

Dipl.-Ing. Martin Koopmann, Burgkirchen

Simulation und Optimierung von Chargenprozessen mit flexibler Anlagenstruktur

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **445**

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	2
1.2 Gliederung	3
2 Begriffe zur Chargenproduktion	5
2.1 Anlagenspezifische Begriffsklärung	5
2.2 Prozeßspezifische Begriffsklärung	7
3 Graphische Darstellung paralleler Abläufe	9
3.1 Petri-Netze	9
3.1.1 Stellen-Transitionen-Netze	10
3.1.2 Beispiel einer Modellierung mit einem Petri-Netz	13
3.1.3 Erweiterte Petri-Netze	15
3.2 State-Task Networks	17
3.3 Funktionspläne	19
4 Stand der Technik	22
4.1 Verfahren zur Optimierung der Reihenfolge	22
4.1.1 Ein verwandtes Problem	23
4.1.2 Exakte Lösungen	24
4.1.3 Näherungsverfahren	27
4.2 Planung der Maschinenbelegung	33

4.3	Planung für Systeme zur Rezeptfahrweise	35
4.3.1	Klassifizierungsmerkmale von Planungsalgorithmen	35
4.3.2	Ablaufplanung	37
4.3.3	Anlagenplanung	41
4.3.4	Industrielle Entwicklungen	43
4.3.5	Schlußfolgerungen für die weitere Entwicklung	45
5	Modellbildung	47
5.1	Abbildung der Anlage	49
5.1.1	Allgemeine Informationen	51
5.1.2	Rohrleitungen	51
5.1.3	Ventile	52
5.1.4	Tanks	52
5.1.5	Filter	53
5.1.6	Beispiel einer Anlagentopologie	53
5.2	Rezeptmanagement	54
5.2.1	Grundoperationen	56
5.2.2	Beispiel eines Rezepts	58
5.3	Auftragseinplanung	60
5.3.1	Berechnung der kürzesten Wege im Rohrleitungsnetz	62
5.3.2	Einplanung der Chargen	64
5.4	Ausgewählte Themen der Programmimplementation	67
5.4.1	Datenstrukturierung	67
5.4.2	Dynamische Listen	69
5.4.3	Darstellung der Belegungszeiten	69
6	Optimierung der Abläufe	71
6.1	Ein einfaches mathematisches Modell	71
6.2	Vergleich verschiedener Methoden	73
6.2.1	Implementierung des Branch and Bound-Verfahrens	75

6.2.2	Einsatz der Monte-Carlo-Methode	77
6.2.3	Implementierung des Simulated Annealing	77
6.3	Einbindung der Simulation in die Optimierung	79
7	Anwendungen	80
7.1	Produktionsplanung mit gegebenem Zeithorizont	81
7.1.1	Beispiel der Ablaufplanung von 17 Aufträgen	84
7.2	Verbesserung der Anlagenstruktur bei der Planung	88
7.2.1	Gütekriterien für den Anlagenentwurf	88
7.2.2	Beurteilung des ersten Anlagenentwurfes	91
7.2.3	Ein zweiter Anlagenentwurf	93
7.2.4	Ein dritter Anlagenentwurf	97
7.3	Online-Unterstützung bei Anlagenausfällen	101
8	Zusammenfassung und Ausblick	104
	Glossar	107
	Literaturverzeichnis	109