

Knoten löschen in einem binären Baum

Wir sehen uns im Papier **Alg-BinBaumBoje.pdf** die S. 2 an (ein `LongSpeicher50`-Objekt mit 11 Knoten) und gleichzeitig im Papier **Alg-Projekte.odt** den vorgegebenen Teil der Klasse `LongSpeicher51`.

Aufgabe-01: In der `BinBaumBoje` gibt es viele Variablen namens `lub` und `rub`. Von welchem Typ sind diese Variablen?

Die folgenden Fragen beziehen sich alle auf die *unveränderte* `BinBaumBoje` (jede Löschung soll auf den "vollen-11-Knoten-Baum" angewendet werden, und *nicht* auf eine durch vorausgehende Löschungen *verkleinerte* `BinBaumBoje`). "**Der Knoten 35**" soll heißen: "**Der Knoten mit data gleich 35**".

Von den beiden Reihungen namens `lub` und `rub`, die an jedem Knoten `k` hängen, sagen wir (wie allgemein üblich), dass sie sich "**im Knoten k**" befinden, obwohl sie genau genommen *außerhalb* des Knotenobjekts hängen.

Aufgabe-02: Welcher Wert muss in der `BinBaumBoje` durch welchen Wert ersetzt werden, um die folgenden Knoten zu löschen?

Zu löschender Knoten	In welchem Knoten muss was durch was ersetzt werden?
11	Im Knoten 18 muss [<code><300></code>] durch [<code><110></code>] ersetzt werden.
23	
68	
35	
27	

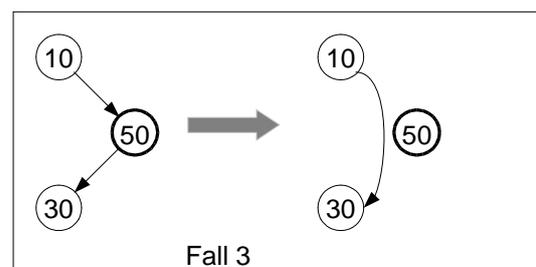
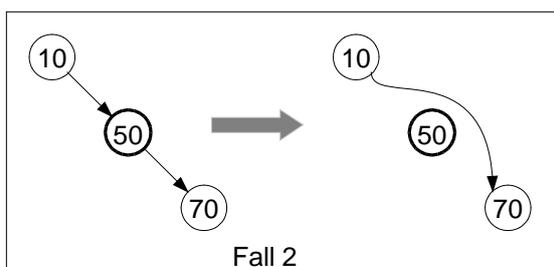
Beim Löschen von Knoten gibt es **vier verschiedene Fälle**. Davon ist einer *ganz einfach*, zwei weitere sind *einfach*, und nur der vierte Fall ist ein bisschen *komplizierter*.

In den folgenden Beispielen soll immer **der Knoten mit dem Schlüssel 50** gelöscht werden.

Fall 1: Beide Unterbäume des zu löschenden Knotens sind *leer* (ganz einfach, kann wahlweise wie Fall 2 oder wie Fall 3 behandelt werden).

Fall 2: Der *linke* Unterbaum des zu löschenden Knotens ist leer

Fall 3: Der *rechte* Unterbaum des zu löschenden Knotens ist leer



Fall 4: Beide Unterbäume des zu löschenden Knotens sind nicht-leer

Im Papier **Alg-BinBaumBoje.pdf**:

Aufgabe-03: Welche Knoten gehören beim Löschen zu welchem Fall?

Welche Knoten haben 2 leere Unterbäume (und gehören somit zum Fall 1)?

Welche Knoten haben einen leeren linken Unterbaum (und gehören somit zum Fall 2)?

Welche Knoten haben einen leeren rechten Unterbaum (und gehören somit zum Fall 3)?

Welche Knoten haben 2 nicht-leere Unterbäume (und gehören somit zum Fall 4)?

Fall 1:

Beispiel: Um den Knoten **23** zu löschen

brauchen wir eine Knoten[]-Variable `kr` mit dem Wert [<310>].

