

# Anomalien und andere folk lores

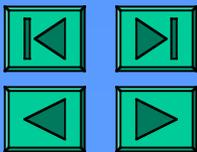
**Perlen der Weisheit**

**Bernhard Schätz**



# Denotationelle Semantiken

- **Grundlagen:**
  - **Scott'sche Bereichstheorie zur LCF**
  - **Ansatz:**
    - System als mathematisches Objekt (Ein/Ausgabe)
    - Definierte Schnittstelle (Funktion) : Werte
    - Ohne Umgebungseinschränkung
    - Komposition über Schnittstellen: Applikation
  - **Reaktive Systeme**
    - Mathematisches Objekt (Historien/Interaktionen)
    - Definierte Schnittstelle: Interaktionen
    - Ohne Umgebungseinschränkung (Enabled, Blocking)
    - Komposition über Schnittstelle: Projektion

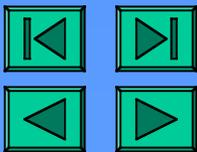




# Asynchrone Systeme

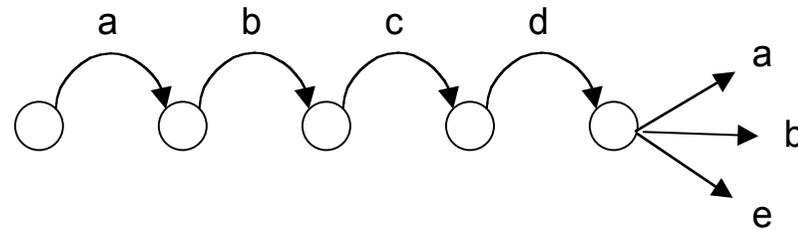


- **Semantisches Paradigma:**
  - **Kommunikation:**
    - Gerichtete Kanäle (Ein/Ausgabe unterscheidbar)
    - Eingabevollständig (Eingabe nicht blockierbar)
  - **Modellierung:**
    - Atomare Interaktionen (Alphabet)
    - Verhalten = Sequenzen von Interaktionen
  - **Klassische Modelle**
    - Spurmodelle (z.B. Dill)
    - Funktionsmodelle (z.B. Kahn)
    - Automatenmodelle (z.B. Lynch/Tuttle)

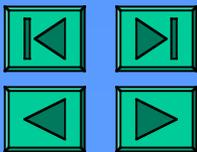




# Synchrone Systeme



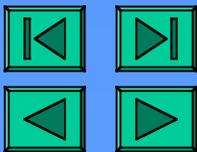
- **Semantisches Paradigma:**
  - **Kommunikation:**
    - Über gemeinsame Ereignisse
    - Zusätzlich: Blockierende Kommunikation
  - **Modellierung:**
    - Atomare Interaktionen (Alphabet)
    - Verhalten = Sequenzen von Interaktionen
  - **Klassische Modelle**
    - Failuresets (z.B. Hoare)
    - Readinesssets (z.B. Olderog)





