

## Übung zur Vorlesung Angewandte Informatik I WS 2005/2006

### Übung 11: Petrinetze - Lösungsvorschläge -

## Aufgabe 1

### Übung 11

#### Das „System der denkenden und essenden Philosophen“:

Fünf Philosophen sitzen um einen runden Tisch herum. Jeder Philosoph hat einen Teller vor sich. In der Mitte des Tisches steht eine große Schüssel mit Spaghetti. Zwischen je zwei Tellern liegt eine Gabel. Wenn ein Philosoph isst, benutzt er beide rechts und links von seinem Teller liegenden Gabeln. Solange ein Philosoph nicht isst, denkt er nach.

- Modellieren Sie das System der fünf speisenden Philosophen als S/T-Netz aus Stellen und Transitionen.**
- Modellieren Sie ein System, in dem jeder Philosoph stets zuerst die rechte und anschließend die linke Gabel ergreift.**
- Modellieren Sie ein System, in dem jeder Philosoph die Gabeln in beliebiger Reihenfolge ergreift (erst links, dann rechts bzw. erst rechts, dann links).**
- Modellieren Sie sieben Philosophen wie in a), und fügen Sie eine Systemkomponente hinzu, die das Nehmen von Spaghetti auf jeweils zwei Philosophen beschränkt (es gibt nur zwei Spaghettizangen).**

Überlegen Sie sich zudem, welche Abläufe in dem System stattfinden können. Kann es zu Verklemmungen kommen?

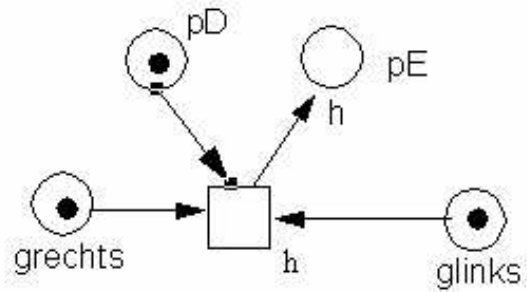
### Übung 11

(Philosophen)

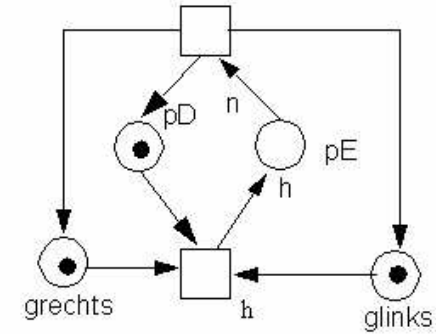
- Betrachten eines einzelnen Philosophen:
  - Zustände in denen sich der Philosoph befinden kann (Stellen):
    - Denkend
    - Essend
  - für die Übergänge werden zwei Transitionen benötigt
    - von „denkend“ nach „essend“:

Vorbedingung: Philosoph denkt und die Gabeln links und rechts sind frei.

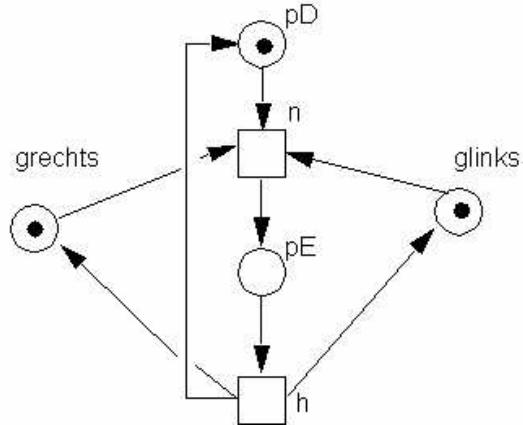
Nachbedingung: Philosoph ist im Zustand „essend“, die rechte und die linke Gabel sind nicht mehr frei



