

Diskrete Simulation

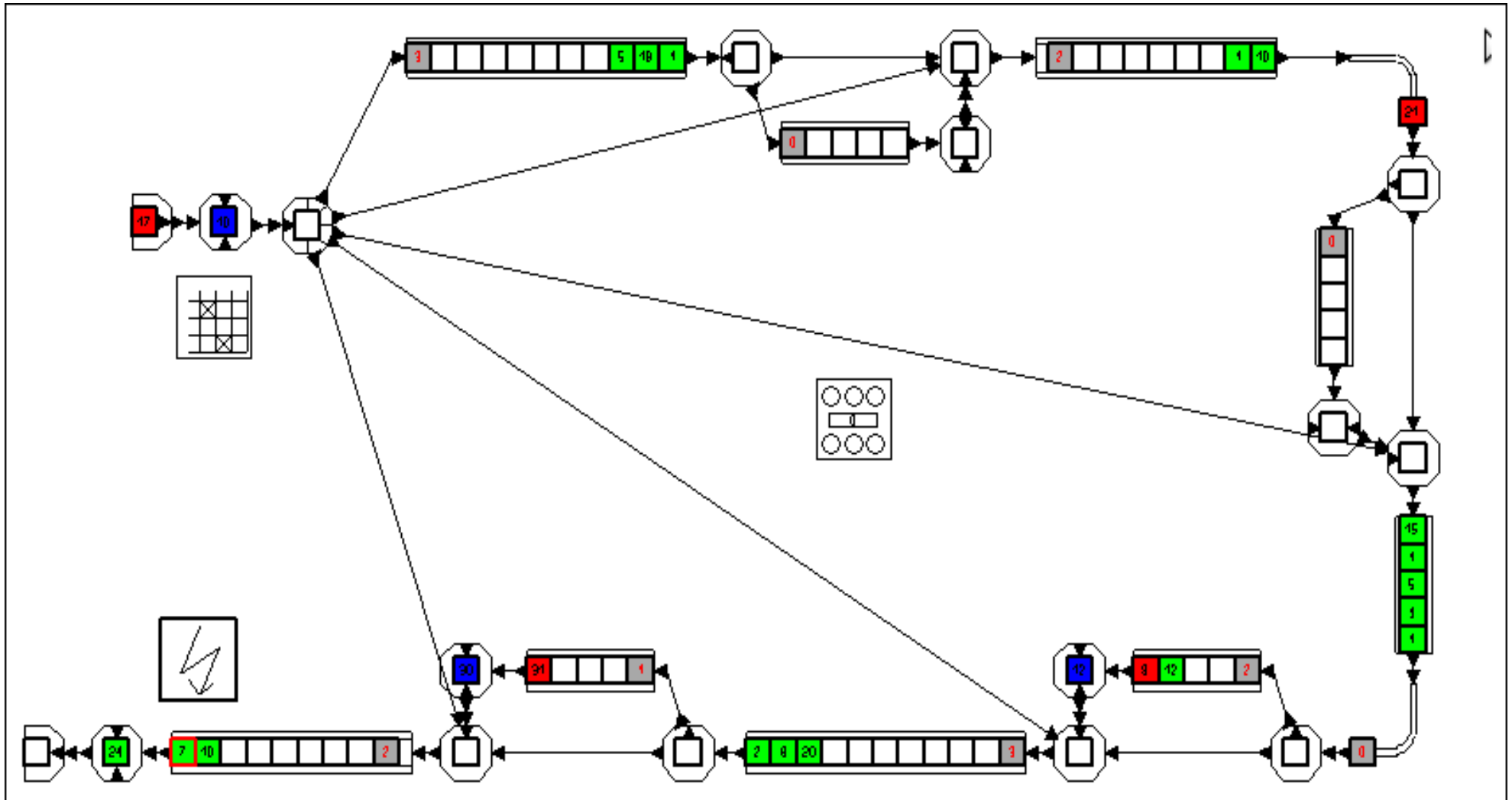
Agenda

Grenzlast- und Engpassanalyse einer Kleinmengenkommissionieranlage für High Tech Produkte

- Modellierung
- Ergebnisse
 - Identifizierung der Engpässe
 - Gleichverteilung
 - Auftragsmenge
- Fazit

