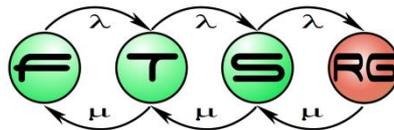


# Prozessmodellierung

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
**Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoport**



# Inhalt

Wiederholung

Ziel der Prozessmodellierung

Prozessmodelle

Kontrollfluss

Verwirklichung

Wiederholung

Ziel der  
Prozessmodellierung

Prozess-  
modelle

Kontroll-  
fluss

Verwirklichung

# WIEDERHOLUNG

# Strukturelle und Verhaltensmodellierung

- Die Struktur (*structural*)
  - statisch
  - Teil und Ganzheit, Bestandteile
  - Verhältnisse, Verbindungen

Hauptteile des Roboterstaubsaugers sind das Steuerwerk, das Laufwerk und der Staubsauger.

- Verhalten (*behavioral*)

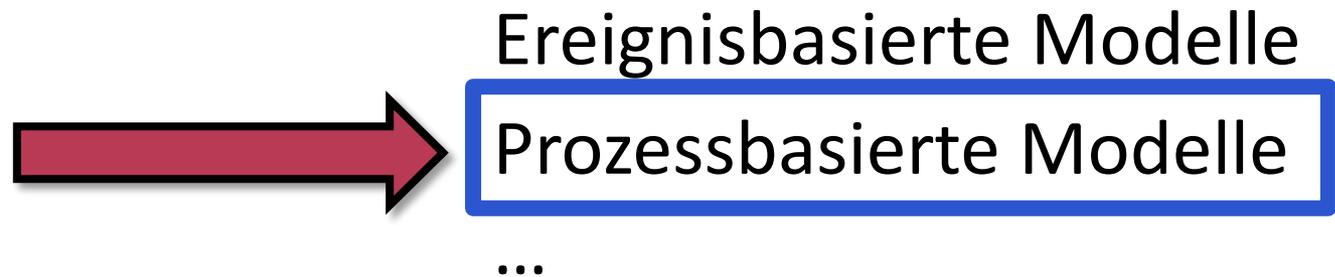
- dynamisch
- zeitlicher Verlauf
- Zustände, Prozesse
- Reaktionen auf die Außenwelt

Auf dem Befehl „rechts“ wechselt das Laufwerk seine Betriebsart auf „Abbiegen“.



# Hauptfragen der Verhaltensmodelle

- Was „macht“ das System?



- „Wie“ ist das System aktuell und wie verändert es sich?



# Definition: Prozess

**Prozess:** Folge von Schritten (Aktivitäten), die in der gegebenen Reihenfolge ausgeführt zu irgendeinem Ziel führen.

Wiederholung

**Ziel der  
Prozessmodellierung**

Prozess-  
modelle

Kontroll-  
fluss

Verwirklichung

# ZIEL DER PROZESSMODELLIERUNG

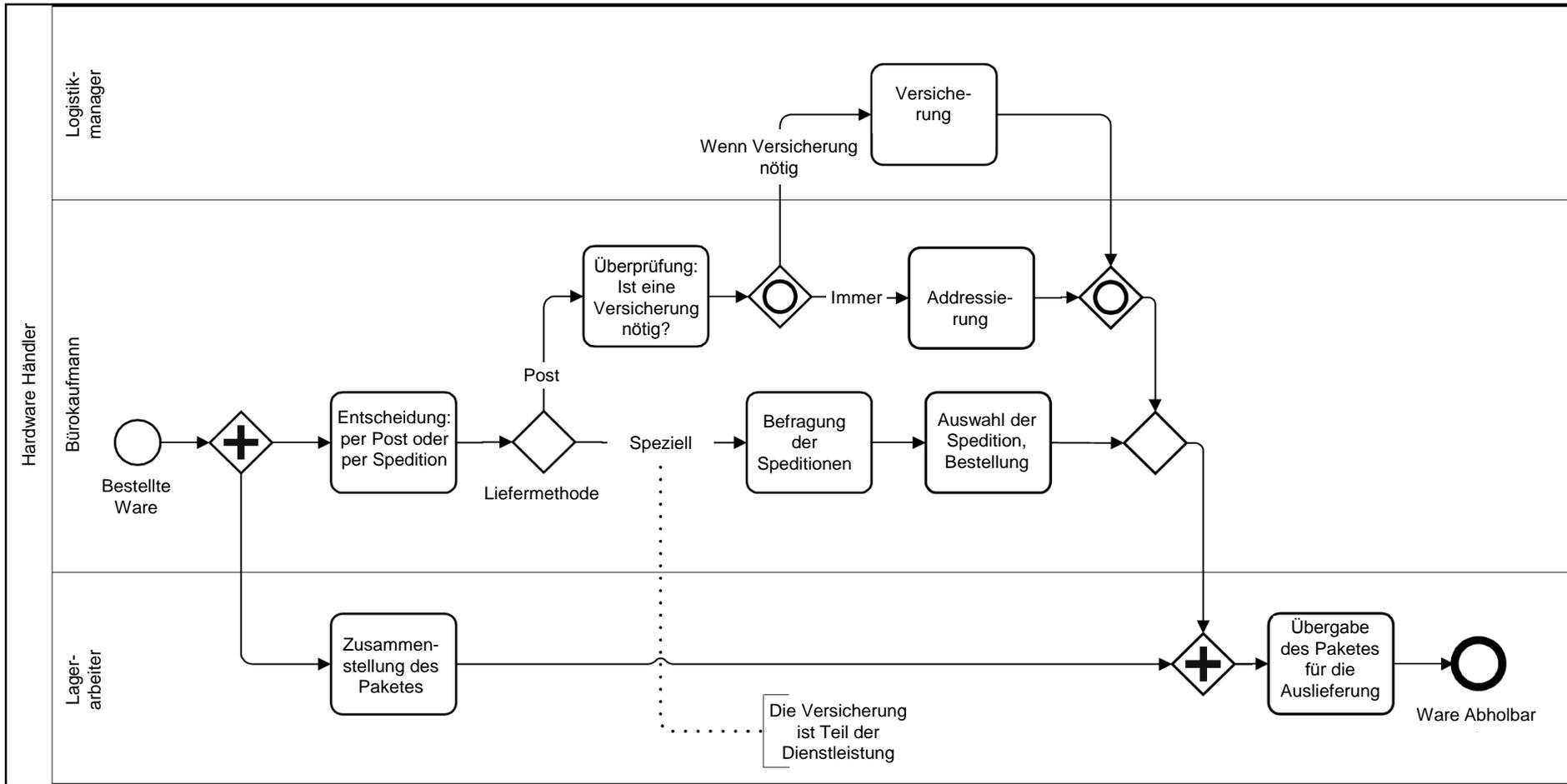
# Ziel der Prozessmodellierung

- Spezifikation
- Entwurf
- Implementation
  - Ausführbare Modelle
  - Codegenerierung
- Überprüfung auf Modellebene (Verifikation)
  - Simulation
  - Beobachtung (monitoring)
  - Automatisierte Modellprüfung
- Dokumentation

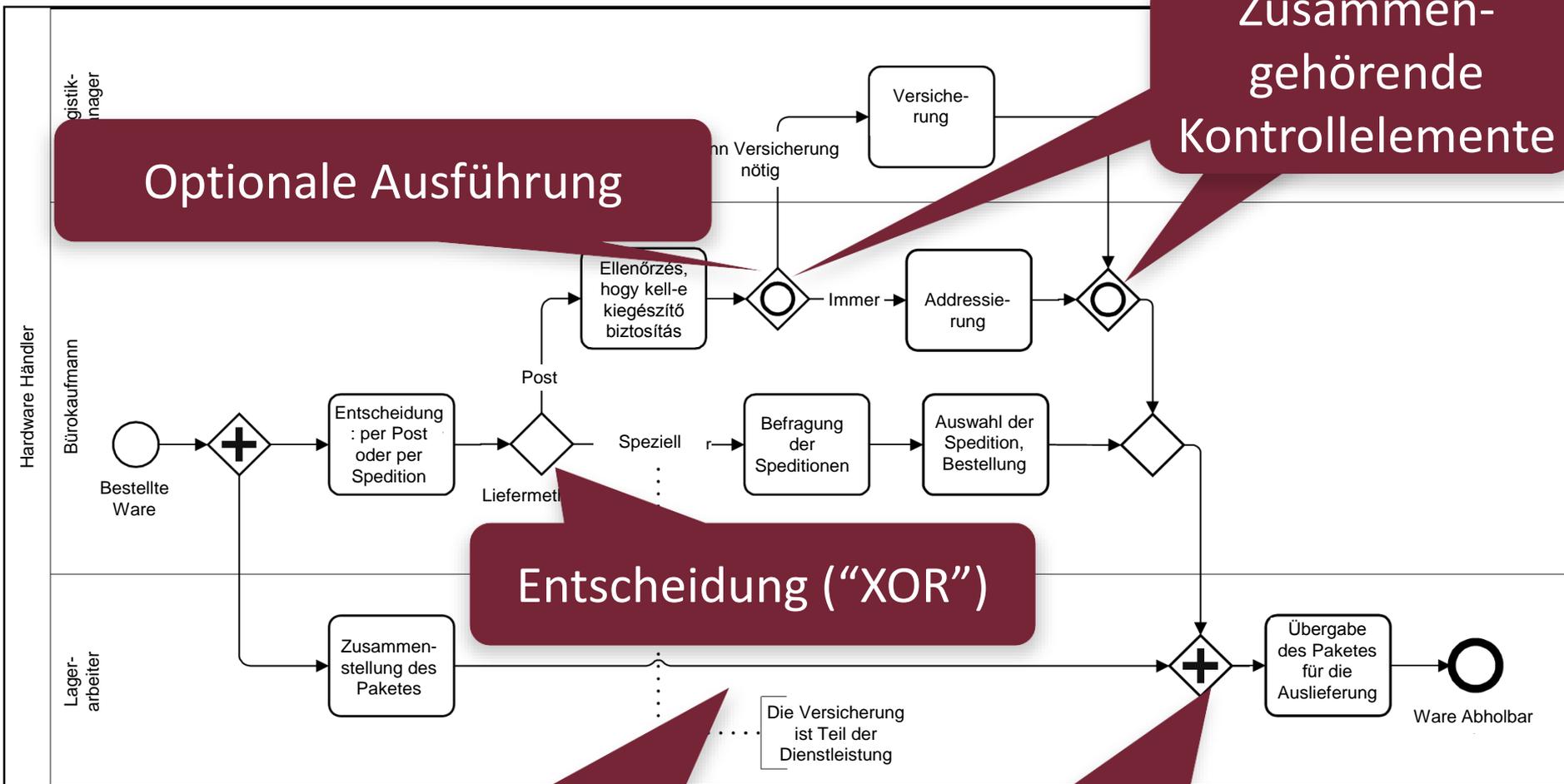
# Beispiel: Wie kommen die Waren an?

