

# MoSeS Altklausuren Lösungen

Alternative Lösungsvorschläge oder Lösungsmöglichkeiten am Besten mit "Alternative:" einleiten.  
Falls nötig können auch Fotos von handschriftlicher Lösung eingefügt werden.

## WiSe 15/16

### Aufgabe 1

(A)

$$\text{ist-hoch}(t) := \begin{cases} w, & \text{wenn } \text{priorität-von}(t) = \text{hoch} \\ f, & \text{sonst} \end{cases}$$

(B)

$$\text{TICKET}_{\text{hoch}} := \{t \in \text{TICKET} \mid \text{ist-hoch}(t)\}$$

(C)

$$\text{GLEICHE-PRIORITÄT} \subseteq \text{TICKET} \times \text{TICKET}$$
$$\text{GLEICHE-PRIORITÄT} := \{(t, t') \in \text{TICKET}^2 \mid \text{priorität-von}(t) = \text{priorität-von}(t')\}$$

(D)

Hilfsfunktion autor-von liefert den Mitarbeiter der Autor des Kommentars ist.

$$\text{autor-von}: \text{KOMMENTAR} \rightarrow \text{MITARBEITER}$$
$$\text{autor-von}((m, n)) = m$$
$$\text{kommentare-von}(m, ()) := ()$$
$$\text{kommentare-von}(m, (k, ks)) := \begin{cases} (k, \text{kommentare-von}(m, ks)), & \text{wenn } m = \text{autor-von}(k) \\ \text{kommentare-von}(m, ks) & , \text{sonst} \end{cases}$$

(E)

$$\text{admins-in}(k) := \{m \in \text{ADMIN} \mid \exists k' \in k: \text{autor-von}(k') = m\}$$

### Aufgabe 2

(A)

$$\varphi_1 := \forall m \in \text{MITARBEITER}: \exists t \in \text{TICKET}: m \in \text{zugewiesen-zu}(t)$$

(B)

$$\varphi_2 := \forall t \in \text{TICKET}: \forall m, m' \in \text{zugewiesen-zu}(t): \neg(m = m') \Rightarrow \neg(m \in \text{ADMIN} \wedge m' \in \text{ADMIN})$$

Intuition: Es darf keine zwei (unterschiedlichen) Mitarbeiter geben, die beide Admin sind.

**(C)**

$$\varphi_3 := \forall t \in \text{TICKET}: \text{ist-hoch}(t) \Rightarrow \\ ( (\exists a \in \text{zugewiesen-zu}(t): a \in \text{ADMIN}) \vee \\ (\exists m, m' \in \text{zugewiesen-zu}(t): \neg(m = m') \wedge \neg(m \in \text{ADMIN}) \wedge \neg(m' \in \text{ADMIN}))) )$$

Intuition:

Zeile 1: Für alle Tickets, die eine hohe Priorität haben, soll gelten ...

Zeile 2: Es gibt (mindestens) einen Admin *oder*

Zeile 3: Es gibt zwei (unterschiedliche) Mitarbeiter, die beide kein Admin sind.

**(D)**

$$\varphi_4 := \forall a \in \text{ADMIN}: \forall t \in \text{TICKET}: a \in \text{zugewiesen-zu}(t) \Rightarrow \\ (\forall m \in \text{zugewiesen-zu}(t): \neg(m = a) \Rightarrow \\ (\forall t' \in \text{TICKET}: (m \in \text{zugewiesen-zu}(t') \Rightarrow a \in \text{zugewiesen-zu}(t'))))$$

Intuition:

Zeile 1: Für alle Tickets, denen ein Admin zugewiesen ist, soll gelten, ...

Zeile 2: Für alle Mitarbeiter dieses Tickets, die nicht dieser Admin sind, soll gelten ...

Zeile 3: dass allen Tickets, denen dieser Mitarbeiter zugewiesen ist, auch der Admin zugewiesen ist.

## **Aufgabe 3**

**(A)**

**Regel 1:**

$$\text{rbreak} \frac{}{\langle \text{break}, \sigma \rangle \uparrow \langle m, \sigma' \rangle} \quad m = \text{stop}, \sigma' = \sigma$$

**Regel 2:**

$$\text{rwhbr} \frac{\langle b, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \quad \langle c, \sigma \rangle \uparrow \langle \text{stop}, \sigma' \rangle}{\langle \text{while } b \text{ do } c \text{ od}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

**(B)**

**Regel 1:**

$$\text{rcontinue} \frac{}{\langle \text{continue}, \sigma \rangle \uparrow \langle m, \sigma' \rangle} \quad m = \text{next}, \sigma' = \sigma$$

## Regel 2:

$$\text{rwhco}_n \frac{\langle b, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \quad \langle c, \sigma \rangle \Uparrow \langle \text{next}, \sigma'' \rangle \quad \langle \text{while } b \text{ do } c \text{ od}, \sigma'' \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle \text{while } b \text{ do } c \text{ od}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

