Vorlesung

Methodische Grundlagen des Software-Engineering

im Sommersemester 2014

Prof. Dr. Jan Jürjens

TU Dortmund, Fakultät Informatik, Lehrstuhl XIV

Teil 2.3: Datenbeschaffung

v. 18.05.2014

2.3 Datenbeschaffung

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

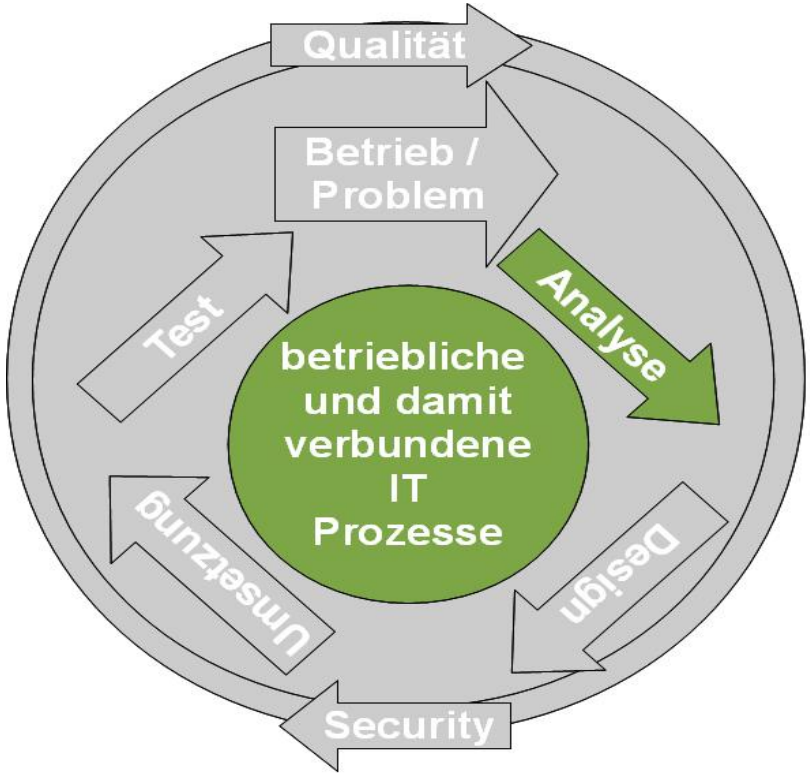
Literatur:

[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 4**

Einordnung
2.3: Datenbeschaffung

- Geschäftsprozessmodellierung
- Process-Mining
  - Einführung: Process-Mining
  - Petrinetze
  - Data-Mining
  - Datenbeschaffung
  - Prozessextraktion
  - Konformanzanalyse
  - Mining: Zusätzliche Perspektiven
  - Betriebsunterstützung
  - Werkzeugunterstützung
  - Analysiere „Lasagne Prozesse“
  - Analysiere „Spaghetti Prozesse“
  - Kartographie und Navigation
  - Epilog
- Modellbasierte Entwicklung sicherer Software



Einleitung Datenbeschaffung

- **Letzter Abschnitt:** Datenbasierte Modellanalyse.
- **Dieser Abschnitt:** „Datenbeschaffung“:
  - Heterogene Datenquellen
  - Event-Logs

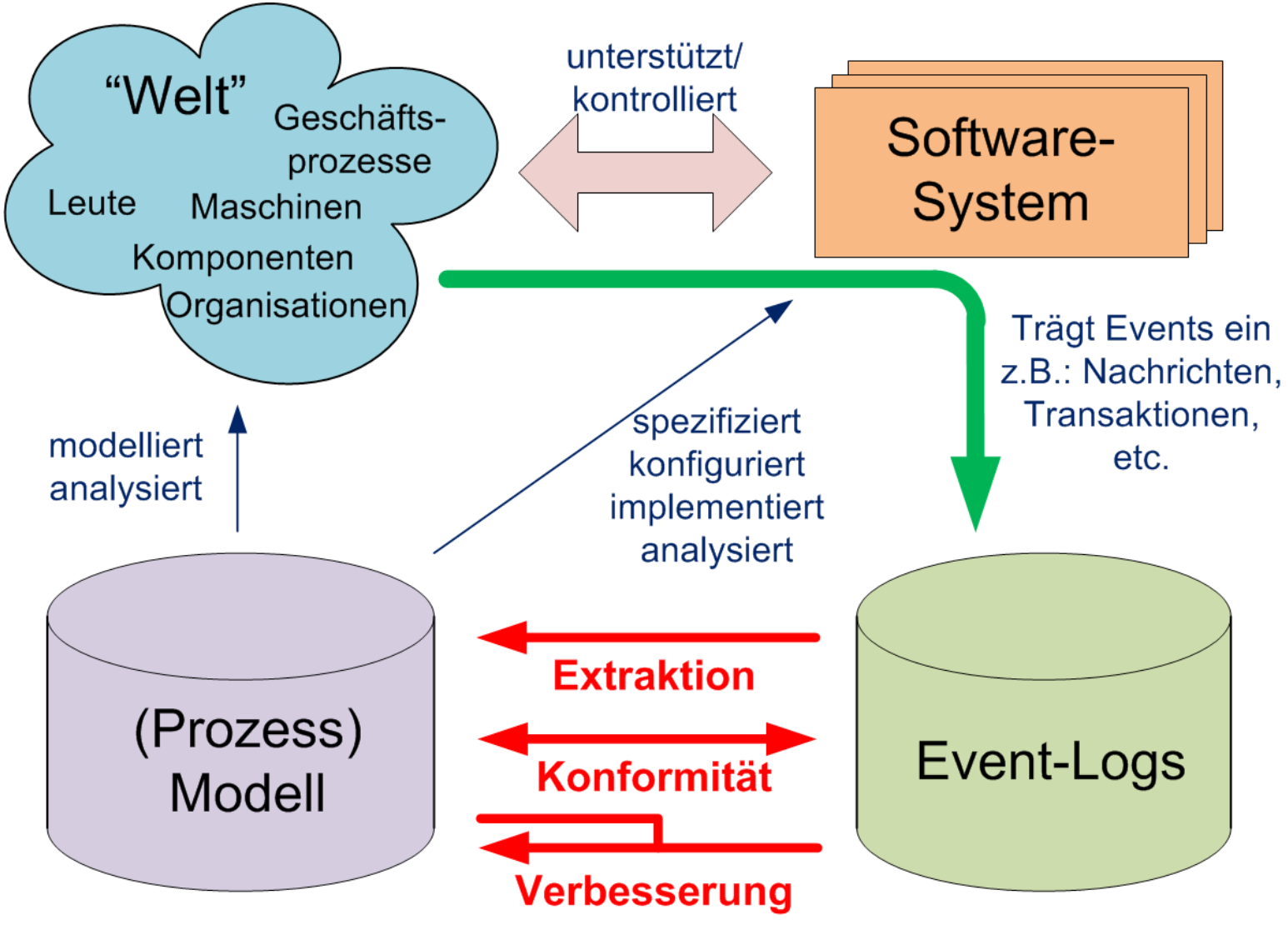
Überblick Datenbeschaffung

- Von heterogenen Datenquellen zu Process-Mining
- Datenspeicherformat XES
- Herausforderungen beim Extrahieren des Event-Logs

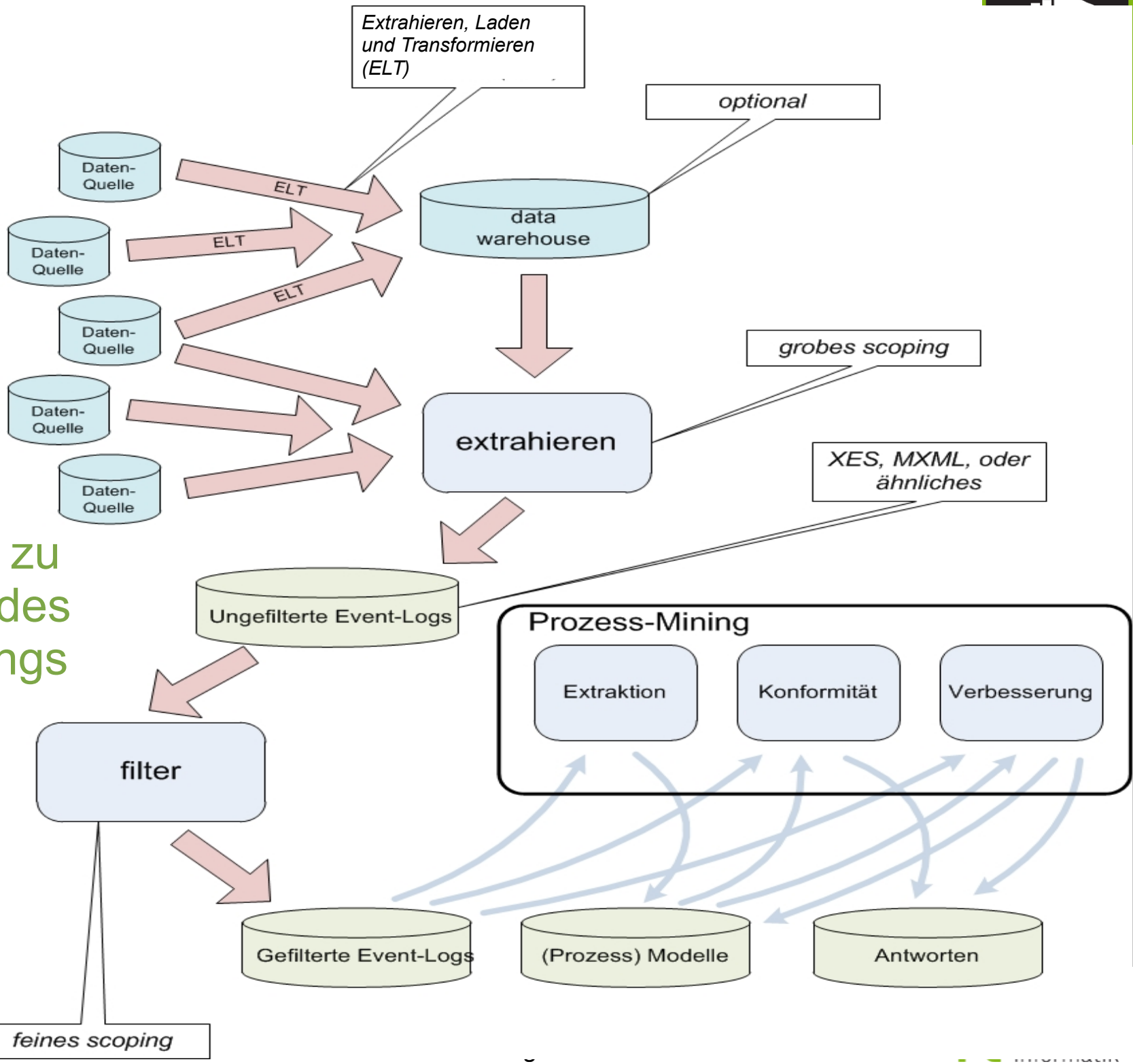
Ziel des Process-Minings

- Was geschah in der **Vergangenheit** ?
- Warum ist es passiert ?
- Was wird vermutlich in der **Zukunft** geschehen ?
- Wann und warum weichen Unternehmen und Leute voneinander ab ?
- Wie kann ein **Prozess** besser kontrolliert werden ?
- Wie kann ein Prozess neu entworfen werden, sodass die **Performanz** gesteigert wird ?

