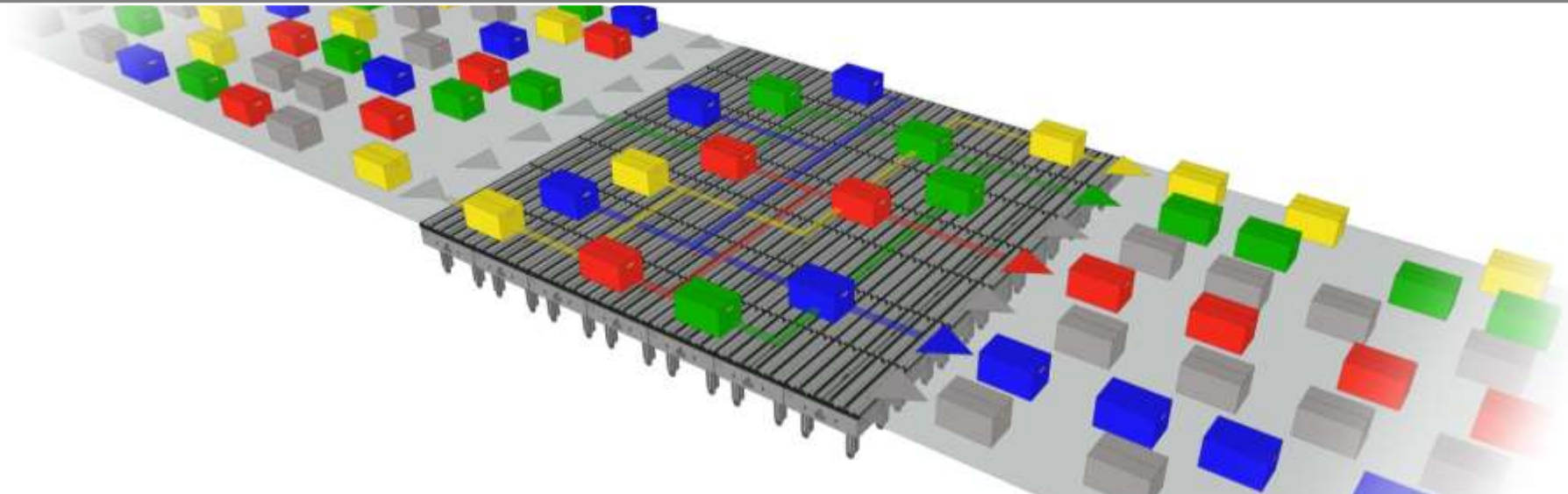


Logische Zeit in dezentral gesteuerten Materialflusssystemen

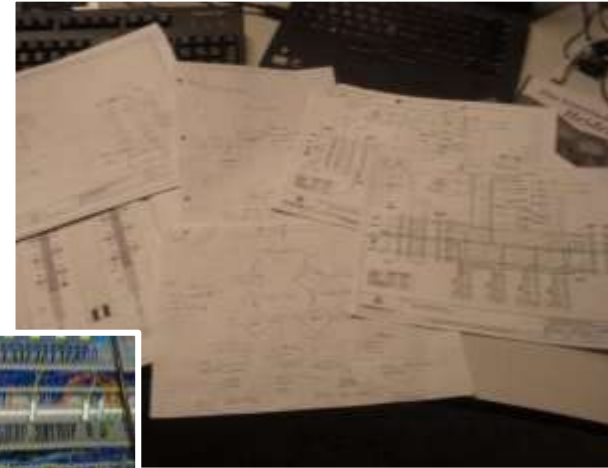
Zäzilia Seibold

Berlin, 19. Oktober 2016

Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)



Wie sieht eine Inbetriebnahme aus?



Was bremst das Wachstum in der Intralogistik?



Hohe Kosten durch
Installationsaufwand



Quelle: Phoenix Contact

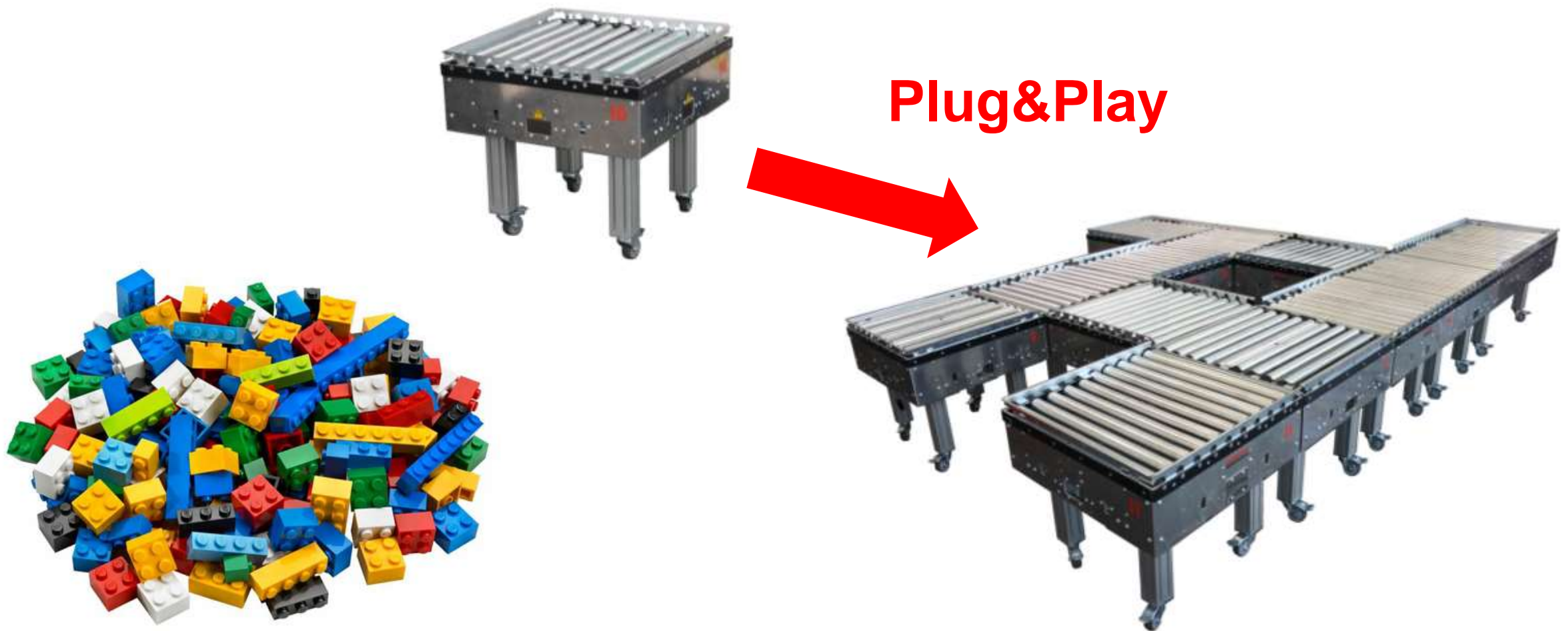
Hohe Verfügbarkeit gefordert,
kostspielige Komponenten



