

Berichte aus der Betriebswirtschaft

Heinrich Rommelfanger (Hrsg.)

**Neue Anwendungen von Fuzzy-Logik
und Künstlicher Intelligenz**

Shaker Verlag
Aachen 2005

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2005

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4304-6

ISSN 0945-0696

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort

Trotz des Siegeszuges der Fuzzy-Logik in der Regelungstechnik fristen die Anwendungen der Fuzzy-Mengen-Theorie in anderen Bereichen noch ein Schattendasein. Dies lässt sich damit erklären, dass die Systeme zumeist sehr komplex sind und die Vorteile einer realistischeren Modellierung nicht sofort sichtbar werden.

Die Praxis benötigt aber Modelle, welche die realen Probleme so genau wie möglich abbilden und so fehlerhafte Modellierungen realer Probleme verhindern. Durch Einsatz der Fuzzy-Mengen-Theorie kann unpräzises, vages oder unsicheres Wissen explizit in das Modell einbezogen und mathematisch abgebildet werden. Weiterhin lassen sich durch die Beschreibung linguistischer Variablen mittels Fuzzy-Mengen funktionierende Expertensysteme konstruieren, die qualitative Informationen adäquat verarbeiten. Diese Systeme gehören in das wachsende Spektrum der Künstlichen Intelligenz, die darauf abzielen, über die Nachbildung von kognitiven Prozessen und die Modellierung informationsverarbeitender Systeme neues Wissen zu generieren. Ein weiteres Gebiet sind Neuronale Netzwerke, die im ökonomischen Kontext vor allem zur Prognose Verwendung finden.

Ziel der Arbeitsgruppe "Fuzzy Systeme, Neuronale Netze und Künstliche Intelligenz" der Gesellschaft für Operations Research e.V. (GOR) ist ein Erfahrungsaustausch zwischen Ingenieuren, Informatikern, Mathematikern, Wirtschaftswissenschaftlern und allen auf dem Gebiet tätigen Wissenschaftlern und Praktikern.

Das vorliegende Buch bietet eine Auswahl aus Forschungsarbeiten, die auf dem Workshop der GOR-Arbeitsgruppe am 21. Februar 2005 an der J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main vorgestellt und einem Refereeprozess unterzogen wurden.

In seinem Beitrag *"Portfolio Optimization with Fuzzy Expected Returns"* zeigt Kai D. Leifert, Credit Suisse Asset Management Frankfurt am Main, zunächst auf, dass die Verwendung des Mittelwert-Varianz-Portfolio-Ansatzes von Markowitz einige Unzulänglichkeiten aufweist. Bei realen Portfoliosteuerungen sind die Analysten nicht in der Lage, die zukünftigen Erträge mit Sicherheit zu prognostizieren. Leifert stellt daher ein Portfoliooptimierungsmodell vor, das die erwarteten Erträge als Fuzzy-Zahlen modelliert. Er kann zeigen, dass die Verwendung von Fuzzy-Erträgen keine Einwirkung auf den allgemeinen Algorithmus zur Berechnung der relativen Portfoliogewichte hat, dass diese aber den Verlauf der effizienten Grenze beeinflussen. Die so neu geschaffenen Grenzen bieten dem Asset-Manager die Möglichkeit, das gegenwärtige Portfolio auf Plausibilität zu prüfen und Einblicke in den Markt zu nehmen.

In der empirischen Studie *"Datenanalyse von Start-up-Unternehmen zur Abschätzung der Krisengefährdung"* geben Hans-J. Lenz und Inga Steffin, Freie Universität Berlin, zunächst einen kurzen Überblick über Verfahren der Krisenanalyse. Die aus der Literatur bekannten empirischen Arbeiten zur Krisenur-

sachenforschung beschränken sich meistens auf die Erforschung der Insolvenzursachen, was durch die beschränkte Zugänglichkeit der Daten zu begründen ist. Die Insolvenz stellt aber nur eine extreme Ausprägungsform der Unternehmungskrise dar; die erfolgreich bewältigten Unternehmungskrisen bleiben meist außer Betracht. Ziel der empirischen Untersuchung war es, anhand selbst erhobener Daten zur quantitativen Jahresabschlussanalyse gängige Data Mining Verfahren auf ihre Leistungsfähigkeit zur Analyse der Krisengefährdung zu untersuchen. Dabei wurden als Verfahren eingesetzt: Entscheidungsbaumverfahren, Neuronale Netze, Neuro-Fuzzy-Systeme, lineare multivariate Diskriminanzanalyse und logistische Regression.

