

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XIX</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Zielsetzung und Motivation der Arbeit.....	1
1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	3
<b>2 Grundlagen der verfahrenstechnischen Produktion .....</b>	<b>5</b>
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
<b>3 Produktionsplanung bei kontinuierlicher Prozeßführung .....</b>	<b>37</b>
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
<b>4 Produktionsplanung bei Batchprozessen .....</b>	<b>51</b>
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-ganzzahlige Optimierungs- modellen 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
<b>5 Alternativer Lösungsansätze für die Ressourceneinsatzplanung von Mehrzweckanlagen.....</b>	<b>89</b>
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 Optimierungsmodells 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
<b>6 Numerische Untersuchung der entwickelten Lösungsansätze .....</b>	<b>127</b>
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 Problemstanzen 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 Problemstanzen 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
<b>7 Konzeption eines rechnergestützten Ablaufplanungssystems für     Mehrzweckanlagen.....</b>	<b>189</b>
7.1 Literaturüberblick: Entwicklung von DSS für die Ablaufplanung in der Prozeßindustrie .....	189
7.2 Darstellung des Konzeptes.....	191
7.3 Implementierung.....	192
<b>8 Schlußbetrachtung und Ausblick .....</b>	<b>199</b>
<b>Anhang mit den numerischen Ergebnissen.....</b>	<b>201</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>211</b>