

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation für die Arbeit . . . . .	1
1.2	Ziel der Arbeit . . . . .	3
1.3	Lösungsstrategie der Aufgabenstellung . . . . .	3
1.4	Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Grundlegende Problemformulierung</b>	<b>7</b>
2.1	Ziele der Materialflussplanung . . . . .	8
2.2	Planung von Materialflusssystemen . . . . .	9
2.2.1	Grundlegende Begriffe der Materialflussplanung . . . . .	9
2.2.2	Anordnung in der Materialflussplanung . . . . .	14
2.2.3	Durchführung einer Materialflussplanung . . . . .	15
2.3	Das Transportproblem (TP) . . . . .	19
2.4	Das Facility Layout Problem (FLP) . . . . .	21
2.5	Ergebnisse für die weitere Arbeit . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Systemplanung</b>	<b>27</b>
3.1	Grundlegende Vorgehensweise zur Anordnung . . . . .	27
3.2	Bekannte Verfahren zur Anordnung . . . . .	30
3.3	Gegenüberstellung der Anordnungsverfahren . . . . .	38
3.4	Innerbetriebliche Transportplanung . . . . .	39
3.4.1	Transportbetrachtung bei der Lösung des FLP . . . . .	40
3.4.2	Planungsmodelle zur Transportsystemplanung . . . . .	42
3.4.3	Einschränkungen der vorgestellten Verfahren . . . . .	43
3.5	Ergebnisse für das weitere Vorgehen . . . . .	44
<b>4</b>	<b>Weitere Verfahren zur Layouterstellung</b>	<b>47</b>
4.1	Layoutsynthese analoger Schaltungen . . . . .	48
4.1.1	Generelles Vorgehen . . . . .	48
4.1.2	Automatische Anordnung . . . . .	49
4.1.3	Automatische Verbindung . . . . .	50
4.2	Layoutsynthese digitaler Prozessoren . . . . .	51
4.2.1	Generelles Vorgehen . . . . .	53
4.2.2	Partitioning . . . . .	54

---

4.2.3	Floorplanning . . . . .	56
4.2.4	Placement . . . . .	57
4.2.5	Wiring . . . . .	58
4.2.6	Compacting . . . . .	61
4.3	Ergebnisse für das weitere Vorgehen . . . . .	62
<b>5</b>	<b>Modellentwicklung</b>	<b>65</b>
5.1	Zielsetzung und Vorgehen . . . . .	65
5.2	Auswahl eines grundlegenden Verfahrens . . . . .	68
5.2.1	Abgleich der Eigenschaften mit der digitalen Platzierung . . . . .	69
5.2.2	Abgleich der Eigenschaften mit der analogen Schaltungserstellung . . . . .	71
5.2.3	Endgültige Verfahrensauswahl . . . . .	73
5.3	Definition von Materialflusssystemen . . . . .	75
5.3.1	Anforderungen an die Darstellung von Materialflusssystemen . . . . .	75
5.3.2	Bestehende Darstellungsformen . . . . .	76
5.3.3	Finale Darstellungsform . . . . .	84
5.4	Betrachtung der Nebenbedingungen . . . . .	89
5.5	Auswahl der Algorithmen . . . . .	92
5.5.1	Umsetzung der Partitionierung . . . . .	92
5.5.2	Umsetzung des Floorplanning . . . . .	94
5.5.3	Umsetzung des Placement . . . . .	95
5.5.4	Umsetzung des Wiring . . . . .	95
5.5.5	Umsetzung der Kompaktierung . . . . .	97
5.6	Ergebnisse für das weitere Vorgehen . . . . .	98
<b>6</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>99</b>
6.1	Bestimmung der Ein- und Ausgabeparameter . . . . .	99
6.1.1	Übersicht der Eingabeparameter . . . . .	100
6.1.2	Übersicht der Ausgabedaten . . . . .	104
6.2	Ablauf des Algorithmus . . . . .	105
6.3	Anpassungen Digital Placement . . . . .	108
6.3.1	Datenimport . . . . .	108
6.3.2	Partitionierung . . . . .	109
6.3.3	Floorplanning . . . . .	121
6.3.4	Platzierung / Placement . . . . .	143
6.3.5	Verdrahtung / Wiring . . . . .	143
6.3.6	Kompaktierung / Compacting . . . . .	154
6.4	Ergebnisse für das weitere Vorgehen . . . . .	161
<b>7</b>	<b>Beschreibung des Modells und Implementierung</b>	<b>163</b>
7.1	Gesamtprozess . . . . .	163

