

# Fuzzy-Systeme zur Unterstützung von Entscheidungen in land- und forstwirtschaftlichen Logistik-Prozessen

Steve Schneider

Logistik- und Fabrikssysteme  
Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung  
Sandtorstr. 22  
39106 Magdeburg  
steve.schneider@iff.fraunhofer.de

**Abstract:** Für eine optimale Planung und Steuerung land- und forstwirtschaftlicher Logistik-Prozesse ist es erforderlich eine Übersicht über alle relevanten Prozessinformationen als Entscheidungsgrundlage zu besitzen. Dies ist jedoch in der Praxis nicht immer der Fall. Die Nutzung von Fuzzy-Systemen könnte ein Ansatz sein, um auch mit einer unvollständigen Datengrundlage eine optimale Planung und Steuerung durchzuführen. Im Beitrag werden die Möglichkeiten von Fuzzy-Systemen zur Unterstützung von Entscheidungen in land- und forstwirtschaftlichen Logistik-Prozessen aufgezeigt sowie erste praktische Erfahrungen dargestellt.

## 1 Hintergrund

Durch die steigende Nutzung verschiedenster Informationstechnologien im Bereich der Land- und Forstwirtschaft nimmt der Umfang der verfügbaren Prozessdaten stetig zu. Diese Daten gilt es, mit dem Ziel der Optimierung von Logistikketten, als Entscheidungsgrundlage für die Gestaltung und Steuerung der logistischen Prozesse zu nutzen. Die in land- und forstwirtschaftlichen Prozessen verwendete IT-Ausstattung ist jedoch sehr heterogen. Dies bezieht sich sowohl auf die Dimension, die von Smartphones über Excel-Tabellen bis hin zum SAP-Systemen geht, als auch auf die verwendeten Funktionalitäten, wie z.B. Einsatzplanung, Ressourcenverwaltung oder Finanzbuchhaltung. Dies führt dazu, dass eine kontinuierliche Verfügbarkeit bestimmter Daten über alle Akteure nicht sichergestellt ist. Die Anwendung einer linearen Entscheidungslogik ist daher schwierig. Eine mögliche Alternative hierzu ist die Fuzzy Logik, welche auf die Verarbeitung von ungenauen Informationen ausgerichtet ist.

## 2 Fuzzy Logik

1965 wurde von Prof. Zadeh an der University of California, Berkeley, die Fuzzy-Set-Theorie [Za65], welche später unter dem Begriff Fuzzy Logik bekannt wurde, entwickelt. Der wesentlichste Unterschied zur linearen Entscheidungslogik ist dabei, dass

Fuzzy-Systeme keine Entscheidungsbäume durchlaufen, sondern linguistisch formulierte Regeln einzeln anwenden und anschließend ein Gesamtergebnis aus den Teilergebnissen errechnen. Dabei werden für die Ermittlung einer Antwort nicht alle Informationen benötigt, da bei der Auswertung der Regeln die Ausgabe des wahrscheinlichsten Ergebnisses anhand einer gezielten Kombination alternativer Daten erfolgt.

An einem einfachen Alltagsbeispiel kann dies wie folgt erklärt werden. Am Anfang steht z.B. die Grundaussage, dass junge Menschen über eine hohe Lernfähigkeit verfügen und alte Menschen nicht mehr. In einer „scharfen“ Logik würde dies, wie in Abbildung 1 dargestellt, einfach anhand einer festen Altersgrenze definiert werden. Das bedeutet, wenn das Alter weniger als 50 Jahre beträgt liegt die Lernfähigkeit bei 100 und wenn nicht bei 0. Diese Annahme ist jedoch mit der Realität schwer vereinbar.

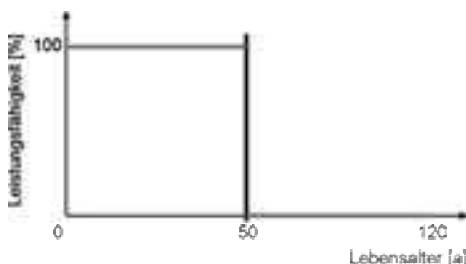


Abbildung 1: Beispiel - Scharfe Logik

Innerhalb der Fuzzy Logik wird die Definition von „Jung“ und „Alt“ alternativ mit Hilfe von linearen Zugehörigkeitsfunktionen [Zi87] umgesetzt, welche auf Statistiken oder Erfahrungswissen basieren können und im Ergebnis eine Beschreibung von unscharfen Mengen erlauben. Zusätzlich werden Regeln definiert, mit denen der Zusammenhang zwischen dem Lebensalter und der Lernfähigkeit beschrieben wird. Dies erlaubt es, für ein bestimmtes Lebensalter die entsprechende Lernfähigkeit zu berechnen (siehe Abbildung 2).

