

## Softwarekonstruktion – Übung 3

### 3 Petrinetze + Metamodellierung

#### 3.1 Petrinetze und Metamodelle

Gegeben sei folgende Definition eines  $S/T$ -Netzes:

Ein  $S/T$ -Netz  $ST = (S, T, F, K, W, M_0)$  ist ein 6-Tupel mit:

- $(S, T, F)$  ist ein Petri-Netz, d.h.
  - $S$  ist endliche, nicht-leere Menge von Stellen
  - $T$  ist endliche, nicht-leere Menge von Transitionen
  - $S$  und  $T$  sind disjunkt (d.h.  $S \cap T = \emptyset$ ) und bilden die sog. *Knotenmenge* des  $S/T$ -Netzes
  - $F$  ist endliche, nicht-leere Menge von Flüssen (Kanten) mit  $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$
- $K : S \rightarrow \mathbb{N} \cup \{\infty\}$  ist Kapazitätsfunktion, die jeder Stelle eine Kapazität zuordnet.  
**Achtung: Bei der Bearbeitung der nachfolgenden Aufgabe sei zur Vereinfachung die default-Kapazität  $\infty$  nicht zulässig!**
- $W : F \rightarrow \mathbb{N}_+ \setminus \{0\}$  ist Gewichtsfunktion, die jeder Kante ein positives Gewicht zuordnet.
- $M_0 : S \rightarrow \mathbb{N}$  ist eine Markierungsfunktion (Anfangsmarkierung), die jeder Stelle eine Anzahl von Marken zuordnet, wobei gilt  $\forall s \in S : M(s) \leq K(s)$ .

Geben Sie ein Metamodell in UML für die Modellierung von  $S/T$ -Netzen an.

Modellieren Sie dabei folgenden Begriffe:  $S/T$ -Netz, Knoten, Stellen, Marken, Kapazität einer Stelle, Transitionen, Kanten, Vorbereich, Nachbereich, Quelle einer Kante, Senke einer Kante, Gewicht einer Kante (Kantenvielfachheit) **Achtung: in Aufgabe 3.2 sei zur Vereinfachung die default-Kapazität  $\infty$  nicht zulässig!** Verwenden Sie die 5 Klassen Knoten, Transitionen, Stellen, Kanten und  $S/T$ -Netz! Achten Sie beim Modellieren darauf, dass alle Rollennamen eindeutig sind!

#### 3.2 Metamodelle und OCL

Untersuchen Sie Ihr in Aufgabe 3.1 erstelltes Metamodell und stellen Sie fest, ob sich damit unzulässige Petrinetze modellieren lassen. Falls ja, an welcher Stelle?

Benutzen Sie OCL-Ausdrücke in dem Kontext *Kante*, um die Modellierungsschwäche zu beheben!

