



Einführung eines Staplerleitsystems in einem Umschlaglager

Ermittlung der optimalen Anzahl von Gabelstaplern und die Auswirkungen auf Fahrstrecke und Fahrzeit

ML 301 Supply Chain Management

Prof. Dr. Stefan Bongard

Bearbeitet von

Anna Hajncel 618564

Gülcan Güngör 614386

Inhaltsverzeichnis

1. Ziel der Simulation und wesentliche Annahmen	3
2. Szenarien	4
2.1 Szenario 1: Ermittlung der Produktivität der Gabelstapler	4
2.1.1 Vorgehensweise.....	5
2.1.2 Ergebnisdarstellung durch Simulationscockpits.....	6
2.2 Szenario 2: Ermittlung der Gesamtstrecke in Abhängigkeit von der Anzahl der Gabelstapler	7
2.2.1 Vorgehensweise.....	8
2.2.2 Ergebnisdarstellung durch Simulationscockpits.....	8
2.3 Szenario 3: Ermittlung der Gesamtabwicklungszeit in Abhängigkeit von der Anzahl der Gabelstapler.....	10
2.3.1 Vorgehensweise.....	10
2.3.2 Ergebnisdarstellung durch Simulationscockpits.....	11

1. Ziel der Simulation und wesentliche Annahmen

Die Grundlage dieses Projektes im Fach Supply Chain Management-Simulationen, beruht auf der Einführung eines Staplerleitsystems in einem Umschlaglager. In diesem Projekt werden zwei Situationen gegenübergestellt, die bisherige Ist- Situation ohne einen Staplerleitsystem und die zukünftige Situation mit einem Staplerleitsystem. Die o.g. Ausgangssituationen werden in vier Perioden wiederholt. Die Perioden unterscheiden sich immer in der Anzahl der Einlagerungsaufträge und der Auslagerungsaufträge. In dem ersten Szenario wird die Produktivität der Gabelstapler ermittelt. Anhand der Produktivität kann die optimale Anzahl der Gabelstapler ermittelt werden, die aufgrund der unterschiedlichen Einlagerungs- und Auslagerungsaufträge variieren kann.

Um dieses Modell simulieren zu können wurden wesentliche Annahmen getroffen. Die zu optimierenden Ein- und Auslagerungsaufträge beziehen sich immer auf sortenreine Paletten, die in einem Regallager zwischengelagert werden. Bei der Ist- Situationen werden die sortenreinen Paletten in einem Fixplatzlager aufbewahrt. Dabei werden die Ein- bzw. Auslagerungsvorgänge ohne die technische Unterstützung eines Staplerleitsystems durchgeführt. Die Soll- Situationen, mit der Unterstützung eines Leitsystems basiert auf der chaotischen Lagerung. Die organisatorische Abwicklung und die Auftragszuweisung an die freien Gabelstapler werden automatisch und beleglos durch das Leitsystem übernommen. Durch den Einsatz von einem Staplerleitsystem können unter anderem Doppelspiele eingeführt werden und dadurch die Anzahl der Fahrten reduziert werden. Zusätzlich werden die Suchfahrten und Leerfahrten reduziert. Eine weitere wichtige Annahme bei der Simulation ist die gegenseitige Behinderung der Gabelstapler, dieser nimmt mit der Anzahl der Gabelstapler zu.

Die im Consideo Modeler durchgeführte Analyse soll einen Aufschluss darüber geben, inwieweit der Einsatz von einem Staplerleitsystem die Gesamtstrecke der Gabelstapler sowie deren Arbeitszeit für die vorgegebenen Ein- und Auslagerungsvorgänge beeinflussen kann.

2. Szenarien

Die Simulationsszenarien beziehen sich wie o.g. auf drei Dimensionen: Die Produktivität der Gabelstapler, die gefahrene Gesamtstrecke und die Gesamtabwicklungszeit. Die Einführungskosten eines Gabelstaplerleitsystems, sowie deren Instandhaltungskosten sind nicht Bestandteil dieses Projektes. Dieser kann in Folgeprojekten simuliert werden. Der zeitliche Betrachtungszeitraum beginnt am 1.11.2011 und endet am 31.12.2012. Der Betrachtungszeitraum lässt sich dabei in vier Perioden mit je 2 Wochen unterteilen. In der ersten Periode werden dabei 50 Ein- und Auslagerungsaufträge simuliert. In der zweiten Periode wird eine verbesserte Auftragslage mit je 80 Aufträgen simuliert. In der dritten und vierten Periode werden 140 und 180 Aufträge angenommen.

