

Übungen zur Vorlesung  
Modern Concurrency Theory  
Blatt 3

Prof. Dr. Roland Meyer  
Sören van der Wall

Abgabe bis 23.11.2021 um 23:59

**Aufgabe 3.1** (Hoare Kalkül)

Beweisen Sie  $\vdash \{a = x \wedge b = y \wedge z = 0 \wedge x \geq 0\} w \{z = a * b\}$  im Hoare Kalkül, wobei

$w := \mathbf{while} (x \neq 0) \mathbf{do} z := z + y; x := x - 1 \mathbf{end}.$

**Aufgabe 3.2** (Weakest liberal precondition)

Sei  $\mathcal{S}[[A]] = wlp(c, B)$ . Zeigen Sie das Lemma aus der Vorlesung:

1.  $\{A\} c \{B\}$  ist gültig.
2. Falls  $\{A'\} c \{B\}$  gültig ist, dann gilt  $A' \Rightarrow A$ .

**Aufgabe 3.3** (Entscheidbarkeit)

Wir definieren die noch einfachere Programmiersprache FIN als W-- ohne while-Schleifen. Betrachten Sie das Verifikationsproblem

*FIN* Verifikation VERI(FIN)

**Input:** Ein FIN Programm  $c$  und Assertions  $A, B$ .

**Question:** Gilt  $\models \{A\} c \{B\}$ ?

Ist VERI(FIN) entscheidbar? Falls ja, geben Sie informell einen Algorithmus an. Welcher Komplexitätsklasse gehört das Problem an? Falls nein, geben Sie eine informelle Reduktion an.

*Hinweis: Gibt es unendliche Ausführungen in FIN? Betrachten Sie das Programm skip.*

### Aufgabe 3.4 (Verification Conditions)

Betrachten Sie folgendes (annotiertes) Programm  $c$ .

```
1:  $\{A\} = \{n \geq 0 \wedge z = 0\}$ 
2:  $a := n$ 
3: while ( $a > 0$ ) do
4:    $\{I_1\}$ 
5:    $m := 0$ 
6:   while ( $m \neq a$ ) do
7:      $\{I_2\}$ 
8:      $z := z + 2$ 
9:      $m := m + 1$ 
10:   $z := z - 1$ 
11:   $a := a - 1$ 
12:  $\{B\} = \{z = n^2\}$ 
```

Weisen Sie  $\models \{A\} p \{B\}$  nach, indem Sie  $\models vc(\{A\} c \{B\})$  zeigen. Finden Sie dazu geeignete Invarianten  $I_1, I_2$ .

**Abgabe bis 23.11.2021 um 23:59 unter <https://cloudstorage.tu-braunschweig.de/preparefilelink?folderID=2QVR2favo8Uj8L9PntYC4>.**