Sahni: Handbook of data structures and applications. Chapman and Hall/CRC, 2004.
- [7]. Ungleichungen, Dann gelten folgende: 1 m-Wege-Suchbäume.