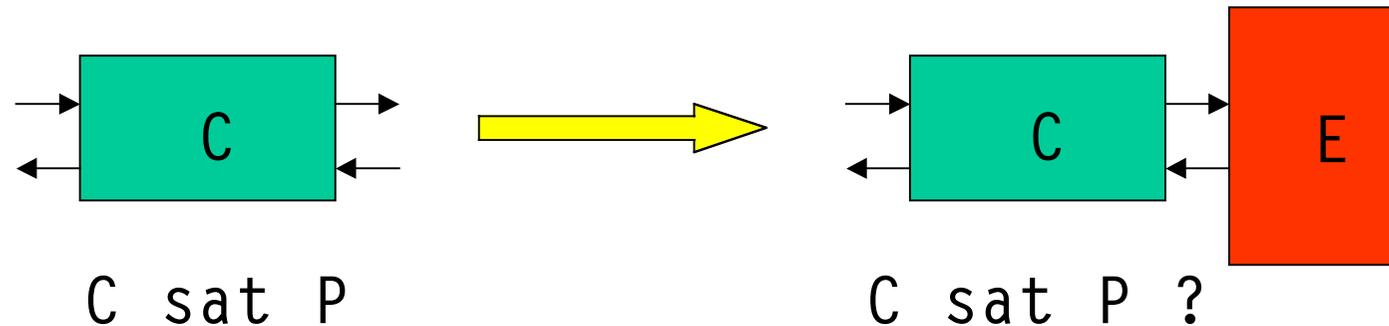
# Ausdrucksmächtigkeit

- **Denotationelle Semantik:**
  - Beschreibung System durch math. Objekt
  - Semantik = Abbildung
- **Problem:**
  - Formal: Abbildung partiell?
  - Intuitiv: Modell ausreichend mächtig?
  - Konkret:
    - Interessantes Objekt nicht im Modell (Modellaxiome)
    - Kein Objekt für syntaktisches Konstrukt

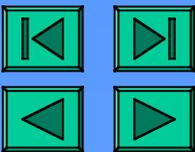




# Kompositionalität



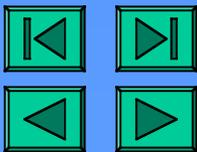
- **Sinn:**
  - **Modularisierung des Entwurfs:**
    - Realisierung einer Komponente  $C$  mit Eigenschaft  $P$
    - Einbettung in beliebige Umgebung  $E$
    - Einbettung erhält Eigenschaft  $P$
  - **Freedom of Interference:**
    - „Eingebaut“ in Modell





# Anomalie der Spursemantik

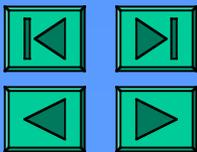
- **Aufgabenstellung:**
  - Modellierung blockierender Systeme mittels vollständiger Spuren
  - Konstruktion einer kompositionalen Semantik
- **Definitionen:**
  - **Vollständige Spuren:**
    - System = Menge aller Spuren des Systems
    - Vollständig = keine weitere Aktion mehr möglich
  - **Kompositional:**
    - Systemverhalten aus Komponentenverhalten ableiten
    - Komposition von Spurmengen





# Anomalie der Spursemantik 2

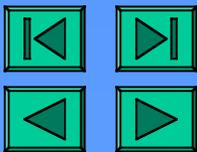
- **Formale Modellierung Basisprozesse:**
  - $STOP = \{ \varepsilon \}$
  - $P = a \rightarrow STOP: \{a\}$
  - $Q = b \rightarrow STOP: \{b\}$
- **Modellierung Or-Nichtdeterminismus**
  - Informell: Auswahl eines Zweigs
  - Formal:  $P \sqcap Q = \{ a , b \}$
- **Modellierung Choice-Nichtdeterminismus**
  - Informell: Auswahl eines inder Umgebung möglichst nichtblockierenden Zweigs
  - Informell:  $P \sqcup Q = \{ a , b \}$





# Anomalie der Spursemantik 3

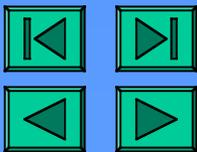
- **Parallelkomposition von Komponenten :  $X \parallel Y$** 
  - Informell: X und Y synchronisieren sich auf gemeinsamen Ereignissen
  - Formal (gewünscht):
    - $(P \sqcap Q) \parallel P = \{a, \varepsilon\} = P \sqcap \text{STOP}$
    - $(P \sqcup Q) \parallel P = \{a\} = P$
- **Beobachtung:**
  - $P \sqcap Q$  und  $P \sqcup Q$  im Modell nicht unterscheidbar
  - $P \sqcap Q$  und  $P \sqcup Q$  parallelkomponiert mit P im Modell unterscheidbar





# Anomalie der Spursemantik Fazit

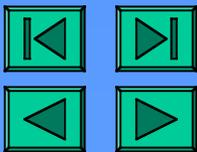
- **Resultat:**
  - Es gibt keine kompositionale Semantik synchroner Systeme basierend auf vollständigen Spuren
- **Interpretation:**
  - Problem: Unterscheidung Nichtdeterminismus
  - Blockierung abhängig vom Umgebungsverhalten
  - Blockierung abhängig von partiellen Ablauf
- **Lösung:**
  - Verwendung operationeller Semantiken
  - Verwendung Failure/Readiness Semantik