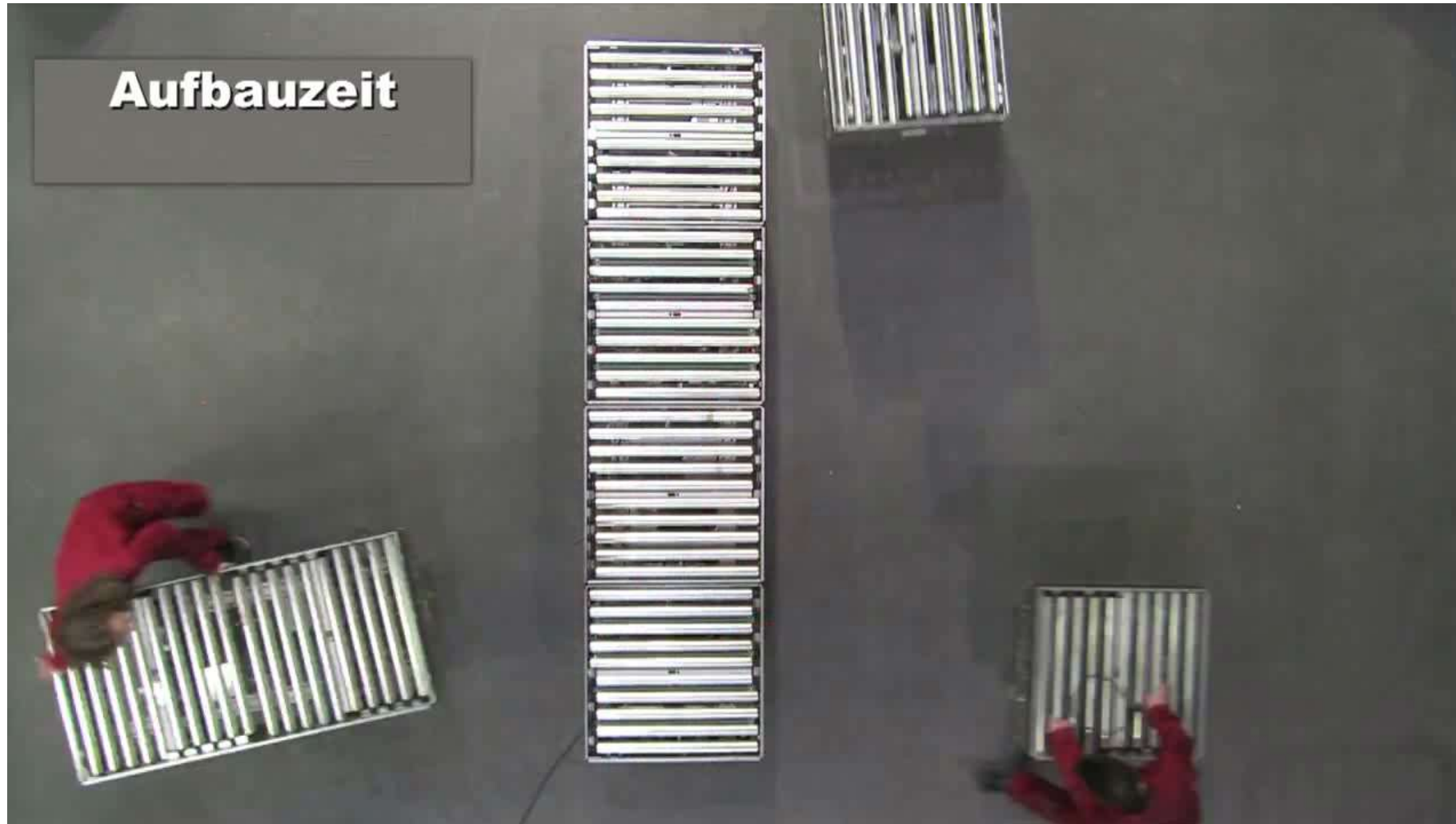
Quelle: ProSystem

Keine Rekonfiguration und
Wiederverwendung möglich

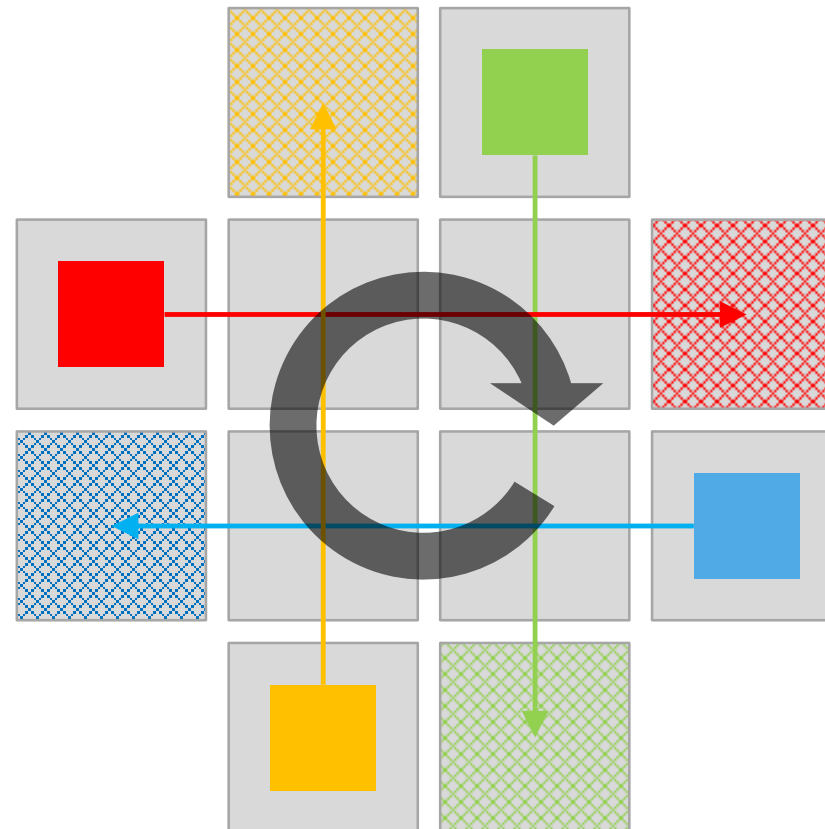
Was könnte die Lösung sein?



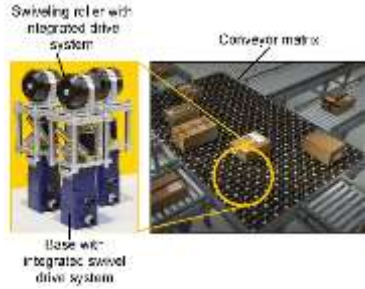
FlexFörderer



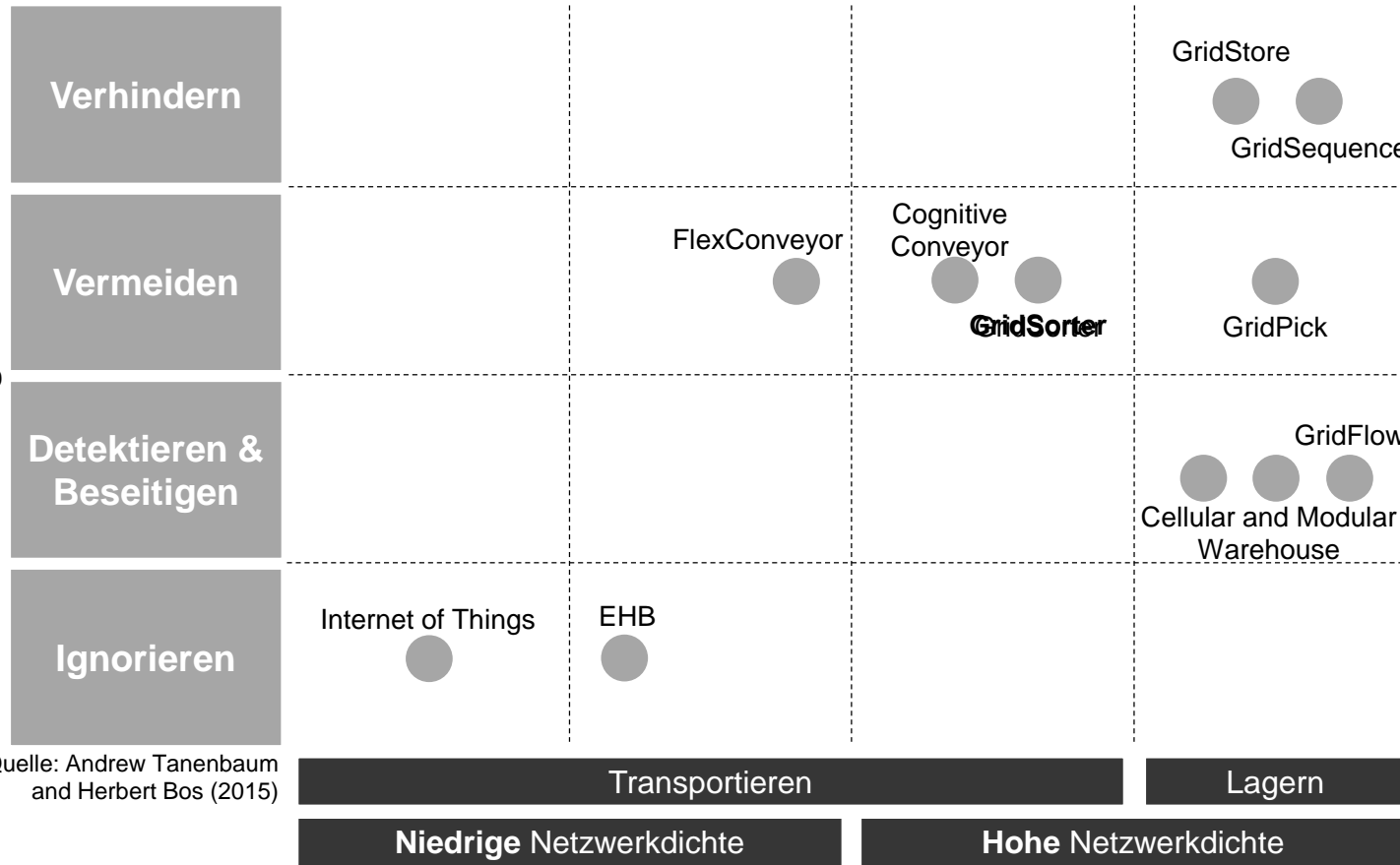
Was sind die Herausforderungen in der Steuerung?



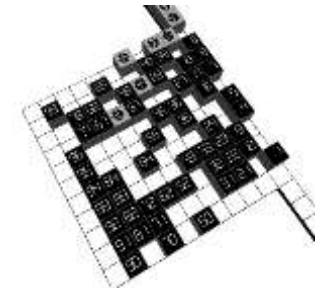
Klassifikation hinsichtlich Handhabung von Deadlocks



Strategien zur Handhabung von Deadlocks

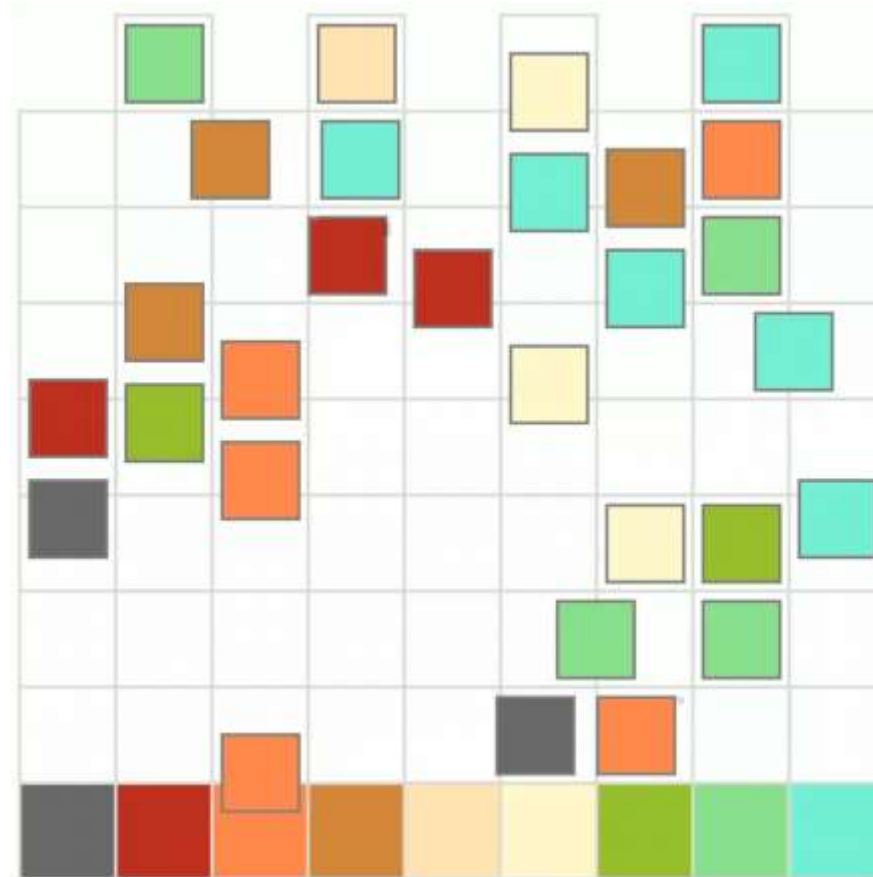


Quelle: Andrew Tanenbaum and Herbert Bos (2015)

