
Simulationsgestützte Schichtplanung im Krankenhaus-Transportdienst

Opti-SIM – ein neues Simulationsmodul für Opti-TRANS®

GOR Health Care Management

Lübeck, 25. Februar 2011

Michael Schröder, Fraunhofer ITWM

Transportwesen im Krankenhaus

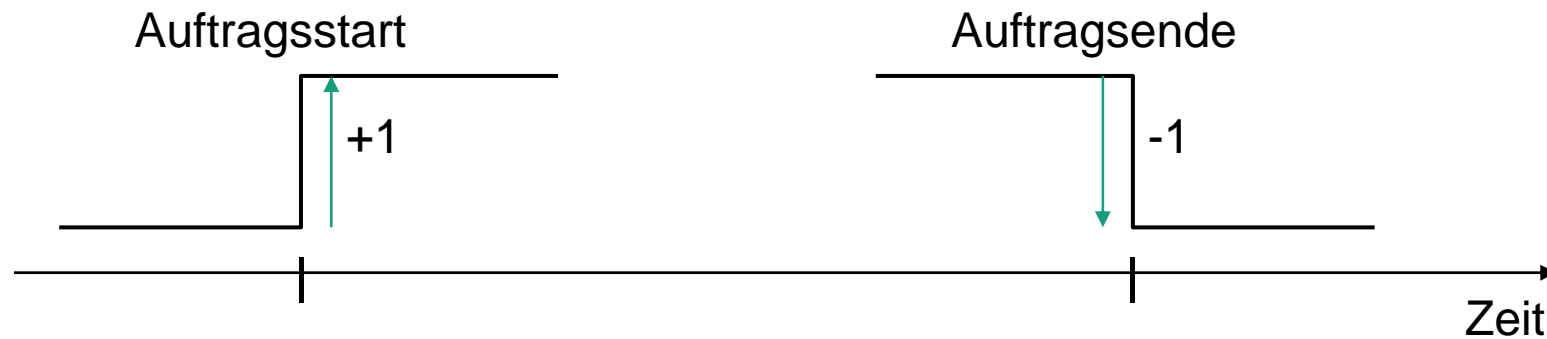
- Patienten
- Materialien
- zur richtigen Zeit
- am richtigen Ort
- mit...
 - geeignetem Transportmittel
 - notwendiger Versorgung
 - Beachtung von Risiken



Patiententransporte – Stakeholder

Patienten	Vermeidung von Wartezeiten, Pünktlichkeit zum Termin, kurze Transportdauer, angenehmer Transport
medizinisches Personal der Funktionsstelle	Pünktliche Ankunft des Patienten, Zurückbringen zeitnah, flexibles Transportwesen mit kurzen Reaktionszeiten bei veränderten Anforderungen
Personal der anfordernden Stelle	einfaches Anfordern von Transportaufträgen, Pünktlichkeit der Transportausführung, Erreichbarkeit des Disponenten
Disponenten	ausreichende Vorlaufzeit, Vermeidung von Lastspitzen, fehlerfreie Anforderungen, Systemunterstützung bei der Disposition, ausreichende Ressourcen, Dokumentation
Transportmitarbeiter	gleichmäßige Arbeitsaufteilung im Team, Vermeidung von Leerwegen
Management	kosteneffizientes Transportwesen, Vermeidung von Überkapazitäten, Pünktlichkeit, Dokumentation

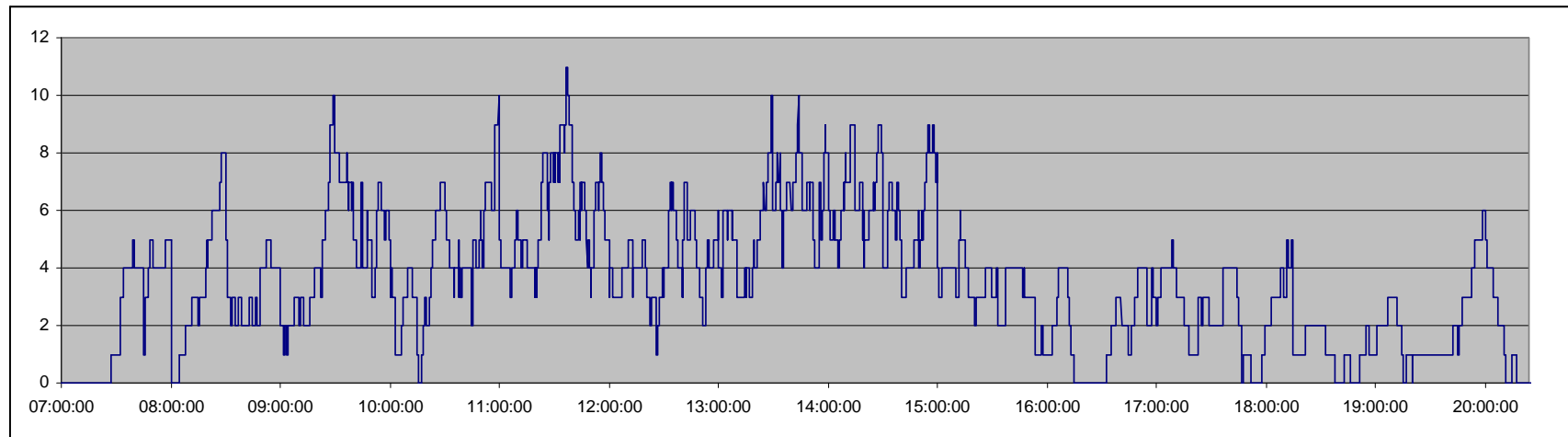
Motivation: Auftragsaufkommen - Tagesganglinie



Tagesganglinie des Auftragsaufkommens

- +1 bei Auftragsstart (pünktlich)
- -1 bei Auftragsende (geschätzte oder gemessene Dauer)
- Anzahl der benötigten Mitarbeiter zu jedem Zeitpunkt

