

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis.....	XIX
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung und Motivation der Arbeit.....	1
1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	3
2 Grundlagen der verfahrenstechnischen Produktion	5
2.1 Verfahrenstechnische Produktion.....	5
2.1.1 Abgrenzung der verfahrenstechnischen Produktion von der diskreten Produktion.....	5
2.1.2 Merkmale der verfahrenstechnischen Produktion.....	7
2.2 Technologische Ausgestaltung der Prozeßproduktion.....	9
2.2.1 Prozeßführung.....	10
2.2.1.1 Kontinuierliche Prozeßführung	11
2.2.1.2 Batchproduktion	12
2.2.1.3 Semikontinuierliche Prozeßführung.....	12
2.2.2 Anlagentypen (Ausrüstung)	13
2.2.2.1 Mehrzweckanlagen (MZA)	13
2.2.2.2 Mehrproduktanlagen (MPA).....	13
2.2.2.3 Einproduktanlagen (EPA) bzw. Mono-Anlagen	14
2.2.2.4 Einsatzgebiete	14
2.2.3 Anlagenfahrweise	15
2.2.3.1 Kampagnenfahrweise.....	15
2.2.3.2 Mischfahrweise („Short-term mode“)	16
2.2.4 Produktionstypen in der Prozeßproduktion	17
2.2.5 Struktur verfahrenstechnischer Anlagenkomplexe	18
2.3 Klassifikationsmerkmale der Batchproduktion auf Mehrzweckanlagen.....	20
2.3.1 Anlagenbezogene Merkmale.....	20
2.3.2 Lagerungsmodi	21
2.3.3 Prozeßbezogene Merkmale.....	24

2.3.4 Zusammenfassung des Klassifikationsschemas	26
2.4 Darstellungsformen chemischer Prozesse	27
2.4.1 Darstellung als Rezeptur	28
2.4.2 State-Task-Netzwerk (STN) Konzept	29
2.5 Produktionsplanung und -steuerung in der Prozeßindustrie	32
2.5.1 Planungsprobleme und -ebenen der Produktionsplanung und -steuerung	32
2.5.2 Informationsebenen der Produktionsplanung und -steuerung	35
3 Produktionsplanung bei kontinuierlicher Prozeßführung	37
3.1 Hauptproduktionsprogrammplanung	37
3.2 Ressourceneinsatzplanung	38
3.2.1 Planungsprobleme und Literaturüberblick über Lösungsansätze für einstufige Prozesse	38
3.2.2 Planungsprobleme und Literaturüberblick über Lösungsansätze für zweistufige Prozesse	41
3.2.3 Planungsprobleme und Literaturüberblick über Lösungsansätze für mehrstufige Prozesse	44
4 Produktionsplanung bei Batchprozessen	51
4.1 Kampagnenplanung	51
4.1.1 Darstellung eines gemischt-ganzzahligen Optimierungsmodells	53
4.1.2 Literaturüberblick über Lösungsverfahren zur Kampagnenplanung	61
4.1.2.1 Sequentielle/hierarchische Lösungsansätze	61
4.1.2.2 Simultane Lösungsansätze	62
4.2 Ressourceneinsatzplanung (Mischbetrieb)	63
4.2.1 Formulierungsvarianten von gemischt-ganzzahligen Optimierungsmodellen für die Ablaufplanung von Batchprozessen	65
4.2.1.1 Entwicklung eines Modells mit diskreter Zeitführung	66
4.2.1.2 Darstellung eines Modells mit kontinuierlicher Zeitführung	70
4.2.2 Literaturüberblick zur Ressourceneinsatzplanung von Batchprozessen	73
4.2.2.1 Lösungsansätze für einstufige Planungsprobleme	73
4.2.2.2 Lösungsansätze für mehrstufige Prozesse	74
4.2.2.3 Detaillierter Vergleich und Klassifikation der Lösungsansätze zur Ablaufplanung der mehrstufigen Batchproduktion	81

