



Vorlesung  
*Methodische Grundlagen des  
Software-Engineering*  
im Sommersemester 2014

Prof. Dr. Jan Jürjens

TU Dortmund, Fakultät Informatik, Lehrstuhl XIV

Teil 2.7: Online-Analysen

v. 10.06.2014

1



## 2.7 Online-Analysen

[mit freundlicher Genehmigung basierend  
auf einem englischen Foliensatz von  
Prof. Dr. Wil van der Aalst (TU Eindhoven)]

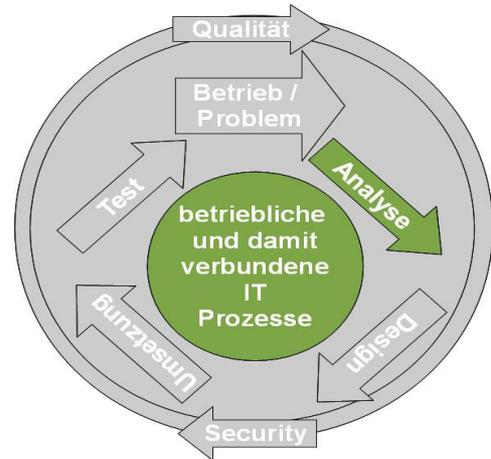
### Literatur:

[vdA11] Wil van der Aalst: **Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes**, Springer-Verlag, 2011.

Unibibliothek (6 Exemplare): <http://www.ub.tu-dortmund.de/katalog/titel/1332248>  
(Bei Engpässen kann eine **Kopiervorlage** der relevanten Ausschnitte zur Verfügung gestellt werden.)

- **Kapitel 9**

- Geschäftsprozessmodellierung
- **Process-Mining**
  - Einführung: Process-Mining
  - Petrinetze
  - Data-Mining
  - Datenbeschaffung
  - Prozessextraktion
  - Konformanzanalyse
  - Mining: Zusätzliche Perspektiven
  - **Online-Analysen**
  - Werkzeugunterstützung
  - Analysiere „Lasagne Prozesse“
  - Analysiere „Spaghetti Prozesse“
- Modellbasierte Entwicklung sicherer Software





**Letzter Abschnitt:** Verschiedene Perspektiven von Mining.

- Organizational- und Decision-Mining.

**Dieser Abschnitt:** „Online-Analysen“:

- Mit Kombination aus **Eventdaten** und **Modellen** Vorhersagen und Empfehlungen zur Ausführungszeit abgeben.

# Überblick Online-Analysen

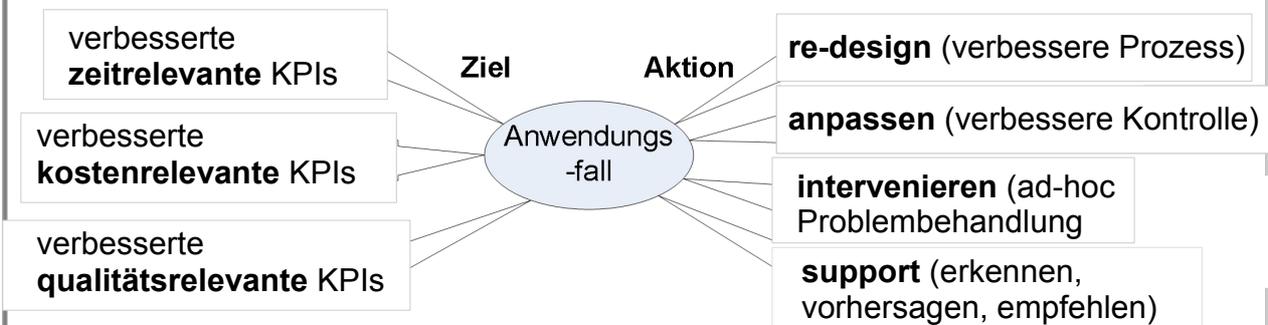


- Überblick und Einordnung: Online-Analysen
- Konkrete Techniken: Erfassen, Vorhersagen und Empfehlen



- **Flaschenhalse** entdecken.
- **Abweichungen** / Probleme entdecken.
- **Performanz-Messungen**.
- **Verbesserungen** vorschlagen.
- **Entscheidungshilfe** (z.B.: Empfehlung und Vorhersage).
- **Rückkopplung** geben.