Diskrete Simulation

Modellierung



Diskrete Simulation

Design der Modellexperimente

- **Ausgangsmessungen**

- Grundlagenmessungen, Batch-Prozess als einzelne Tagesaufträge betrachtet, Zeitfenster $< \Delta$ Batchzeiten = ok! Δ Batchzeiten := $t_{Batch_2} - t_{Batch_1}$
- Messungen dienen zur Identifikation von von Engpässen

- **Variationsmessung**

- Anzahl der Mitarbeiter variiert zwischen 2-4 Personen, weiterhin maximale Mitarbeiter an den Arbeitsstationen $K3$, $K4$ zwischen 1-2 Personen
- Abbruchkriterium: wenn Durchlauf $\geq \Delta$ Batchzeiten

- **Heuristische Messung**

- Subjektive Annahmen, „freihändig“ gewählt
- Setzen der Parameter aus der Reihe der Variationsmessung mit den besten Resultaten + Einbau einer zweiten Schnürmaschine

- **Durchlaufzeitmessungen für gleichverteilte Auftragsmengen**

- Zeitfenster = 120 Minuten, beste Parameter aus vorherigen Messungen gewählt, schrittweise Erhöhung um 200 weitere Batches, Anzahl der Mitarbeiter zwischen 2-4 variiert

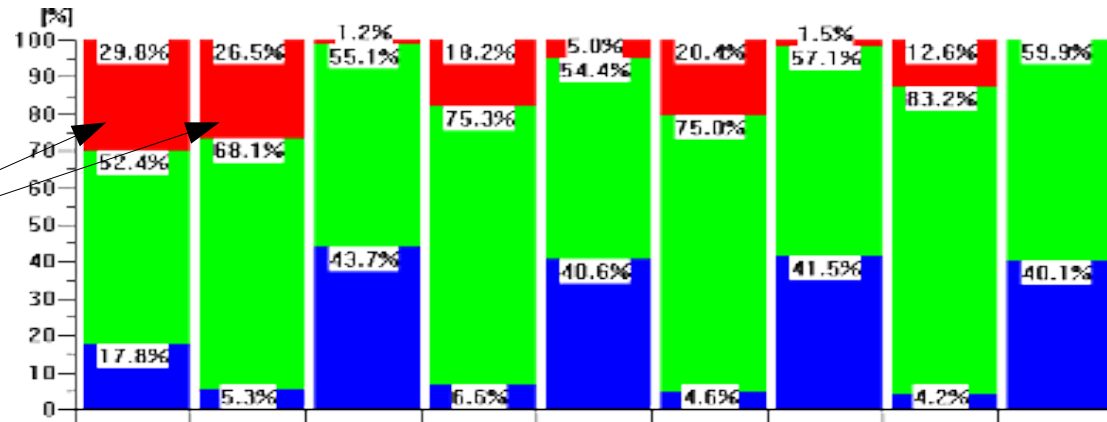
- **Ermittlung hoher Durchsatzzahlen**

- Aufbauend auf der um 40% erhöhte Anzahl an Batches, iterative vorgehensweise

Diskrete Simulation

Erg: Engpässe

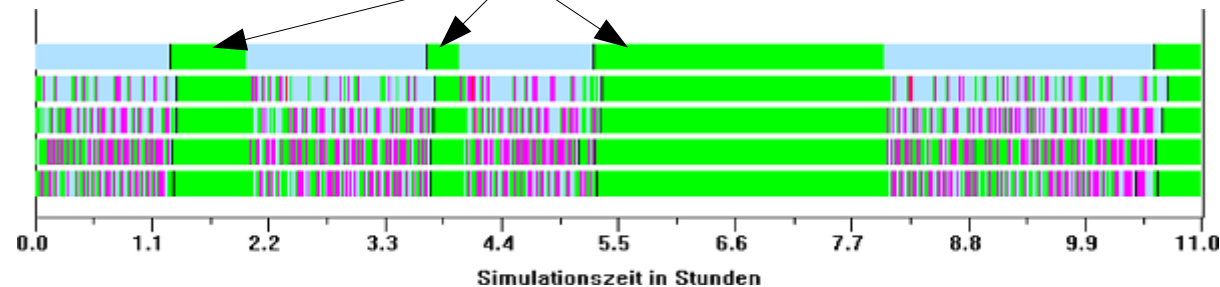
Auswahl: Es existieren Engpässe!