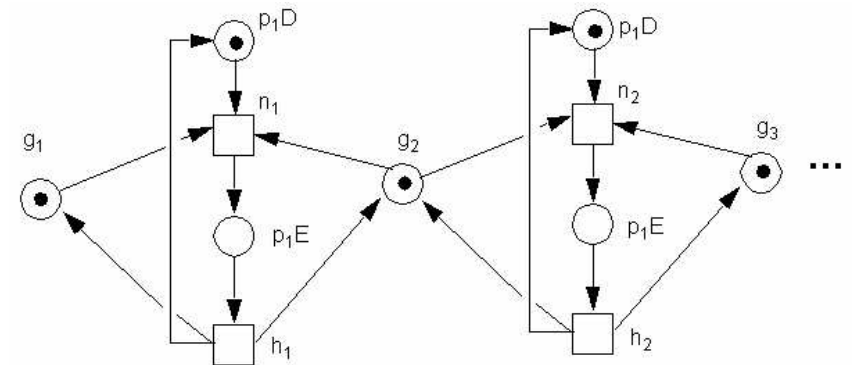
- von „essend“ nach „denkend“:  
 Vorbedingung: der Philosoph ist im Zustand „essend“.  
 Nachbedingung: der Philosoph ist im Zustand „denkend“ und die Gabeln links und rechts sind frei



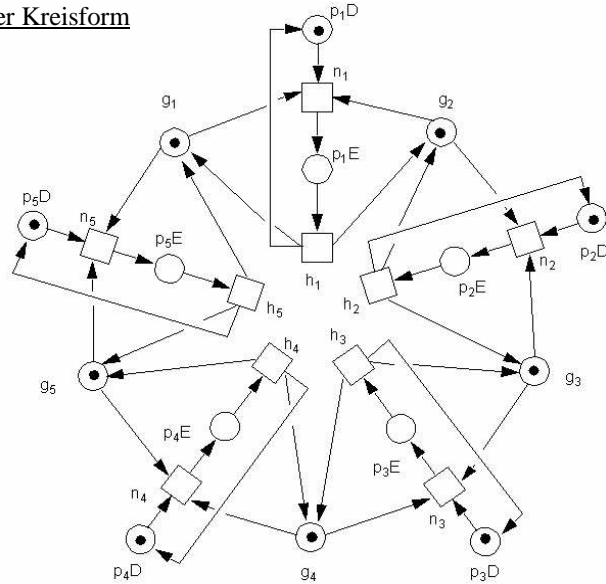
umformen des Graphen ergibt



Einführen der restlichen Philosophen ohne Kreisform zu beachten



beachten der Kreisform

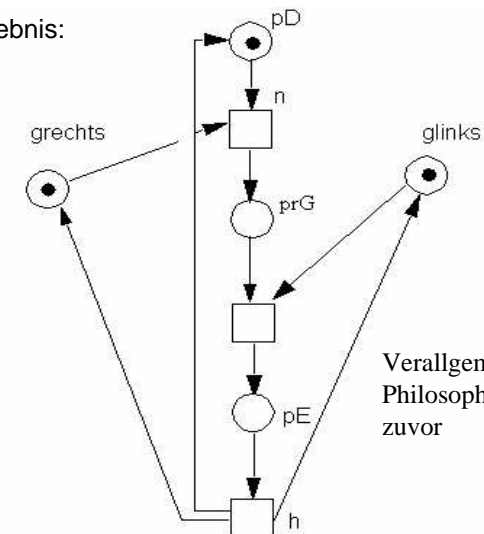


b) Betrachten eines einzelnen Philosophen:

- Zustände in denen sich der Philosoph befinden kann (Stellen):
  - denkend
  - hat rechte Gabel
  - essend (hat rechte und linke Gabel)
- für die Übergänge werden drei Transitionen benötigt
  - von „denkend“ nach „hat rechte Gabel“:  
Vorbedingung: Philosoph denkt und die rechte Gabeln ist frei.
  - Nachbedingung: Philosoph hat rechte Gabel, rechte Gabel ist nicht mehr frei.

