

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Optimierungsprobleme</b>	<b>5</b>
2.1 Beispiele . . . . .	5
2.2 Der Suchraum . . . . .	6
2.3 Die Zielfunktion . . . . .	7
2.4 Die Struktur des Suchraums und der Zielfunktion . . . . .	10
2.5 Was ist Optimierung? . . . . .	12
<b>3 Optimierungsverfahren</b>	<b>15</b>
3.1 Analytische Lösung des Optimierungsproblems . . . . .	15
3.2 Gradientenverfahren . . . . .	16
3.3 Newton-Verfahren . . . . .	17
3.4 Optimierung mit Nebenbedingungen . . . . .	19
3.5 Tabu-Suche . . . . .	21
3.6 Greedy-Heuristiken . . . . .	23
3.7 Hillclimbing . . . . .	25
3.8 <i>Simulated Annealing</i> . . . . .	26
3.9 <i>Threshold Accepting</i> . . . . .	28
3.10 Sintflut-Algorithmus . . . . .	28
3.11 Ameisenkolonieoptimierung . . . . .	29
3.12 Grundsätzliche Elemente von Optimierungsstrategien . . . . .	31
<b>4 Genetische Algorithmen und Optimierung</b>	<b>33</b>
4.1 <i>Biologische Evolution</i> . . . . .	33
4.2 Kanonische Genetische Algorithmen: Struktur und Operatoren . . . . .	36
<b>5 Theoretischer Hintergrund</b>	<b>47</b>
5.1 Schema-Theorem und Building-Block-Hypothese . . . . .	50
5.2 Konvergenzbetrachtungen . . . . .	56
5.3 Vorzeitige Konvergenz . . . . .	61
<b>6 Problemangepasste Operatoren und Verfahren</b>	<b>63</b>
6.1 Anwendungsbereich . . . . .	63
6.2 Kodierung und Startpopulation . . . . .	64
6.3 Fitnessfunktion . . . . .	68
6.4 Selektion . . . . .	79
6.5 Rekombination und Reparaturmechanismen . . . . .	87

6.6	Mutation . . . . .	98
6.7	Weitere Aspekte . . . . .	100
6.8	Evolutionäre Algorithmen zur Optimierung von Flugrouten . . . . .	110
<b>7</b>	<b>Klassifizierung evolutionärer Algorithmen</b>	<b>115</b>
7.1	Evolutionsstrategien . . . . .	115
7.2	Evolutionäre Programmierung . . . . .	125
7.3	Genetische Programmierung . . . . .	127
7.4	Weitere evolutionäre Algorithmen . . . . .	143
7.5	Parallele und hybride Ansätze . . . . .	154
7.6	Lernende Classifier Systeme . . . . .	158
<b>8</b>	<b>Testumgebungen</b>	<b>163</b>
8.1	Aufbau einer Testumgebung . . . . .	163
8.2	Funktionen . . . . .	165
8.3	Kombinatorische Optimierungsprobleme . . . . .	174
8.4	Strategieentwicklung . . . . .	175
<b>9</b>	<b>Fuzzy-Systeme</b>	<b>179</b>
9.1	Grundprinzipien . . . . .	179
9.2	Fuzzy-Mengen . . . . .	180
9.3	Fuzzy-Regler . . . . .	183
9.4	Fuzzy-Klassifikatoren . . . . .	188
9.5	Fuzzy-Clusteranalyse . . . . .	189
<b>10</b>	<b>Kombinationen evolutionärer Algorithmen mit Fuzzy-Systemen</b>	<b>194</b>
10.1	Fuzzy-Regler-Optimierung: Ein ausführliches Beispiel . . . . .	194
10.2	Optimierung von Fuzzy-Systemen mit evolutionären Algorithmen . . . . .	208
10.3	Fuzzy-Clustering mit evolutionären Algorithmen . . . . .	209
10.4	Steuerung evolutionärer Algorithmen mit Fuzzy-Regeln . . . . .	213
<b>A</b>	<b>Anhang: Biologische Evolution und evolutionäre Algorithmen</b>	<b>217</b>
A.1	Die biologische Evolution . . . . .	217
A.2	Terminologie der evolutionären Algorithmen . . . . .	226
<b>B</b>	<b>Anhang: NP-Vollständigkeit</b>	<b>227</b>
B.1	Die Klasse $\mathcal{P}$ . . . . .	228
B.2	Die Klasse $\mathcal{NP}$ . . . . .	228
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>230</b>
	<b>Index</b>	<b>249</b>