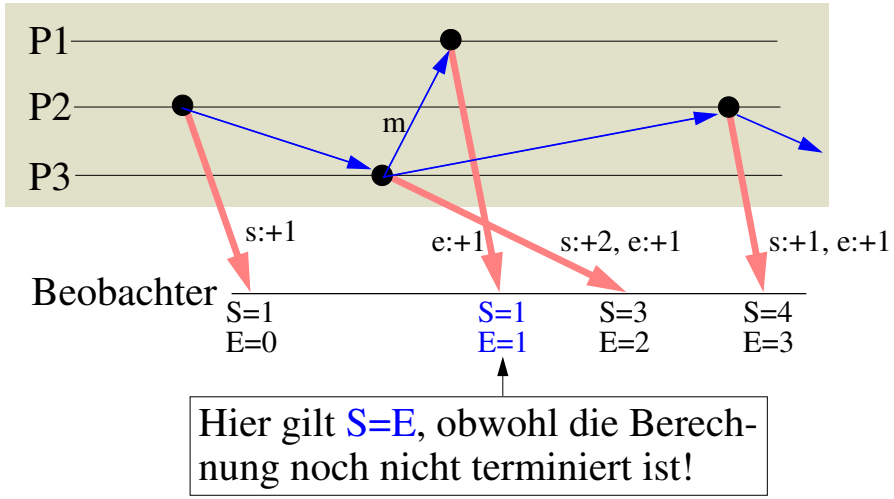
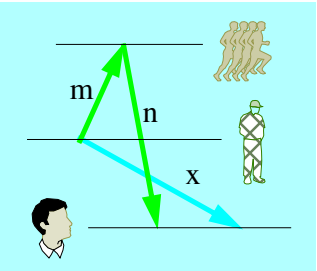
Beobachter über gesendete und empfangene Nachrichten informieren?



- Gleiches Szenario wie eben: Beobachter erfährt, dass m *empfangen* wurde, aber nicht, dass m *gesendet* wurde!

- Man beachte auch, dass hier eine Nachricht (x) in indirekter Weise (via m und n) "überholt" wurde!



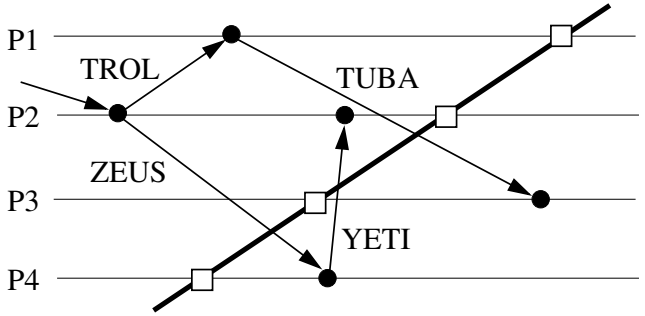
Vermutung: Wenn Informationsnachrichten nicht (indirekt) überholt werden können, dann kann das Phänomen eines "schiefen Bildes" nicht auftreten!

- worauf gründet sich die Vermutung?
- kann man solchermassen korrekte ("kausaltreue") Beobachtungen erzwingen?

Nachrichten eindeutig benennen?

Prinzip: Jede Nachricht bekommt einen (global) eindeutigen Namen:

- TROL, ZEUS, TUBA, YETI,... (?)
- Nachricht kennt ihren Namen
- Sender weiss, welche Nachrichten gesendet wurden
- Empfänger weiss, welche Nachrichten empfangen wurden



ZEUS und TUBA müssen Schnitt von links nach rechts überquert haben, YETI von rechts nach links (relativ zum Schnitt!)

- Welle akkumuliert Namen der gesendeten und Namen der empfangenen Nachrichten
- Wenn eine gesendete nicht empfangen wurde, muss sie den Schnitt überquert haben ==> Terminierung nicht melden
- Terminiert, wenn alle "bekanntermassen gesendeten" auch empfangen wurden? (Beweis?)
  - Tip: Wenn keine Nachricht den Schnitt (von links nach rechts??) überquert, ist der Lebensfaden des Systems gerissen; rechts des Schnittes kann dann keine Aktivität mehr entfacht werden (wieso?)

Frage: Wie geht das ganze überhaupt initial los?

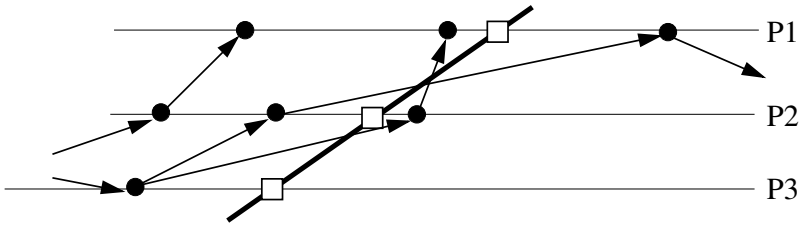
Eindeutige Nachrichtennamen?

