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 2023/2024

Prof. Dr. Sabine Glesner
Simon Schwan
Julian Klein

Übungsblatt 10

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
```

$\{m \geq a \land m \geq b \land (m = a \lor m = b)\}$

b) `trinumber(int n)`[1]:

$\{n \geq 0\}$

```
s := 0;

i := 0;

while i < n do

    i := i + 1;

    s := s + i

od
```

$\left\{s = \Sigma_{j=0}^{n} j\right\}$

[1] Berechnet 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: $\{P\}$ `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:

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

(5) while-Regel:

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

(6) Konsequenzregel:

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

(7) Terminierung:

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

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.