Markt-basierter Ansatz

Anfang der 90er Jahre erfolgten Steuerungsprozesse klassischer Weise durch eine zentrale Instanz. Dieser Gedanke eines zentralen Steuerungsprozesses wurde in der Praxis erstmals von Morley (1992) umgeworfen. Im zentralisierten Steuerungsprozess wurde jede ankommende Karosserie durch einen zentralen Disponent einer Kabine zugeteilt. Dies führte im Ergebnis z. B. dazu, dass eine einzelne Lackierkabine erst rot, dann schwarz und später blau auf die Karosserie auftrug.

Morleys Ansatz änderte dies grundlegend: Jede Lackierkabine repräsentiert einen Markteilnehmer, einen Agenten. Jeder Agent kann dabei auf einen ankommenden Auftragstyp bieten. Ein Auftragstyp ist in diesem Zusammenhang, das Auftragen einer bestimmten Farbe auf eine Karosserie. Diese werden weiterhin kontinuierlich durch das Transportsystem angeliefert und müssen die vom Kunden gewünschte Farbe aufgetragen bekommen.

Markträumungsmechanismus, d. h. alle Karosserien müssen bearbeitet werden (vgl. Bonabeau et al., 1999, S. 146)

Fällt eine Kabine aus, hat dies weniger Einfluss auf den Durchsatz, da die Zuteilung der Karosserien zu Kabinen online erfolgt (vgl. Bonabeau et al., 1999, S. 146).

Diesbezüglich führen die Interaktionen zwischen den Marktteilnehmern in diesem dezentral gesteuerten Marktmechanismus zu einer verbesserten Ressourcenallokation, als in einem System mit einer zentralen Steuerungsinstanz (vgl. Morley D., 1996).

Wie bereits erwähnt wurde, handelt es sich bei den Farbkabinen um Agenten, welche auf die aus der Fertigung kommenden Karosserien bieten. Diese Karosserien treffen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ein. Der Farbkabine mit dem höchsten Gebot wird infolgedessen die entsprechende Karosserie zugewiesen, welche sich an das Ende der dort befindlichen Warteschlange einreiht.

Im marktbasierten Ansatz folgen die Farbkabinen vier einfachen Regeln. Die erste Regel besagt dabei, dass vorzugsweise eine Karosserie gewählt wird, welches keinen Farbwechsel bei der entsprechenden Farbkabine notwendig macht. Weiterhin sind insbesondere wichtige Aufträge zu bearbeiten sowie darauf zu achten, dass die Farbkabinen permanent im Einsatz sind, insoweit noch ausstehende Aufträge existieren. Wie bereits bekannt ist, wird in der abschließenden Regel formuliert, das kein Gebot für eine Karosserie abgegeben wird, wenn die Farbkabine ausgefallen oder die Warteschlange voll ist.

Hiernach entsteht sie Gebotsfunktion B_k nach Campos et al. (2001, S. 86), welche anstelle der ursprünglich von Morley angewendeten Funktion, welche jedoch nicht bekannt ist, gebraucht wird.

$$B_k = \frac{P \cdot w_i \cdot (1 + C \cdot c_{ik})}{\Delta T^L} \quad (1)$$

Jede Karosserie i ($\forall\ i = 1, \ldots, I$) besitzt einen Prioritätswert w_i sowie einen Farbwert c_i. Die Binärvariable c_{ik} nimmt hierbei den Wert 1 an, wenn die letzte Karosserie in der Warteschlange vor Kabine k, den gleichen Farbwert wie Karosserie i aufweist, welches noch keiner Kabine zugeteilt ist. Weiterhin stellt ΔT den Zeitraum dar, den es benötigt, bis Karosserie i ihre Farbe erhält. Es ergibt sich nun aus (1) der Zusammenhang, dass wachsende Werte von ΔT im Nenner der Gebotsfunktion die Höhe des Gebots mindern. Die Parameter P, C und L gewichten hierbei die Funktionsbestandteile.
Der Zeitraum ΔT bis Karosserie i seine Farbe bekommt, setzt sich wie folgt zusammen:

$$\Delta T = q_k \cdot t_p + n_k^f \cdot t_f + t_k^r \quad (2)$$

Hierbei bezeichnet q_k die Anzahl der Karosserien in der Warteschlange vor Farbkabine k sowie t_p die Zeit für die Farbgebung einer Karosserie. Somit stellt der Ausdruck $q_k \cdot t_p$ die benötigte Zeit für die Farbgebung aller in der Warteschlange vor Kabine k befindlichen Karosserien dar. Die Häufigkeit eines Farbwechsels von Kabine k wird durch n_k^f sowie die benötigte Zeit für den Wechsel der Farbe durch t_f ausgedrückt. Weiterhin bezeichnet t_k^r die verbleibende Farbgebungszeit der gerade in Kabine k befindlichen Karosserie.

Die Implementierung dieses Lösungsverfahrens in die Automobilindustrie führte zu einer Reduktion des Farbverbrauchs von 10 %, einer Senkung der Farbwechsel sowie einen höheren globalen Durchsatz (vgl. Bonabeau et al., 1999, S. 146).

Beispielrechnung:

Parameter:

$P = 1$, C= 10 , $L = 1$

Farbkabine 1

$w_1 = 10$; $c_{11} = 1$ (der Auftrag i entspricht der aktuellen Farbe in Kabine k)

$q_1 = 2$, $t_p = 3$ (min) , $n_1^f = 2$, $t_f = 3$ (min) , $t_1^r = 2$ (min)

$\Delta T = q_k \cdot t_p + n_k^f \cdot t_f + t_k^r$

$\Delta T = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 2$ = 14

$B_k = \frac{P \cdot w_i \cdot (1 + C \cdot c_{ik})}{\Delta T^L}$

$B_1 = \frac{1 \cdot 10 \cdot (1+10 \cdot 1)}{14^1}$ = 7,85

Farbkabine 2:

$w_1 = 10$; $c_{12} = 0$ (der Auftrag i entspricht nicht der aktuellen Farbe in Kabine k)

$q_2 = 1$, $t_p = 3$ (min) , $n_2^f = 0$, $t_f = 3$ (min) , $t_2^r = 1$ (min)

$\Delta T = q_k \cdot t_p + n_k^f \cdot t_f + t_k^r$

$\Delta T = 1 \cdot 3 + 0 \cdot 3 + 1$ = 4

$B_k = \frac{P \cdot w_i \cdot (1 + C \cdot c_{ik})}{\Delta T^L}$

$B_2 = \frac{1 \cdot 10 \cdot (1+10 \cdot 0)}{4^1}$ = 2,5

Es gewinnt Farbkabine 1. Der Auftrag muss dieser dann zugewiesen werden.