Datenbeschaffung



Von heterogenen Datenquellen zu Ergebnissen des Process-Minings



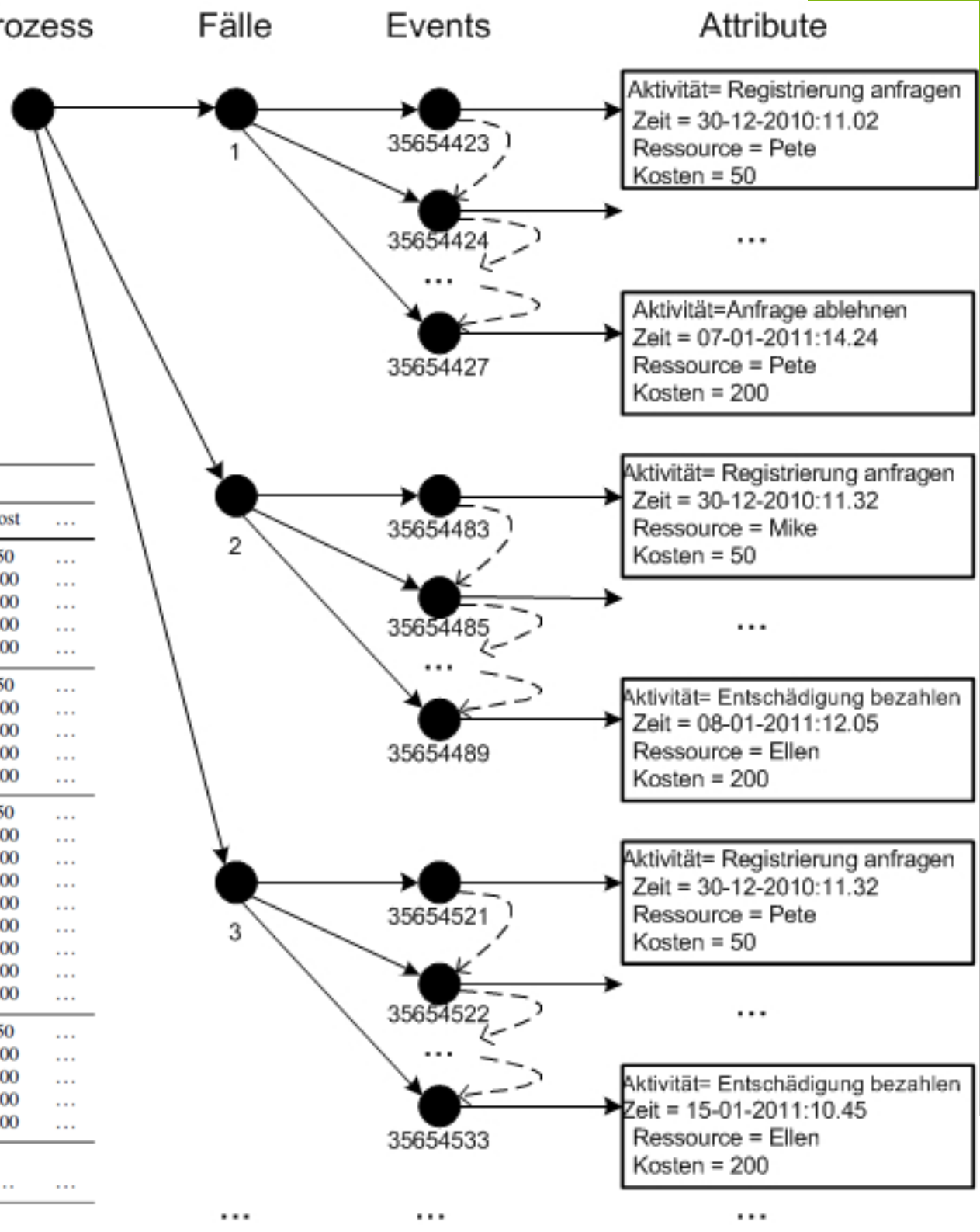
Beispiel Log

- **Prozess** enthält Fälle (cases).
- **Fall** besteht aus Events, jeden Event genau einem Fall zuordnen.
- **Events** innerhalb eines Falles: geordnet.
- Events können **Attribute** haben.
- Beispiele typischer **Attributnamen**: activity, time, costs und resource.

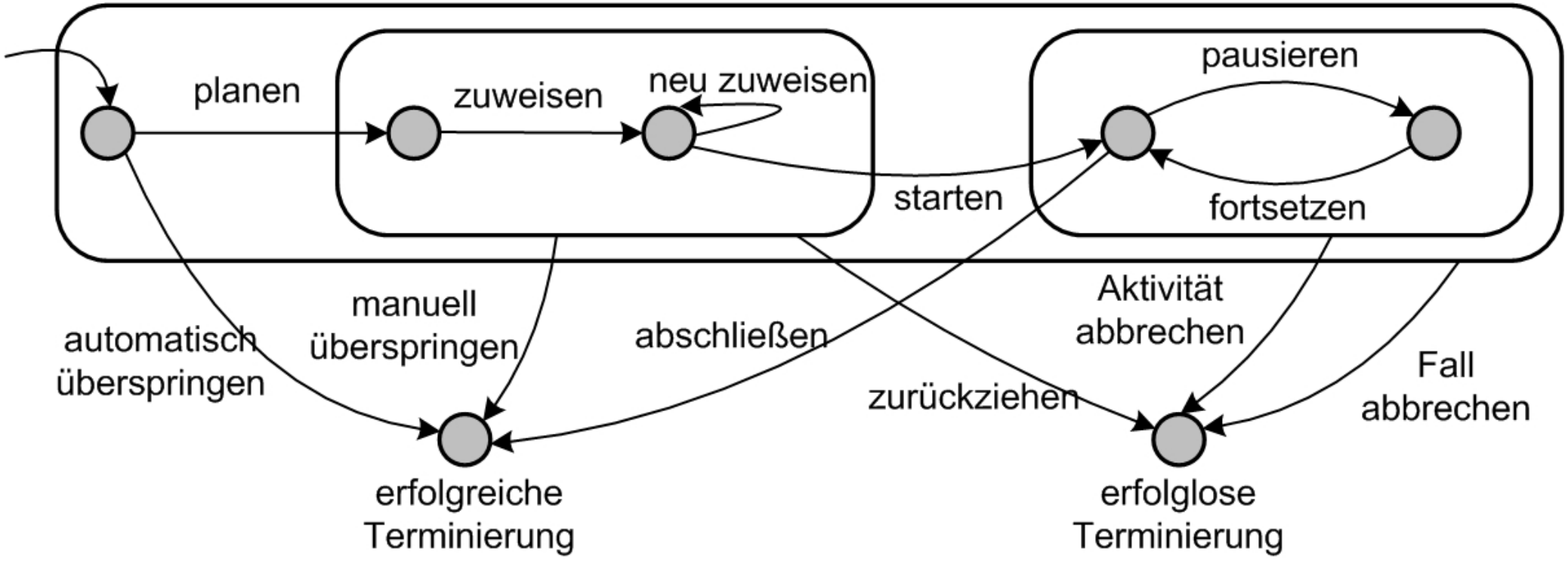
case id	event id	properties				
		timestamp	activity	resource	cost	...
1	35654423	30-12-2010:11.02	register request	Pete	50	...
	35654424	31-12-2010:10.06	examine thoroughly	Sue	400	...
	35654425	05-01-2011:15.12	check ticket	Mike	100	...
	35654426	06-01-2011:11.18	decide	Sara	200	...
	35654427	07-01-2011:14.24	reject request	Pete	200	...
2	35654483	30-12-2010:11.32	register request	Mike	50	...
	35654485	30-12-2010:12.12	check ticket	Mike	100	...
	35654487	30-12-2010:14.16	examine casually	Pete	400	...
	35654488	05-01-2011:11.22	decide	Sara	200	...
	35654489	08-01-2011:12.05	pay compensation	Ellen	200	...
3	35654521	30-12-2010:14.32	register request	Pete	50	...
	35654522	30-12-2010:15.06	examine casually	Mike	400	...
	35654524	30-12-2010:16.34	check ticket	Ellen	100	...
	35654525	06-01-2011:09.18	decide	Sara	200	...
	35654526	06-01-2011:12.18	reinitiate request	Sara	200	...
	35654527	06-01-2011:13.06	examine thoroughly	Sean	400	...
	35654530	08-01-2011:11.43	check ticket	Pete	100	...
	35654531	09-01-2011:09.55	decide	Sara	200	...
	35654533	15-01-2011:10.45	pay compensation	Ellen	200	...
4	35654641	06-01-2011:15.02	register request	Pete	50	...
	35654643	07-01-2011:12.06	check ticket	Mike	100	...
	35654644	08-01-2011:14.43	examine thoroughly	Sean	400	...
	35654645	09-01-2011:12.02	decide	Sara	200	...
	35654647	12-01-2011:15.44	reject request	Ellen	200	...
...	...	...	...	...	...	...

