

# Inhalt

## Vorwort

<b>1</b>	<b>Industrielle Einsatzgebiete von Fuzzy Technologien</b>	
	Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Jürgen Zimmermann, Aachen	1
1.1	Von der Fuzzy Set Theorie zur Fuzzy Technologie	1
1.2	Anwendungsgebiete der Fuzzy Technologien	7
1.2.1	Warum Fuzzy Technologie?	8
1.2.2	Wie wird Fuzzy Technologie verwandt?	9
1.2.3	Was wird zur Zeit primär durch Fuzzy Technologie gelöst?	10
1.2.3.1	Expertensysteme	10
1.2.3.2	Fuzzy Control	14
1.2.3.3	Fuzzy Datenanalyse	17
1.2.3.4	Entscheidungsunterstützung	18
1.2.4	Wo wird Fuzzy Technologie überwiegend eingesetzt?	18
1.3	Fuzzy Technologie und "Computational Intelligence"	21
<b>2</b>	<b>Neuronale Netze: Grundlagen und Anwendungen</b>	
	Dr. Kenneth A. Flaton, Dr.-Ing. Stefan Gehlen, Dr. Michael Hormel, Dr. Wolfgang Konen, Dr. Jörg Kopecz, Bochum	26
2.1	Elemente neuronaler Netze	26
2.1.1	Typen von Lernregeln	29
2.2	Beispiele einiger Modelle neuronaler Netze	30
2.2.1	Das Perzeptron: Lernen als Fehlerminimierung	30
2.2.2	Der Cerebellar Model Articulation Controller (CMAC)	32
2.2.3	RBF-Netzwerke und "Neuro-Fuzzy"	34
2.2.3.1	Training von RBF Netzen	35
2.3	Anwendungen neuronaler Netze	37
2.3.1	Neuronale Netze in der Prozeßführung	37
2.3.1.1	Wirkungsgradoptimierung von Dampfturbinenanlagen	39
2.3.1.2	Temperaturregelung von Härtungsöfen	43

## VIII

2.3.2	Bildauswertung mit neuronalen Netzen	46
2.3.2.1	FaceRec: Ein System zur automatischen Gesichtserkennung	46
2.3.2.2	Medizinische Bildverarbeitung	52
2.3.3	Prädiktion von Zeitreihen	55
2.4	Zusammenfassung	58
<b>3</b>	<b>Neuronale Netze und Fuzzy Logic in der Automatisierungstechnik</b>	
	Dipl.-Inform. Dagmar Schoder,	
	Dipl.-Inform. Hans Nücke, Unterschleißheim	59
3.1	Einleitung	59
3.1.1	Standortbestimmung	59
3.1.2	Anwendungsbereiche	60
3.2	Neuronale Netze, Fuzzy Logic und deren Kombination	61
3.2.1	Problemlösung mit Fuzzy Logic	61
3.2.2	Informationsverarbeitung in neuronalen Netzen	62
3.2.3	Neuronale Netze passen Fuzzy Systeme an	62
3.2.4	Fuzzy Logic als Unterstützung für neuronale Netze	63
3.2.5	Lose Kopplung der Techniken	64
3.3	Neuro oder Fuzzy: Welche Technik anwenden?	64
3.4	Applikationen	66
3.4.1	Optische Qualitätssicherung mit neuronalen Netzen	66
3.4.2	Neuronaler Regler mit Fuzzy-Trainer	68
3.4.3	Abfallsortierung mit neuronalen Netzen und Fuzzy Logic	70
3.5	Zusammenfassung	72
3.5.1	Diskussion	72
3.5.2	Ausblick	73
<b>4</b>	<b>Neuronale Regelung für industrielle Prozesse</b>	
	Dr. Dietmar Neumerkel, Berlin	74
4.1	Einleitung	74
4.2	Neuronale Modellierung	75
4.3	Modellbasierte Regelung	79
4.4	Fallbeispiele aus der Automatisierungstechnik	80
4.4.1	Drehzahlregelung eines Asynchronantriebs	80
4.4.2	Banddickenregelung eines Walzgerüstes	84
4.5	Zusammenfassung und Ausblick	88