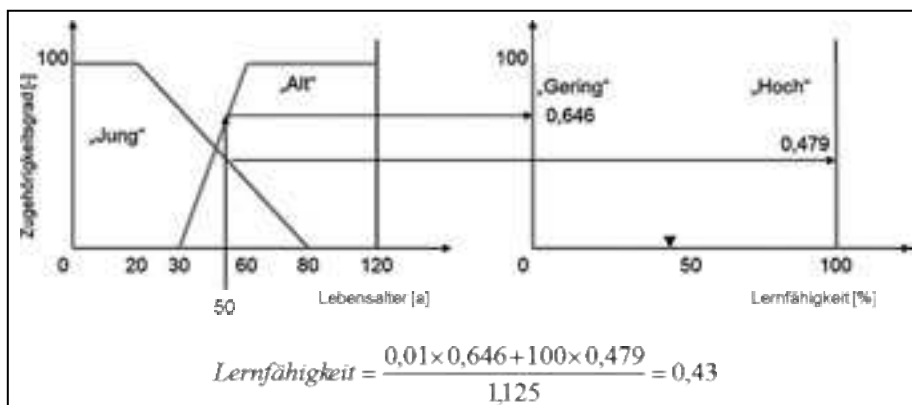


Abbildung 2: Beispiel - Unscharfe Fuzzy Logik

### **3 Praktische Anwendung**

Basierend auf einer vom Fraunhofer IFF entwickelten und auf Fuzzy Logik basierenden Lösung, welche innerhalb der Instandhaltung von Industrieanlagen eingesetzt wird, können Entscheidungen im Bereich der Gestaltung und Steuerung logistischer Prozesse in der Land- und Forstwirtschaft unterstützt werden. Als Eingangsdaten dienen die zuvor gesammelten verschiedenartigen, d.h. aus verschiedenen Quellen und zu unterschiedlichen Zwecken erzeugten Prozessdaten. Hierfür werden speziell die Eingangsdaten ausgewählt, die nach verschiedenen Expertenmeinungen oder aus Betriebserfahrungen in einem Zusammenhang mit den entsprechenden logistischen Prozessen stehen. Als Wissensspeicher für die Bewertungsmethode wird ein linguistisch formuliertes Regelwerk mit den spezifischen Abläufen und der damit verbundenen Abhängigkeiten des land- bzw. forstwirtschaftlichen Prozesses verwendet. Im Ergebnis erlaubt die Lösung eine einfach handhabbare, intuitiv verständliche und kontextbasierte Nachbildung von Prozessergebnissen für den praktischen Einsatz. Dies wurde bereits im Laufe des Forschungsprojektes «Intelligentes Holz - RFID in der Rundholzlogistik» innerhalb einer RFID-basierten Abfuhrkontrolle von Industrieholz erprobt. Die dort erhaltenen Erkenntnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.

#### **3.1 Problembeschreibung**

Innerhalb des Forschungsprojektes «Intelligentes Holz - RFID in der Rundholzlogistik» wurden geerntete Baumstämme mit Hilfe von prozessauglichen RFID-Transpondern vor dem Abtransport aus dem Wald markiert, um diese später z.B. im Sägewerk wieder zu identifizieren. Ein Ziel war es, eine Abfuhrkontrolle zur Überprüfung der Vollständigkeit von Rundholztransportaufträgen zu realisieren, indem sowohl die Herkunft als auch die Anzahl der zugewiesenen Transponder erfasst und mit entsprechenden Soll-Werten verglichen wurden. Voraussetzung hierfür war eine hundertprozentige Leserate der am Holz befindlichen Transponder. Diese konnte jedoch in der Praxis nicht erreicht werden, da die Leserate von verschiedenen Faktoren, wie z.B. der Transponderanzahl, der Außentemperatur, der Holzfeuchte oder der Holzart beeinflusst wurde.

