

# Analyse von Workflow-Modellen

Prof. Dr. Heiner Stuckenschmidt

Basiert auf Material von  
Prof. Dr. Will van der Aalst  
(TU Eindhoven)

# Workflow Netze

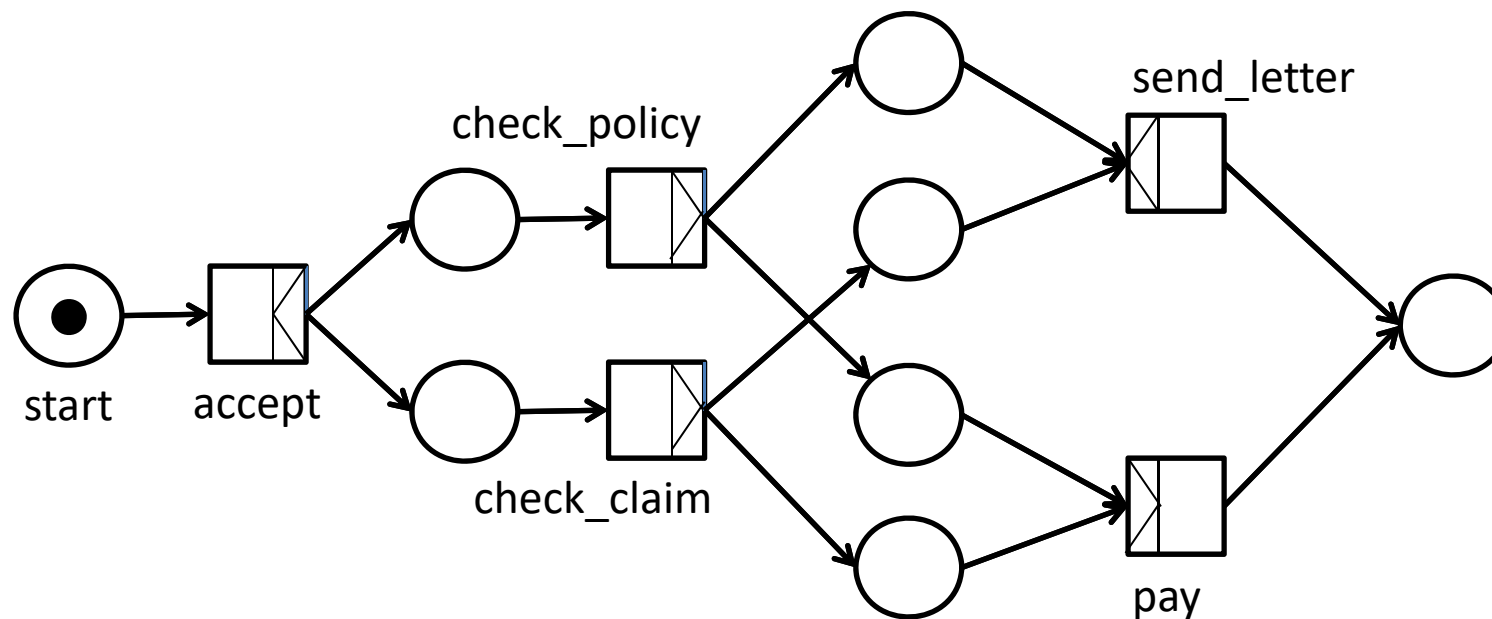
- Ein Workflow Netz (WF-Netz) ist ein Petri Netz mit den folgenden Eigenschaften:
  - Es gibt eine Input Stelle *start*, die keine Vorgänger hat
  - Es gibt eine Output Stelle *end*, die keine Nachfolger hat
  - Das Workflow Netz ist *sound*

# Typische Fehler in Modellen

- Aufgaben ohne In- bzw. Output
- Aufgaben, die niemals ausgeführt werden (können)
- Sich gegenseitig blockierende Aufgaben
- Unendliche Zyklen
- Aktivitäten nach Abschluss des Prozesses
- Übriggebliebene Token nach Abschluss des Prozesses

# Beispiel:

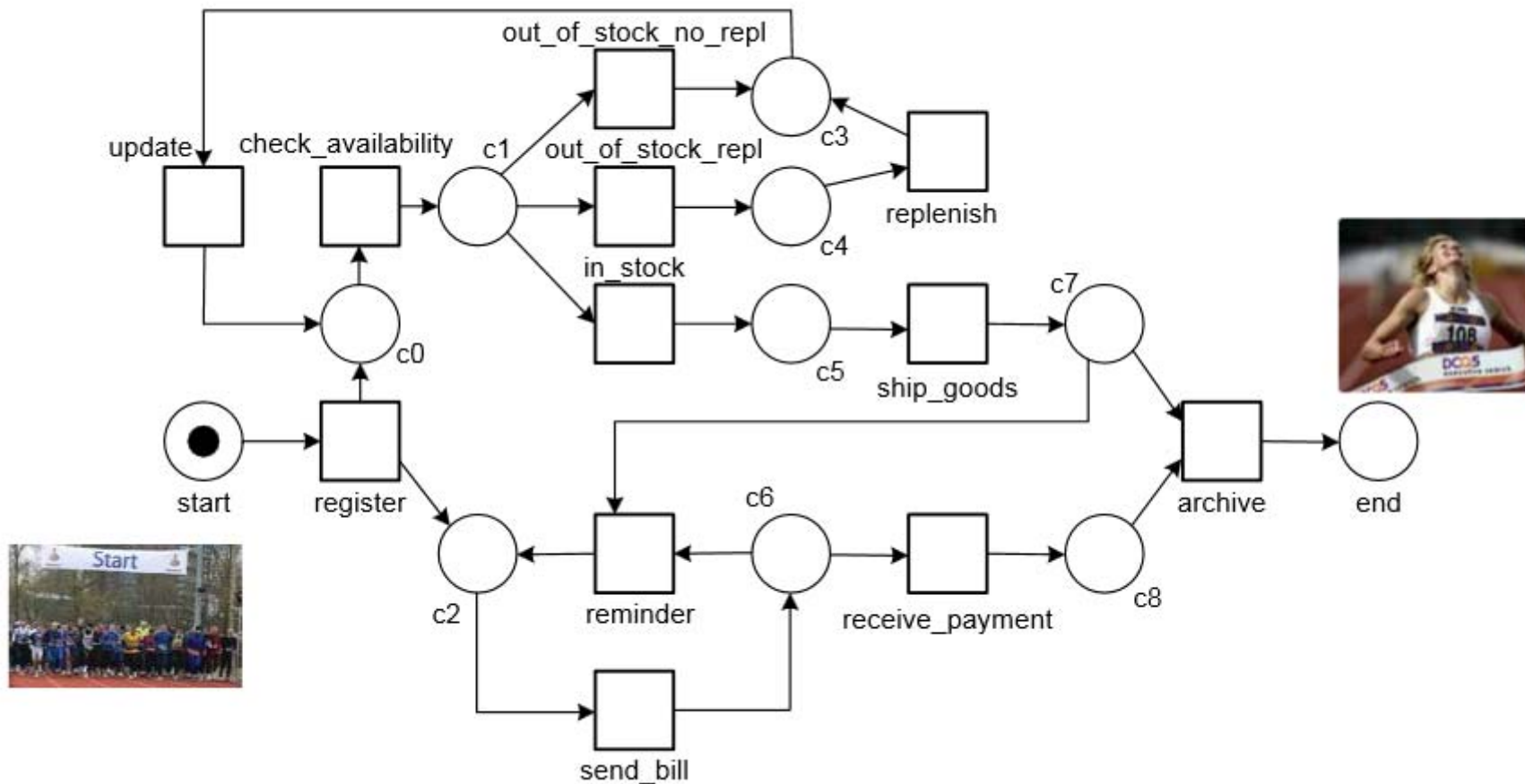
- Welches Problem hat dieses Modell?