# Anomalie der Failuresemantik

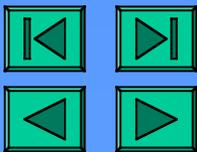
- **Aufgabenstellung:**
  - Modellierung unbeschränkter interner synchroner Kommunikation
  - Verwendung Failuresemantik
- **Definition:**
  - **Interne Kommunikation:**
    - Nach aussen hin nicht sichtbar
    - Interne Kommunikation vor externer
  - **Failuresemantik**
    - Verhalten = Menge von Paaren
    - Paar = partieller Ablauf + Menge blockierter Aktionen





# Anomalie der Failuresemantik 2

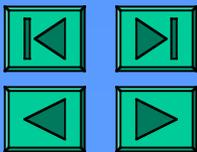
- **Formalisierung**
  - Syntax:  $P = a \rightarrow P \square b \rightarrow P$  mit Alphabet  $\{a,b,c\}$
  - Semantik  $P$ :  $\{(\{a,b\}^*, \emptyset), (\{a,b\}^*, \{c\})\}$
  - Syntax  $Q = a \rightarrow Q$  mit Alphabet  $\{a,c\}$
  - Semantik  $Q$ :  $\{(\{a\}^*, \emptyset), (\{a\}^*, \{c\})\}$
  - Semantik  $P \parallel Q = \{(\{a,b\}^*, \emptyset), (\{a,b\}^*, \{c\})\}$
- **Verbergen  $\{a,b\}$** 
  - Syntax:  $P \parallel Q \setminus \{a,b\}$
  - Bedeutung: Interne Aktionen  $\{a,b\}$  finden sofort statt
  - Semantik  $P \parallel Q \setminus \{a,b\}$  :  
 $\{(\{c\}^* \odot t, R \setminus \{a,b\}) \mid (t, R \cup \{a,b\}) \text{ im Modell von } P \parallel Q\}$
  - Damit:  $\text{Modell von } P \parallel Q \setminus \{a,b\} = \emptyset$





# Anomalie der Failuresemantik Fazit

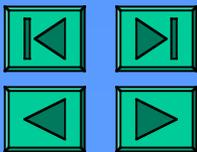
- **Resultat:**
  - Failuresemantik ist partiell
- **Interpretation:**
  - Problem: Modell behandelt unendliche Abläufe nicht
  - Keine Fairnessaussagen im Modell möglich
    - Immer wieder blockierend
    - Immer wieder eingabebereit
- **Lösung:**
  - Komplexere Semantik (Divergence)
  - Modellierung unendlicher Abläufe





# Fair Merge Anomalie

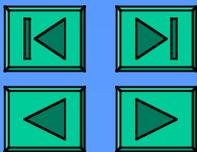
- **Aufgabenstellung:**
  - Modellierung einer Fair Merge-Komponente
  - Verwendung stromverarbeitender Funktionen
- **Definitionen:**
  - Fair Merge:
    - Mischen zweier Datenströme
    - Fairness: Jeder nichtleere Datenstrom wird bedient
  - Stromverarbeitende Funktion:
    - Abbildung von Strömen auf Ströme
    - Stetige Funktionen (monotone Funktionen)





# Fair Merge Anomalie 2

- **Formale Modellierung Fair Merge:**
  - Basisfall 1:  $\text{Merge}(\varepsilon, y) = y$
  - Basisfall 2:  $\text{Merge}(x, \varepsilon) = x$
  - Ind.fall 1:  $\text{Merge}(a \circ x, b \circ y) = a \circ \text{Merge}(x, b \circ y)$
  - Ind.fall 2:  $\text{Merge}(a \circ x, b \circ y) = b \circ \text{Merge}(a \circ x, y)$
- **Formale Definition Monotonie:**
  - Allgemein:  $x1 \leq x2 \Rightarrow f(x1) \leq f(x2)$
  - Hier:  $x1 \leq x2 \wedge y1 \leq y2 \Rightarrow$   
 $\text{Merge}(x1, y1) \leq \text{Merge}(x2, y2)$