In der neoklassische Arbitrage-theorie wird das real existierende Marktrisiko reduziert, indem man unterstellt, dass alle Marktteilnehmer identische Erwartungen bezüglich der künftigen zustandsabhängigen Auszahlungen von risikobehafteten Wertpapieren bilden. Die Unsicherheit besteht dann im Eintritt des Zustandes selber, jedoch nicht in dessen Ausprägung. Dieses Vorgehen ist nicht widerspruchsfrei bei der Anwendung in der Praxis. Zu den wohl bekanntesten Anomalien gehört der so genannte „Volatility Smile“-Effekt. Konstantin Korolev, J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, zeigt in seinem Beitrag ***"Bewertung von Fuzzy Valued Assets in diskreten Modellen"*** auf, dass die Anwendung der Fuzzy-Mengen-Theorie es erlaubt, die strengen Prämissen der neoklassischen Arbitrage-theorie aufzuweichen. Dazu wird die zusätzliche Unsicherheit in Form des Unwissens über die genaue Ausprägung eines Umweltzustands modelliert. Als Ergebnis der modifizierten Arbitrage-theorie ergibt sich dann ein Modellrahmen, bei dem einige Anomalien, zu denen auch der „Volatility Smile“-Effekt gehört, aufgelöst werden können.

In ihrem Aufsatz ***"Die Bewertung von Humankapital in einem Fuzzy-Kredit-Rating-System"*** zeigt Nina Golowko, J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, einen Weg auf, wie - über die Jahresabschlussanalyse hinaus - weitere Informationen über das zu ratende Unternehmen in bankinternen Kredit-Ratingfahren verarbeitet werden können. Um den gestiegenen Anforderungen von Basel II zu genügen, sollte als eine maßgebliche Determinante für die zukünftige Entwicklung und den zukünftigen Erfolg eines Unternehmens auch das Humankapital bewertet werden. Es ist die Summe aller Leistungspotentiale wie Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Motivation, die einer Unternehmung durch ihre Organisationsmitglieder zur Verfügung gestellt wird. Kennzahlen, die das Leistungsangebot eines Unternehmens beschreiben, sind jedoch häufig nur ordinal messbar. Im hier vorgestellten hierarchischen Fuzzy-Kredit-Rating-System werden die auf der untersten Ebene gebildeten Kennzahlen, seien sie metrisch oder lediglich ordinal skalierbar, mit speziell von Experten aufgestellten Regeln schrittweise zu einem Gesamturteil aggregiert. Durch die Modellierung der verbalen Bewertungen mittels linguistischer Variablen lassen sich nun auch unscharfe Bewertungen adäquat verarbeiten.

In seinem Artikel ***"Interactive Fuzzy: Eine Fuzzy Expertensystem-Shell für Beratungs- und Diagnoseaufgaben"*** stellte Reiner North, J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, eine selbst entwickelte Fuzzy-Shell vor, die konsequent auf die besonderen Anforderungen von Fragestellungen aus dem Beratungs- und Diagnosebereich ausgerichtet ist. Neben gängigen Editoren für linguistische Variablen, Fuzzy-Mengen und Regelbasen werden vor allem Flowcharts eingesetzt, die die Entscheidungsabläufe in mehrschichtigen Fuzzy-Bewertungsmodellen auf den einzelnen Hierarchieebenen visualisieren und die Aggregationen zu den entsprechenden Oberzielen nachvollziehbar gestalten. Dadurch soll nicht nur die Akzeptanz von Expertensystemen beim Anwender erhöht werden, eine adäquate Abbildbarkeit von Expertenwissen ist auch hilfreich für die Nachvollziehbarkeit der gegebenen Empfehlungen.

Leonid Jasvoin, Roland Berger Strategy Consultants Frankfurt am Main, stellt in seiner Abhandlung ***"Integration der Unsicherheitsaspekte in die Flugplanoptimierung. Entwicklung eines Fuzzy- und Marktmodell-basierten Flugplanoptimierungsmodells"*** ein mehrstufiges Optimierungsmodell vor, das die Unsicherheit in den Flug-, Boden- und Verbindungszeiten in Form von Fuzzy-Intervallen abbildet. Die Flugverspätungen lassen sich so instrumentalisieren, dass sie neben den Verspätungskosten und den zu erwartenden Passagierumsätzen Bestandteil der Zielfunktion eines auf der Tabu-Suche basierenden Flugplanoptimierungssystems werden. Das Optimierungsmodell integriert mehrere Sub-Probleme, die für jeden Vorschlag zur Änderung der zeitlichen Positionierung der Flüge, der von der Optimierungsroutine generiert wird, die monetäre Bewertung des resultierenden Flugplans mit Hilfe der auf empirischen Daten kalibrierten Marktmodelle für Geschäfts- und Privatreisende liefern.

Eike Rommelfanger, Justus-Liebig-Universität Gießen, stellt ein ***"Expertensystem zur Ermittlung des Artenreichtums auf landwirtschaftlichen Nutzflächen"*** vor, das den Einflussfaktoren der Nutzung und den natürlichen Standortbedingungen linguistische Variablen zuordnet, die den Artenreichtum beschreiben. Sowohl das Regelsystem als auch die Quantifizierung der linguistischen Variablen „artenarm“, „mittlerer Artenreichtum“ und „artenreich“ in Abhängigkeit von dem jeweiligen Nutzungstyp sind durch Expertenbefragungen zu ermitteln. Da die linguistischen Variablen für Artenreichtum nicht allgemein verständlich sind, sondern nur von Experten umschrieben werden können, kann so die Schnittstelle zu anderen Modellen deutlich verbessert werden.

