

---

### Aufgabe 3.8 (🔊WOERTERBUCHPROFESSIONAL)

#### Lernziele

- ⇒ Abstraktion
- ⇒ Inordnungs-Traversierung
- ⇒ Breitentraversierung
- ⇒ Rekursion

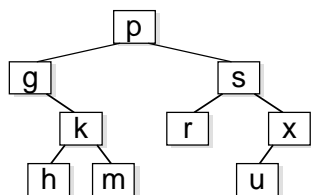
#### Wiederholungsfragen

1. Welche Aussage ist *richtig*?

- a) Die Breitentraversierung kann nur auf sortierte Binärbäume angewendet werden.
- b) Die Inordnungs-Traversierung kann nur auf sortierte Binärbäume angewendet werden.
- c) Alle vier Traversierungsverfahren können auf unsortierte Binärbäume angewendet werden.
- d) Alle vier Traversierungsverfahren können auf beliebige Bäume angewendet werden.

2. Betrachten Sie Bild 35e. Mit welchem Traversierungsverfahren wurden die folgenden Listen ausgegeben?

- a) g, h, k, m, p, r, s, u, x
- b) h, m, k, g, r, u, x, s, p
- c) p, g, s, k, r, x, h, m, u
- d) p, g, k, h, m, s, r, x, u



**Bild 35e:** Beispiele eines sortierten Binärbaumes

---

3. Betrachten Sie den Entwurfscod in Bild 45. Welche Funktion hat der Algorithmus bei einem sortierten Binärbaum?

- a) Der Algorithmus gibt das erste Element zurück.
- b) Der Algorithmus gibt das letzte Element zurück.
- c) Der Algorithmus gibt immer 'Nothing' zurück.
- d) Der Algorithmus gerät in eine Endlosschleife.

```
FALLS Baum NICHT leer
  setze Knoten = Wurzel
  SOLANGE Knoten ein rechtes Kind hat
    setze Knoten = rechtes Kind
  gib Knoten zurück
SONST
  gib Nothing zurück
```

**Bild 45:** Algorithmus zu Wiederholungsfrage 3

### Verständnisfragen

*Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Aufgaben Papier und Bleistift, und diskutieren Sie Ihre Lösungen mit Ihrem Nachbarn oder Ihrer Nachbarin. Es gibt meist keine eindeutige Antworten.*

1. Die erste Übungsaufgabe hatte einfache Turtlegrafik-Befehle in einem Code-Modul implementiert und zur Verfügung gestellt. Welche Vorteile hätte man, wenn man anstelle des Code-Moduls ein Klassenmodul verwenden würde?
2. Sie sollen eine Anwendung entwickeln, welche die Leistungen aller Studierenden einer Fakultät verwaltet. Welche der drei Datenstrukturen wählen Sie für folgende Daten? (Begründen Sie Ihre Antworten.)
  - a) Alle Studierenden und ihre persönliche Daten wie Name und Adresse
  - b) Alle zulässigen Noten (nur ganze und halbe Noten)
  - c) Alle Wahlfächer
  - d) Die Leistungen eines Studenten oder einer Studentin
  - i) Datenfeld fester Grösse
  - ii) verkettete Liste
  - iii) sortierter Binärbaum

- e) Alle Dozierenden
- f) Alle Veranstaltungen, in denen Kreditpunkte erworben werden können
- g) Alle Veranstaltungstypen (z.B. Vorlesung, Seminar oder Lizarbeit)

3. Angenommen, Sie sollen ein Zeichenprogramm entwickeln, das einfach zu bedienen ist. Sie kommen zum Schluss, dass es für die Benutzer wohl am einfachsten ist, wenn sie mit ihren gewohnten Werkzeugen wie Papier und Bleistift arbeiten können. Sie entschliessen sich deshalb für einen objekt-orientierten Ansatz.