Im Bereich "Problembeschreibung" in Cosideo wurde die Problemstellung der drei Szenarien kurz dargestellt, um einen einfachen Einstieg in die Thematik zu gewährleisten. Ebenso gibt der Bereich "Ziele" Auskunft über die gewünschten Simulationsergebnisse.

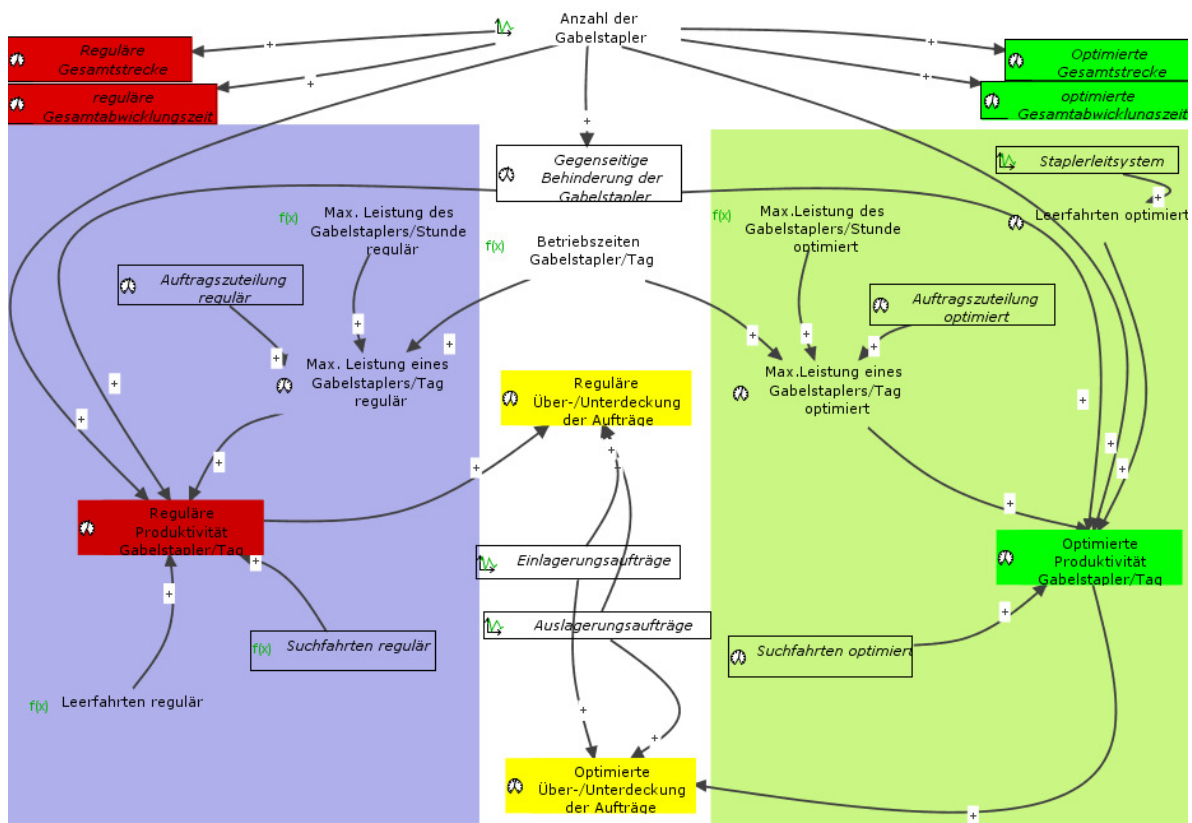
2.1 Szenario 1: Ermittlung der Produktivität der Gabelstapler