- Sender könnte Nachrichten fortlaufend numerieren und seinen eigenen eindeutigen Namen hinzufügen
  - lässt sich einfacher verwalten als beliebige (global eindeutige) Namen
- Es genügt wohl auch eine fortlaufende Numerierung pro Sender-Empfänger-Beziehung ("Kanal")
  - z.B. 17.4.239 ("239. Nachricht von Knoten 17 an Knoten 4")
  - Verwaltungsaufwand ist recht hoch (bei FIFO benötigt man keine Mengen, es genügen $O(n^2)$ Zähler)

From: ...
...
Voila comme promis la liste des noms des RER...
TROL, TSIN, TUBA, TJAO
UPAC, UTAH, UGON, UJIR, UXAM,
ZEBU, ZEUS, ZEMA, ZARA, ZITA, ZHAN, ZWIC
XILO, XERU, XUAN,
YVAN,
BROU, BRIO, BLEU, BUBU, BYLL, BOUL
YETI, YACK,
ELSA,
ANNE, AMIE, AOUT,
BALI,
DUFY, DEBA
EOLE,
...
En tous les cas, je ne sais pas si ce systeme est vraiment une trouvaille car hier on a annonce que "le prochain train n'etait pas un ELSA mais un YETI" ce qui a laisse les voyageurs (comme moi) dans une certaine perplexite! Mais peut-etre certains y trouvent une certaine poesie?

Genügt pauschales Zählen pro Kanal?

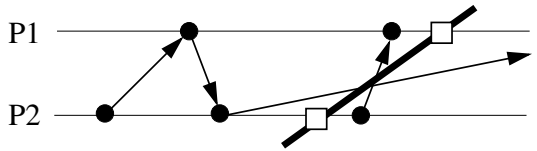
(anstatt Nachrichten pro Kanal individuell zu betrachten)



- Welle stellt folgendes fest:
  - auf Kanal P2P1 sind 2 Nachrichten gesendet und 2 Nachrichten empfangen worden
  - dennoch überquerte eine Nachricht den Schnitt von P2 nach P1!
- Denkübung: Wäre das bei FIFO-Kanälen korrekt?
  - d.h. wäre dann bei ausgeglichenen Kanalzählern keine Nachricht auf diesem Kanal unterwegs?

> Behauptung (auch bei non-FIFO!):
>
> Wenn entlang eines Schnittes *alle* Kanalzähler bzgl. send/receive ausgeglichen sind, dann überquert keine Nachricht den Schnitt

- Wieso? (intuitives Argument?)
- Beweis?



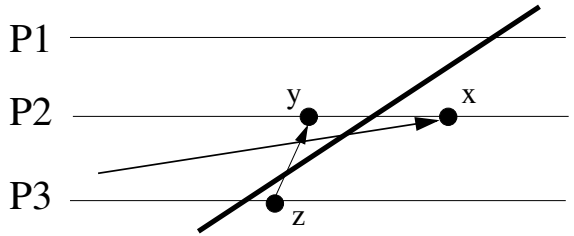
wieso ist das eigentlich kein Gegenbeispiel?

Beweisskizze für das Kanalzählerkriterium

Behauptung: Wenn entlang eines Schnittes pro Kanal gleich viele Nachrichten gesendet wie empfangen wurden, dann ist die Berechnung terminiert

Betrachte frühestes Ereignis (x) *nach* dem Schnitt:

Bei globaler (von links nach rechts fliessender) *Zeit* in der Abb. ist dies klar; wenn man ohne solche graphischen Veranschaulichungen auskommen will, muss man statt dessen die *Kausalrelation* bemühen!

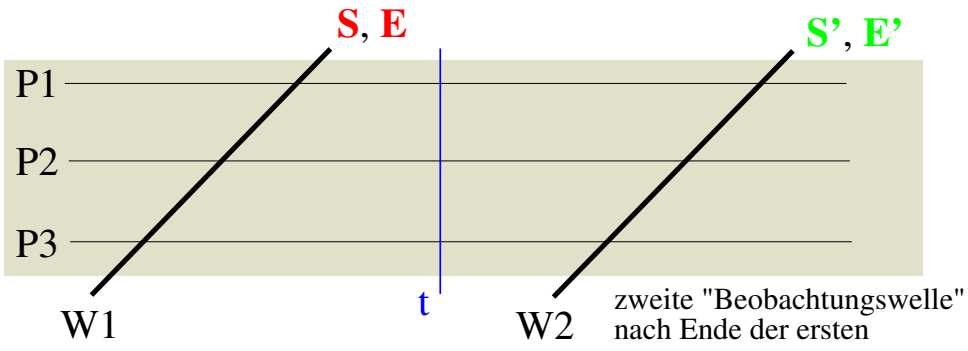


Wir zeigen durch *Widerspruch*: es gibt kein frühestes Ereignis nach dem Schnitt ==> Terminierung