- von „hat rechte Gabel“ nach „essend“  
Vorbedingung: Philosoph hat die rechte Gabel und die linke Gabel ist frei.  
Nachbedingung: Philosoph ist im Zustand „essend“ und sowohl die rechte wie die linke Gabel ist nicht mehr frei
- von „essend“ nach „denkend“:  
Vorbedingung: Philosoph ist im Zustand „essend“.  
Nachbedingung: Philosoph ist im Zustand „denkend“ und die rechte und die linke Gabel sind frei.

Ergebnis:



Verallgemeinerung auf fünf Philosophen und Kreisform wie zuvor

c) Betrachten eines einzelnen Philosophen:

-Zustände in denen sich der Philosoph befinden kann (Stellen):

- denkend
- hat rechte Gabel
- hat linke Gabel
- essend (hat rechte und linke Gabel)

-für die Übergänge werden fünf Transitionen benötigt

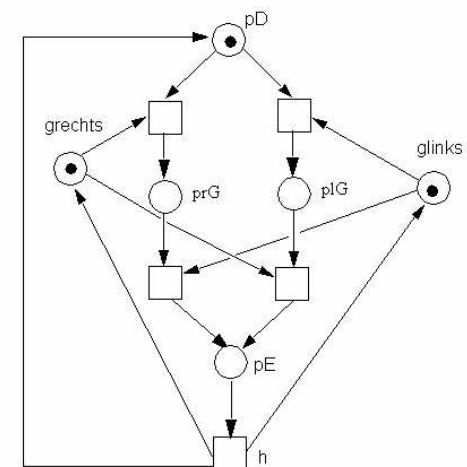
- „denkend“ nach „hat rechte Gabel“
- „denkend“ nach „hat linke Gabel“
- „hat rechte Gabel“ nach „essend“
- „hat linke Gabel“ nach „essend“
- „essend“ nach „denkend“

-Vor- und Nachbedingungen:

- von „denkend“ nach „hat rechte Gabel“:  
Vorbedingung: Philosoph denkt und die rechte Gabeln ist frei.  
Nachbedingung: Philosoph hat rechte Gabel, rechte Gabel ist nicht mehr frei.
- von „denkend“ nach „hat linke Gabel“:  
Vorbedingung: Philosoph denkt und die linke Gabeln ist frei.  
Nachbedingung: Philosoph hat rechte Gabel, linke Gabel ist nicht mehr frei.
- von „hat rechte Gabel“ nach „essend“  
Vorbedingung: Philosoph hat rechte Gabel und die linke Gabel ist frei.  
Nachbedingung: Philosoph ist im Zustand „essend“ und sowohl die rechte als auch die linke Gabel ist nicht frei.

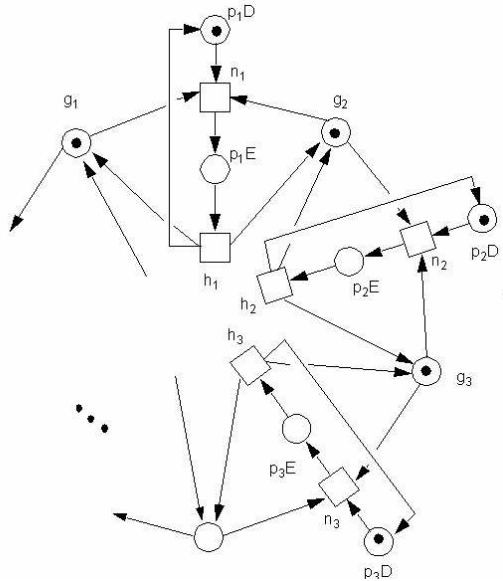
- von „hat linke Gabel“ nach „essend“  
Vorbedingung: Philosoph hat linke Gabel und die rechte Gabel ist frei.  
Nachbedingung: Philosoph ist im Zustand „essend“ und sowohl die linke als auch die rechte Gabel ist nicht frei.
- von „essend“ nach „denkend“:  
Vorbedingung: Philosoph ist im Zustand „essend“.  
Nachbedingung: Philosoph ist im Zustand „denkend“ und die rechte und die linke Gabel sind frei:

Ergebnis

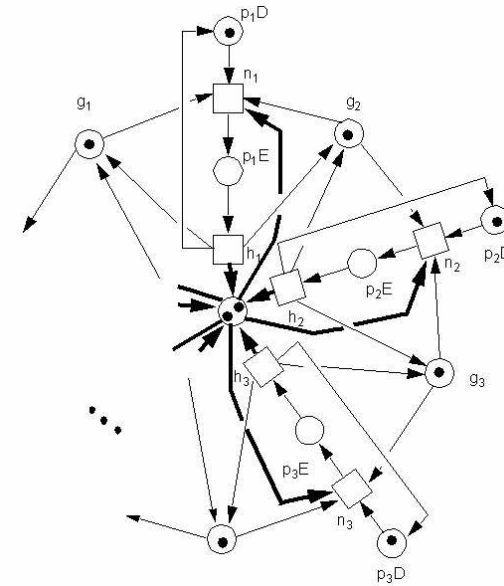


Verallgemeinerung auf fünf Philosophen und Kreisform wie zuvor.

d) Zunächst wie in a)



17



danach hinzufügen  
einer Stelle welche  
die Anzahl der  
essenden  
Philosophen auf  
zwei beschränkt)

18

Wie sieht es mit der Verklemmungsfreiheit aus?

Aufzeichnen der Markierungsgraphen für die jeweiligen Gesamtnetze ist sehr aufwendig, deshalb werden die verschiedenen Netze nur informell untersucht.

Die Übergänge vom Zustand „essend“ in den Zustand „denkend“ ist unproblematisch, da nur aus der Stelle  $p_iE_i$  eine Marke entnommen wird, und diese Stelle nicht Vorbedingung für eine Transition der anderen Philosophen ist.

19

Einfluß auf die anderen Philosophen hat das ergreifen der Gabeln bzw. der Spaghettizangen. Es besteht keine Verklemmungsgefahr, da in a) und d) immer alles notwendige zum Essen als Vorbedingung vorhanden sein muss, bevor ein Philosoph etwas ergreifen darf, in den Zustand „essend“ übergeht und die Werkzeuge beim Übergang zum denken wieder zurückgegeben werden. Die Netzte sind sogar lebendig.

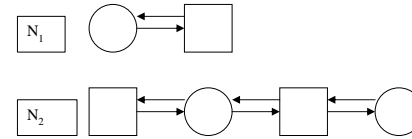
In den Netzen b) und c) kann es jedoch zu Verklemmungen kommen, wenn alle Philosophen je eine Gabel in der Hand haben.

20

## Aufgabe 2

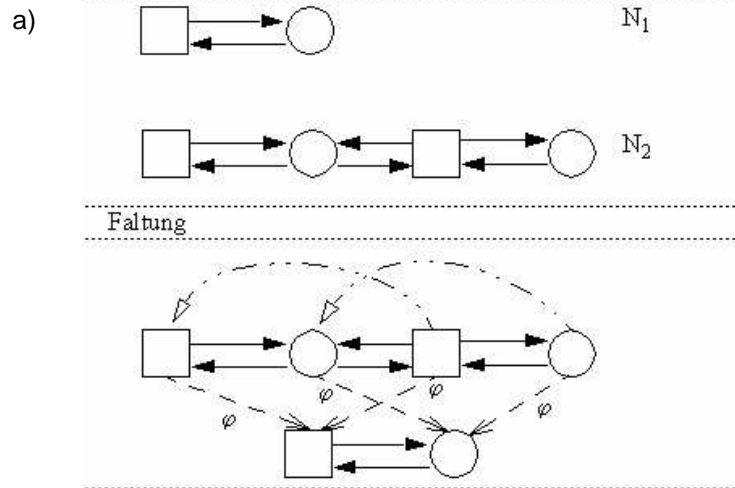
## Übung 11

a) Gegeben sind die Netze  $N_1$  und  $N_2$ .