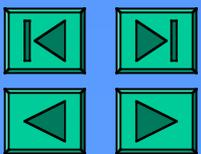
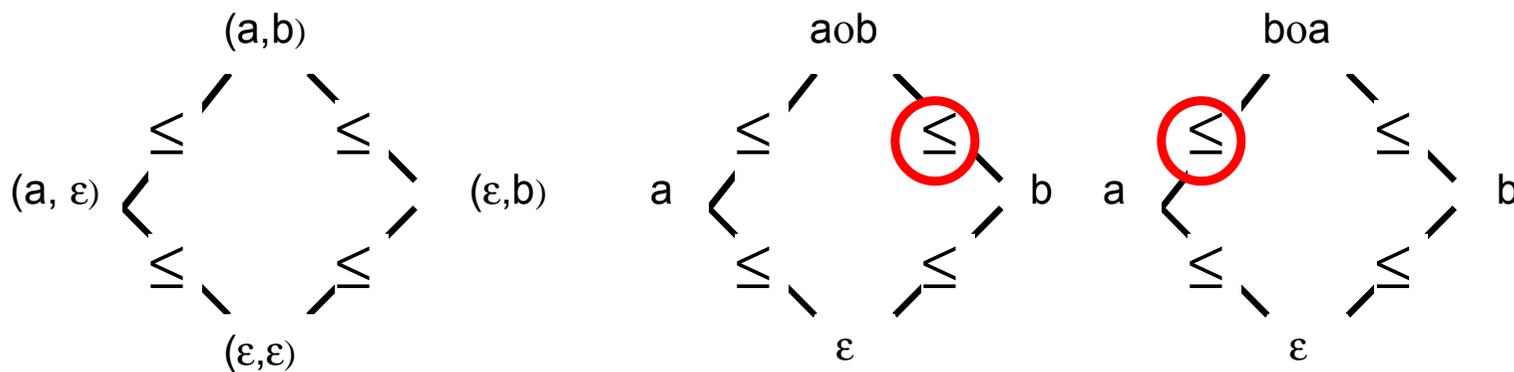


# Fair Merge Anomalie 3

- Anwendung Fair Merge:

$(\_, \_)$	$(\epsilon, \epsilon)$	$(a, \epsilon)$	$(\epsilon, b)$	$(a, b)$
Merge( $\_, \_)$	$\epsilon$	$a$	$b$	$a \circ b$ $b \circ a$

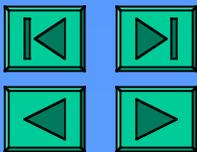
- Überprüfung Monotonie





# Fair Merge Anomalie Fazit

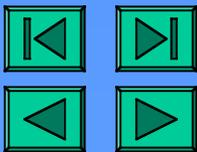
- **Resultat:**
  - Fair Merge nicht mit monotonen/stetige stromverarbeitenden Funktionen darstellbar
- **Interpretation:**
  - Problem: Interpretation leerer Strom
  - Monotonie: Zeichenketteninterpretation
  - Basisfall: keine Nachrichten kommen mehr
- **Lösung:**
  - Verwendung nichtfunktionaler Semantiken
  - Verwendung gezeiteter Semantiken
  - Verwendung von expliziten Terminatoren





# Hmm.....?

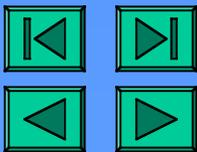
- **Warum nicht:**
  - Verzicht auf die Monotonie
- **Denn dann:**
  - Modellierung Fair Merge möglich
  - Leichte Erweiterung auf Relationen möglich
- **Aber.....**





# Brock/Ackermann Anomalie

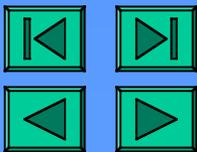
- **Aufgabenstellung:**
  - Modellierung nichtdeterministischer Komponenten
  - Verwendung stromverarbeitender Relationen
- **Definitionen:**
  - **Stromverarbeitende Relation:**
    - Abbildung von Strömen auf Strommengen
  - **Operational/Kausal:**
    - Alle Nachrichten haben eine zugehörige auslösende Nachricht