Um die von den Praxispartnern geforderte Prozesssicherheit zu gewährleisten, musste eine Lösung gefunden werden, welche mit der abnehmenden Anzahl von RFID-Informationen durch nicht gelesene bzw. nicht funktionierende Transponder arbeiten kann. Hierfür wurde die auf Fuzzy Logik basierende Anwendung des Fraunhofer IFF gewählt.

#### **3.2 Umsetzung**

Im ersten Schritt wurden in Zusammenarbeit mit den beteiligten Akteuren lineare Zugehörigkeitsfunktionen für die Leserate und den Erfüllungsgrad eines Transportauftrages definiert. Im Ergebnis stand eine Einteilung der Leseraten in „gering“, „mittel“ und „hoch“ und des Erfüllungsgrads in „schlecht“, „mittel“ und „sehr gut“. Beispielhaft ist dies in Abbildung 3 dargestellt.

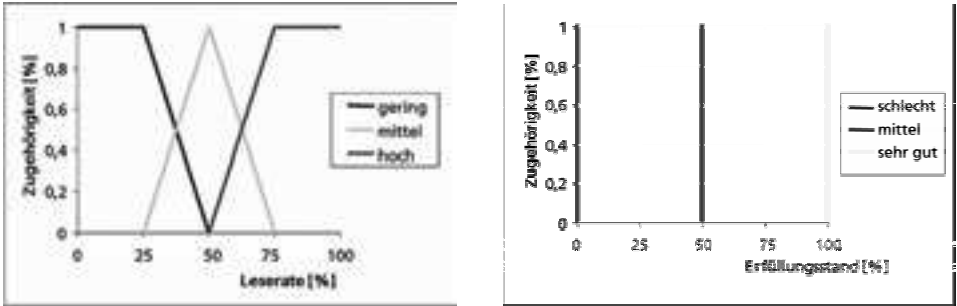


Abbildung 3: Zugehörigkeitsfunktion von Leserate und Erfüllungsstand

Anschließend wurden Regeln definiert, um anhand des berechneten Erfüllungsstandes den Abfahrstatus abzuleiten. Diesen waren wie folgt aufgebaut.

- Der Transport ist „nicht abgeschlossen“, wenn der Erfüllungsstand zwischen 0% und 50% liegt.
- Der Transport ist „wahrscheinlich abgeschlossen“, wenn der Erfüllungsstand zwischen 25% und 75% liegt.
- Der Transport ist „abgeschlossen“, wenn der Erfüllungsstand mehr als 75% beträgt.

Auf Basis der Leserate sowie der definierten Zugehörigkeitsfunktionen und Regeln konnte mit dem im Projekt definierten Fuzzy-System eine Aussage über den Abfahrstatus einer bestimmten Lieferung getroffen werden. In Abbildung 4 ist dies beispielhaft für eine Leserate von 60% dargestellt. Der Erfüllungsstand beträgt hier knapp 70% und der Holztransport ist somit „wahrscheinlich abgeschlossen“.

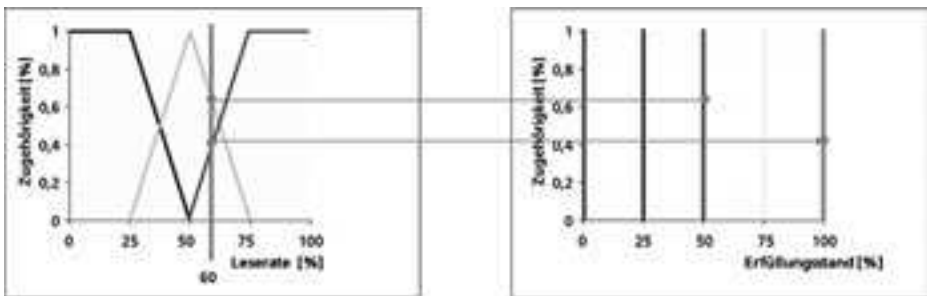


Abbildung 4: Auswertung für eine Leserate von 60%

## Literaturverzeichnis

- [Za65] Zadeh, L. A.: Fuzzy sets. Information and Control, 8, 1965; S.338-353.  
 [Zi87] Zimmermann, H.-J.: Fuzzy Sets, Decision Making and Expert Systems. Kluwer-Nijhoff, Boston, 1987.