Beispiel aus einem realen Transportdienst



- dargestellt: Tagesganglinie d. Auftragsaufkommen von 7:00 – 20:00 Uhr
- starke Schwankungen im Tagesverlauf
- im Maximum 11 Mitarbeiter benötigt (allerdings nur für 40 Sekunden...)
- Glättung durch (kleine) Verspätungen ist möglich

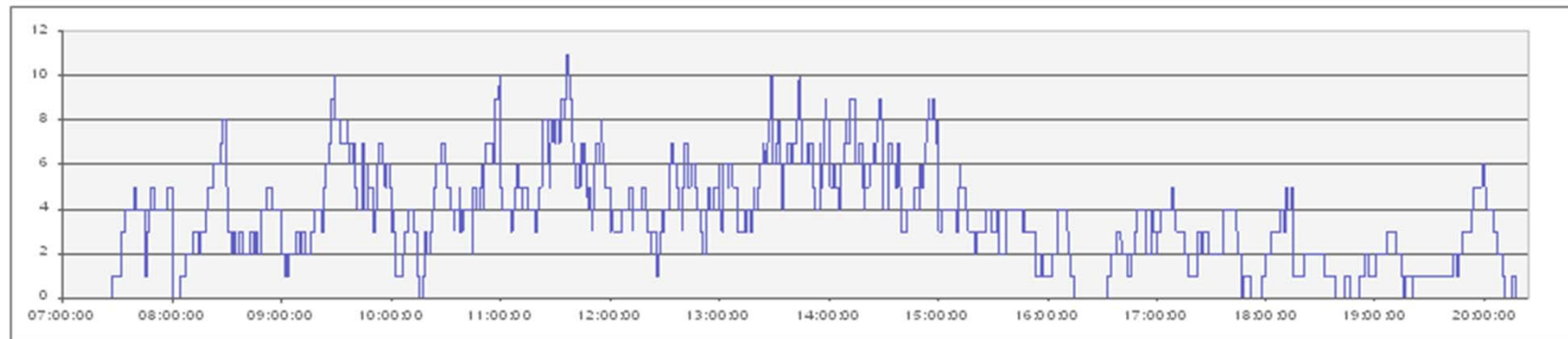
Schichtplanung auf Basis der Tagesganglinie?

- Aufträge sind nicht a priori bekannt
- Aufträge können kurzfristig angefordert werden
- ein Teil der Aufträge erfordert besondere Qualifikation; z.B. Rettungssanitäter
- Leerwege müssen berücksichtigt werden; sie hängen von der Auftragszuweisung an die Mitarbeiter ab
- Mitarbeiter kehren in die Zentrale zurück, wenn sie keine weiteren Aufträge haben

Schichtplanung auf Basis der Tagesganglinie des Auftragsaufkommens ist mit großen Unsicherheiten behaftet.

Simulationsgestützte Schichtplanung im Transportdienst

- EDV-gestützter Transportdienst
- Simulation des Transportdienstes
- Ergebnisse einer aktuellen Studie
- Schlussfolgerungen



Disposition im krankenhausinternen Transportwesen

Transportzentrale mit klassischen Medien

- Telefon
- Pager
- Notizpapier
- ...

	Jäger	Nett
Fahrdienst	Col- Endos	Col- Endos 150
Schmitt Ute	(Edeli) LW	(Knopp) SW
H2- Kardioamb	Reith	Frub
(Knopp) läuft	H3- Sono	+13- Sono
Engel	8 ¹⁵ (Seyfert) Bett	8 ³⁰ (Fregot) SW
36- Endos	Schuchill	Sierke
10 ⁴⁵ (Rehl)	W3- Dial	W3- Dial
	(Seyfert) SW	(Frennt.) SW
CG- Amb	Arslankepe	
(Rehl)	E4- ANoOP	E1- NeOP
Reichmann	(Beyer)	(Fregot)
+11- Sono	Schumacher	Größ
8 ⁴⁵ (Beyer) läuft	Je- HKL3	H3- UroOP
	(Frennt.)	(Knopp) Bett
		13 ¹⁵ (Edeli) Bett


EDV-basierter Transportdienst

Elektronische...

- Auftragserfassung
- Disposition
- Kommunikation
- Auftragsdurch-führung
- Dokumentation

Beispiel Opti-TRANS®

Opti-Trans
Transportaufträge disponieren
Angemeldet: Müller



Opti-Trans Menü

- ▼ Transportaufträge
 - ▶ Patiententransport erfassen
 - ▶ Materialtransport erfassen
 - ▶ Anzeigen
- Disponieren**
- ▶ Benutzerverwaltung
- ▼ Stammdaten
 - ▶ Organisation
 - ▶ Einstellungen
- Abmelden

Transportaufträge									
Nr.	Typ	Status	Priorität	Start	Ziel	Datum	Von	Bis	Abholtermin
1	PT	abgeschlossen	hoch	Kinderstation	Op	22.07.04	08:45	09:15	Nein
2	PT	abgeschlossen	hoch	Kinderstation	Op	22.07.04	08:50	09:20	Nein
3	PT	abgeschlossen	normal	Innere Medizin	Röntgenabteilung	22.07.04	09:00	10:00	Nein
4	PT	abgeschlossen	hoch	HNO	Röntgenabteilung	22.07.04	09:00	09:30	Ja
5	PT	abgeschlossen	Notfall	HNO	Röntgenabteilung	22.07.04	09:10	09:25	Ja
6	PT	abgeschlossen	normal	Kinderstation	HNO	22.07.04	09:30	10:30	Nein
7	PT	abgeschlossen	normal	Intensiv	Chirurgie	22.07.04	09:30	10:30	Nein
8	PT	aktiv	normal	Chirurgie	Physikalische Therapie	22.07.04	10:00	11:00	Nein
9	PT	aktiv	Notfall	Intensiv	Op	22.07.04	10:05	10:20	Ja
10	PT	aktiv	normal	Chirurgie	HNO	22.07.04	10:20	11:20	Nein

« 1 / 2 »