4.3 Verwandte Ablaufplanungsprobleme	85
4.3.1 Online-Scheduling	85
4.3.2 Berücksichtigung von Unsicherheiten bei der Ablaufplanung	86
4.3.3 Simultane Konfigurations- und Ablaufplanung	87
5 Alternativer Lösungsansätze für die Ressourceneinsatzplanung von Mehrzweckanlagen	89
5.1 Konzepte zur Lösung operativer Planungsprobleme	89
5.2 Diskussion von Lösungsverfahren im Hinblick auf die Anforderungen des Planungsproblems	90
5.3 Darstellung alternativer Lösungsansätze	93
5.3.1 Überblick über den entwickelten Lösungsansatz	93
5.3.2 Erweiterung des zeitdiskreten gemischt-ganzzahligen Optimierungs- modells zur Ressourceneinsatzplanung bei Batchprozessen	95
5.3.2.1 Definition alternativer Zielkriterien	96
5.3.2.2 Erweiterungsmöglichkeiten des LP-Modells	100
5.3.2.3 Implementierung des Modells	103
5.3.3 Generierung einer Startlösung mit Hilfe von LP-basierten Heuristiken	105
5.3.3.1 Vorgabe von Auflagezeitpunkten (Zeitraster-Heuristik)	107
5.3.3.2 Ebenenweise-sukzessive Lösung (Kapazitätsstufen-Heuristik)	110
5.3.3.3 Produktlinienweise-sukzessive Lösung (Produktlinien- Heuristik)	112
5.3.3.4 Periodenweise-sukzessive Lösung (Zeitfenster-Heuristik)	114
5.3.3.5 Kombinationen der Heuristiken	117
5.3.4 Verbesserung der Lösung des Eröffnungsverfahrens	117
5.3.4.1 Einsatz eines LP-Modells	118
5.3.4.2 Einsatz der Simulation mit Dispatch-Methoden	122
6 Numerische Untersuchung der entwickelten Lösungsansätze	127
6.1 Charakteristika der Testprobleme	127
6.1.1 Dokumentation der Testprobleme	129
6.1.1.1 Prozeß I: Shah et al. (1993b)	130
6.1.1.2 Prozeß II: Kondili et al. (1993)	132
6.1.1.3 Prozeß III: Westenberger/Kallrath (1994)	133
6.1.1.4 Prozeß IV: Papageorgiou/Pantelides (1993)	136
6.1.2 Darstellung der Probleminstanzen	138

6.1.3	Parametrisierung der Heuristiken.....	143
6.1.3.1	Zeitraster-Heuristik	144
6.1.3.2	Kapazitätsstufen-Heuristik	146
6.1.3.3	Produktlinien-Heuristik.....	147
6.1.3.4	Zeitfenster-Heuristik.....	148
6.1.4	Parametrisierung der Standardsoftware zur Lösung der LP-Modelle	149
6.2	Ergebnisse der numerischen Untersuchung.....	149
6.2.1	Ergebnisse für Probleminstanzen ohne Berücksichtigung von Reinigungsprozessen.....	152
6.2.1.1	Vergleich der Heuristiken zur Erzeugung der Startlösung.....	152
6.2.1.2	Kombination der Heuristiken.....	164
6.2.1.3	Einfluß unterschiedlicher Zielkriterien der Start-Heuristiken auf Lösungsgüte und Rechenzeiten.....	170
6.2.1.4	Vergleich der beiden Verbesserungsverfahren Simulation und LP-Modell ..	173
6.2.2	Ergebnisse für Probleminstanzen mit Berücksichtigung von Reinigungsprozessen.....	178
6.2.2.1	Vergleich ausgewählter Heuristiken	178
6.2.2.2	Vergleich der Ergebnisse mit bzw. ohne Berücksichtigung von Reinigung	181
6.3	Validierung der Ergebnisse und Besonderheiten der sich ergebenden Lösungen	183
6.4	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	186
7	Konzeption eines rechnergestützten Ablaufplanungssystems für Mehrzweckanlagen.....	189
7.1	Literaturüberblick: Entwicklung von DSS für die Ablaufplanung in der Prozeßindustrie	189
7.2	Darstellung des Konzeptes.....	191
7.3	Implementierung	192
8	Schlußbetrachtung und Ausblick	199
	Anhang mit den numerischen Ergebnissen.....	201
	Literaturverzeichnis.....	211