<b>5</b>	<b>Lernverfahren für komplexe Aktorik / Robotik</b>	
	Dr. Thomas Martinetz, München	89
5.1	Einleitung	89
5.2	Das Robotermodell	90
5.2.1	Steuerung über Kameras	91
5.3	Hierarchische Anordnung Kohonen'scher Merkmalskarten	93
5.3.1	Die Ausgabewerte und der Positionierungsvorgang	94
5.3.2	Das Lernverfahren	96
5.4	Ergebnis einer Simulation	98
5.4.1	Eine einfache Greifstrategie	99
<b>6</b>	<b>Übergeordnete Regelung chemischer Verfahren mit Fuzzy Control und Künstlichen Neuronalen Netzen</b>	
	Dipl.-Ing. Thomas Froese, Nettetal	102
6.1	Einleitung	102
6.2	Probleme beim Einsatz konventioneller Regelungstechnik	102
6.3	Der Einsatz von Fuzzy Control	103
6.4	Der Einsatz Künstlicher Neuronaler Netze (KNN)	104
6.5	Beispiele	107
6.5.1	Optimierung von Destillationskolonnen	107
6.5.1.1	Fuzzy Control zur Verbesserung der Regelgüte	109
6.5.1.2	Künstliches Neuronales Netz ermittelt die Kopfproduktqualität	112
6.5.2	Neuronales Prozeßmodell für die Optimierung der Antibiotika Produktion	115
6.5.3	Weitere Anwendungen	117
<b>7</b>	<b>Einsatz von Fuzzy Control und neuronalen Netzen bei der Automatisierung in der Zellstoff- und Papierindustrie</b>	
	Dr.-Ing. Herbert Furumoto, Erlangen	119
7.1	Einleitung	119
7.2	Fuzzy Control optimiert die Zellstoffkochung	119
7.2.1	Die Technologie der Zellstoffproduktion	119
7.2.2	Was ist das Ziel der Prozeßführung mit Fuzzy Control?	120
7.2.3	Welche Aufgaben löst Fuzzy Control in der Kocherei?	121
7.2.4	Welche Prozeßgrößen werden als Eingänge benutzt?	121
7.2.4.1	Aussagen über die Wirtschaftlichkeit	121

7.2.4.2	Angaben über die Holzqualität	122
7.2.4.3	Angaben über die Kochsäurequalität	122
7.2.5	Welche Prozeßgrößen werden mit Fuzzy Control beeinflußt, was wird dadurch erreicht?	122
7.2.5.1	Ausformen des Temperatur-Zeit-Verlaufes	122
7.2.5.2	Ausformen des Druck-Zeit-Verlaufes	123
7.2.5.3	Verändern der Kochsäuremenge	123
7.2.6	Wie wird Fuzzy Control eingesetzt?	123
7.2.6.1	Produktionsregeln - Basis der Fuzzy Control	123
7.2.6.2	Fuzzifizieren der Eingangsgrößen	124
7.2.6.3	Aufstellen der Fuzzy-Regeln aus Produktionsregeln	125
7.2.6.4	Defuzzifizieren der Ausgangsgrößen	126
7.2.7	Erfahrungen bei der Inbetriebnahme	127
7.2.8	Wirtschaftlicher Nutzen von Fuzzy Control bei der Zellstoffkochung	128
7.3	Neuronale Netze bestimmen den Abbruchzeitpunkt der Zellstoffkochung	128
7.4	Neuronale Netze bewerten die Altpapierqualität	130
7.5	Fuzzy Control optimiert die Energieverteilung	131
7.5.1	Die Energiesituation in der Zellstoff- und Papierindustrie	131
7.5.2	Fuzzy Control verteilt die Energie	131
7.5.3	Vorteile der Energieverteilung mit Fuzzy Control	132
7.6	Fuzzy Control berücksichtigt die Schrumpfung der Papierbahn bei der Querprofilregelung	133
7.6.1	Das Problem der Schrumpfung bei der Papierherstellung	133
7.6.2	Lösung des Identifikationsproblems mit Fuzzy Control	134
7.6.3	Wirtschaftlicher Nutzen von Fuzzy Control bei der Querprofilregelung	135
7.7	Fuzzy-Petri-Netze minimieren die Abwasserlast	136
7.7.1	Bedeutung der Wasserkreisläufe bei der Papierherstellung	136
7.7.2	Anforderungen an ein Leitsystem für Wasserkreisläufe	138
7.7.3	Fuzzy-Logik für mehr Flexibilität in den Wasserkreisläufen	138
7.7.4	Fuzzy-Petri-Netze steuern Füllstände und Stoffdichten	140
7.7.5	Wirtschaftlicher Nutzen der Fuzzy-Petri-Netze	142
7.8	Neuro-Fuzzy hilft beim enzymatischen Bleichen	142
7.8.1	Enzymatisches Bleichen - Ziel des EG-Projektes BEST	142
7.8.2	Neuro-Fuzzy mit strukturierten Netzen - hilfreich beim Lernen von Fuzzy-Regeln	143
7.8.3	Strukturierte neuronale Netze unterstützen die Maßstabsübertragung Labor - Pilotanlage - Industrie	144
7.9	Zusammenfassung	145