**KPI: Key Performance Indicator**

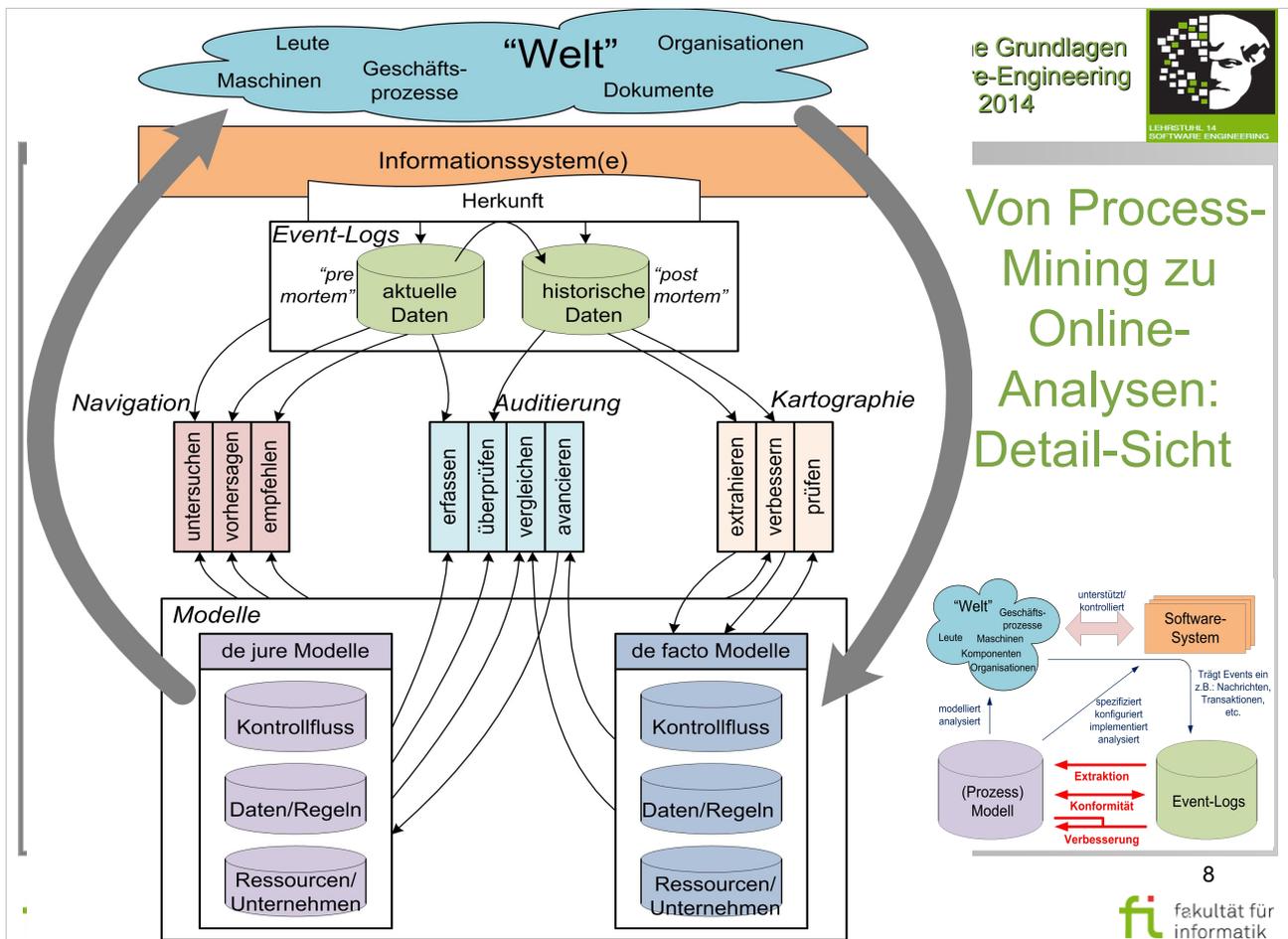


7

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 11.1: S. 282 Fig. 11.4



## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.1: S. 242 Fig. 9.1

# Zwei Typen von Eventdaten: Post- und Pre-mortem

## “Post-mortem“-Eventdaten:

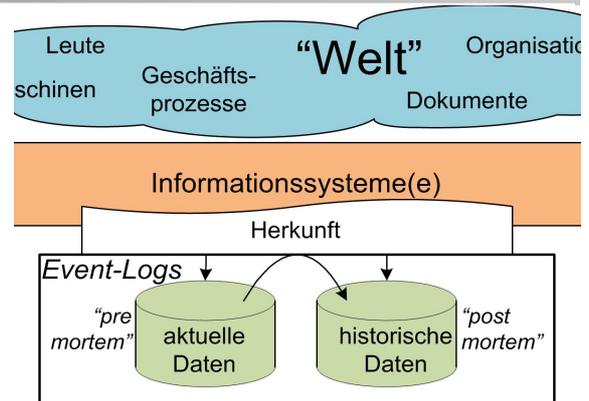
### Abgeschlossene Fälle.

- Zur Verbesserung und **Auditierung**.
- **Nicht**, um gegebenen Fall zu beeinflussen.

## “Pre-mortem“-Eventdaten:

Nicht abgeschlossene Fälle.

- Wenn Fall läuft / „lebt“ (pre-mortem):  
Informationen aus Event-Log über Fall (akt. Daten) **verwertbar**.  
→ **Korrekte** und **effiziente Durchführung** des Falls sicherstellen.



## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

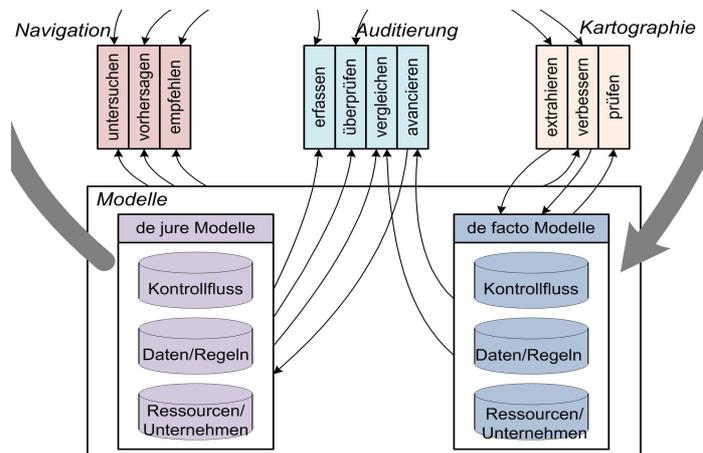
- Kap. 9.1: S. 242 letzter Abschnitt - 243 1. Abschnitt

## De-jure-Modell:

- **Normativ / präskriptiv:** beschreibt, wie etwas getan werden sollte.
  - z.B.: Prozessmodell in BPM-System ist normativ und erzwingt bestimmte Arbeitsweise.

## De-facto-Modell:

- **Deskriptiv:** Wirklichkeit erfassen (nicht kontrollieren oder steuern).



10

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.1: S. 243 3. Abschnitt

**Kartographie: Überblick über Workflows** eines Unternehmens erstellen.

**Extrahieren (Discover):**

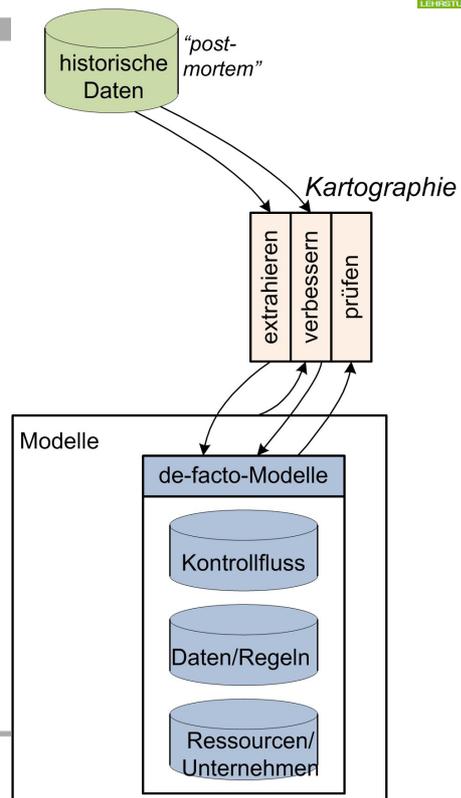
Extrahieren von (Prozess-)Modellen.

**Verbessern (Enhance):**

Prozessmodelle (extrahiert oder manuell erstellt) mit Event-Logs in Beziehung bringen; damit Modelle verbessern.

**Prüfen (Diagnose):** Klassische modellbasierte Analyse.

- Event-Logs nicht benötigt.



## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.1: S. 244 2. Abschnitt

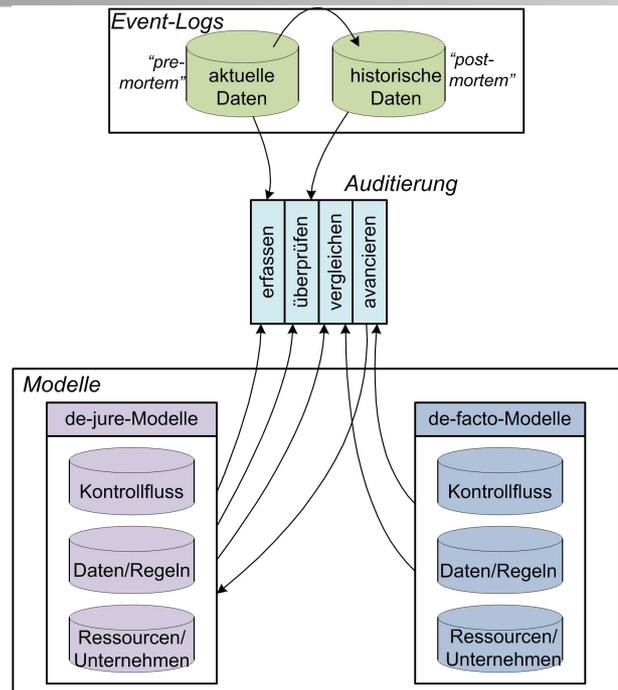
**Erfassen:** Vergleicht **de-jure**-Modelle mit **aktuellen** („pre-mortem“-)Daten.

- Wenn vordefinierte Regel verletzt: Alarm generiert (**online**).

**Überprüfen:** Differenzen feststellen; **Compliance**-Level quantifizieren (**offline**).

**Vergleichen:** **De-facto**-Modelle vs. **de-jure**-Modelle:  
→ Differenzen Realität zu Geplantem / Erwartetem darstellen.

**Avancieren:** Teile von **de-facto**-Modell in neues **de-jure**-Modell überführen.



12

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.1: S. 244

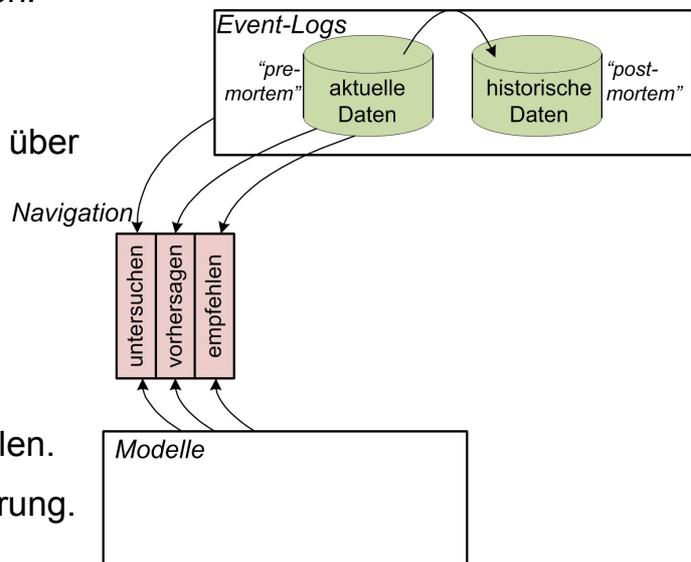
**Untersuchen:** Kombination von  
Eventdaten und Modellen nutzen.  
→ GP zur **Laufzeit** erkunden.

**Vorhersagen:** Vorhersagen durch  
Kombination von Informationen über  
**laufende Fälle** und **Modellen**.

- z.B.: Verbleibende Zeit und  
Erfolgswahrscheinlichkeit.

**Empfehlen:** Informationen zur  
Vorhersage nutzen.  
→ Passende **Aktionen** empfehlen.

- Z.B.: Zeit- oder Kostenminimierung.



## Literatur:

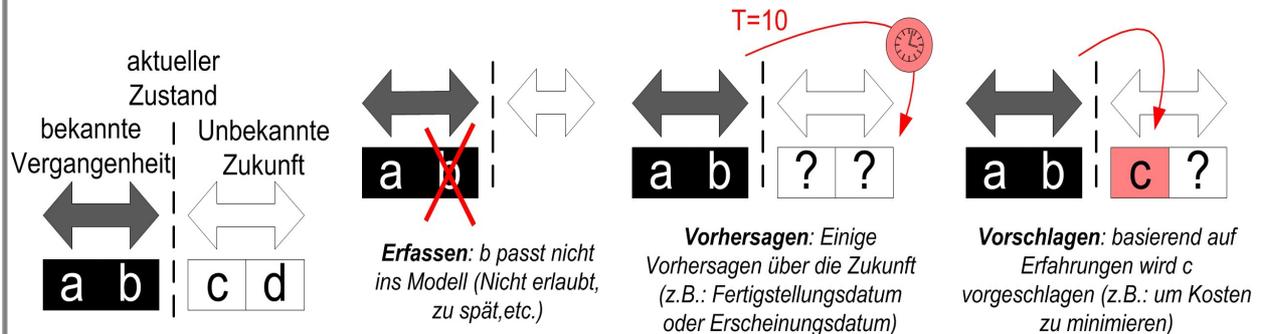
Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery,  
Conformance and Enhancement of Business  
Processes

- Kap. 9.1: S. 245

# Überblick Online-Analysen



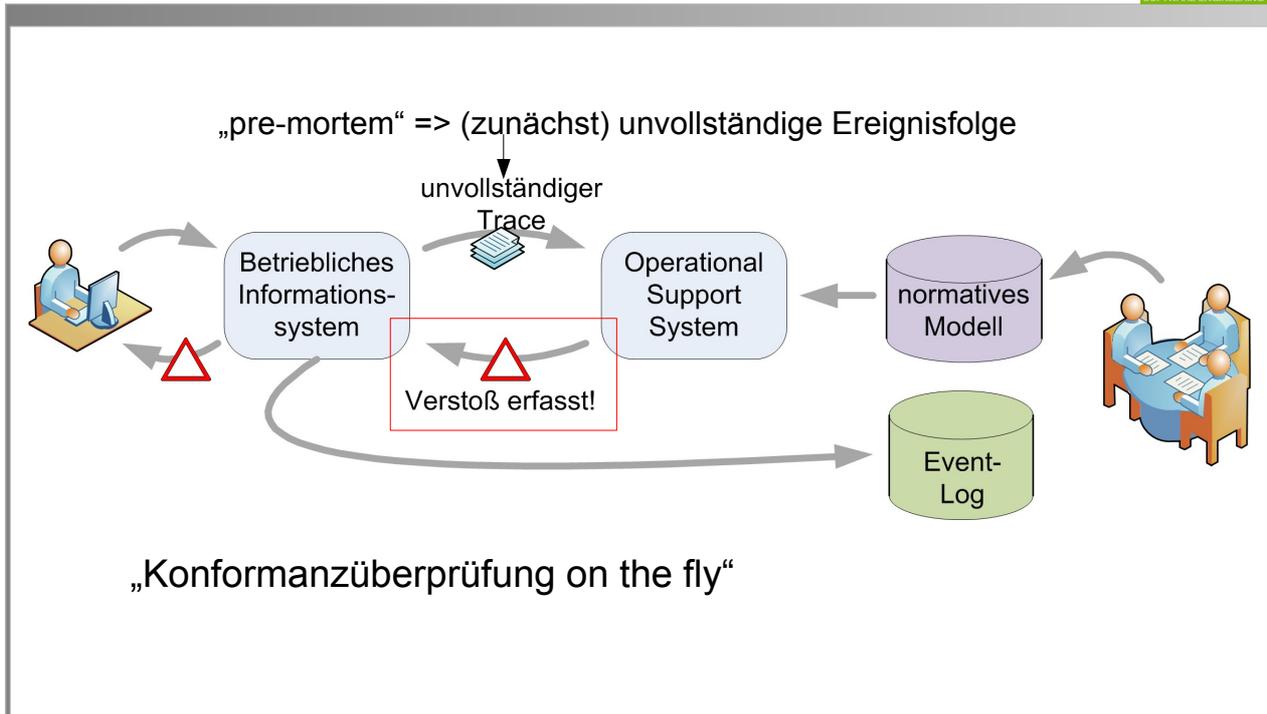
- Überblick und Einordnung: Online-Analysen
- Konkrete Techniken: Erfassen, Vorhersagen und Empfehlen



## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.2: S. 246 Fig. 9.2

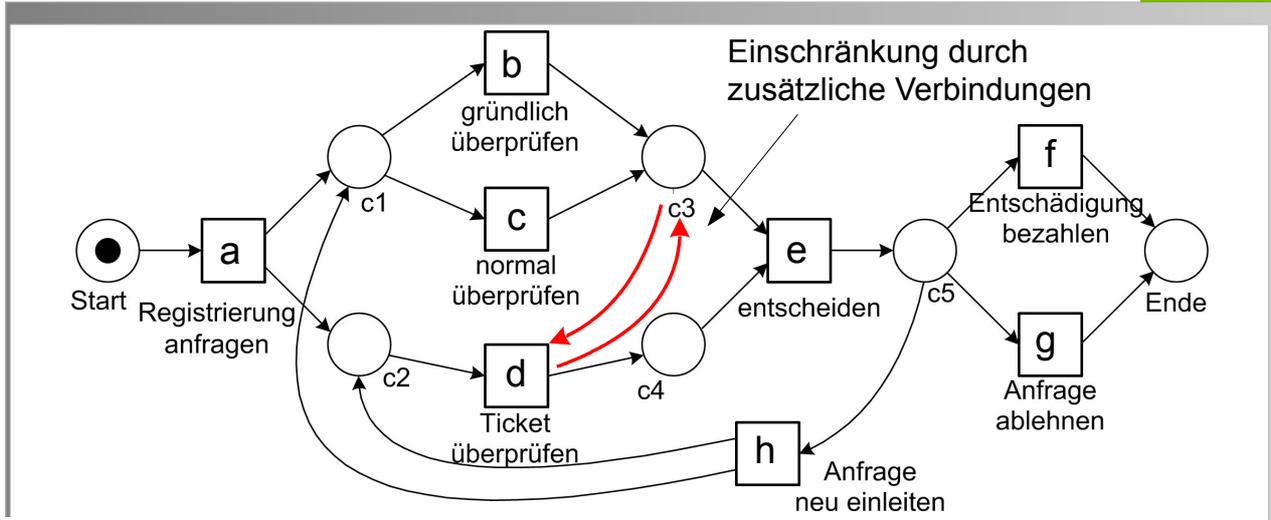


16

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.3: S. 248 Fig. 9.4



case id	trace
1	$\langle a_{start}^{12}, a_{complete}^{19}, b_{start}^{25}, d_{start}^{26}, b_{complete}^{32}, d_{complete}^{33}, e_{start}^{35}, e_{complete}^{40}, h_{start}^{50}, h_{complete}^{54} \rangle$
2	$\langle a_{start}^{17}, a_{complete}^{23}, d_{start}^{28}, c_{start}^{30}, d_{complete}^{32}, c_{complete}^{38}, e_{start}^{50}, e_{complete}^{59}, g_{start}^{70}, g_{complete}^{73} \rangle$
3	$\langle a_{start}^{25}, a_{complete}^{30}, c_{start}^{32}, c_{complete}^{35}, d_{start}^{35}, d_{complete}^{40}, e_{start}^{45}, e_{complete}^{50}, f_{start}^{50}, f_{complete}^{55}, b_{start}^{60}, d_{start}^{62}, b_{complete}^{65}, d_{complete}^{67}, e_{start}^{80}, e_{complete}^{87}, g_{start}^{90}, g_{complete}^{98} \rangle$
...	...

Zeitstempel

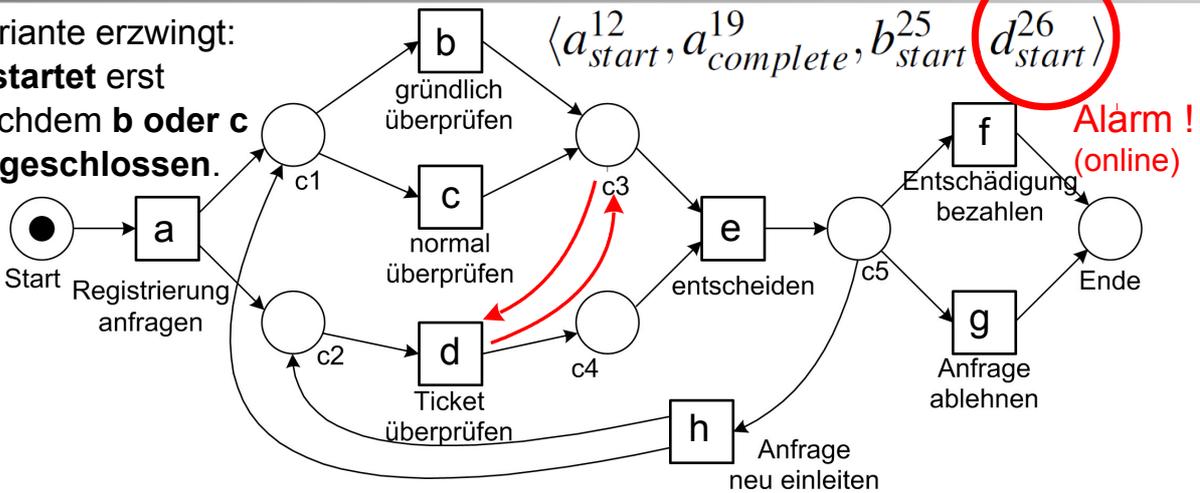
## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Obere Abbildung: Kap. 9.3: S. 249 Fig. 9.5
- Untere Abbildung: Kap. 9.1: S. 246 Table 9.1