# Brock/Ackermann Anomalie 2

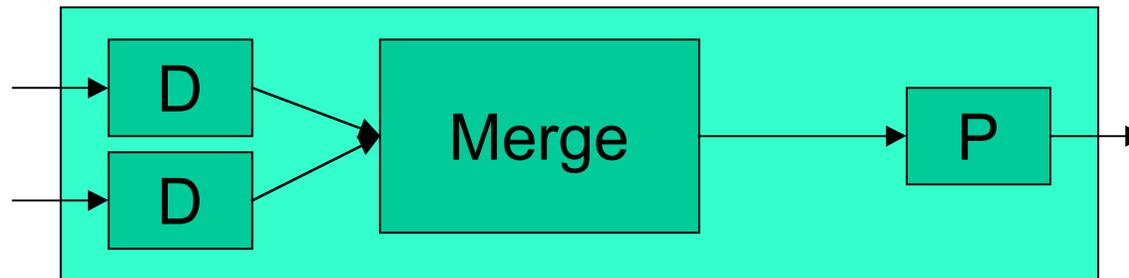
- **Formale Modellierung Merge**
  - Basisfall 1:  $\text{Merge}(\varepsilon, y) = \{y\}$
  - Basisfall 2:  $\text{Merge}(x, \varepsilon) = \{x\}$
  - Ind.fall:  $\text{Merge}(a \circ x, b \circ y) = \{a \circ \text{Merge}(x, b \circ y), b \circ \text{Merge}(a \circ x, y)\}$
- **Formale Modellierung Partitionierer P1/P2**
  - Basisfall 1:  $P1(\varepsilon) = P2(\varepsilon) = \{\varepsilon\}$
  - Basisfall 2:  $P1(a) = \{a\}$  vs.  $P2(a) = \varepsilon$
  - Basisfall 3:  $P1(a \circ b \circ x) = P2(a \circ b \circ x) = \{a \circ b\}$



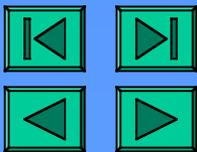


# Brock/Ackermann Anomalie 3

- Einbettung in ein Netzwerk S:



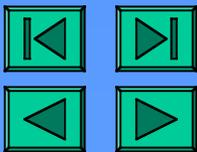
$(\_, \_)$	$(\varepsilon, \varepsilon)$	$(a \circ x, \varepsilon)$	$(\varepsilon, b \circ y)$	$(a \circ x, b \circ y)$
$S(\_, \_)$	$\{\varepsilon\}$	$\{a \circ a\}$	$\{b \circ b\}$	$\{a \circ a, a \circ b, b \circ a, b \circ b\}$