In dem Subsystem „Anzahl der Gabelstapler“ wird die Produktivität der Gabelstapler/Tag für die Ist-Situation und die Soll-Situation analysiert. Hier wird je Periode ermittelt, wie viele Gabelstapler eingesetzt werden müssen, um eine optimale Produktivität im Lager zu gewährleisten. In der Simulation ist die Anzahl der Gabelstapler auf maximal 15 Stück begrenzt. Gleichzeitig wird versucht, eine Über- bzw. Unterdeckung in der Produktion zu vermindern.¹

¹ In diesem Fall ist mit der Produktion die Anzahl der durchführbaren Ein- und Auslagerungsaufträge mit einer gegebenen Anzahl von Gabelstaplern zu verstehen.

2.1.1 Vorgehensweise

Um die Produktivität der Gabelstapler/Tag zu ermitteln wurden Faktoren wie z.B. maximale Leistung des Gabelstaplers/Stunde, Betriebszeit der Gabelstapler/Tag, Leerfahrten, Suchfahrten und die Zeit der Auftragszuteilung² mit einander in Beziehung gesetzt. Bei dem Ergebnis haben auch die Anzahl der Einlagerungs- bzw. Auslagerungsaufträge, die Anzahl der Gabelstapler und deren gegenseitige Behinderung einen enormen Einfluss.



² Zeit in dem ein Einlagerungs- bzw. Auslagerungsauftrag einem freien Gabelstapler zugeordnet wird.

2.1.2 Ergebnisdarstellung durch Simulationscockpits

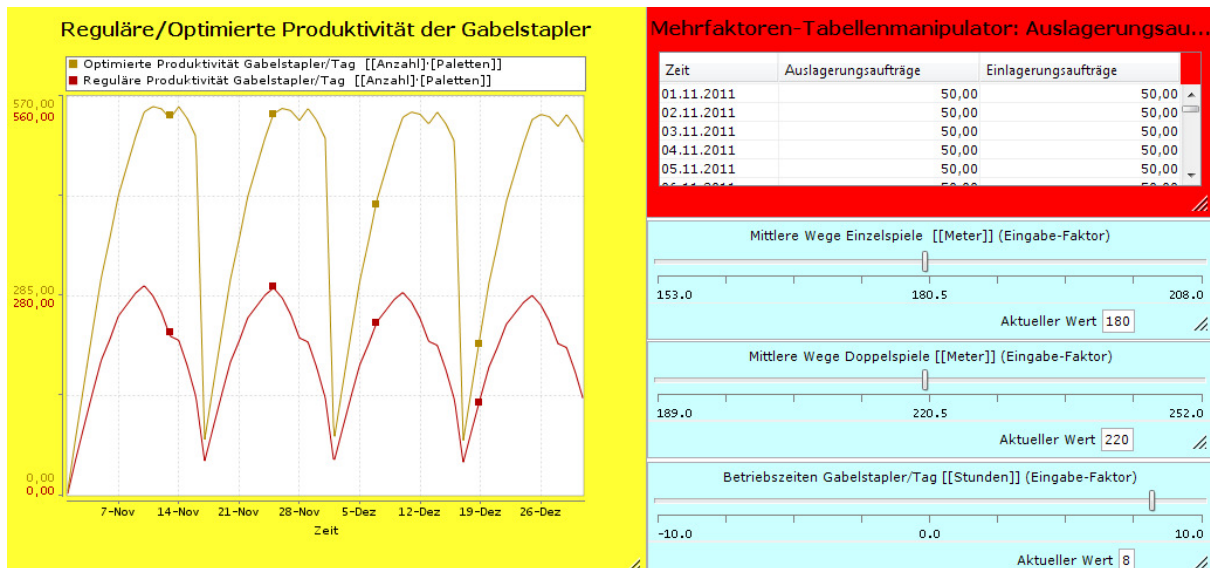
In den Dashboards lassen sich die Simulationsergebnisse darstellen. Hier kann man auf den ersten Blick erkennen, welche Anzahl von Gabelstaplern je Periode gewählt werden muss, um eine hohe Produktivität gewährleisten zu können. Die Differenz zwischen Produktivität/Tag und Anzahl der Ein- und Auslagerungsaufträge bildet die Über- bzw. Unterdeckung der Aufträge. Es lässt sich erkennen, dass zwischen 9 und 10 Gabelstapler die Produktivität am höchsten ist, danach sinkt die Produktivität aufgrund vom dem Einflussfaktor „Gegenseitige Beeinflussung der Gabelstapler“. Hier ist die Anzahl der Gabelstapler zu wählen, bei der die Überdeckung der Aufträge am geringsten ist. Dadurch lässt sich gewährleisten, dass alle Aufträge durch die Gabelstapler abgedeckt werden können.