Variante erzwingt:  
**d** startet erst  
nachdem **b** oder **c**  
abgeschlossen.



case id trace

case id	trace
1	$\langle a_{start}^{12}, a_{complete}^{19}, b_{start}^{25}, d_{start}^{26}, b_{complete}^{32}, d_{complete}^{33}, e_{start}^{35}, e_{complete}^{40}, h_{start}^{50}, h_{complete}^{54} \rangle$
2	$\langle a_{start}^{17}, a_{complete}^{23}, d_{start}^{28}, c_{start}^{29}, d_{complete}^{32}, c_{complete}^{38}, e_{start}^{50}, e_{complete}^{59}, g_{start}^{70}, g_{complete}^{73} \rangle$
3	$\langle a_{start}^{25}, a_{complete}^{30}, c_{start}^{32}, c_{complete}^{35}, d_{start}^{40}, d_{complete}^{45}, e_{start}^{50}, e_{complete}^{55}, f_{start}^{60}, f_{complete}^{65}, d_{start}^{62}, d_{complete}^{67}, e_{start}^{80}, e_{complete}^{87}, g_{start}^{90}, g_{complete}^{98} \rangle$
...	...

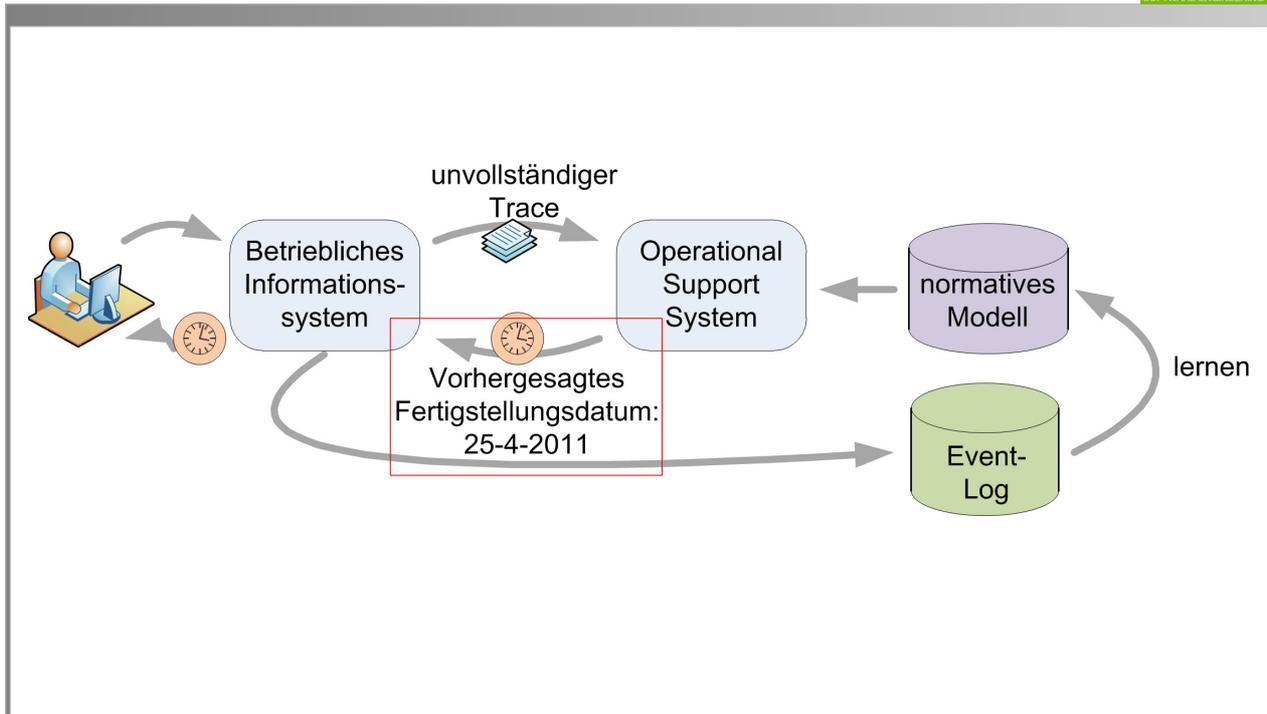
18

kultät für  
formatik

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Obere Abbildung: Kap. 9.3: S. 249 Fig. 9.5
- Untere Abbildung: Kap. 9.1: S. 246 Table 9.1



## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 252 Fig. 9.8



## Vorhersage:

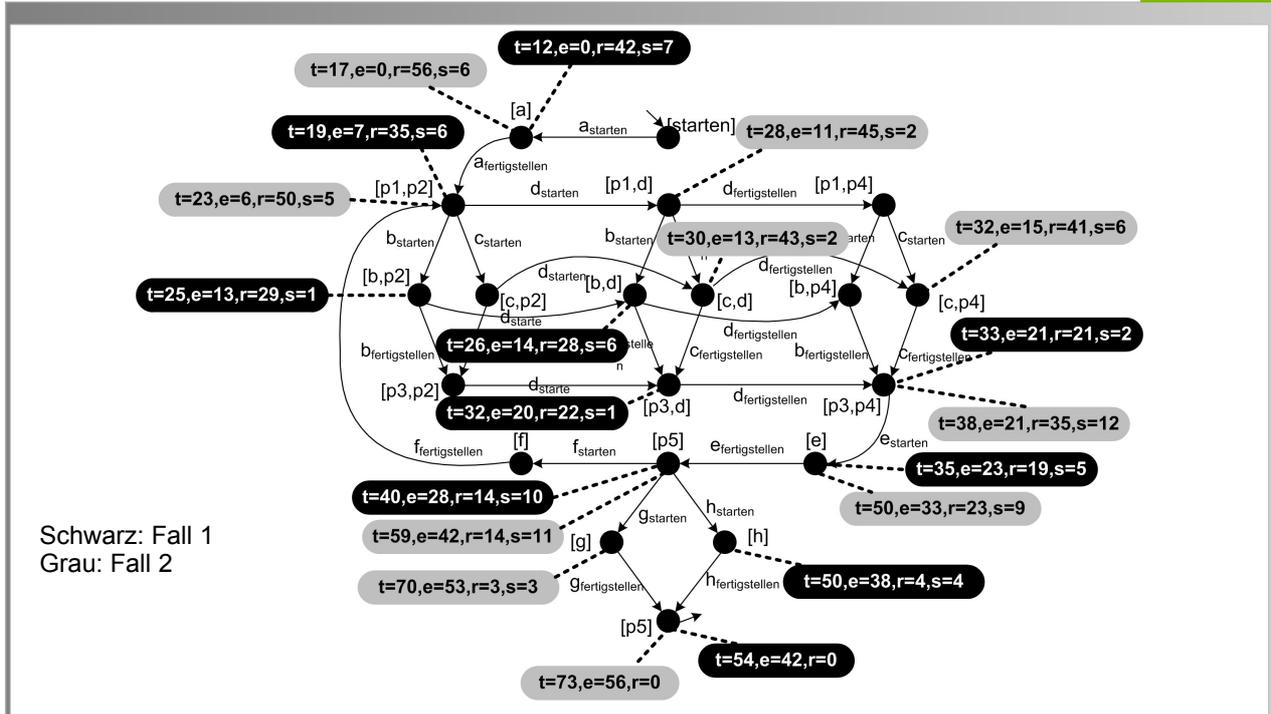
- **Bearbeitungszeit:** 14 Tage.
- Wahrscheinlichkeit, gesetzliche **Deadline** einzuhalten: 0,72.
- **Gesamtkosten** für den Fall: 4500€.
- Wahrscheinlichkeit, dass
  - **Aktivität a** auftritt: 0,34.
  - **Person r** an dem Fall arbeitet: 0,57.
  - Ein **Fall abgelehnt** wird: 0,67.
- **Gesamtzeit:** 98 Minuten.