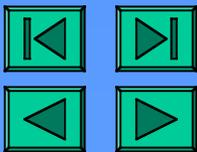
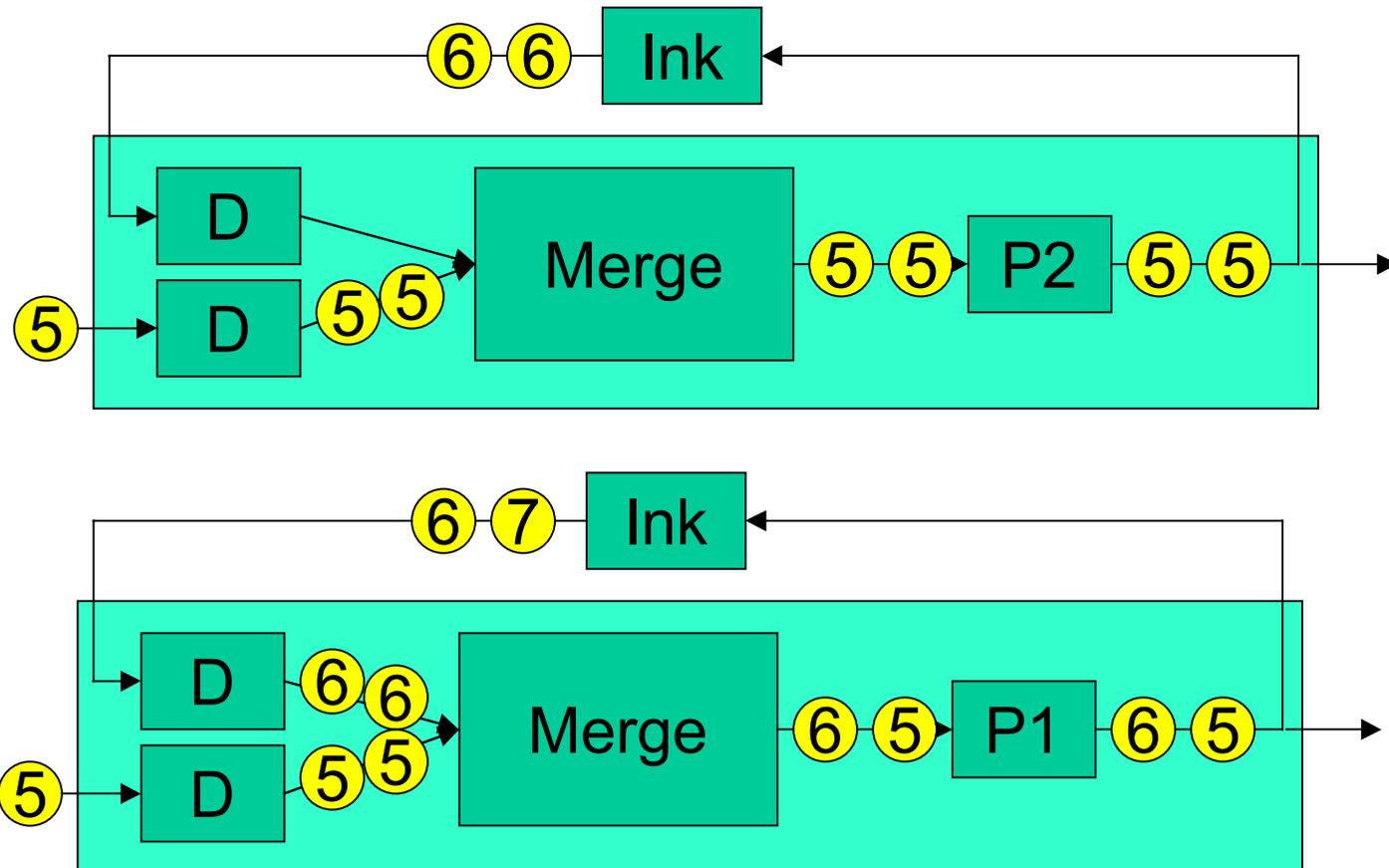
# Brock/Ackermann Anomalie 4

- **Relationales Modell:**
  - Gleiches Modell unabhängig von Verwendung P1/P2
  - Aber: Operationeller Unterschied:
    - Bei P1: Wahl 1. Output unabhängig von 2. Output
    - Bei P2: Wahl 1. und 2. Output gleichzeitig
  - D.h. Modell bzgl. Kausalität zu grob
- **Konsequenz:**
  - Bei Einbettung in System gleiches Ergebnis
  - Aber: Kausal sind Ergebnisse unterscheidbar





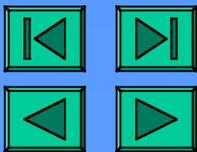
# Brock/Ackermann Anomalie 5





# Brock/Ackermann Fazit

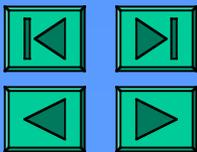
- **Resultat:**
  - Gute asynchrone Semantiken respektieren Kausalordnung
  - Relationen über (ungezeitete) Ströme nicht kompositional
- **Interpretation:**
  - Relationen zu abstrakt bzgl. Kausalordnung:
    - Ein/Ausgaben enthalten keine zeitliche Information
    - Relationen benötigen Zeit zur Festlegung der Kausalität
- **Lösung:**
  - Partialordnungssemantiken
  - Einsatz gezeiteter Ströme





# Stichworte

- **Ausdrucksmächtigkeit**
- **Kompositionalität**
- **Prüfstein: Nichtdeterminismus**
- **Synchrone Systeme:**
  - Verhindern von Ereignissen: Blockieren
  - Spuren und Kausalität
  - Divergenz und Blockieren
- **Asynchrone Systeme:**
  - Erzeugen von Ereignissen: Kausalität
  - Monotonie und Kausalität
  - Relationen und Kausalität





# Fazit

- **Synchrone Systeme: Blockieren**
- **Asynchrone Systeme: Kasalität**
  - **Monotonie induziert Kausalordnung:**
    - Zukünftige Ereignisse ändern vergangene Entscheidungen nicht
  - **Abschwächung Monotonie:**
    - Zuordnung von Ein-/Ausgabekausalitäten durch Zeitmodellierung