Alternative Darstellung

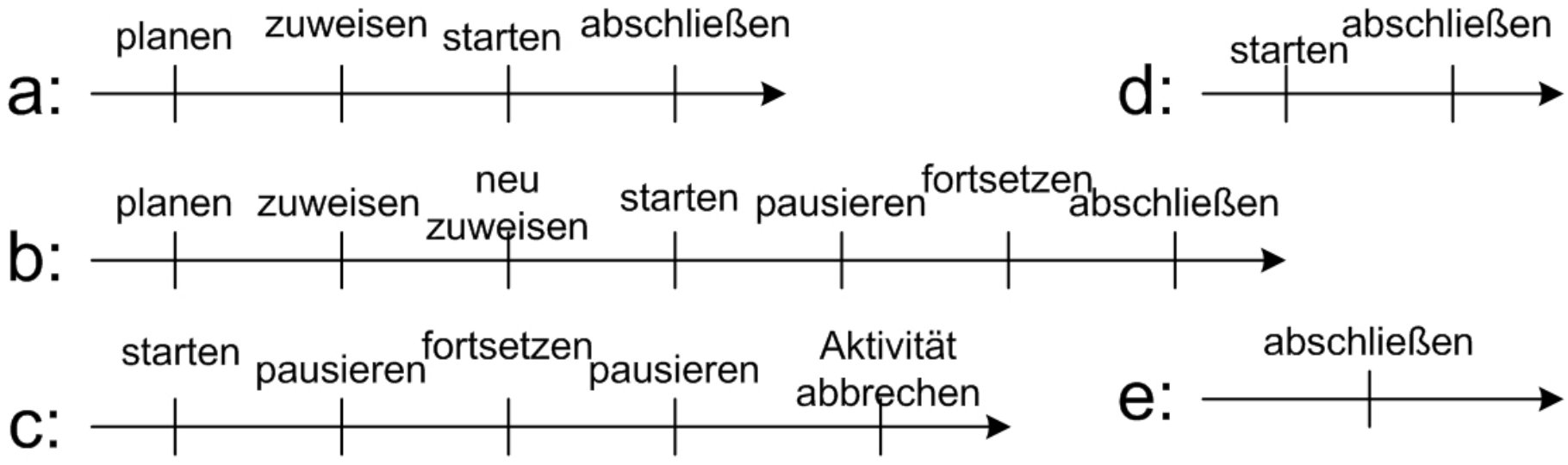
case id	event id	properties				
		timestamp	activity	resource	cost	…
1	35654423	30-12-2010:11.02	Registrierung anfragen	Pete	50	…
	35654424	31-12-2010:10.06	gründlich überprüfen	Sue	400	…
	35654425	05-01-2011:15.12	Ticket überprüfen	Mike	100	…
	35654426	06-01-2011:11.18	entscheiden	Sara	200	…
	35654427	07-01-2011:14.24	Anfrage ablehnen	Pete	200	…
2	35654483	30-12-2010:11.32	Registrierung anfragen	Mike	50	…
	35654485	30-12-2010:12.12	Ticket überprüfen	Mike	100	…
	35654487	30-12-2010:14.16	normal überprüfen	Pete	400	…
	35654488	05-01-2011:11.22	entscheiden	Sara	200	…
	35654489	08-01-2011:12.05	Entschädigung bezahlen	Ellen	200	…
3	35654521	30-12-2010:14.32	Registrierung anfragen	Pete	50	…
	35654522	30-12-2010:15.06	normal überprüfen	Mike	400	…
	35654524	30-12-2010:16.34	Ticket überprüfen	Ellen	100	…
	35654525	06-01-2011:09.18	entscheiden	Sara	200	…
	35654526	06-01-2011:12.18	Anfrage neu einleiten	Sara	200	…
	35654527	06-01-2011:13.06	gründlich überprüfen	Sean	400	…
	35654530	08-01-2011:11.43	Ticket überprüfen	Pete	100	…
	35654531	09-01-2011:09.55	entscheiden	Sara	200	…
	35654533	15-01-2011:10.45	Entschädigung bezahlen	Ellen	200	…
4	35654641	06-01-2011:15.02	Registrierung anfragen	Pete	50	…
	35654643	07-01-2011:12.06	Ticket überprüfen	Mike	100	…
	35654644	08-01-2011:14.43	gründlich überprüfen	Sean	400	…
	35654645	09-01-2011:12.02	entscheiden	Sara	200	…
	35654647	12-01-2011:15.44	Anfrage ablehnen	Ellen	200	…
…	…	…	…	…	…	…