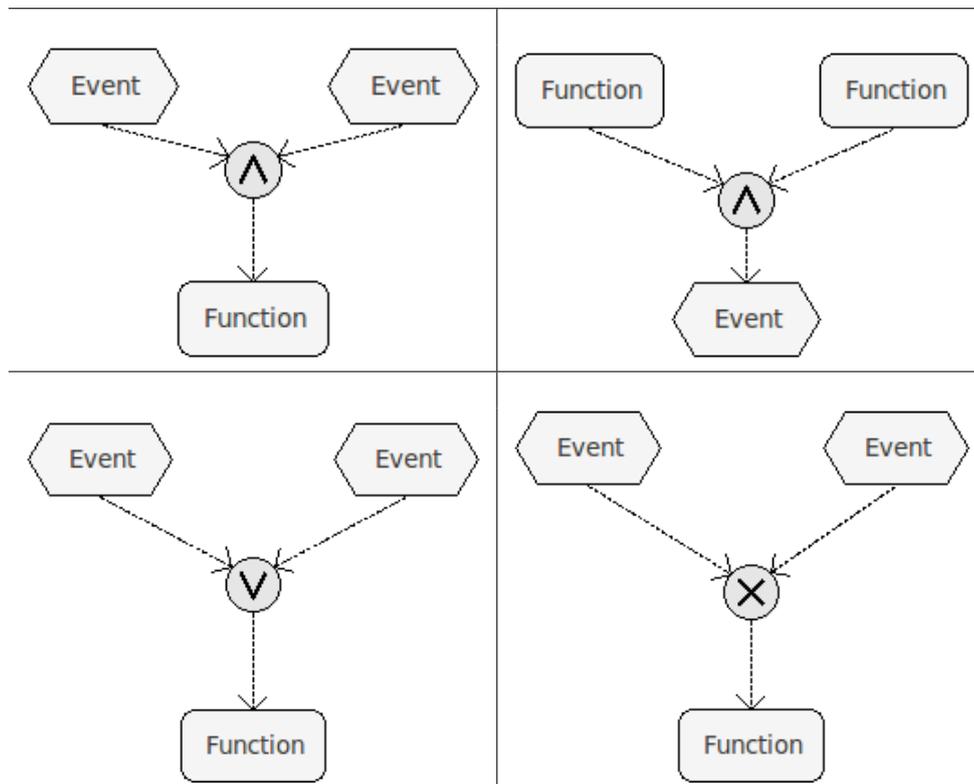
### 3.3 Petrinetze - Netzeigenschaften

Sei  $ST = (S, T, F, W, K, M_0)$  ein S/T-Netz.

- Erklären Sie die formalen Definitionen aus den Vorlesungsfolien umgangsprachlich und verständlich.
  - Eine Transition  $t \in T$  heißt **aktivierbar im gesamten Netz**  $\Leftrightarrow \exists M_i \in [M_0 >$  mit:  $M_i[t >$
  - Eine Transition  $t \in T$  heißt **lebendig im gesamten Netz**  $\Leftrightarrow \forall M_i \in [M_0 >$  gilt:  $\exists M_j \in [M_i >$  mit:  $M_j[t >$
  - Eine Transition  $t \in T$  heißt **tot im gesamten Netz**  $\Leftrightarrow \forall M_i \in [M_0 >$  gilt:  $\neg M_i[t >$
- Erklären Sie den Zusammenhang zwischen einer lebendigen Transition und einem lebendigen S/T-Netz sowie zwischen einer toten Transition und einem toten S/T-Netz umgangsprachlich.

### 3.4 Petrinetze - Transformation

Transformieren Sie folgende EPK-Ausschnitte in gültige Petrinetze.

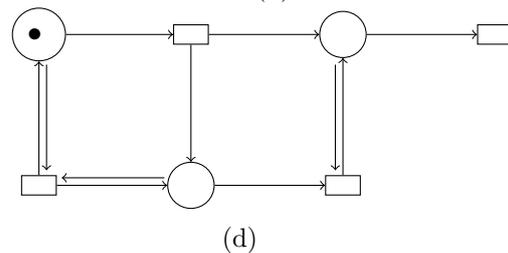
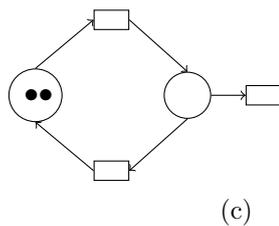
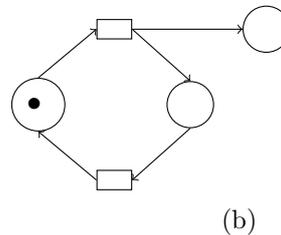
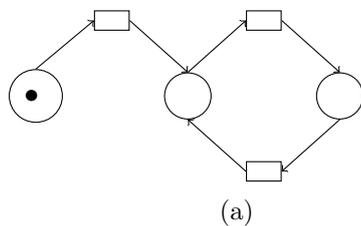


# Hausübung

## 3.5 Petrinetze - Netzeigenschaften (5 Punkte)

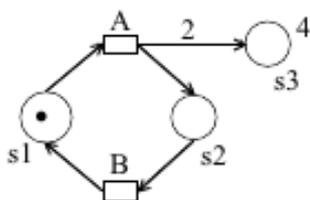
- Geben Sie für die nachstehenden Petrinetze (a) - (d) jeweils an, ob das **gesamte Netz** lebendig, deadlockfrei oder tot ist. Geben Sie zudem für jedes der Netze an, ob es beschränkt ist und nennen Sie im positiven Falle das kleinste  $n$  an für welches das Netz  $n$ -sicher ist.