- Bestellung, Bezahlung
- Zusammenstellung des Paketes
  - Ware am Lager
  - Ware bei Vorlieferant
  - Ware wird erst gefertigt
- Benachrichtigung
- Auslieferung
  - Selbstabholung
  - Versand per Post/Paketdienst
  - Versand per Spedition

# Beispiel: Wie kommen die Waren an?



# Beispiel: Wie kommen die Waren an?



Optionale Ausführung

Zusammengehörende Kontrollelemente

Entscheidung ("XOR")

Reihenfolge der Schritte

"Parallele" (unabhängige) Ausführung ("AND")

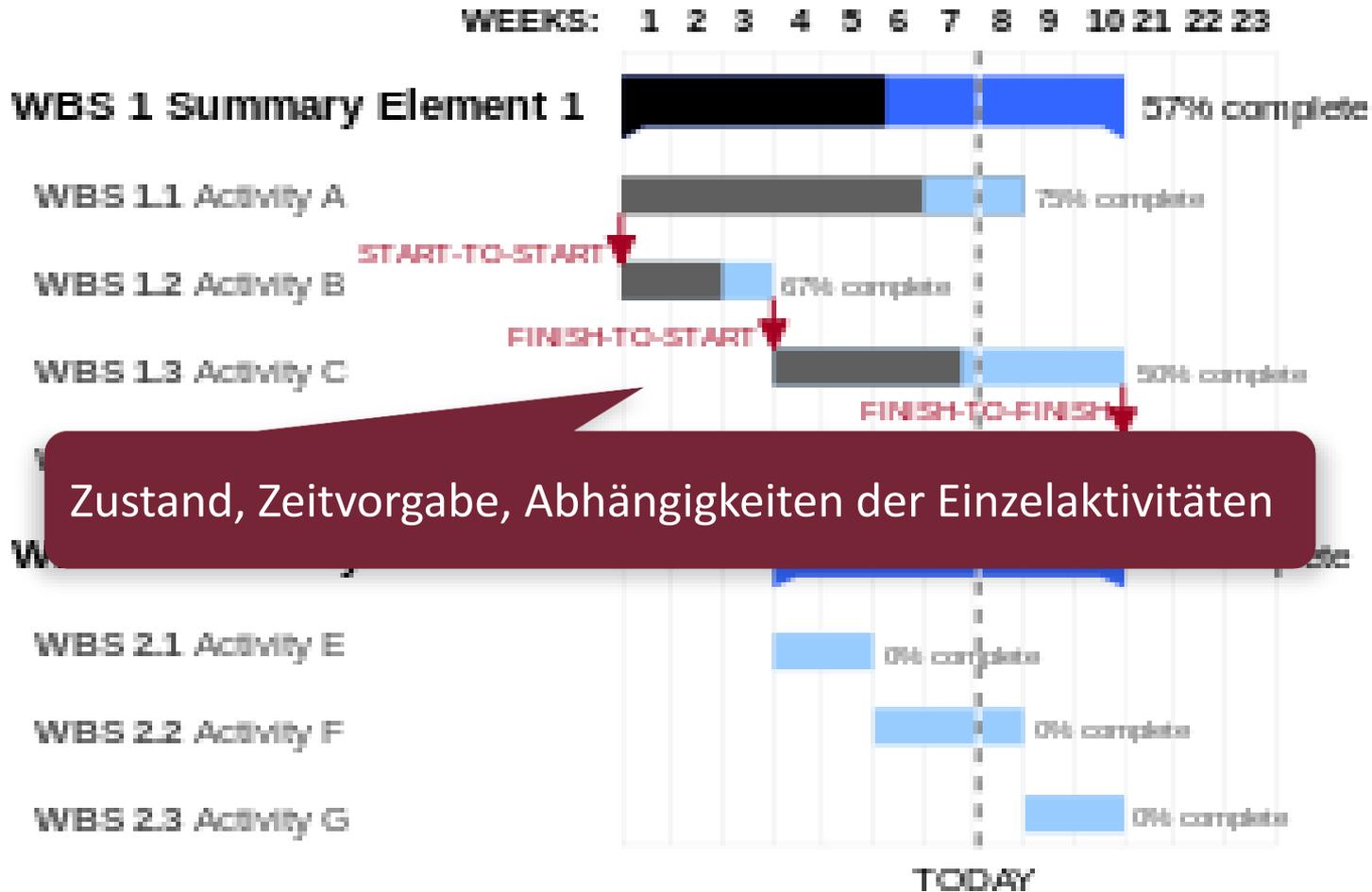
# Aspekte der Prozessmodellierung

- Was ist das Ziel/Ausgang des Prozesses?
- Wer nimmt am Prozess Teil?
- Was sind die (wichtigsten) Aktivitäten?
- Welche Entscheidungspunkte/Variationen gibt es?

# Grundsteine

- Vorgängertechniken
  - Kontrollstrukturen der Programme
  - Zeitplanerstellung/Zeitablaufsteuerung (z.B. GANTT Diagramme)
  - Modellierung von Produktions-/Büroprozessen
  - IDEF-0: 1980-er Jahre, US AirForce
  - Beschreibung logistischer Prozesse
  - Betrieb komplexer Systeme: “runbook”
- Gemeinsame Elemente
  - Es gibt elementare Aktivitäten (Schritte)
  - Abhängigkeiten (Zeit? Daten? Reihenfolge?)
  - Entscheidungspunkte
  - → Universelle Prozessmodellierungssprachen (z.B. BPMN)

# Beispiel: GANTT



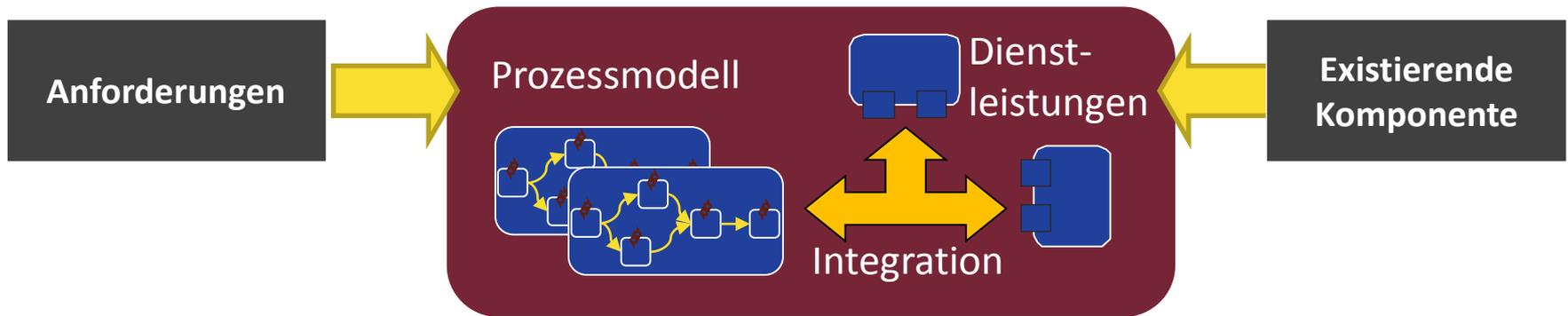
Zustand, Zeitvorgabe, Abhängigkeiten der Einzelaktivitäten

# Wiederverwendung

- Idee aus dem System-/Softwareentwurf:
  - Wiederverwendung bereits existierender Elemente
  - Beschreibung der Zusammensetzung des Systems
- Vielfalt der Bauelemente
  - Validierung von Webformulare, Email-Versand, Datenbankoperationen, Anruf von Web Services, menschliche Interaktion, SMS-Versand, Darstellung von Diagrammen, usw.

# Verwendung der Beschriebenen Kontrolllogik

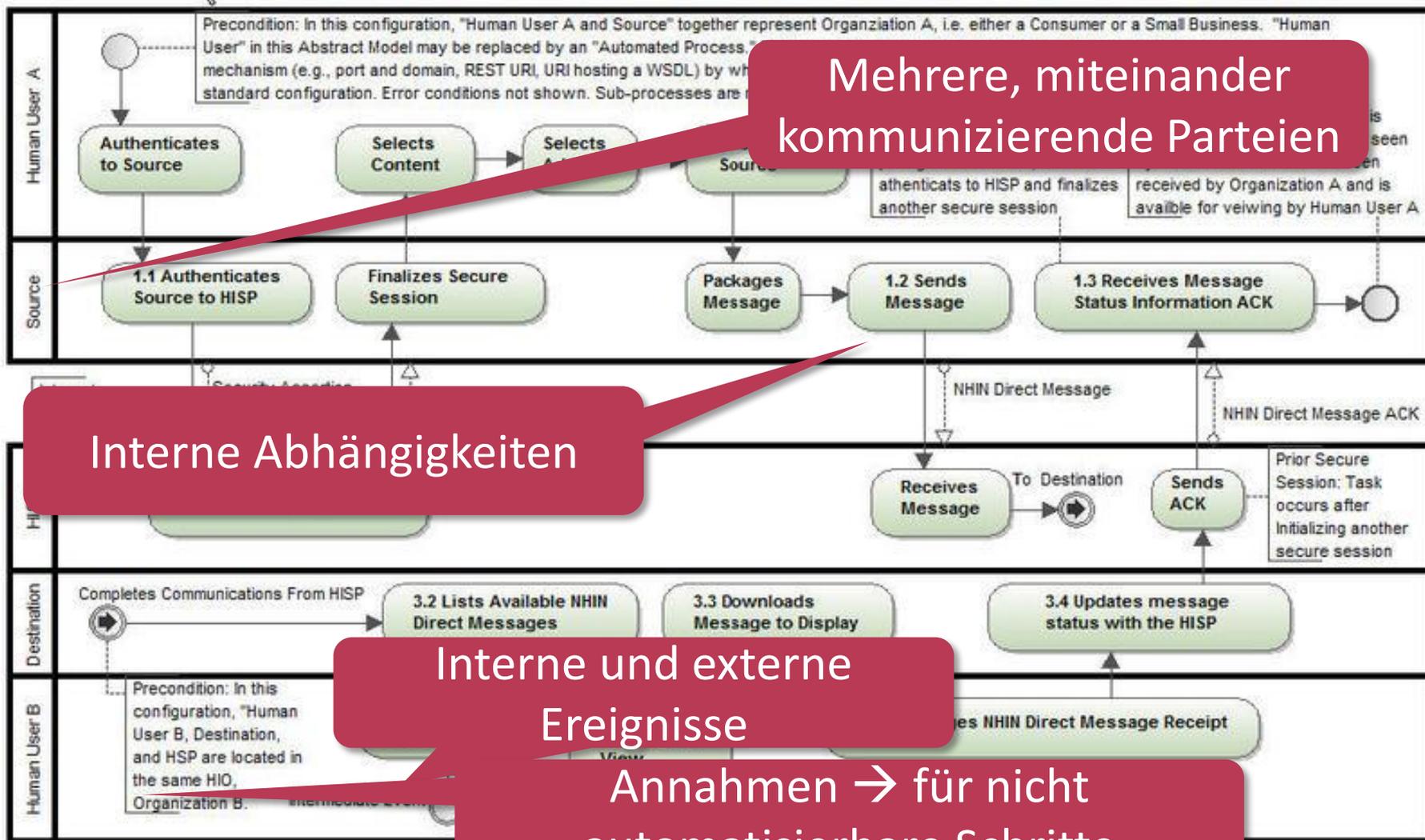
- Kodegenerierung (C/C++, C#, Java, ...)
- Eingabe für Ausführungsumgebungen
  - “Mach mir solche Prozesse”



# Wo werden Prozessmodelle verwendet?

- Betrieb der Informationssysteme
  - ITIL, COBIT
- Spezifikation der Protokolle
  - Zusammenarbeit innerhalb komplexer Systeme
  - Rollen der einzelnen Komponente
- Entwurf ausführbarer Prozesse
  - Auswertung von Bestellungen, Vorbereitung der Beurteilung von Kreditanforderungen
- Prozesse für Datenbearbeitung/-Analyse

# Beispiel: Bearbeitung Gesundheitsdaten



<http://wiki.directproject.org/Abstract+Model+Examples>

# Weitere Beispiele

- Modellierung Bankprozesse
  - Welche Aktivitäten müssen bei Tages- und Wochenschluss ausgeführt werden?
  - Könnte die Bank täglich mehrmals Überweisungen ausführen?
- Modellierung Fertigungsprozesse
  - Optimale Produktionsablaufplanung: Wechseln oder Weiterproduzieren?
  - Wie wird produziert? (Technologie)
  - (siehe Vorlesung über Simulation)
- Modellierung Geschäftsprozesse
  - Gibt es sich wiederholende Kommunikationsmuster?
  - Modellbasierte Datenbearbeitung

# Beispiel: Datenbearbeitungsprozess

Schritte: Einlesen, Filtern, Diagrammgenerierung, ...