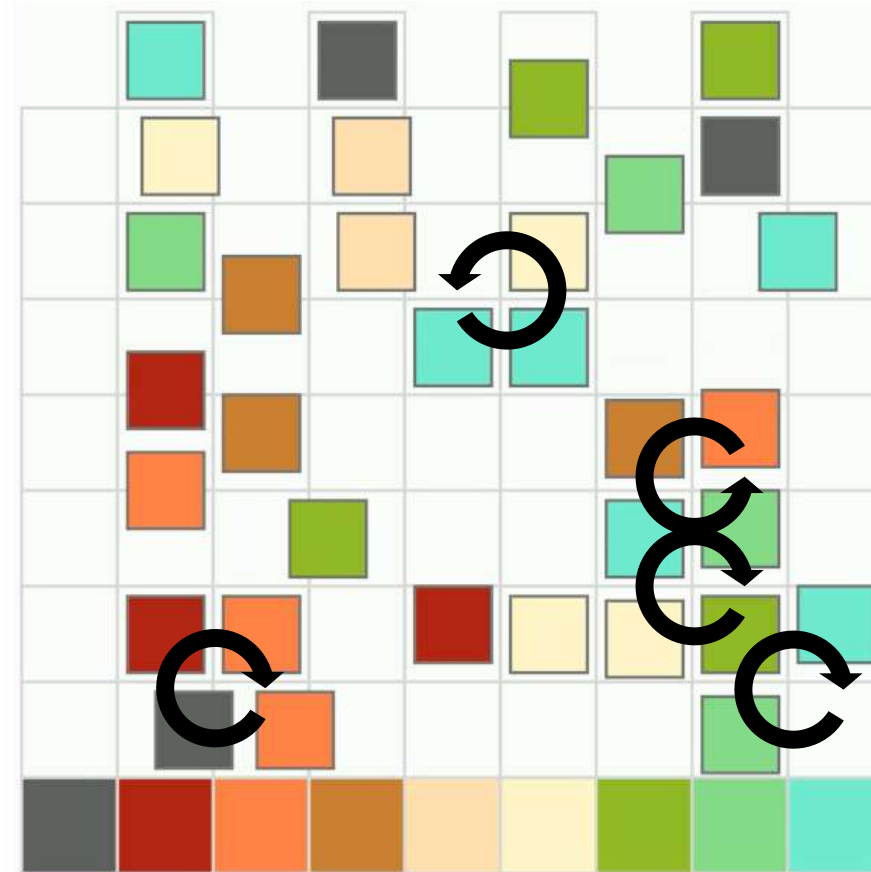


Systemeigenschaften

Der GridSorter



Herausforderungen bei der Vermeidung von Deadlocks

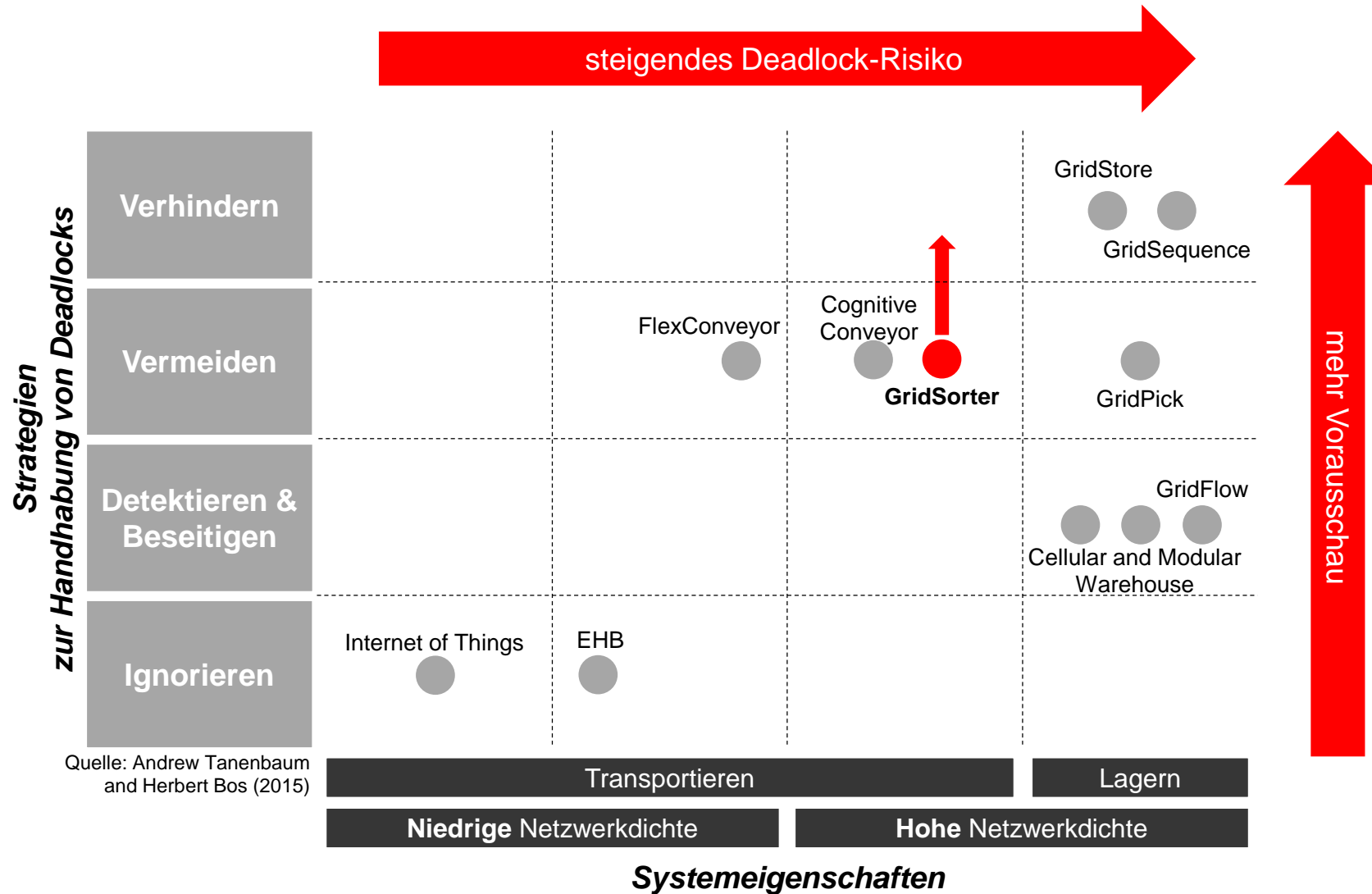


Hohe Komplexität

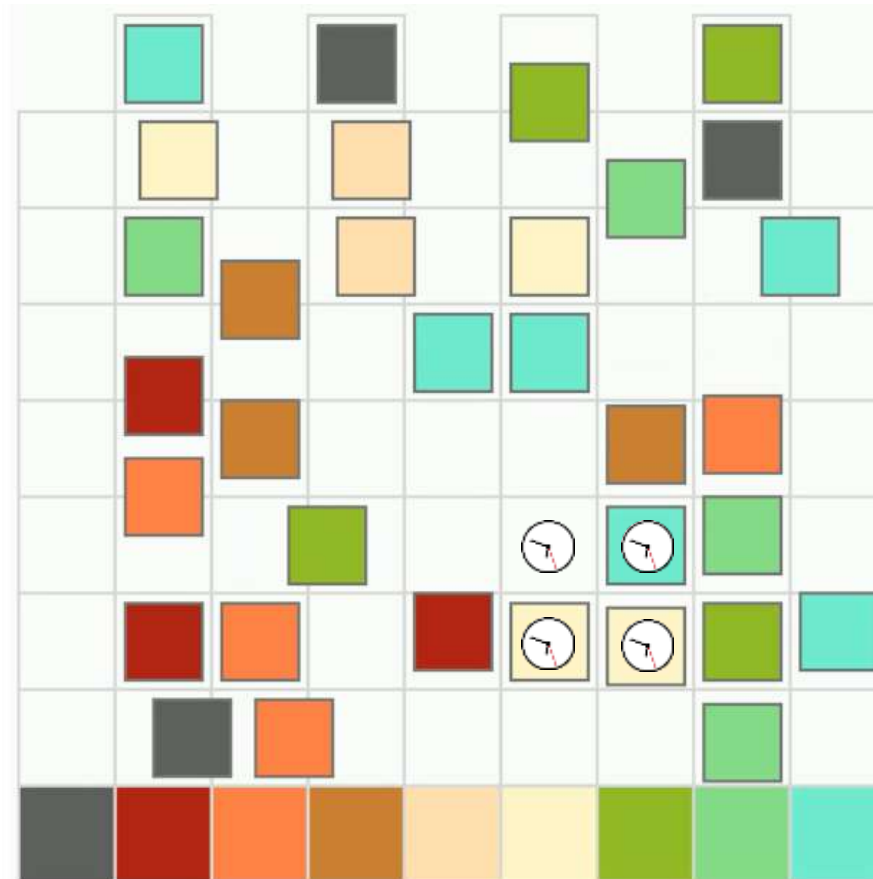
Hoher
Kommunikationsaufwand

Quelle: Tobias Krühn
(2014)

Klassifikation hinsichtlich Handhabung von Deadlocks



Herausforderungen bei der Verhinderung von Deadlocks



Synchronisierung
der Uhren

Reaktion auf schwankende
Transportzeiten

Source: Stephan Mayer
(2009)