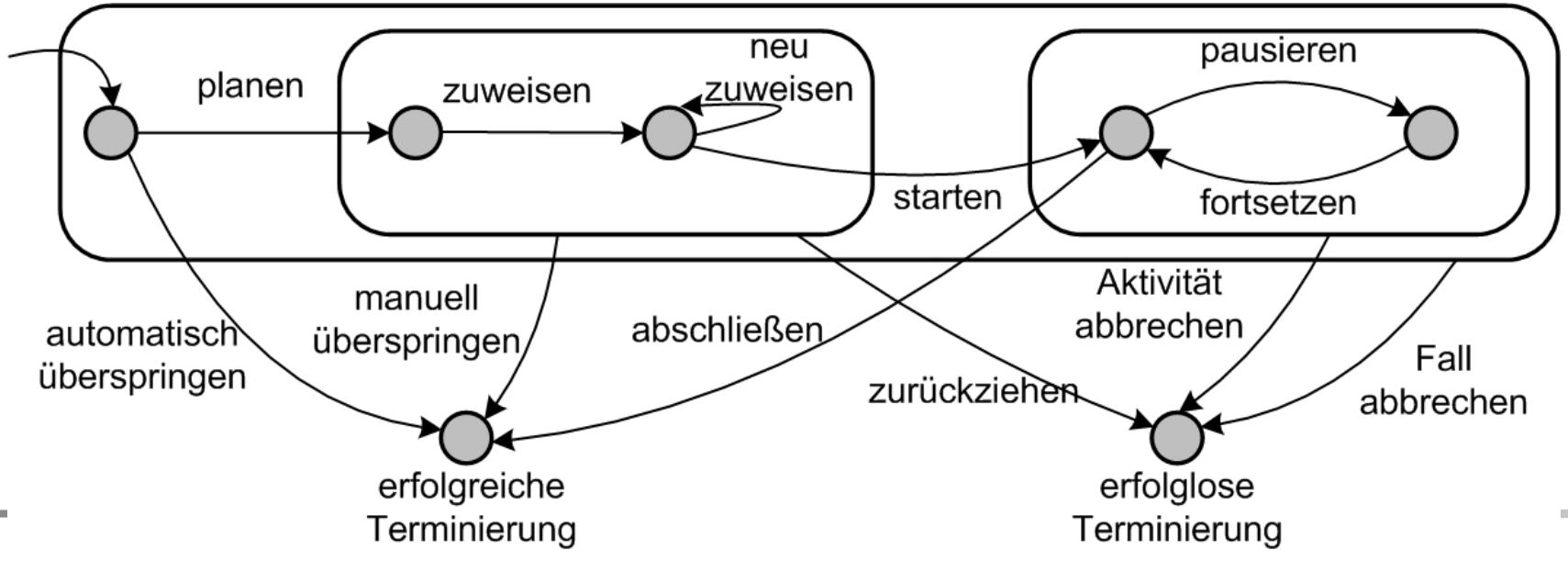


Beispiel-Transaktion: Standard-Lebenszyklus-Modell

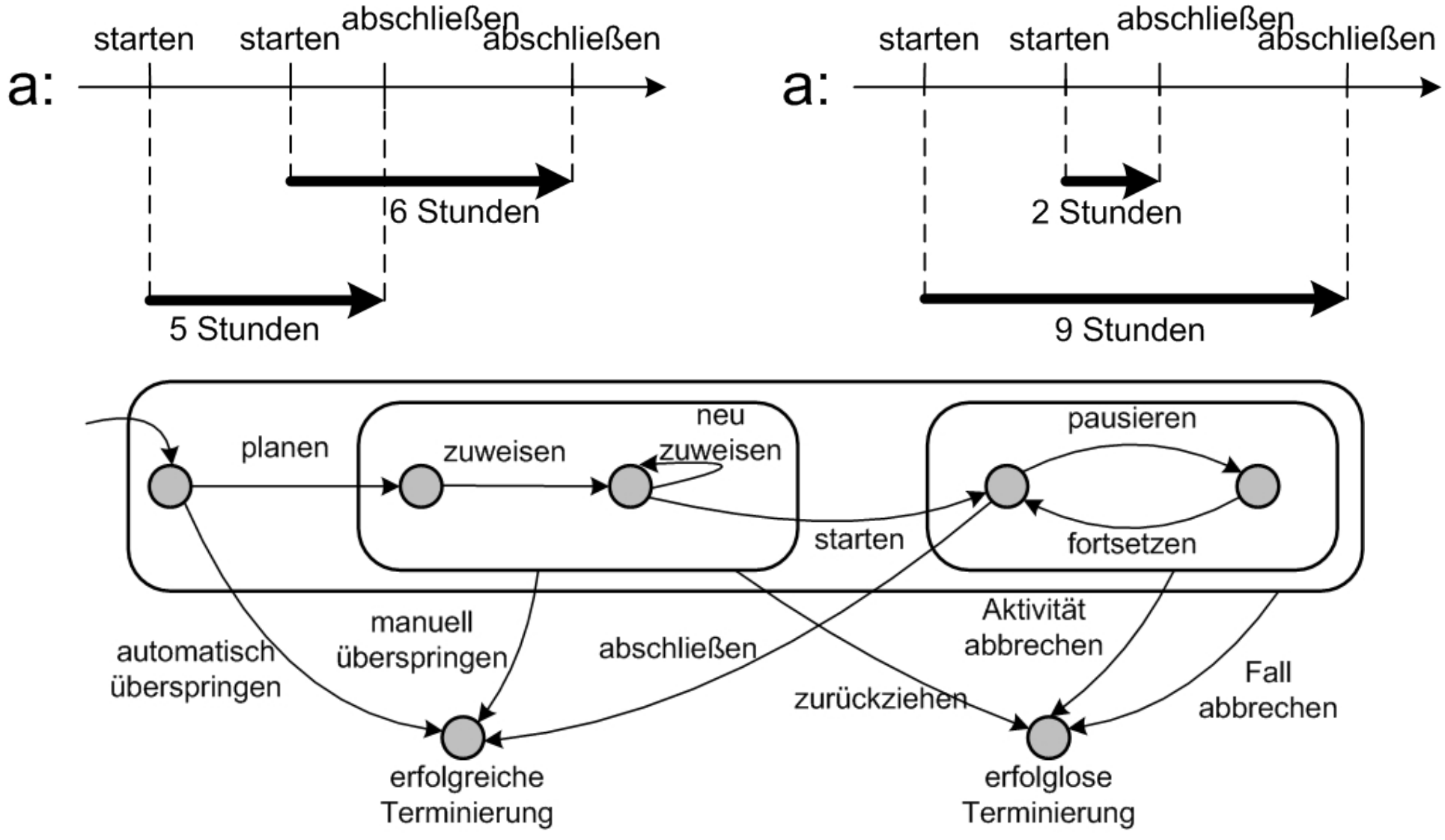


Beispiel-Transaktion: Fünf Prozessinstanzen





Beispiel-Transaktion: Überlappende Prozessinstanzen



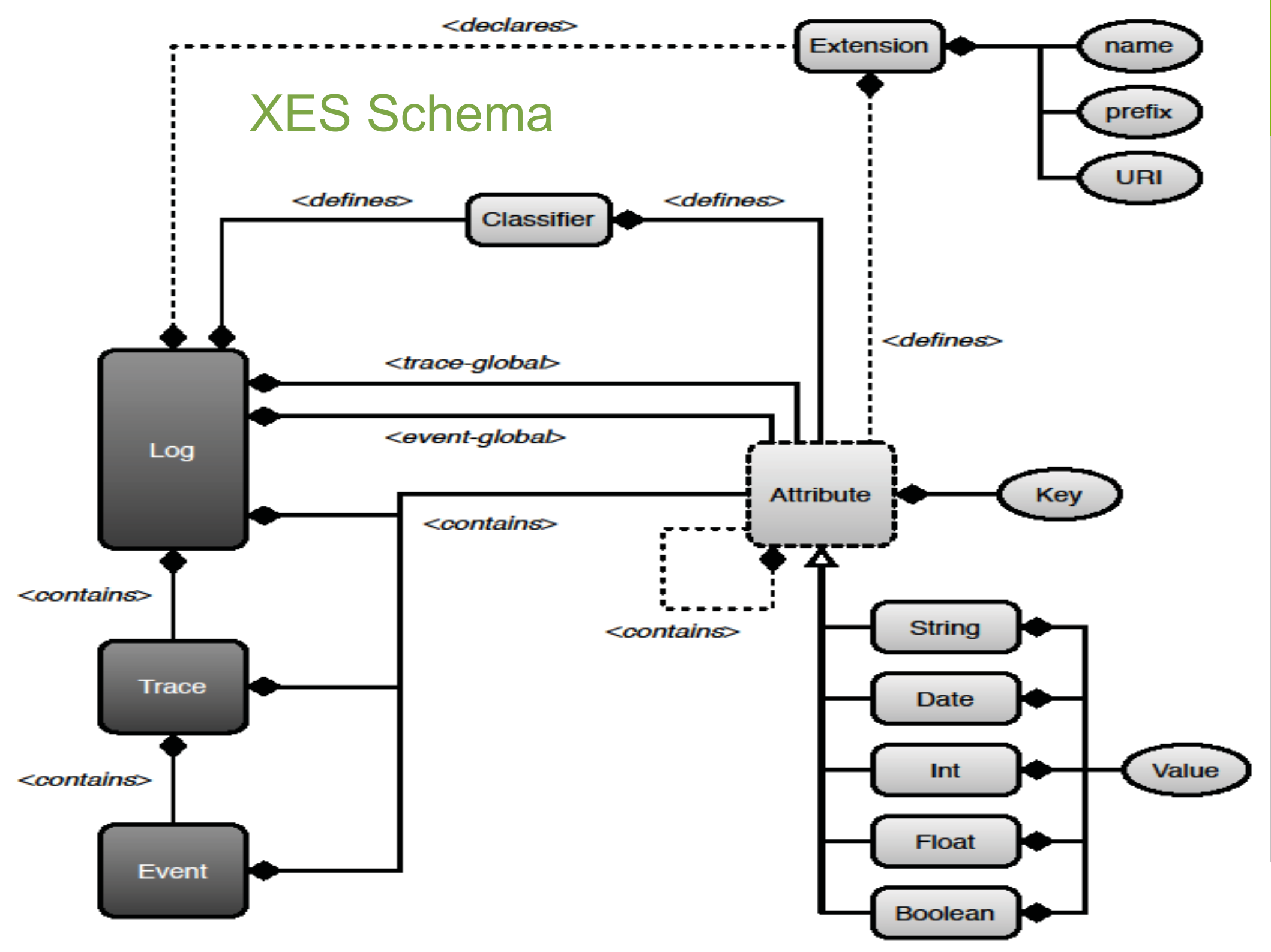
Überblick Datenbeschaffung

- Von heterogenen Datenquellen zu Process-Mining
- Datenspeicherformat XES
- Herausforderungen beim Extrahieren des Event-Logs

XES (eXtensible Event Stream)

- **Standard-Datenspeicherformat für Event-Logs.**
- Siehe www.xes-standard.org.
- Von IEEE Arbeitsgruppe für Process-Mining übernommen.
- Vorgänger: MXML und SA-MXML.
- Von Tools wie ProM (ab Version 6), Nitro, XESame und OpenXES unterstützt.
- ProMimport unterstützt MXML.

XES Schema


<declares>
Extension
name
prefix
URI
<defines>
Classifier
<defines>
<defines>
<trace-global>
<event-global>
Log
Attribute
Key
<contains>
<contains>
<contains>
<contains>
String
Date
Int
Float
Boolean
Value
Trace
Event

Event-Log besteht aus:

- **Traces** (Prozessinstanzen)
  - **Events**

Standarderweiterungen:

- concept (zur Namensgebung)
- lifecycle (für Transaktionseigenschaften)
- org (unternehmerische Perspektive)
- time (Zeitstempel)
- semantic (Referenzen zu Ontologie)

```
<log xes.version="1.0" xes.features="nested-attributes" openxes.version="1.0RC7">
  <extension name="Concept" prefix="concept" uri="http://code.deckfour.org/xes/concept.xesext"/>
  <extension name="Semantic" prefix="semantic" uri="http://code.deckfour.org/xes/semantic.xesext"/>
  <extension name="Time" prefix="time" uri="http://code.deckfour.org/xes/time.xesext"/>
  <extension name="Organizational" prefix="org" uri="http://code.deckfour.org/xes/org.xesext"/>
  <extension name="Lifecycle" prefix="lifecycle" uri="http://code.deckfour.org/xes/lifecycle.xesext"/>
- <global scope="trace">
    <string key="concept:name" value="__INVALID__"/>
  </global>
- <global scope="event">
    <string key="concept:name" value="__INVALID__"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  </global>
  <classifier name="MXML Legacy Classifier" keys="concept:name lifecycle:transition"/>
  <classifier name="Event Name" keys="concept:name"/>
  <classifier name="Resou
  <string key="source" val
  <string key="concept:nar                                    d_more_data.zip"/>
  <string key="lifecycle:mo                                   standard"/>
  <string key="description" value="Simulated process"/>
- <trace>
    <string key="concept:name" value="1"/>
    <string key="description" value="Simulated process instance"/>
  - <event>
      <string key="org:resource" value="Mike"/>
      <date key="time:timestamp" value="2006-01-01T00:00:00.000+01:00"/>
      <string key="concept:name" value="invite reviewers"/>
      <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    </event>
  - <event>
      <string key="org:resc
      <date key="time:time                                    01-06T00:00:00.000+01:00"/>
      <string key="concept:name" value="invite reviewers"/>
      <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    </event>
  - <event>
```

Erweiterungen laden

jeder Trace hat einen Namen

jedes Event hat einen Namen und eine Transition

classifier = Name + Transition

Beginn vom Trace (Prozessinstanz)

Name des Trace

Ressource

Zeitstempel

Name des Events (Aktivitätsname)

Transition

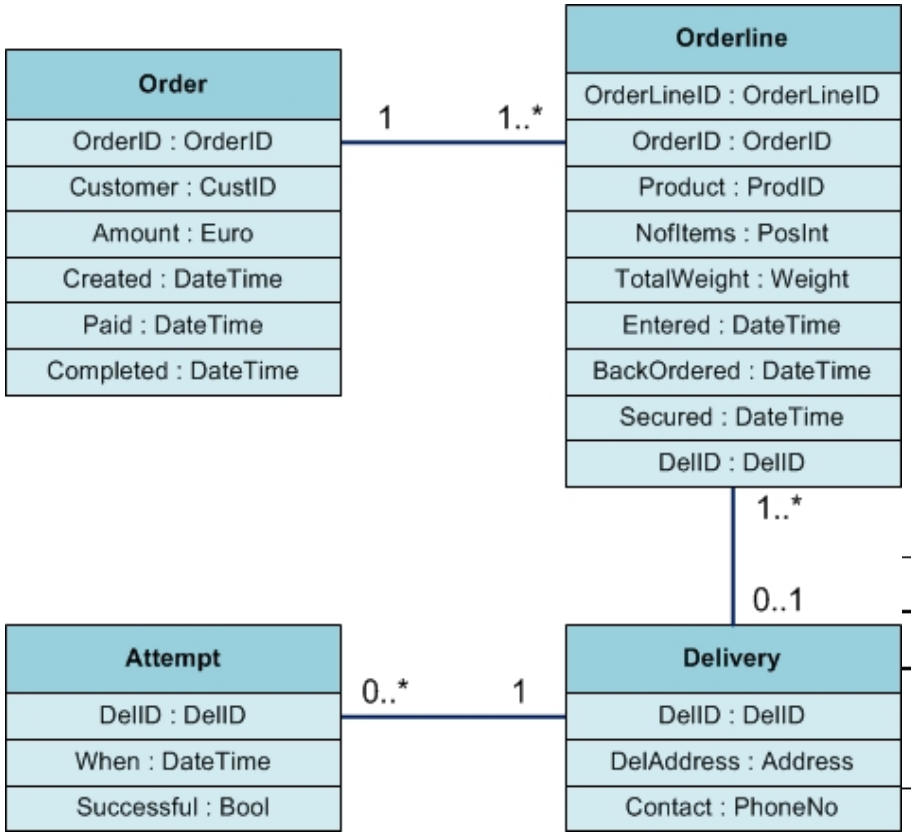
Überblick Datenbeschaffung

- Von heterogenen Datenquellen zu Process-Mining
- Datenspeicherformat XES
- Herausforderungen beim Extrahieren des Event-Logs

Herausforderungen beim Extrahieren des Event-Logs

- Korrelation: Events in Event-Log: nach Fällen gruppiert.
  - Nicht trivial: setzt **Korrelation** der **Events untereinander** voraus.
- Zeitstempel: **Events** pro Fall **ordnen**.
  - Probleme: **nur Datum**, **unterschiedliche Uhren**, **verzögertes Loggen**.
- Snapshots: Fälle ggf. **über** Dauer der **Aufnahme hinweg** aktiv. Z.B.: Fall vor Beginn des Event-Logs gestartet.
- Scoping: Welche Tabellen berücksichtigen ?
- Granularität: Events in Event-Log: andere Granularität als für Endnutzer relevante Aktivitäten.

Event-Logs vs. Tabellen



Order

OrderID	Customer	Amount	Created	Paid	Completed
91245	John	100	28-11-2011:08.12	02-12-2011:13.45	05-12-2011:11.33
91561	Mike	530	28-11-2011:12.22	03-12-2011:14.34	05-12-2011:09.32
91812	Mary	234	29-11-2011:09.45	02-12-2011:09.44	04-12-2011:13.33
92233	Sue	110	29-11-2011:10.12	null	null
92345	Kirsten	195	29-11-2011:14.45	02-12-2011:13.45	null
92355	Pete	320	29-11-2011:16.32	null	null
...	...	...	...	...	...

Delivery

DelID	DelAddress	Contact
882345	5513VJ-22a	0497-255366
882346	5513XG-45	040-229876
...	...	...

Attempt

DelID	When	Successful
882345	05-12-2011:08.55	false
882345	06-12-2011:09.12	false
882345	07-12-2011:08.56	true
882346	05-12-2011:08.43	true
...	...	...