Werkzeug: z.B. KNIME

# Grundbegriffe der Prozessmodellierung

- Prozessmodellierungssprache
  - BPMN, jPDL, XPDL, BPEL, UML AD, ...
  - Kontrollfluss, Datenfluss
  - Datenstrukturen für Eingabe, Ausgabe und intern
  - Definition der zu ausführenden Schritte
  - Zeitplanung, Ressourcen, Rohstoffe
- Prozessvorlage (template)
  - Z.B. “Flugticketbestellung”-Prozess
  - Versionen, ...
- Prozessablauf (instance)
  - „Prof. Pataricza bestellt ein Flugticket nach Lissabon”

Wiederholung

Ziel der  
Prozessmodellierung

Prozess-  
modelle

Kontroll-  
fluss

Verwirklichung

# PROZESSMODELLE

# Elementare Aktivitäten

Compile

Anfang der Ausführung

Ende der Ausführung

*Compile*

t

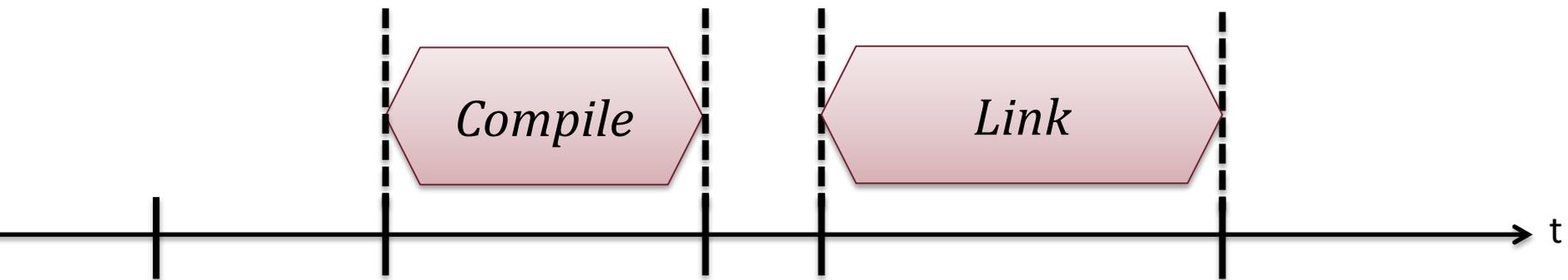
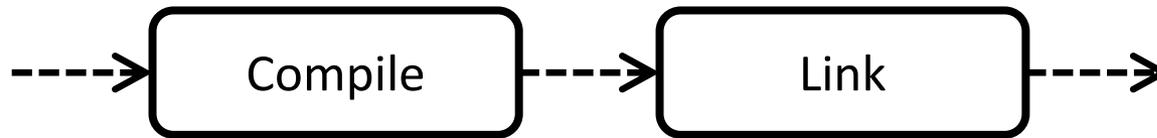
# Definition: Elementare Aktivität

Eine **elementare Aktivität** ist

- eine Tätigkeit, die eine zeitliche Ausdehnung hat,
- und die über ihren Anfang und Ende nicht mehr detailliert modelliert wird.

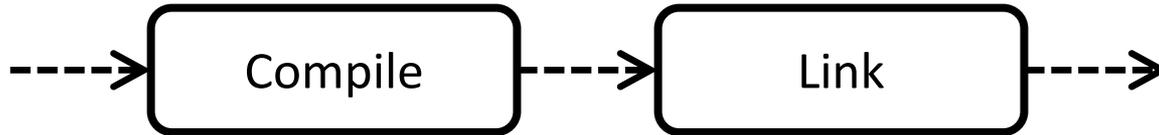
Compile

# Sequenz, Kontrollfluss

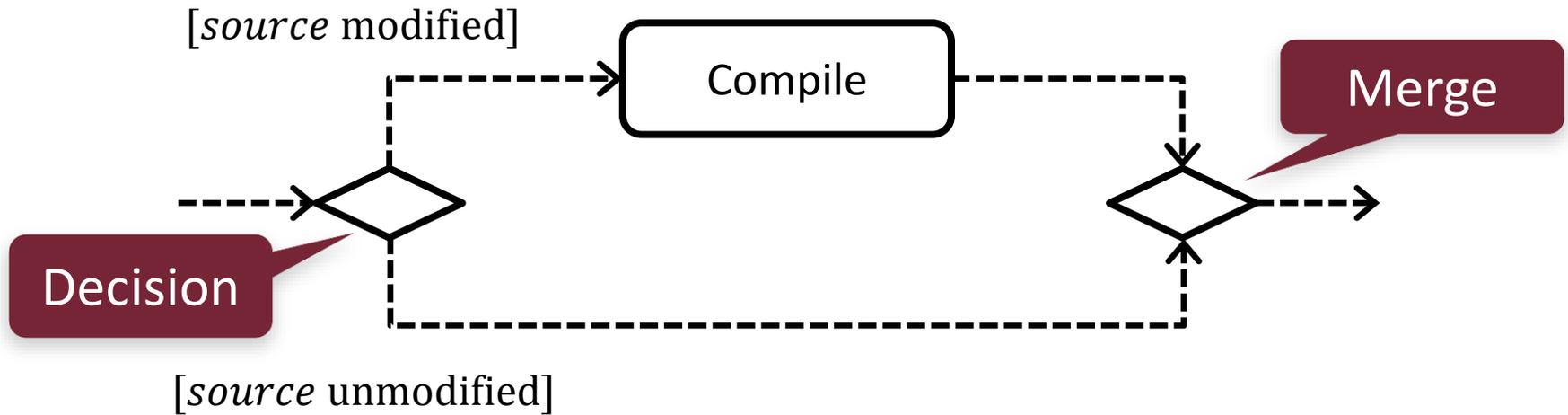


# Definition: Sequenz

Eine **Sequenz** definiert die Ausführungsreihenfolge der Tätigkeiten/Aktivitäten/Schritte.



# Wächterkonditionen, Verzweigung

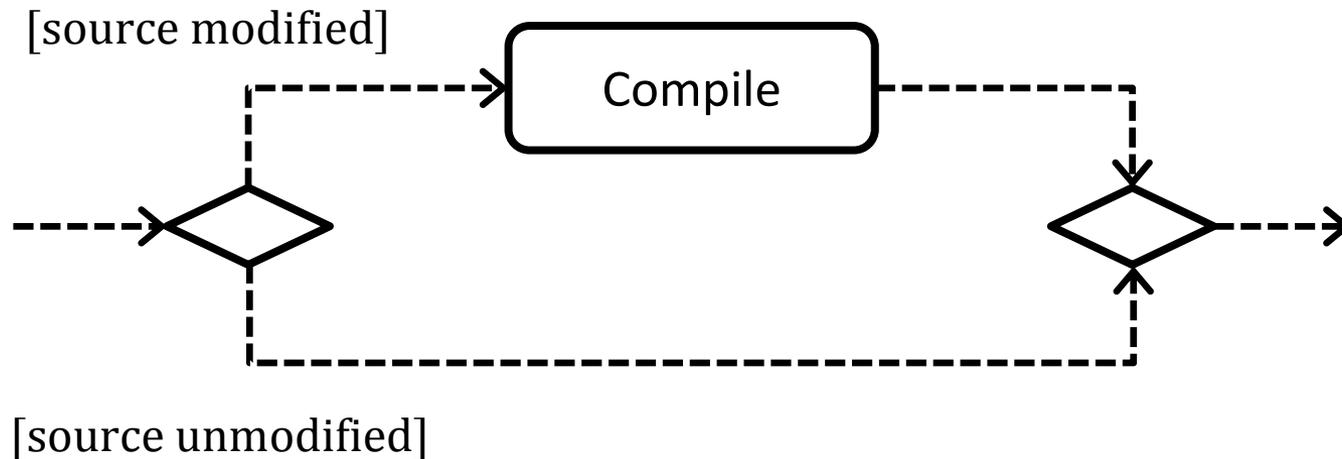


## ■ Semantik

- Nur der eine Zweig wird ausgeführt
- Nichtdeterminismus ist möglich
  - sich überlappende Wächterkriterien
  - ohne Wächterkriterien (nicht bekannt oder vernachlässigt)

# Definition: Kontrollelement

Ein **Kontrollelement** ist ein Knoten des Prozesses, der eine oder mehrere Aktivitäten des Prozessmodelles für Ausführung auswählt.



# Definition: Verzweigung

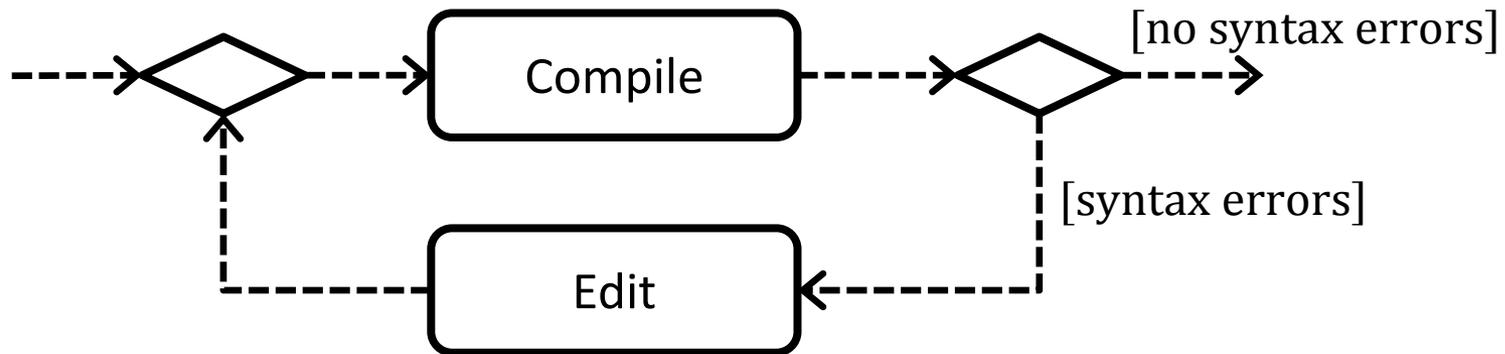
Eine **Verzweigung** ist eine Kontrollstruktur, die

- aus einem „**Entscheidung (Decision)**“ und einem „**Vereinigung (Merge)**“ Kontrollelement besteht, bei denen
- die Entscheidung mindestens zwei **Ausgänge** hat, von denen nach Auswertung der **Wächterkriterien** der Ausgänge gewählt wird, (das Kontrolltoken wird auf den entsprechenden Zweig gelegt),
- der ausgewählte Zweig (Ausgang) darf eine beliebige Anzahl von Elementen enthalten,
- alle Zweige führen zu derselben Vereinigung.

- Die Vorlesung benutzt ausschliessende Entscheidung (XOR), eine Auswertung darf immer nur einen Zweig auswählen.
- Eine Verzweigung kann binär oder mehrfach sein, die Vorlesung benutzt binäre Verzweigungen (mit genau zwei Ausgängen).

# Schleife

- Mehrfache Ausführung

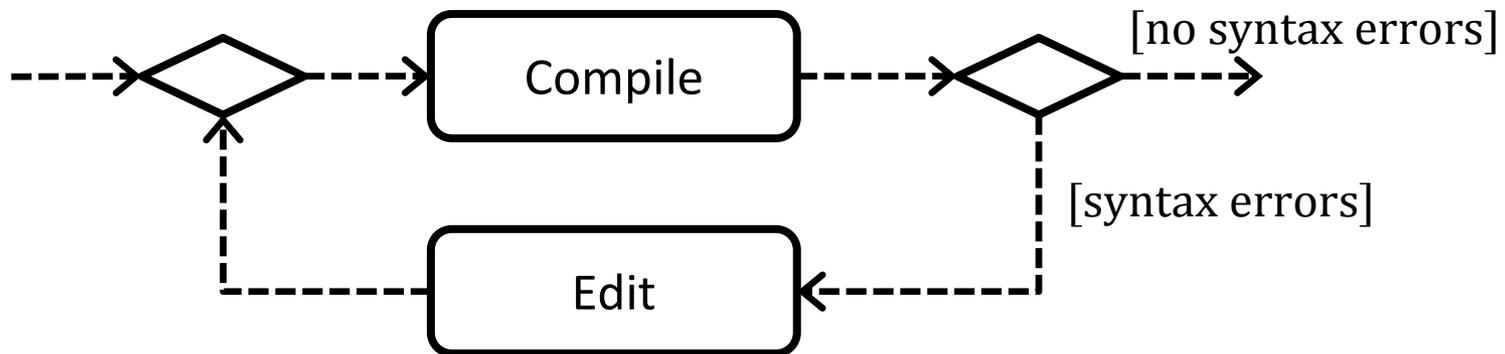


# Definition: Schleife

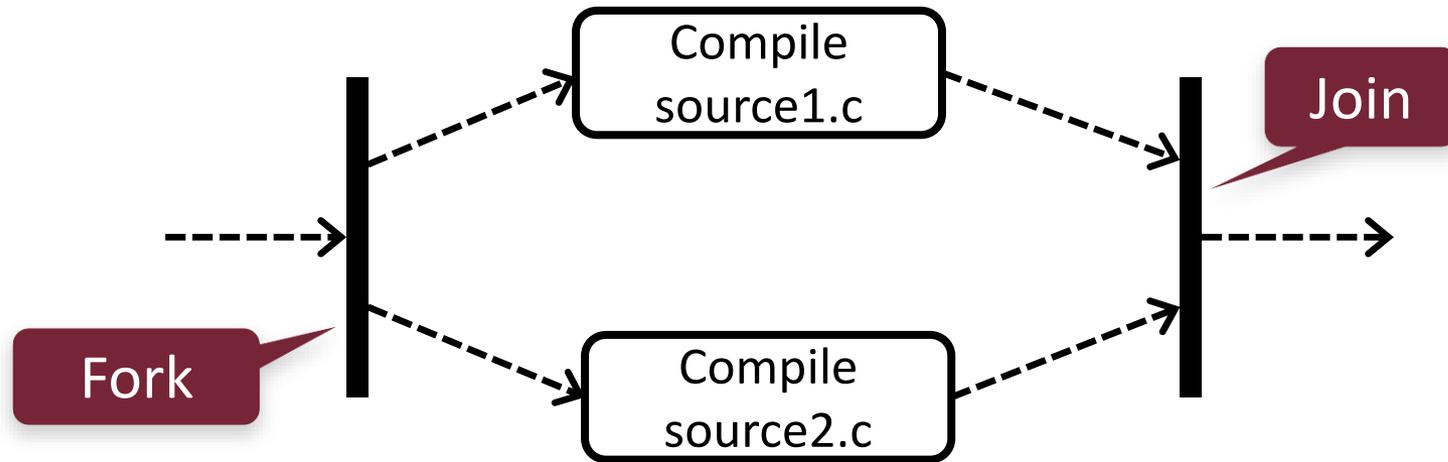
Eine **Schleife** ist eine Kontrollstruktur, die eine mehrfache Ausführung definiert. Die Schleife

- besteht aus einer **Entscheidung (Decision)** und einer **Vereinigung (Merge)**, wo
- einer der Zweige/Ausgänge der Entscheidung zurück zur Vereinigung führt.