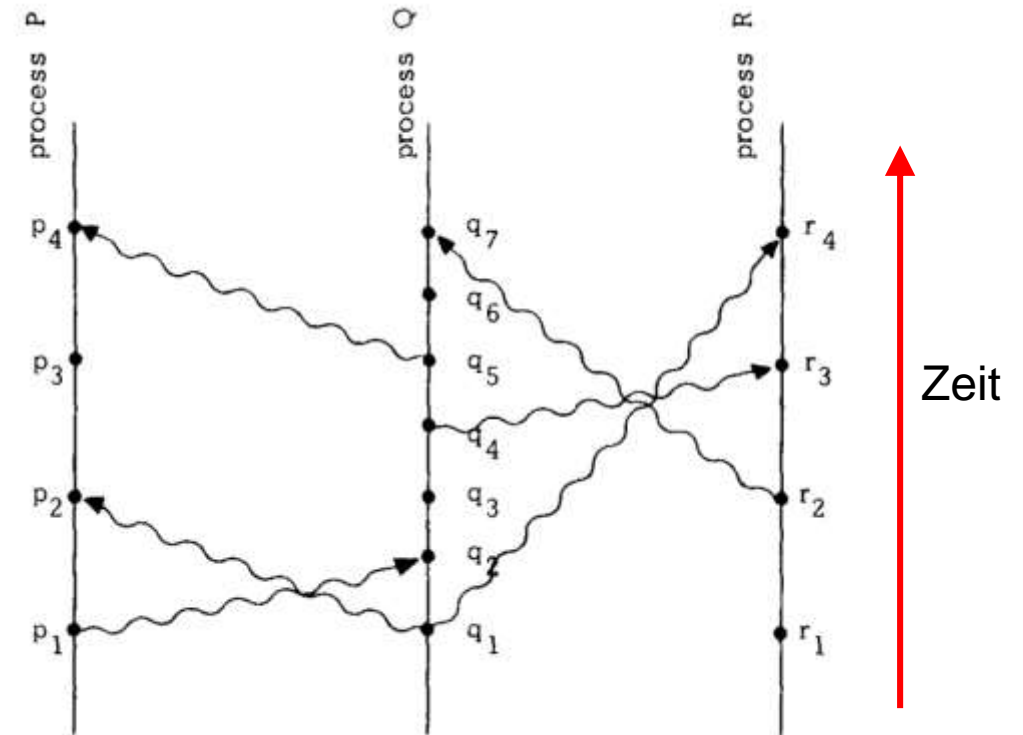
Exkurs: Verteilte Systeme

Mehrere Prozesse
mit mehreren Ereignissen

Kausale Relationen
„Happening Before“

Partielle Reihenfolge

Herausforderung: Synchronisierung zur
Verwendung gemeinsamer Ressourcen



Quelle: Leslie Lamport (1978)

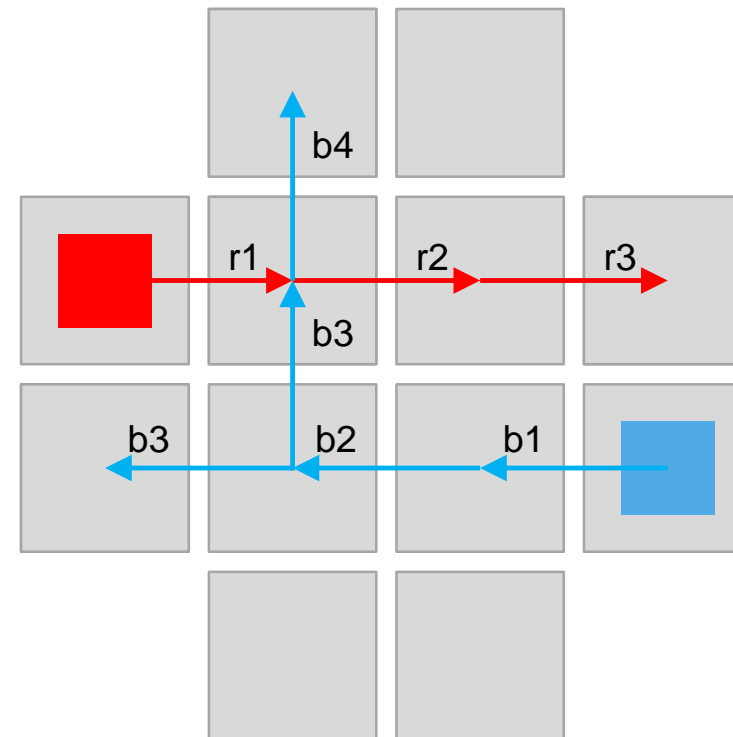
Übertragung auf den GridSorter

Mehrere Prozesse
mit mehreren Ereignissen

Kausale Relationen
„Happening Before“

Partielle Reihenfolge

Herausforderung: Synchronisierung zur
Verwendung gemeinsamer Ressourcen



Logische Uhren


Quelle: Leslie Lamport (1978)





„Clock Condition.“

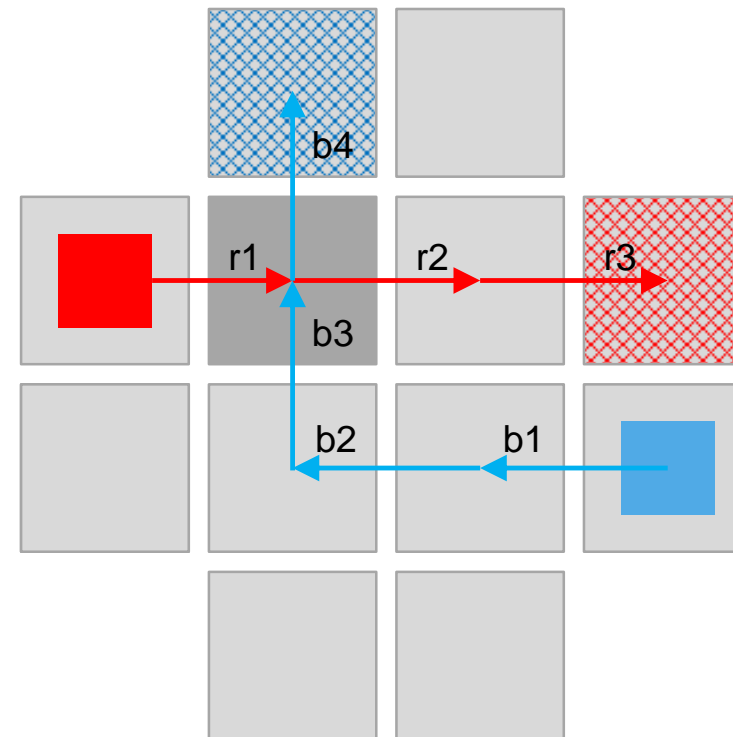
For any events a, b:

if $a \rightarrow b$ then $C(a) < C(b)$.“

 $C(b1) < C(b2) < C(b3) < C(b4)$

 $C(r1) < C(r2) < C(r3)$

 $C(r2) < C(b3)$ or $C(b4) < C(r1)$



Legende:

\rightarrow ist das Symbol für „happening before“.

$C(a)$ die logische Zeit von Ereignis a.

Logische Uhren

Quelle: Leslie Lamport (1978)

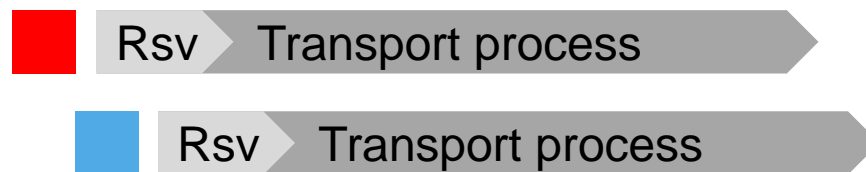


„Clock Condition.“

For any events a, b:
if $a \rightarrow b$ then $C(a) < C(b)$.