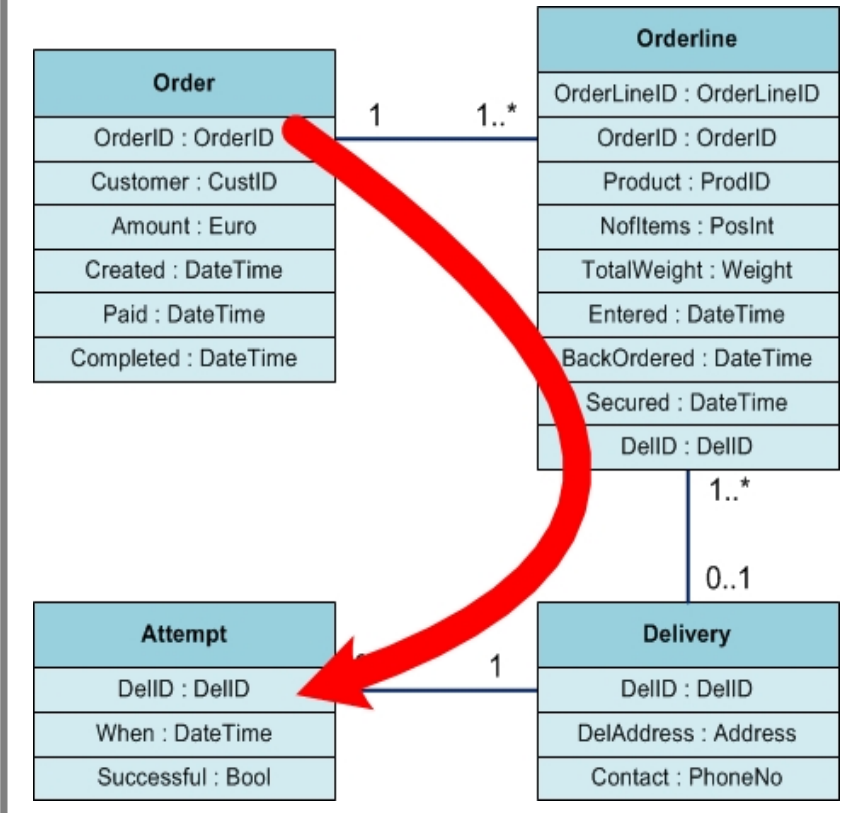
Orderline

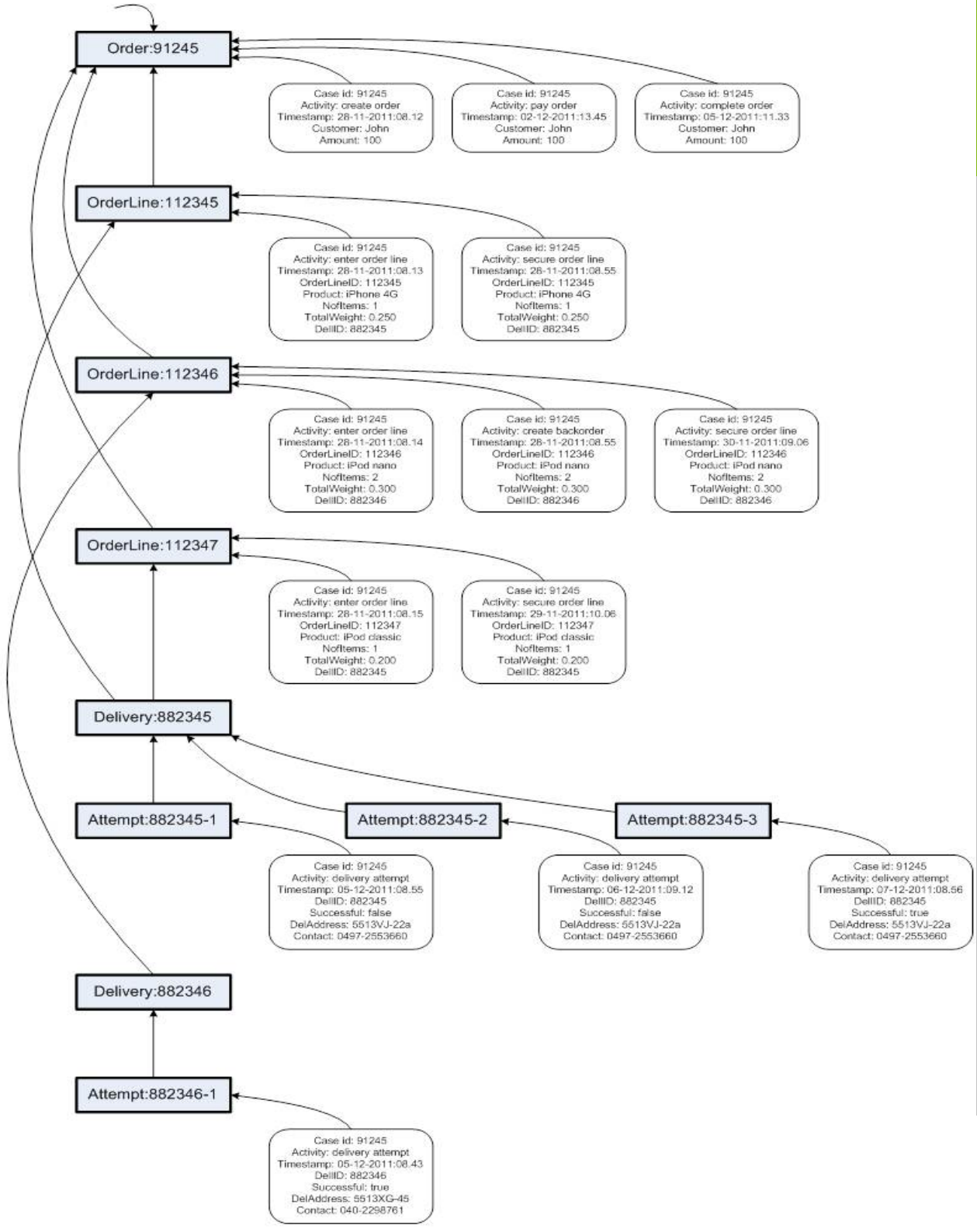
OrderLineID	OrderID	Product	NofItems	TotalWeight	Entered	BackOrdered	Secured	DelID
112345	91245	iPhone 4G	1	0.250	28-11-2011:08.13	null	28-11-2011:08.55	882345
112346	91245	iPod nano	2	0.300	28-11-2011:08.14	28-11-2011:08.55	30-11-2011:09.06	882346
112347	91245	iPod classic	1	0.200	28-11-2011:08.15	null	29-11-2011:10.06	882345
112448	91561	iPhone 4G	1	0.250	28-11-2011:12.23	null	28-11-2011:12.59	882345
112449	91561	iPod classic	1	0.200	28-11-2011:12.24	28-11-2011:16.22	null	null
112452	91812	iPhone 4G	5	1.250	29-11-2011:09.46	null	29-11-2011:10.58	882346
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Event-Log erstellen

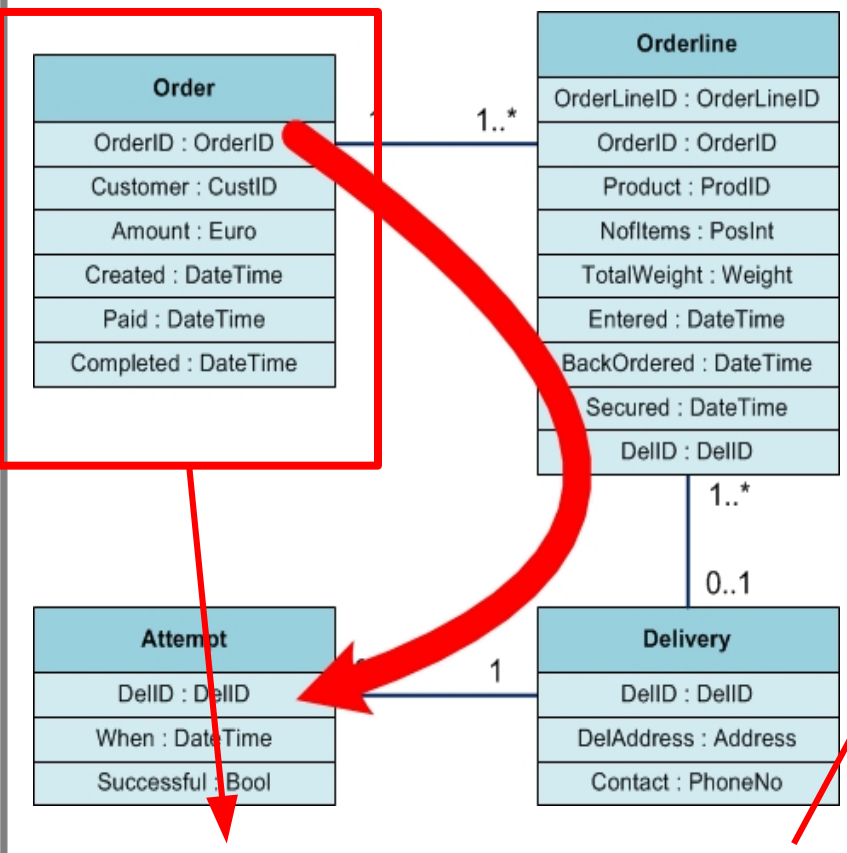
- Problem: Wir möchten aus den vorher gezeigten Tabellen ein Event-Log erstellen.
- d.h. wir möchten aus den vier Tabellen (Order, Orderline, Delivery, Attempt) eine „CaseID“ Tabelle ableiten.
- diese „CaseID“ Tabelle sollte dann Zeitstempel beinhalten, die dann auch als Events bzw. Aktivitäten in Prozess Diagrammen modelliert werden können
- vier Arten von Fällen möglich: Order, Orderline, Delivery, Attempt
- wir betrachten hier als Beispiel die Bestellung (Order), d.h. wir können an diesem Event-Log sehen, welche Events mit einer Bestellung in Verbindung stehen.

