

1	Was ist Soft Computing?	13
1.1	Soft Computing als Schlüsselmethode zum Projektieren von Systemen mit hohem MIQ-Level	13
1.2	Struktur und Zusammensetzung von Soft Computing	15
2	Charakteristika der Soft Computing-Bestandteile und deren Kombinationen	17
2.1	Vergleichscharakteristika der Soft Computing-Bestandteile	17
2.2	Kombination von Soft Computing-Bestandteilen und hybriden Systemen	19
3	Grundlagen der Fuzzy-Logik	21
3.1	Fuzzy-Mengen und Fuzzy-Mengen-Operationen	21
3.1.1	Grundlagen	21
3.1.2	Theoretische Operationen	29
3.1.3	t-Norm-basierende Operationen	38
3.2	Fuzzy-Relationen	39
3.2.1	Fuzzy-Relationen und Fuzzy-Einschränkungen	39
3.2.2	Binäre Fuzzy-Relationen	42
3.2.3	IF-Then Fuzzy-Relation	44
3.3	Fuzzy-Funktion	46
3.4	Linguistische und unscharfe Variablen [6]	48
3.5	Fuzzy-Arithmetik	52
3.6	Elemente der Fuzzy-Logik	62
3.7	Fuzzy-Mengen und Möglichkeitstheorie	77
3.8	Approximatives Schließen	79
3.8.1	Die Formalisierung der Regeln für bedingte Fuzzy-Herleitung für einen konditionalen Satz in der Form P_1	87
3.8.2	Formalisierung der Regeln der bedingten Fuzzy-Herleitung für bedingte Sätze vom Typ P_2	98
3.8.3	Formalisierung der Regeln der bedingten Fuzzy-Herleitung für bedingte Sätze vom Typ P_3	107
3.9	Fuzzy und linguistisches Modellieren	111
3.9.1	Linguistische Fuzzy-Modelle	111
3.9.2	Fuzzy-Relationenmodell	113
3.9.3	TSK-Modell	114
3.10	Adäquatheit der Fuzzy-Wissensmodelle	118
3.11	Fuzzy-Steuerungssysteme	127
3.11.1	Allgemeine Methodologie zum Aufbau	127
3.11.2	Fuzzy Hybrid Regler	136
3.11.3	Koordinaten-parametrische Fuzzy-Regelungssysteme	140
4	Theorie neuronaler Netze	149
4.1	Architektur und Typen neuronaler Netze	149
4.1.1	Neuronenmodelle	149
4.1.2	Architektur neuronaler Netze	151
4.1.3	Typen neuronaler Netze	156
4.2	Charakteristika und Rechenfähigkeit künstlicher neuronaler Netze	165
4.2.1	Charakteristika neuronaler Netze	165
4.2.2	Aufgaben, die mit neuronalen Netzen lösbar sind	166
4.3	Algorithmen des Lernens in neuronalen Netzen	168
4.3.1	Klassifizierung der Lernmethoden	168

4.3.2	Supervised-Learning-Algorithmen	174
4.3.3	Error-Back-Propagation-Algorithmus	181
4.3.4	Unsupervised Learning-Algorithmen	190
4.3.5	Competitive Learning-Algorithmen.....	192
4.3.6	Algorithmen des Lernens mit Bestätigung	197
4.4	Neuronale Identifizierung und Steuerung	201
4.4.1	Neuronale Identifizierung	201
4.4.2	Neuronale Steuerung.....	207
5	Genetische Algorithmen	218
5.1	Genetische Algorithmen, Hauptoperatoren	218
5.2	Lösung der Optimierungsaufgaben mit genetischen Algorithmen	221
5.3	Genetische Algorithmen mit Gruppenprinzip und orientierter Mutation	230
5.4	Vergleich zwischen der binären und der dezimalen Darstellung in genetischen Algorithmen	235
5.5	Vergleich zwischen den klassischen und genetischen Suchalgorithmen.....	237
5.6	Identifikation und Regelung auf der Basis genetischer Algorithmen	242
5.6.1	Diskrete zeitliche Identifikation.....	242
5.6.2	Kontinuierliche zeitliche Identifikation	247
5.6.3	Adaptive Regelung.....	248
6	Chaotische Systeme	251
6.1	Elemente der Chaoslehre	251
6.2	Identifizierung des chaotischen Zustandes der Bewegung des Systems.....	257
6.3	Fraktaldimension sonderbarer Attraktoren	260
6.4	Bifurkation und Steuerung der Chaostwicklung	261
6.5	Chaotische Netzwerke in Hardware-Systemen.....	264
7	Wahrscheinlichkeitsbedingte Schlußfolgerung (Probabilistic Reasoning).....	266
7.1	Bayes-Näherung.....	267
7.2	Dempster-Shafer Theorie der Glaubwürdigkeit.....	269
7.3	Niedere und höhere Vorhersagen.....	272
8	Neuro-Fuzzy-Techniken	275
8.1	Neuronale Fuzzy-Netze	275
8.1.1	Definitionen und Typen von neuronalen Fuzzy-Netzen	275
8.1.2	Fuzzifizierter Lern-Algorithmus.....	277
8.1.3	Lernen in neuronalen Fuzzy-Netzen unter dem Einsatz von α -Schnitten	281
8.2	Architektur der Neuro-Fuzzy-Systeme.....	284
8.3	Generierung der Regeln und Zugehörigkeitsfunktionen.....	286
8.4	Fuzzifizierung und Defuzzifizierung in Neuro-Fuzzy-Systemen	288
8.5	Optimierung eines Fuzzy-Controllers durch neuronale Netze.....	291
8.6	Neuro-Fuzzy-Identifikation und Regelung	296
8.6.1	Neuro-Fuzzy-Identifikation	296
8.6.2	Regelungen mit Neuro-Fuzzy	300
9	Kombination genetischer Algorithmen mit neuronalen Netzen	303
9.1	Neuronale Netze und genetische Algorithmen	303
9.2	Einsatz genetischer Algorithmen zum Lernen in neuronalen Netzen.....	306
9.3	Hybride Lernmethode [10]	308