## Aufgabe 4

### Kasten 1:

$$\langle (\text{if } b_1 \text{ then if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'$$

### Kasten 2:

$$\text{riff} \frac{\begin{array}{c} H_1 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_2 \\ | \\ \langle (\text{skip}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\langle (\text{if } b_1 \text{ then if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

### Kasten 3:

$$\text{randf1} \quad \text{riff} \frac{\begin{array}{c} H_1 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_2 \\ | \\ \langle (\text{skip}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\begin{array}{c} \langle (b_1 \text{ and } b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false} \\ \langle (\text{if } (b_1 \text{ and } b_2) \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}$$

### Kasten 4:

$$\text{rift} \frac{\begin{array}{c} H_3 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_4 \\ | \\ \langle (\text{if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\langle (\text{if } b_1 \text{ then if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

### Kasten 5 (kleiner Kasten):

$H_4$

## Kasten 6:

$$\text{rift} \frac{\begin{array}{c} H_5 \\ | \\ \langle (b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_6 \\ | \\ \langle (c) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\langle (\text{if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

## Kasten 7:

$$\begin{array}{c} \text{rand} \\ \text{t} \\ \text{rift} \end{array} \frac{\begin{array}{c} H_3 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_5 \\ | \\ \langle (b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_6 \\ | \\ \langle (c) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\begin{array}{c} \langle (b_1 \text{ and } b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \\ \langle (\text{if } (b_1 \text{ and } b_2) \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}$$

## Aufgabe 5

### (A)

$(1, \text{start-aufn}, 2, \text{kanal-1}, 3, \text{stop-aufn}, 5) \in \text{Traces}(\text{TS5A})$

### (B)

$P5B := S$

$S =_{\text{E5B}} ((x \rightarrow A) \sqcap (y \rightarrow (z \rightarrow S \sqcap \text{STOP}_{\text{E5B}})))$

$A =_{\text{E5B}} (z \rightarrow (z \rightarrow A))$

Intuition:

Die Variable S entspricht dem Zustand 1, die Variable A dem Zustand 2.

Also kommt man von S mit einem x in A, in A kann man immer wieder zwei mal z nehmen.

Eine andere Option in S ist es, "nach unten" zu gehen, also y zu nehmen. Danach kann man entweder durch z wieder zu A gelangen oder man nimmt z und dann ist das Spiel vorbei.

# WiSe 16/17 (oder SoSe 16?)

(A)

$\text{ist-von-typ}(a, b) := \begin{cases} w, & \text{falls } \text{typ-von}(a) = b \\ f, & \text{sonst} \end{cases}$

(B)

$\text{PRAKTIKA-SEMINARE} \subseteq \text{KURS}$

$\text{PRAKTIKA-SEMINARE} := \{k \in \text{KURS} \mid \text{typ-von}(k) = \text{se} \vee \text{typ-von}(k) = \text{pr}\}$

(C)

$\text{GLEICHER-TYP-\&-PROF} \subseteq \text{KURS} \times \text{KURS}$

$\text{GLEICHER-TYP-\&-PROF} := \{(k, k') \in \text{KURS} \times \text{KURS} \mid \text{typ-von}(k) = \text{typ-von}(k') \wedge \text{professor-von}(k) = \text{professor-von}(k')\}$

(D)

$\text{angemeldet-zu-mehreren}() := \{\}$

$\text{angemeldet-zu-mehreren}((k, ks)) := \text{angemeldet-zu-mehreren}(ks) \cup$

$\text{angemeldet-zu}(k)$

Alternative:

$\text{angemeldet-zu-mehreren}((k, ks)) = \{$

1.  $\{\}$ , wenn  $(k, ks) = ()$

2.  $\text{angemeldet-zu}(k) \cup \text{angemeldet-zu-mehreren}(ks)$ , sonst

(E)

$\text{ähnliche-kurse}(a, ()) := \{\}$

$\text{ähnliche-kurse}(a, (k, ks)) := \{$

1.  $\{k\} \cup \text{ähnliche-kurse}(a, ks)$ , falls  $(k, a) \in \text{GLEICHER-TYP-\&-PROF}$

2.  $\text{ähnliche-kurse}(a, ks)$ , sonst

Alternative:

Statt " $(k, a) \in \text{GLEICHER-TYP-\&-PROF}$ " geht natürlich auch " $\text{typ-von}(k) = \text{typ-von}(a) \wedge \text{professor-von}(k) = \text{professor-von}(a)$ ".