Zeit	Reguläre Produktivität Ga...	Optimierte Produ...	Reguläre Über-/Unt...	Optimierte Über-/Un...	Auslagerungsaufträge [...]	Einlagerungsauftrag...	Anzahl der Gabelstapler [...]
29.11.2011	218,40	554,67	58,40	394,67	80,00	80,00	13,0
30.11.2011	182,93	537,60	22,93	377,60	80,00	80,00	14,0
01.12.2011	196,00	576,00	36,00	416,00	80,00	80,00	15,0
02.12.2011	50,23	81,36	-229,77	-198,64	140,00	140,00	1,0
03.12.2011	96,81	158,50	-183,19	-121,50	140,00	140,00	2,0
04.12.2011	142,48	234,58	-137,52	-45,42	140,00	140,00	3,0
05.12.2011	186,32	308,55	-93,68	28,55	140,00	140,00	4,0
06.12.2011	214,63	364,55	-65,37	84,55	140,00	140,00	5,0
07.12.2011	246,60	424,78	-33,40	144,78	140,00	140,00	6,0
08.12.2011	262,13	465,99	-17,87	185,99	140,00	140,00	7,0
09.12.2011	277,65	507,20	-2,35	227,20	140,00	140,00	8,0
10.12.2011	287,70	542,07	7,70	262,07	140,00	140,00	9,0
11.12.2011	274,00	549,47	-6,00	269,47	140,00	140,00	10,0
12.12.2011	251,17	546,30	-28,83	266,30	140,00	140,00	11,0
13.12.2011	219,20	532,56	-60,80	252,56	140,00	140,00	12,0
14.12.2011	213,72	549,47	-66,28	269,47	140,00	140,00	13,0
15.12.2011	179,01	532,56	-100,99	252,56	140,00	140,00	14,0
16.12.2011	191,80	570,60	-88,20	290,60	140,00	140,00	15,0
17.12.2011	49,50	80,85	-310,50	-279,15	180,00	180,00	1,0
18.12.2011	95,40	157,50	-264,60	-202,50	180,00	180,00	2,0
19.12.2011	140,40	233,10	-219,60	-126,90	180,00	180,00	3,0
20.12.2011	183,60	306,60	-176,40	-53,40	180,00	180,00	4,0
21.12.2011	211,50	362,25	-148,50	2,25	180,00	180,00	5,0
22.12.2011	243,00	422,10	-117,00	62,10	180,00	180,00	6,0
23.12.2011	258,30	463,05	-101,70	103,05	180,00	180,00	7,0
24.12.2011	273,60	504,00	-86,40	144,00	180,00	180,00	8,0
25.12.2011	283,50	538,65	-76,50	178,65	180,00	180,00	9,0
26.12.2011	270,00	546,00	-90,00	186,00	180,00	180,00	10,0
27.12.2011	247,50	542,85	-112,50	182,85	180,00	180,00	11,0

In dem Diagramm ist zu erkennen, dass die Produktivität ab einem bestimmten Punkt sinkt, diese Situation tritt in jeder Periode auf.

Außerdem können in den Dashboards Veränderungen bei den Faktoren vorgenommen werden. Durch den Schiebemanipulator lassen sich die „mittleren Wege der Einzelspiele“, die „mittleren Wege der Doppelspiele“, sowie die „Betriebszeiten Gabelstapler/Tag“ modifizieren. Durch den Mehrfaktoren-

Tabellenmanipulator lassen sich die „Einlagerungsaufträge“ und die „Auslagerungsaufträge“ verändern. Dadurch ist gewährleistet, dass Simulation auch noch durchgeführt werden kann, wenn sich Faktoren mit der Zeit verändern.

