

Einfügen von Zahlen in einen leeren, binären Suchbaum: 20, 10, 30, 25, 1, 15, 50

Asymptotische Komplexität für Such-Operationen ?

Welche Traversierung liefert die eingefügten Zahlen in aufsteigender Reihenfolge?

Fügen Sie die Zahlen in aufsteigender Reihenfolge in einen leeren, binären Suchbaum ein:

Asymptotische Komplexität für Such-Operationen ?

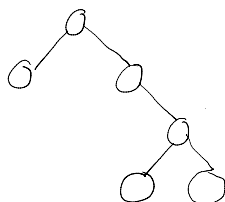
## AVL Bäume

Selbstaushgleichend

**Balance** eines Knotens: Höhe des rechten Teilbaums - Höhe des linken Teilbaums

Erlaubte Werte: -1, 0, 1 (Höhen dürfen sich maximal um 1 unterscheiden)

Balance



Wichtig: Operation (Einfügen / Löschen) durchführen und dann Balance-Faktoren der Knoten bis zum Wurzel-Element prüfen.

Bei ungültigem Wert (2, -2) jeweils den Balance-Faktor des Kind-Knotens der Seite mit "Überhang" prüfen, ob es sich nicht um ein "gegensätzliches Vorzeichen" handelt.

### Einfache Rotationen

Vorzeichen von Parent und "Überhang-Seite" **nicht gegensätzlich**

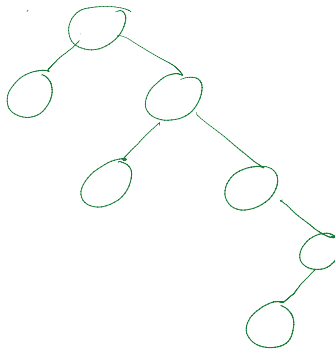
Rechts-Rotation bei:

10, 5, 1

Links-Rotation bei:

10, 15, 20

Übung: Beschriften der Balance-Faktoren  
(müssen nicht im AVL Wertebereich liegen)



Vorzeigen: Beispiel: Wachsender Baum: Einfügen der Zahlen: 20, 50, 80, 10, 5, 90, 100

Übung: Einfügen und wenn nötig rotieren. Geben Sie die Rotation an.  
Zahlenfolge: 20, 10, 5, 18, 15, 6, 7

"Knobelaufgabe" für Fortgeschrittene  
(nächstes Thema):  
20, 30, 10, 5, 13, 1

Einfache Rotation mit Überläufer: 20, 30, 10, 5, 13, 1

Übung: Einfügen, rotieren und Rotation angeben.  
Zahlen: 50, 20, 80, 30, 10, 1, 90, 100, 110

"Knobel-Aufgabe": Einfügen der Zahlen: 20, 15, 17

## Doppel-Rotationen

Notwendig, wenn Vorzeichen **gegensätzlich** (Parent und "Überhang-Seite")

Versuch: Rotieren wie bisher bekannt.  
Zahlen: 20, 15, 17

Links-Rechts Rotation bei:  
20, 15, 17

Rechts-Links Rotation bei:  
20, 30, 25

Übung: Einfügen, rotieren und Rotation angeben.  
Zahlen: 20, 50, 30, 25, 28, 29

## Löschen von Knoten

Vorgehensweise: Knoten suchen, entfernen und Balance gegen oben prüfen.  
**ACHTUNG: Bis zur Wurzel (auch nach Rotation), Baum kann an mehreren Stellen rotieren.**

- 3 Situationen:
- Blattknoten
  - Knoten mit 1 Nachfolger
  - Knoten mit 2 Nachfolgern