20

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 251 Stichpunkte

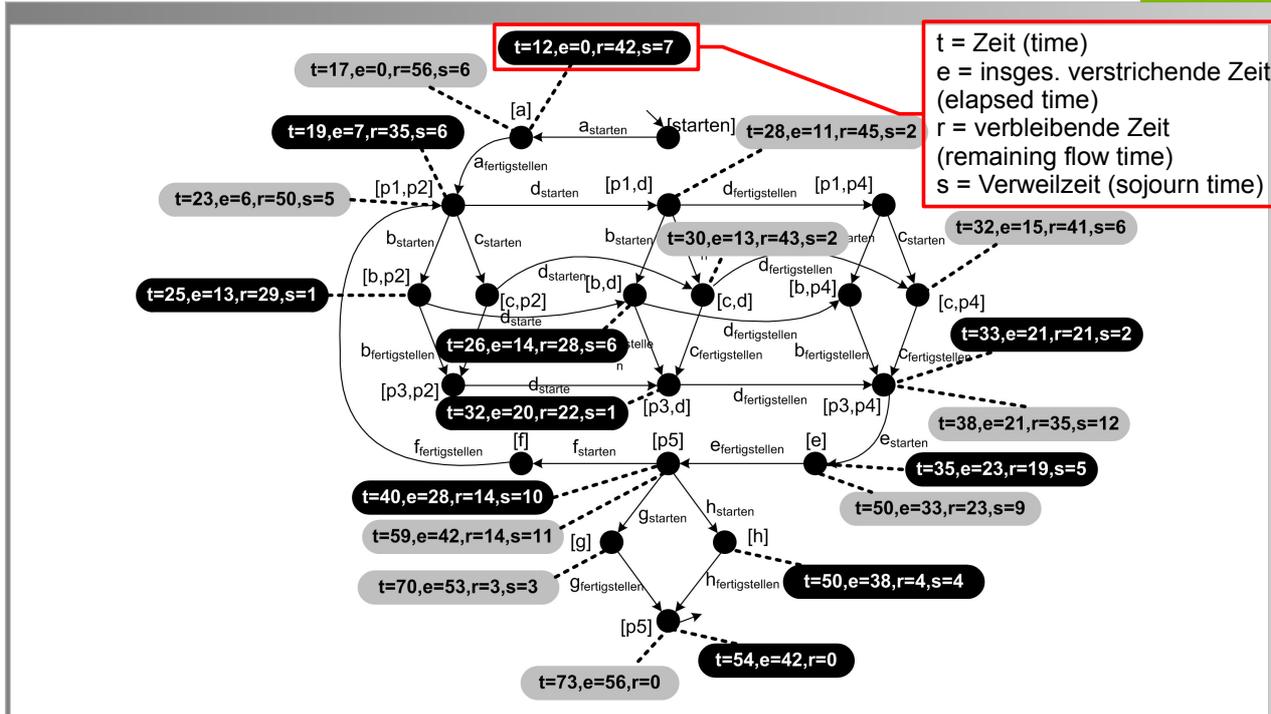


- 1  $\langle a_{start}^{12}, a_{complete}^{19}, b_{start}^{25}, d_{start}^{26}, b_{complete}^{32}, d_{complete}^{33}, e_{start}^{35}, e_{complete}^{40}, h_{start}^{50}, h_{complete}^{54} \rangle$
- 2  $\langle a_{start}^{17}, a_{complete}^{23}, d_{start}^{28}, c_{start}^{30}, d_{complete}^{32}, c_{complete}^{38}, e_{start}^{50}, e_{complete}^{59}, g_{start}^{70}, g_{complete}^{73} \rangle$

