



Technische Universität Berlin

Software and Embedded Systems Engineering Group

Prof. Dr. Sabine Glesner

www.sese.tu-berlin.de Sekr. TEL 12-4 Ernst-Reuter-Platz 7 10587 Berlin



Softwaretechnik und Programmierparadigmen WiSe 2022/2023

Prof. Dr. Sabine Glesner
Milko Monecke
Simon Schwan

Übungsblatt 14

Aufgabe 1: Partielle Korrektheit

Beweist mithilfe des Hoare Kalküls die *partielle* Korrektheit folgender Programme.

a) `max(int a, int b):`
 `{true}`
 `if a > b then`

`m := a`

`else`

`m := b`

`fi`

`{ $m \geq a \wedge m \geq b \wedge (m = a \vee m = b)$ }`



b) `trinumbr(int n)`¹:
 $\{n \geq 0\}$

`s := 0;`

`i := 0;`

`while i < n do`

`i := i + 1;`

`s := s + i`

`od`

$\{s = \sum_{j=0}^n j\}$

¹Berechnet die sogenannten “Triangular Numbers”.

c) `rest(int x, int y):`
 $\{x \geq 0\}$



`q := 0;`

`r := x;`

`while r >= y do`

`r := r - y;`

`q := q + 1`

`od`

$\{r < y \wedge x = q * y + r \wedge r \geq 0\}$

d) **Zusatzaufgabe zum knobeln** (einschließlich totaler Korrektheit):



`mod(int x, int y):`
 $\{x = m \wedge y = n \wedge x \geq 0 \wedge y > 0\}$

`while(x >= y) do`

`x := x - y`

`od;`

`erg := x`

Referenz: Hoare Kalkül

(1) Skip-Axiom: $\{P\} \text{ skip } \{P\}$

(2) Zuweisungsaxiom: $\{P[x \leftarrow E]\} x := E \{P\}$

(3) Sequenzregel:

$$\frac{\{P\} S_1 \{R\} \quad \{R\} S_2 \{Q\}}{\{P\} S_1; S_2 \{Q\}}$$

(4) if-then-else-Regel:

$$\frac{\{B \wedge P\} S_1 \{Q\} \quad \{\neg B \wedge P\} S_2 \{Q\}}{\{P\} \text{ if } B \text{ then } S_1 \text{ else } S_2 \text{ fi } \{Q\}}$$

(5) while-Regel:

$$\frac{\{B \wedge I\} S \{I\}}{\{I\} \text{ while } B \text{ do } S \text{ od } \{\neg B \wedge I\}}$$

(6) Konsequenzregel:

$$\frac{\{P \Rightarrow P'\} \quad \{P'\} S \{Q'\} \quad \{Q' \Rightarrow Q\}}{\{P\} S \{Q\}}$$

(7) Terminierung:

$$\frac{\{B \wedge I \wedge (t = m)\} S \{I \wedge (t < m)\}, \quad B \wedge I \Rightarrow t \geq 0}{\{I\} \text{ while } B \text{ do } S \text{ od } \{\neg B \wedge I\}}$$

Vorgehen: finde Terminierungsfunktion $t \mapsto \mathbb{N}$, sodass

1. $B \wedge I \Rightarrow t \geq 0$ und
2. $\{B \wedge I \wedge (t = m)\} S \{I \wedge (t < m)\}$ gilt.