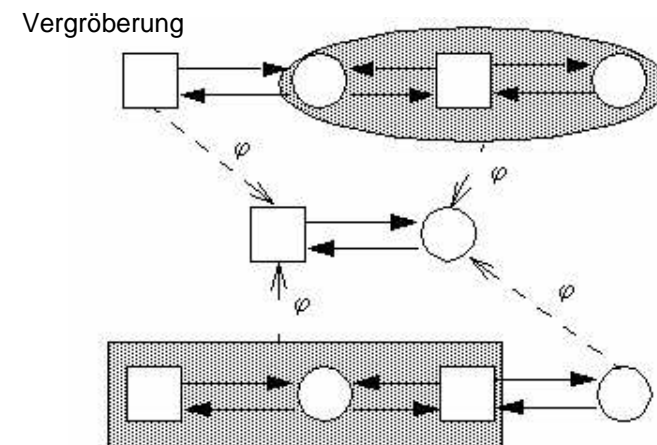


Zeigen Sie, ob  $N_1$  durch Faltung oder durch Vergrößerung aus  $N_2$  entstanden sein kann.

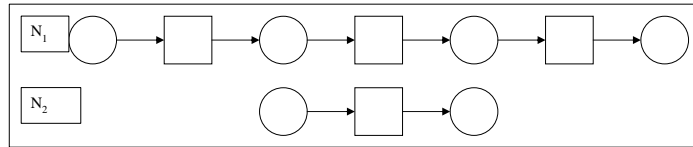
## Übung 11



## Übung 11

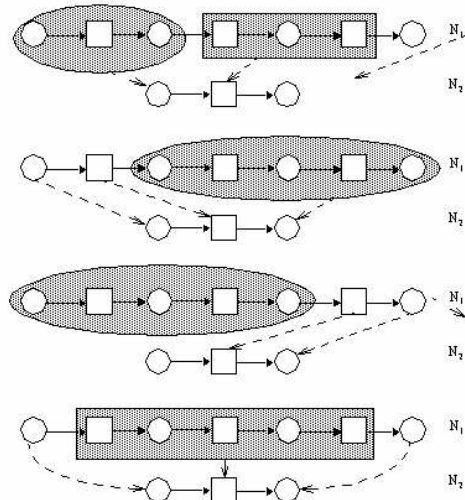
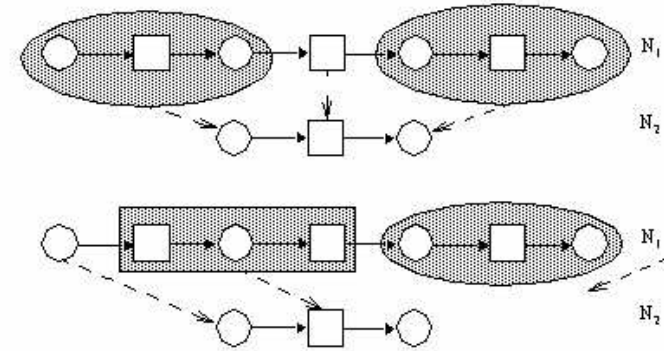


b) Man betrachte die folgenden Netze



Kann  $N_2$  durch Vergrößerung des Netzes  $N_1$  entstanden sein? Geben Sie alle möglichen geeigneten Netzmorphismen an.

b) Alle möglichen Vergrößerungen



**Definition: Markierungsgraph**

Sei  $N = (S, T, F)$  ein S/T-Netz mit Anfangsmarkierung  $m_0$

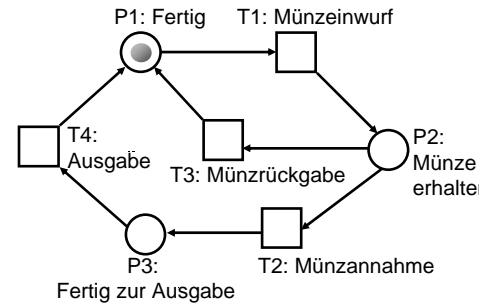
Der **Markierungsgraph** von  $(N, m_0)$  besteht aus der