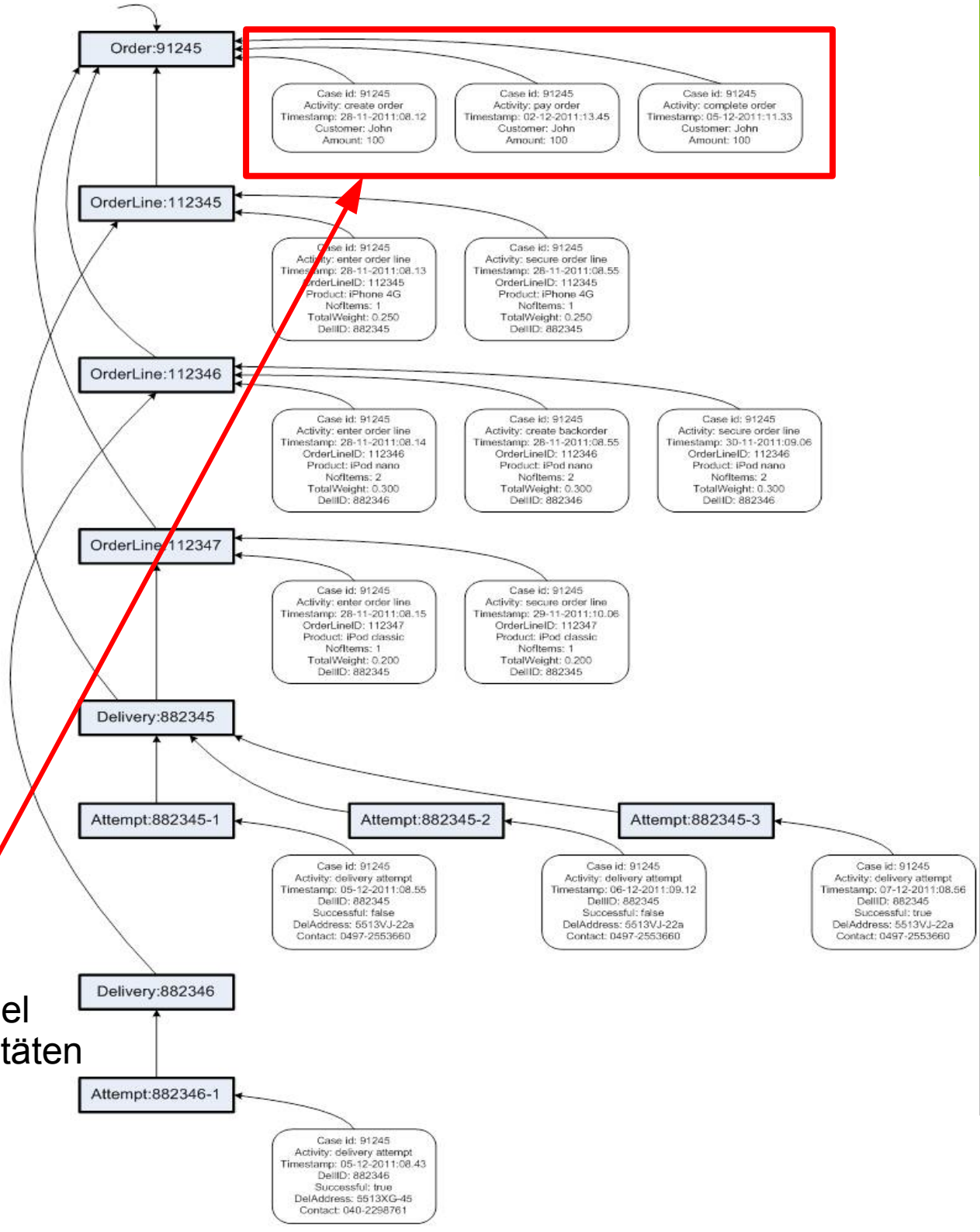
Instanz: Bestellung





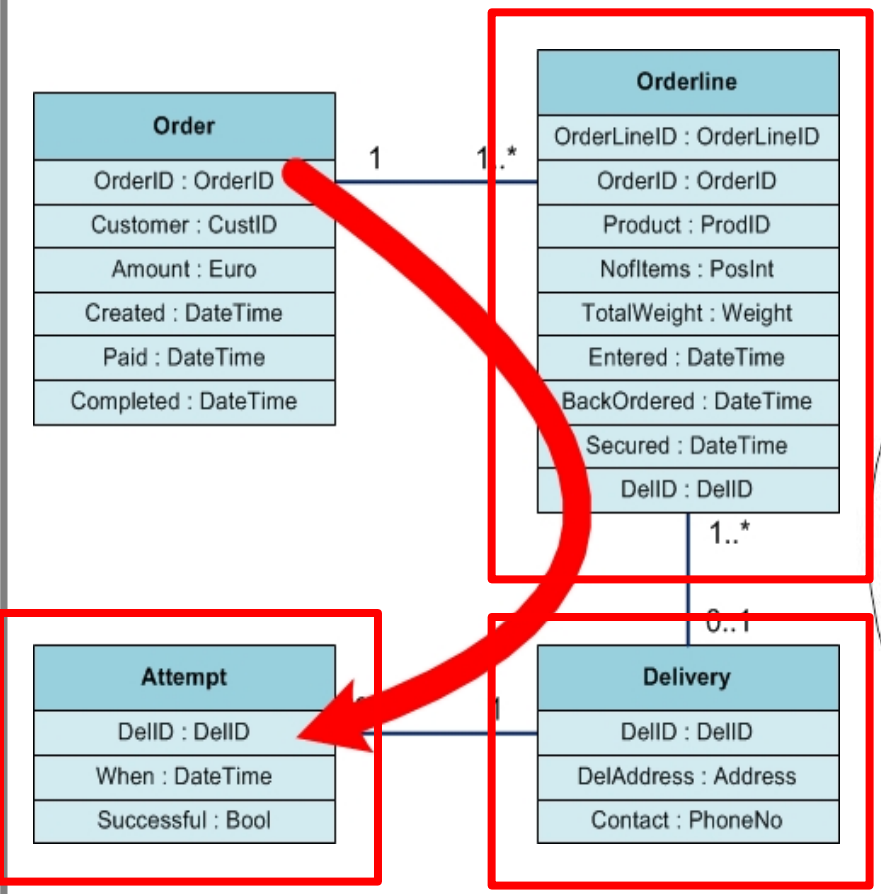
Instanz: Bestellung

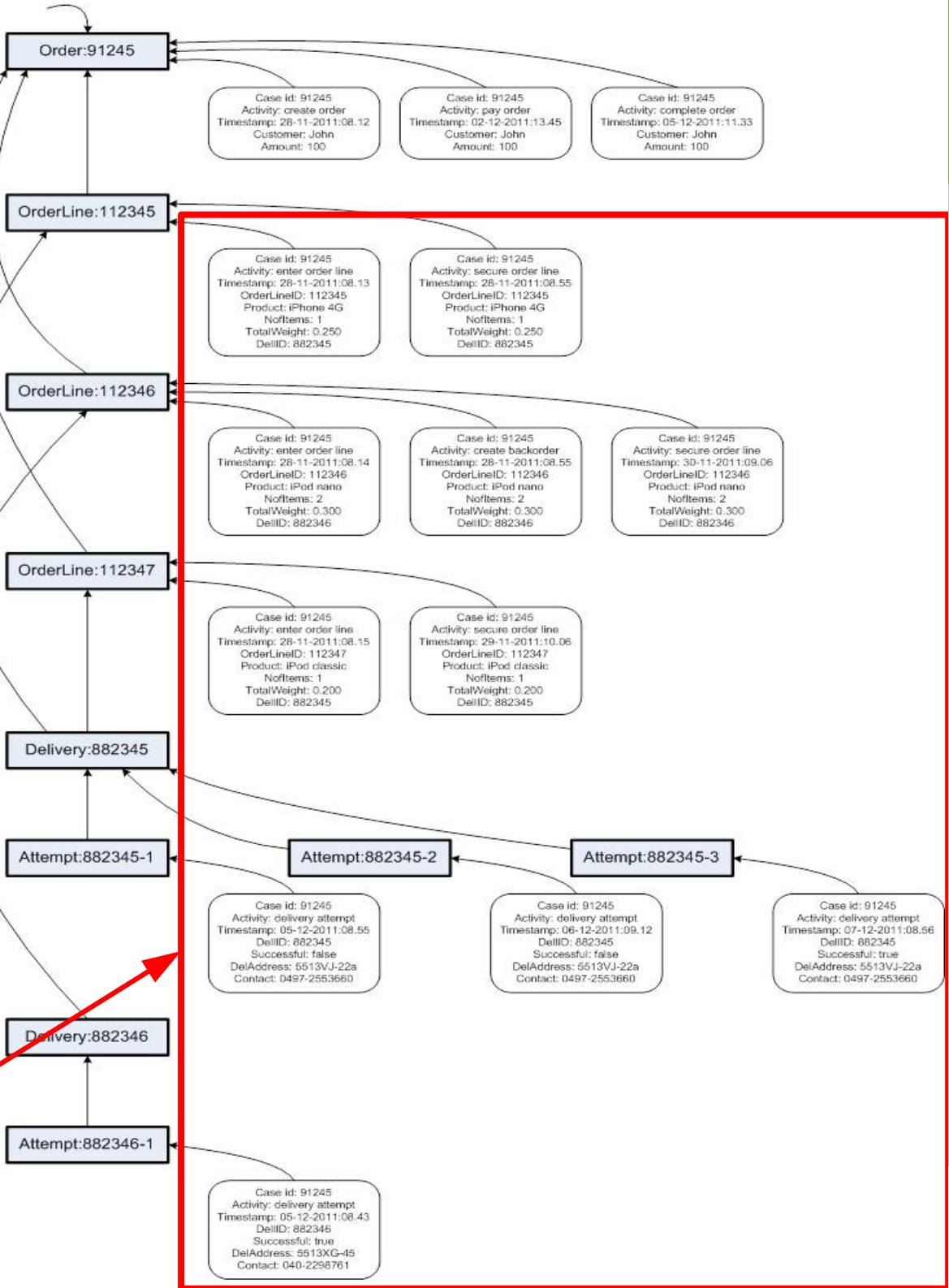




- Tabelle Order hat drei Zeitstempel
- Würden wir nur diese drei Zeitstempel betrachten, könnten wir nur drei Aktivitäten aus den Tabellen extrahieren.