<b>8</b>	<b>Methoden und Anwendungen der Fuzzy Datenanalyse und Neuro-Fuzzy Systeme</b>	
	Dipl.-Math. Dipl.-Wirt.Math. Karl Lieven, Dr. Willi Meier, Dr. Richard Weber, Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Jürgen Zimmermann, Aachen	
		147
8.1	Einleitung	147
8.2	Methoden und Anwendungen der Fuzzy Clusterung	148
8.2.1	Methoden	149
8.2.1.1	Das Fuzzy C-Means Verfahren	150
8.2.1.2	Shell Clustering	152
8.2.2	Anwendung bei der Prozeßanalyse einer petrochemischen Anlage	156
8.3	Methoden und Anwendungen der regelbasierten Fuzzy Datenanalyse	158
8.3.1	Methoden	159
8.3.2	Einsatz wissensbasierter Fuzzy Systeme	165
8.3.3	Anwendung zur Fehlerdiagnose eines Gleichstrommotors	167
8.4	Neuro-Fuzzy Systeme	170
8.4.1	Fuzzy Kohonen Clustering Network	170
8.4.2	Akustische Qualitätskontrolle mit dem Fuzzy Kohonen Netz	174
8.5	DataEngine	177
8.6	Zusammenfassung und Ausblick	179
<b>9</b>	<b>Einsatz von Neuronalen Netzen zur Aktienmarktanalyse</b>	
	Dipl.-Volkswirt Jürgen Graf, Karlsruhe	183
9.1	Einleitung	183
9.2	Neuronale Netze	184
9.2.1	Einführung	184
9.2.2	Anwendungsgebiete	185
9.3	Aktienanalyse	187
9.3.1	Einführung	187
9.3.2	Methoden der Aktienanalyse	187
9.4	Aktienkursprognose mit Neuronalen Netzen	188
9.4.1	Technische Analyse	190
9.4.2	Fundamentale Analyse	198
9.4.3	Netzwerktopologie	199
9.5	Resümee	200

<b>10</b>	<b>Pensum - Ein Fuzzy Planungs- und Steuerungssystem für die operative Prozeßführung</b>	
	Dipl.-Ing. Bernd Fischer, Dr. Willi Meier, Dipl.-Ing. Hans-Jörg Minas, Aachen	202
<b>10.1</b>	<b>Einleitung</b>	202
<b>10.2</b>	<b>Modellbildung und Fuzzy Petri Netz Konzept</b>	202
<b>10.2.1</b>	<b>Grundlagen von Planungs- und Steuerungsaufgaben</b>	202
<b>10.2.2</b>	<b>Das Fuzzy Petri Netz Konzept</b>	204
<b>10.3</b>	<b>Anwendungen</b>	206
<b>10.3.1</b>	<b>Steuerung flexibler Fertigungssysteme mit Pensum</b>	206
<b>10.3.1.1</b>	<b>Problemstellung</b>	206
<b>10.3.1.2</b>	<b>Fuzzy Petri Netze zur Beschreibung fertigungstechnischer Prozesse</b>	206
<b>10.3.2</b>	<b>Operative Steuerung eines Stahlwerkprozesses</b>	210
<b>10.3.3</b>	<b>Anwendung des Fuzzy Petri Netz Konzepts in der Verfahrenstechnik- Operative Prozeßführung einer Krackanlage zur Ethylenherstellung</b>	212
<b>10.4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	214
<b>11</b>	<b>Ergänzende Literatur</b>	215
<b>12</b>	<b>Autorenverzeichnis</b>	228
<b>13</b>	<b>Sachwortverzeichnis</b>	230