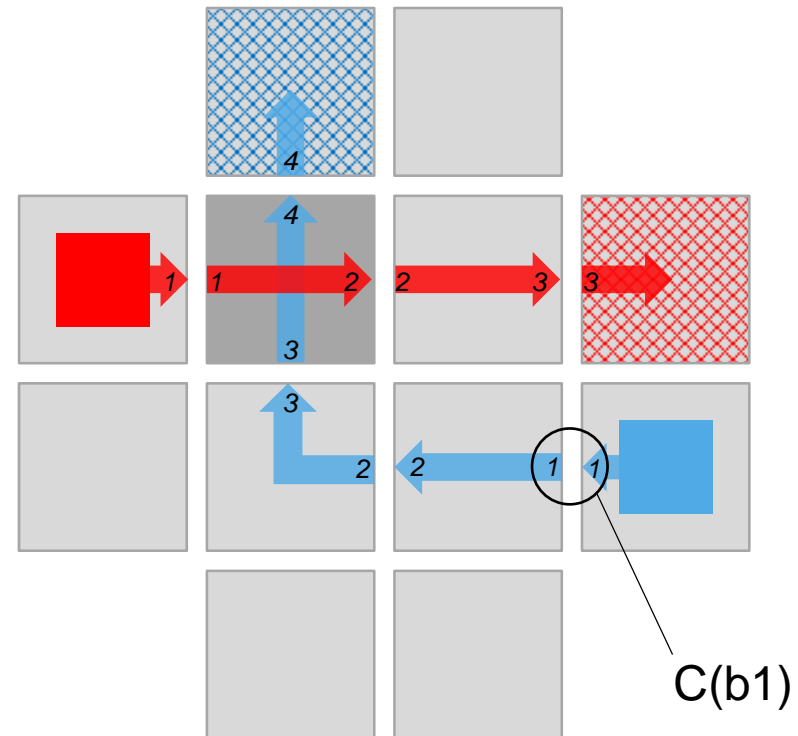
Reservierungs-
bedingungen

Transport-
bedingungen



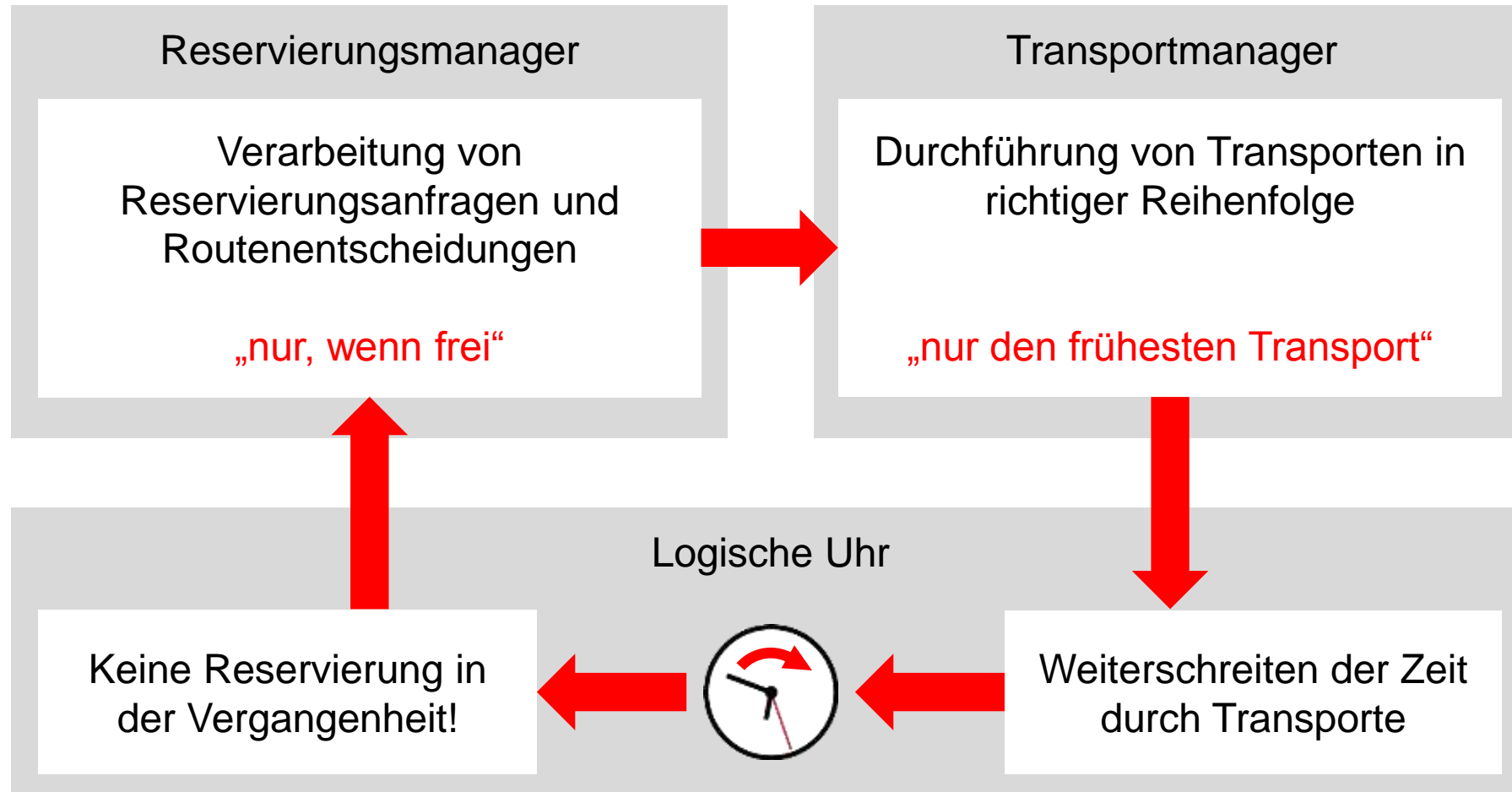
Legende:

→ ist das Symbol für „happening before“.
 $C(a)$ die logische Zeit von Ereignis a.



