

# Fuzzy- Systeme AS1-6

---

---

---

---

---

---

---

---

## Fuzzy-Variable

### Fuzzy-Regelsysteme

### Anwendung in der Medizin

---

---

---

---

---

---

---

---

## Logische Widersprüche

**Zustände** „Wahr“ oder „Falsch“ klassische KI-Systeme

### Paradoxien

- „Dieser Satz ist unwahr“ *Wahr? Falsch?*
- Der Kreter sagt: „Alle Kreter lügen“. *Lügt er?*
- Der Dorfbarbier rasiert alle im Dorf, die sich nicht selbst rasieren. *Wer rasiert den Barbier?*
- Füge ein Sandkorn nach dem anderen hinzu. *Wann ist ein Haufen da?*

**Unschärfe Logik:** Wahr:  $s=1$ , Falsch:  $s=0$   
$$\left. \begin{array}{l} s=1 \Rightarrow s=0 \\ s=0 \Rightarrow s=1 \end{array} \right\} \Rightarrow s=1-s$$

**Logik:**  $2s=1$  oder  $s=0,5$  „*unscharfe*“ Antwort  
**Sandhaufen:** Statt  $s$  gebe  $P(s)$  an „*unscharfer*“ Zustand

---

---

---

---

---

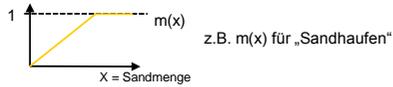
---

---

---

# Fuzzy-Variable

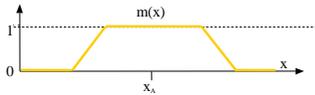
**Definition** Zugehörigkeitsfunktion  $m(x) \geq 0$



## Allgemein

Kontin. Zuordnung: „x hat den Zustand  $x_A$ “ durch  $m(x)$   
z.B. Person ist „normal“ groß

0 und 1 sind nur Extremwerte von  $m(x)$




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Fuzzy-Variable

## Fuzzy-Regelsysteme

### Anwendung in der Medizin

---

---

---

---

---

---

---

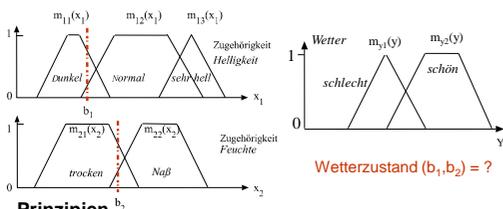
---

---

---

# Fuzzy-Regeln

**Beispiel** Zugehörigkeitsfunktionen für „Wetter“



## Prinzipien

WENN (Helligkeit = normal) UND (Feuchte = trocken)  
DANN (schönes Wetter)

WENN (Helligkeit = dunkel) UND (Feuchte = naß)  
DANN (schlechtes Wetter)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

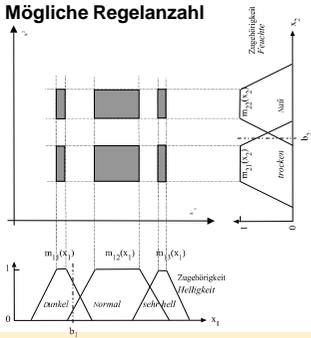
---





## Fuzzy-Regeln und RBF

### Mögliche Regelanzahl



- Abdeckung des Eingabe/Ausgabe-Musterraums durch Kerngebiete

Frage: Wieviel RBF-Neurone nötig?

- $r_i$  Zugehörigkeitsfkt pro Fuzzy-Variablen

$\Rightarrow r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_{n+1}$  Regeln

$\Rightarrow r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_{n+1}$  RBF-Neurone

## Adaption von Fuzzy-Systemen

- Problem**
- Lage der Zentren
  - Breite der Zugehörigkeitsfunktionen

### Lösung

- Abbildung der initialen Prinzipien auf RBF-Neurone

Modellierung der UND-Terme als RBF-Neuron:

$$S(x_1, \dots, x_n) = m_1(x_1) \cdot \dots \cdot m_k(x_n) \text{ correlation product enc.}$$

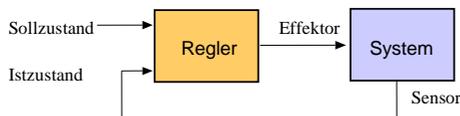
Zusätzliche Integration der Schlussfolgerung

$$S_{RBF}(x_1, \dots, x_n, y) = S(x_1, \dots, x_n) \cdot m_r(y)$$

- Trainieren des RBF-Netzes  
Ermitteln der Parameter für  $m_1, \dots, m_k, m_r$
- Rückabbildung auf Prinzipien