- Dies ist ein Ereignis mit Empfang einer Nachricht, deren Sendeereignis *links* des Schnittes liegt
- Zugehöriger Kanalzähler kann nicht getäuscht werden, da für eine *Kompensationsnachricht* gilt: Empfangen (y) vor dem Schnitt, gesendet (z) danach
- Sendeereignis der Kompensationsnachricht wäre *früheres* Ereignis *nach* dem Schnitt ==> *Widerspruch*
  - Senden ist immer früher als das Empfangen einer Nachricht!
  - z früher als y, y früher als x ==> z früher als x

Zählen pro Kanal ist aber etwas aufwendig ($O(n^2)$ Zähler); geht es nicht doch mit "ganz pauschalen" Zählern?

Das Doppelzählverfahren



d.h. keine Nachricht unterwegs

Behauptung: S=E=S'=E' ==> terminiert

Beweis (Skizze; lässt sich auch formalisieren):

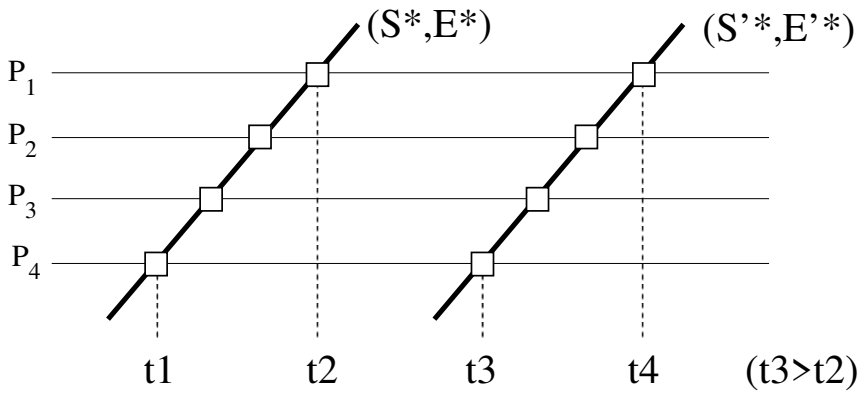
S=S' ==> Keine Nachricht zwischen W1, W2 gesendet.
E=E' ==> ———— "" ———— empfangen.
==> Werte bei t = Werte von W1.

Also: S=E ==> zum globalen Zeitpunkt t gilt:

Anzahl gesendeter = Anzahl empfangener Nachrichten
==> zum Zeitpunkt t ist keine Nachricht unterwegs
==> zum Zeitpunkt t terminiert
==> Berechnung war nach W1 terminiert □

Es gelingt also, für einen bestimmten Zeitpunkt eine kausaltreue Beobachtung (als senkrechten Schnitt) im Nachhinein zu *rekonstruieren*!

Formaler Beweis des Verfahrens



Notation:

- Lokaler Send-Zähler des Prozesses P_i zur Zeit t: $s_i(t)$
- Lokaler Empf.-Zähler des Prozesses P_i zur Zeit t: $e_i(t)$
- $S(t) := \sum s_i(t)$ $\quad E(t) := \sum e_i(t)$

Lemmata:

(1) $t \le t' \Longrightarrow s_i(t) \le s_i(t'),\ e_i(t) \le e_i(t')$ [Def.]

(2) $t \le t' \Longrightarrow S(t) \le S(t'),\ E(t) \le E(t')$ [Def., (1)]

(3) $E^* \le E(t2)$ [(1), e_i wird "eingesammelt" vor t2]

(4) $S'^* \ge S(t3)$ [(1), s_i wird "eingesammelt" vor t3]

(5) Für alle t: $E(t) \le S(t)$ [Induktion über die atomaren Aktionen]

Beweis:

$E^* = S'^* \Longrightarrow E(t2) \ge S(t3)$ [(3), (4)]

$\Longrightarrow E(t2) \ge S(t2)$ [(2)]

$\Longrightarrow E(t2) = S(t2)$ [(5)]

$\Longrightarrow$ terminiert zum Zeitpunkt t2 □

Zwei Zähler genügen!

Anzahl der "in-transit" Nachrichten bei t2 = 0