- Anmerkung: dies entspricht einer fußgesteuerten Schleife.



# Fork / Join



- Semantik
  - Unbestimmte Ausführungsreihenfolge
  - Parallele oder sich überlappende Ausführung
- Siehe: LVA „Rechnerarchitekturen“

# Definition: Parallele Ausführung

## Die **parallele Ausführung**

- besteht aus einer **Gabelung (Fork)** und einer **Zusammenführung/Synchronisation (Join)** Kontrollelement,
- kann eine beliebige Anzahl von Zweigen/Ausgängen haben,
- die Zweige werden **nebenläufig** ausgeführt,
- alle Zweige führen zu derselben Zusammenführung,
- die parallele Ausführung ist beendet, wenn alle Zweige beendet sind.

Zwei Aktivitäten sind **nebenläufig**, wenn ihre Ausführungsreihenfolge nicht bestimmt ist. ( $\neq$  gleichzeitig!)

- Anmerkung: typischerweise arbeiten wir mit zwei parallelen Zweigen.
- **NICHT zu verwechseln mit der Entscheidung!**

# Flow begin / flow end

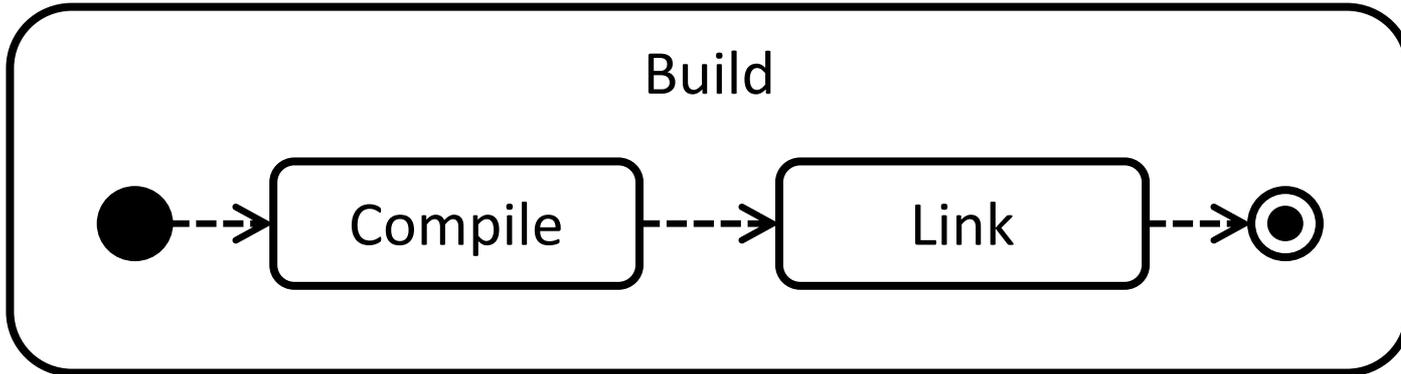


# Definition: Anfang/Ende des Prozesses

Jeder Prozess hat ein Anfangskontrollelement (**Flow Begin**) und ein Endekontrollelement (**Flow End**).

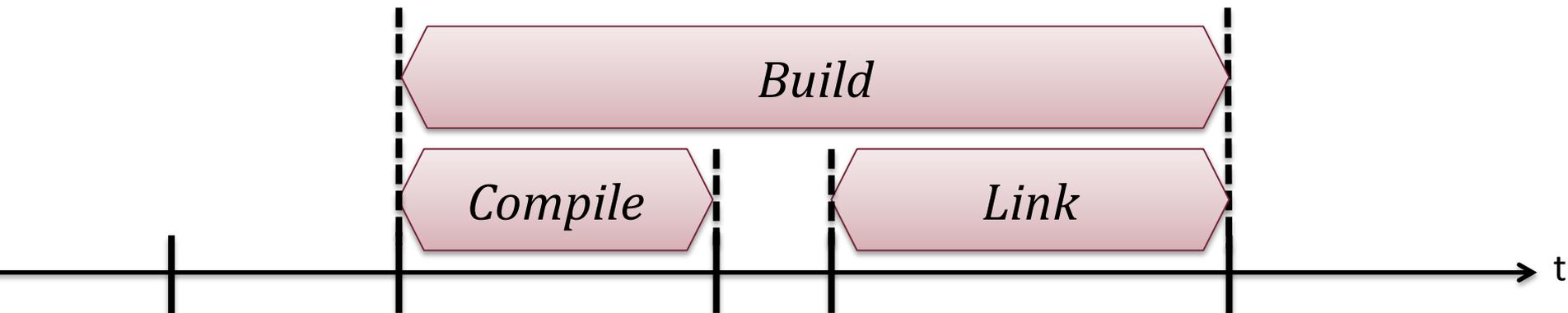
- Das Anfangskontrollelement ist das erste Element des (Unter-) Prozesses, das keinen Eingang und genau einen Ausgang hat.
  - Das Endekontrollelement ist das letzte Element des (Unter-) Prozesses, das genau einen Eingang und keinen Ausgang hat.
- 
- Anmerkung: Hier wird es nicht modelliert, was löst die Instanziierung des Prozesses aus, oder was stößt den Prozess an.

# Hierarchie



- Zusammengesetzte Aktivitäten

- (Zusammengesetzte) Prozesse: *Build*
- Unterprozesse / Sub-Prozesse / Schritte: *Compile*, *Link*

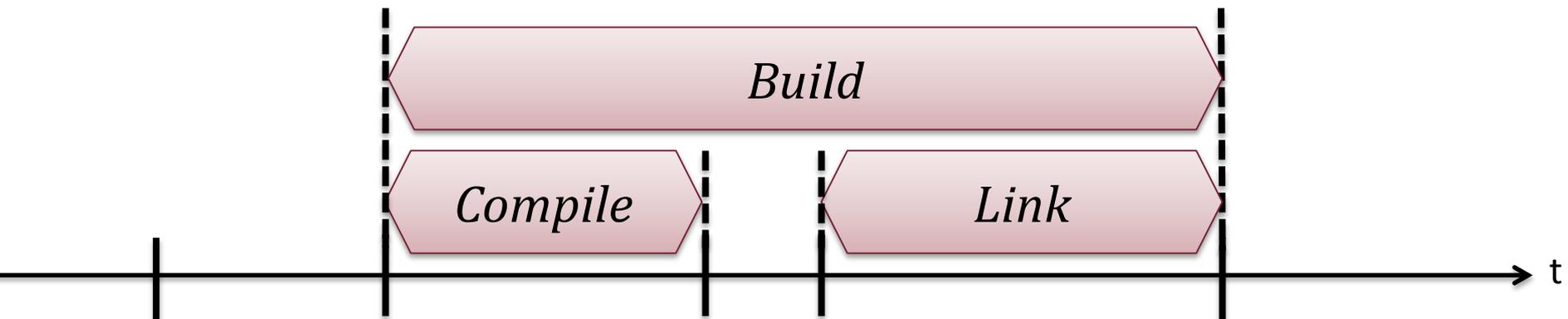
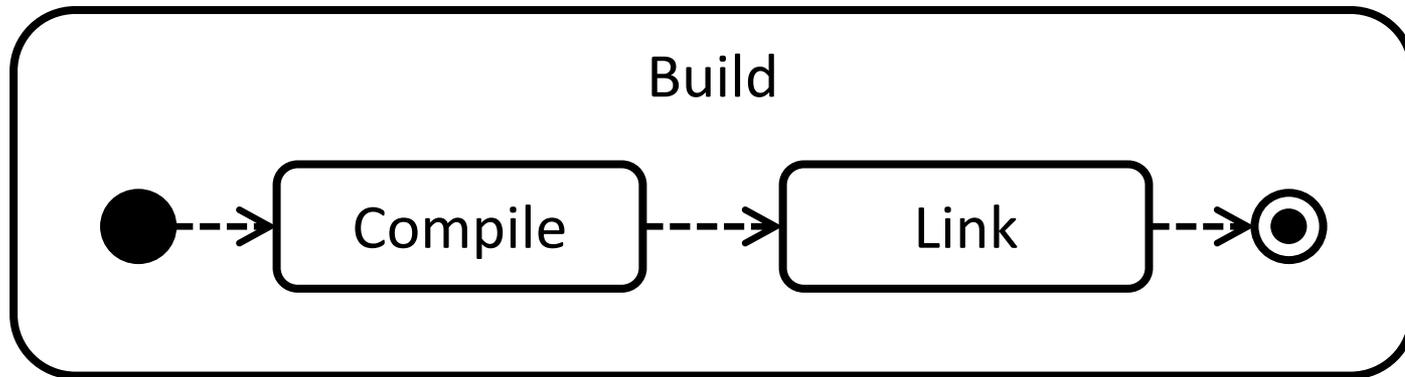


# Definition: Hierarchie

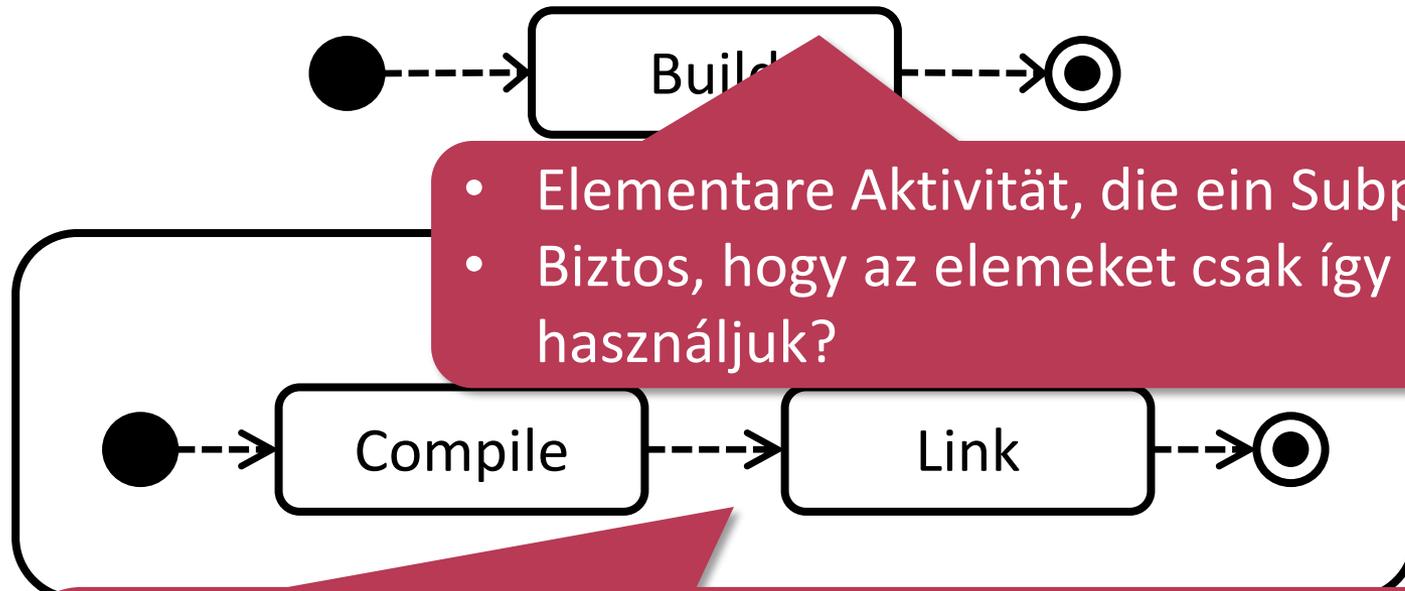
## Hierarchisches Prozessmodell:

- Es kann anstatt manchen elementaren Aktivitäten auch mit einem Prozessmodell beschriebenen Teilmodelle enthalten. (hierarchische Verfeinerung)

# Referenz / Verweis / Anruf



# Referenz / Verweis / Anruf



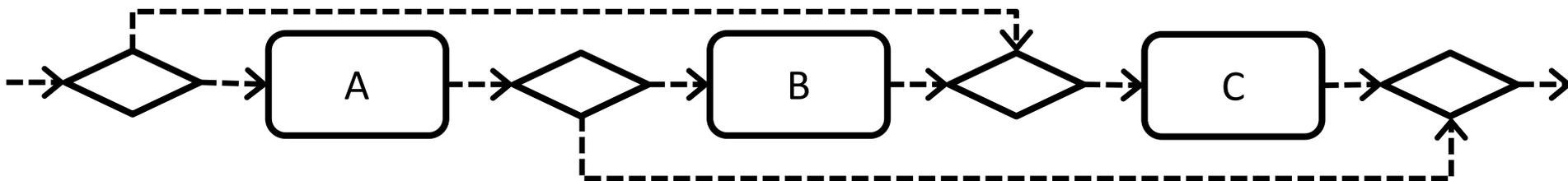
- Elementare Aktivität, die ein Subprozess ist
- Biztos, hogy az elemeket csak így használjuk?

Kann in den „Hauptprozess“ eingebettet werden, wenn die Verfeinerung richtig ist, das ist

- die Schritte gemeinsam produzieren das selbe
- keine unbehandelte Fälle auf der aufrufenden seite
- Konsistenz der Eingaben/Ausgaben

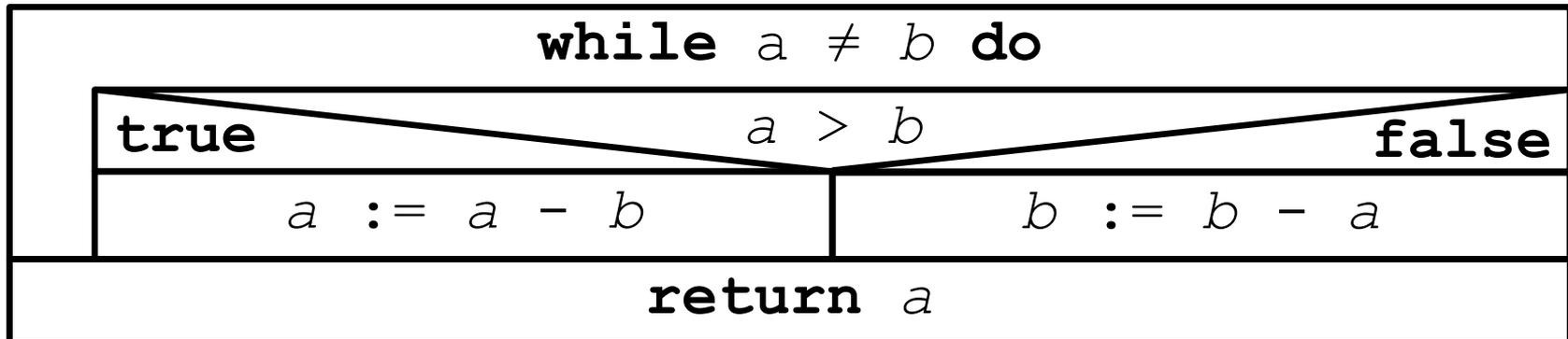
# Wohlstrukturierte Prozesse

- Von Kontrollblöcken aufgebaut
  - Ein Anfang, ein Ende, inzwischn ein wohlstrukturierter Block
  - Sequenz, Verzweigung, parallele Ausführung, Schleife
  - (leerer Block)
- Analogie: strukturierte Programmierung (anstatt `goto` werden Kontrollstrukturen verwendet)
- Beispiel: nicht-wohlstrukturierter Prozess



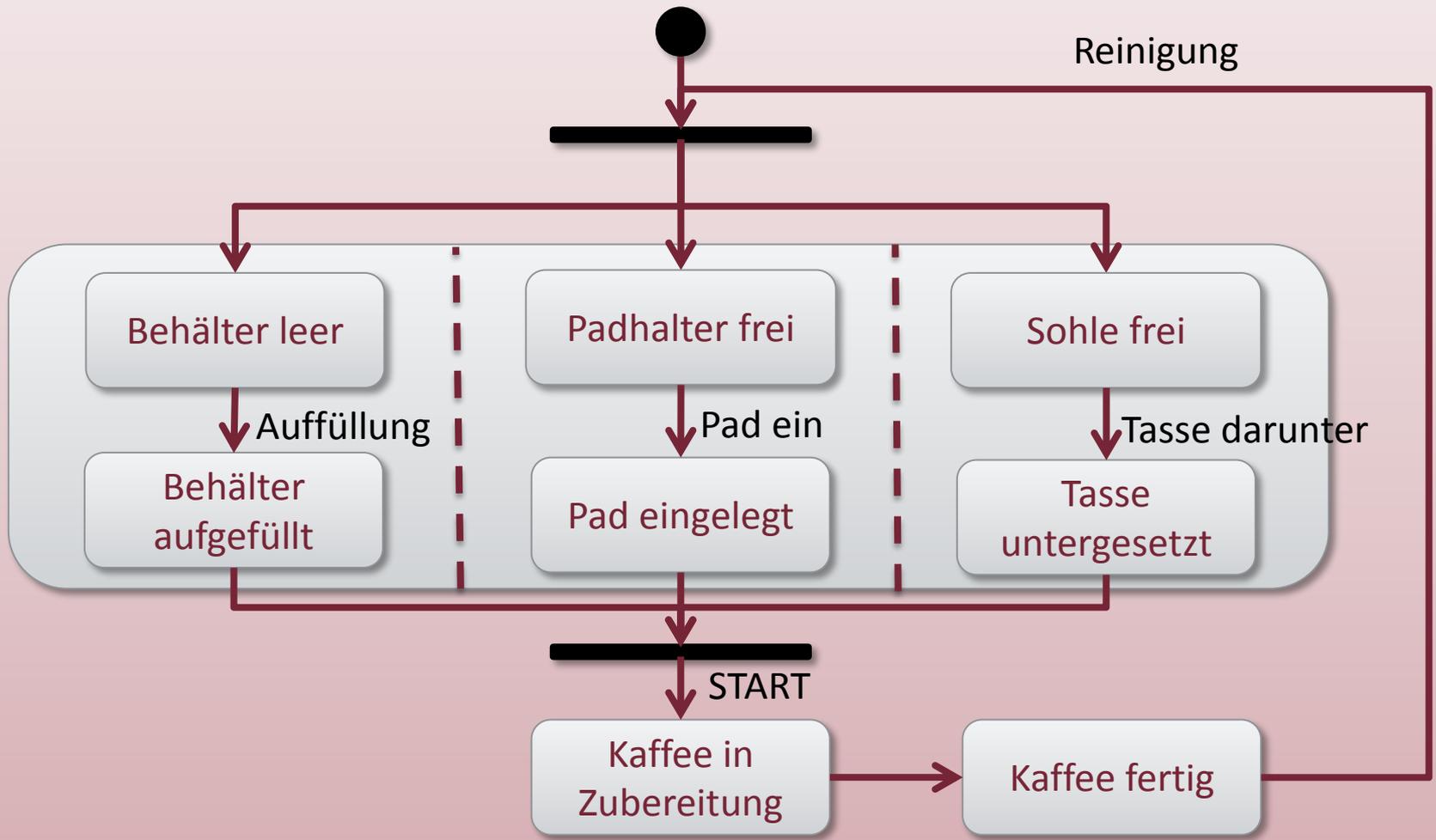
# Wohlstrukturierte Prozesse

- Erzwingt von bestimmten Formalismen
  - z.B. BPEL (Geschäftsprozess durch Web Services)
  - z.B. Struktogramm (Nassi-Shneiderman)

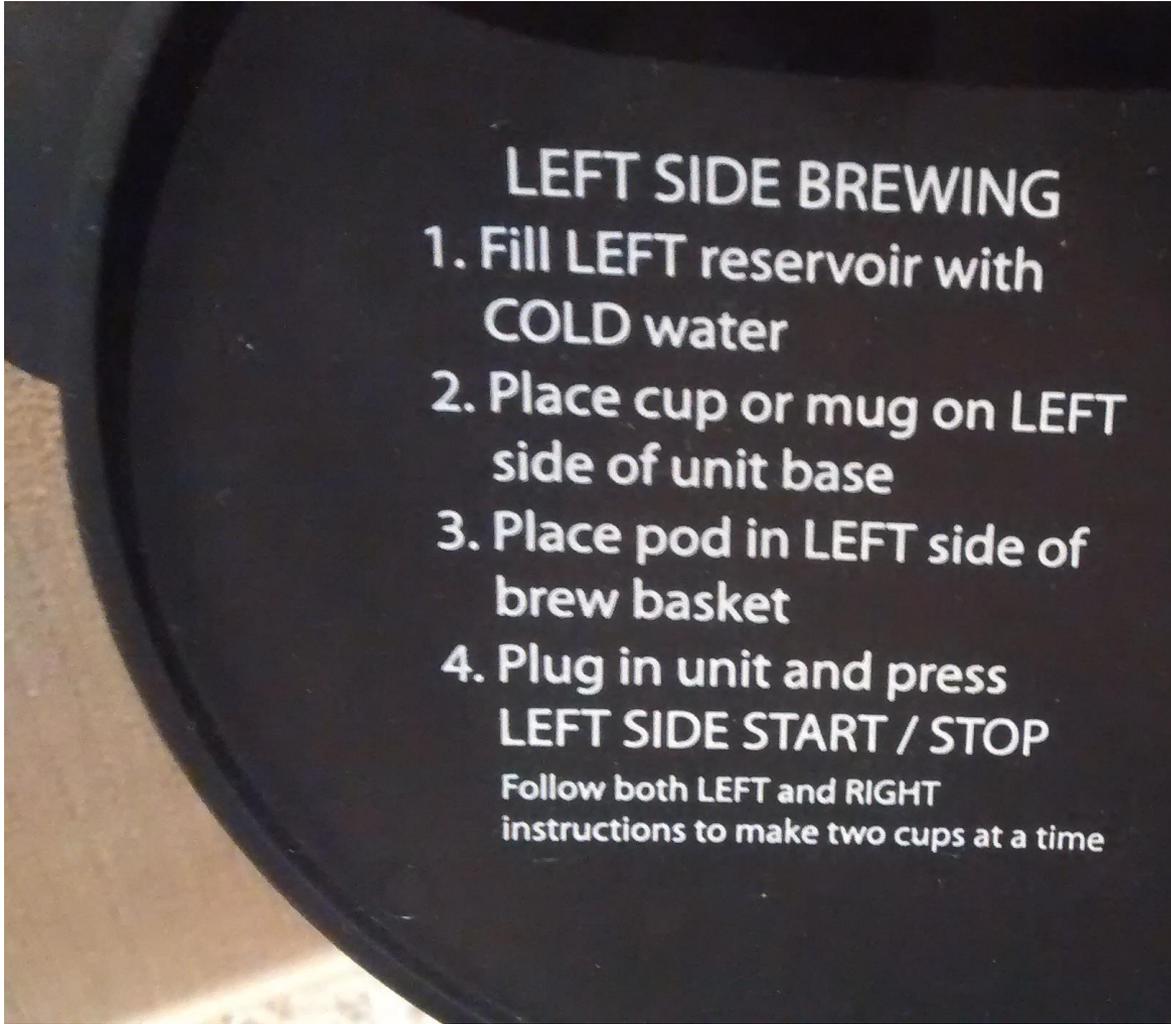


# Wiederholung: Zwillingsskaffeemaschine (Zustandsmaschine)

## (HALBE) KAFFEEMASCHINE



# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)