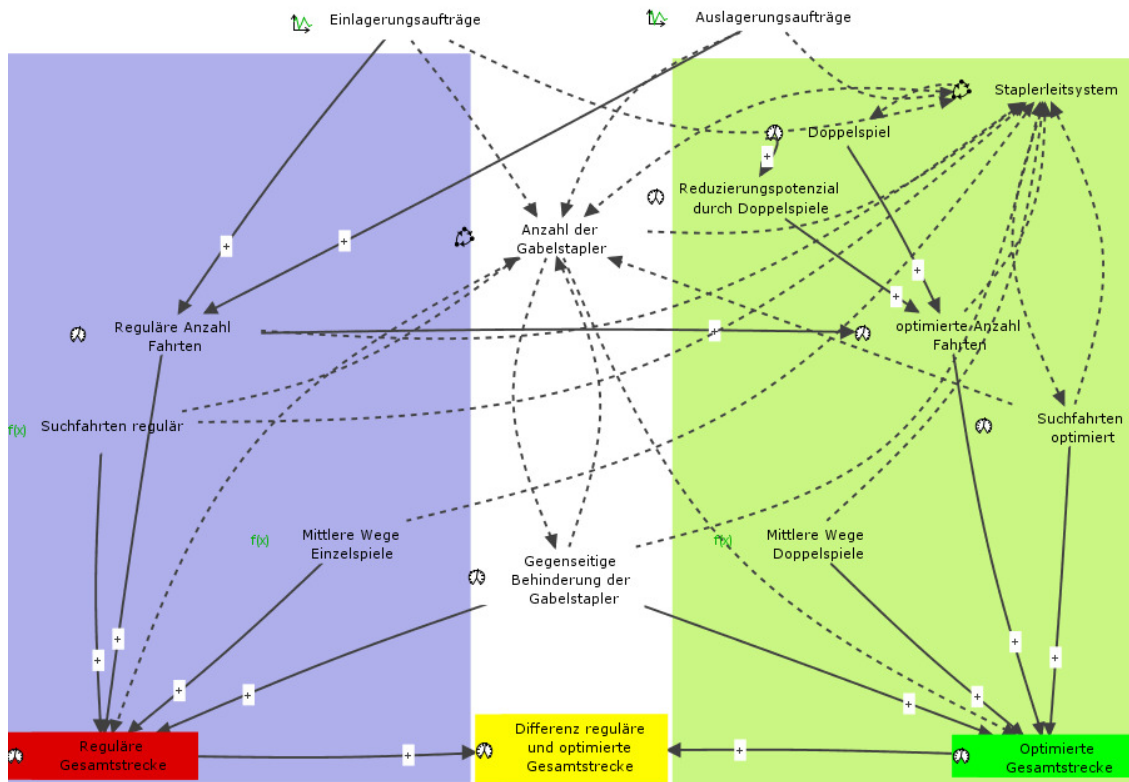


2.2 Szenario 2: Ermittlung der Gesamtstrecke in Abhängigkeit von der Anzahl der Gabelstapler

In dem vorherigen Submodell „Anzahl der Gabelstapler“ wurde die optimale Anzahl der Gabelstapler ausgewählt. Ausgehend von dieser Anzahl, kann in dieser Sicht die gefahrene Gesamtstrecke mit einem Staplerleitsystem und ohne einem Staplerleitsystem abgelesen werden. Das Ziel dabei ist es zu erkennen, ob es zu einer Verbesserung bzw. einer Verkürzung der Gesamtstrecke kommt und welches Ausmaß die Verbesserung hat. Dadurch lässt sich das Optimierungspotenzial durch den Einsatz von einem Staplerleitsystem erkennen.

2.2.1 Vorgehensweise

Die reguläre Gesamtstrecke (ohne einen Staplerleitsystem) und die optimierte Gesamtstrecke (mit einem Staplerleitsystem) werden durch die Faktoren wie z.B. „Suchfahrten“, „Anzahl Fahrten“, „mittleren Wege“, „Anzahl der Gabelstapler“, „Gegenseitige Behinderung der Gabelstapler“ beeinflusst.