Messung	Startzeit	rel. Startzeit	Laufzeit
			Stunde:Minuten:Sekunden
1	08:00 Uhr	08:00 Uhr	00:59:48
2	08:00 Uhr	10:00 Uhr	01:18:13
3	08:00 Uhr	12:00 Uhr	01:00:05
4	08:00 Uhr	16:00 Uhr	01:54:49
5	08:00 Uhr	08:00 Uhr	09:55:13
+20%			
6	08:00 Uhr	08:00 Uhr	01:10:34
7	08:00 Uhr	10:00 Uhr	01:32:53
8	08:00 Uhr	12:00 Uhr	01:10:25
9	08:00 Uhr	16:00 Uhr	02:16:29
10	08:00 Uhr	08:00 Uhr	10:15:39
+40%			
11	08:00 Uhr	08:00 Uhr	01:21:45
12	08:00 Uhr	10:00 Uhr	01:47:15
13	08:00 Uhr	12:00 Uhr	01:21:18
14	08:00 Uhr	16:00 Uhr	02:41:57
15	08:00 Uhr	08:00 Uhr	10:41:24

Alle Durchläufe unkritisch!

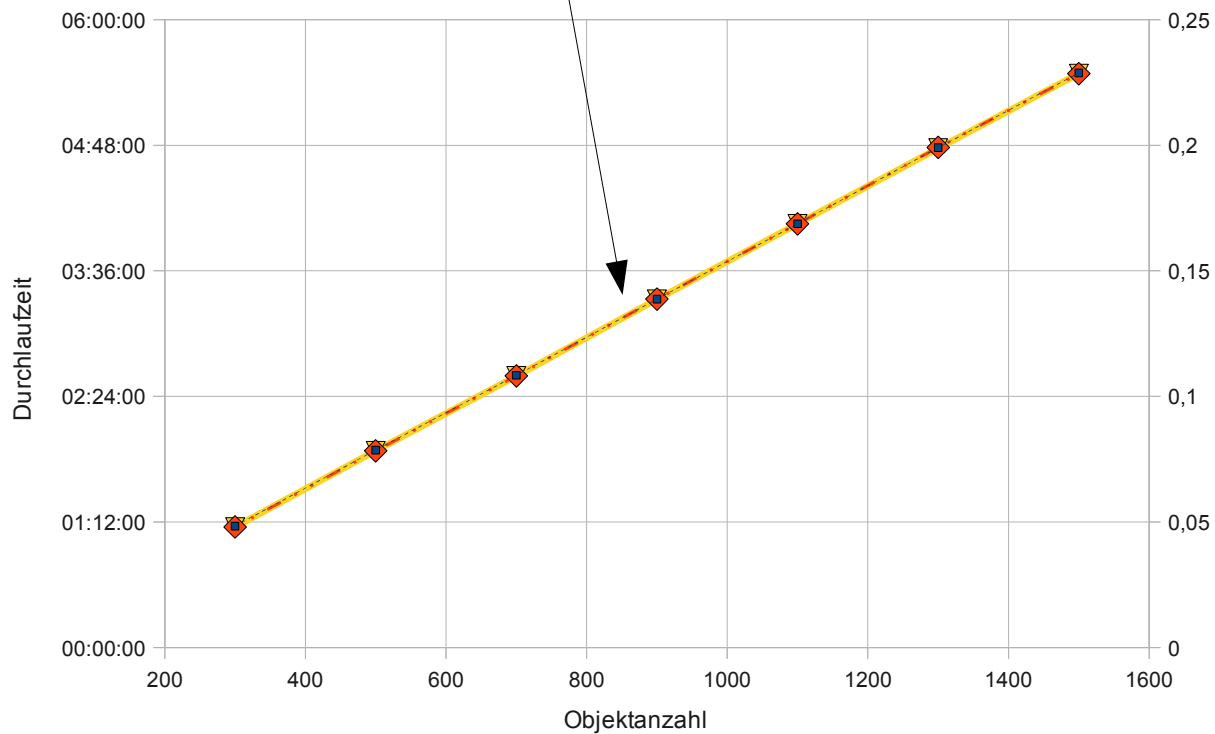
Viel zeitlicher Puffer!