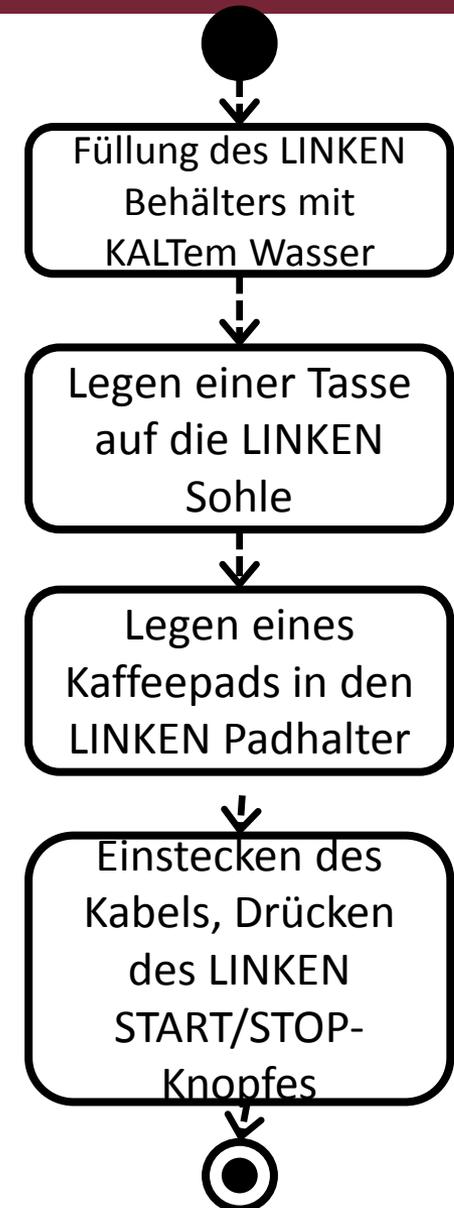
- 
- LEFT SIDE BREWING**
1. Fill LEFT reservoir with COLD water
  2. Place cup or mug on LEFT side of unit base
  3. Place pod in LEFT side of brew basket
  4. Plug in unit and press LEFT SIDE START / STOP
- Follow both LEFT and RIGHT instructions to make two cups at a time

1. Füllen Sie den LINKEN Behälter mit KALTem Wasser
2. Legen Sie eine Tasse auf die LINKE Sohle
3. Legen Sie ein Kaffeepad in den LINKEN Padhalter.
4. Stecken Sie den Kabel ein, und drücken Sie den LINKEN START/STOP-Knopf.

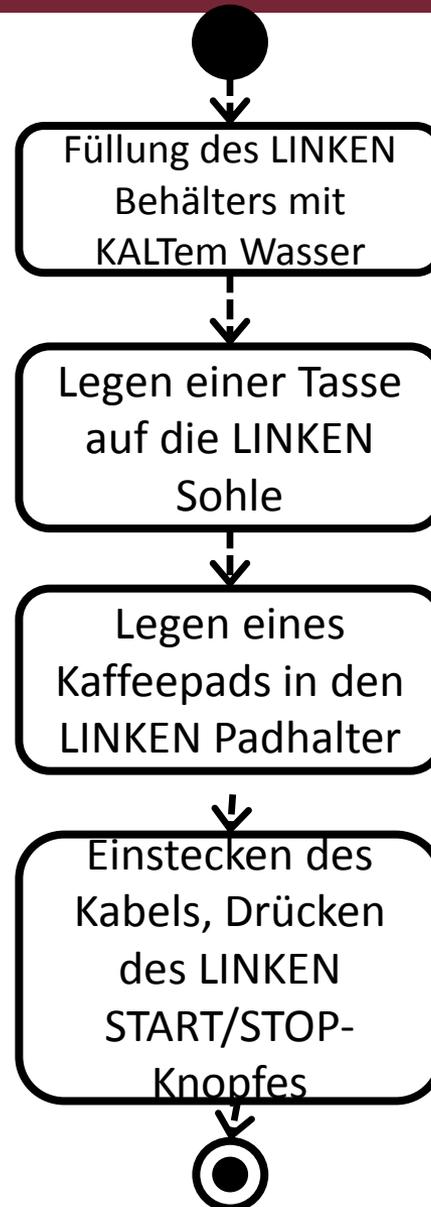
Folgen Sie die LINKE und RECHTE Anweisung, um zwei Tassen Kaffee gleichzeitig zu machen.

# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)

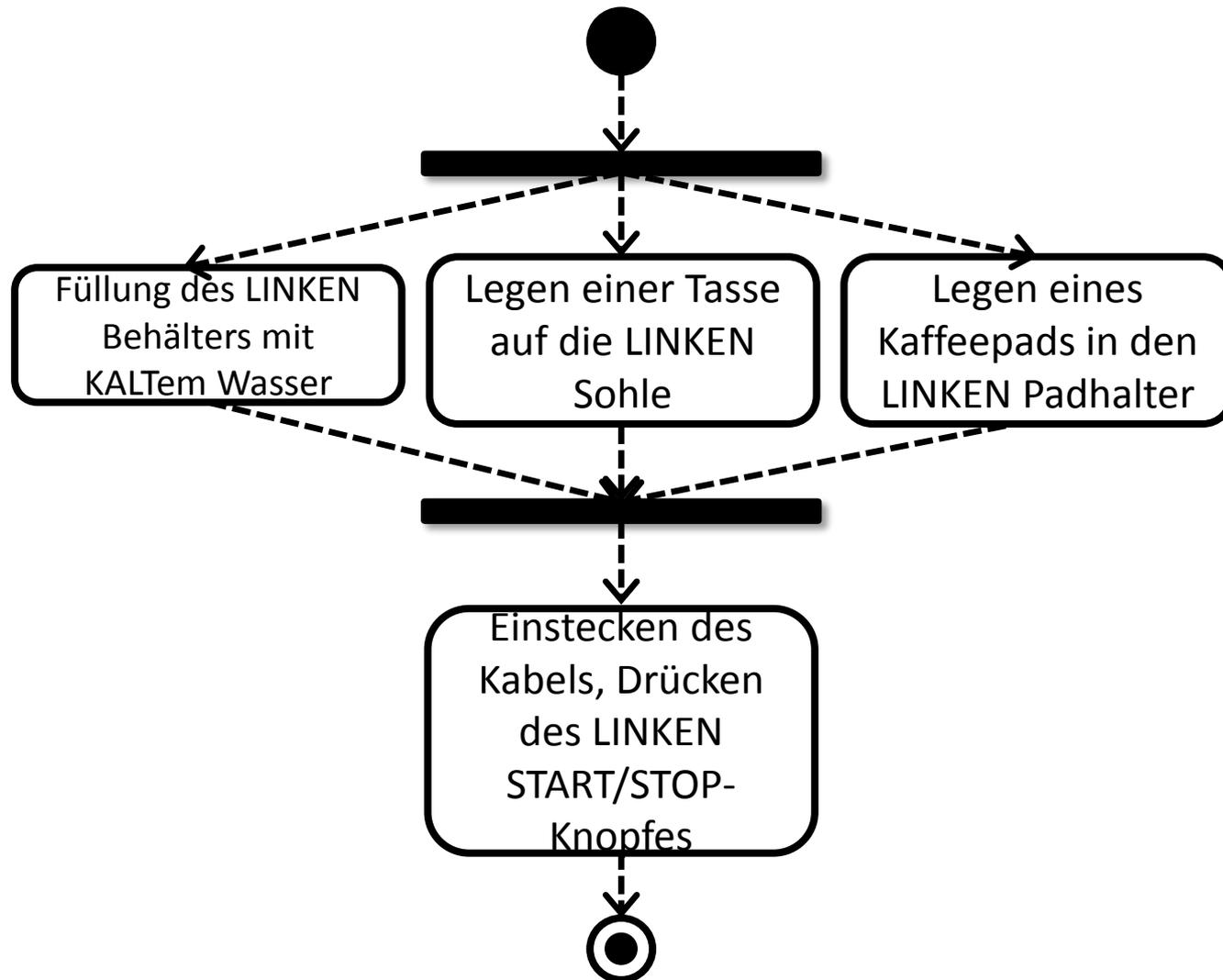
- LEFT SIDE BREWING**
1. Fill LEFT reservoir with COLD water
  2. Place cup or mug on LEFT side of unit base
  3. Place pod in LEFT side of brew basket
  4. Plug in unit and press LEFT SIDE START / STOP
- Follow both LEFT and RIGHT instructions to make two cups at a time



# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



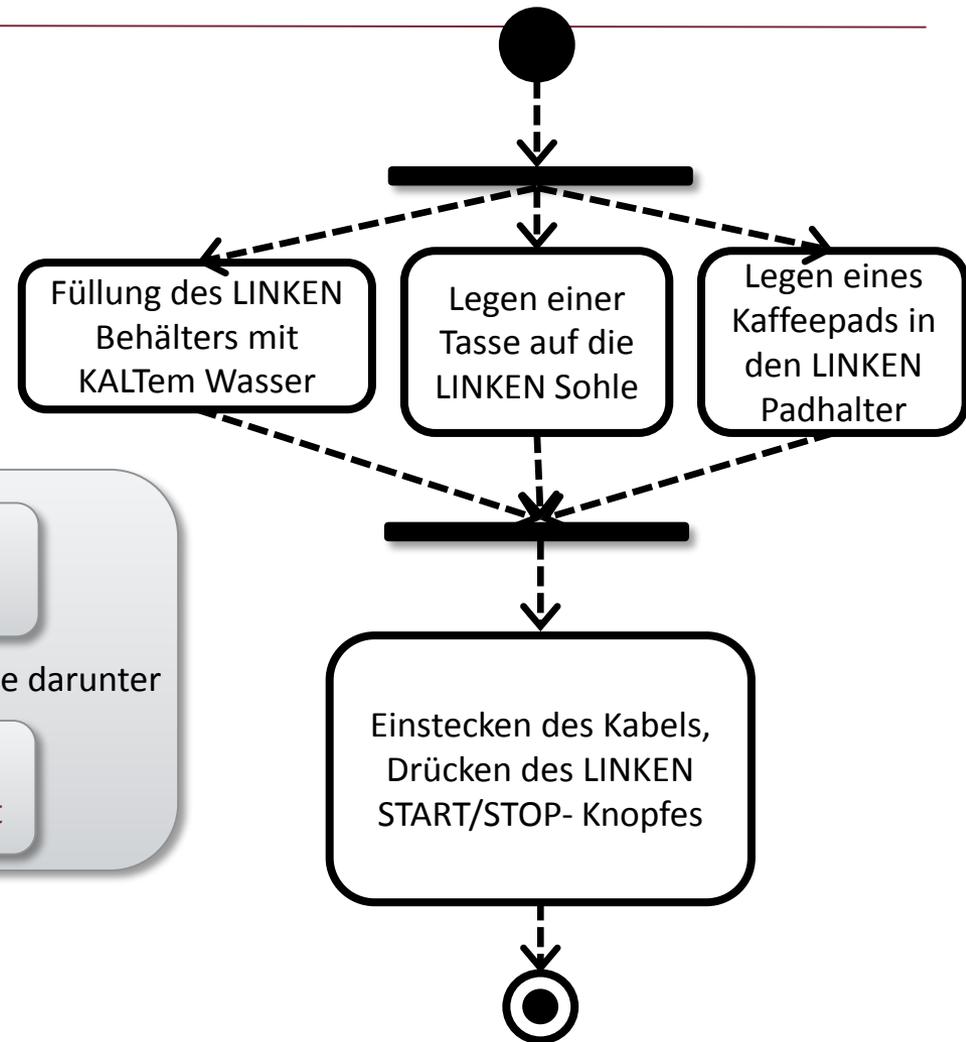
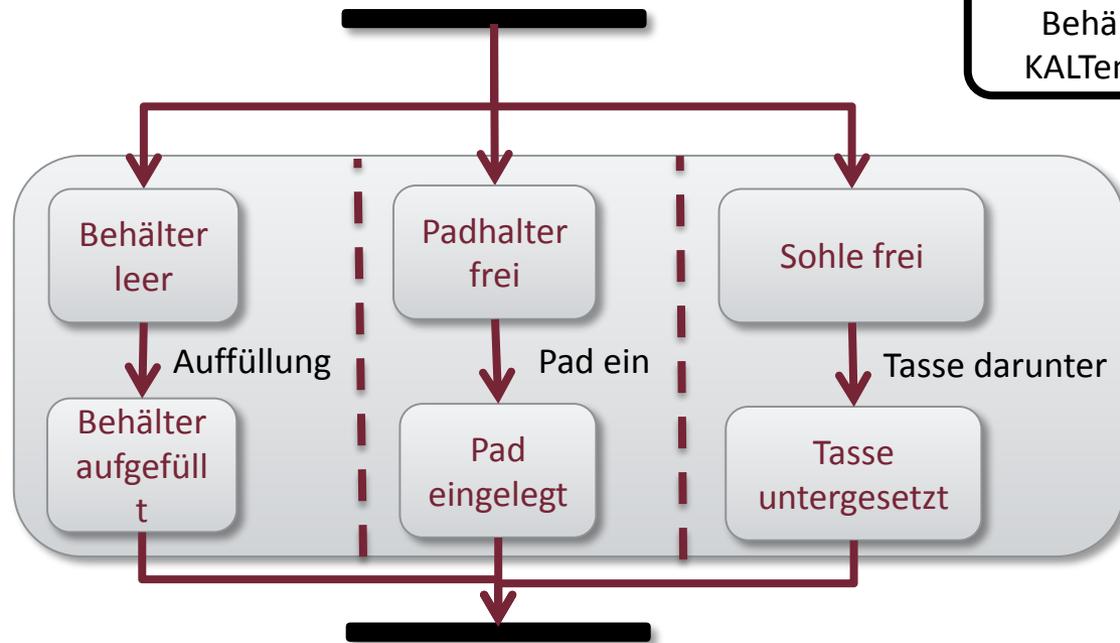
# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