# Eigenschaften von WF Netzen

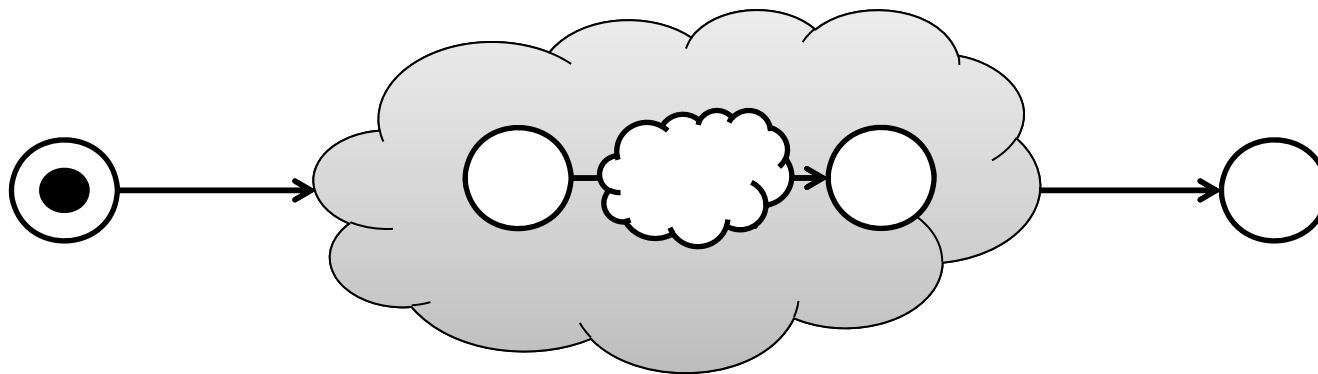
- Ein WF-Netz ist *sound*, wenn
  1. Jedes Token in der *start* Stelle genau ein Token in der *end* Stelle produziert
  2. Alle anderen Stellen leer sind, sobald ein Token in der *end* Stelle ist
  3. Für jede Transition ist es möglich vom Ausgangszustand in einen Zustand zu gelangen, in dem die Transition *enabled* ist
- Spezialfall: Ein WF Netz ist *safe*, wenn es niemals mehr als ein Token in einer Stelle gibt.

# Ist dieses Netz *safe*?



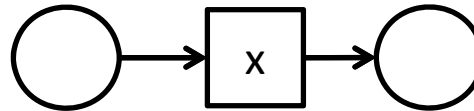
# Bestimmung von Safeness

- Ersetzungseigenschaft:
  - Die Ersetzung einer Transition mit genau einer input und einer output Stelle in einem sicheren WF Netz durch ein sicheres WF Netz ergibt wieder ein sicheres WF Netz