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 253 Fig. 9.9

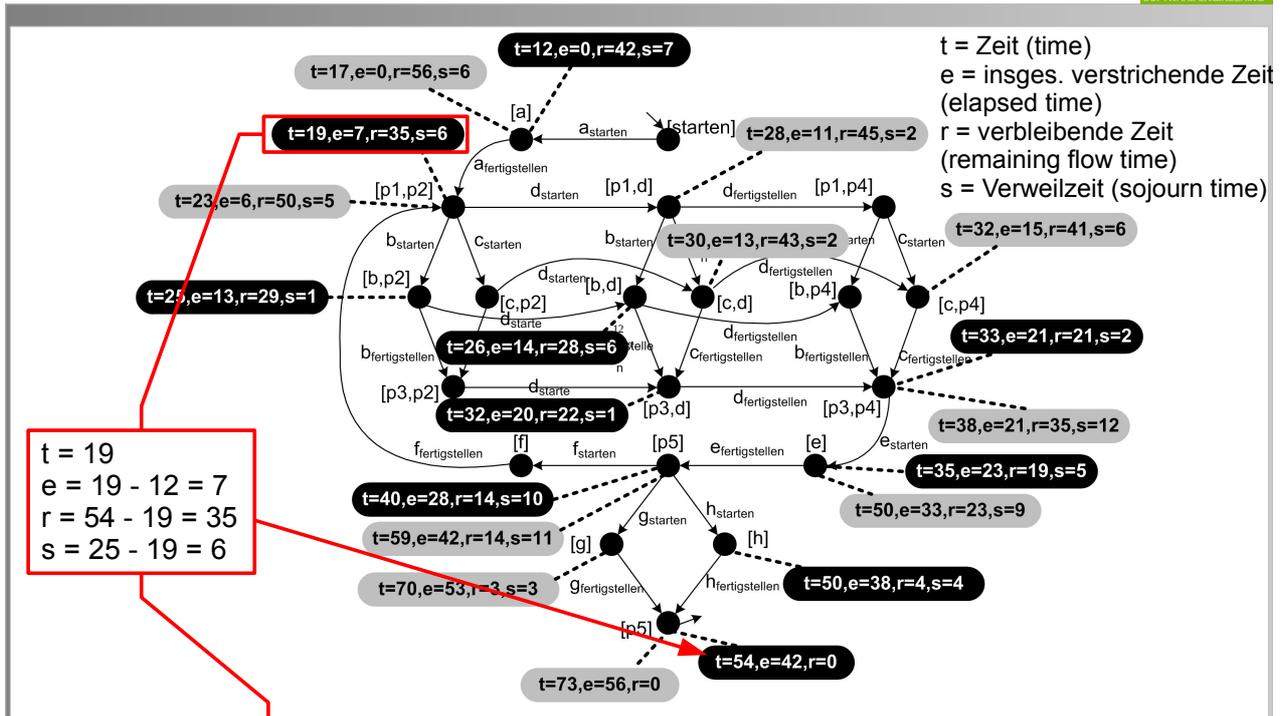


- 1  $\langle a_{start}^{12}, a_{complete}^{19}, b_{start}^{25}, d_{start}^{26}, b_{complete}^{32}, d_{complete}^{33}, e_{start}^{35}, e_{complete}^{40}, h_{start}^{50}, h_{complete}^{54} \rangle$
- 2  $\langle a_{start}^{17}, a_{complete}^{23}, d_{start}^{28}, c_{start}^{30}, d_{complete}^{32}, c_{complete}^{38}, e_{start}^{50}, e_{complete}^{59}, g_{start}^{70}, g_{complete}^{73} \rangle$

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 253 Fig. 9.9



$t = 19$   
 $e = 19 - 12 = 7$   
 $r = 54 - 19 = 35$   
 $s = 25 - 19 = 6$

- 1  $\langle a_{start}^{12}, a_{complete}^{19}, b_{start}^{25}, d_{start}^{26}, b_{complete}^{32}, d_{complete}^{33}, e_{start}^{35}, e_{complete}^{40}, h_{start}^{50}, h_{complete}^{54} \rangle$
- 2  $\langle a_{start}^{17}, a_{complete}^{23}, d_{start}^{28}, c_{start}^{30}, d_{complete}^{32}, c_{complete}^{38}, e_{start}^{50}, e_{complete}^{59}, g_{start}^{70}, g_{complete}^{73} \rangle$

## Literatur:

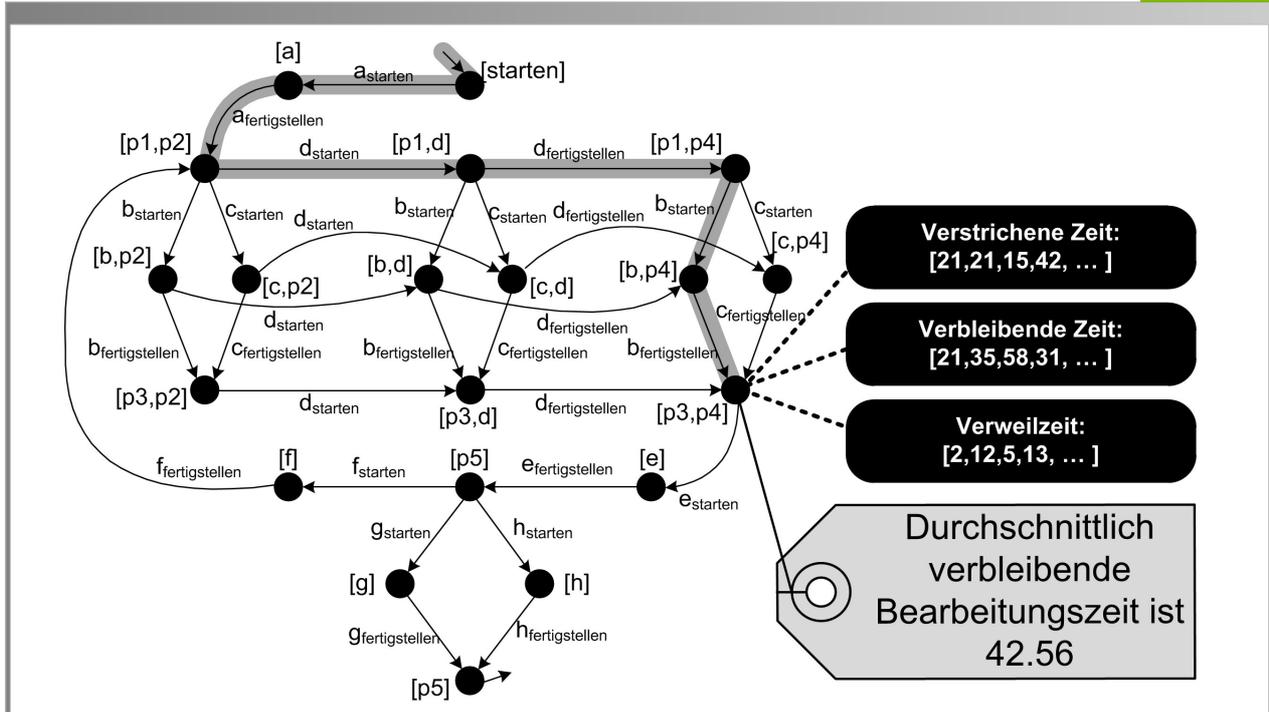
Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 253 Fig. 9.9



- Mit Hilfe solcher Transitionssysteme kann man z.B. versuchen die **verbleibende Flusszeit** eines Falles zu bestimmen.
- Bei einem großen Eventlog können die anderen Fälle auf dieselbe Weise nachgespielt werden.
- Dadurch ergeben sich für die Zustände mehrere Annotationen (**multi-sets**).
- z.B. für Zustand [p3,p4]:  
 $Q_{\{3, p4\}}^{\text{remaining}} = \{1, 35, 58, 31, \dots\}$   
 $Q_{\{3, p4\}}^{\text{elapsed}} = \{1, 21, 15, 42, \dots\}$   
 $Q_{\{3, p4\}}^{\text{sojourn}} = \{12, 5, 13, \dots\}$
- Aus diesen multi-sets kann man viele Arten von Statistiken berechnen und versuchen **Vorhersagen** für zukünftige Fälle zu treffen.

