Geschäftsprozess-Management

Prof. Dr.-Ing. Andreas Ittner

Email: ittner@hs-mittweida.de

WWW: www.andreas-ittner.de

Tel.: +49(0)3727-58-1288

Mob.: +49(0)177-5555-347

Gliederung (vorläufig)

HOCHSCHULE MITTWEIDA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

- Motivation
- Prozesse und Prozess-Management
  - Geschäftsprozesse, Workflow-Prozesse
  - Prozessdesign, Prozessverbesserungen
- Prozess-Modellierung
  - Zweck, Modellierungselemente und –sprachen
  - Petri-Netze, EPKs, BPMN, …
- Prozess-Analyse
  - Struktur-, Verhaltens-, Erreichbarkeits- und Performance-Analysen
  - Simulation
- Workflow-Management-Systeme
  - Historie, Infrastruktur, Implementierungen, Standards

HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Gliederung:

1. Einführung in die Modellierung,
2. Geschäftsprozess-Modellierung
3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen,
4. Petrinetze formal,
5. High-level Petrinetze,
6. Grundregeln der EPK-Modellierung,
7. Verknüpfungsoperatoren bei EPK,
8. Erweiterte EPK und ARIS,
9. EPK vs. Petrinetze,
10. BPMN.

Was sind Petrinetze?

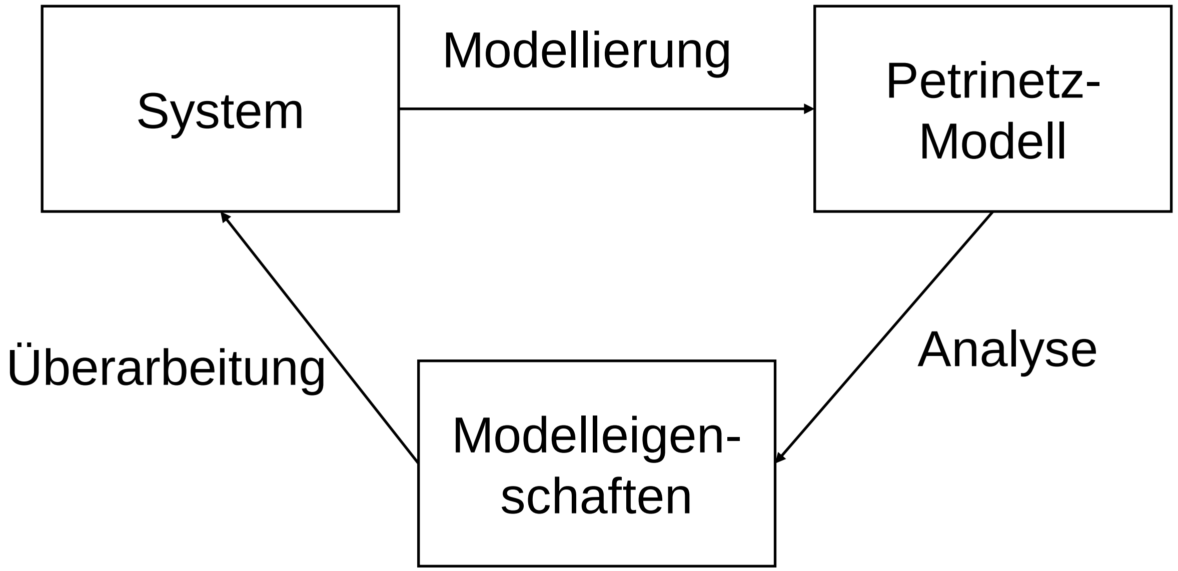
- Ursprung: Dissertationsschrift "Kommunikation mit Automaten" von Carl Adam Petri (1962),
- Seither: mehr als 10.000 Arbeiten auf dem Gebiet,
- bis 1985: hauptsächlich von Theoretikern benutzt,
- seit Mitte der 80er Jahre: vermehrter Einsatz in praktischen Anwendungen,
- Gründe:
  - Einführung der High-Level-Netze,
  - Entwurf von Werkzeugen.

- Petri Nets World: http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/
- Petrinetz-Applet: http://wwwis.win.tue.nl/~wvdaalst/workflowcourse/pn_applet/pn_applet.htm

HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Warum Petrinetze?

- dienen zur Modellierung, Analyse, Simulation von dynamischen Systemen mit nebenläufigen und nichtdeterministischen Systemen,
- erlauben die Beschreibung von Kontroll- und Datenfluss.

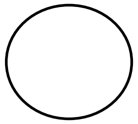
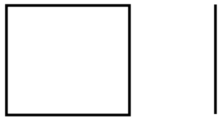
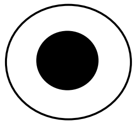


Gründe

- graphischer Formalismus,
- formale Syntax und Semantik,
- explizite Darstellung von Zuständen,
- herstellerunabhängig,
- viele Analyseverfahren und –werkzeuge.

3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen

Ein Petrinetz (gerichteter, bipartiter Graph) besteht aus

- Stellen (passive Komponenten), 
- Transitionen (aktive Komponenten), oder 
- Verbindungen/Kanten zwischen Stellen und Transitionen, 
- Marken in Stellen (Ablaufmechanismus) 

3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen

- Stellen (haben eine Kapazität*)
  - Bedingungen, Medien,
  - Materialbehälter, Datenspeicher,
  - Puffer, Nachrichtenkanäle, ...
- Transitionen
  - Ereignisse, Aktionen, Handlungen,
  - Transporte, Transformationen,
  - Anweisungen, Programme, ...
- Verbindungen/Kanten
  - Vor- und Nachbedingungen von Aktivitäten,
  - Start und Ziel von Transporten,
  - Eingabe und Ausgabe von Programmen, ...

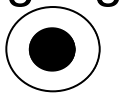
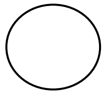
* haben Stellen die Kapazität 1, sprechen wir von einem Bedingungs-/Ereignis-Netz

3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen

HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

- Marken
  - Zustände einer Bedingung, Gültigkeit von Bedingungen,
  - Füllungsgrad von Speichern,
  - Daten auf Datenträgern,
  - Nachrichten in Puffern, ...
- Markierungen
  - lokale Zustände,
  - Gesamtzustände.

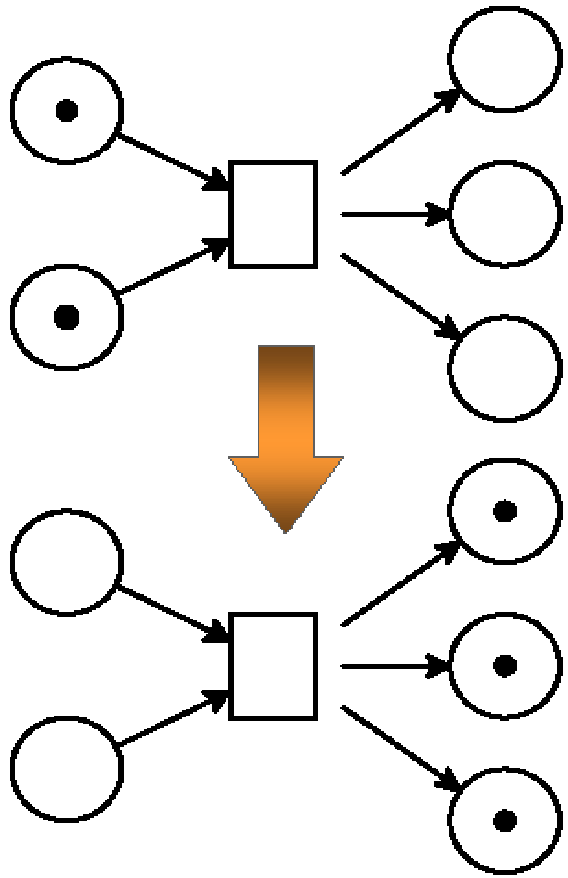
3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen

- Eine Bedingung ist entweder
  - erfüllt  oder
  - nicht erfüllt 

- Ein Ereignis hat
  - Vorbedingungen (○→□) und
  - Nachbedingungen (□→○)

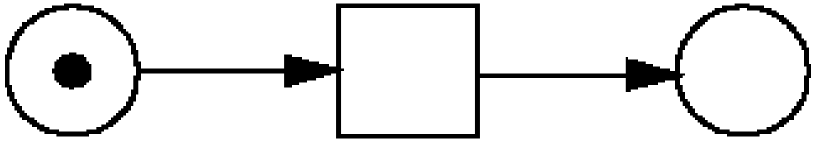
Das Verhalten

- Ein Ereignis ist aktiviert, wenn
  - alle Vorbedingungen erfüllt und
  - alle Nachbedingungen nicht erfüllt sind.
- Ein Ereignisse tritt ein („schaltet“)*, d.h.
  - alle Vorbedingungen werden auf nicht erfüllt und
  - alle Nachbedingungen auf erfüllt gesetzt.