Transportteam

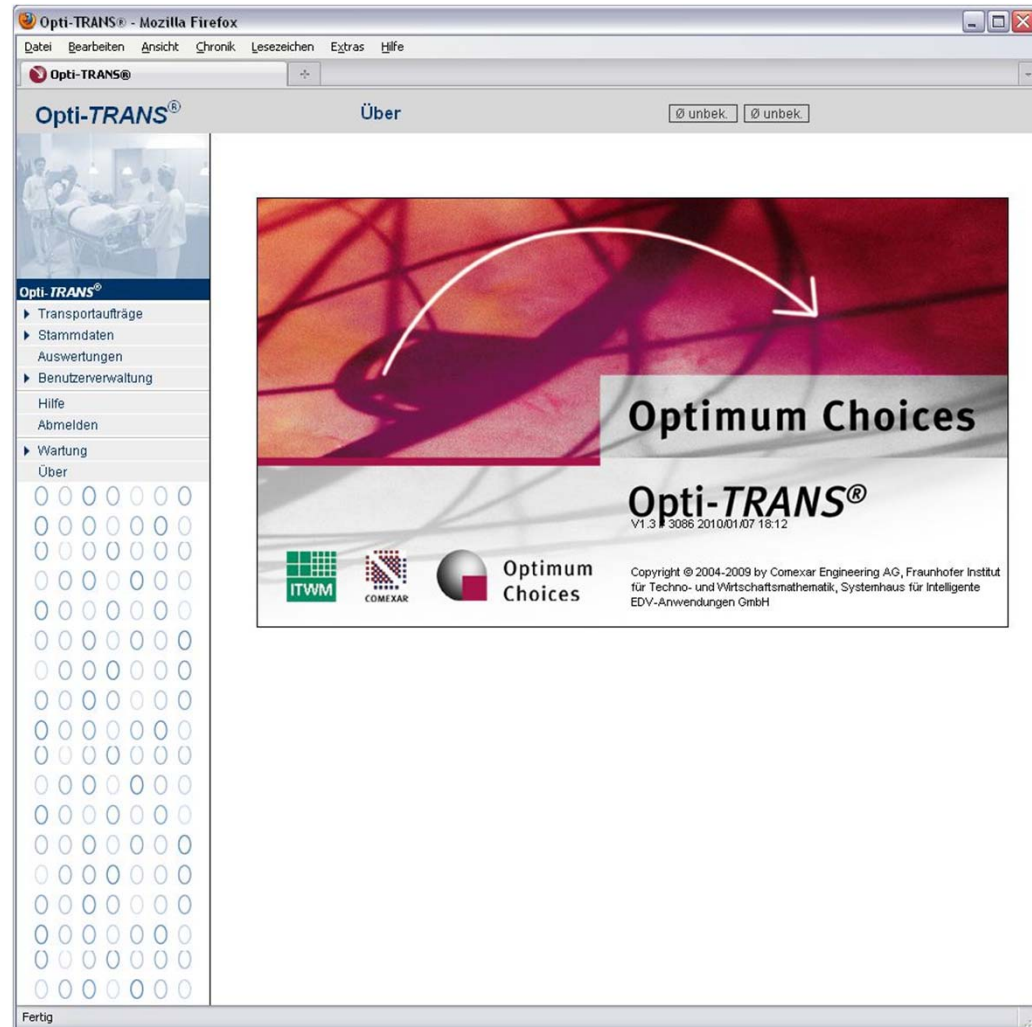
Zeige Stunden ab Uhr

	08:00				09:00				10:00				11:00			
	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
KTW 1 Weber Lisa; Huber Karl-Heinz																
KTW 2 Meier Hans; Albert Klaus																
KTW 3 Pfister Peter; Moser Rainer																
KTW 4 Weber Holger; Jansen Rolf																
RTW 1 Müller Fritz; Adler Nadine																
Hublader Molitor Anne; Kohn Slavomir																

Opti-TRANS – EDV System für das Transportwesen

Opti-TRANS Kernpunkte:

- Web-Anwendung
- dezentral
- Anbindung von
 - Stationen
 - Funktionsstellen
 - Transportzentrale
 - Transportmitarbeiter
- Entwicklungspartnerschaft
 - SIEDA
 - ITWM
 - (Comexar)



Ziele bei der Disposition im Transportdienst

1. Einhalten von Terminen (Qualität)

- möglichst nah an die angeforderten Zeiten disponieren

2. Vermeidung von Leerwegen (Effizienz)

- Aufträge so verketteten, dass Leerwege möglichst kurz sind

3. Gleichmäßige Arbeitslast (Mitarbeiterzufriedenheit)

- allen Transportmitarbeitern möglichst gleich viel Arbeit geben

Ausbaustufen der Optimierungsunterstützung von Opti-TRANS

Basismodul	dezentrale Erfassung von Aufträgen, manuelle Disposition, Kommunikation, Dokumentation, keine Optimierungsalgorithmen	
Wegeberechnung	zus.: Abschätzung von Wegezeiten über Routing im Wegenetz, d.h. Ausführungsdauer von Aufträgen	
assistierte Disposition	zus.: Optimierungsalgorithmen ermitteln geeignete Mitarbeiter und passende Zeitpunkte	Zielfunktion: Termineinhaltung
(überwachte) autonome Disposition	zus.: Optimierungsalgorithmen weisen Aufträge Mitarbeitern zu	Zielfunktionen: - Termineinhaltung - Effizienz - gleichmäßige Arbeitslast

Opti-SIM – Simulation auf der Basis von Opti-TRANS

Voraussetzungen

- Opti-TRANS Basismodul und Wegenetz
- Speicherung der Auftrags-, Dispo- und Ausführungsdaten

Opti-SIM – Kernpunkte

- reales Auftragsaufkommen, reale Auftragseingänge
- real gemessene Ausführungsdauern
- simulierte Transportmitarbeiter (freie Wahl der Schichtbesetzung)
- Disposition durch Opti-TRANS Optimierungsmodul
- Technik: ereignisdiskrete Simulation

Opti-SIM arbeitet auf den realen Daten und mit dem Optimierungsmodul von Opti-TRANS: keine idealisierten Annahmen, kein „Schönrechnen“

Möglichkeiten durch Simulation mit Opti-SIM

Schichtplan entwickeln

- Gute Pünktlichkeit
- Effektiver Ressourceneinsatz

Ursachen für mangelnde Qualität (Pünktlichkeit) ermitteln

- zu wenig Mitarbeiter?
- suboptimale Disposition?
- externe Faktoren (aus Sicht des Transportdienstes)?

