

1.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Falsch	Falsch	Falsch	Wahr	Falsch	Falsch

2.

Natural Semantics:

(häßlicher Baum, siehe zweites Blatt)

Structural Operational Semantics:

$$\begin{aligned}
\langle z := 0; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s \rangle &\Rightarrow \langle \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 17, y \rightarrow 5, z \rightarrow 0] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{if } y \leq x \text{ then } z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end else skip end}, s[x \rightarrow 17, y \rightarrow 5, z \rightarrow 0] \rangle \\
&\Rightarrow \langle z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 17, y \rightarrow 5, z \rightarrow 0] \rangle \\
&\Rightarrow \langle x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 17, y \rightarrow 5, z \rightarrow 1] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 12, y \rightarrow 5, z \rightarrow 1] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{if } y \leq x \text{ then } z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end else skip end}, s[x \rightarrow 12, y \rightarrow 5, z \rightarrow 1] \rangle \\
&\Rightarrow \langle z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 12, y \rightarrow 5, z \rightarrow 1] \rangle \\
&\Rightarrow \langle x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 12, y \rightarrow 5, z \rightarrow 2] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 7, y \rightarrow 5, z \rightarrow 2] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{if } y \leq x \text{ then } z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end else skip end}, s[x \rightarrow 7, y \rightarrow 5, z \rightarrow 2] \rangle \\
&\Rightarrow \langle z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 7, y \rightarrow 5, z \rightarrow 2] \rangle \\
&\Rightarrow \langle x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 7, y \rightarrow 5, z \rightarrow 3] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end}, s[x \rightarrow 2, y \rightarrow 5, z \rightarrow 3] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{if } y \leq x \text{ then } z := z + 1; x := x - y; \text{while } y \leq x \text{ do } z := z + 1; x := x - y \text{ end else skip end}, s[x \rightarrow 2, y \rightarrow 5, z \rightarrow 3] \rangle \\
&\Rightarrow \langle \text{skip}, s[x \rightarrow 2, y \rightarrow 5, z \rightarrow 3] \rangle \\
&\Rightarrow \langle s[x \rightarrow 2, y \rightarrow 5, z \rightarrow 3] \rangle
\end{aligned}$$

3.

Natural Semantics:

$$[\text{repeat}_{\text{NatS}}] \frac{\langle S, s \rangle \rightarrow s' \quad \langle \text{if } B \text{ then skip else repeat } S \text{ until } B \text{ end end}, s' \rangle \rightarrow s''}{\langle \text{repeat } S \text{ until } B \text{ end}, s \rangle \rightarrow s''}$$

Structural Operational Semantics:

$$[\text{repeat}_{\text{SOS}}] \langle \text{repeat } S \text{ until } B \text{ end}, s \rangle \Rightarrow \langle S; \text{if } B \text{ then skip else repeat } S \text{ until } B \text{ end end}, s \rangle$$

4.

Es existiert nach Voraussetzung ($\langle S_1, s \rangle \Rightarrow^k s'$) eine Ableitung mit k Schritten. S_1 besteht damit aus einer Reihe von Kompositionen ($[\text{comp}_{\text{SOS}}]$), wobei die einzelnen Bestandteile davon verschiedenerlei Dinge sein können (entweder Axiome, hierbei kommt $[\text{comp}_{1\text{SOS}}]$ zum Einsatz oder aber andere Regeln, wobei $[\text{comp}_{2\text{SOS}}]$ angewendet werden kann):

1. $[\text{skip}_{\text{SOS}}]$ und $[\text{ass}_{\text{SOS}}]$ sind jeweils leicht zu sehen
2. $[\text{if}_{\text{SOS}}]$ reduziert sich ebenfalls wieder auf S_1 oder S_2 (für $\text{if } B \text{ then } S_1 \text{ else } S_2$)
3. $[\text{while}_{\text{SOS}}]$ reduziert sich, da die Schleife in endlicher Zeit terminiert, auf $[\text{comp}_{\text{SOS}}]$ und $[\text{if}_{\text{SOS}}]$.