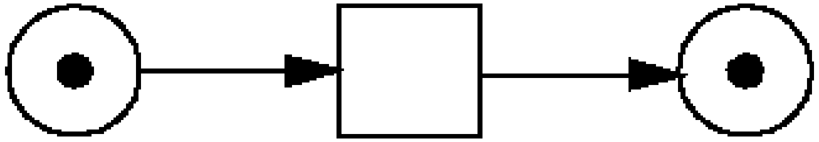


* Oft spricht man auch davon, dass eine Transition „feuert“.

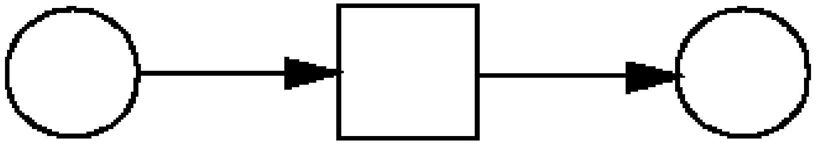
Schaltbare Ereignisse in einem Bedingungs-/Ereignis-Netz?



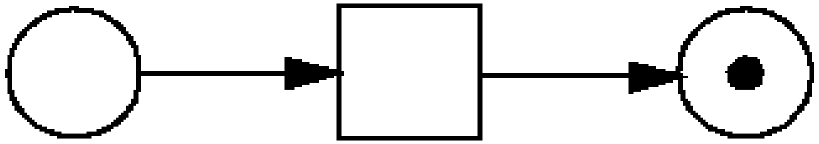
(1)



(2)



(3)



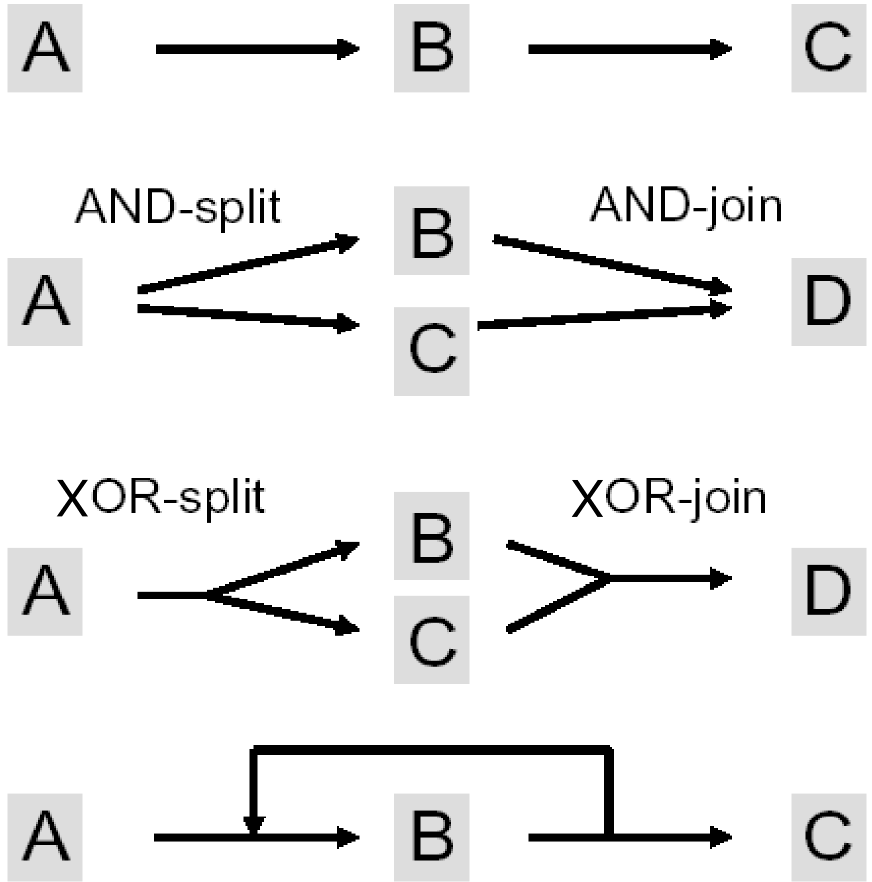
(4)

HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kurze Erinnerung: Routing von Fällen:

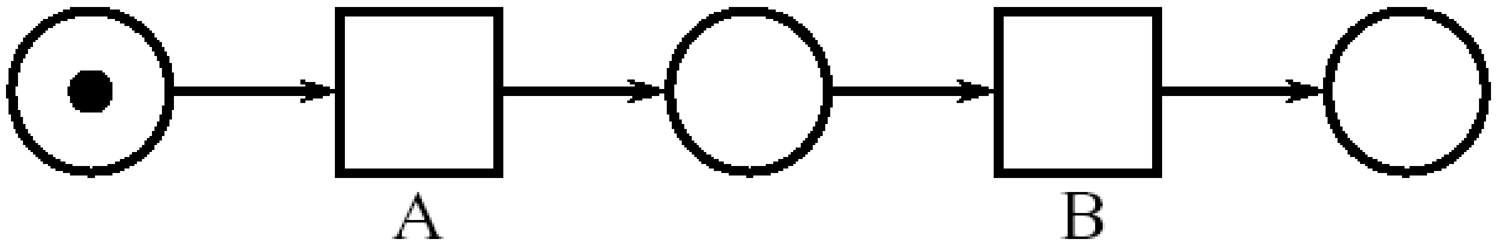
- A, B, C, D - Aufgaben

- sequentiell
- parallel
- alternativ
- iterativ

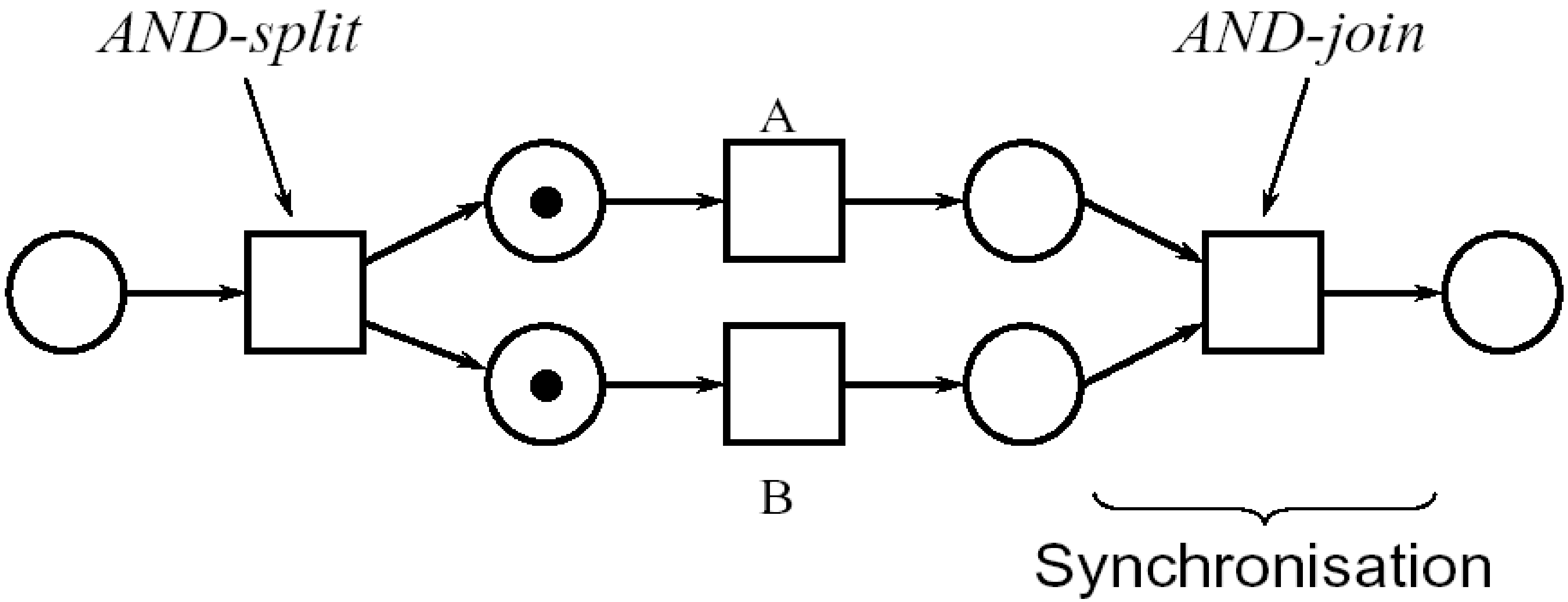


3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen

Sequentielles Routing „Erst A, dann B“

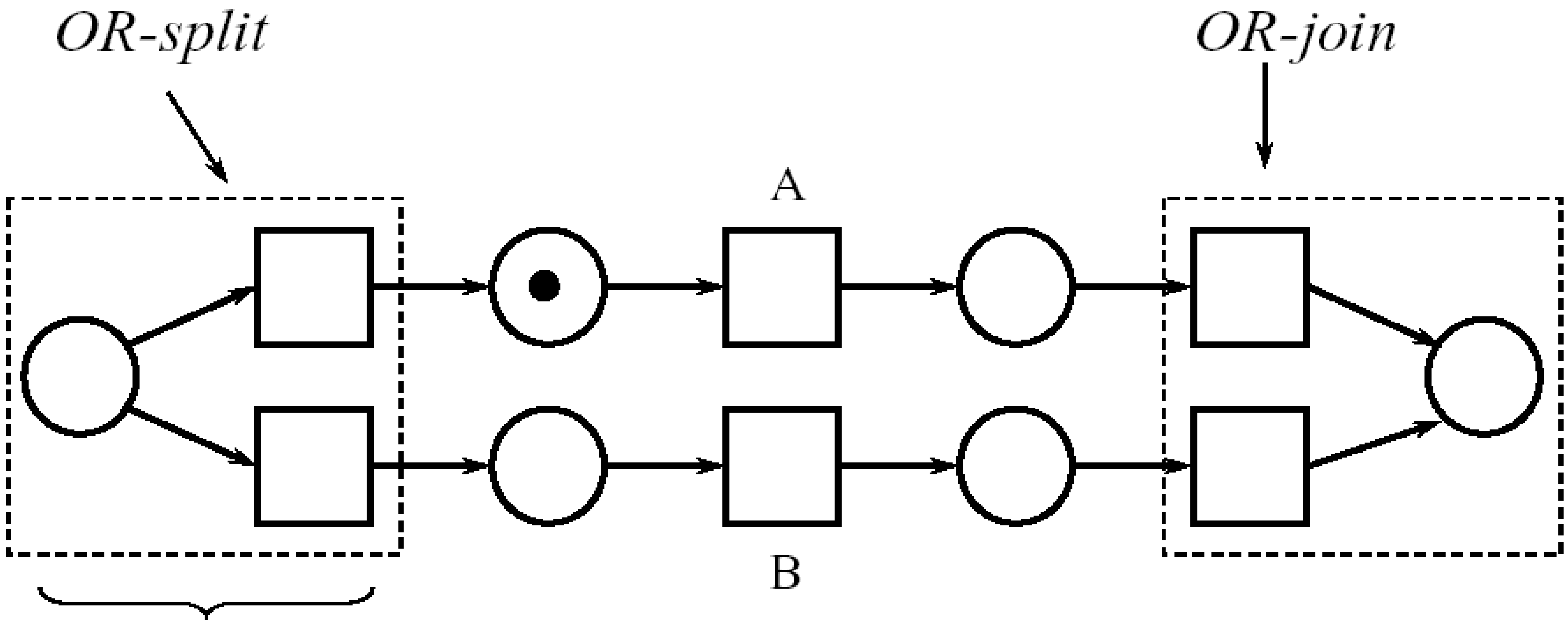


Paralleles Routing „A und B nebenläufig“



Auswahl (I) „A oder B“

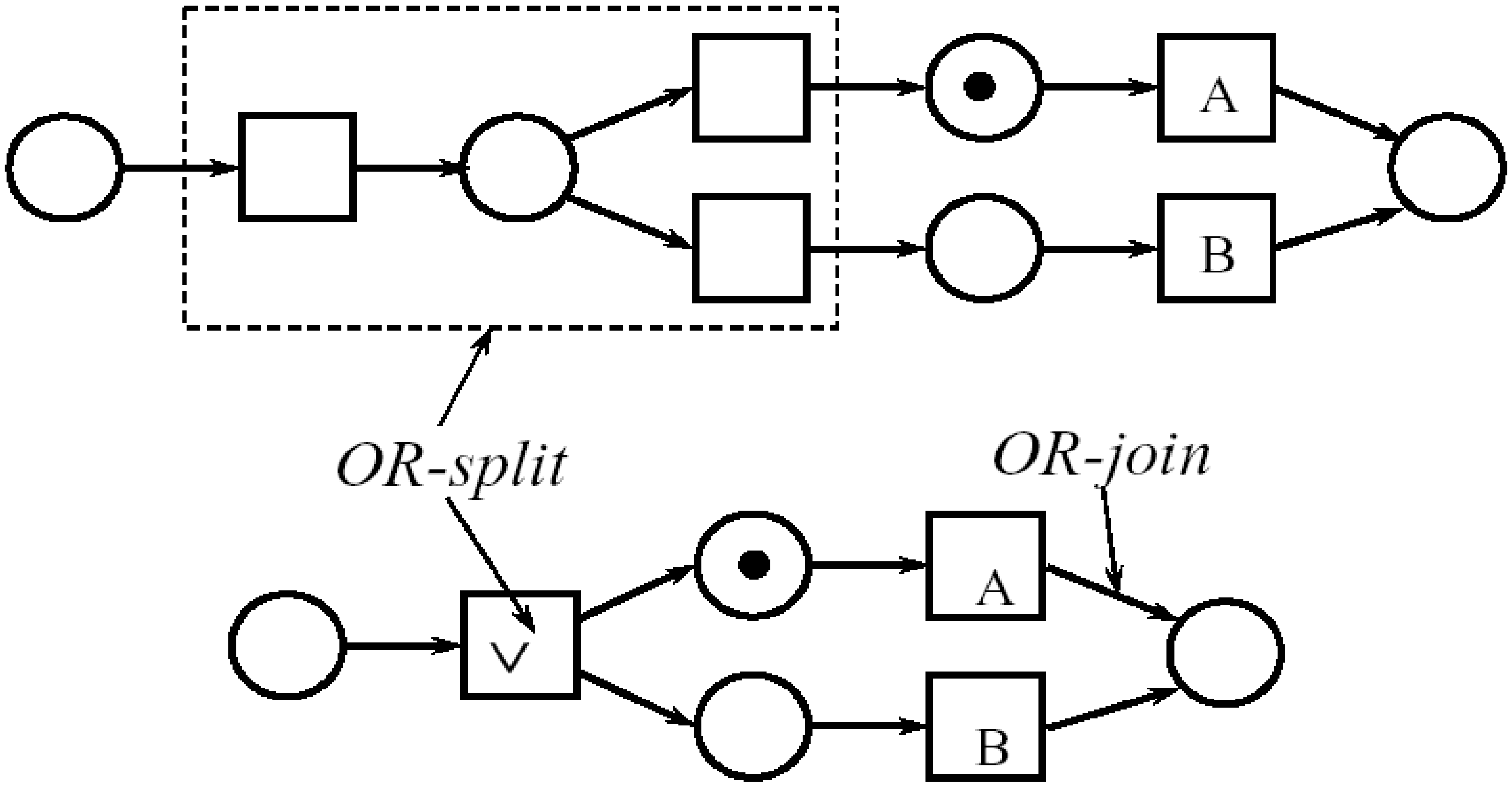
Implizite Auswahl: hängt von A und B ab (d.h. die genaue Verzweigung steckt implizit in den Transitionen)



Konflikt
(2 Transitionen benötigen dieselbe(n) Marke(n))

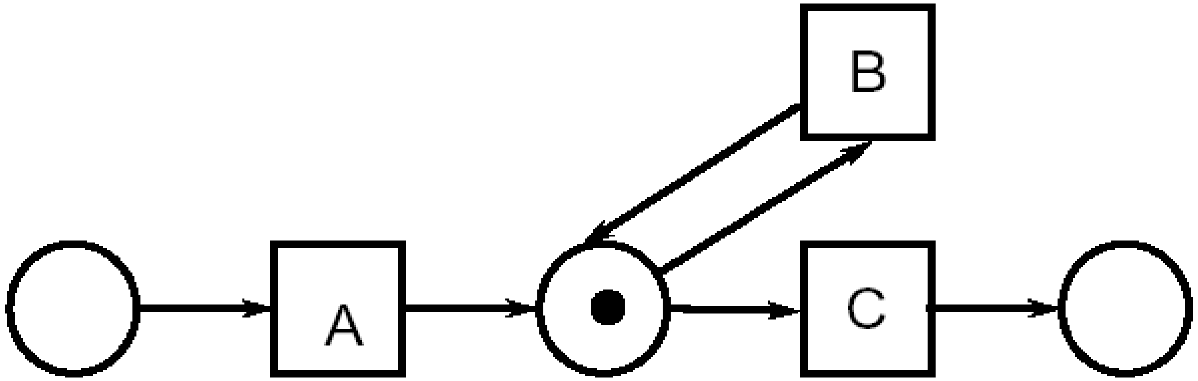
Auswahl (II) Modellierung expliziter Auswahl:

Explizite Auswahl hängt nicht von A und B ab.