Beispiel einer Studie mit Opti-SIM

Status Quo im Patiententransport

- 7-8 Mitarbeiter im Tagdienst
- Ergänzung an den Randlagen (insbes. ab 14 Uhr)

Simulation

- Opti-SIM ermöglicht freie Konfiguration des Schichtplanzeiten
- Sechs gewählte Szenarien:
 - 5 Mitarbeiter
 - 6 Mitarbeiter
 - 7 Mitarbeiter
 - 5 Mitarbeiter mit Verstärkung durch 1,2 oder 3 Mitarbeiter

Szenarien für die Besetzung des Transportdienstes

Arbeitszeit der simulierten Mitarbeiter

- Mitarbeiter stehen theoretisch von 5 – 17 Uhr zur Verfügung
- Ziel dabei: alle Aufträge des Tagdienstes könnten prinzipiell pünktlich durchgeführt werden
- Gemessen wird jedoch die reale Einsatzzeit
 - Erfahrungswert 7:30 – 15:30 Uhr (7:00 – 16:00 Uhr)

Arbeitszeit der verstärkenden Mitarbeiter

- 8:30 – 13:30 Uhr

Simulation der Transportmitarbeiter

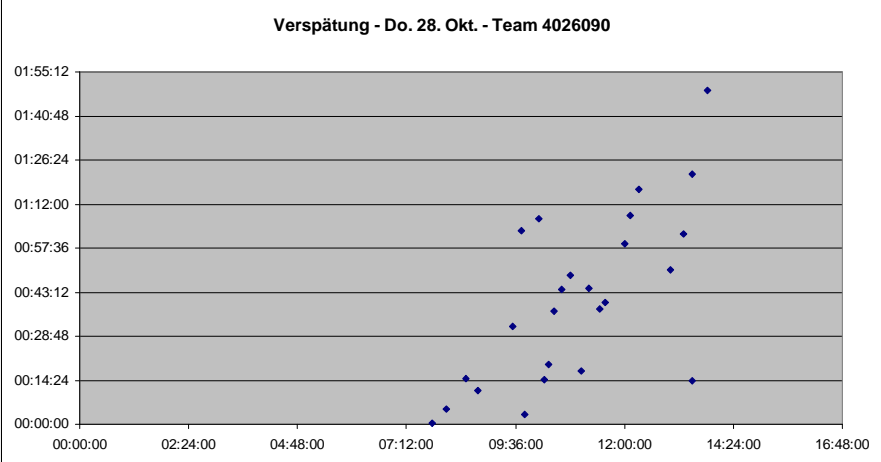
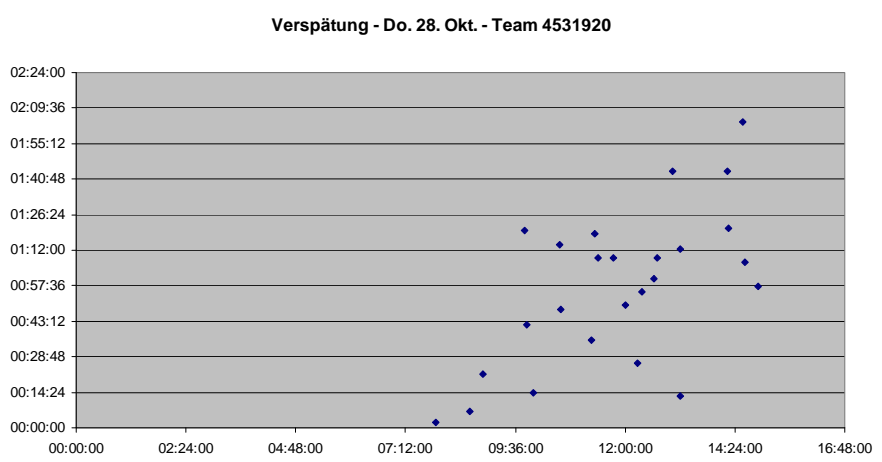
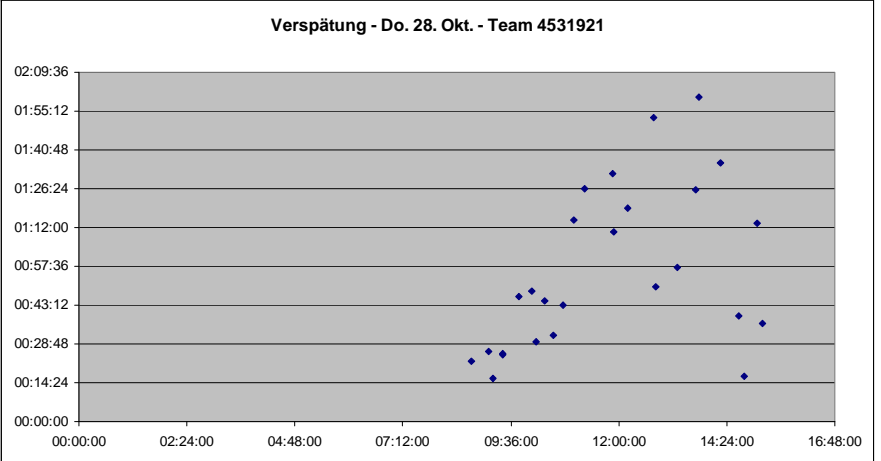
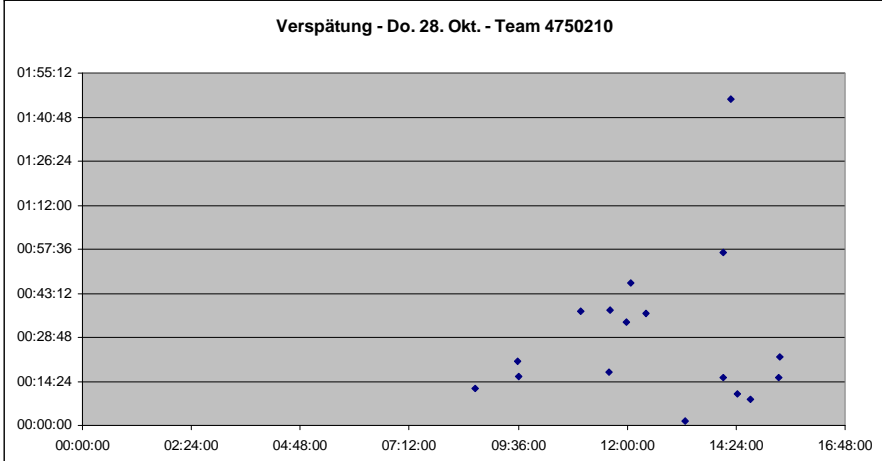
- Simulation macht Annahmen über die Arbeitsweise der Transportmitarbeiter
 - Wann werden Aufträge übermittelt?
 - Entscheidung über den nächsten Auftrag
 - Wann wird der Auftrag begonnen?
 - Rückkehr in die Transportzentrale
 - Buchung von Auftragsbeginn / -ende
 - Buchung von Pausen
 - Reaktion bei verlängerter Auftragsdauer

