

4. Übungsblatt

Ausgabe: 28.05.20**Abgabe:** 02.06.20

Dieses Übungsblatt ist ein PDF-Formular. Bitte in einem PDF-Viewer Ihrer Wahl ausfüllen, abspeichern, und an die Veranstalter mailen.

Gruppe: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:

4.1 Produkte

Sie haben folgendes C0-Programm gefunden:

```
1 /* This program computes the product */
2 // (PRE)
3 x= 0;
4 c= 0;
5 while (c <= n) {
6     x= x+ m;
7     c= c+1;
8 }
9 // (POST)
```

Angeblich soll es das Produkt berechnen.

(i) Welches Produkt wird berechnet? Geben Sie eine formale Spezifikation mit Vor- und Nachbedingung an:

PRE =

POST =

(ii) Leider ist das Programm fehlerhaft. Geben Sie die Zeilennummer des Fehlers und die korrigierte Zeile an:

- (iii) Geben Sie eine Schleifeninvariante an, und beweisen Sie jetzt die Korrektheit des korrigierten, nun (hoffentlich) korrekten Programmes mit dem Floyd-Hoare-Kalkül.

4.2 *Bessere Produkte*

Ihr Kollege sagt, folgendes Program sei wesentlich effizienter:

```
1 /* Binary multiplication of n and m */
2 // (M = m ∧ N = n ∧ n > 0)
3 x= 0;
4 while (n != 0) {
5     x= x+m*(n % 2);
6     m= 2* m;
7     n= n/ 2;
8 }
9 // (POST)
```

Als ad-hoc-Erweiterung unserer Sprache benutzt das Programm den Modulo-Operator (%) in C, der den Rest bei der Division berechnet. Die mathematische Notation dafür ist $x \bmod y$.

- (i) Geben Sie die Nachbedingung an.

POST =

- (ii) Finden Sie eine Invariante, und beweisen Sie die Korrektheit des Programmes.

Hinweise:

- Beachten Sie, dass `/` die *ganzzahlige Division* berechnet (geschrieben \div). Es ist im Allgemeinen *nicht* das Inverse zur Multiplikation (d.h. es gilt *nicht*, dass $a = b \cdot (a \div b)$). Aber es gilt:

$$a = b \cdot (a \div b) + a \bmod b \quad (1)$$

- Die Invariante ist nicht ganz einfach. Um eine Idee zu bekommen, schreibt euch für verschiedene konkrete Belegungen von n und m deren Werte während der Berechnung der Schleife jeweils am Anfang und am Ende auf. Wer trotzdem keine findet, kann bei der Übungshotline der Veranstaltung um Hilfe fragen.