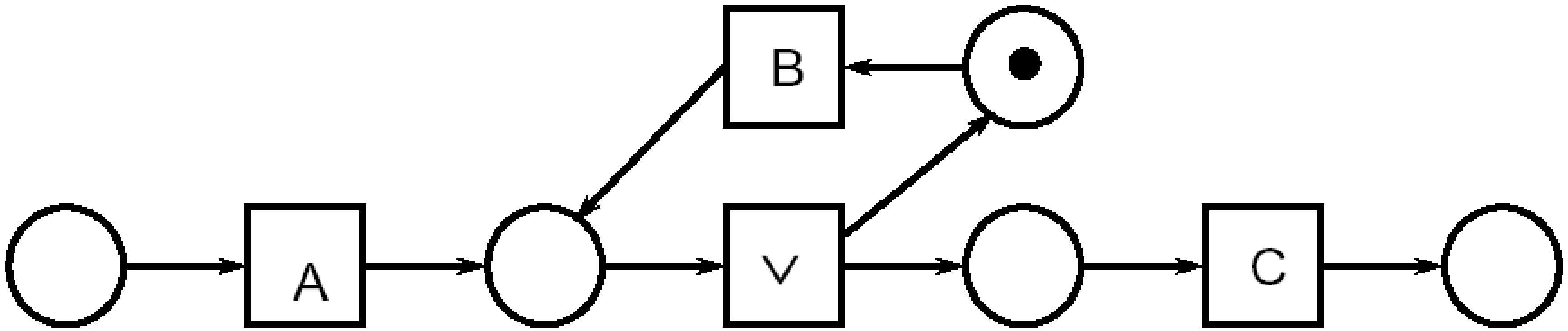


3. Grundregeln der Modellierung mit Petrinetzen

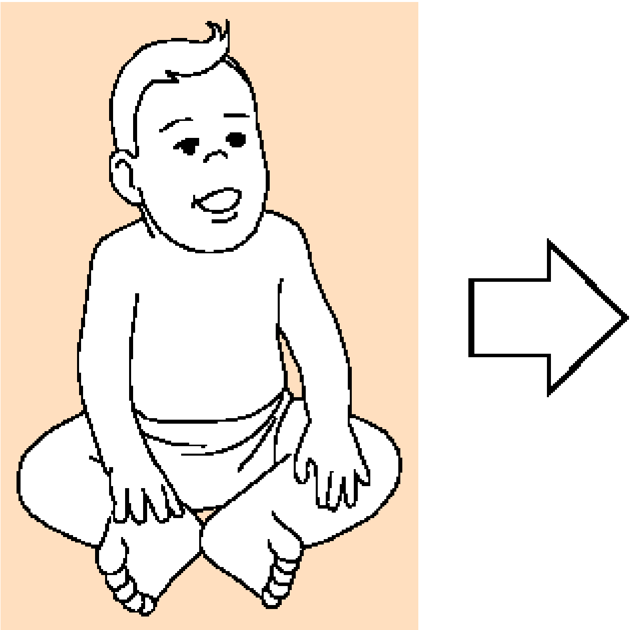
Iteration

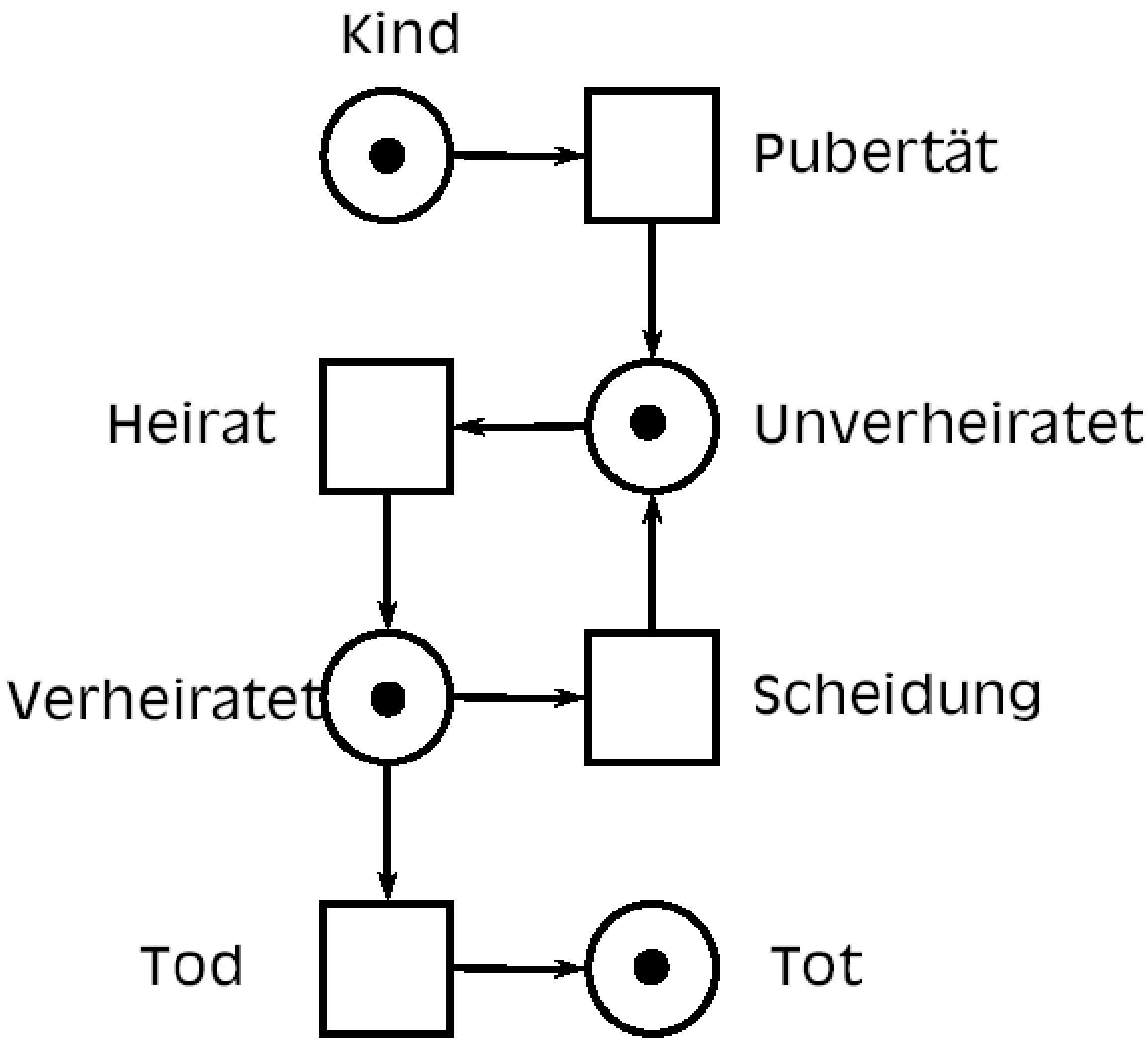


oder

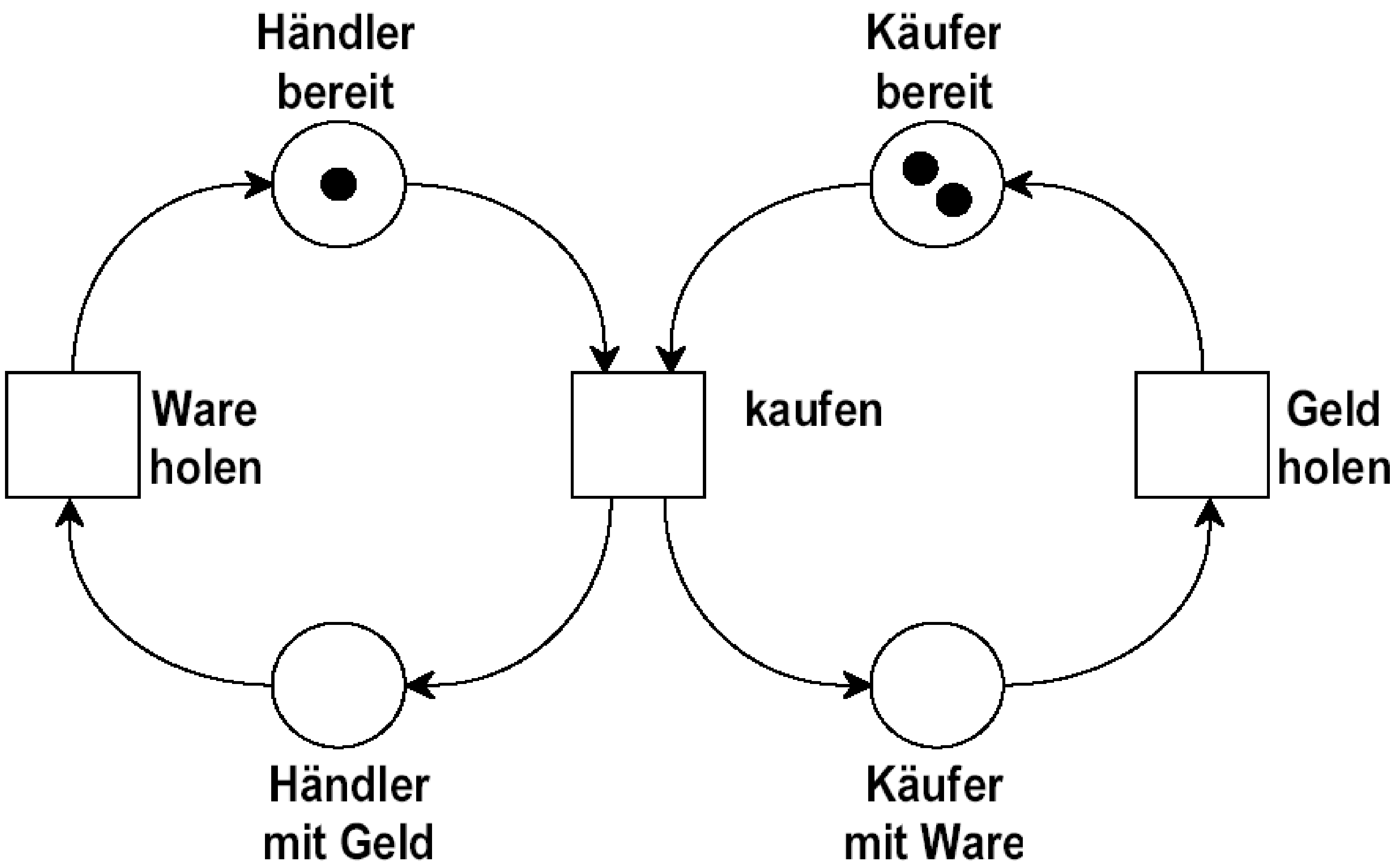


Beispiel: Lebenszyklus