Ausschnitt aus der Tour eines Mitarbeiters

Lücke	Zeit	Auftrag	Verspätung	Wegdauer	Start	Ziel	Zeitfenster von	Zeitfenster bis	Zeitfenster Präferenz
	07:50:17	4806345		00:02:50	A13L Neurochirurgie	RZI Bucky 1 (Bettenwarte)	03.11.2010 07:40	03.11.2010 08:00	DeliverAtEnd
	08:01:18	4806345	00:01:18	00:04:33					
	08:01:42	4808384		00:04:33	A13L Neurochirurgie	RZI Bucky 1 (Bettenwarte)	03.11.2010 07:40	03.11.2010 08:00	DeliverAtEnd
	08:07:04	4808384	00:07:04	00:04:33					
00:29:17									
	08:36:21	4812237	00:03:21	00:08:24	Endoskopie	B25 KIM 2	03.11.2010 08:33	03.11.2010 08:53	PickupAtStart
	08:45:45	4812237		00:10:09					
	08:46:49	4812232		00:04:35	B23 KIM 4	EKG	03.11.2010 08:23	03.11.2010 08:43	DeliverAtEnd
	08:56:21	4812232	00:13:21	00:09:08					
	08:59:53	4812382	00:14:53	00:03:25	RZI Bucky 1 (Bettenwarte)	A10L KIM 1	03.11.2010 08:45	03.11.2010 09:05	PickupAtStart
	09:05:53	4812382		00:04:30					
	09:06:07	4809963		00:03:12	A8R Orthop?die	RZI Bucky 1 (Bettenwarte)	03.11.2010 08:40	03.11.2010 09:00	DeliverAtEnd
	09:13:44	4809963	00:13:44	00:04:15					
	09:14:15	4812074		00:04:14	A6R Orthop?die	EKG	03.11.2010 08:40	03.11.2010 09:00	DeliverAtEnd
	09:24:10	4812074	00:24:10	00:03:22					
	09:32:31	4812457	00:22:31	00:03:25	RZI Bucky 1 (Bettenwarte)	A8R Orthop?die	03.11.2010 09:10	03.11.2010 09:30	PickupAtStart
	09:43:22	4812457		00:04:15					
	09:43:33	4812383		00:03:11	A9L Chirurgie	B22-Ultraschall	03.11.2010 09:10	03.11.2010 09:30	DeliverAtEnd
	10:02:08	4812383	00:32:08	00:09:12					
	10:07:09	4812670		00:09:12	A9L Chirurgie	RZI DSA	03.11.2010 09:31	03.11.2010 09:51	DeliverAtEnd
	10:19:55	4812670	00:28:55	00:04:02					
	10:20:07	4811373		00:03:47	A10R KIM 1	RZI Bucky 1 (Bettenwarte)	03.11.2010 09:30	03.11.2010 09:50	DeliverAtEnd
	10:29:11	4811373	00:39:11	00:04:14					
	10:29:46	4812756	00:27:46	00:04:46	Endoskopie	B22 KIM 2	03.11.2010 10:02	03.11.2010 10:17	PickupAtStart
	10:41:51	4812756		00:10:45					