Sie identifizieren drei Gruppen von Werkzeugen:

- i) Gegenstände, auf die gezeichnet wird (z.B. Papier).
- ii) Werkzeuge, mit denen gezeichnet wird (z.B. Bleistift).
- iii) Werkzeuge, die eine Form beschreiben (z.B. Kreisschablone).

Der folgende Entwurfscode illustriert an einem Beispiel, wie Sie gedenken, mit den Objekten dieser drei Gruppen zu arbeiten.

Nimm oder erstelle roten Bleistift der Dicke 3.

Nimm oder erstelle Kreisschablone mit Mittelpunkt 50/60 und Radius 30.

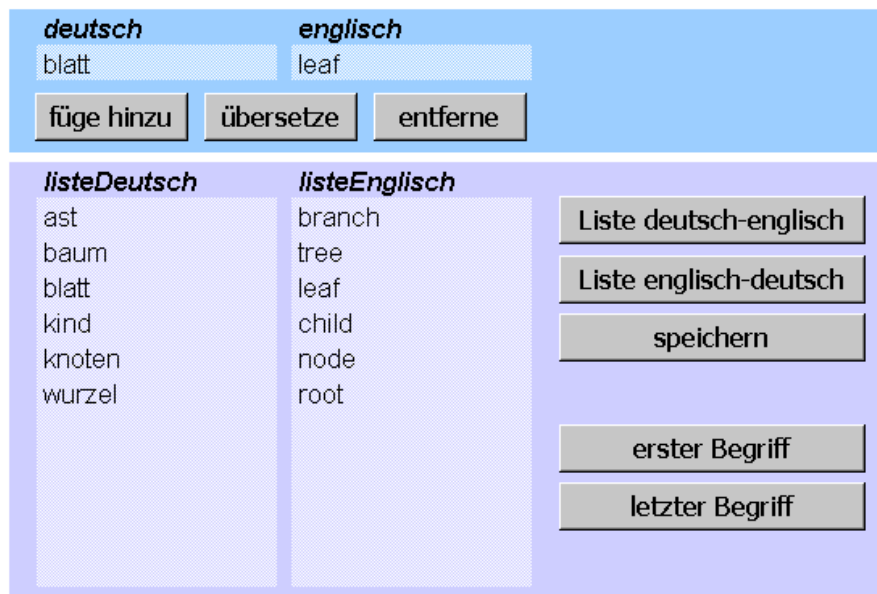
Nimm oder erstelle weisses Papier im Format A4 quer.

Zeichne auf Papier mit Kreisschablone und Bleistift.

- a) Nennen Sie für jede Werkzeuggruppe reale Gegenstände, von denen Sie abstrahieren können. Nennen Sie weitere Gegenstände, die Sie im Programm abbilden könnten, die aber in keine der drei Gruppen passen.
- b) Nennen Sie Eigenschaften dieser Gegenstände, die Ihr Programm implementieren muss. Nennen Sie Attribute der Gegenstände, die Ihr Programm ignorieren kann.
- c) Nennen Sie die Klassenmodule, die Sie benötigen, um ihre Gegenstände im Programm abzubilden. Aus welchen Klassen kann man die im Entwurfscode verwendeten Objekte erstellen?
- d) Welche Eigenschaften implementieren Sie als öffentliche Variablen, bei welchen verwenden Sie Property-Prozeduren? Skizzieren Sie die Implementation jener Eigenschaften, die im Entwurfscode verwendet werden.
- e) Das Zeichnen sei Aufgabe der Objekte der Gruppe i. Die 'zeichnen'-Methode nimmt je ein Objekt der Gruppen ii und iii entgegen und stellt das gewünschte auf dem Bildschirm dar. Notieren Sie den Prozedurkopf der Methode 'zeichnen' in VBA.
- f) Skizzieren Sie die Implementation des obigen Entwurfscodes in VBA.

*Vertiefungsfragen*

Wir bauen unser WoerterbuchStandard-Projekt zu einer ‘Professional’-Version aus. Bild 46 zeigt die erweiterte Benutzerschnittstelle (vgl. Abschnitt 3.3.1). Die folgenden Funktionen sind neu.



