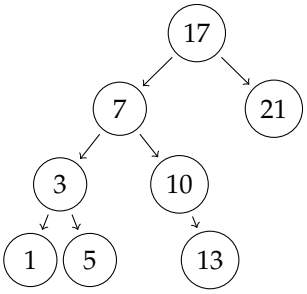
Frühjahr 2014 (46115) - Thema 2 Aufgabe 3

(a) Fügen Sie die Zahlen 17, 7, 21, 3, 10, 13, 1, 5 nacheinander in der vorgegebenen Reihenfolge in einen binären Suchbaum ein und zeichnen Sie das Ergebnis!



(b) Implementieren Sie in einer objektorientierten Programmiersprache eine rekursiv festgelegte Datenstruktur, deren Gestaltung sich an folgender Definition eines binären Baumes orientiert!

Ein binärer Baum ist entweder ein leerer Baum oder besteht aus einem Wurzelelement, das einen binären Baum als linken und einen als rechten Teilbaum besitzt. Bei dieser Teilaufgabe können Sie auf die Implementierung von Methoden (außer ggf. notwendigen Konstruktoren) verzichten!

Klasse Knoten

```
class Knoten {
  public int wert;
  public Knoten links;
  public Knoten rechts;
  public Knoten elternKnoten;

  Knoten(int wert) {
    this.wert = wert;
    links = null;
    rechts = null;
    elternKnoten = null;
  }

  public Knoten findeMiniumRechterTeilbaum() {
  }

  public void anhängen (Knoten knoten) {
  }
}
```

```
public class BinärerSuchbaum {
  public Knoten wurzel;

  BinärerSuchbaum(Knoten wurzel) {
    this.wurzel = wurzel;
  }

  BinärerSuchbaum() {
```

```
9       this.wurzel = null;
10    }
11
12    public void einfügen(Knoten knoten) {
13    }
14
15    public void einfügen(Knoten knoten, Knoten elternKnoten) {
16    }
17
18    public Knoten suchen(int wert) {
19    }
20
21    public Knoten suchen(int wert, Knoten knoten) {
22    }
23
24  }
```

(c) Beschreiben Sie durch Implementierung in einer gängigen objektorientierten Programmiersprache, wie bei Verwendung der obigen Datenstruktur die Methode `loescheKnoten(w)` gestaltet sein muss, mit der der Knoten mit dem Eintrag `w` aus dem Baum entfernt werden kann, ohne die Suchbaumeigenschaft zu verletzen!

```
64    public void loescheKnoten(int w) {
65      Knoten knoten = suchen(w);
66      if (knoten == null) return;
67      // Der Knoten hat keine Teilbäume.
68      if (knoten.links == null && knoten.rechts == null) {
69        if (w < knoten.elternKnoten.wert) {
70          knoten.elternKnoten.links = null;
71        } else {
72          knoten.elternKnoten.rechts = null;
73        }
74      }
75
76      // Der Knoten besitzt einen Teilbaum.
77      // links
78      else if (knoten.links != null && knoten.rechts == null) {
79        knoten.elternKnoten.anhängen(knoten.links);
80      }
81      // rechts
82      else if (knoten.links == null) {
83        knoten.elternKnoten.anhängen(knoten.rechts);
84      }
85
86      // Der Knoten besitzt zwei Teilbäume.
87      else {
88        Knoten minimumKnoten = knoten.findeMiniumRechterTeilbaum();
89        minimumKnoten.links = knoten.links;
90        minimumKnoten.rechts = knoten.rechts;
91        knoten.elternKnoten.anhängen(minimumKnoten);
92      }
93    }
```

