Optimale Mehrmaschinenbelegung mit Variantenwahl am Beispiel der chemischen Chargenfertigung

Author(s):
Groeflin, Heinz

Publication Date:
1977

Permanent Link:
https://doi.org/10.3929/ethz-a-000118544

Diss. ETH 5898

OPTIMALE MEHRMASCHINENBELEGUNG MIT VARIANTENWAHL AM BEISPIEL DER CHEMISCHEN CHARGENFERTIGUNG

ABHANDLUNG

zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

HEINZ GROEFLIN
dipl. Phys. ETH Zürich
geboren am 19. Oktober 1945
von Basel

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. F. Weinberg, Referent
Prof. Dr. C. A. Zehnder, Korreferent

1977

Es liegt nahe, das Reduktionsverfahren so zu erweitern, dass alle Einplanungen eines Produktes $j \in J$ verboten werden, die das Einplanen eines anderen Produktes $j' \in J - \{j\}$ verunmöglichen. Dies ausschöpfend durchzuführen ist jedoch rechenaufwendig und es wird deshalb folgender beschränktere Test betrachtet:

- Bestimme $\forall j \in J$, $\forall k \in K$:

$$\beta^f(j,k) = \begin{cases} \min \{\alpha^f(j,v_j) + \eta_{jv_jk} + d_{jv_jk} \mid v_j \in V_j\}, & \text{falls } k \in \bigcap_{v_j \in V_j} K_{j,v_j} \\ -\infty & \text{sonst,} \end{cases}$$

$$\alpha^s(j,k) = \begin{cases} \max \{\alpha^s(j,v_j) + \eta_{jv_jk} \mid v_j \in V_j\}, & \text{falls } k \in \bigcap_{v_j \in V_j} K_{j,v_j} \\ \infty & \text{sonst.} \end{cases}$$

  (Für die Bedeutung von η_{jv_jk} und d_{jv_jk}, siehe 1. 3. 1.) Mit anderen Worten, bestimme für jedes Produkt mit fest zugeordneten Maschinen k die "Spannen" $\beta^f(j,k)$, $\alpha^s(j,k)$ zwischen frühestem ET und spätestem AT von j auf k.

- Entferne aus dem Verfügbarkeitsraster des Produktes $j \in J$ jede Einplanung (α_j, v_j), welche eine Spanne eines anderen Produktes j' überdeckt: $\exists$ k und $j' \in J - \{j\}$ mit $r_{jkt}(\alpha_j, v_j) = 1$, $\forall t \in [\beta^f(j',k) - 1,\ \alpha^s(j',k)]$.

5. 3 Zusammenfassung und Flussdiagramm

Das gesamte Lösungsverfahren kann nun zusammengefasst werden:

Dem vorliegenden Maschinenbelegungsproblem ist der Wurzelknoten zugeordnet. Alle Lagrange-Multiplikatoren werden = 0 gesetzt und aktueller Knoten ist der Wurzelknoten.

Auf dem dem aktuellen Knoten zugeordneten Maschinenbelegungsproblem werden:

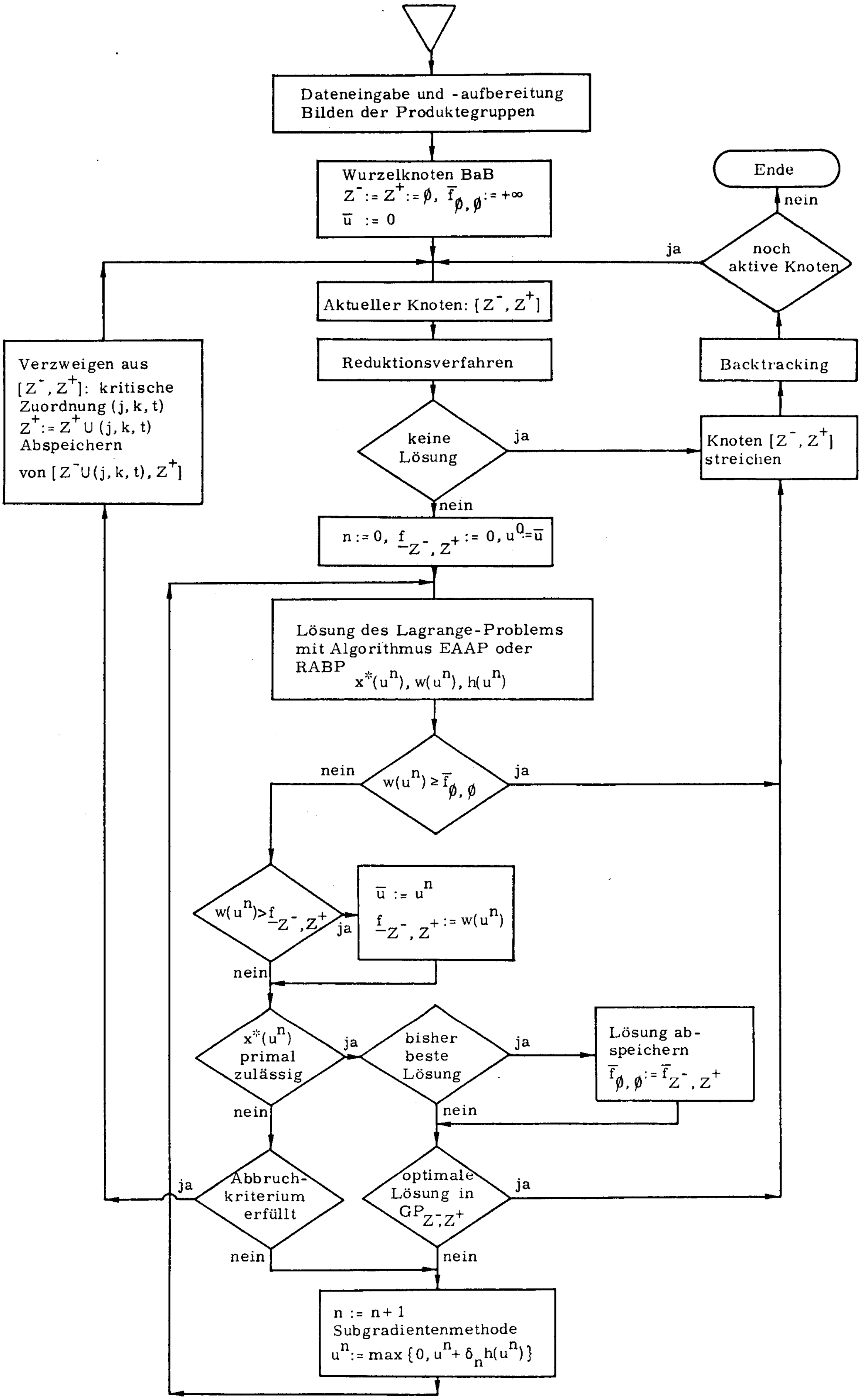
- Das Reduktionsverfahren zur Aufbereitung der frühesten und spätesten Termine, sowie der festen und verbotenen Zuordnungen eingesetzt. Falls das Fehlen einer Lösung festgestellt wird, wird durch Backtracking nach einem neuen aktuellen Knoten gesucht.