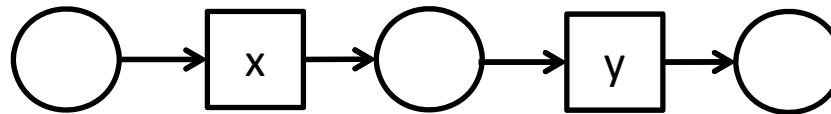


# Sichere Teilnetze 1

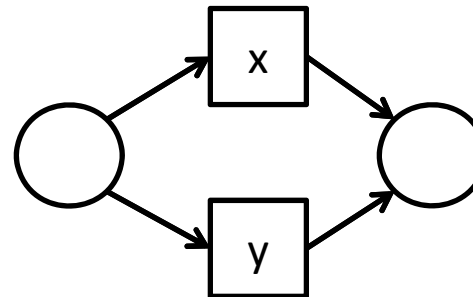
1. Basisnetz



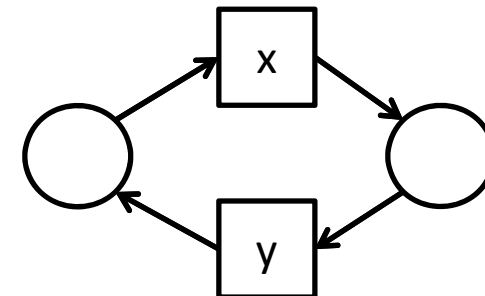
2. Sequenz



3. Implizites ODER



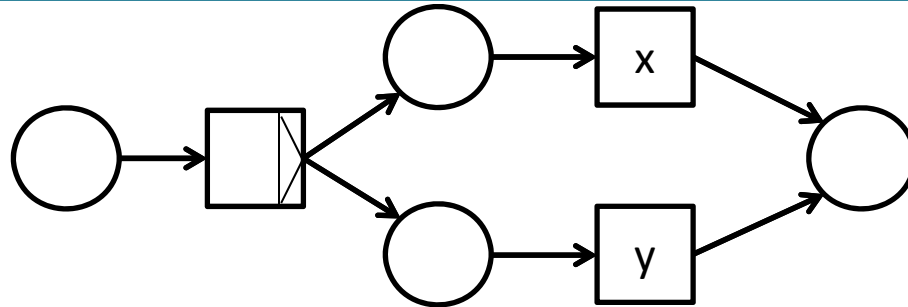
4. Iteration



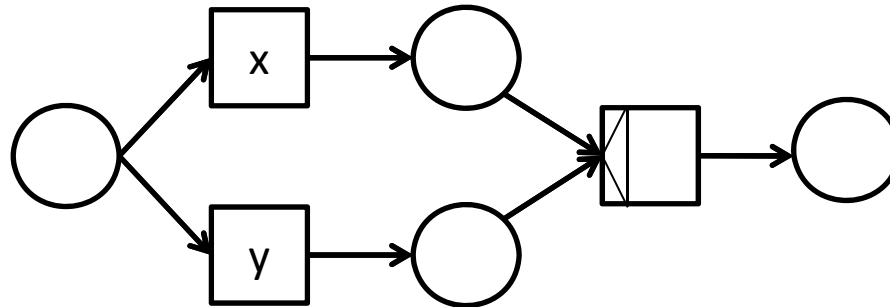


# Sichere Teilnetze 2

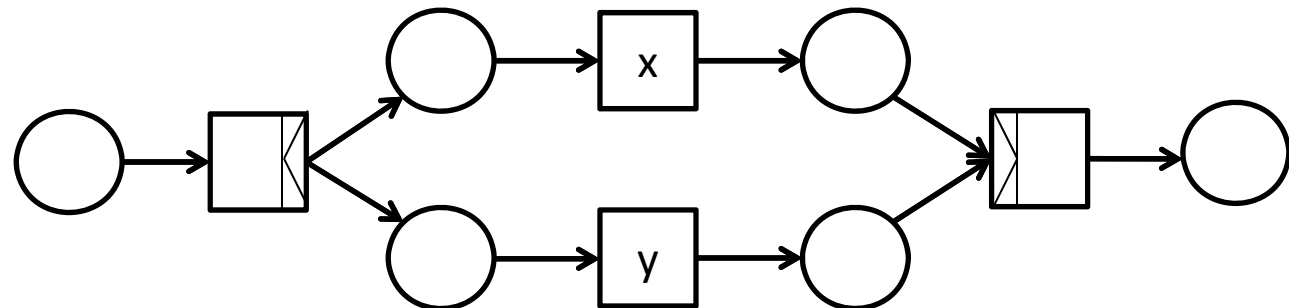
5. ODER split



6. ODER join

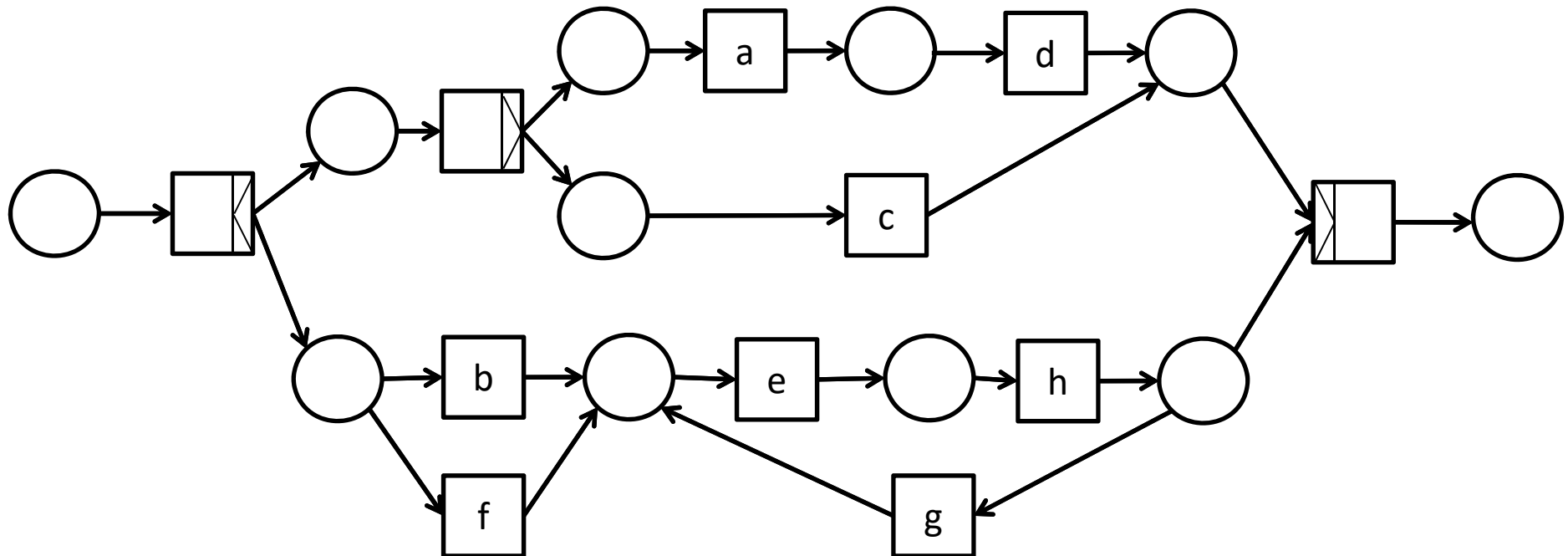


7. AND



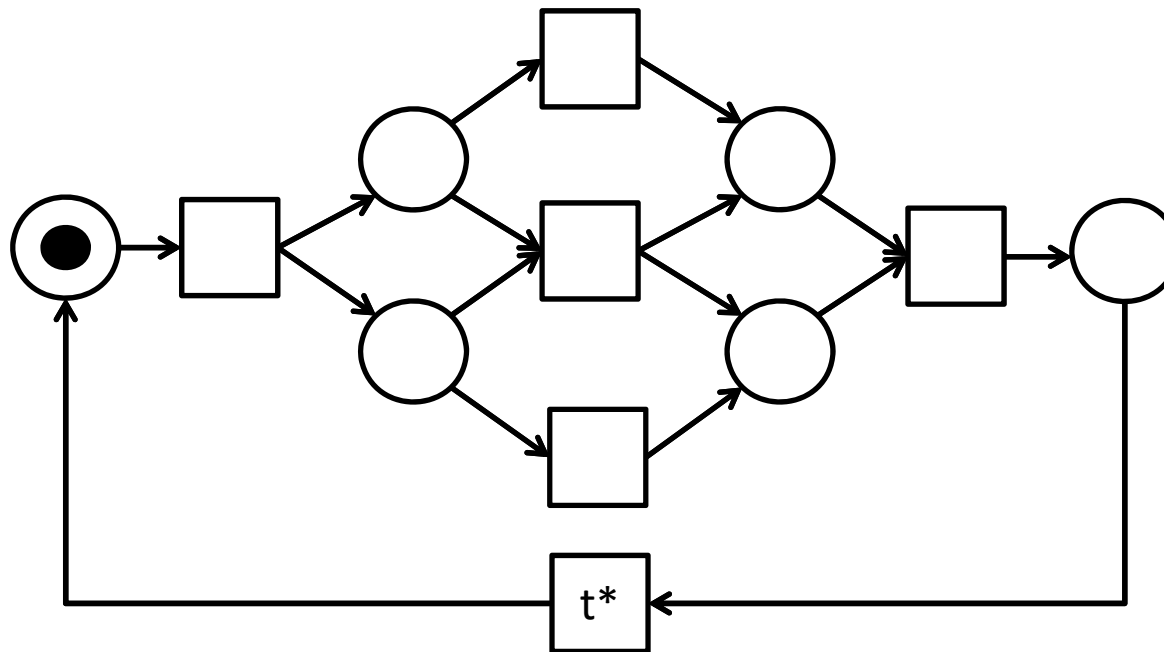
# Aufgabe

- Ist dieses Netz *safe*?



# Bestimmung von Soundness

- Ein WF-Netz ist *sound*, genau dann wenn das dazugehörige Petri-Netz, erweitert um eine Transition  $t^*$  von *end* nach *start* die Eigenschaften *live* und *bounded* hat.



# Performanz-Analyse

Wie viele Fälle können pro Zeiteinheit abgearbeitet werden?

Wie lange dauert es, bis ein Fall abgearbeitet ist ?

Wie gut sind die Ressourcen (in der Regel Mitarbeiter) ausgelastet ?

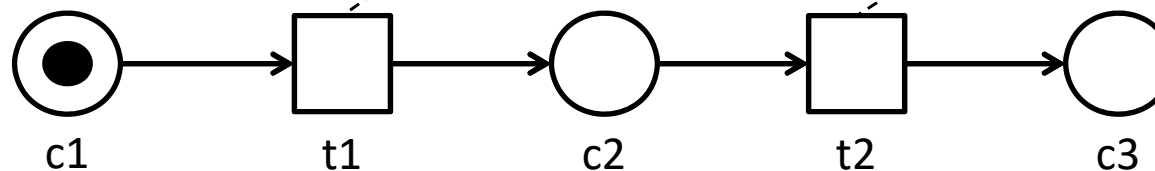
# Beispiel

- Wie effizient ist dieser Prozess für zwei voneinander unabhängige Aktivitäten t1 und t2?