Diskrete Simulation

Ergebnisse, Gleichverteilung

Kaum signifikante Unterschiede in der Variation der Mitarbeiter, bei gleichverteilter Auftragsbearbeitung!



Mitarbeiter	Objektanzahl	Durchlaufzeit
2	300	01:09:35
2	500	01:53:12
2	700	02:36:05
2	900	03:19:48
2	1100	04:02:57
2	1300	04:46:40
2	1500	05:29:29
3	300	01:09:04
3	500	01:52:47
3	700	02:35:45
3	900	03:19:48
3	1100	04:02:57
3	1300	04:46:47
3	1500	05:29:07
4	300	01:09:04
4	500	01:52:47
4	700	02:35:43
4	900	03:19:38
4	1100	04:02:57
4	1300	04:46:17
4	1500	05:29:07

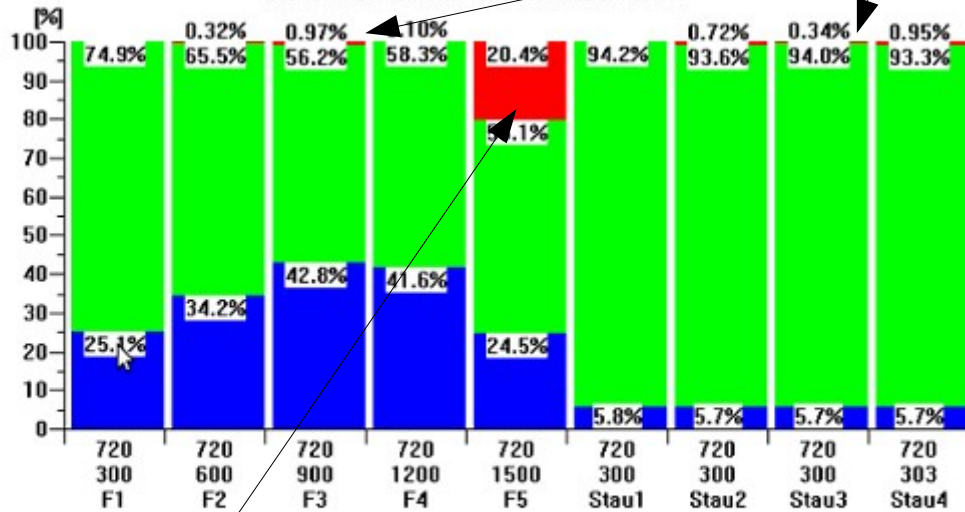
Zeitfenster := 2 Stunden!

Diskrete Simulation

Ergebnisse, Gleichverteilung

Wenige Blockierzeiten

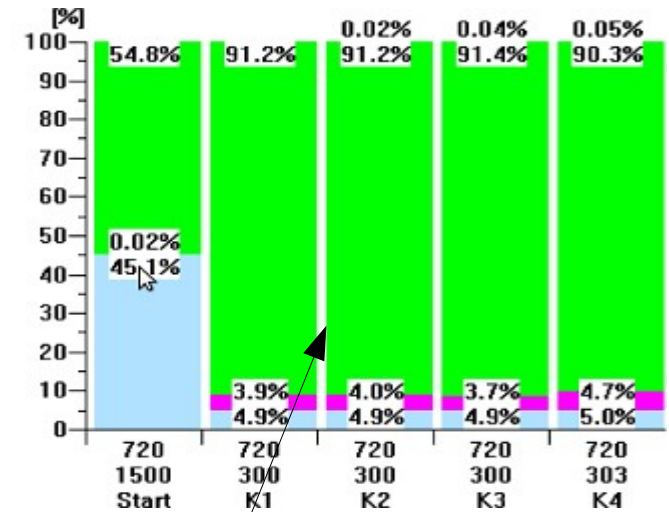
Histogramm der prozentualen Zustandszeitanteile für mehrere Verteilwagen
Statistik zur Simulationszeit 720 Minuten



BearbObj :
Baustein :