- Knotenmenge  $[m_0 >$
- Menge beschrifteter Kanten  $\{(m, t, m') \mid m \rightarrow^t m'\}$

Schreibweise:

- Die Anfangsmarkierung wird durch  $\rightarrow m_0$  dargestellt
- Wir beschriften die Knoten mit dem Vektor der entspr. Markierung

Geg.: Petrinetz



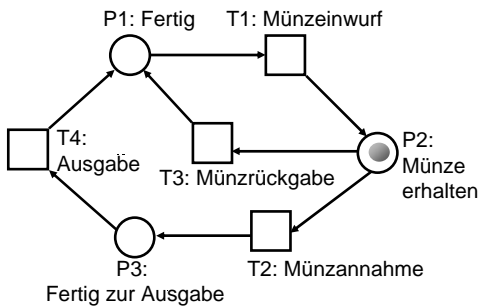
Zugehöriger Markierungsgraph



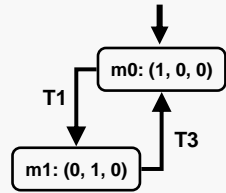
Markierung	Stellen			Transitionen				nächste Markierung
	P1	P2	P3	T1	T2	T3	T4	
m0	1	0	0	⊗				m1
30								

- ⊗ Transition feuert
- Transition aktiviert

Geg.: Petrinetz



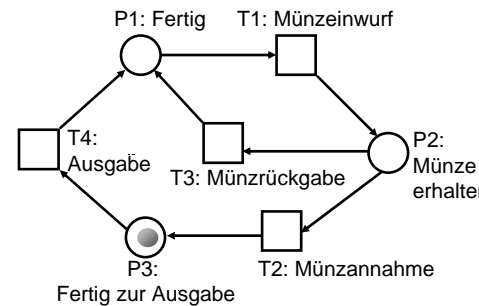
Zugehöriger Markierungsgraph



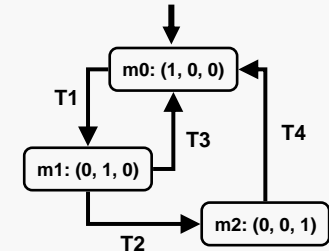
Markierung	Stellen			Transitionen				nächste Markierung
	P1	P2	P3	T1	T2	T3	T4	
m0	1	0	0	⊗				m1
m1	0	1	0		⊗	⊗		m0, m2
31								

- ⊗ Transition feuert
- Transition aktiviert

Geg.: Petrinetz



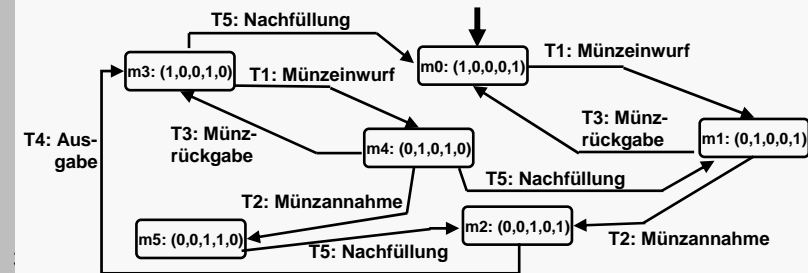
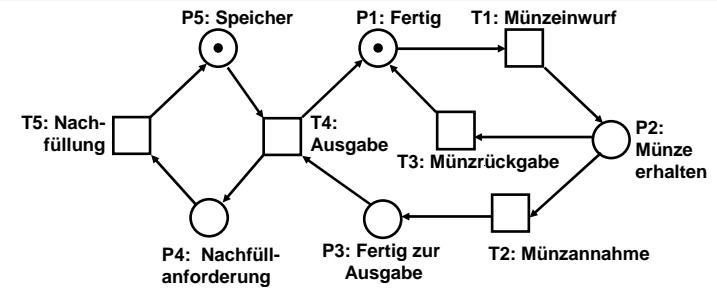
Zugehöriger Markierungsgraph