Durchschnitt:  
24 Fälle  
Pro Stunde  
2,5 Minuten  
Abstand

2 Ressourcen Typ 1  
4 Minuten  
Bearbeitungszeit

2 Ressourcen Typ 2  
4 Minuten  
Bearbeitungszeit

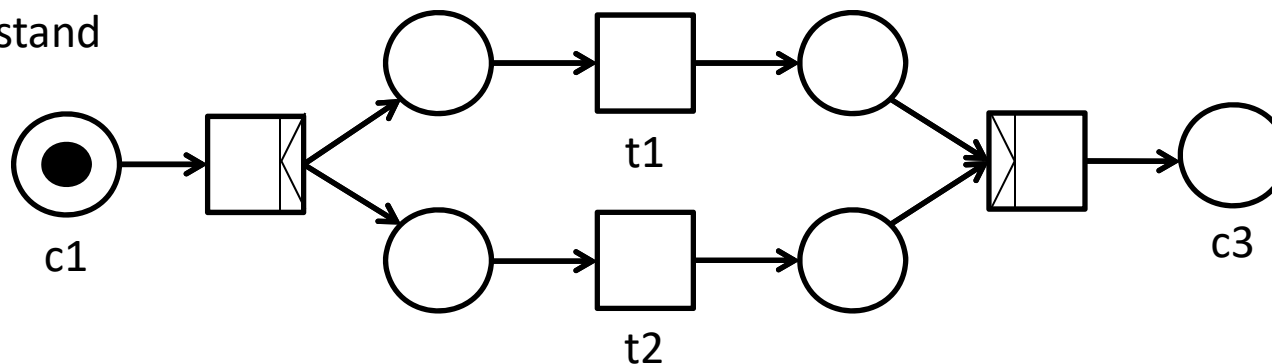


# Parallelisierung

- Inwieweit wird der Prozess effizienter ?

Durchschnitt:  
24 Fälle  
Pro Stunde  
2,5 Minuten  
Abstand

2 Ressourcen Typ 1  
4 Minuten  
Bearbeitungszeit

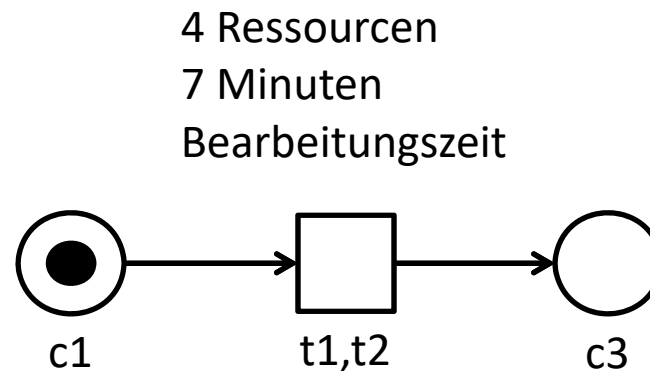


2 Ressourcen Typ 2  
4 Minuten  
Bearbeitungszeit

# Zusammenlegung von Arbeitsschritten

- Inwieweit wird der Prozess effizienter ?

Durchschnitt:  
24 Fälle  
Pro Stunde  
2,5 Minuten  
Abstand

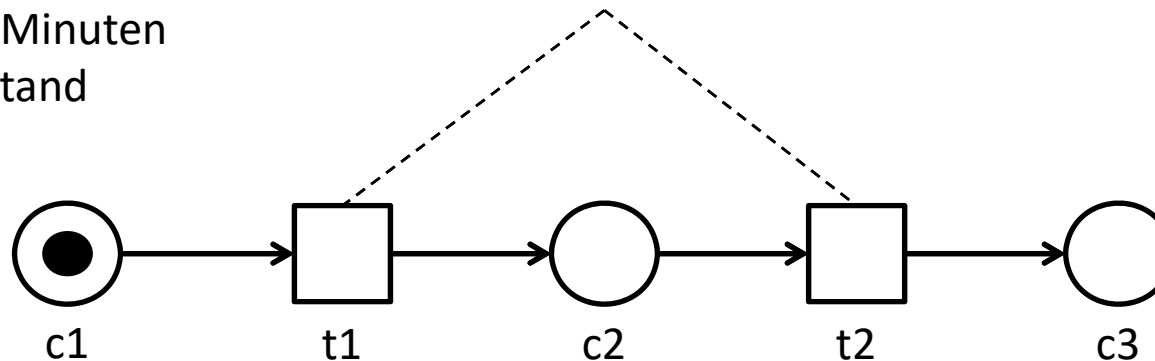


# Flexibilisierung von Ressourcen

- Inwieweit wird der Prozess effizienter?

Durchschnitt:  
24 Fälle  
Pro Stunde  
2,5 Minuten  
Abstand

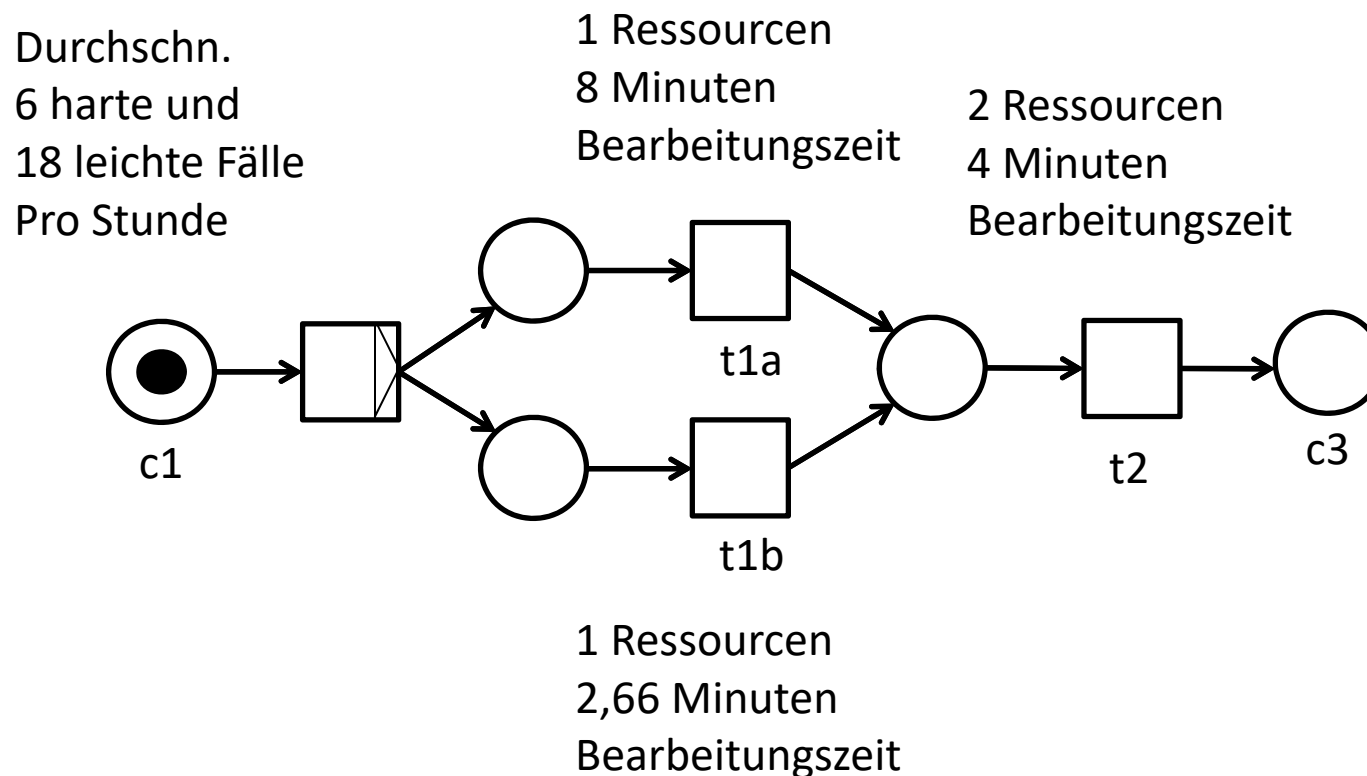
4 Ressourcen  
4 Minuten  
Bearbeitungszeit





