



Ole Björn Brodersen (Autor)

## **Eignung schwarmintelligenter Verfahren für die betriebliche Entscheidungsunterstützung**



**Göttinger Wirtschaftsinformatik**

Herausgeber: J. Biethahn · M. Schumann

Ole Björn Brodersen

### **Eignung schwarmintelligenter Verfahren für die betriebliche Entscheidungsunterstützung**

Untersuchungen der Particle Swarm Optimization und Ant Colony Optimization anhand eines stochastischen Lagerhaltungs- und eines universitären Stundenplanungsproblems

**Band 60**



**Cuvillier Verlag Göttingen**

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1363>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xv</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xxi</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>xxv</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>xxvii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Schwarmintelligente Verfahren</b>	<b>7</b>
2.1 Einordnung . . . . .	8
2.2 Ant Colony Optimization . . . . .	11
2.2.1 Idee . . . . .	11
2.2.2 Heuristik für kombinatorische Optimierung . . . . .	13
2.2.2.1 Ant System . . . . .	13
2.2.2.2 Elitist Ant System . . . . .	15
2.2.2.3 Max Min Ant System . . . . .	16
2.2.3 Heuristik für kontinuierliche Optimierung . . . . .	16
2.2.4 Anwendungsbereiche . . . . .	20
2.3 Particle Swarm Optimization . . . . .	22
2.3.1 Idee . . . . .	22
2.3.1.1 Boids . . . . .	22
2.3.1.2 Vogelschwärme . . . . .	23
2.3.2 Heuristik für kontinuierliche Optimierung . . . . .	23

2.3.2.1	Canonical PSO . . . . .	24
2.3.2.2	Restriktionsbehandlung . . . . .	25
2.3.2.3	Nachbarschaftsbeziehungen . . . . .	27
2.3.2.4	Geschwindigkeitsupdate . . . . .	28
2.3.3	Heuristik für kombinatorische Optimierung . . . . .	29
2.3.4	Anwendungsbereiche . . . . .	32
2.4	Abgrenzung zu anderen Verfahren . . . . .	34
2.4.1	Genetischer Algorithmus . . . . .	34
2.4.1.1	Idee . . . . .	34
2.4.1.2	Heuristik . . . . .	35
2.4.2	Simulated Annealing . . . . .	37
2.4.2.1	Idee . . . . .	37
2.4.2.2	Heuristik . . . . .	38
2.4.3	Tabu Search . . . . .	39
2.4.3.1	Idee . . . . .	39
2.4.3.2	Heuristik . . . . .	39
<b>3</b>	<b>Betriebswirtschaftliche Problemstellungen</b>	<b>43</b>
3.1	Stochastisches Lagerhaltungsproblem . . . . .	43
3.1.1	Einordnung . . . . .	43
3.1.2	Allgemeine Problembeschreibung . . . . .	44
3.1.3	Beschreibung des gewählten Modells . . . . .	47
3.1.4	Lösungsverfahren . . . . .	49
3.2	Universitäre Stundenplanung . . . . .	50
3.2.1	Einordnung . . . . .	50
3.2.2	Allgemeine Problembeschreibung . . . . .	50
3.2.3	Problem der Philosophischen Fakultät Göttingen . . . . .	53
3.2.3.1	Annahmen . . . . .	57
3.2.3.2	Formulierung des mathematischen Modells . . . . .	59
3.2.4	Lösungsverfahren . . . . .	60
<b>4</b>	<b>Experimente und Ergebnisse</b>	<b>63</b>
4.1	Testmethoden . . . . .	63

