



### Übungsblatt 3

Verifikation von Programmen

**Abgabe bis: 10.05.2002, 12:00**

**Bonussystem:** (\*) Theorieaufgabe zum Korrigieren, (\*\*) Programmieraufgabe zum Korrigieren

#### **Aufgabe 1:** Korrektheit von Programmen – wahre und falsche Aussagen

Welche der folgenden Aussagen ist richtig und welche falsch?

1. Durch Verifikation von Programmen kann jede Art von Fehlern in einem Programm identifiziert werden.
2. Durch das Zusicherungspaar Vorbedingung und Nachbedingung wird ein Programm spezifiziert.
3. Die partielle Korrektheit sagt aus, dass Teile eines Programms korrekt sind.
4. Die totale Korrektheit sagt aus, dass die Nachbedingung eines Programms erfüllt wird und das Programm terminiert.
5. Ein Programm heißt spezifikationstreu oder total korrekt, wenn es ein  $n$  gibt und zum Zeitpunkt  $z_0$   $P$  gilt und zum Zeitpunkt  $z_n$  die Nachbedingung  $Q$  gilt und das Programm terminiert ist.
6. Das Floyd/Hoare-Kalkül entspricht einer Rückwärtsanalyse.
7. Das wp-Kalkül startet mit der Nachbedingung (Rückwärtsanalyse).
8. Die Schreibweise für das wp-Kalkül lautet: { Vorbedingung} **Programm** { Nachbedingung};  $\text{wp}(\text{Programm}, \text{Nachbedingung}) = \text{Vorbedingung}$ .
9. Es gilt: {  $R$ } **leer** {  $S$ };  $\text{wp}(\text{leer}, S) = R$ .
10. Es gilt:  $\text{wp}(A, Q) \vee \text{wp}(A, R) = \text{wp}(A, Q \vee R)$

#### **\*Aufgabe 2:** Berechnungen mit dem wp-Kalkül (6 Punkte)

Berechnen Sie

1.  $\text{wp}(x=i, x > \frac{6}{2})$
2.  $\text{wp}(x=2*i+6, 3*x > 20)$
3.  $\text{wp}(x=8, \exists x: (x^2 = 49))$
4.  $\text{wp}(\text{if } x > y \text{ then } x := x - y \text{ else } y := y - x; x > 0 \wedge y > 0)$
5.  $\text{wp}(x=y; x < y)$
6.  $\text{wp}(x=25, \forall y: 0 \leq y \leq 7 \rightarrow (y^2 < x))$
7.  $\text{wp}(\text{for}(i=1, p=1; i \leq n; i++) p = p*i; p=n!)$

#### **\*Aufgabe 3:** Programmverifikation (6 Punkte)

Verifizieren Sie das folgende Programm mit der Methode der schwächsten Vorbedingung.

```
class GGT{
    public int ggT(int x, int y) {
        // Vorbedingung: Q: x>0 und y>0
        int a= x;
        int b = y; int res;
        while ( a!=b) {
            if (a>b) {
                a = a-b;
            } else {
                b = b-a;
            }
        }
        res = a;
    }
}
```

```

        return rest;
        // Nachbedingung: res ist der größte gemeinsame Teiler von x
und y.
    }
}

```

Gehen Sie dabei wie folgt vor:

Geben Sie einen prädikatenlogischen Ausdruck R für die Nachbedingung an.

1. Bestimmen Sie die Schleifeninvariante
2. Zeigen Sie, dass gilt:  $Q \rightarrow wp(a=x; \dots; res=a; R)$ . Teilen Sie dazu das Programm in drei Abschnitte und überlegen Sie, welche Vor- und Nachbedingungen für diese Abschnitte gelten:
  - a. Der Programmteil vor der Schleife
  - b. Die Schleife
  - c. Der Programmteil nach der Schleife
3. Wurde mit diesem Beweis die komplette oder die partielle Korrektheit des Programms verifiziert? Begründen Sie Ihre Antwort.

**\*\*Aufgabe 4: Ereignis in Java (3 Punkte)**

Ergänzen Sie das unvollständige Java Programm um folgende Funktionalität:

- das durch das Drücken des “Bitte drücken”-Knopfes ausgelöste Ereignis soll erkannt werden und zu einer Erhöhung des Zählers counter um 1 führen.
- durch das Drücken des Popup-Menüs “Quit” soll das Programm beendet werden.

```

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;

public class HalloWeltMenu extends Frame {
    private Button knopf;
    private Label label;
    private int counter = 0; // wie oft wurde Knopf gedreuckt

    public HalloWeltMenu() {

        setTitle("Hallo Welt Fenster");

        Menu m = new Menu("File");
        m.add(new MenuItem("Quit"));
        MenuBar mb = new MenuBar();
        mb.add(m);
        setMenuBar(mb);
        knopf = new Button("bitte druecken");
        label = new Label(""+counter, Label.CENTER);
        setLayout (new FlowLayout());
        add(label);
        add(knopf);
        setSize(400, 400);
        setVisible(true);

        // Ergaenzen Sie die Funktion des Knopfs "bitte drücken"
        // in dem Sie ActionEvents abhoeren und darauf reagieren
    }

    // Ergänzen Sie Funktion des Popup-Menüs "Quit" zum
    // beenden des Programms

    public void paint(Graphics g)
    {
        g.setFont(new Font("Serif",Font.PLAIN,18));
        g.drawString("Zum Beenden bitte Quit drücken . . . . .",100,100);
    }

    public static void main(String[] args){
        Frame f = new HalloWeltMenu();
        f.show();
    }
}

```