Markierung	Stellen			Transitionen				nächste Markierung
	P1	P2	P3	T1	T2	T3	T4	
m0	1	0	0	⊗				m1
m1	0	1	0		⊗	⊗		m2, m0
32								
m2	0	0	1				⊗	m0

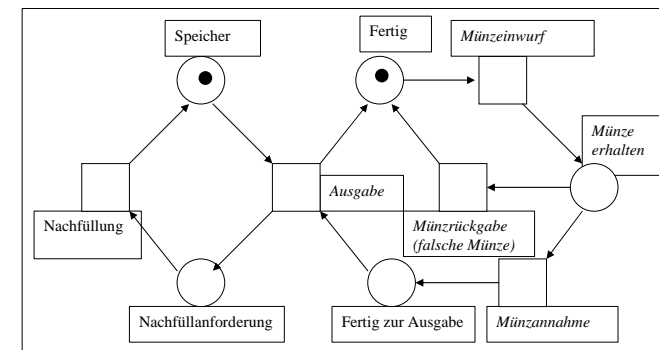
- ⊗ Transition feuert
- Transition aktiviert

- Ein weiteres Beispiel (Tafel)



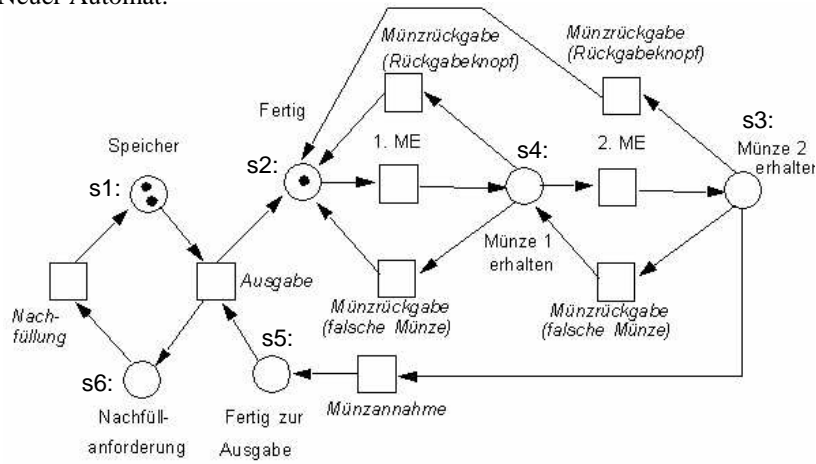
## Aufgabe 4

Man betrachte den folgenden aus der Vorlesung bekannten Münzautomaten (Schokoladenautomat):



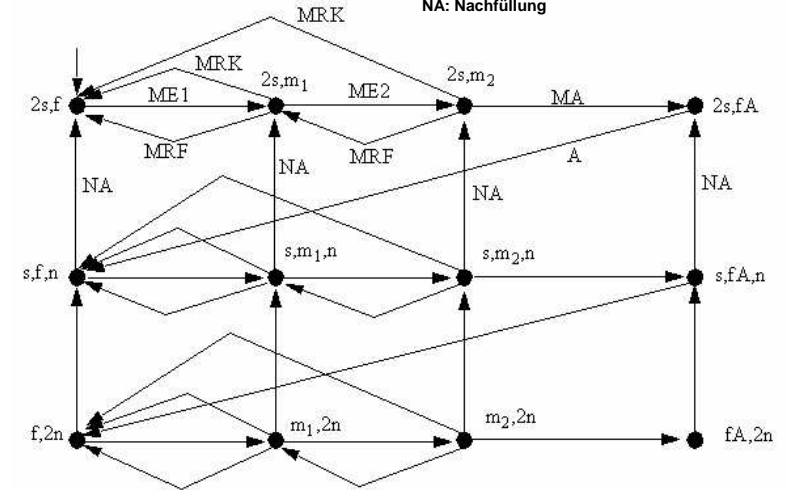
- Verändern Sie den Automaten so, dass zwei Münzen eingeworfen werden müssen, um eine Tafel Schokolade zu erhalten, maximal zwei Schokoladentafeln gespeichert werden können und die Anfangsmarkierung lebendig ist. Geben Sie den Markierungsgraphen an. Als weitere Ergänzung soll der Benutzer die Möglichkeit erhalten, mit einem Rückgabeknopf die eingeworfenen Münzen zurückzubekommen.