2.2.2 Ergebnisdarstellung durch Simulationscockpits

In dieser Tabelle ist zu erkennen, wie sich die „reguläre Gesamtstrecke“ und die „optimierte Gesamtstrecke“ in Abhängigkeit zu der „Anzahl der Gabelstapler“ verändern. Ein zusätzlicher Einflussfaktor sind die „Einlagerungs- bzw. Auslagerungsaufträge“. Es ist zu erkennen, dass mit der zunehmenden Anzahl von Gabelstapler, die Gesamtstrecke steigt. Dies lässt sich durch den Faktor „Gegenseitige Behinderung der Gabelstapler“ begründen. Hier geht man davon aus, dass je mehr Gabelstapler in einem Lager arbeiten, die gegenseitige Behinderung umso größer ist.

Eigenschaften - Nicht-Bestands-Faktor "Gegenseitige Behinderung der Gabelstapler"

Beschreibung Formel-Editor Wertebeziehung Vergleichswerte 1 Vergleichswerte 2

Abhängigkeiten

Name	Wirkung	Einheit
Anzahl der ...	+	[Anzahl]

Funktionen Tastenfeld

Formel

```
if([Anzahl der Gabelstapler]<=1,0;if([Anzahl der Gabelstapler]==2,0.02;if([Anzahl der Gabelstapler]==3,0.03;if([Anzahl der Gabelstapler]==4,0.04;if([Anzahl der Gabelstapler]==5,0.08;if([Anzahl der Gabelstapler]==6,0.10;if([Anzahl der Gabelstapler]==7,0.14;if([Anzahl der Gabelstapler]==8,0.17;if([Anzahl der Gabelstapler]==9,0.2;if([Anzahl der Gabelstapler]==10,0.25;if([Anzahl der Gabelstapler]>10,0.25)))))
```

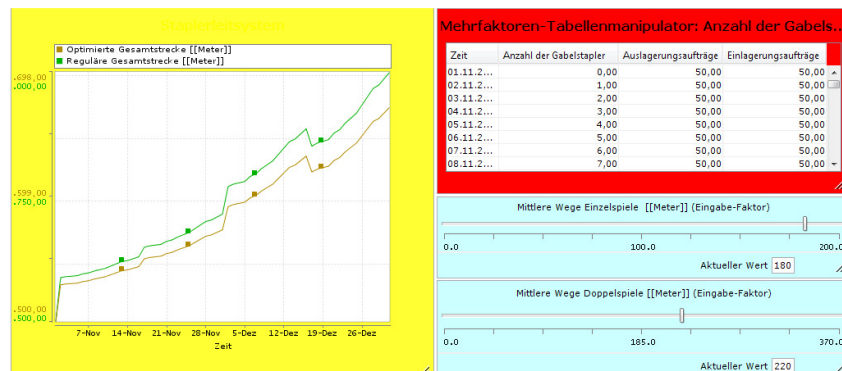
Gute Formel!