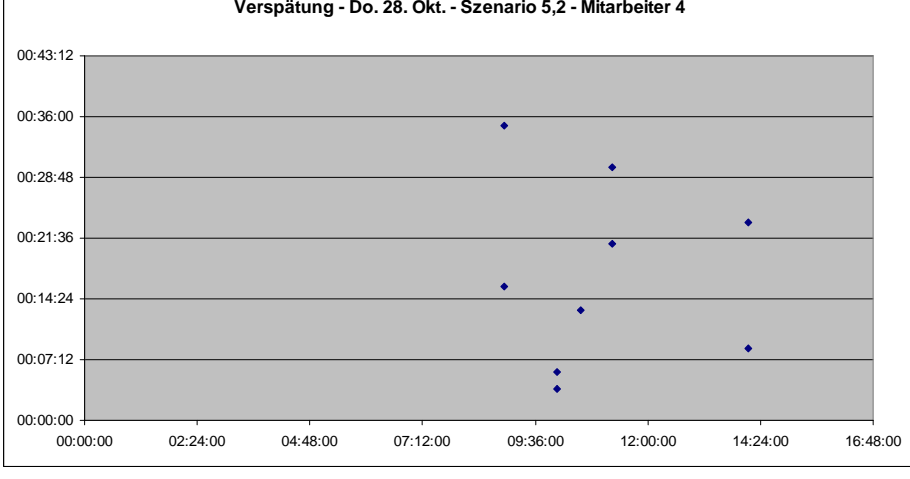
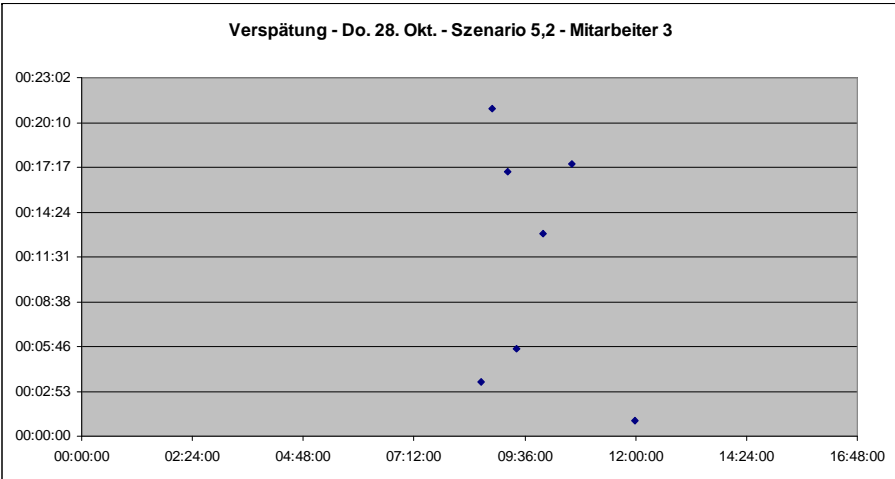
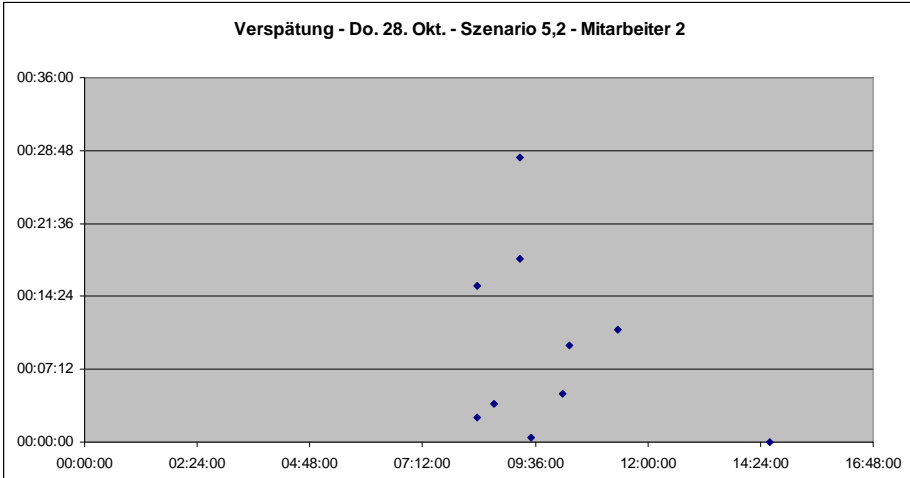
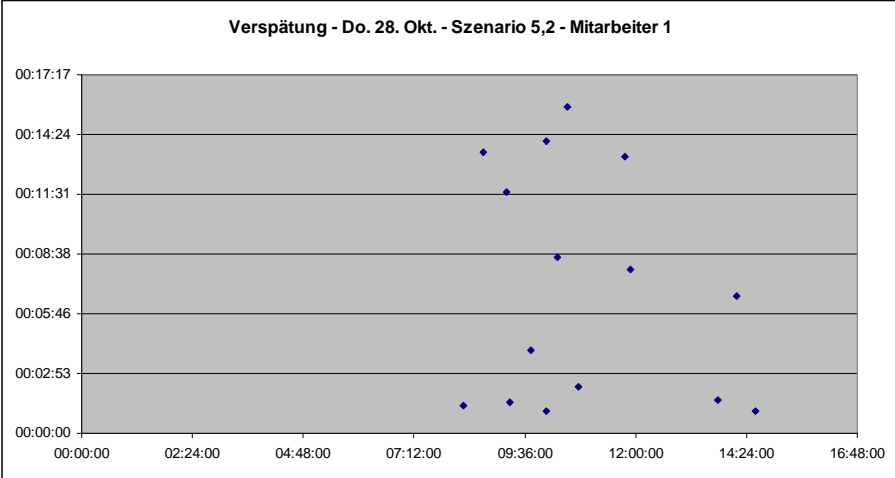
Verspätungen im realen Ablauf - Analyse