Neuer Automat:



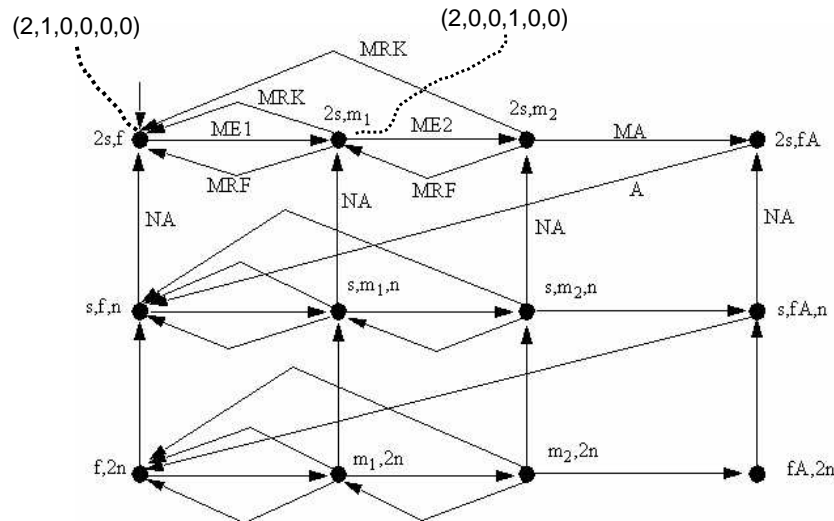
A: Ausgabe  
ME1: Einwurf der 1. Münze  
ME2: Einwurf der 2. Münze

MRK: Münzrückgabe bei Einwurf einer falschen Münze  
MRF: Münzrückgabe nachdem der Rückgabeknopf gedrückt wurde  
NA: Nachfüllung



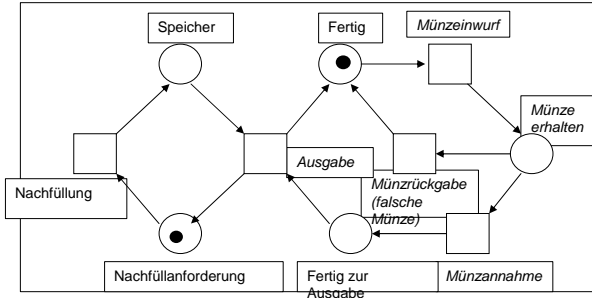
Anhand dem Markierungsgraph kann man ablesen, dass das Netz lebendig ist.

Bemerkung:  
Zu jedem Knoten gehört ein (Markierungs-)Vektor, der an seiner i-ten Stelle die Anzahl der Marken der Petrinetz-Stelle i angibt, z.B.



Aufgabe 5

Man betrachte den Münzautomaten:



Geben Sie folgende Prozesse (beschriftete Ablaufnetze) an, die aus der Sicht eines Kunden die folgenden Abläufe beschreiben:

- a) Eine Münze wird eingeworfen und nicht akzeptiert; eine weitere Münze wird eingeworfen, akzeptiert, und eine Ware ausgegeben.
- b) Eine Münze wird eingeworfen, akzeptiert, und eine Ware wird ausgegeben; Eine weitere Münze wird eingegeben.