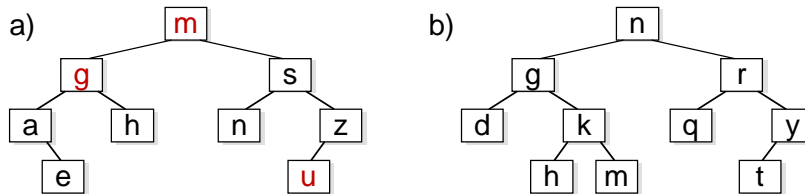
**Bild 46:** Benutzerschnittstelle der Aufgabe 🐹WoerterbuchProfessional

- Liste deutsch-englisch: Listet alle Einträge des Baumes, sortiert nach den (deutschen) Begriffen auf.
- Liste englisch-deutsch: Listet alle Einträge des Baumes, sortiert nach den (englischen) Definitionen auf.
- entferne: Sucht im Baum den Eintrag mit dem angegebenen Begriff und entfernt den Eintrag.
- speichern: Listet die Einträge des Baumes in einer Reihenfolge auf, in der sie später wieder eingelesen werden können, so dass dabei die ursprüngliche Struktur des Baumes wieder entsteht.

Aufgaben:

- a) Öffnen Sie die Mappe [WoerterbuchProfessionalSkelett.xls](#), und machen Sie sich mit ihrem Inhalt vertraut.
- Welche Namen haben die hellblauen und die hellavendelfarbenen Bereiche?
  - Welche Makros sind den Schaltflächen zugeordnet?
  - Die Befehlsschaltflächen ‘füge Hinzu’, ‘übersetze’, ‘erster Begriff’, ‘Liste deutsch-englisch’ und ‘speichern’ funktionieren bereits. Geben Sie einige Begriff/Definitions-Paare ein, und testen Sie die Anwendung soweit. Welche Funktion hat die Schaltfläche ‘erster Begriff’?
  - Geben Sie folgende Begriffs/Definitions-Paare exakt wie unten abgedruckt ein, und lassen Sie sich die deutsch-englische Liste ausgeben.  
*kind/child, Baum/Tree, ast/branch*  
 Weshalb erscheint ‘Baum’ vor ‘ast’?
  - Geben Sie folgende Begriffs/Definitions-Paare exakt wie unten abgedruckt ein, und lassen Sie sich die ‘speichern’-Liste ausgeben.  
*kind/child, wurzel/root, baum/tree*  
 Weshalb erscheint ‘baum’ vor ‘wurzel’?
- b) Bei Klicken der Schaltfläche ‘letzter Begriff’ soll im hellblauen Bereich der letzte Begriff im Wörterbuch und dessen Definition angezeigt werden. Implementieren Sie die Methode OLetzter der Klasse cWörterbuch mit Hilfe der Rekursion.
- Das Makro letzterBegriff\_Klick im Modul Prozeduren ruft die Methode OLetzter der Klasse cWörterbuch auf. OLetzter ruft OLetzterRek auf. Schauen Sie sich die drei Prozeduren an, und machen Sie sich damit vertraut.
  - Welche Knoten muss die Funktion OLetzterRek zurückgeben, wenn man ihr als Argument folgende Teilbäume des Baumes in Bild 47a übergibt:
    - i) m
    - ii) g
    - iii) u
    - iv) einen leeren Baum
  - Formulieren Sie entwurfssprachlich einen Algorithmus für die Funktion OLetzterRek, und testen Sie ihn anhand der obigen Beispiele.
  - Implementieren Sie Ihren Algorithmus in der Prozedur OLetzterRek im Klassenmodul cWörterbuch.
  - Testen Sie Ihre Implementation.