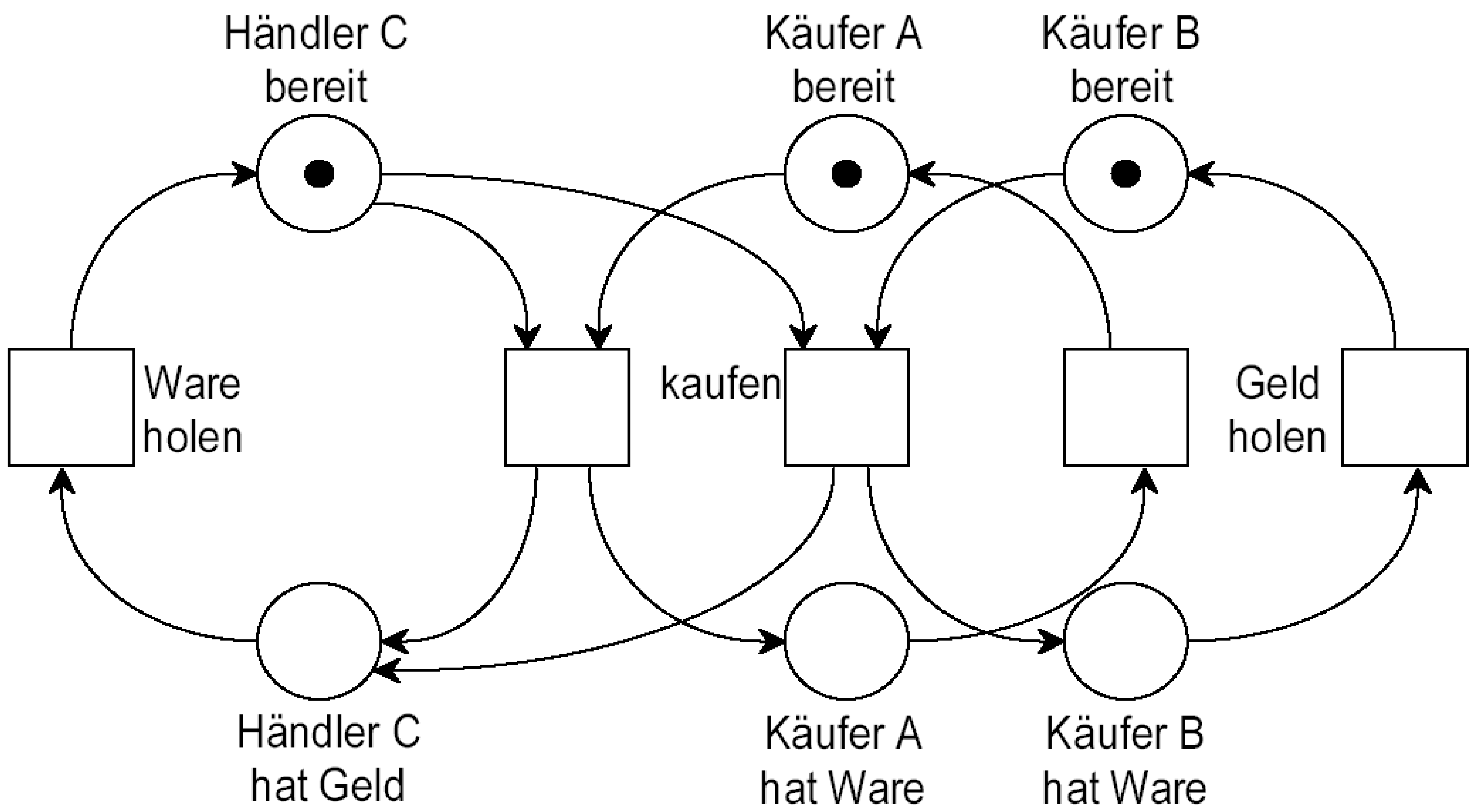


Beispiel: Ein Händler, zwei ununterscheidbare Käufer

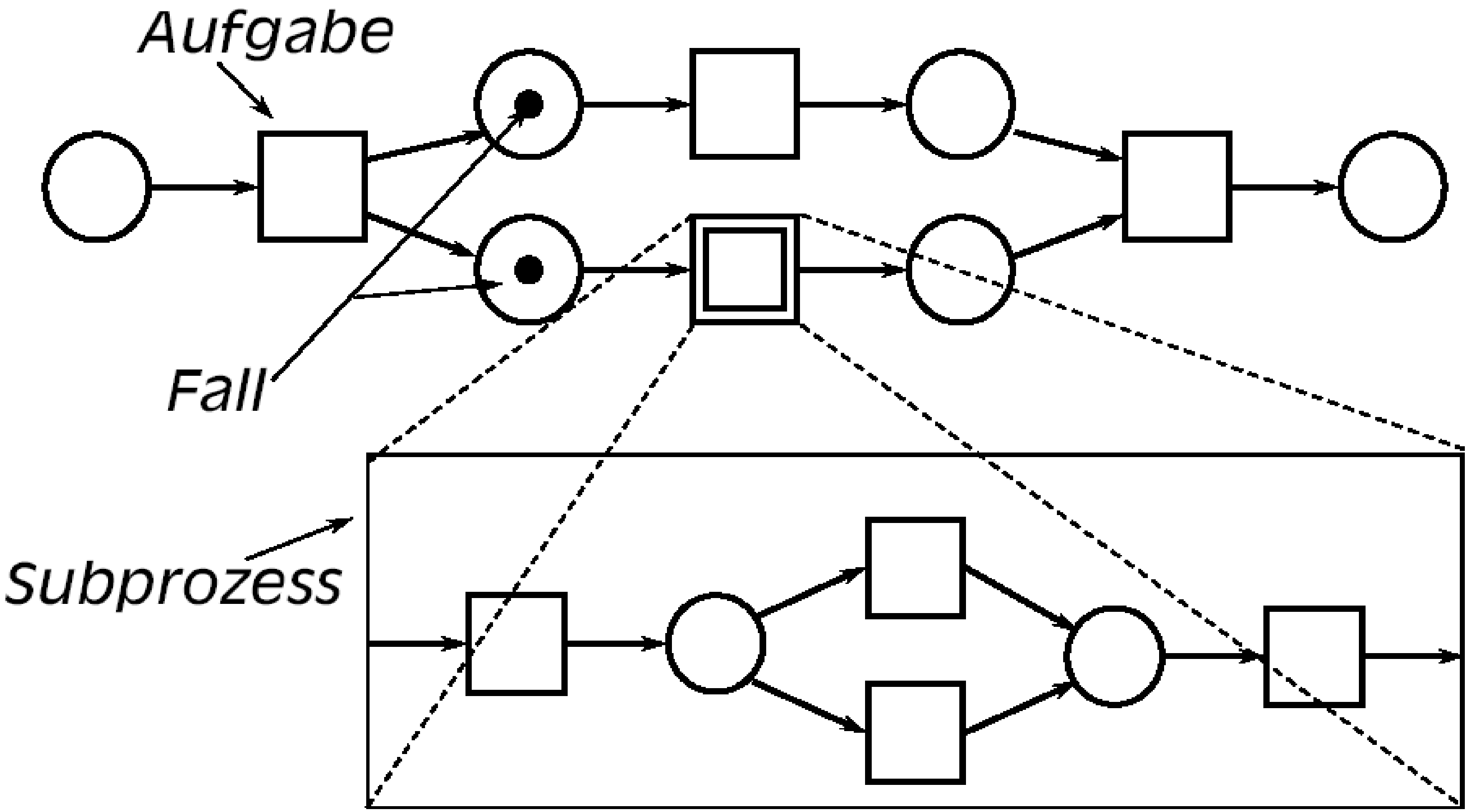


HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Beispiel: Ein Händler, zwei (individuelle) Käufer