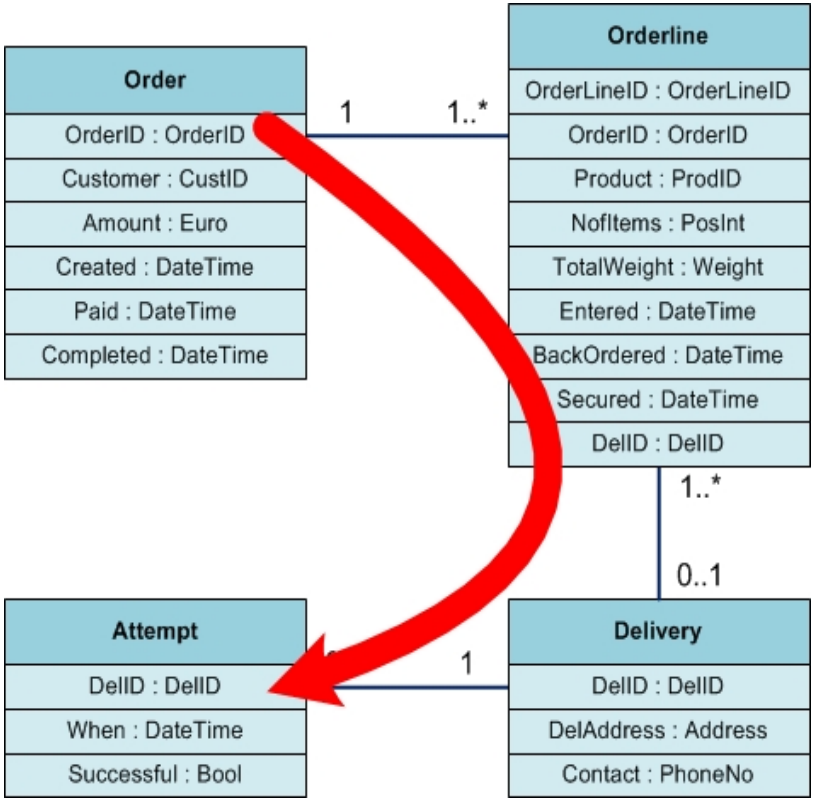
Instanz: Bestellung

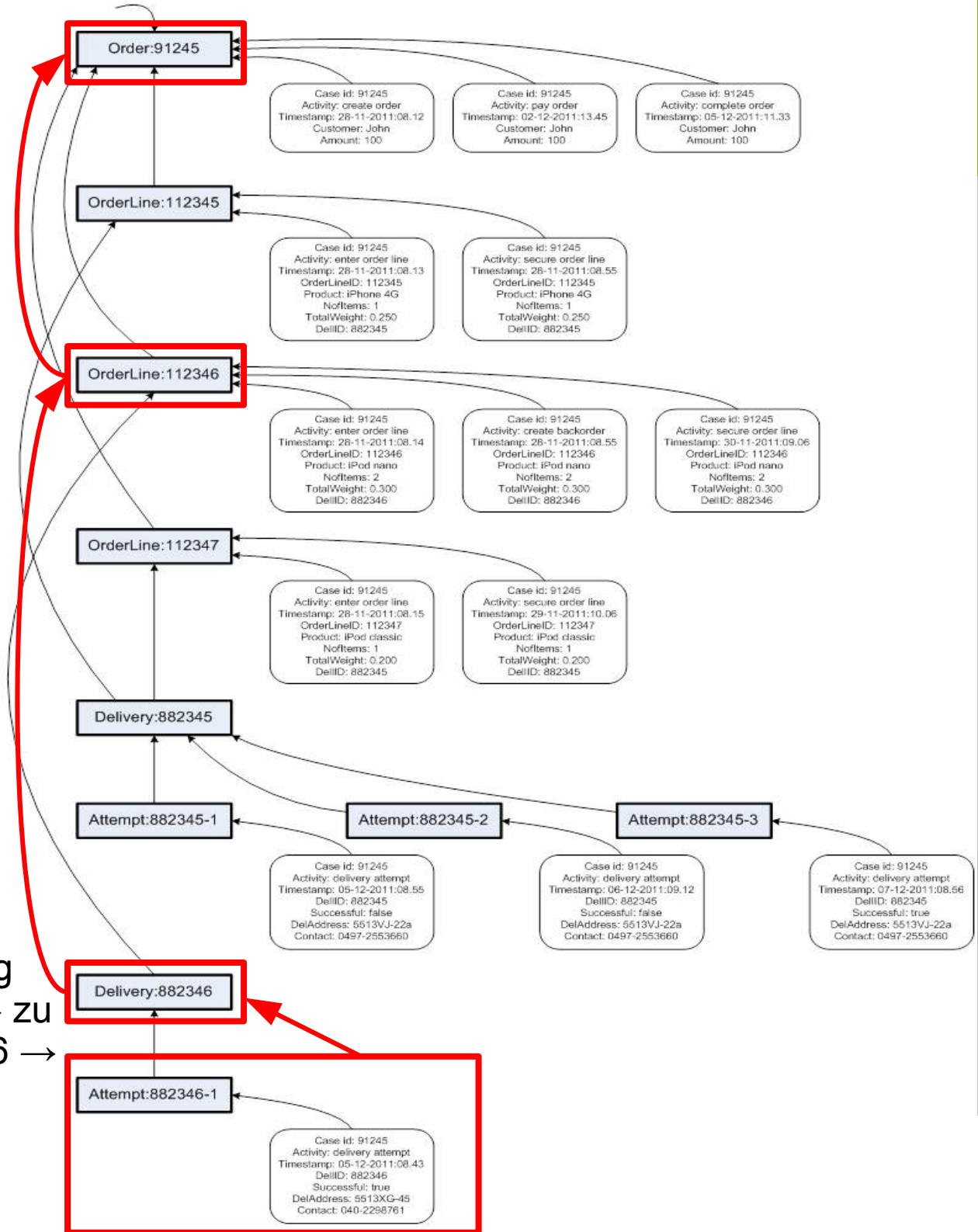




- Verknüpfen wir die Tabellen (Order mit Orderline, Orderline mit Delivery, Delivery mit Attempt) so erhalten wir weitere Events in weiteren Ebenen

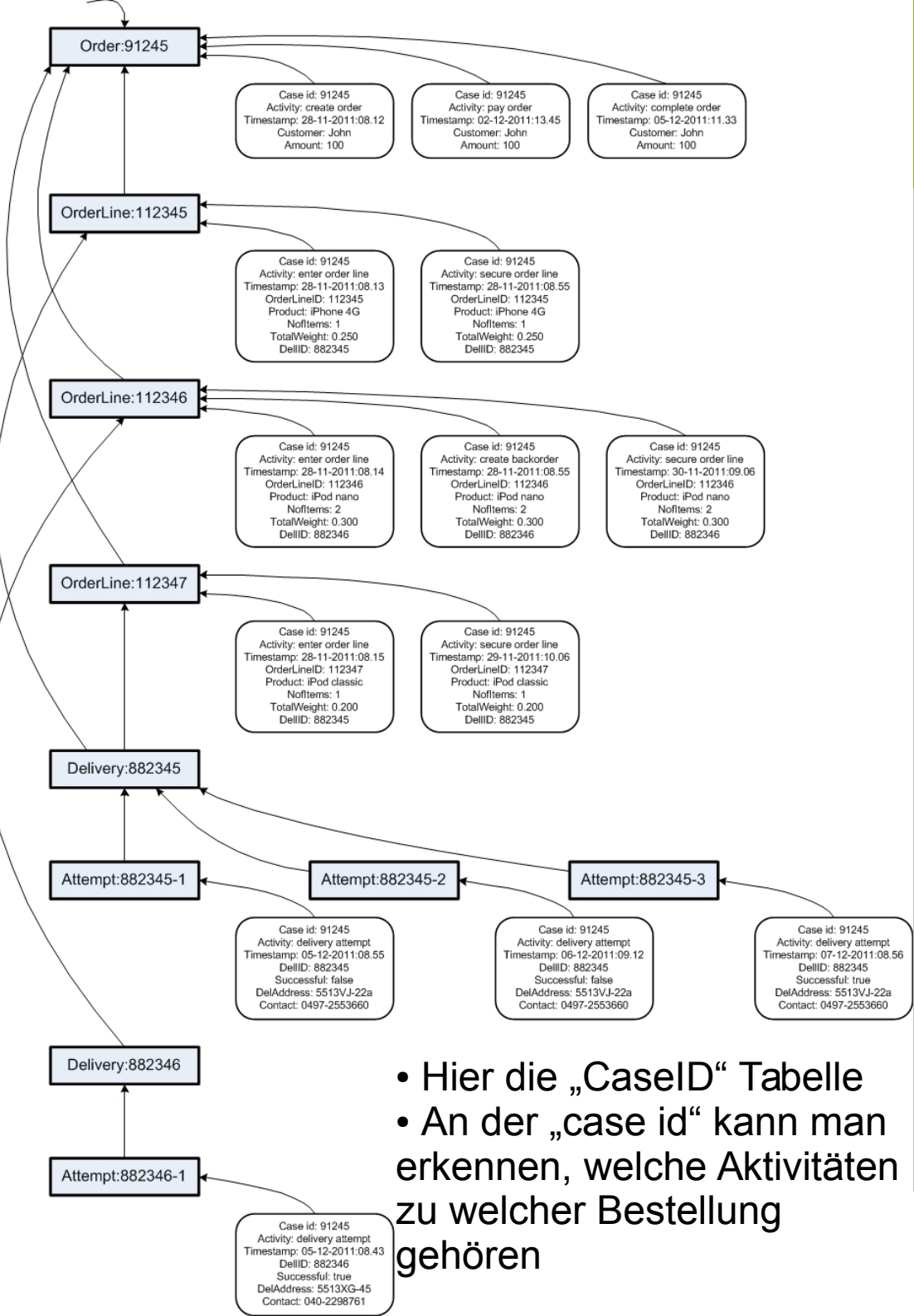
Instanz: Bestellung





- Diese sind indirekt mit der Bestellung verbunden (z.B. Attempt: 882346-1 → zu Delivery: 882346 → Orderline: 112346 → Order: 91245)