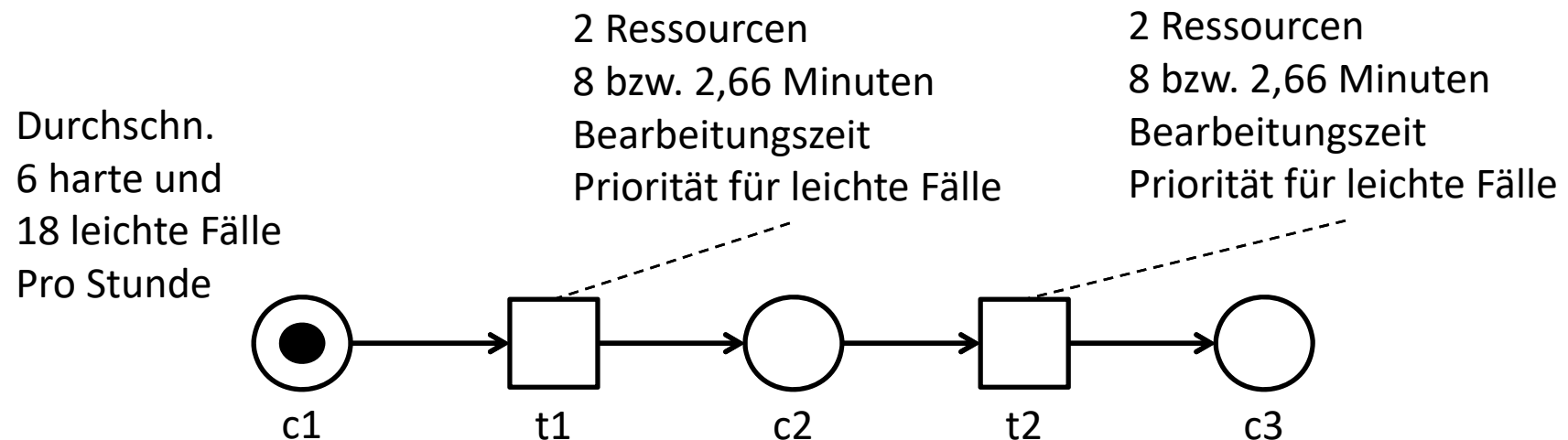
# Fallspezifische Bearbeitung

- Inwieweit wird der Prozess effizienter?



# Priorisierung

- Inwieweit wird der Prozess effizienter?

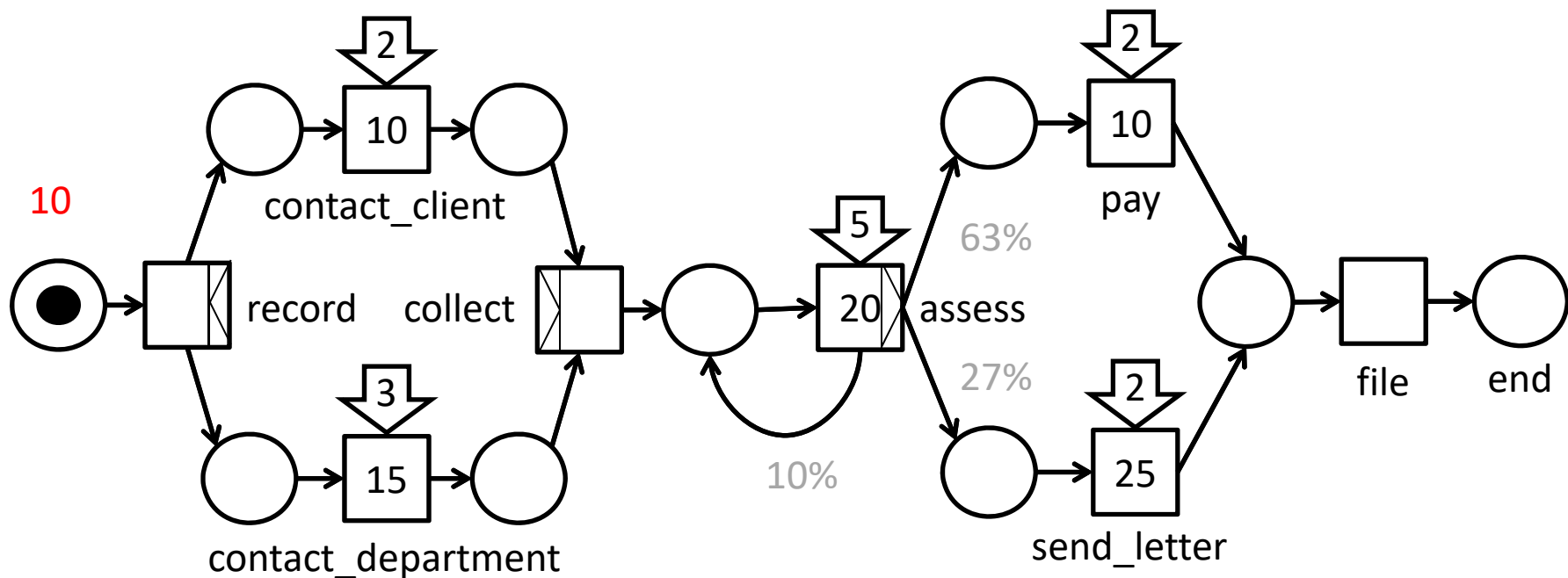


# Zusammenfassung

Prozess		Dauer	Bearbeitungszeit	Wartezeit
Prozess 1	Sequenz	22,2	8	14,2
Prozess 2	Parallel	15	4	11
Prozess 3	Komposition	9,5	7	2,5
Prozess 4	Flexibilisierung	14	8	6
Prozess 5	Selektion	31,1	8	23,1
Prozess 6	Priorisierung	14	8	6

# Analyse von Prozessen

- Wie lang ist die durchschnittliche Bearbeitungszeit bei 10 Fällen/Zeiteinheit?