Prozessmodellierung mit Petrinetzen



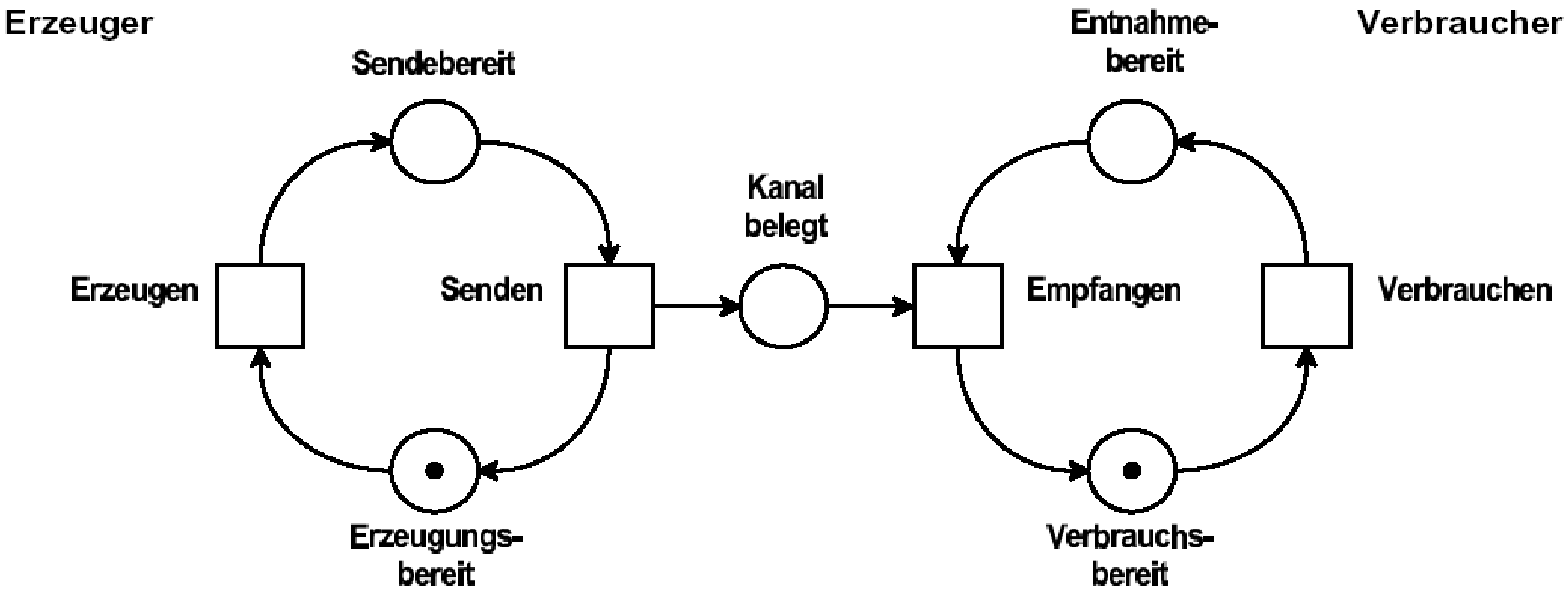
HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Struktur von Petrinetzen

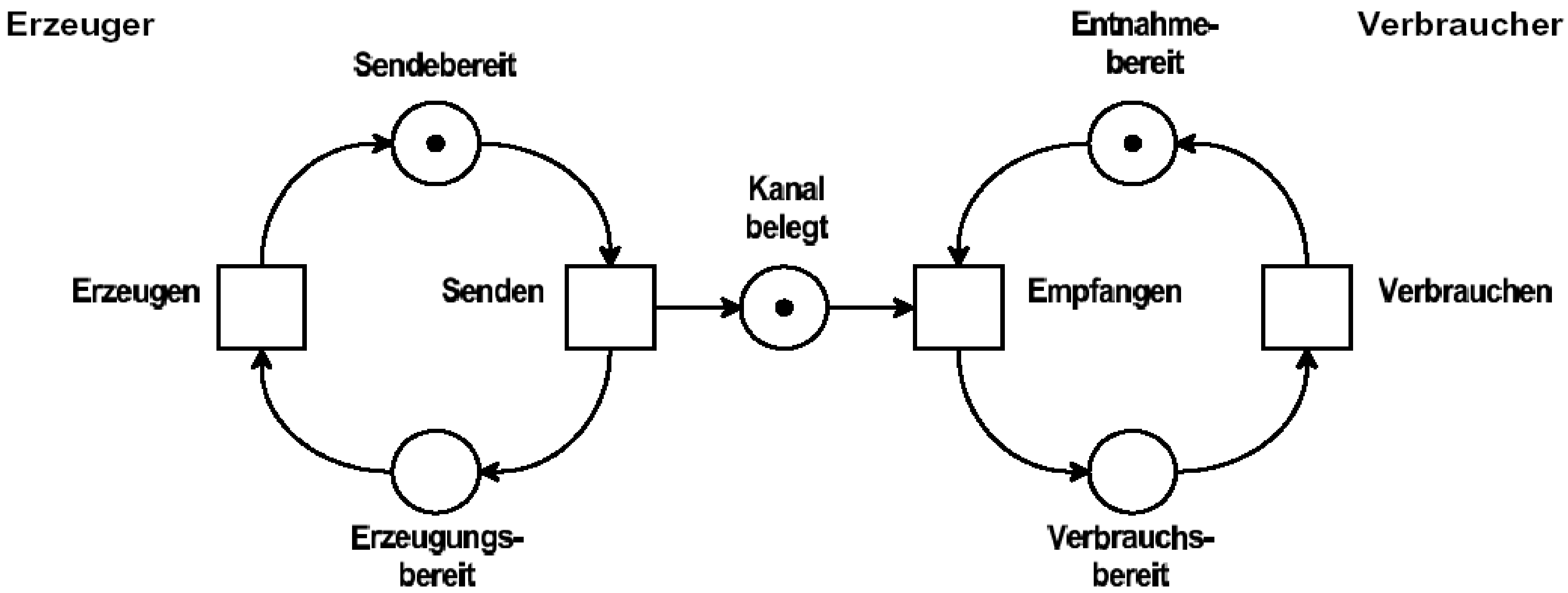
- Ein **Petrinetz** ist ein Tripel $N = (S,T,F)$ mit
  - S (Stellen), T (Transitionen) sind endliche Mengen,
  - $S \cap T = \emptyset$, (Stellen und Transitionen sind disjunkt),
  - $S \cup T \neq \emptyset$, (Vereinigung von Stellen und Transitionen ist nicht leer),
  - $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$ ist eine binäre (Fluss-)Relation über $S \cup T$.

- Alle Stellen und Transitionen eines Netzes heißen **Netzelemente**.

Ein Beispiel (Erzeuger/Verbraucher)

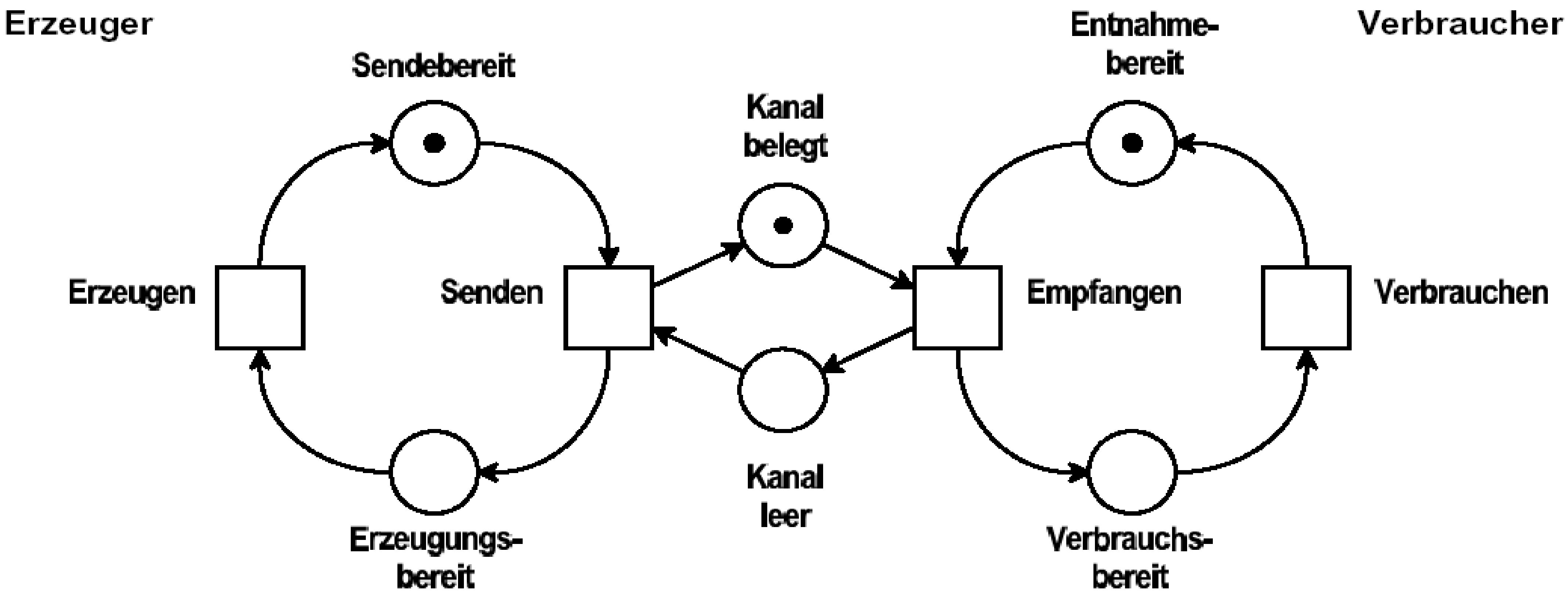


Ein Beispiel (Erzeuger/Verbraucher)



HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

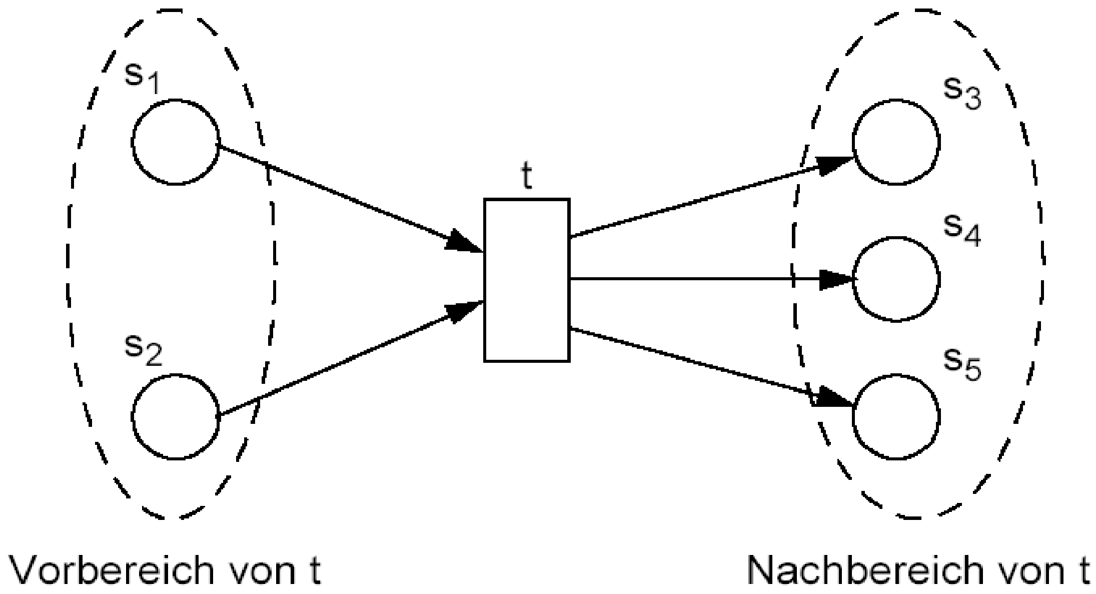
Ein Beispiel (modifizierter Erzeuger/Verbraucher)



HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Struktur von Petrinetzen

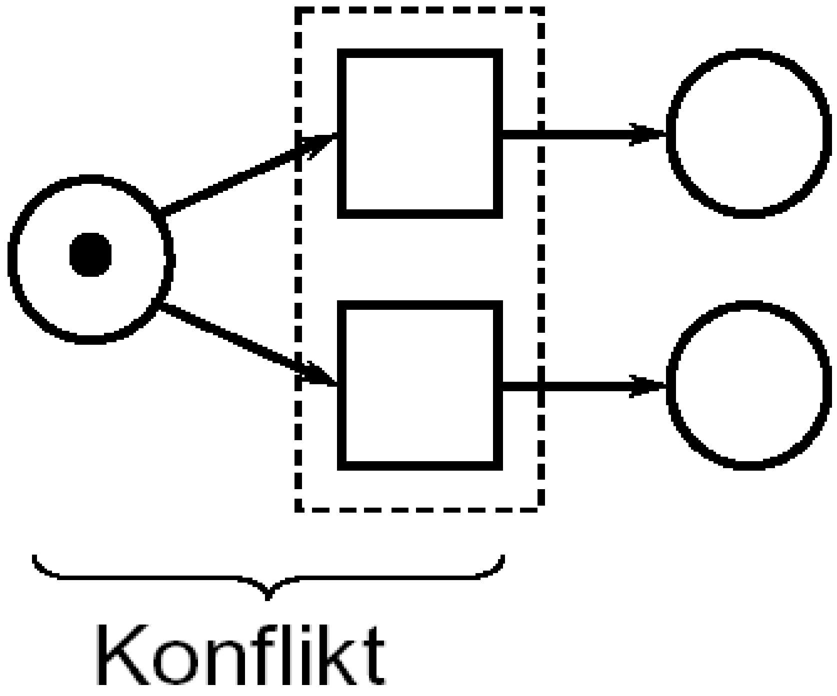
- **Vorbereich** eines Elements x: Menge aller Eingangs-Knoten (bzw. Input-Knoten) von x, d.h.
  $\bullet x = \{ y \mid (y,x) \in F \}$.
- **Nachbereich** eines Elements x: Menge aller Ausgangs-Knoten (bzw. Output-Knoten) von x, d.h.
  $x \bullet = \{ y \mid (x,y) \in F \}$.



HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Verzweigungen

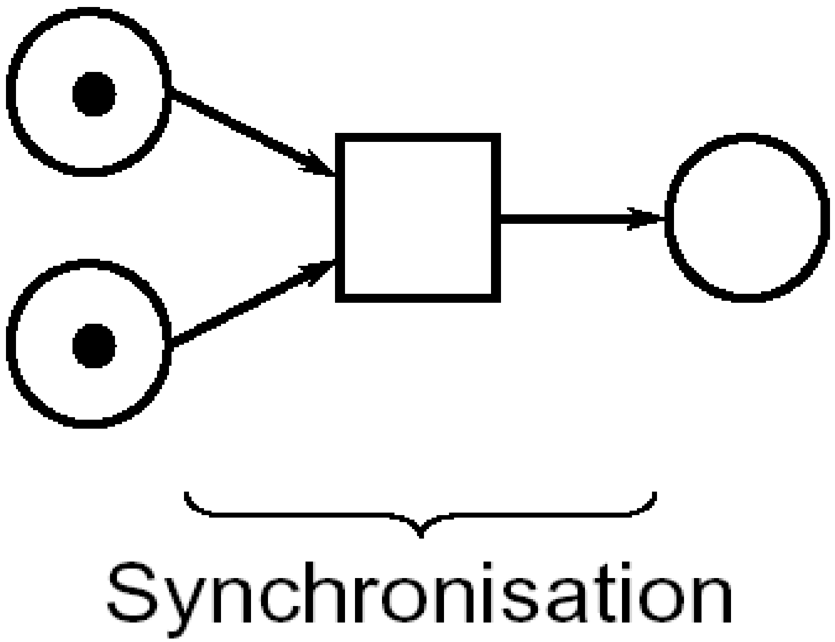
- Ein Knoten heißt **vorwärtsverzweigt**, falls |x •| > 1.
- Vorwärtsverzweigte Stellen modellieren Alternativen (Konflikte)



HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Verzweigungen

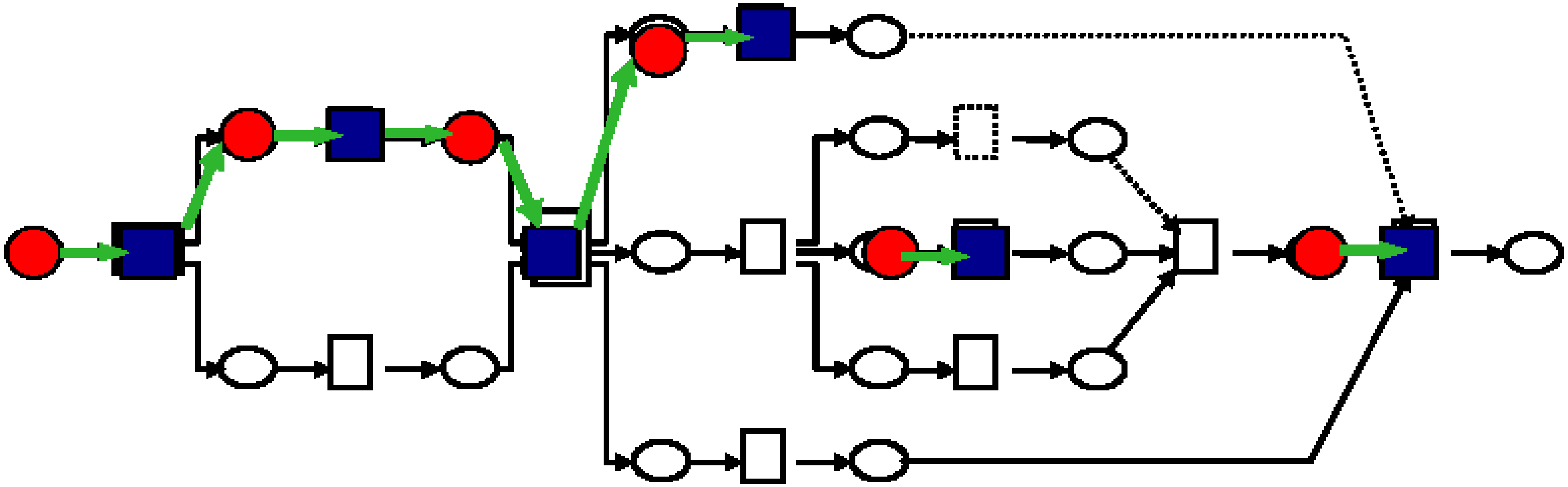
- Ein Knoten heißt **rückwärtsverzweigt**, falls $|\bullet x| > 1$.
- Rückwärtsverzweigte Transitionen modellieren Synchronisation.



HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

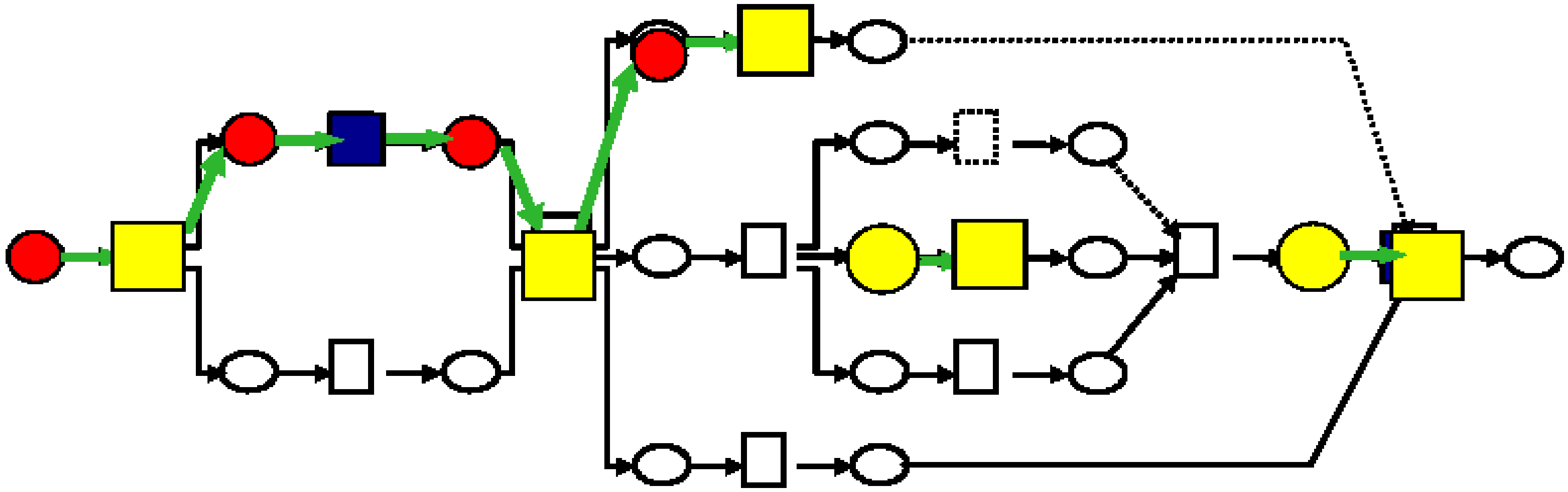
Definition: Teilnetz

- Ein Netz N' = (S',T',F') heißt **Teilnetz** des Netzes N = (S,T,F), wenn
  - $S' \subseteq S$ und
  - $T' \subseteq T$ und
  - $F' = F \cap ((S' \times T') \cup (T' \times S'))$.



Definition: Rand

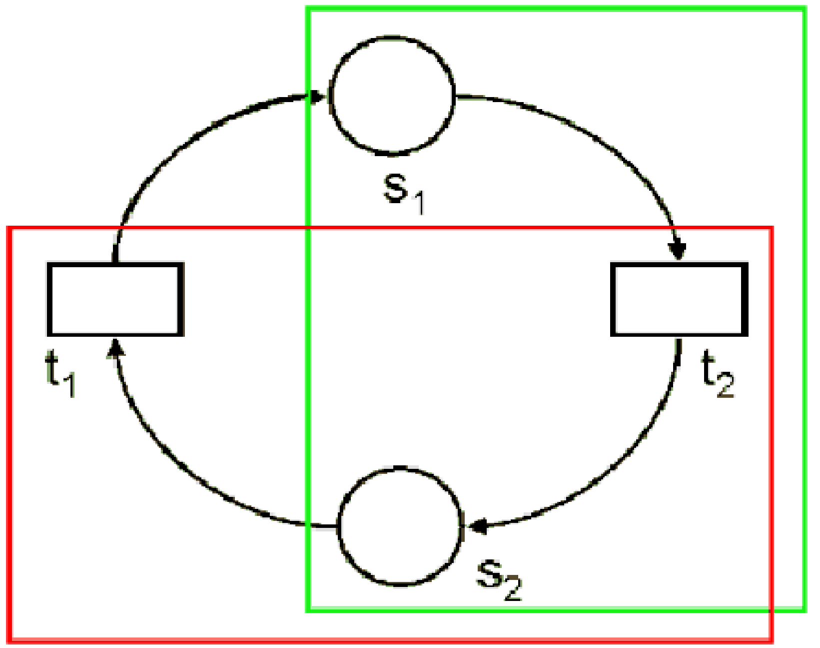
- Der **Rand** eines Teilnetzes N´ (bzgl. des Netzes N) sind diejenigen seiner Knoten, die über Kanten mit dem Restnetz verbunden sind. Er ist also definiert durch: Rand (N´,N) = $\{x \in S' \cup T' \mid (x\bullet \cup \bullet x) \setminus (S' \cup T') \neq \emptyset \}$
  (Vor- und Nachbereich von x sind hierbei bzgl. N verstehen)



Definition: Rand

- Ein Teil-Netz N´ heißt
  - **stellenberandet**, wenn sein Rand nur Stellen enthält, d.h. Rand(N´,N) $\subseteq$ S´,
  - **transitionsberandet**, wenn sein Rand nur Transitionen enthält, d.h. Rand(N´,N) $\subseteq$ T´.
- Ein stellenberandetes Teilnetz lässt sich durch eine Stelle, ein Transitionsberandetes durch eine Transition ersetzen.

- Beispiel:
  - stellenberandet
  - transitionsberandet



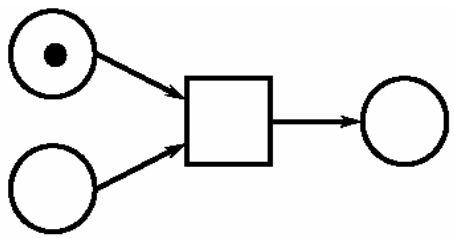
HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Definition: Markierung

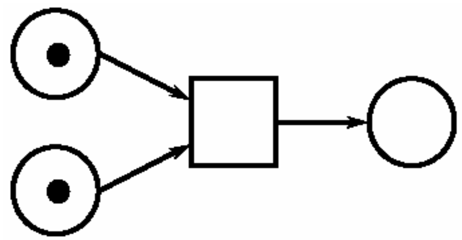
- Die Belegung der Stellen heißt **Markierung** und ist der Zustand des Petri-Netzes.
- Eine **Markierung m** eines Netzes N=(S,T,F) ist eine Abbildung m: S $\rightarrow$ IN.
- Eine Markierung m **aktiviert** eine Transition t $\in$ T, wenn m(s)>0 für alle s $\in \bullet$ t.

- Kontroll-Frage: In welchem Fall ist die Transition aktiviert?

A.)



B.)



HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Definition: Markiertes Petrinetz

- Ein Netz N mit Markierung m ist ein **markiertes Petrinetz**.
- Ein markiertes Petrinetz ist also ein 4-Tupel (S,T,F,m).
- Falls t$\in$ N unter m aktiviert ist, kann t **schalten**. Dies führt zu einer **Folgemarkierung m'** , definiert durch

$$m'(s) = \begin{cases} m(s)\,, & \text{falls } s \notin \bullet t \text{ und } s \notin t \bullet \\ m(s)-1\,, & \text{falls } s \in \bullet t \text{ und } s \notin t \bullet \\ m(s)+1\,, & \text{falls } s \notin \bullet t \text{ und } s \in t \bullet \\ m(s)\,, & \text{falls } s \in \bullet t \text{ und } s \in t \bullet \end{cases}$$

Schreibweise: $m \rightarrow^{t} m'$.

HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Definition: Schaltfolge

- Sei m eine Markierung eines Petrinetzes N. Falls $m \rightarrow^{t1} m_1$, $m_1 \rightarrow^{t2} m_2$, …, $m_{n-1} \rightarrow^{tn} m_n$ Schaltvorgänge sind, ist SF = t1, t2, …, tn eine Schaltfolge von m nach m_n: $(m \rightarrow^{SF} m_n)$
- Die leere Sequenz ε ist die Schaltfolge ε : m → m für jede Markierung m.

HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Definition: Erreichbarkeit

- Wir schreiben $m \rightarrow^{*} m'$ und nennen m' von m **erreichbar**, wenn $m \rightarrow^{SF} m'$ für irgendeine Schaltfolge SF gilt.
- [m> bezeichnet die Menge aller von m erreichbaren **Markierungen.**
- Das Verhalten eines markierten Petrinetzes wird beschrieben durch die Menge seiner Schaltfolgen.
- Eine kompaktere Repräsentation liefert der Markierungsgraph.
- Eine **Markierung** eines Petrinetzes heißt **erreichbar**, falls es eine Schaltfolge der Transitionen gibt, welche die Startmarkierung in diese Markierung überführt.