Do. 28. Okt. – 4 Mitarbeiter dargestellt



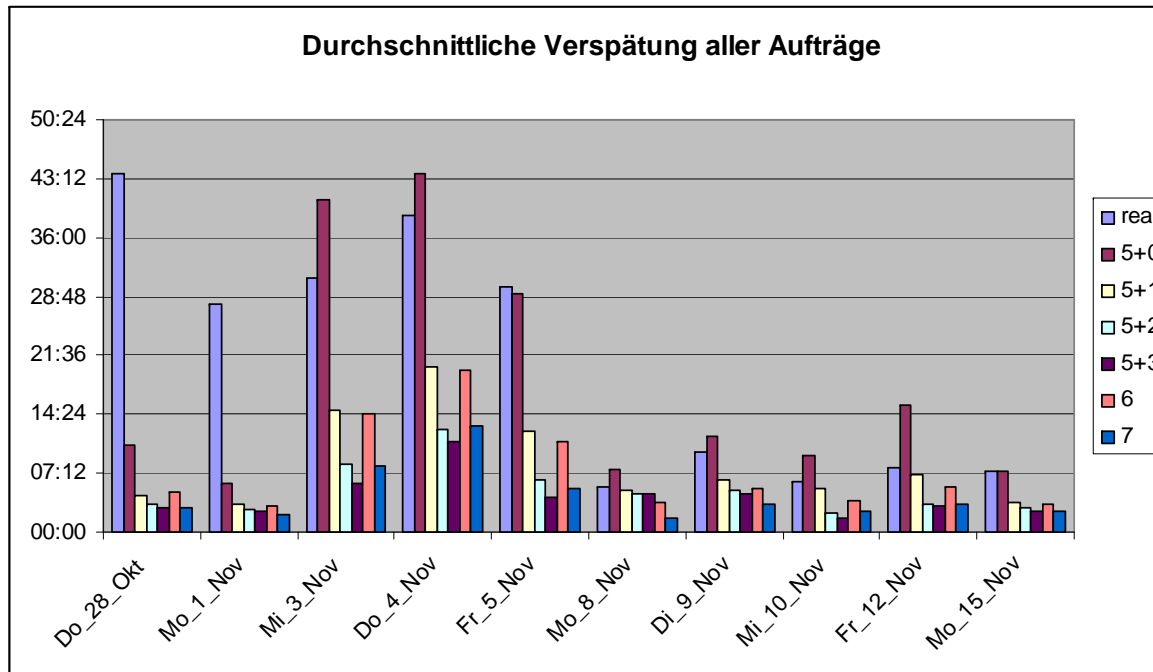
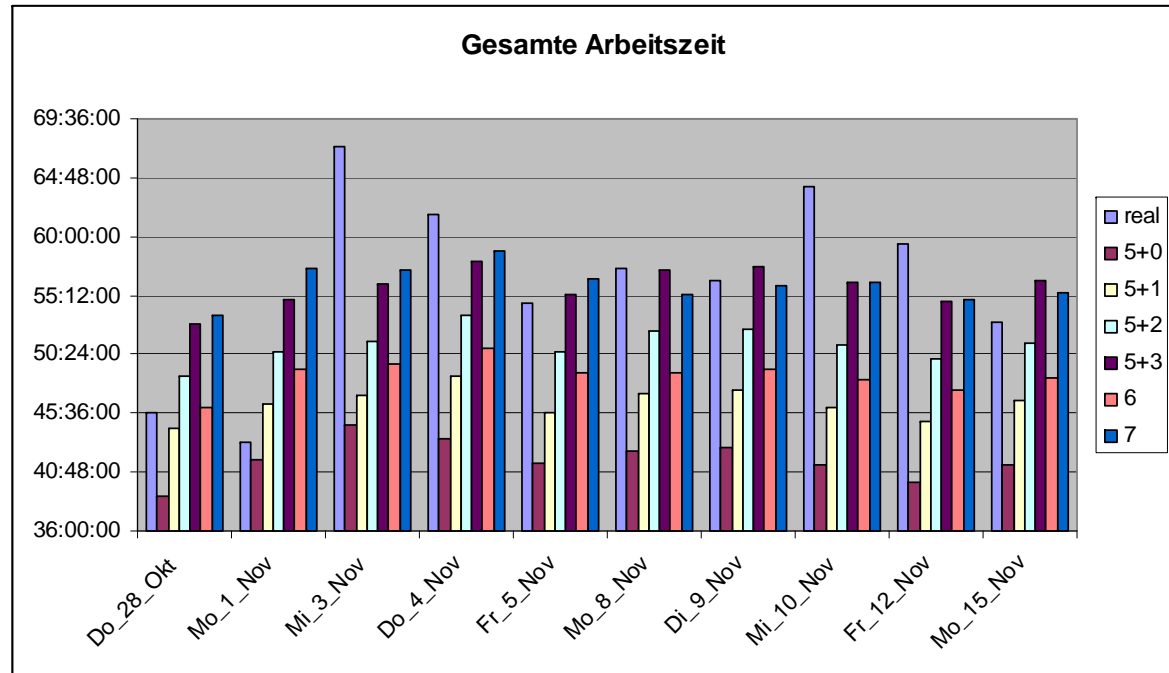
Verspätungsreduktion

Do. 28. Okt. – 4 simulierte Mitarbeiter im Szenario 5,2



Szenario	Anzahl Aufträge
Do_28_Okt	178
Mo_1_Nov	183
Mi_3_Nov	247
Do_4_Nov	213
Fr_5_Nov	222
Mo_8_Nov	191
Di_9_Nov	211
Mi_10_Nov	202
Fr_12_Nov	196
Mo_15_Nov	195