# Warteschlangentheorie

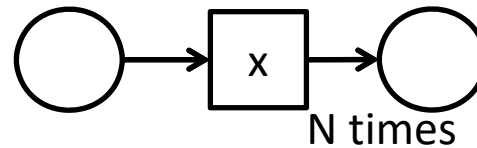
- Mathematischer Modell für die Kapazitätsberechnung
  - **Anzahl Fälle:**  $\lambda$
  - **Kapazität:**  $\mu$
  - Genutzte Kapazität  $\rho = \lambda/\mu$
  - Aktuell bearbeitete Fälle:  $L = \rho/(1-\rho)$
  - Wartezeit:  $W = L/\mu = \rho/(\mu-\lambda)$
  - **Bearbeitungszeit:**  $S = W + 1/\mu = 1/(\mu-\lambda)$

# Berechnung von Bearbeitungszeiten

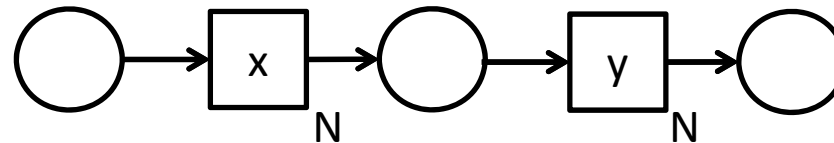
- Systematisches Vorgehen für große Netze notwendig
- Vereinfachtes Modell:  
Gegeben eine Input-Größe bestimmte Kapazitätsanforderungen basierend auf der Netz-Struktur
- Vorgehen:
  - Bestimmung von Fallzahlen
  - Bestimmung von Kapazitäten
  - Berechnung von Bearbeitungszeiten pro Aktivität
  - Berechnung der Gesamtbearbeitungszeit