## Fuzzy-Regelung

### Klassischer Regelkreis





## Einleitung

Klassische, frühe Studie (*univ. clinic of Leeds UK, 1971*)  
472 Patienten mit akuten abdominalen Schmerzen

- **Diagnoseerfolg durch Ärzte:** 3 junge & 3 erfahrene  
Beste menschliche Diagnose (erfahrenster Arzt) **79,7 %**
- **Diagnoseerfolg durch Computer:** *Bayes classification*  
Computer mit synthetischem Experten-Datensatz **82,2 %**  
Computer mit 600 Patientendaten **91,1 %**

⇒ **Menschen können nicht direkt  
komplexe Daten analysieren !**



## Einleitung

**Lösung:** Nutzung von mathematischen  
Methoden und Datensammlungen zur  
Diagnose

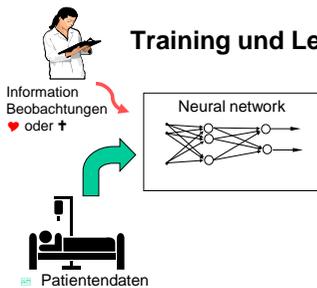


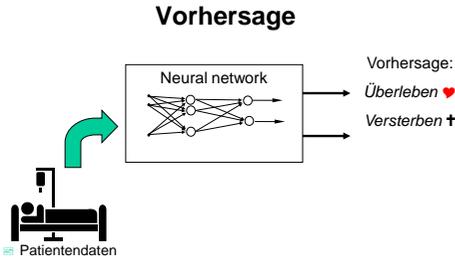
### Vorteile:

- Auch Ärzte in der Ausbildungsphase erreichen eine zuverlässige Diagnose
- Auch bei seltenen Krankheiten, z.B. septischem Schock, ist es möglich, zu zuverlässigen Diagnosen zu kommen.
- Neue, unbekannte Krankheiten können systematisch erfasst werden
- Kritische statistikbasierte Analysen können auch Zweifel bei den eigenen, geliebten Methoden wecken (EBM!)

## Diagnosemodellierung

### Training und Lernen






---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

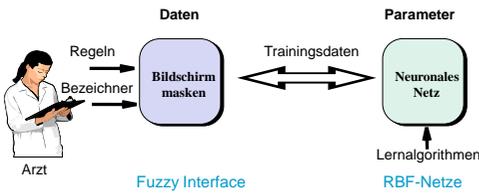
## Vage Benutzerschnittstellen

Medizin: Neue Diagnosen (Klassifizierungen) durch RBF-Netze

Problem: schwieriges menschliches Verstehen der Netzparameter

- schwierige Nutzung menschlichen Wissens zur Parameterinitialisierung
- schwierige Deutung der Ergebnisse (Benutzung menschlicher Bezeichnungen)

Ansatz: Interaktiver Transfer von vagem Wissen




---

---

---

---

---

---

---

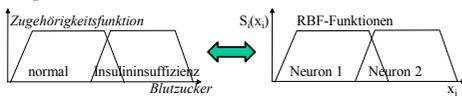
---

---

---

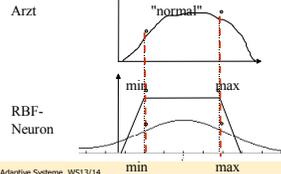
## Vage Benutzerschnittstellen

Ansatz: Vages Wissen



Problem: vage ärztliches Meinung ("im Hinterkopf") über Zugehörigkeitsfunktion

Ansatz: Blutzuckerkonzentration




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## Resultate

### Resultierende Regeln

für die Klasse "anfällig für Leberentzündung"

Nr:[ ]

[27] -- GGT is normal to pathological AND AD is few to many

[18] -- AP is pathological to small AND SGPT is normal to elevated AND SGOT is normal to slightly\_elevated AND GGT is normal to pathological AND AD is few to many

[17] -- SGPT is ~elevated to strongly\_elevated AND SGOT is slightly\_elevated to ~strongly\_elevated AND GGT is pathological AND AD is many to very\_many

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vage Benutzerschnittstellen

### Vorteile

- ◆ Keine exakte Aussage über Art der Zugehörigkeitsfunktion nötig (und möglich!)
- ◆ Direkte Initialisierung *verschiedenartiger* RBF-Netze

### Probleme

- ◆ Neue, algorithmenbedingte RBF-Neurone und stark abweichende Kategorien benötigen *neue*, synthetische Bezeichnungen
- ◆ Viele Regeln müssen zu wenigen zusammengefasst werden, um sie zu verstehen

---

---

---

---

---

---

---

---