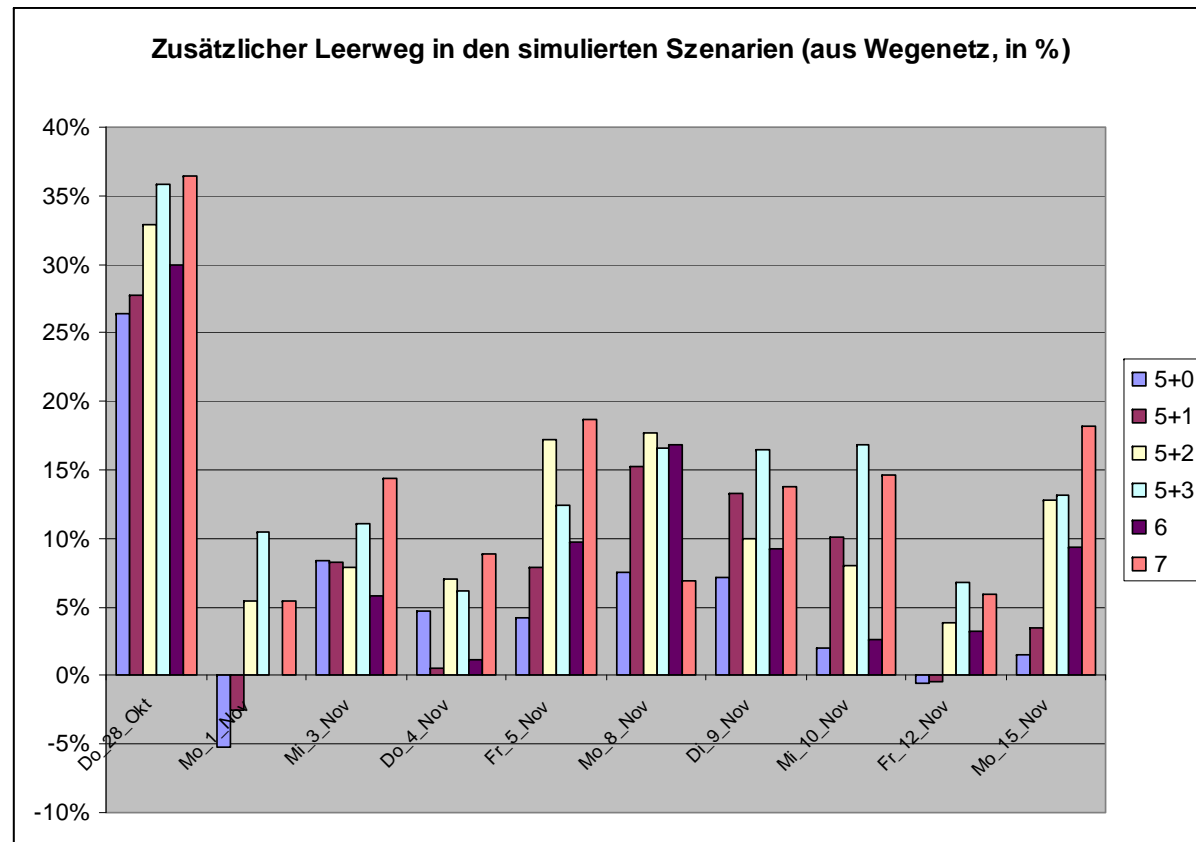
■ bestes Szenario 5+x,
x korreliert mit Anzahl der
Aufträge



- Reduktion der Verspätungen oder
- Reduktion der Arbeitszeit

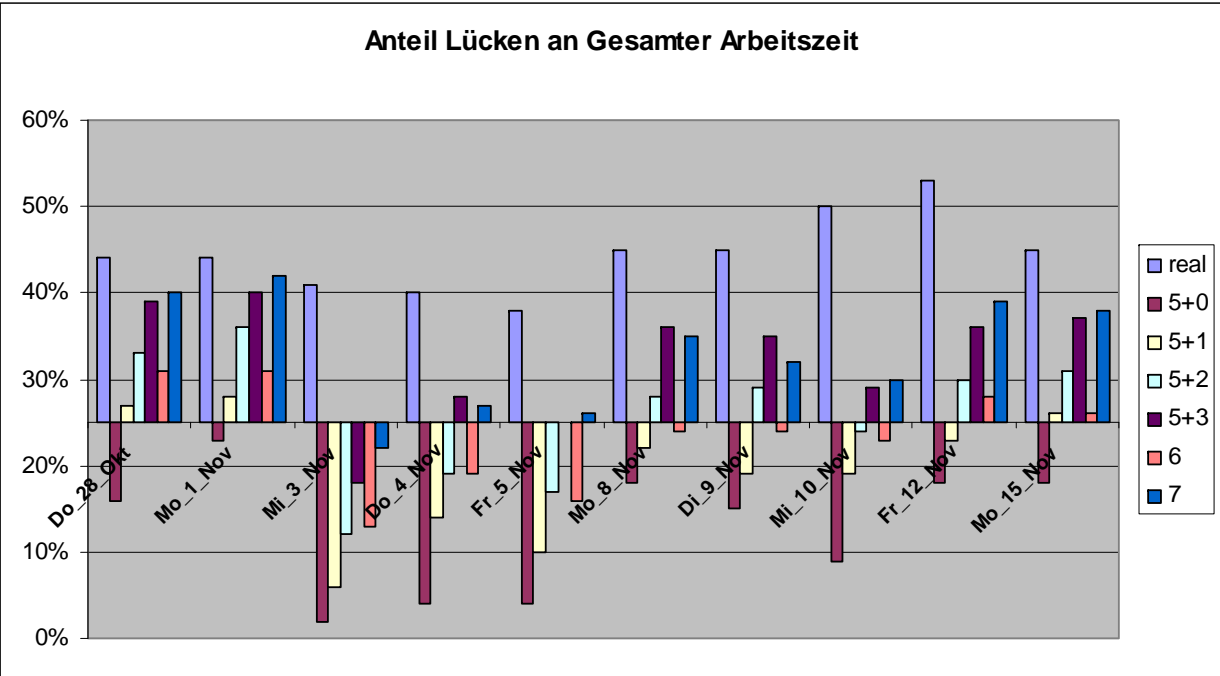
Effizienz - längere Leerwege in der Simulation

- in der Regel legen die simulierten Mitarbeiter maximal 15% zusätzlichen Leerweg zurück
- 28. Okt als Sonderfall (sehr gute Verkettung, aber sehr schlechte Pünktlichkeit)



Arbeitsbelastung – straffere Tagestouren in der Simulation

- Lücke = mind. 10 Minuten zwischen Ende eines Auftrages und Start des nächsten Auftrages
- Pufferfunktion
- Ermöglichung von Pausen
- angenommener Richtwert = 25%



Zusammenfassung

- Opti-SIM ist einsetzbar, wenn der Transportdienst über EDV läuft
- Opti-SIM beantwortet „what-if-Fragen“
 - Wie wäre Pünktlichkeit / Produktivität / Arbeitsbelastung gewesen?
bei:
 - Variation der Transportdienst-Besetzung
 - automatischer statt manueller Disposition
- Opti-SIM gibt fundierte Antworten:
 - Kann die Transportdisposition automatisiert werden?
 - Sind Optimierungspotenziale hinsichtlich Ressourcen vorhanden?
 - Was sind die Ursachen für mangelnde Pünktlichkeit?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.opti-trans.com

www.itwm.fraunhofer.de/opt