- c) Abschnitt 3.3.2 beschreibt und implementiert die Inordnungs-Traversierung für das Modul cWörterbuch. Geben Sie den in Bild 47b abgebildeten Baum ein, und verfolgen Sie die Arbeitsweise des Algorithmus mit dem Debugger.
- Setzen Sie im Prozedurkopf der Methode ONächster einen Haltepunkt, definieren Sie dann die Überwachungsausdrücke



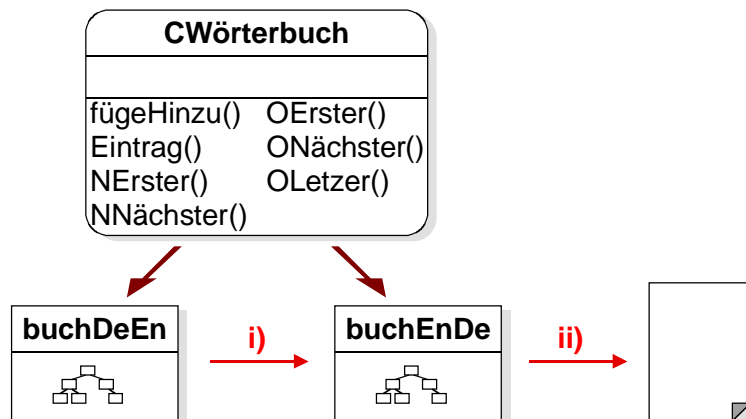
**Bild 47:** Beispiel eines Binärbaumes

Knoten.Begriff,

ONächster.Begriff,

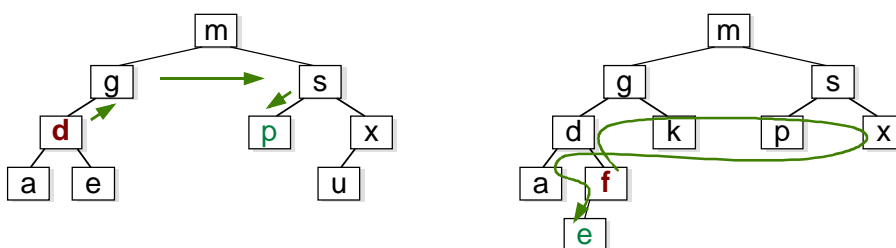
und klicken Sie schliesslich die Schaltfläche 'Liste deutsch-englisch'.

- d) Bei Klicken der Schaltfläche 'Liste englisch-deutsch' soll eine Liste aller Einträge nach den englischen Definitionen sortiert ausgegeben werden. Implementieren Sie diese Funktion. Der Algorithmus arbeitet in zwei Schritten (siehe Bild 48).
- Im ersten Schritt kopiert er die Einträge des Wörterbuches 'Deutsch-Englisch' in ein zweites Wörterbuch 'Englisch-Deutsch', in dem die Begriffs-Paare nach den englischen Wörtern sortiert sind.
  - Im zweiten Schritt gibt er die Einträge des neuen Wörterbuches der Reihe nach aus.
- Formulieren sie die beiden Algorithmen zuerst wieder entwurfssprachlich.
  - Testen Sie die Algorithmen an einem Beispielbaum mit einigen deutsch-/englischen-Begriffspaaren.
  - Implementieren Sie die Algorithmen in der Prozedur listeEnglisch-Deutsch\_Klick im Modul Prozeduren.



**Bild 48:** Algorithmus zur Ausgabe der englischen Definitionen

- e) Abschnitt 3.3.3 beschreibt die Implementierung der Breitentraversierung. Geben Sie den in Bild 44b abgebildeten Baum ein, und verfolgen Sie die Arbeitsweise des Algorithmus mit dem Debugger.
- Setzen Sie im Prozedurkopf der Methode NNächster einen Haltepunkt, definieren Sie dann die Überwachungsausdrücke  
 Knoten.Begriff,  
 Läufer.Begriff und  
 NNächster.Begriff,  
 und klicken Sie schliesslich die Schaltfläche 'speichern'.



**Bild 44:** Knoten ohne rechten Bruder