---

7.2	Implementierung . . . . .	167
7.2.1	Systemarchitektur . . . . .	168
7.2.2	Anordnungsmodule . . . . .	174
7.2.3	Modul <i>Ganzheitliche Anordnung</i> . . . . .	175
7.3	Ergebnisse für das weitere Vorgehen . . . . .	176
<b>8</b>	<b>Validierung</b>	<b>179</b>
8.1	Kriterien . . . . .	180
8.1.1	Ergebnisgüte . . . . .	181
8.1.2	Qualitative Bewertungskriterien . . . . .	183
8.1.3	Sekundäre Bewertungskriterien . . . . .	184
8.1.4	Bewertungssystematik . . . . .	185
8.2	Testaufbau . . . . .	186
8.2.1	Generelles Testvorgehen . . . . .	186
8.2.2	Ausgewählte Materialflusssysteme für die Tests . . . . .	187
8.3	Vergleich mit bestehenden Verfahren . . . . .	190
8.4	Durchführung des Gesamtverfahrens . . . . .	193
8.4.1	Prozessdurchführung am Beispiel . . . . .	194
8.4.2	Sonderfälle der Anordnung am Beispiel . . . . .	198
8.4.3	Bewertung der Ergebnisse . . . . .	200
8.4.4	Anwendungsfall: ModuLOG . . . . .	205
8.5	Ergebnisse für das weitere Vorgehen . . . . .	206
<b>9</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>209</b>
9.1	Zusammenfassung und Ergebnis . . . . .	209
9.2	Kritische Betrachtung der Ergebnisse . . . . .	211
9.3	Ausblick . . . . .	213
9.4	Fazit . . . . .	214
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>217</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>235</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>239</b>
	<b>Nomenklatur</b>	<b>243</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>245</b>
	<b>Anhang</b>	<b>247</b>
<b>A</b>	<b>Tabellen und Matrizen des Analytical Hierarchy Process (AHP)</b>	<b>249</b>

<b>B</b>	<b>Testszenarien</b>	<b>253</b>
B.1	Materialflusssystem AB63 . . . . .	255
B.1.1	Matrixdarstellung . . . . .	255
B.1.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	255
B.1.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	256
B.1.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	256
B.2	Materialflusssystem NG68-5 . . . . .	257
B.2.1	Matrixdarstellung . . . . .	257
B.2.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	257
B.2.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	258
B.2.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	258
B.3	Materialflusssystem NG68-6 . . . . .	259
B.3.1	Matrixdarstellung . . . . .	259
B.3.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	259
B.3.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	260
B.3.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	260
B.4	Materialflusssystem NG68-7 . . . . .	261
B.4.1	Matrixdarstellung . . . . .	261
B.4.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	261
B.4.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	262
B.4.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	262
B.5	Materialflusssystem NG68-8 . . . . .	263
B.5.1	Matrixdarstellung . . . . .	263
B.5.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	263
B.5.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	264
B.5.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	264
B.6	Materialflusssystem NG68-12 . . . . .	265
B.6.1	Matrixdarstellung . . . . .	265
B.6.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	265
B.6.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	266
B.6.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	266
B.7	Materialflusssystem NG68-15 . . . . .	267
B.7.1	Matrixdarstellung . . . . .	267
B.7.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	268
B.7.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	268
B.7.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	269
B.8	Materialflusssystem NG68-20 . . . . .	270
B.8.1	Matrixdarstellung . . . . .	270
B.8.2	Graphische Darstellung Floorplanning . . . . .	271
B.8.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning . . . . .	272
B.8.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	272

---

B.9	Materialflusssystem NG68-30	273
B.9.1	Matrixdarstellung	273
B.9.2	Graphische Darstellung Floorplanning	275
B.9.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning	275
B.9.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	276
B.10	Materialflusssystem BA75-12	277
B.10.1	Matrixdarstellung	277
B.10.2	Graphische Darstellung Floorplanning	277
B.10.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning	278
B.10.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	278
B.11	Materialflusssystem BA75-14	279
B.11.1	Matrixdarstellung	279
B.11.2	Graphische Darstellung Floorplanning	279
B.11.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning	280
B.11.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	280
B.12	Materialflusssystem DU03	281
B.12.1	Matrixdarstellung	281
B.12.2	Graphische Darstellung Floorplanning	284
B.12.3	Erfasste Gütekriterien Floorplanning	284
B.12.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	285
B.13	ModuLog - Leverkusen t0	286
B.13.1	Matrixdarstellung	286
B.13.2	Graphische Darstellung	287
B.13.3	Erfasste Gütekriterien	288
B.13.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	288
B.14	ModuLog - Leverkusen t4	289
B.14.1	Matrixdarstellung	289
B.14.2	Graphische Darstellung	290
B.14.3	Erfasste Gütekriterien	291
B.14.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	291
B.15	ModuLog - Leverkusen t10	292
B.15.1	Matrixdarstellung	292
B.15.2	Graphische Darstellung	293
B.15.3	Erfasste Gütekriterien	294
B.15.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	294
B.16	ModuLog - Tarragona t0	295
B.16.1	Matrixdarstellung	295
B.16.2	Graphische Darstellung	296
B.16.3	Erfasste Gütekriterien	297
B.16.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung	297

---

B.17	ModuLog - Tarragona t4 . . . . .	298
B.17.1	Matrixdarstellung . . . . .	298
B.17.2	Graphische Darstellung . . . . .	299
B.17.3	Erfasste Gütekriterien . . . . .	300
B.17.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	300
B.18	ModuLog - Tarragona t10 . . . . .	301
B.18.1	Matrixdarstellung . . . . .	301
B.18.2	Graphische Darstellung . . . . .	302
B.18.3	Erfasste Gütekriterien . . . . .	303
B.18.4	Graphische Darstellung der vollständigen Anordnung . . . . .	303
<b>C</b>	<b>Ableitungen zur Berechnung des Floorplanning</b>	<b>305</b>
C.1	Partielle Ableitungen $WL$ . . . . .	305
C.2	Partielle Ableitungen $P_D$ . . . . .	305
C.3	Partielle Ableitungen $B$ . . . . .	308
<b>D</b>	<b>Gegenüberstellung der Ergebnisse des Floorplanning</b>	<b>309</b>