

Bernd Demant

**Fuzzy-Theorie
oder
Die Faszination des Vagen**

vieweg
Informatik & Computer

Aufbau und Arbeitsweise von Rechenanlagen
von Wolfgang Coy

Mehr als nur Programmieren...
Eine Einführung in die Informatik
von Rainer Gmehlich und Heinrich Rust

Simulation neuronaler Netze
von Norbert Hoffmann

Fuzzy-Logik und Fuzzy-Control
Eine anwendungsorientierte Einführung
mit Begleitsoftware
von Jörg Kahlert und Hubert Frank

Modellbildung und Simulation
von Hartmut Bossel

Fuzzy-Theorie oder
Die Theorie des Vagen
Grundlagen einer präzisen Theorie des Unpräzisen
für Mathematiker, Informatiker und Ingenieure
von Bernd Demant

Fuzzy Sets and Fuzzy Logic
von Sieggfried Gottwald

Dynamische Systeme und Fraktale
von Karl-Heinz Becker und Michael Dörfler

Formale Methoden und kleine Systeme
von Dirk Siefkes

Numerik sehen und verstehen
Ein kombiniertes Lehr- und Arbeitsbuch
mit Visualisierungssoftware
von Kim Kose, Rolf Schröder und Kornel Wieliczek

Computersicherheit
von Rolf Oppliger

Vieweg

Bernd Demant

Fuzzy-Theorie oder Die Faszination des Vagen

Grundlagen einer präzisen Theorie
des Unpräzisen für Mathematiker,
Informatiker und Ingenieure



Alle Rechte vorbehalten

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1993

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1993

Der Verlag Vieweg ist ein Unternehmen der Verlagsgruppe Bertelsmann International.



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN-13: 978-3-322-83062-3

DOI: 10.1007/978-3-322-83061-6

e-ISBN-13: 978-3-322-83061-6

Vorwort

Dieses Buch ist entstanden, weil der Autor die skeptische Haltung vieler Informatiker und Mathematiker gegenüber der Fuzzy-Theorie, der er bis vor kurzem begegnete, aufweichen wollte. Inzwischen hat sich das Szenario allerdings grundlegend geändert. Von Skepsis kann kaum noch die Rede sein. Fuzzy-Methoden sind allenthalben im Schwange. Viele jüngere Ingenieure, die übrigens von Anfang an keine Berührungsängste vor den neuen 'unpräzisen' Entwürfen der Fuzzy-Theorie hatten, nehmen die Angebote an und fügen sie wie selbstverständlich in ihr professionelles Methodenrepertoire ein.

Die Darstellung der Fuzzy-Theorie in diesem Buch hat eine Tendenz : Der Autor unternimmt den Versuch, begreiflich zu machen, daß die Begriffsbildungen der Fuzzy-Theorie keiner apologetischen Ableitung aus den gewohnten Theorien wie Mengentheorie oder Wahrscheinlichkeitstheorie bedürfen. Sofern die diskutierten Begriffe Sachverhalte der Wirklichkeit modellieren wollen, sind die hiermit verbundenen Idealisierungen meist weniger einschränkend als die gewohnten. Es wird daher programmatisch versucht, von den fuzzytheoretischen Begriffen auszugehen mit dem gelegentlichen Hinweis, daß diese Begriffe und mit ihnen gebildete Aussagen für den Spezialfall entsprechender gewöhnlicher Begriffe manchmal bereits bekannte Sachverhalte reflektieren.

Die Möglichkeiten der Fuzzy-Theorie werden trotz ihrer Akzeptanz bei vielen Praktikern nach Ansicht des Autors allgemein noch unterschätzt. Die Vorzüge der Fuzzy-Theorie findet man

1. in der durch fuzzytheoretische Reflektion provozierten Entdeckung bisher unbekannter Zusammenhänge wirklicher Sachverhalte,

2. in der Anwendung fuzzytheoretischer Methoden auf technische Systeme,
3. in der überlegenen Darstellbarkeit wirklicher Sachverhalte mittels der in der Fuzzy-Theorie entwickelten Begriffe und Notationen.

Besonderen Dank erweisen möchte der Autor an dieser Stelle seiner Frau, Dipl. Math. Brigitte Demant, für wichtige Beiträge zu diesem Buch sowie das viele Gegenlesen und die Entdeckung einiger Fehler. Auch den Kollegen des Autors in der GMD, Herrn Dr. Ekkehard Altmann, der den Abschnitt 2.3., Vage Ordnungen, durch inspirierende Diskussion förderte und intensiv gegengelesen hat, und Herrn Dipl. Inform. Claus Hoffmann, der bei einigen wichtigen bildlichen Darstellungen behilflich war und auch gegengelesen hat, sei hiermit gedankt.

GMD, St. Augustin
im April 1993

Bernd Demant

Inhalt

Präzision ist nicht Wahrheit (Henri Matisse).....	1
Strukturelle und quantifizierbare Vagheit.....	4
1. Die Elemente der Fuzzy-Theorie.....	7.
1.1. Der Begriff Fuzzy-Menge.....	7
1.2. Fuzzy-Mengen als Punkte eines Würfels.....	9
1.3. Operationen mit Fuzzy-Mengen.....	13
1.4. Fuzzy-Untermengen.....	20
1.5. Trianguläre Normen.....	26
1.6. Fuzzy-Arithmetik.....	34
1.7. Zusammenfassung.....	40
2. Fuzzy-Lukasiewicz-Theorie.....	43
2.0. Übersicht.....	43
2.1. Fuzzy-Untermengigkeit als Fuzzy-Subsumption.....	46
2.2. Ähnlichkeit als Fuzzy-Gleichheit und Vagheit von Fuzzy- Mengen.....	54
2.3. Vage Ordnungen.....	60
2.4. Fuzzy-Mikrogeometrie.....	76
3. Theorie des Möglichen.....	83
3.0. Übersicht.....	83
3.1. Die Wahrscheinlichkeit von Fuzzy-Ereignissen.....	85
3.2. Die Möglichkeit von Fuzzy - Ereignissen.....	96

3.3.	Fuzzy - Zuverlässigkeit.....	104
3.4.	Information als Begriff der Possibilistik	118
4.	Fuzzy-Inferenzsysteme.....	124
4.1.	Modellfreiheit von Fuzzy-Inferenzsystemen.....	124
4.2.	Fuzzy-regelnde Systeme.....	128
4.3.	Adaption von Fuzzy-Inferenzsystemen.....	144
	Notationen.....	146
	Literaturverzeichnis.....	148
	Sachwortverzeichnis.....	150