4.1.1	Hypothesentests . . . . .	63
4.1.2	Shapiro-Wilk-Test . . . . .	65
4.1.3	Two-Sample $t$ -Test . . . . .	66
4.1.4	Poweranalyse . . . . .	68
4.1.5	Kolmogorov-Smirnov-Test . . . . .	70
4.2	Beurteilungskriterien . . . . .	71
4.2.1	Accuracy . . . . .	72
4.2.2	Computational Effort und Efficiency . . . . .	73
4.2.3	Robustness . . . . .	75
4.2.4	Adaptability und Ease-of-Use . . . . .	75
4.2.5	Reliability . . . . .	75
4.3	Stochastisches Lagerhaltungsproblem . . . . .	76
4.3.1	Partielle Enumeration . . . . .	76
4.3.2	Versuche . . . . .	78
4.3.2.1	Aufbau . . . . .	78
4.3.2.2	Stichprobenumfang . . . . .	79
4.3.3	Ant Colony Optimization . . . . .	82
4.3.3.1	Parameterwahl und -einstellungen . . . . .	82
4.3.3.2	Ausgewählte Ergebnisse . . . . .	85
4.3.3.2.1	Speichergröße 50 . . . . .	85
4.3.3.2.2	Speichergröße 100 . . . . .	86
4.3.3.2.3	Speichergröße 200 . . . . .	87
4.3.3.2.4	Speichergröße 500 . . . . .	88
4.3.3.2.5	Speichergröße 1000 . . . . .	89
4.3.3.3	Zusammenfassung und Vergleich . . . . .	90
4.3.4	Particle Swarm Optimization . . . . .	92
4.3.4.1	Parameterwahl und -einstellungen . . . . .	92
4.3.4.1.1	Restriktionsbehandlung und maximale Geschwindigkeit . . . . .	92
4.3.4.1.2	Nachbarschaftsbeziehungen . . . . .	97
4.3.4.2	Ausgewählte Ergebnisse . . . . .	101
4.3.4.2.1	Inertia Weight . . . . .	101
4.3.4.2.2	Constriction Factor . . . . .	102

4.3.4.3	Zusammenfassung und Vergleich . . . . .	104
4.3.5	Vergleich . . . . .	105
4.4	Universitäre Stundenplanung . . . . .	109
4.4.1	Manuell erstellte Lösung . . . . .	109
4.4.2	Versuche . . . . .	110
4.4.2.1	Aufbau . . . . .	110
4.4.2.2	Stichprobenumfang . . . . .	111
4.4.3	Ant Colony Optimization . . . . .	111
4.4.3.1	Parameterwahl und -einstellungen . . . . .	111
4.4.3.1.1	Ant System . . . . .	112
4.4.3.1.2	Elitist Ant System . . . . .	113
4.4.3.1.3	Max Min Ant System . . . . .	113
4.4.3.2	Ausgewählte Ergebnisse . . . . .	114
4.4.3.2.1	Ant System . . . . .	115
4.4.3.2.2	Elitist Ant System . . . . .	116
4.4.3.2.3	Max Min Ant System . . . . .	117
4.4.3.3	Zusammenfassung und Vergleich . . . . .	118
4.4.4	Particle Swarm Optimization . . . . .	120
4.4.4.1	Parameterwahl und -einstellungen . . . . .	121
4.4.4.2	Ausgewählte Ergebnisse . . . . .	122
4.4.4.2.1	Experiment #1 . . . . .	122
4.4.4.2.2	Experiment #2 . . . . .	123
4.4.4.2.3	Experiment #9 . . . . .	124
4.4.4.2.4	Experiment #22 . . . . .	125
4.4.4.2.5	Experiment #11 . . . . .	126
4.4.4.2.6	Experiment #24 . . . . .	127
4.4.4.3	Zusammenfassung und Vergleich . . . . .	128
4.4.5	Vergleich . . . . .	131
4.5	Abschließende Beurteilung . . . . .	134
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>143</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>147</b>

<b>Anhänge</b>	<b>175</b>
<b>A Tabellen statistischer Verteilungen</b>	<b>177</b>
<b>B Stochastische Lagerhaltung</b>	<b>181</b>
<b>C Universitäre Stundenplanung</b>	<b>193</b>