# Bestimmung von Fallzahlen

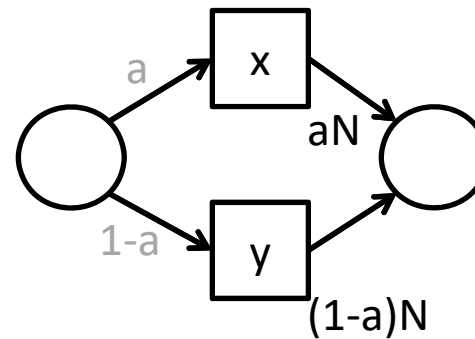
1. Basisnetz



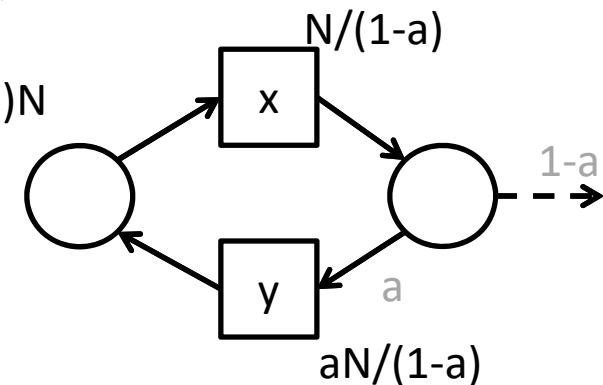
2. Sequenz



3. Implizites ODER

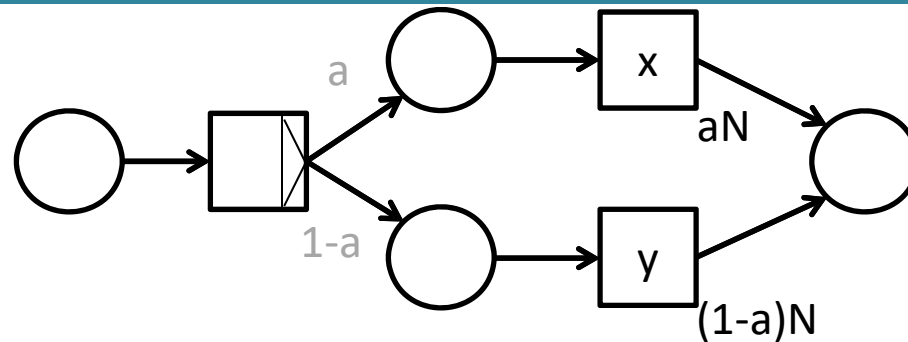


4. Iteration

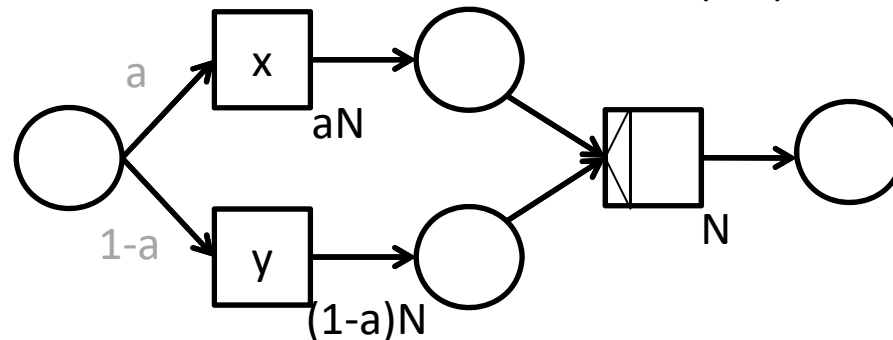


# Berechnungsregeln 2

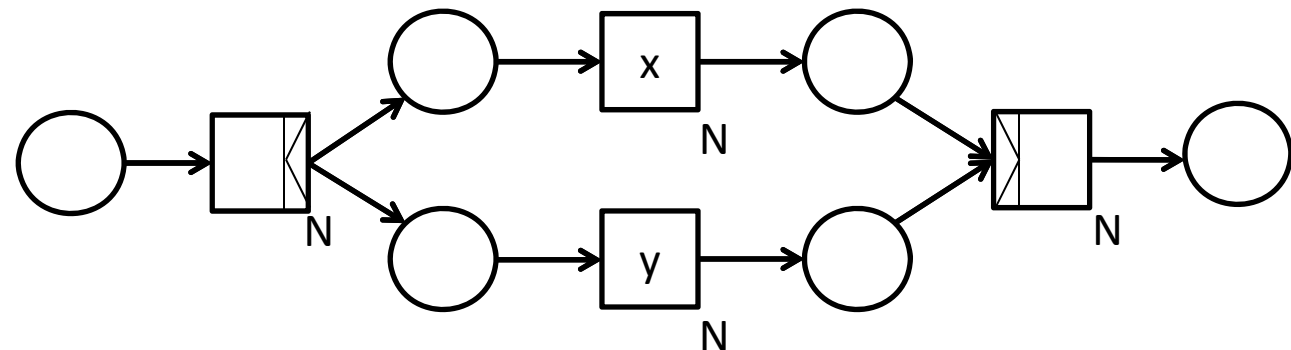
## 5. ODER split



## 6. ODER join

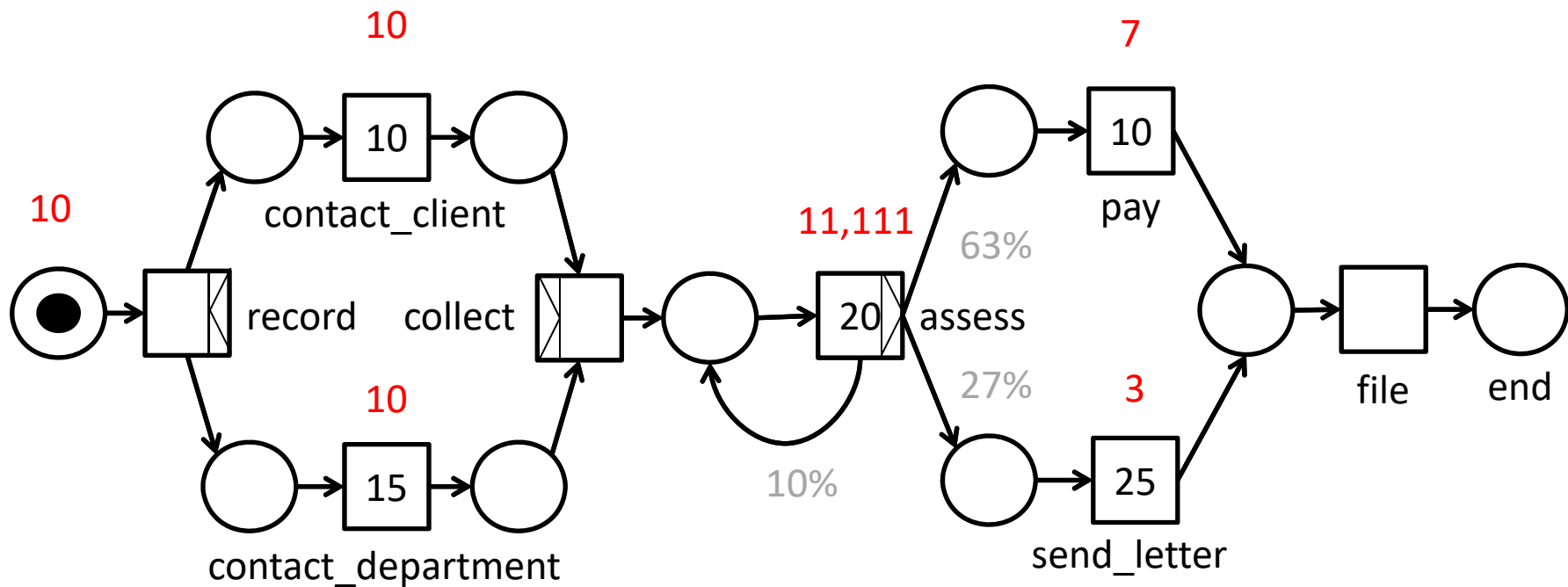


## 7. AND

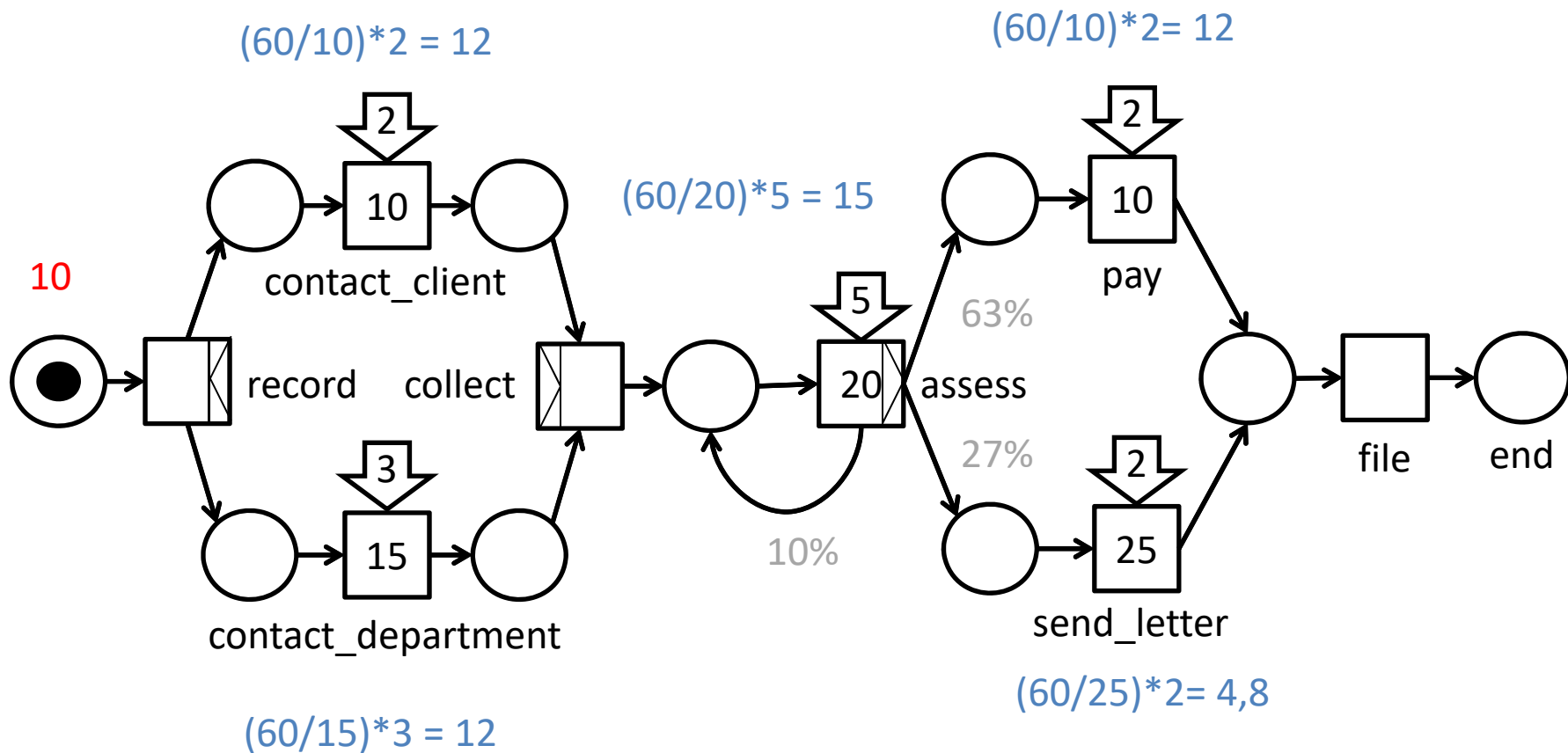




# Anzahl der Fälle

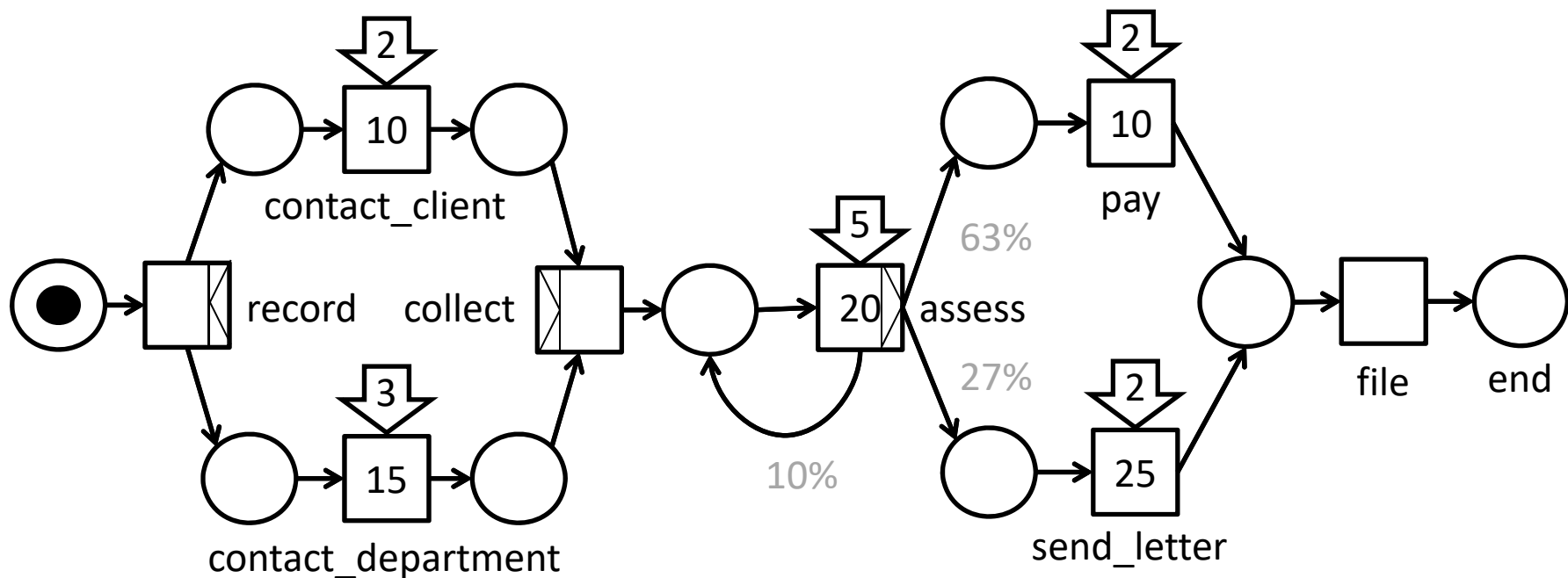


# Kapazitäten



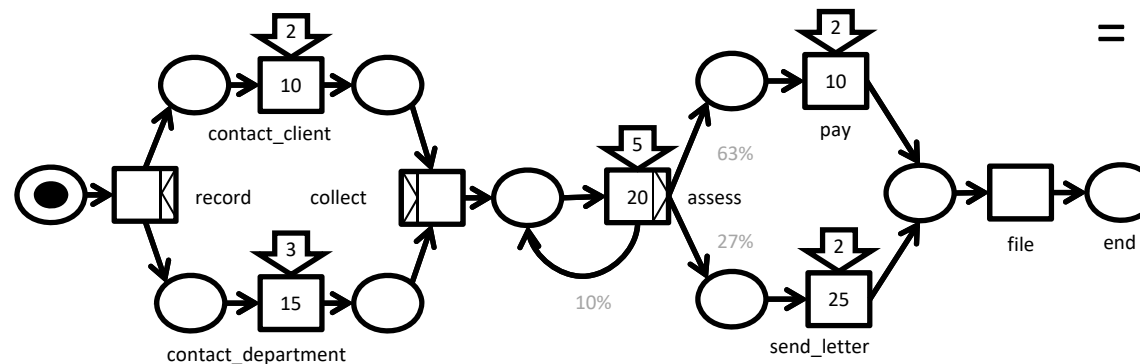
# Analyse von Prozessen

- Wie lang ist die durchschnittliche Bearbeitungszeit bei 10 Fällen/Stunde?



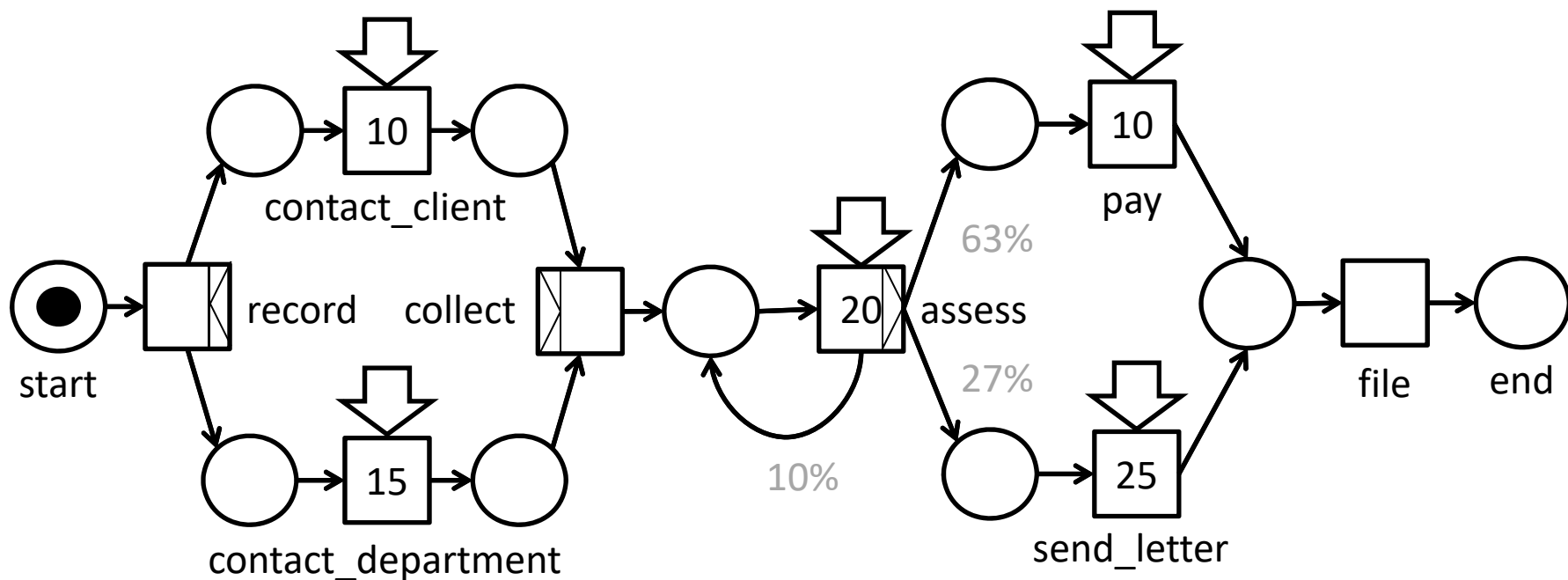
# Berechnung der Bearbeitungszeit

- $S = 1/(\mu - \lambda)$ 
  - $S(\text{contact\_client}) = 1/(\textcolor{blue}{12} - \textcolor{red}{10}) = 0,5 * 1 = 0,5$
  - $S(\text{contact\_department}) = 1/(\textcolor{blue}{12} - \textcolor{red}{10}) = 0,5 * 1 = 0,5$
  - $S(\text{assess}) = 1/(\textcolor{blue}{15} - \textcolor{red}{11}, \textcolor{red}{11}) = 0,257 * 1,1111 = 0,285$
  - $S(\text{pay}) = 1/(\textcolor{blue}{12} - \textcolor{red}{7}) = 0,2 * 0,7 = 0,14$