# Samme Ergebnis pro Zustand über alle Zustandsdurchläufe

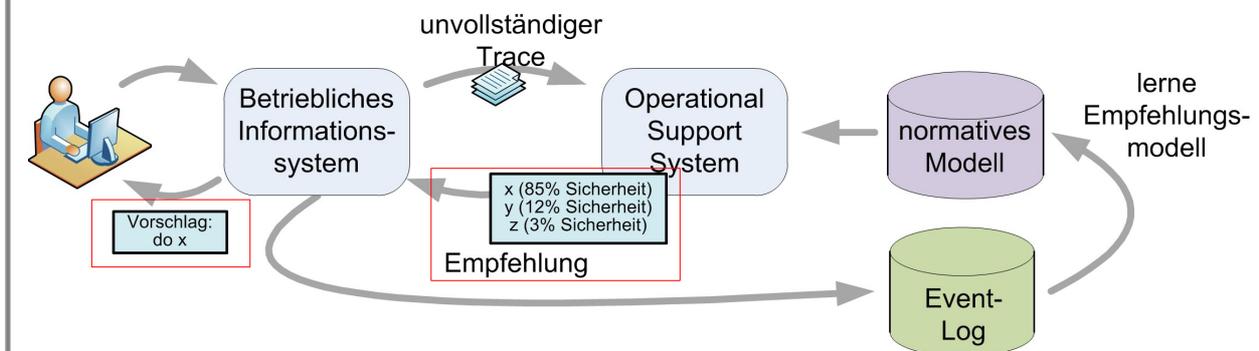


25

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 254 Fig. 9.10



## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.4: S. 256 Fig. 9.11



## Mögliche Empfehlungen:

- Nächste **Aktivität**.
- Passende **Ressource**.
- **Routing**-Entscheidung.

Empfehlung immer in **Bezug auf bestimmtes Ziel**.

## Beispiel-Ziele:

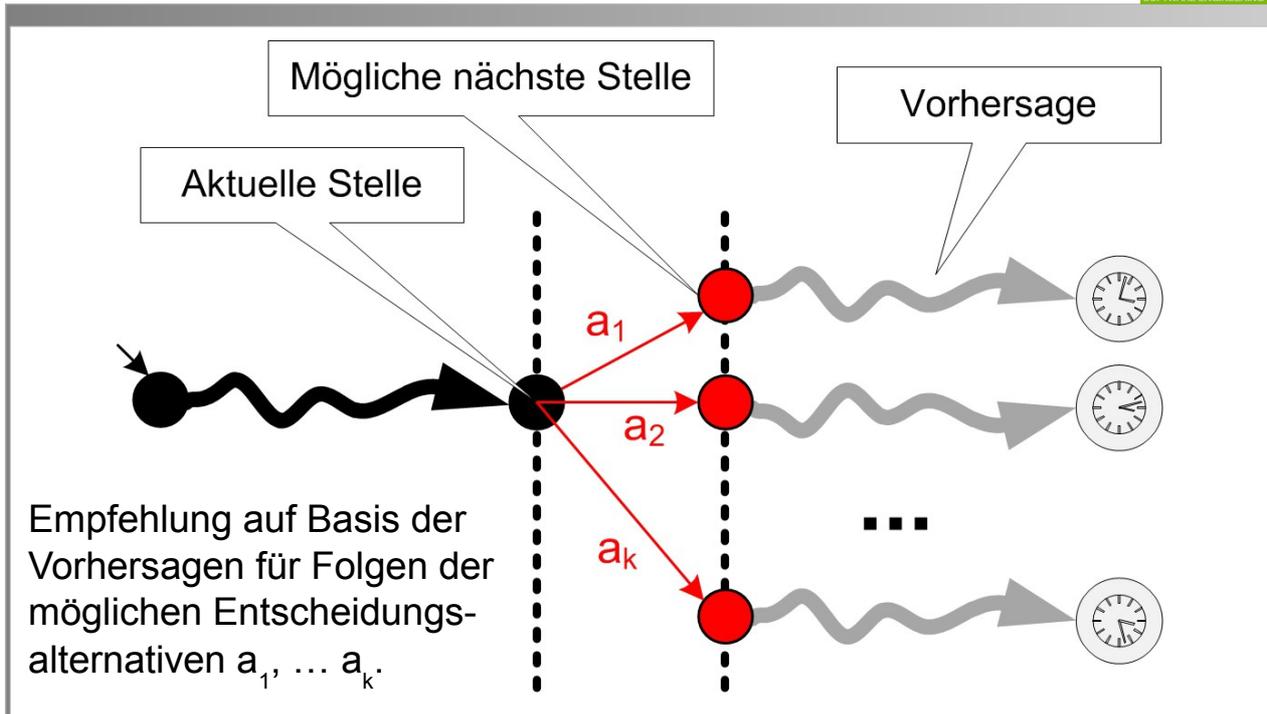
- Minimiere verbleibende **Bearbeitungszeit, Gesamtkosten und nötige Ressourcen**.
- Maximiere Anteil der Fälle, die in **4 Wochen** bearbeitet werden.
- Maximiere Anteil der Fälle, die **akzeptiert** werden.

27

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

- Kap. 9.5: S. 256



28

## Literatur:

Wil van der Aalst: Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes

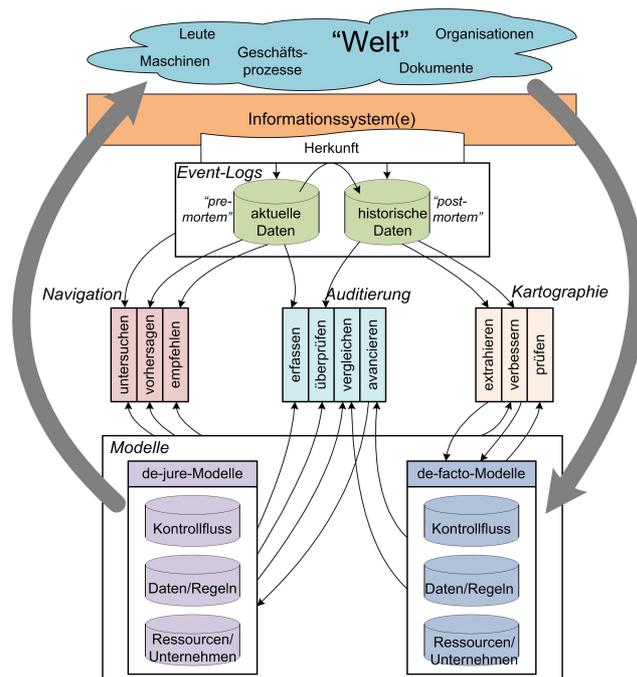
- Kap. 9.5: S. 257 Fig. 9.12

## In diesem Abschnitt:

- Online-Analysen
- Erfassen, Vorhersagen und Empfehlen

## Im nächsten Abschnitt:

- Werkzeugunterstützung für Process-Mining.



29