

<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Layoutplanung für produktionswirtschaftliche Subsysteme.....</b>	<b>5</b>
2.1 Grundlagen der Layoutplanung .....	5
2.1.1 Abgrenzung.....	5
2.1.2 Anlässe und Arten der Layoutplanung.....	5
2.2 Allgemeine Charakterisierung des Layoutproblems.....	7
2.2.1 Das Zielsystem.....	8
2.2.2 Die potentiellen Standorte .....	17
2.2.3 Die anzuordnenden Elemente .....	20
2.2.4 Die bereits zugeordneten Elemente und Standorte .....	22
2.2.5 Die Beziehungen zwischen den Elementen .....	23
2.2.6 Die Beziehungen zwischen den Standorten.....	26
2.2.7 Die Beziehungen zwischen den Elementen und Standorten.....	31
<b>3. Mathematische Modelle zur Beschreibung von Layoutproblemen.....</b>	<b>34</b>
3.1. Das allgemeine quadratische Zuordnungsproblem.....	35
3.2. Modifikationen des allgemeinen quadratischen Zuordnungsproblems .....	38
3.2.1 Berücksichtigung einer ungleichen Anzahl von Elementen und Standorten .....	38
3.2.2 Berücksichtigung symmetrischer Transportentfernungen bzw. -intensitäten.....	39
3.2.3 Berücksichtigung bereits angeordneter Elemente.....	40
3.2.4 Berücksichtigung unterschiedlicher Transportmittel .....	41
3.2.5 Berücksichtigung unterschiedlicher Anordnungs- bzw. Umstellungskosten.....	43
3.2.6 Berücksichtigung unterschiedlicher Flächenbedarfe .....	44
3.2.7 Berücksichtigung weiterer Zielgrößen.....	48
3.2.8 Definition der Variablen als Permutationsvektor .....	56
3.3 Ansätze zur Linearisierung des quadratischen Zuordnungsproblems .....	60
3.3.1 Linearisierung durch Detaillierung der Binärvariablen .....	60
3.3.2 Linearisierung durch Substitution der Binärvariablen.....	63
3.4 Komplexität des quadratischen Zuordnungsproblems.....	68

<b>4. Verfahren zur Lösung von Layoutproblemen.....</b>	<b>71</b>
4.1. Lösungsverfahren im Überblick .....	71
4.2. Heuristische Verfahren zur Erzeugung eines Layouts.....	74
4.2.1. Grundstruktur der Verfahren.....	74
4.2.2. Prioritätsregelverfahren.....	78
4.2.2.1 Serielle Prioritätsregelverfahren .....	80
4.2.2.2 Alternierende Prioritätsregelverfahren .....	81
4.2.2.3 Simultane Prioritätsregelverfahren .....	85
4.2.3 Zufallsregelverfahren.....	89
4.2.3.1 Grundidee .....	89
4.2.3.2 Entwurf konkreter Algorithmen .....	89
4.2.4 Vorausschauende Prioritätsregelverfahren .....	91
4.2.4.1 Grundidee .....	91
4.2.4.2 Algorithmus von Hillier und Connors (HC-66).....	92
4.2.5 Modifizierte vorausschauende Prioritätsregelverfahren .....	96
4.2.5.1 Modifizierte vorläufige Anordnung der noch nicht zugeordneten Elemente .....	97
4.2.5.2 Modifizierte Berechnung der Matrix SM .....	98
4.2.5.3 Modifikation der Vogel'schen Approximation .....	98
4.2.5.4 Einbau einer zusätzlichen Schleife .....	100
4.3. Heuristische Verfahren zur Verbesserung eines Layouts .....	102
4.3.1 Grundstruktur der Verfahren.....	102
4.3.2 Reine Verbesserungsverfahren .....	108
4.3.2.1 Deterministische reine Verbesserungsverfahren.....	108
4.3.2.2 Stochastische reine Verbesserungsverfahren .....	111
4.3.3 Tabu Search Verfahren .....	113
4.3.3.1 Grundidee .....	114
4.3.3.2 Algorithmus von Skorin-Kapov (SK-90) .....	118
4.3.3.3 Modifizierter Algorithmus von Skorin-Kapov (SK-92).....	121
4.3.3.4 Algorithmus von Taillard (TA-91) .....	124

4.3.4 Simulated Annealing Verfahren.....	127
4.3.4.1 Grundidee.....	127
4.3.4.2 Grundlagen der statistischen Mechanik .....	128
4.3.4.3 Übertragung des Simulated Annealing auf Layoutprobleme .....	131
4.3.4.4 Konvergenzbeweis.....	136
4.3.4.5 Algorithmus von Wilhelm und Ward (WW-87).....	138
4.3.4.6 Algorithmus von Connolly (CO-90).....	144
4.3.4.7 Modifizierter Simulated Annealing Algorithmus (WWTB).....	150
4.3.5 Simulated Annealing Verfahren mit Genetischer Programmierung.....	152
4.3.5.1 Grundidee.....	153
4.3.5.2 Grundlagen der Genetischen Programmierung .....	154
4.3.5.2.1 Die Programmiersprache LISP.....	155
4.3.5.2.2 Die erste Generation künstlicher Individuen.....	157
4.3.5.2.3 Der Anpassungswert der Individuen .....	161
4.3.5.2.4 Genetische Operationen zur Simulation der Evolution.....	164
4.3.5.2.5 Empfehlenswerte Parametereinstellungen.....	168
4.3.5.3 Entwurf konkreter Simulated Annealing Algorithmen mit Genetischer Programmierung .....	169
4.3.5.3.1 Allgemeine Designüberlegungen.....	169
4.3.5.3.2 Simulated Annealing Algorithmus mit Genetischer Programmierung als überge- ordneter Algorithmus (TBI-92) .....	170
4.3.5.3.3 Simulated Annealing Algorithmus ohne Gleichgewichtstest mit verbessertem Temperaturverlauf (TB2-92) .....	174
4.3.5.3.4 Simulated Annealing Algorithmus mit Gleichgewichtstest und verbessertem Temperaturverlauf (TB3-92).....	178

<b>5. Analyse der Lösungsverfahren .....</b>	<b>180</b>
5.1 Versuchsbeschreibung .....	180
5.2 Bewertungskriterien.....	183
5.3 Analyse der Verfahren zur Erzeugung eines Layouts .....	189
5.3.1 Vergleich der Algorithmen aus der Literatur .....	189
5.3.2 Analyse der durchgeführten Modifikationen .....	193
5.4 Analyse der Verfahren zur Verbesserung eines Layouts .....	198
5.4.1 Analyse der reinen Verbesserungsverfahren.....	198
5.4.2 Analyse der Simulated Annealing Verfahren .....	200
5.4.3 Analyse der Tabu Search Verfahren .....	204
5.4.4 Analyse der Simulated Annealing Verfahren mit Genetischer Programmierung .....	207
5.4.4.1 Analyse der Modifikationen .....	207
5.4.4.2 Analyse der modifizierten Verfahren.....	215
5.5 Zusammenfassung der Analyse .....	222
<b>6. Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>225</b>
<b>7. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>229</b>