  - $S(\text{send\_letter}) = 1/(\textcolor{blue}{4}, \textcolor{blue}{8} - \textcolor{red}{3}) = 0,555 * 0,3 = \underline{0,1665}$
  - $= 1,0915$



# Kapazitätsplanung

- Prozessmodell mit durchschnittlichen Bearbeitungszeiten
- Wie viele Ressourcen werden pro Task benötigt ?



# Kapazitätsplanung

- Benötigte Kapazität bei 50 Fällen pro Tag:

Task	Anzahl	Bearbeitungs-zeit	Benötigte Gesamtzeit
record	50	0	0
contact_client	50	10	500
contact_department	50	15	750
collect	50	0	0
assess	56	20	1111
pay	35	10	350
send_letter	15	25	375
file	50	0	0

# Spezialisierte Ressourcen

- Aufgaben erfordern eine gewissen Qualifikation, die berücksichtigt werden muss
  - assess: Assessor
  - pay: Finance
  - all other: Complaints

Arbeitszeit:  $8 \cdot 60 = 480$  Minuten  
80% Auslastung: 384 Minuten  
60% Auslastung: 288 Minuten

Ressource	Minuten	bei 80% Auslastung	bei 60% Auslastung
Assessor	1111	2,90	3,86
Finance	350	0,91	1,22
Complaints	1625	4,23	5,64

# Prozessoptimierung

- Auslastung nicht zu hoch werden lassen
- Wenn möglich Parallelisieren
- Wenn möglich Ressourcen Flexibilisieren
- Wenn Sinnvoll, Tätigkeiten zusammenlegen