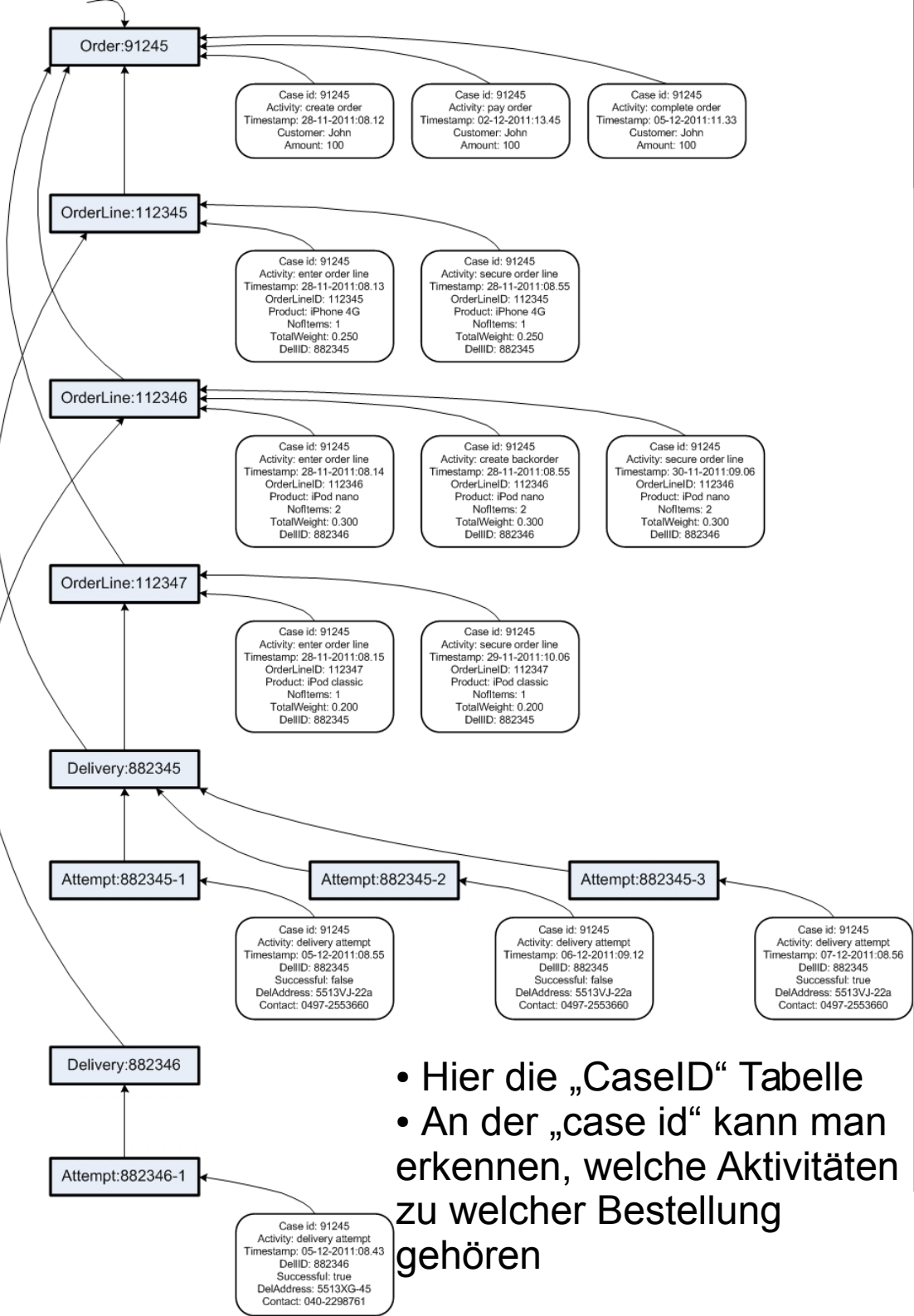
case id	activity	timestamp	other attributes
91245	create order	28-11-2011:08.12	Customer: John, Amount: 100
91245	enter order line	28-11-2011:08.13	OrderLineID: 112345, Produ 4G, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	enter order line	28-11-2011:08.14	OrderLineID: 112346, Prod nano, NofItems: 2, TotalWeig DellID: 882346
91245	enter order line	28-11-2011:08.15	OrderLineID: 112347, Product: sic, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	secure order line	28-11-2011:08.55	OrderLineID: 112345, Produ 4G, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	create backorder	28-11-2011:08.55	OrderLineID: 112346, Prod nano, NofItems: 2, TotalWeig DellID: 882346
91245	secure order line	29-11-2011:10.06	OrderLineID: 112347, Product: sic, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	secure order line	30-11-2011:09.06	OrderLineID: 112346, Prod nano, NofItems: 2, TotalWeig DellID: 882346
91245	pay order	02-12-2011:13.45	Customer: John, Amount: 100
91245	delivery attempt	05-12-2011:08.43	DellID: 882346, Successful: tru dress: 5513XG-45, Contact: 04
91245	delivery attempt	05-12-2011:08.55	DellID: 882345, Successful: lAddress: 5513VJ-22a, Conta 2553660
91245	complete order	05-12-2011:11.33	Customer: John, Amount: 100
91245	delivery attempt	06-12-2011:09.12	DellID: 882345, Successful: lAddress: 5513VJ-22a, Conta 2553660
91245	delivery attempt	07-12-2011:08.56	DellID: 882345, Successful: lAddress: 5513VJ-22a, Conta 2553660
91561	create order	28-11-2011:12.22	Customer: Mike, Amount: 530
91561	enter order line	28-11-2011:12.23	OrderLineID: 112448, Produ 4G, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
...	...	...	...
...	...	...	...



- Hier die „CaseID“ Tabelle
- An der „case id“ kann man erkennen, welche Aktivitäten zu welcher Bestellung gehören

case id	activity	timestamp	other attributes
91245	create order	28-11-2011:08.12	Customer: John, Amount: 100
91245	enter order line	28-11-2011:08.13	OrderLineID: 112345, Produ 4G, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	enter order line	28-11-2011:08.14	OrderLineID: 112346, Prod nano, NofItems: 2, TotalWeig DellID: 882346
91245	enter order line	28-11-2011:08.15	OrderLineID: 112347, Product: sic, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	secure order line	28-11-2011:08.55	OrderLineID: 112345, Produ 4G, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	create backorder	28-11-2011:08.55	OrderLineID: 112346, Prod nano, NofItems: 2, TotalWeig DellID: 882346
91245	secure order line	29-11-2011:10.06	OrderLineID: 112347, Product: sic, NofItems: 1, TotalWeight: (lID: 882345
91245	secure order line	30-11-2011:09.06	OrderLineID: 112346, Prod nano, NofItems: 2, TotalWeig DellID: 882346
91245	pay order	02-12-2011:13.45	Customer: John, Amount: 100
91245	delivery attempt	05-12-2011:08.43	DellID: 882346, Successful: tru dress: 5513XG-45, Contact: 04
91245	delivery attempt	05-12-2011:08.55	DellID: 882345, Successful: lAddress: 5513VJ-22a, Conta 2553660
91245	complete order	05-12-2011:11.33	Customer: John, Amount: 100
91245	delivery attempt	06-12-2011:09.12	DellID: 882345, Successful: lAddress: 5513VJ-22a, Conta 2553660
91245	delivery attempt	07-12-2011:08.56	DellID: 882345, Successful: lAddress: 5513VJ-22a, Conta 2553660
91561	create order	28-11-2011:12.22	Customer: Mike, Amount: 530
91561	enter order line	28-11-2011:12.23	OrderLineID: 112448, Produ 4G, NofItems: 1, TotalWeight: (ID: 882345
..			
..			

Zur „case id“ 91245 gehören „create order“, „enter order line“, …



- Hier die „CaseID“ Tabelle
- An der „case id“ kann man erkennen, welche Aktivitäten zu welcher Bestellung gehören

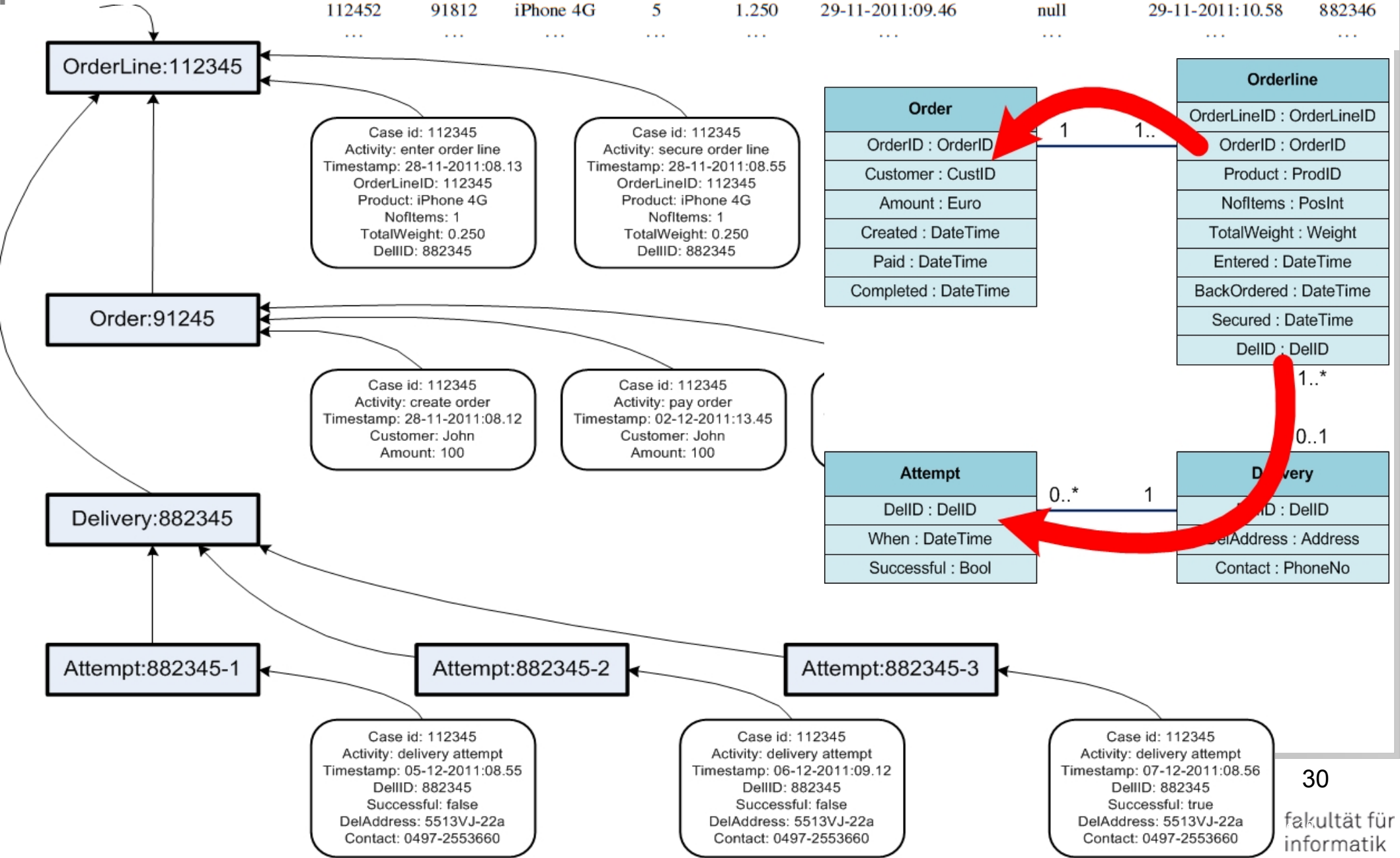
Event-Log erstellen

- Alternativ hätte man auch ein Event-Log erstellen können, das sich an der „Orderline“ orientiert
- Der Datensatz ist derselbe, nur wird er anders dargestellt.
- d.h. es gibt mehrere „Views“ auf den selben Datensatz, ausgehend davon auf welche Tabelle man den Fokus setzt.

Instanz: Orderline

Orderline

OrderLineID	OrderID	Product	NofItems	TotalWeight	Entered	BackOrdered	Secured	DelIID
112345	91245	iPhone 4G	1	0.250	28-11-2011:08.13	null	28-11-2011:08.55	882345
112346	91245	iPod nano	2	0.300	28-11-2011:08.14	28-11-2011:08.55	30-11-2011:09.06	882346
112347	91245	iPod classic	1	0.200	28-11-2011:08.15	null	29-11-2011:10.06	882345
112448	91561	iPhone 4G	1	0.250	28-11-2011:12.23	null	28-11-2011:12.59	882345
112449	91561	iPod classic	1	0.200	28-11-2011:12.24	28-11-2011:16.22	null	null
112452	91812	iPhone 4G	5	1.250	29-11-2011:09.46	null	29-11-2011:10.58	882346
...	...	...	...	...	...	...	...	...



Event-Logs extrahieren

- Nicht nur **syntaktisches Problem**.
- Verschiedene **Blickwinkel** möglich.
- Wichtig:
  - Richtigen Instanzbegriff auswählen.
  - Events ordnen.
  - Events auswählen.

Zusammenfassung

In diesem Abschnitt:

- Von hetereogenen Datenquellen zu Process-Mining.
- Event Logs, verschiedene Ansichten.
- Überlappende Instanzen.
- Attribute.
- Datenspeicherformat XES.
- Herausforderungen beim Extrahieren.
- Event-Logs vs. Tabellen und Instanzen.

Im nächsten Abschnitt:

- Prozessextraktion (α-Algorithmus).