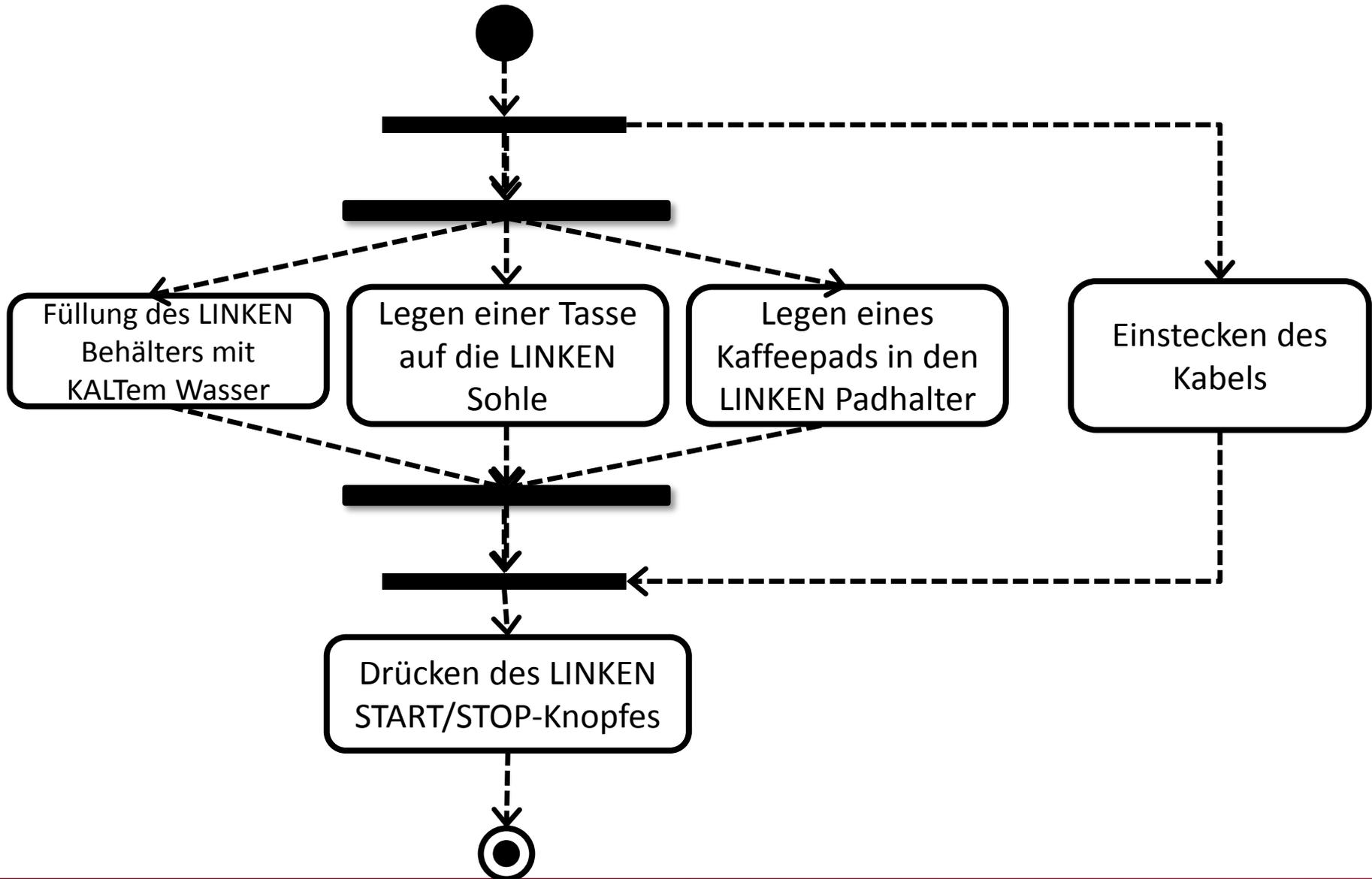
# Vergleich

## ■ Zustandsmaschine

## ■ Prozess



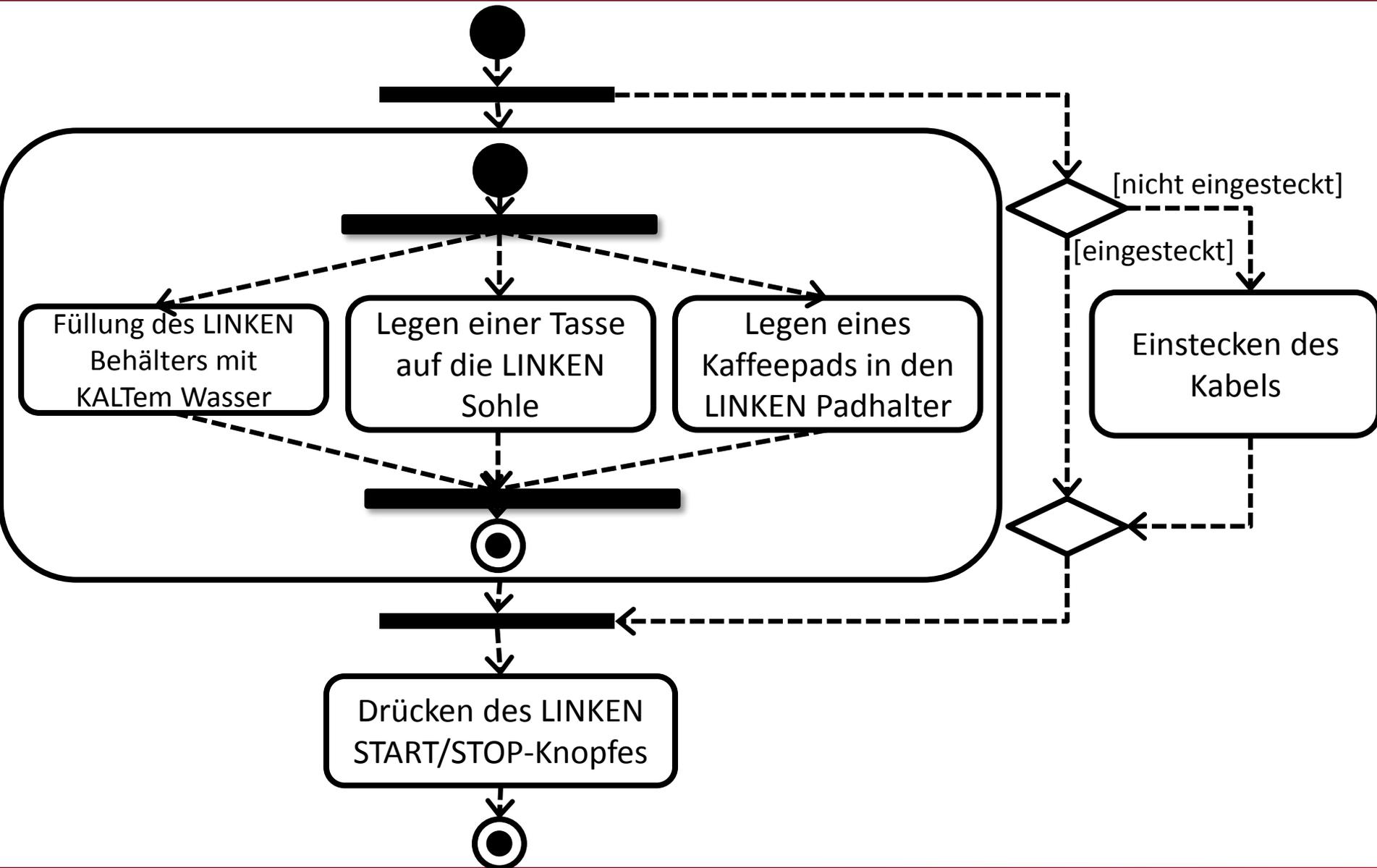
# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



