

**Präsenzaufgabe 2.1**

Implementieren Sie eine rekursive Prozedur, die für einen durch die Arrays `Leftchild` und `Rightchild` gegebenen Binärbaum für jeden Knoten seinen *Index* und die *Anzahl seiner Nachfahren* ausgibt.

**Präsenzaufgabe 2.2**

Sortieren Sie folgende Tupel mit Hilfe von Lexicographic Sort:

$(3, 3, 4, 3), (1, 1, 0, 0), (1, 0, 2, 4), (4, 4, 3, 4), (3, 2, 4, 3), (2, 2, 0, 4)$ .

Geben Sie den Inhalt von `QUEUE` nach jedem Durchlauf der äußeren Schleife an.

**Präsenzaufgabe 2.3**

Wir betrachten eine Variante des bekannten Denkspiels *Die Türme von Hanoi*.

Bei diesem Spiel sind drei im Uhrzeigersinn angeordnete Stapel  $A, B, C$  und  $n$  Scheiben gegeben. Für zwei Scheiben  $s_i, s_j$  gelte entweder „ $s_i$  ist kleiner als  $s_j$ “ oder „ $s_j$  ist kleiner als  $s_i$ “. Zu Beginn mögen alle Scheiben nach Größe geordnet auf Stapel  $A$  liegen, die kleinste Scheibe sei Kopf des Stapels. Die Stapel  $B$  und  $C$  sind leer. Einziger erlaubter Spielzug ist das Entfernen genau einer Scheibe am Kopf eines Stapels  $x \in \{A, B, C\}$  mit anschließendem Einfügen am Kopf eines Stapels  $y \in \{A, B, C\}$ . Dabei darf eine Scheibe stets nur auf einer größeren oder gar keiner Scheibe zum Liegen kommen. **Außerdem darf eine Scheibe nur von  $A$  nach  $B$ , von  $B$  nach  $C$  oder von  $C$  nach  $A$  gezogen werden.** Ziel des Spiels ist es, alle Scheiben von Stapel  $A$  nach Stapel  $C$  umzuschichten.

- a) Geben Sie eine Folge  $(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)$  mit  $x_i, y_i \in \{A, B, C\}$  von Spielzügen an, die das Denkspiel für  $n = 2$  Scheiben löst.

*Beispiel:* Das Entfernen der Scheibe am Kopf des Stapels  $A$  und anschließendem Einfügen am Kopf des Stapels  $B$  wird durch  $(A, B)$  modelliert.

- b) Schreiben Sie zwei Prozeduren  $\text{UHR}(n, x, y, z)$  und  $\text{GEGENUHR}(n, x, y, z)$ , die  $n$  Scheiben von Stapel  $x$  auf Stapel  $y$  umschichten und dabei Stapel  $z$  für Zwischenschritte verwenden dürfen. Dabei sind  $x, y, z$  bei einem Aufruf von  $\text{UHR}$  im Uhrzeigersinn angeordnet, und bei einem Aufruf von  $\text{GEGENUHR}$  gegen den Uhrzeigersinn. Sie dürfen dazu eine bereits vordefinierte Prozedur  $\text{ZUG}(x, y)$  verwenden, die genau einen Spielzug durchführt.

*Beispiel:* Das Entfernen der Scheibe am Kopf des Stapels  $A$  und anschließendem Einfügen am Kopf des Stapels  $B$  wird durch  $\text{ZUG}(A, B)$  modelliert.

- c) Mit welchem Aufruf lässt sich das Spiel lösen?