

**Optimale kurzfristige Produktionsplanung
für absatzweise arbeitende
Mehrprodukt- und Mehrzweckanlagen**

ABHANDLUNG

zur Erlangung

des Titels eines Doktors der technischen Wissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

URS MAX EGLI

Dipl. Chem. Ing. (ETH-Zürich)

geboren am 10. April, 1948

von Bäretswil, Kanton Zürich

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. D.W.T. Rippin - Referent

Prof. Dr. J.R. Bourne - Korreferent

aku - Fotodruck

1980

Z U S A M M E N F A S S U N G

Bei im Chargenbetrieb arbeitenden, chemischen Mehrprodukt- und Mehrzweckanlagen, steht, bedingt durch die Tatsache, dass der Absatz aufgrund konjunktureller und / oder saisonaler Schwankungen mehr oder weniger uneinheitlich verläuft, das Problem der optimalen, kurzfristigen Produktionsplanung im Fordergrund.

In der vorliegenden Arbeit wird ein numerisches Verfahren beschrieben, welches unter den gegebenen Voraussetzungen für eine Anlage den besten Aktionsplan bestimmt.

Das der Optimierung zugrunde liegende System umfasst die Bereiche Produktion und Lagerhaltung. Die aus der Definition des Systems abgeleiteten Determinanten für die kurzfristige Produktionsplanung sind:

- Rohproduktengpässe
- Betriebsmittel-Kapazitätsschranken
- Betriebsausfälle
- geltende Arbeitszeiten
- Anlage-Betriebszustände
- chemische Stabilitäten der Stoffkomponenten
- variable Umstellzeiten und Umstellfixkosten
- End- und Zwischenprodukt-Lagerbestände
- maximale Lagerkapazitäten
- Pufferlagerbestände
- minimale Endlagerbestände

Die Zuordnung der chemischen Prozesse und physikalischen Operationen der verschiedenen vorgegebenen Herstellungsvarianten zur Kalenderzeitskala erfolgt mit dem Ziel, die Gesamt-

kosten, bestehend aus Umstellfix-, Betriebsmittel- und Lagerzinskosten zu minimieren. Die termingerechte Bereitstellung des im Absatzplan zeitlich und mengenmässig fixierten Endproduktbedarfes durch die Produktion und das Lager ist dabei unbedingte Voraussetzung.

Zur Lösung des Problems wurde ein 2-Stufen-Verfahren entwickelt.

Die erste Stufe umfasst ein Enumerationsverfahren zur Bildung möglicher alternativer Produktionsreihen. Ausgehend vom Ist-Zustand des Produktionsgeschehens in der Anlage bei Planungsbeginn werden unter Berücksichtigung der entsprechenden Prozess- und Operationszeiten systematisch Reihen aufgebaut, bestehend aus den Produktionsvarianten. Eine Reihe wird abgebrochen und der Aufbau bei tieferem Reihenindex fortgesetzt, falls Restriktionen bezüglich des Lagers verletzt werden.

Wird eine Lösung gefunden, wird ihre Gültigkeit in Bezug auf weitere Randbedingungen wie geltende Arbeitszeiten, Betriebsausfälle, Engpässe im Bereich der Rohproduktbeschaffung und Betriebsmittel-Kapazitätsschranken in einer zweiten Stufe untersucht.

Zur Lösung umfangreicher Probleme wurde das Computerprogramm SRSBP entwickelt. Zwei aufeinander folgende Planungsperioden werden für ein industrielles Beispiel gerechnet.

A B S T R A C T

In multi-product batch plants there is a problem of optimal short-term production planning brought about by varying market demands due to seasonal and economic factors for the products.

In this work a numerical process is described which determines the best production plan for a plant working under given constraints.

The system being optimized includes both production and warehousing facilities. The factors significant for determining a short-term production plan are:

- raw material supply
- plant utility limitations
- shut-downs
- staff working hours
- plant conditions
- chemical stability of the components
- variable changeover times and changeover costs
- end- and intermediate storage levels
- maximum storage capacity
- buffer storage level
- minimum final storage.

Sequencing the chemical process and arranging the individual physical operations of the different production possibilities by date and time are made with the objective being to minimize total costs, consisting of changeover costs, utility costs and warehousing costs. A necessary condition for a solution is that the delivery plan can be

satisfied from production and storage.

A two-stage process has been developed for solving the problem.

The first stage consists of an enumeration process for providing possible alternative production sequences. Starting from a given situation defining the beginning of the planning period a series of production alternatives is built up, taking into consideration the prevailing process and operation times. A series is stopped and a new series begun when any of the storage constraints are violated.

When a solution is found its validity is tested against further constraints such as staff working hours, shut-downs, raw material supplied and utility capacity constraints - in a second stage.

A computer programme SRSEBP has been developed for solving a wide range of such problems. An industrial example is given extending over two planning periods.