Benutze Wertebeziehung

OK Abbrechen

Reguläre/Optimierte Gesamtstrecke der Gabelstapler

Zeit	Anzahl d...	Optimierte Gesamtstre...	Reguläre Gesamtstrecke...	Differenz regulär...	optimierte Anzahl Fahrte...	Reguläre Anzahl ...	Gegenseitige Behi...	Reduzierung
Initial								
01.11.2011	0,00	0,00	0,00	0,00	140,00	200,00	0,00	
02.11.2011	1,00	33.264,00	39.600,00	-6.336,00	140,00	200,00	0,00	
03.11.2011	2,00	33.880,00	40.320,00	-6.440,00	140,00	200,00	0,02	
04.11.2011	3,00	34.188,00	40.680,00	-6.492,00	140,00	200,00	0,03	
05.11.2011	4,00	34.496,00	41.040,00	-6.544,00	140,00	200,00	0,04	
06.11.2011	5,00	35.728,00	42.480,00	-6.752,00	140,00	200,00	0,08	
07.11.2011	6,00	36.344,00	43.200,00	-6.856,00	140,00	200,00	0,10	
08.11.2011	7,00	37.576,00	44.640,00	-7.064,00	140,00	200,00	0,14	
09.11.2011	8,00	38.500,00	45.720,00	-7.220,00	140,00	200,00	0,17	
10.11.2011	9,00	39.424,00	46.800,00	-7.376,00	140,00	200,00	0,20	
11.11.2011	10,00	40.964,00	48.600,00	-7.636,00	140,00	200,00	0,25	
12.11.2011	11,00	42.504,00	50.400,00	-7.896,00	140,00	200,00	0,30	
13.11.2011	12,00	44.044,00	52.200,00	-8.156,00	140,00	200,00	0,35	
14.11.2011	13,00	44.660,00	52.920,00	-8.260,00	140,00	200,00	0,37	
15.11.2011	14,00	45.892,00	54.360,00	-8.468,00	140,00	200,00	0,41	
16.11.2011	15,00	47.124,00	55.800,00	-8.676,00	140,00	200,00	0,45	
17.11.2011	1,00	53.222,40	63.360,00	-10.137,60	224,00	320,00	0,00	
18.11.2011	2,00	54.208,00	64.512,00	-10.304,00	224,00	320,00	0,02	
19.11.2011	3,00	54.700,80	65.088,00	-10.387,20	224,00	320,00	0,03	