Füllen Sie dazu untenstehende Tabelle aus.



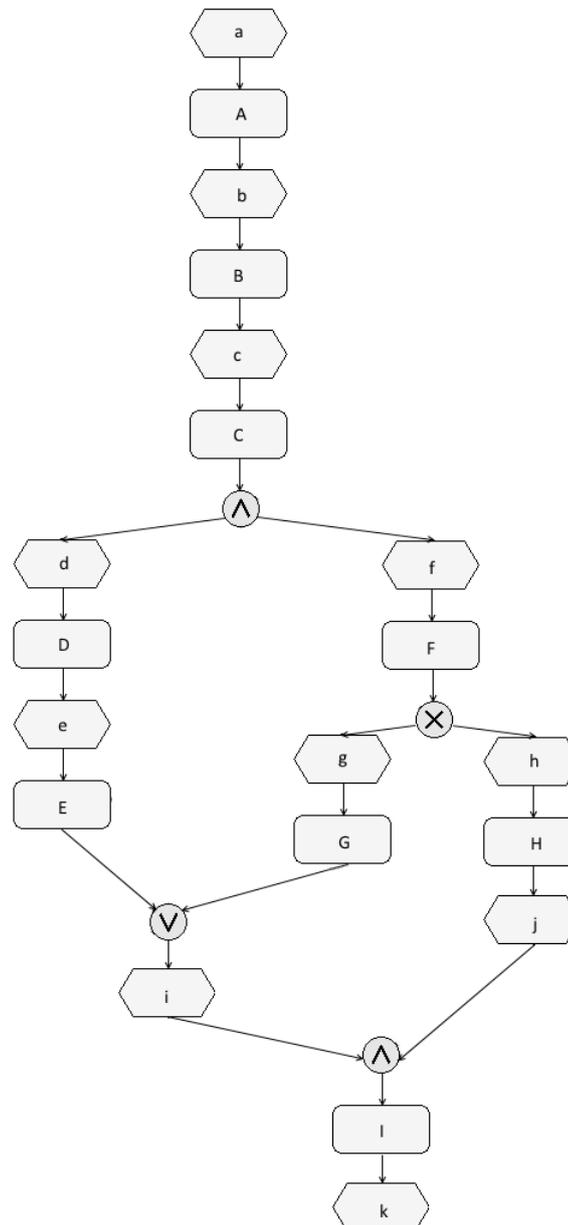
	a)	b)	c)	d)
lebendig				
deadlockfrei				
tot				
beschränkt				
$n$ -sicher mit $n$				

- Geben Sie zu dem nachfolgenden Petrinetz den Erreichbarkeitsgraphen an. Zeichnen Sie den Erreichbarkeitsgraphen vollständig mit allen erreichbaren Markierungen  $M_i$  sowie den für die Zustandsübergänge verantwortlichen Transitionen  $A$  und  $B$ . Achten Sie auf Kantengewichte und Stellenkapazitäten.



### 3.6 Petrinetze - Transformation (5 Punkte)

Betrachten Sie die nachfolgend gegebene EPK.



1. Transformieren Sie die EPK **so wie sie gegeben ist** in ein S/T-Netz.
2. Untersuchen Sie ihr entstandenes Netz auf Deadlocks. Bei welcher Transition kann ein Deadlock auftreten?
3. Überlegen Sie, wie Sie das Petrinetz korrigieren könnten und skizzieren Sie Ihren Vorschlag stichpunktartig.