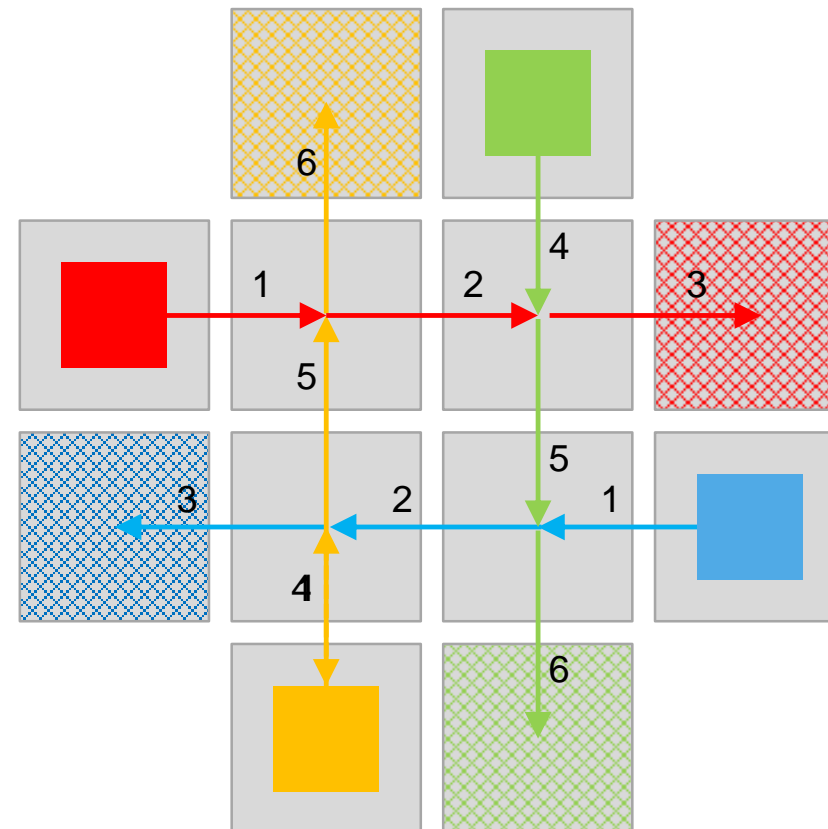
$C(b1)$

Steuerungskomponenten in jedem Modul

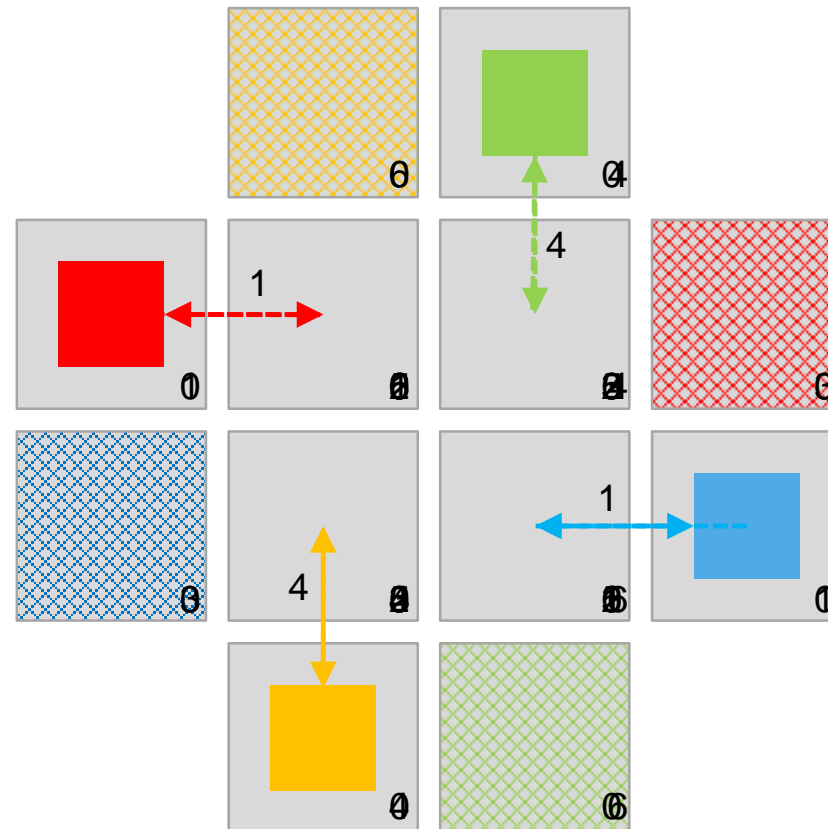


Reservierungsprozess

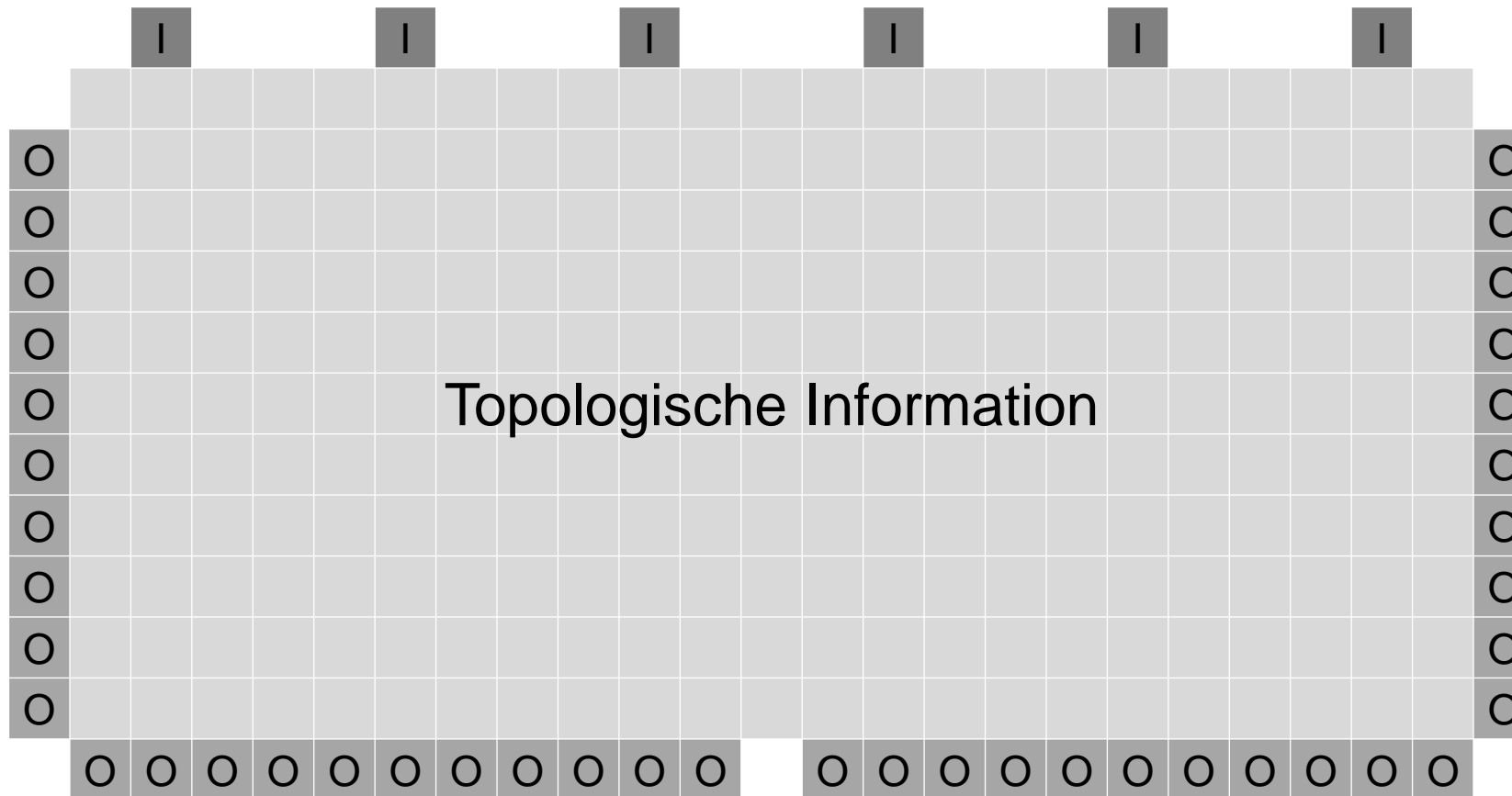
sequenziert betrachtet



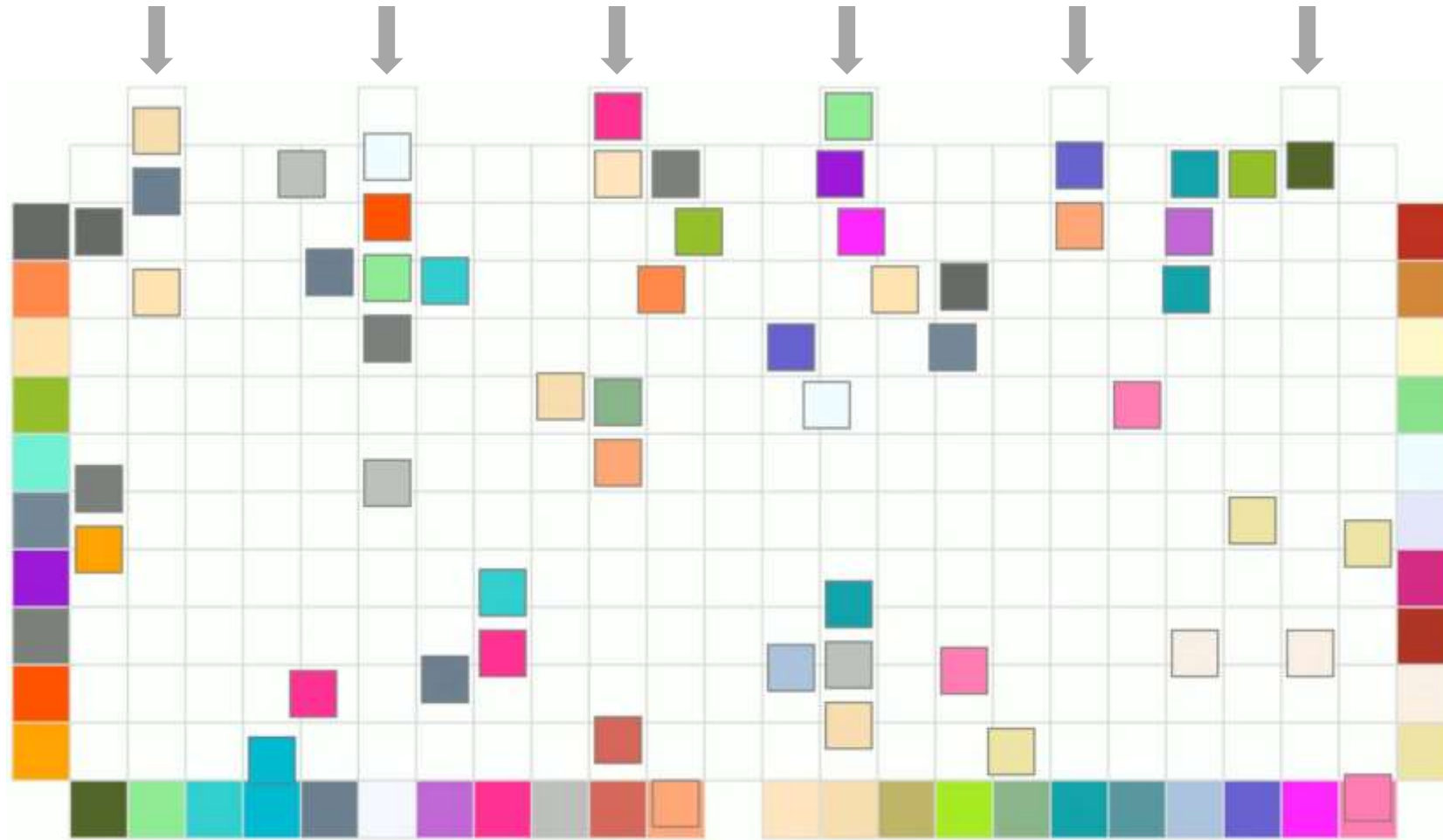
Transportprozess



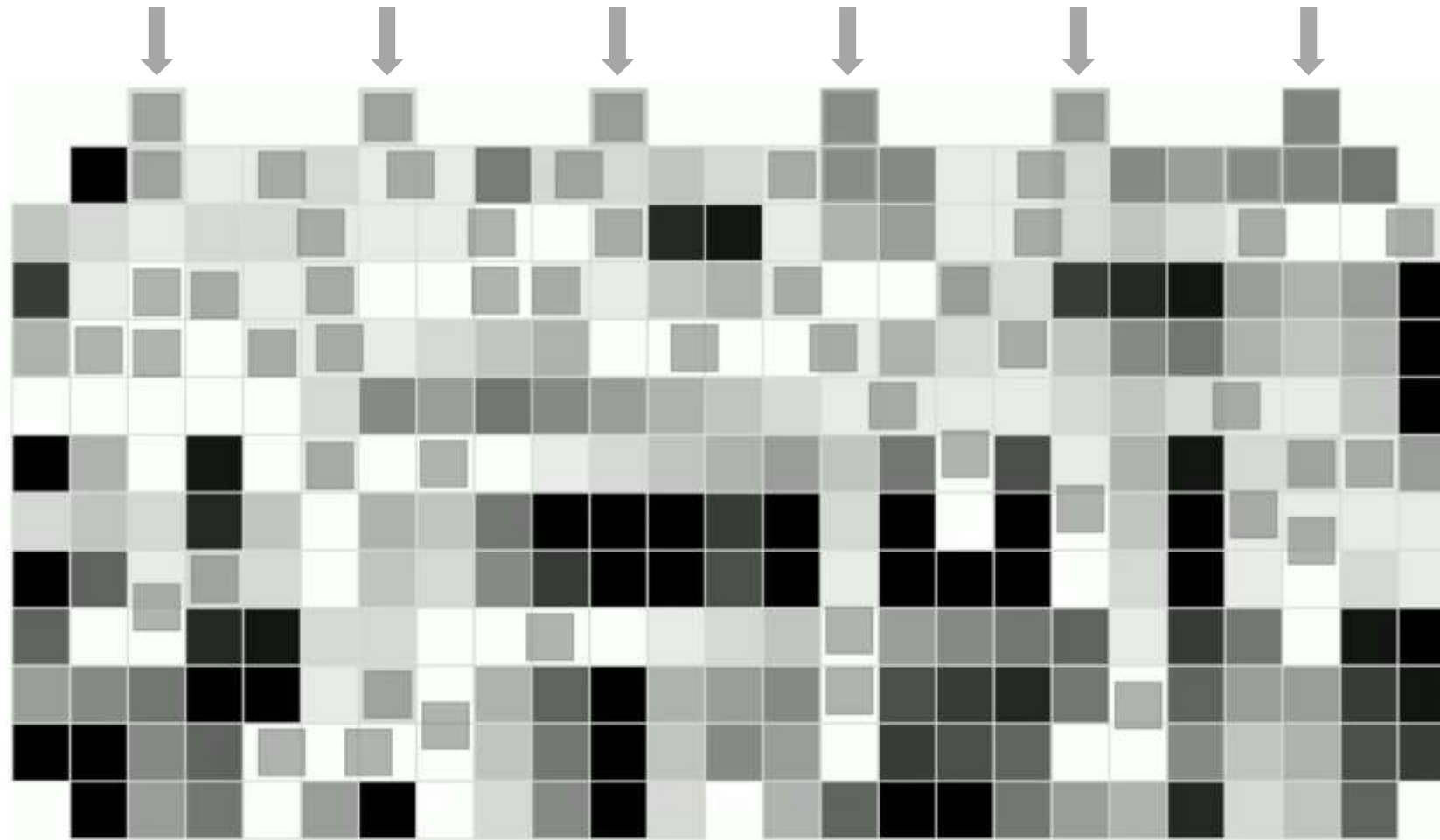
Zeitfensterbasierte Routenreservierung





Wie verhält sich das System?