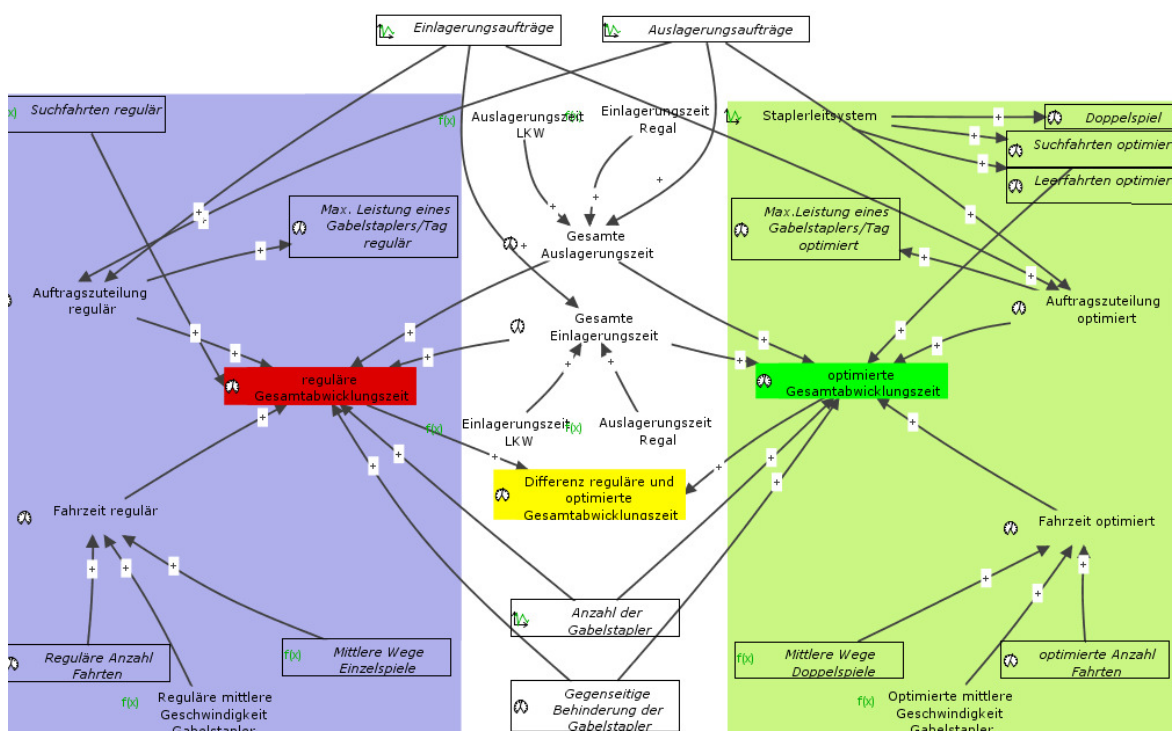


2.3 Szenario 3: Ermittlung der Gesamtabwicklungszeit in Abhängigkeit von der Anzahl der Gabelstapler

In dem Submodell „Staplerleitsystem“ wird die „reguläre Gesamtabwicklungszeit“ und die „optimierte Gesamtabwicklungszeit“ der Ein- und Auslagerungsvorgänge ermittelt, die sich wesentlich mit der Anzahl der Gabelstapler verändern. Ziel dabei ist es, das Optimierungspotenzial durch den Einsatz eines Gabelstaplerleitsystems zu ermitteln, diesmal aber nicht in Bezug auf die Strecke, sondern auf die Zeit.

2.3.1 Vorgehensweise

Wichtige Einflussfaktoren sind wie in den anderen Modellen auch die „Such- und Leerfahrten“, oder „die Anzahl der Gabelstapler“. In diesem Submodell kommen andere Einflussfaktoren wie z.B. die „Geschwindigkeit der Gabelstapler“, die „gesamte Einlagerungszeit“ und die „gesamte Auslagerungszeit“ hinzu. Ein wichtiger Faktor ist die „max. Leistung eines Gabelstaplers/Tag“.



2.3.2 Ergebnisdarstellung durch Simulationscockpits

In dieser Darstellung ist zu erkennen, dass die „Gesamtabwicklungszeit“ sowohl in der Ist- Situation als auch in der Soll- Situation mit der zunehmenden Anzahl von Gabelstaplern wesentlich sinkt.

Zeit	Anzahl der Gabelsta...	optimierte Gesamtabwick...	reguläre Gesamtabwicklu...	Einlagerungsauftrag...	Auslagerungsauftrag...	optimierte Anzahl Fa...	Reguläre A...
Initial							
01.11.2011	0,00	∞	∞	50,00	50,00	140,00	200,00
02.11.2011	1,00	588,60	1.160,00	50,00	50,00	140,00	200,00
03.11.2011	2,00	295,58	586,00	50,00	50,00	140,00	200,00
04.11.2011	3,00	197,48	392,67	50,00	50,00	140,00	200,00
05.11.2011	4,00	148,43	296,00	50,00	50,00	140,00	200,00
06.11.2011	5,00	119,77	241,60	50,00	50,00	140,00	200,00
07.11.2011	6,00	100,24	203,33	50,00	50,00	140,00	200,00
08.11.2011	7,00	86,65	177,71	50,00	50,00	140,00	200,00
09.11.2011	8,00	76,30	157,75	50,00	50,00	140,00	200,00
10.11.2011	9,00	68,25	142,22	50,00	50,00	140,00	200,00
11.11.2011	10,00	62,07	131,00	50,00	50,00	140,00	200,00
12.11.2011	11,00	57,01	121,82	50,00	50,00	140,00	200,00
13.11.2011	12,00	52,79	114,17	50,00	50,00	140,00	200,00
14.11.2011	13,00	48,93	106,31	50,00	50,00	140,00	200,00
15.11.2011	14,00	45,80	100,43	50,00	50,00	140,00	200,00
16.11.2011	15,00	43,09	95,33	50,00	50,00	140,00	200,00
17.11.2011	1,00	941,76	1.856,00	80,00	80,00	224,00	320,00
18.11.2011	2,00	472,93	937,60	80,00	80,00	224,00	320,00
19.11.2011	3,00	315,97	628,27	80,00	80,00	224,00	320,00

In dem Diagramm führen die vier Perioden mit den unterschiedlich hohen Ein- und Auslagerungsaufträgen zu Sprüngen in der Entwicklung. Man kann beobachten, dass mit einer zunehmenden Anzahl von Gabelstaplern die Abwicklungszeit abnimmt, aber in der nächsten Periode steigt, da wieder von einem Gabelstapler ausgegangen wird. Auch hier ist es möglich Faktoren mit Hilfe von Mehrfaktoren-Tabellenmanipulatoren und Schiebemanipulatoren zu modifizieren.