Dann hat die Knoten-Variable `kr[0]` den Wert [<320>].

Den müssen wir durch den Wert [<110>] ersetzen.

Aufgabe-04: Beschreiben Sie ganz entsprechend was wir brauchen und tun müssen, um den Knoten **69** zu löschen.

Im Papier **Alg-BinBaumBoje.pdf**

Fall 2 oder 3:

Beispiel: Um den Knoten **35** zu löschen

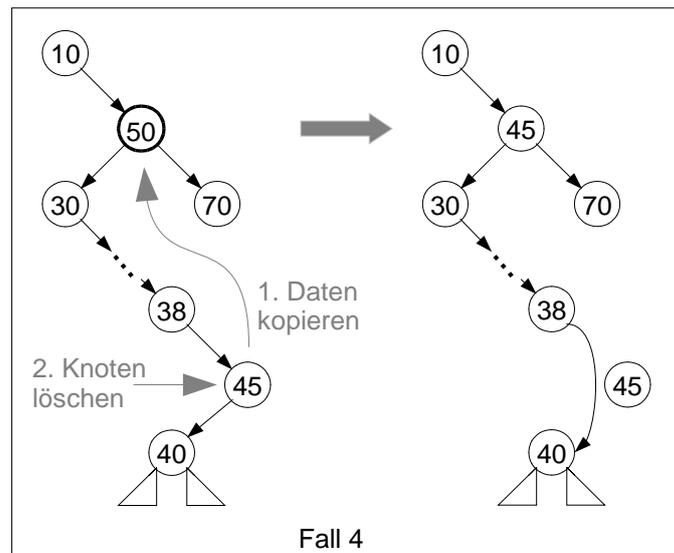
brauchen wir eine Knoten[]-Variable `kr` mit dem Wert [<230>].

Dann hat die Knoten-Variable `kr[0]` den Wert [<240>].

Den müssen wir durch den Wert [<340>] ersetzen.

Aufgabe-05: Beschreiben Sie ganz entsprechend was wir brauchen und tun müssen, um den Knoten **68** zu löschen.

Fall 4: Beide Unterbäume des zu löschenden Knotens L (mit Schlüssel 50) sind *nicht leer*



Schritt 4.1.: Wir gehen zum *linken Unterbaum* von L (der beginnt hier mit 30)

Schritt 4.2.: In diesem Unterbaum suchen wir den Knoten MAX mit dem *größten Schlüssel* (hier: 45)
Der rechte Unterbaum von MAX ist sicherlich *leer* (sonst würden darin ja Schlüssel stehen, die größer sind als der Schlüssel von MAX. Aber dann wäre MAX nicht MAX).

Schritt 4.3.: Wir kopieren die Daten aus MAX in den Knoten L (in der Graphik: 45 → 50)

Schritt 4.4.: Wir löschen den Knoten MAX (in der Graphik: den Knoten mit Schlüssel 45)

Anmerkung: Das Löschen von MAX ist ein **Fall 3** oder ein **Fall 1**, also einfach oder ganz einfach.

Im Papier **Alg-BinBaumBoje.pdf**

Fall 4:

Was müssen wir machen, um den Knoten **27** zu löschen?

1. Den `long`-Wert 23 (den größten Wert im linken Unterbaum des Knoten 27) in den Knoten 27 kopieren (d.h. 23 durch 27 ersetzen).
2. Den Knoten 23 löschen (`[<320 >]` durch `[<110 >]` ersetzen)

Aufgabe-06: Beschreiben Sie ganz entsprechend:

Was müssen wir machen, um den Knoten 45 zu löschen?

Schreiben Sie jetzt (für das **Projekt 5**, `LongSpeier50`, die Methode `loesche`)

Tip 1: Den Fall 1 brauchen wir nicht separat zu behandeln, sondern können ihn als Fall 2 oder Fall 3 behandeln lassen.

Tip 2: In Rumpf von `loesche` sollten wir (wie fast immer) den *einfachsten Fall* zuerst behandeln.

Aufgabe-07: Wann liegt beim Löschen eines `long`-Werte `n` der einfachste Fall vor?