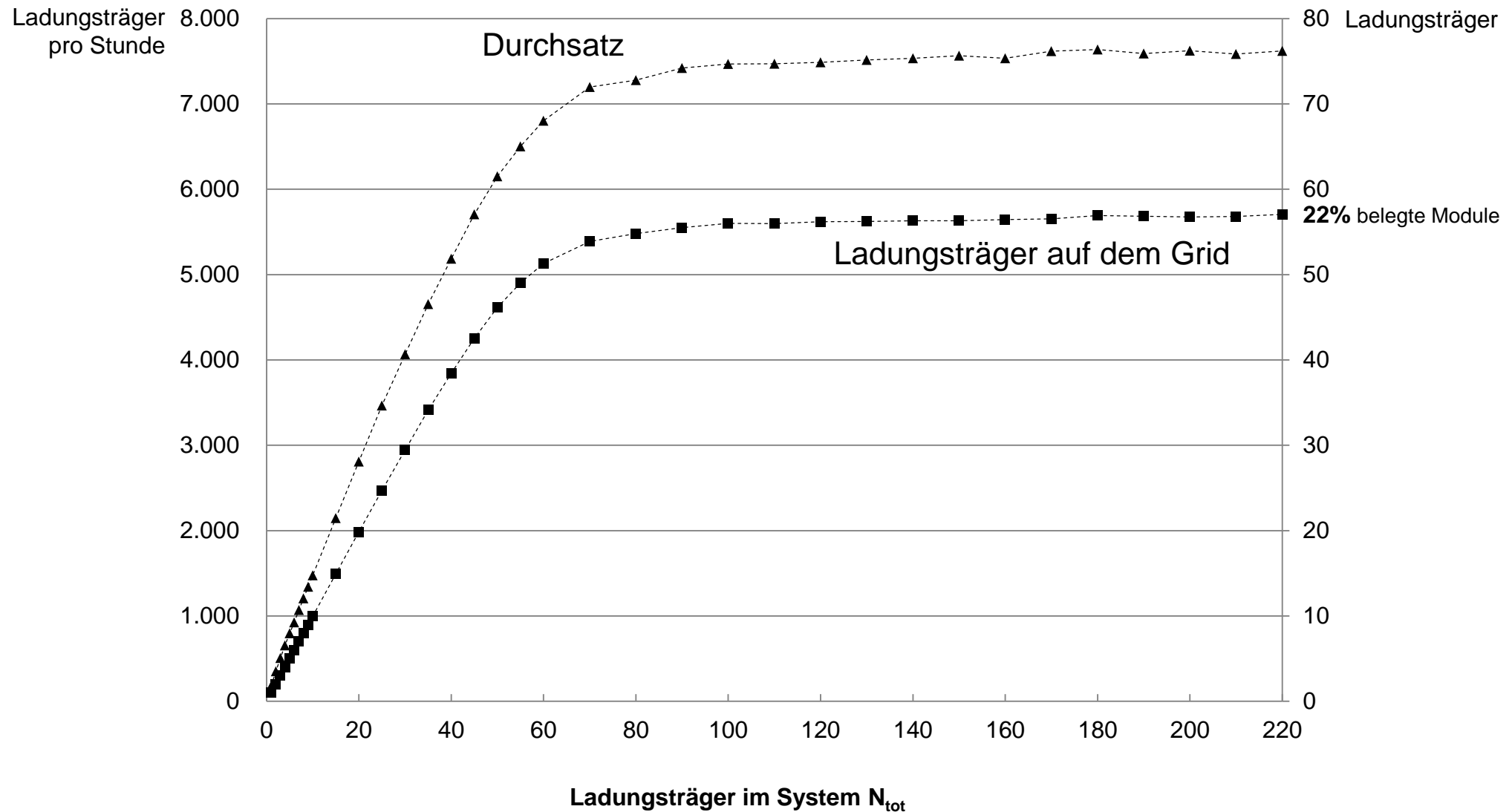
Asynchronität von logischen Uhren



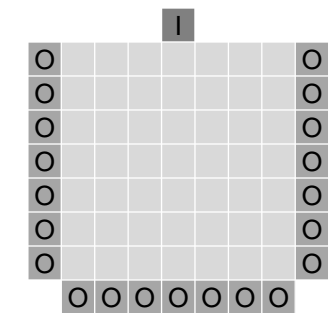
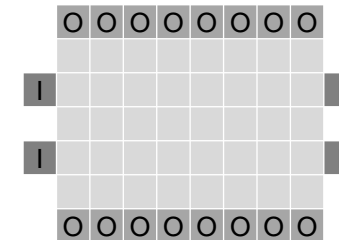
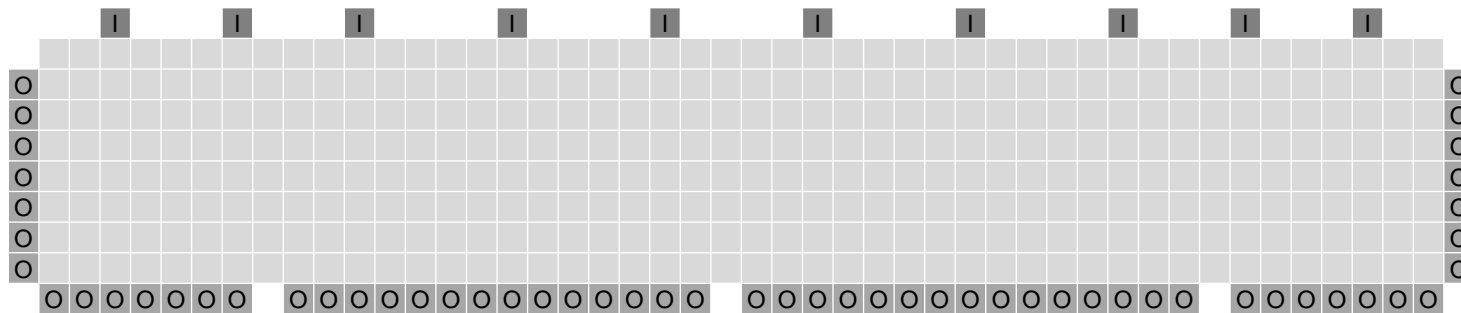
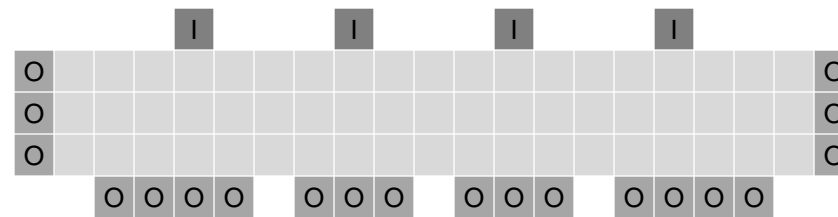
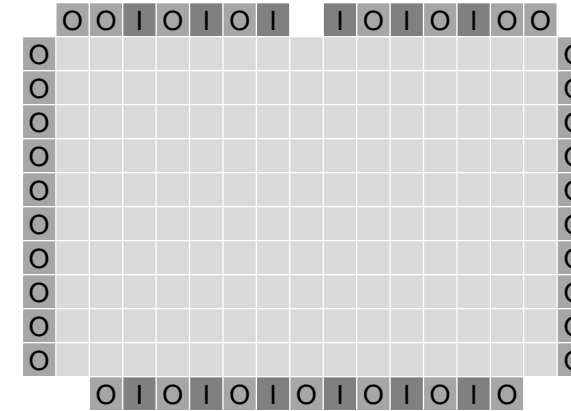
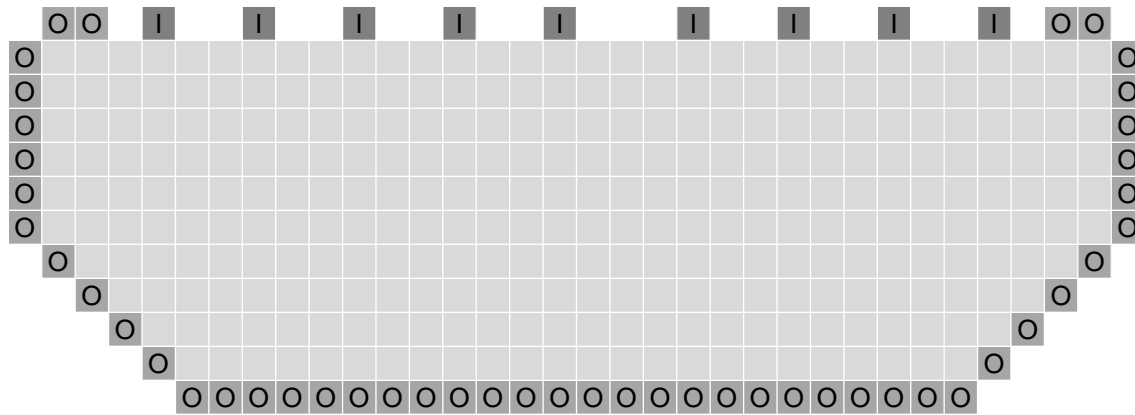
Legende:

-  „Uhr ist voraus.“
-  „Uhr ist hinterher.“

Durchsatz in Abhängigkeit der Systemlast

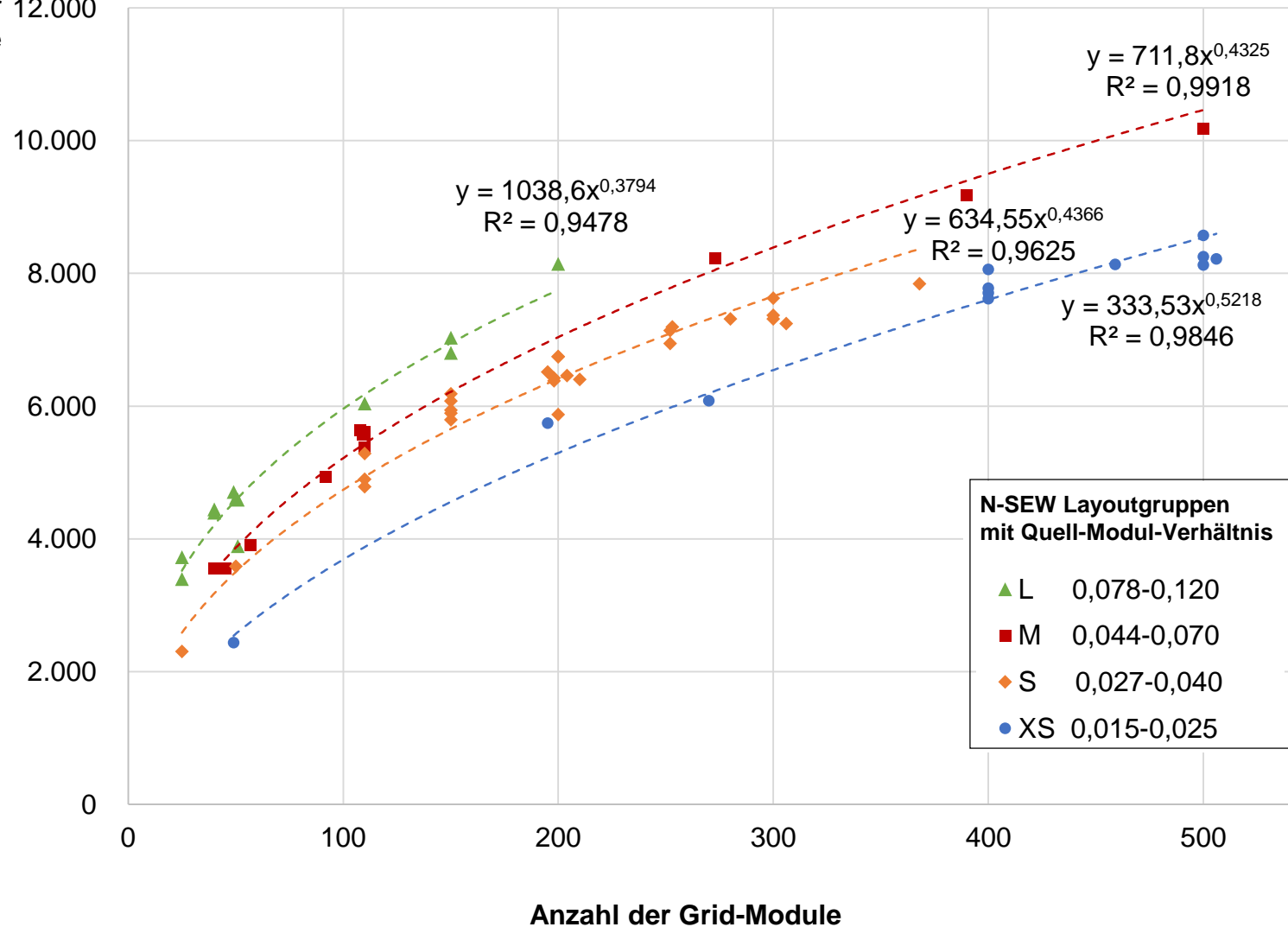


Population mit 85 verschiedenen Layouts



Durchsatz in Abhängigkeit der Systemgröße

Ladungsträger 12.000
pro Stunde



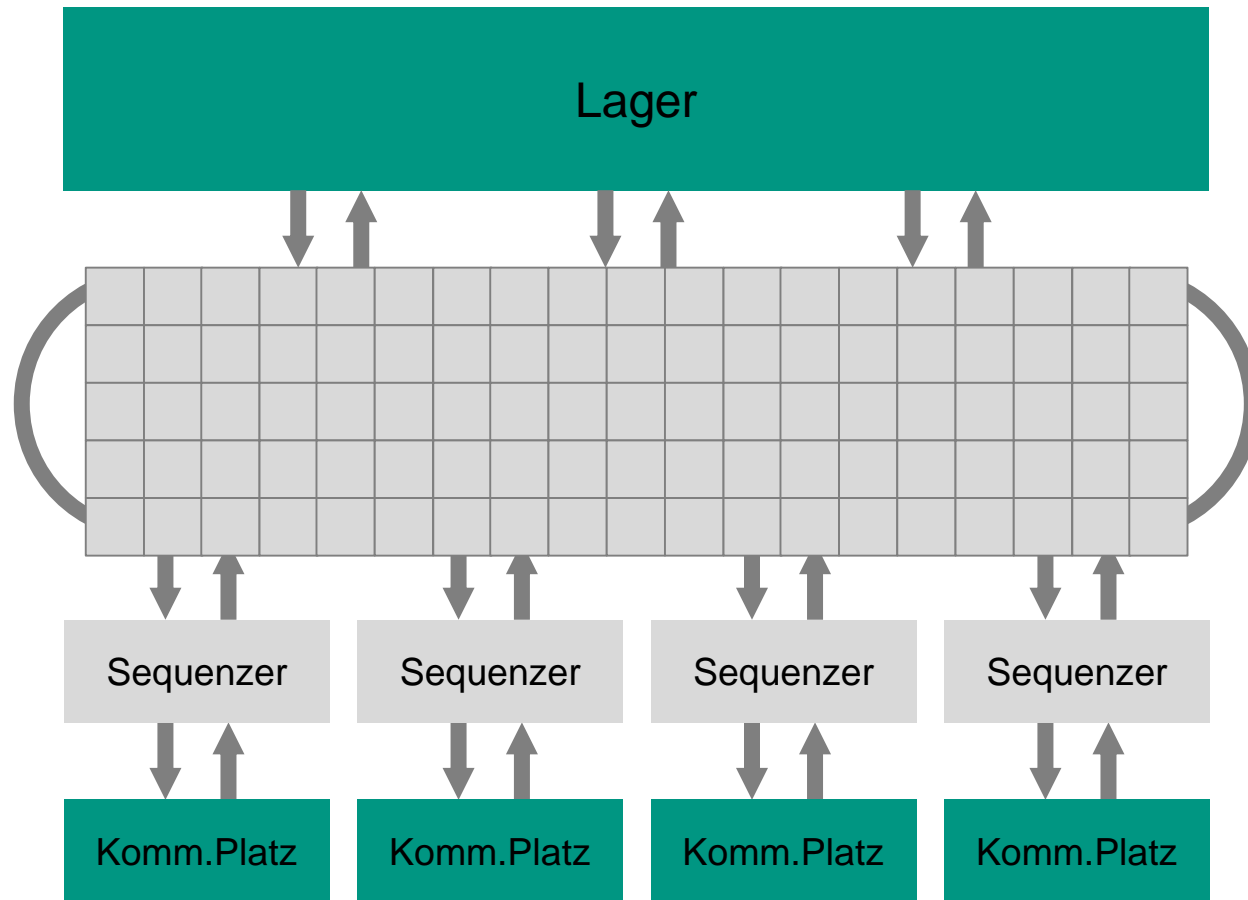
N-SEW Layoutgruppen mit Quell-Modul-Verhältnis

| | |
|------|-------------|
| ▲ L | 0,078-0,120 |
| ■ M | 0,044-0,070 |
| ◆ S | 0,027-0,040 |
| ● XS | 0,015-0,025 |

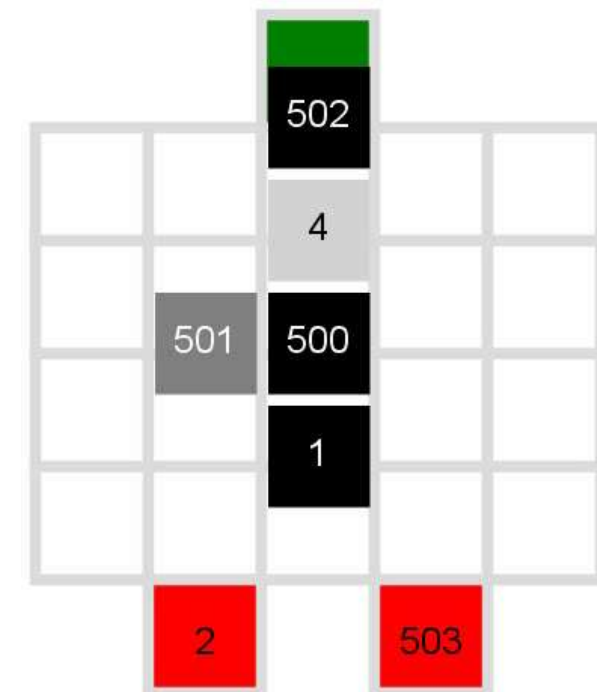
Der GridSorter-Demonstrator



Anwendungsfall Distributionszentrum



Sortieren und Sequenzieren von Ladungsträgern



Fazit und Ausblick

Für die Theoretiker

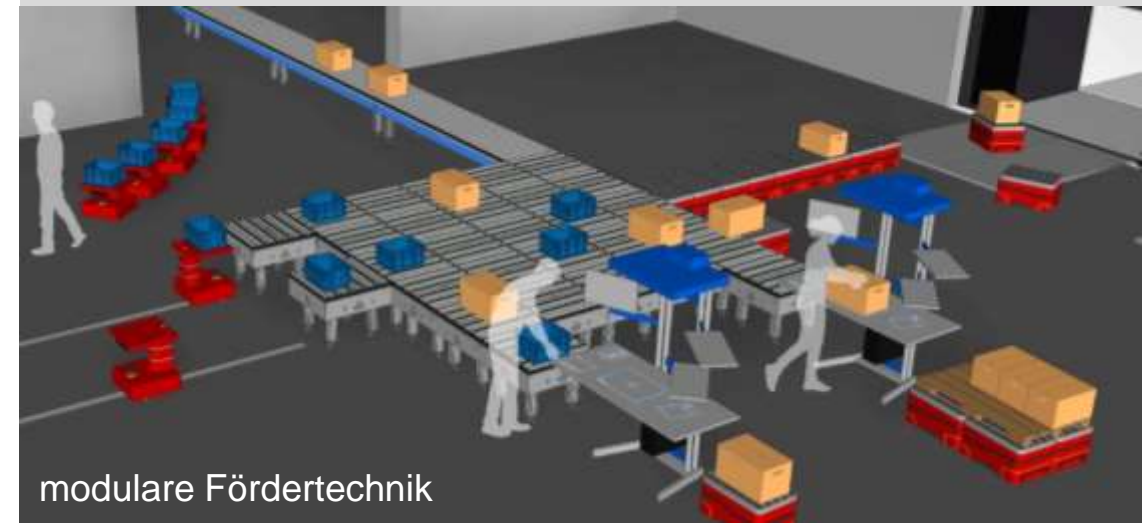


frei von Deadlocks

robust

allgemein anwendbar
→ in welchen Systemen?

Für die Praktiker



modulare Fördertechnik

Plug&Play-fähig und flexibel

multifunktional

teilweise industrialisiert
→ weitere Einsatzszenarien?

Logische Zeit in dezentral gesteuerten Materialflusssystemen

Zázilia Seibold

Berlin, 19. Oktober 2016

Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)