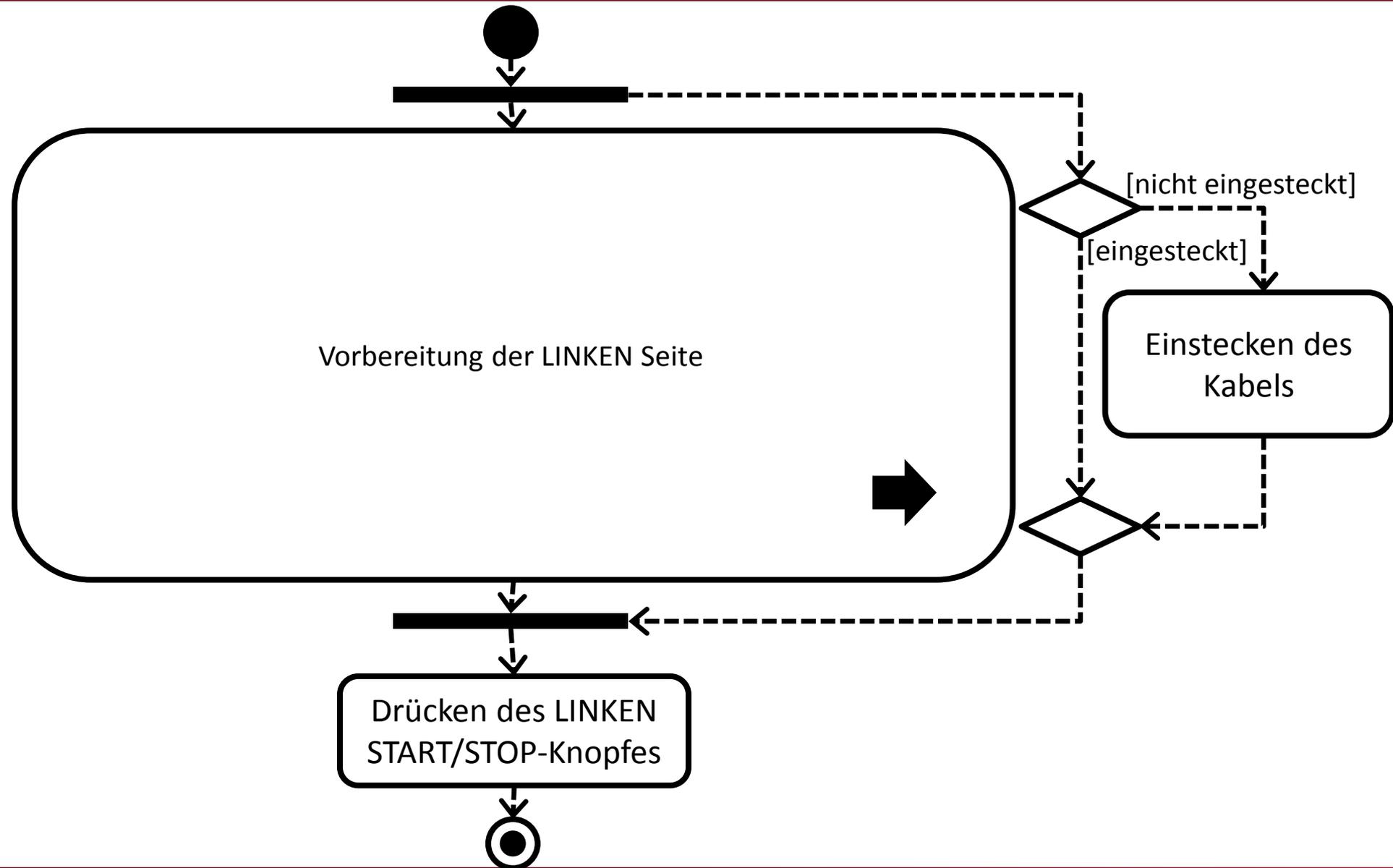




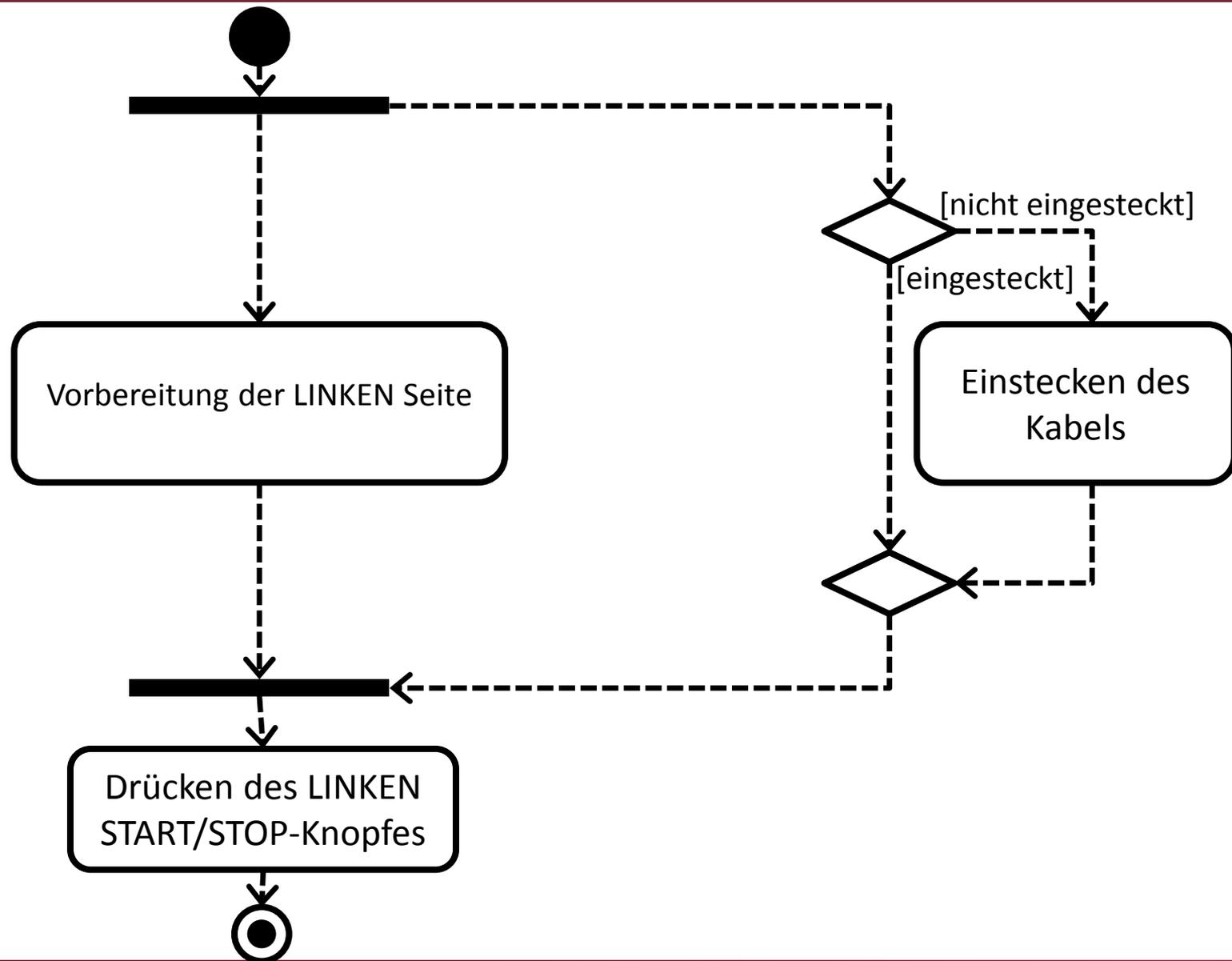
# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



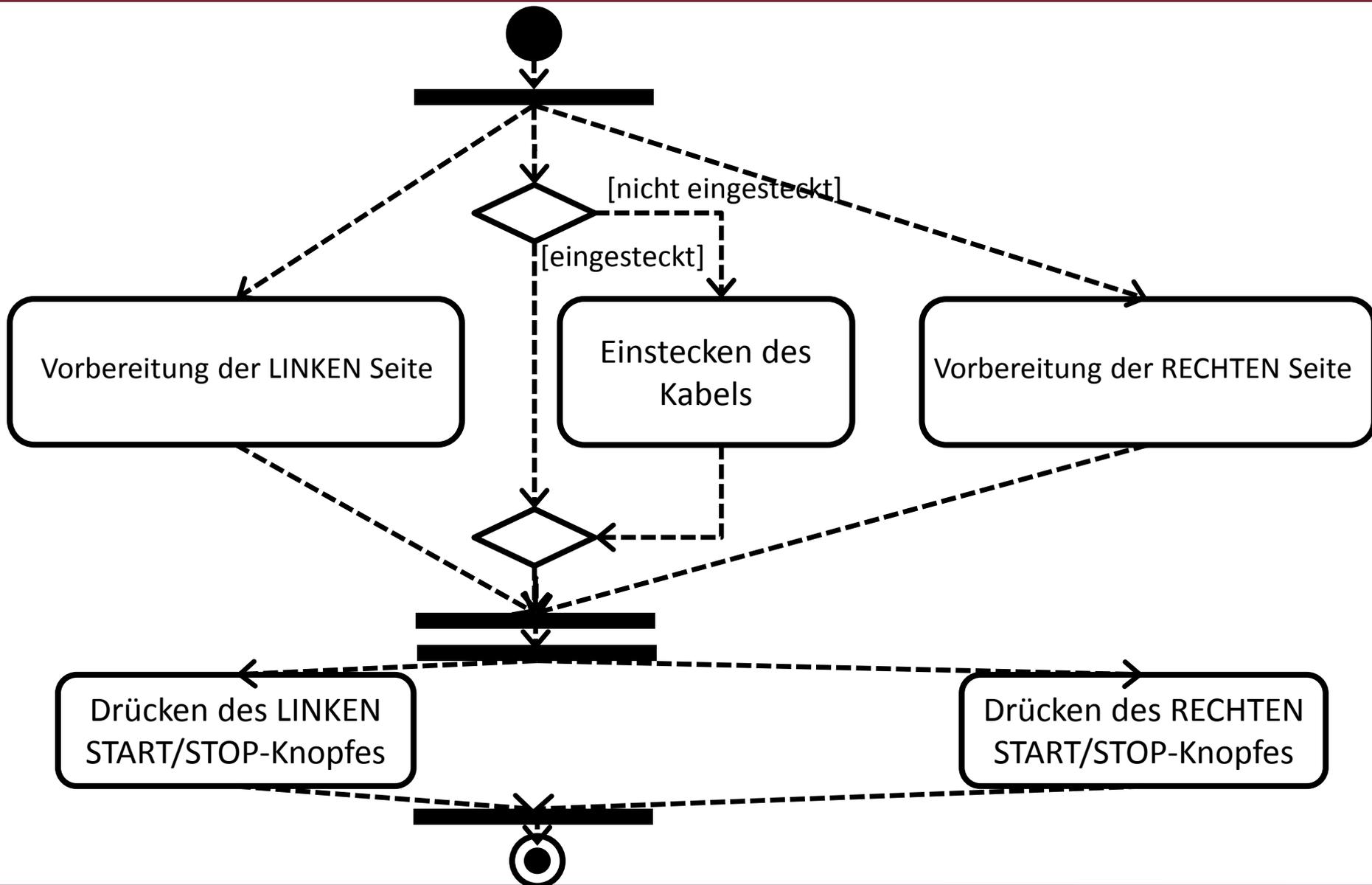
# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



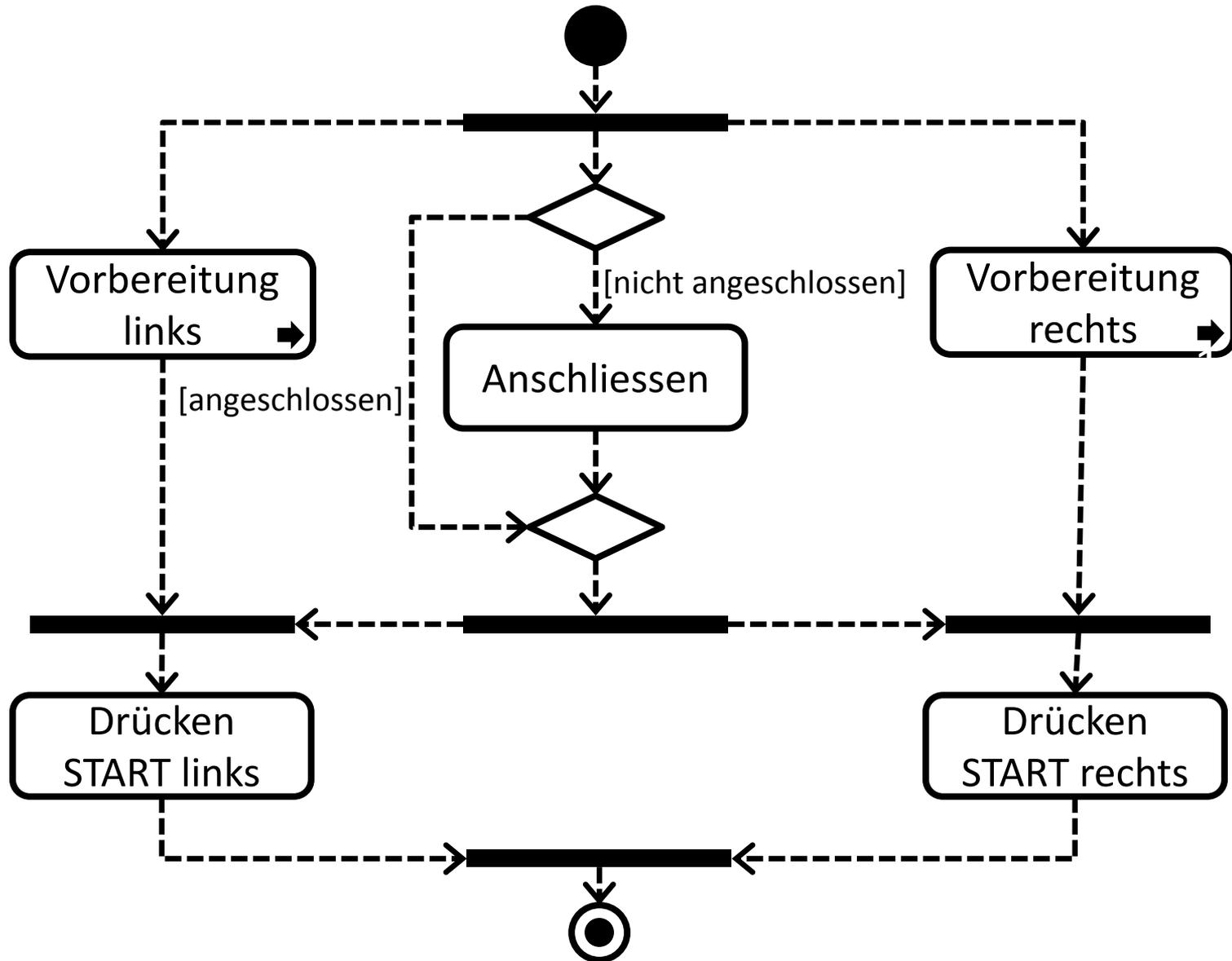
# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)



# Zwillingskaffeemaschine (Prozessmodell)