## Aufgabe 2

(A)

$\forall k \in \text{KURS}: \neg(\text{räume-von}(k) = \{\})$

oder  $\forall k \in \text{KURS}: |\text{räume-von}(k)| > 0$

oder  $\forall k \in \text{KURS}: \exists r \in \text{RAUM}: r \in \text{räume-von}(k)$

**(B)**

$\forall k \in \text{KURS}: |\text{räume-von}(k)| = 0 \vee |\text{räume-von}(k)| = 1 \vee |\text{räume-von}(k)| = 2$

oder  $\neg \exists k \in \text{KURS}: |\text{räume-von}(k)| > 2$

oder  $\forall k \in \text{KURS}: |\text{räume-von}(k)| \leq 2$

oder  $\forall k \in \text{KURS}: \neg \exists a, b, c \in \text{RAUM}: \neg(a=b) \wedge \neg(a=c) \wedge \neg(b=c) \wedge \{a, b, c\} \subseteq \text{räume-von}(k)$

**(C)**

$\forall k \in \text{KURS}: (\text{typ-von}(k) = \text{vl}) \Rightarrow \forall r \in \text{räume-von}(k): (\text{raumtyp-von}(r) = \text{vl-saal})$

**(D)**

$\forall k \in \text{KURS}: (\text{typ-von}(k) = \text{se}) \vee (\text{typ-von}(k) = \text{pr}) \Rightarrow |\text{räume-von}(k)| = 1 \wedge \forall r \in \text{räume-von}(k): (\text{raumtyp-von}(r) = \text{se-raum})$

Alternative:

$\forall k \in \text{KURS}: \text{typ-von}(k) \in \{\text{se}, \text{pr}\} \Rightarrow |\text{räume-von}(k)| = 1 \wedge \exists r \in \text{räume-von}(k): (\text{raumtyp-von}(r) = \text{se-raum})$

## **Aufgabe 3**

**Regel 1:**

$$\text{rcaseempty} \frac{}{\langle \text{case } a \text{ of } l \text{ end}, \sigma \rangle \xrightarrow{\sigma} l = ()}$$

**Regel 2:**

$$\text{rcaseexecute} \frac{\langle a, \sigma \rangle \Downarrow n \quad \langle c, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle \text{case } a \text{ of } l \text{ end}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'} \quad l = ((n, c), ls)$$

**Regel 3:**

$$\text{rcasenext} \frac{\langle a, \sigma \rangle \Downarrow n \quad \langle \text{case } a \text{ of } ls \text{ end}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle \text{case } a \text{ of } l \text{ end}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'} \quad l = ((n', c), ls) \wedge \neg(n' = n)$$

## Aufgabe 4

### Kasten 1:

$\langle (\text{if } b_1 \text{ then } c \text{ else if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'$

### Kasten 2:

$$\text{riff} \frac{\begin{array}{c} H_1 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_2 \\ | \\ \langle (c) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\langle (\text{if } b_1 \text{ then } c \text{ else if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

### Kasten 3:

$$\begin{array}{l} \text{rort1} \\ \text{riff} \end{array} \frac{\begin{array}{c} H_1 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_2 \\ | \\ \langle (c) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\begin{array}{c} \langle (b_1 \text{ or } b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{true} \\ \langle (\text{if } (b_1 \text{ or } b_2) \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}$$

### Kasten 4:

$$\text{riff} \frac{\begin{array}{c} H_3 \\ | \\ \langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_4 \\ | \\ \langle (\text{if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\langle (\text{if } b_1 \text{ then } c \text{ else if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

### Kasten 5 (kleiner Kasten):

$H_4$

### Kasten 6:

$$\text{riff} \frac{\begin{array}{c} H_5 \\ | \\ \langle (b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false} \end{array} \quad \begin{array}{c} H_6 \\ | \\ \langle (\text{skip}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \end{array}}{\langle (\text{if } b_2 \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

## Kasten 7:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} H_3 \\ | \\ \text{rorf} \end{array} & \begin{array}{c} H_5 \\ | \\ \text{riff} \end{array} & \begin{array}{c} H_6 \\ | \\ \text{riff} \end{array} \\
 \frac{\langle (b_1) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false} \quad \langle (b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false}}{\langle (b_1 \text{ or } b_2) \eta, \sigma \rangle \Downarrow \text{false}} & & \langle (\text{skip}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma' \\
 \hline
 \langle (\text{if } (b_1 \text{ or } b_2) \text{ then } c \text{ else skip fi}) \eta, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'
 \end{array}
 \end{array}$$

## Aufgabe 5

### (A)

$(\text{kaffee, klein, entnahme}) \in \text{E-Traces}(\text{TS5A})$

### (B)

$P5B =_{\text{ESB}} ((z \rightarrow y \rightarrow \text{STOP}_{\text{ESB}}) \sqcap (z \rightarrow (x \rightarrow P2)))$

$P2 =_{\text{ESB}} ((z \rightarrow \text{STOP}_{\text{ESB}}) \sqcap (y \rightarrow (x \rightarrow P2)))$