- Entladezeiten
- Fahrten in Grundstellung
- Hubzeiten
- Ausfallzeiten
- Leerfahrten
- Einzelfahrten
- Warten auf Werker
- Wartungszeiten
- Doppelfahrten
- Wartezeiten
- Pausenzeiten
- Beladezeiten
- Be- und Entladezeiten
- Blockierzeiten
- ohne Statistik

Förderstrecke vor der Schnürmaschine

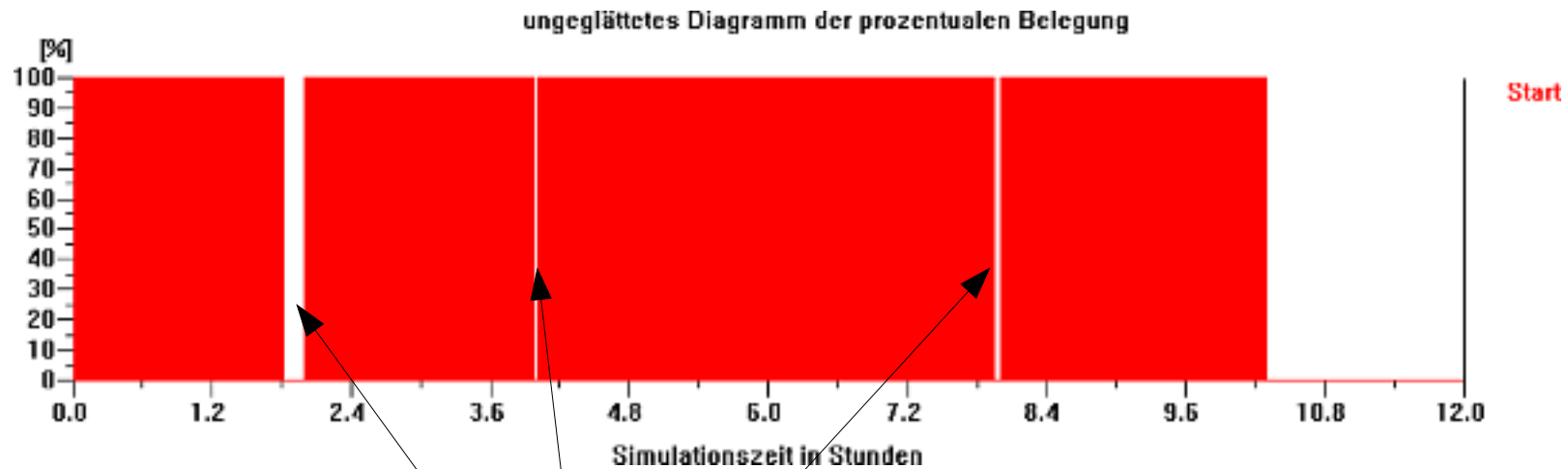


BearbObj :
Baustein :

Wenige Arbeiten für die Werker, hohe Wartezeiten...

Diskrete Simulation

Ergebnisse, Auftragsmenge



Ermittelte Werte:

1. Batch := 600 Aufträge
2. Batch := 650 Aufträge
3. Batch := 1300 Aufträge
4. Batch := 750 Aufträge

Durchsatz => **3300 (Zuwachs ≈ 107%)**

Weitere Erhöhungen möglich!

Diskrete Simulation

Fazit

- Die IST-Situation ermöglicht die Erhöhung der Batchanzahl um 40%.
- Bei einem Auftragszuwachs um min. 20% ist es empfehlenswert einen weiteren Werker einzustellen.
- Die Gleichverteilung ergab keinen Vorteil, die Mitarbeiter sind nicht ausreichend ausgelastet. **Es wird von einer Gleichverteilung abgeraten!**
- Durch Modifikationen an den Staustrecken, Arbeitsstationen und Anzahl an Mitarbeitern ist einer Erhöhung der Batchzahlen um über 100% möglich.

Parameter der Staustrecken, Arbeitsstationen für die oben erwähnten Aussagen sind dem Simulationsmodell oder dem Bericht zu entnehmen.

Diskrete Simulation

Danke!

 Christian_Benjamin.Ries@fh-bielefeld.de

 <http://ti.fh-bielefeld.de/~cries>