Unter dem Titel ***"Das Fuzzy-Area-Tendency-Verfahren (FAT)"*** präsentiert Wolfgang Anthony Eiden, Technische Universität Darmstadt, ein neues Defuzzifizierungsverfahren, das eine wesentlich realitätsnähere Charakterisierung und Interpretierbarkeit von Fuzzy-Mengen gestattet als die Standard-Defuzzifizierungsverfahren. Der Hauptfokus liegt dabei auf dem Gebiet der Fuzzy-Entscheidungstheorie und der

damit verbundenen Anforderungen für eine realitätsnahe Modellierung, Verarbeitung, Ergebnisinterpretation und –weiterverarbeitung. Zur Illustration des Potentials dieses Verfahrens werden beispielhaft drei Anwendungsmöglichkeiten skizziert: Eine Termzugehörigkeitsbewertung, eine Flächenschwerpunktsbewertung und ein Ranking für Fuzzy-Zeiten.

Mit dem Beitrag *"Eine Benutzeroberfläche für ein Neuro-Fuzzy-Perzeptron"* stellen Oliver Sauerzapf, Hans Ohnsorge MEX GmbH Bodenheim, zusammen mit Dietmar Schweigert, Universität Kaiserslautern, ein Neuro-Fuzzy-Perzeptron vor, das die Lernfähigkeit eines Neuronalen Netzes mit dem regelbasierten Ansatz eines Fuzzy-Controllers kombiniert. Expertenwissen und Unternehmensstrategien können auf einfache Art modelliert werden und bleiben trotz komplexer Analysen doch durchschaubar. Zur Akzeptanz von Fuzzy-Logik-Controlling-Instrumenten ist es aber wichtig, dass dem Experten eine intuitiv zu bedienende Benutzeroberfläche angeboten wird, in der er direkt die Stellen sehen kann, die geändert werden müssen, um seinen Wünschen zu entsprechen. In vielen Fällen haben die Experten ihr Wissen nicht sofort in Form von Regeln abrufbar, die Regeln werden vielmehr erst in einem „Try and Error-Prozess“ gewonnen. In dieser Phase bekommt der Experte zum ersten Mal ein Gefühl für den Einfluss kleiner Änderungen an der Regelbasis. Die Abstraktion des Expertenwissens wird also schrittweise vorgenommen.

Im ihrem Aufsatz *"Support Vektor Klassifikatoren im analytischen Kundenbeziehungsmanagement"* untersuchen Stefan Lessmann und Robert Stahlbock, Universität Hamburg, das Potential von sogenannten Support Vektor Maschinen für das analytische Kundenbeziehungsmanagement. Die Autoren verdeutlichen, wie die besonderen Anforderungen des Anwendungsfeldes durch ein spezialisiertes Vorgehensmodell geeignet berücksichtigt werden können. Hinausgehend über die reine Klassifikationsleistung wird eine effiziente Entscheidungsunterstützung erreicht.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch den Einsatz von Fuzzy-Systemen, Neuronalen Netzen und weiteren Verfahren der Künstlichen Intelligenz die Verfahren zur Entscheidungsunterstützung realistischer gestaltet und nachhaltig verbessert werden können. Die hier dargestellten Beiträge zeigen die Potentiale dieser Theorien auf und geben einen Einblick in das weite Anwendungsspektrum. Den Autoren dieser Fachbeiträge sei herzlich gedankt für ihre Fachbeiträge auf dem Workshop und in diesem Tagungsband. Mein besonderer Dank geht an Nina Golowko, die die redaktionelle Feinarbeit für dieses Buch geleistet hat.

Inhaltsverzeichnis

Portfolio Optimization with Fuzzy Expected Returns <i>Kai D. Leifert</i>	1
Datenanalyse von Start-up-Unternehmen zur Abschätzung der Krisengefährdung <i>Hans-J. Lenz, Inga Steffin</i>	18
The Pricing of Fuzzy Valued Assets in Discrete Time Models <i>Konstantin Korolev</i>	31
Die Bewertung von Humankapital in einem Fuzzy-Kredit-Rating-System <i>Nina Golowko</i>	43
„Interactive Fuzzy“: Eine Fuzzy Expertensystem-Shell für Beratungs- und Diagnoseaufgaben <i>Reiner North</i>	55
Integration der Unsicherheitsaspekte in die Flugplanoptimierung. Entwicklung eines Fuzzy- und Marktmodell-basierten Flugplanoptimierungsmodells <i>Leonid Jasvoin</i>	69
Expertensystem zur Ermittlung des Artenreichtums auf landwirtschaftlichen Nutzflächen <i>Eike Rommelfanger</i>	85
Das Fuzzy-Area-Tendency-Verfahren (FAT) – Ein neues Defuzzifizierungs- verfahren für Bewertungen, Vergleiche und zum Bilden von Rangordnungen <i>Wolfgang Anthony Eiden</i>	93
Eine Benutzeroberfläche für ein Neuro-Fuzzy-Perzeptron <i>Oliver Sauerzapf, Hans Ohnsorge, Dietmar Schweigert</i>	105
Support Vektor Klassifikatoren im analytischen Kundenbeziehungsmanagement <i>Stefan Lessmann, Robert Stahlbock</i>	113