- Das zugehörige Lagrange-Dualproblem behandelt:
  - Das Lagrange-Problem wird bei den jeweiligen Werten der Lagrange-Multiplikatoren mit der enumerativen oder der rekursiven Methode gelöst. Daraus ergibt sich der Wert der Dualfunktion, welche eine untere Schranke für das Optimum des jeweiligen Maschinenbelegungsproblems ist.
  - Die Lagrange-Multiplikatoren werden mit der Subgradientenmethode abgeändert und ein neues Lagrange-Problem wird gelöst.
  - Dieser Prozess bricht ab, falls entweder der Knoten gestrichen werden werden kann (genügend hohe untere Schranke oder Optimallösung des jeweiligen Maschinenbelegungsproblems identifiziert) oder auf eine Weiterführung der Subgradientenmethode verzichtet wird.

Im ersten Fall wird durch Backtracking ein neuer aktueller Knoten gesucht. (Falls kein solcher vorhanden ist, ist das Verfahren beendet und die bisher beste gefundene Lösung ist optimal.)

Im zweiten Fall wird aus dem Knoten mit Hilfe der kritischen Zuordnung verzweigt, und der neue aktuelle Knoten ist derjenige der beiden erzeugten mit einer festen Zuordnung mehr.

Das nachfolgende Grobdiagramm gibt den Ablauf des Verfahrens wieder.


Dateneingabe und -aufbereitung
Bilden der Produktegruppen
Wurzelknoten BaB
$Z^- := Z^+ := \emptyset,\ \bar{f}_{\emptyset,\emptyset} := +\infty$
$\bar{u} := 0$
Ende
nein
ja
noch aktive Knoten
Aktueller Knoten: $[Z^-, Z^+]$
Reduktionsverfahren
Backtracking
Verzweigen aus $[Z^-, Z^+]$: kritische Zuordnung (j, k, t)
$Z^+ := Z^+ \cup (j,k,t)$
Abspeichern von $[Z^- \cup (j,k,t), Z^+]$
keine Lösung
ja
Knoten $[Z^-, Z^+]$ streichen
nein
$n := 0,\ \underline{f}_{Z^-,Z^+} := 0,\ u^0 := \bar{u}$
Lösung des Lagrange-Problems mit Algorithmus EAAP oder RABP
$x^*(u^n),\ w(u^n),\ h(u^n)$
nein
$w(u^n) \geq \bar{f}_{\emptyset,\emptyset}$
ja
$w(u^n) > \underline{f}_{Z^-,Z^+}$
ja
$\bar{u} := u^n$
$\underline{f}_{Z^-,Z^+} := w(u^n)$
nein
$x^*(u^n)$ primal zulässig
ja
bisher beste Lösung
ja
Lösung abspeichern
$\bar{f}_{\emptyset,\emptyset} := \bar{f}_{Z^-,Z^+}$
nein
nein
ja
Abbruchkriterium erfüllt
optimale Lösung in GP_{Z^-,Z^+}
ja
nein
nein
$n := n+1$
Subgradientenmethode
$u^n := \max\{0, u^n + \delta_n h(u^n)\}$