Klasse „BinärerSuchbaum“

```
1  package org.bschlangaul.examen.examen_46115.jahr_2014.fruehjahr.suchbaum;
```

```
2
3  public class BinaererSuchbaum {
4    public Knoten wurzel;
5
6    BinaererSuchbaum(Knoten wurzel) {
7      this.wurzel = wurzel;
8    }
9
10   BinaererSuchbaum() {
11     this.wurzel = null;
12   }
13
14   public void einfügen(Knoten knoten) {
15     if (wurzel != null) {
16       einfügen(knoten, wurzel);
17     } else {
18       wurzel = knoten;
19       knoten.elternKnoten = wurzel;
20     }
21   }
22
23   public void einfügen(int wert) {
24     einfügen(new Knoten(wert));
25   }
26
27   public void einfügen(Knoten knoten, Knoten elternKnoten) {
28     if (knoten.wert <= elternKnoten.wert) {
29       if (elternKnoten.links != null) {
30         einfügen(knoten, elternKnoten.links);
31       } else {
32         elternKnoten.links = knoten;
33         knoten.elternKnoten = elternKnoten;
34       }
35     } else {
36       if (elternKnoten.rechts != null) {
37         einfügen(knoten, elternKnoten.rechts);
38       } else {
39         elternKnoten.rechts = knoten;
40         knoten.elternKnoten = elternKnoten;
41       }
42     }
43   }
44
45   public Knoten suchen(int wert) {
46     if (wurzel == null || wurzel.wert == wert) {
47       return wurzel;
48     } else {
49       return suchen(wert, wurzel);
50     }
51   }
52
53   public Knoten suchen(int wert, Knoten knoten) {
54     if (knoten.wert == wert) {
55       return knoten;
56     } else if (wert < knoten.wert && knoten.links != null) {
57       return suchen(wert, knoten.links);
58     } else if (wert > knoten.wert && knoten.rechts != null) {
59       return suchen(wert, knoten.rechts);
60     }
61     return null;
62   }
```

```
63
64    public void loescheKnoten(int w) {
65      Knoten knoten = suchen(w);
66      if (knoten == null) return;
67      // Der Knoten hat keine Teilbäume.
68      if (knoten.links == null && knoten.rechts == null) {
69        if (w < knoten.elternKnoten.wert) {
70          knoten.elternKnoten.links = null;
71        } else {
72          knoten.elternKnoten.rechts = null;
73        }
74      }
75
76      // Der Knoten besitzt einen Teilbaum.
77      // links
78      else if (knoten.links != null && knoten.rechts == null) {
79        knoten.elternKnoten.anhängen(knoten.links);
80      }
81      // rechts
82      else if (knoten.links == null) {
83        knoten.elternKnoten.anhängen(knoten.rechts);
84      }
85
86      // Der Knoten besitzt zwei Teilbäume.
87      else {
88        Knoten minimumKnoten = knoten.findeMiniumRechterTeilbaum();
89        minimumKnoten.links = knoten.links;
90        minimumKnoten.rechts = knoten.rechts;
91        knoten.elternKnoten.anhängen(minimumKnoten);
92      }
93    }
94
95    // Der Baum aus dem Foliensatz
96    public BinaererSuchbaum erzeugeTestBaum() {
97      BinaererSuchbaum binärerSuchbaum = new BinaererSuchbaum();
98      binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(7));
99      binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(3));
100     binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(11));
101     binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(2));
102     binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(6));
103     binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(9));
104     binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(1));
105     binärerSuchbaum.einfügen(new Knoten(5));
106     return binärerSuchbaum;
107   }
108
109   public void ausgebenInOrder() {
110
111   }
112
113   public static void main(String[] args) {
114     BinaererSuchbaum binärerSuchbaum = new BinaererSuchbaum();
115     BinaererSuchbaum testBaum = binärerSuchbaum.erzeugeTestBaum();
116
117     // Teste das Einfügen
118
119     System.out.println(testBaum.wurzel.wert); // 7
120     System.out.println(testBaum.wurzel.links.wert); // 3
121     System.out.println(testBaum.wurzel.links.links.wert); // 2
122     System.out.println(testBaum.wurzel.links.rechts.wert); // 6
123     System.out.println(testBaum.wurzel.rechts.wert); // 11
```

```
124
125     // Teste das Suchen
126
127     System.out.println("Gesucht nach 5 und gefunden: " +
        ↪  testBaum.suchen(5).wert);
128     System.out.println("Gesucht nach 9 und gefunden: " +
        ↪  testBaum.suchen(9).wert);
129     System.out.println("Gesucht nach 7 und gefunden: " +
        ↪  testBaum.suchen(7).wert);
130     System.out.println("Gesucht nach 10 und gefunden: " +
        ↪  testBaum.suchen(10));
131
132     // Teste das Löschen
133
134     // Der Knoten hat keine Teilbäume.
135     System.out.println("Noch nicht gelöschter Knoten 9: " +
        ↪  testBaum.suchen(9).wert);
136     testBaum.loescheKnoten(9);
137     System.out.println("Gelöschter Knoten 9: " + testBaum.suchen(9));
138
139     // Der Knoten hat einen Teilbaum.
140     // fristen Testbaum erzeugen.
141     testBaum = binärerSuchbaum.erzeugeTestBaum();
142     Knoten elternKnoten = testBaum.suchen(3);
143     System.out.println("Rechts Kind von 3 vor dem Löschen: " +
        ↪  elternKnoten.rechts.wert);
144     testBaum.loescheKnoten(6);
145     System.out.println("Rechts Kind von 3 nach dem Löschen: " +
        ↪  elternKnoten.rechts.wert);
146
147     // Der Knoten hat zwei Teilbäume.
148     // fristen Testbaum erzeugen.
149     testBaum = binärerSuchbaum.erzeugeTestBaum();
150     Knoten wurzel = testBaum.wurzel;
151     System.out.println("Linkes Kind der Wurzel vor dem Löschen: " +
        ↪  wurzel.links.wert); // 5
152     testBaum.loescheKnoten(3);
153     System.out.println("Linkes Kind der Wurzel nach dem Löschen: " +
        ↪  wurzel.links.wert); // 3
154   }
155 }
```

Klasse „Knoten“

```
1  package org.bschlangaul.examen.examen_46115.jahr_2014.fruehjahr.suchbaum;
2
3  class Knoten {
4    public int wert;
5    public Knoten links;
6    public Knoten rechts;
7    public Knoten elternKnoten;
8
9    Knoten(int wert) {
10     this.wert = wert;
11     links = null;
12     rechts = null;
13     elternKnoten = null;
14   }
15
```

```
16    public Knoten findeMiniumRechterTeilbaum() {
17      if (rechts != null) {
18        Knoten minimumKonten = rechts;
19        while (minimumKonten.links != null) {
20          minimumKonten = minimumKonten.links;
21        }
22        return minimumKonten;
23      }
24      return null;
25    }
26
27    public void anhängen (Knoten knoten) {
28      if (knoten.wert < wert) {
29        links = knoten;
30      } else {
31        rechts = knoten;
32      }
33    }
34  }
```