10	Kombination genetischer Algorithmen mit Fuzzy-Logik.....	310
10.1	Genetischer Algorithmus zum Aufbau der Relationsmatrizen und der Zugehörigkeitsfunktionen.....	310
10.2	Adaptive Steuerung auf Basis der Fuzzy-Logik und des genetischen Algorithmus	314
10.3	Projektierung von Fuzzy-Netzen mit Hilfe genetischer Algorithmen.....	318
10.4	Ein Fuzzy-Ansatz für genetische Algorithmen, um die Suchrichtung zu beeinflussen.....	320
10.5	Genetische Fuzzy-Algorithmen	322
10.6	Fuzzy-Regressionsanalyse basierend auf genetischen Algorithmen	326
11	Weitere Kombinationen der Bestandteile des Soft Computings.....	333
11.1	Genetischer Algorithmus zum Lernen in neuronalen Netzen.....	333
11.2	Lernen in Fuzzy-Systemen unter Einsatz neuronaler Netze und genetischer Algorithmen.....	334
11.3	Chaotische neuronale Netze.....	337
11.4	Fuzzy-Expertensystem.....	339
11.5	Genetische Algorithmen zum Lernen in neuronalen Fuzzy-Netzen.....	346
12	Industrielle Applikationen des Soft Computings.....	354
12.1	Anwendung von Soft Computing zur Steuerung des katalytischen Crackens.....	354
12.1.1	Einführung	354
12.1.2	Struktur des Steuersystems	355
12.1.3	Wahl der technischen Betriebsarten für die Anlage	358
12.1.4	Neuronale Identifizierung der Dynamik des Prozesses des katalytischen Crackens.....	361
12.1.5	Synthese des mehrdimensionalen Neuro-Fuzzy Controllers	364
12.1.5.1	Verwendung des klassischen Error-Back-Propagation-Algorithmus zur Synthese des Controllers.....	364
12.1.5.2	Verwendung des Neuro-Fuzzy-genetischen Ansatzes.....	365
12.1.6	Computermodellierung und praktische Realisierung.....	367
12.1.7	Zusammenfassung.....	371
12.2	Farbenerkennung unter dem Einsatz von Fuzzy-Logik und genetischem Algorithmus	371
12.3	Bearbeitung von Anfragen an eine automatisierte Telefonauskunft.....	374
13	Applikationen des Soft Computings in der Robotik.....	380
13.1	Modelle zur Entscheidungsfindung durch einen intelligenten Roboter in einer Fuzzy-Umgebung.....	380
13.1.1	Planung des zielgerichteten Verhaltens	380
13.1.2	Bildung der Wissensbasen für die reflektorische Tätigkeit des IR.....	384
13.1.3	Der semantische Aspekt des Problems der logischen Nichtwidersprüchlichkeit der Wissensbasis	392
13.2	Neuro-Fuzzy-Navigationssystem für mobile Roboter	395
13.3	Ein Modell für die Steuerung eines intelligenten Transportroboters, der mit unexakten Anfangsinformationen arbeitet	400
14	Fuzzy-Systeme mit verteilter Intelligenz für eine kontinuierliche Produktion.....	415
14.1	Prinzipien und Methoden für den Aufbau von verteilten intelligenten Fuzzy-Systemen.....	416
14.1.1	FDIS Entwicklungsprinzipien.....	416

14.1.2 Architektur des FDIS (am Beispiel einer Ö raffinerie).....	418
14.1.3 Protokolle der Knotenwechselbeziehungen im FDIS	422
14.1.4 FDIS Hardware	422
14.1.5 Beschreibung intelligenter Elemente (Bestandteile) des FDIS.....	424
Literaturverzeichnis.....	433
Stichwortverzeichnis.....	447