

ANFIS

Agenda

- Einleitung
- Tsukamoto-Regler
- Sugeno-Takagi-Kang-Regler
- ANFIS – Architektur
- Hybrid-Lern-Algorithmus

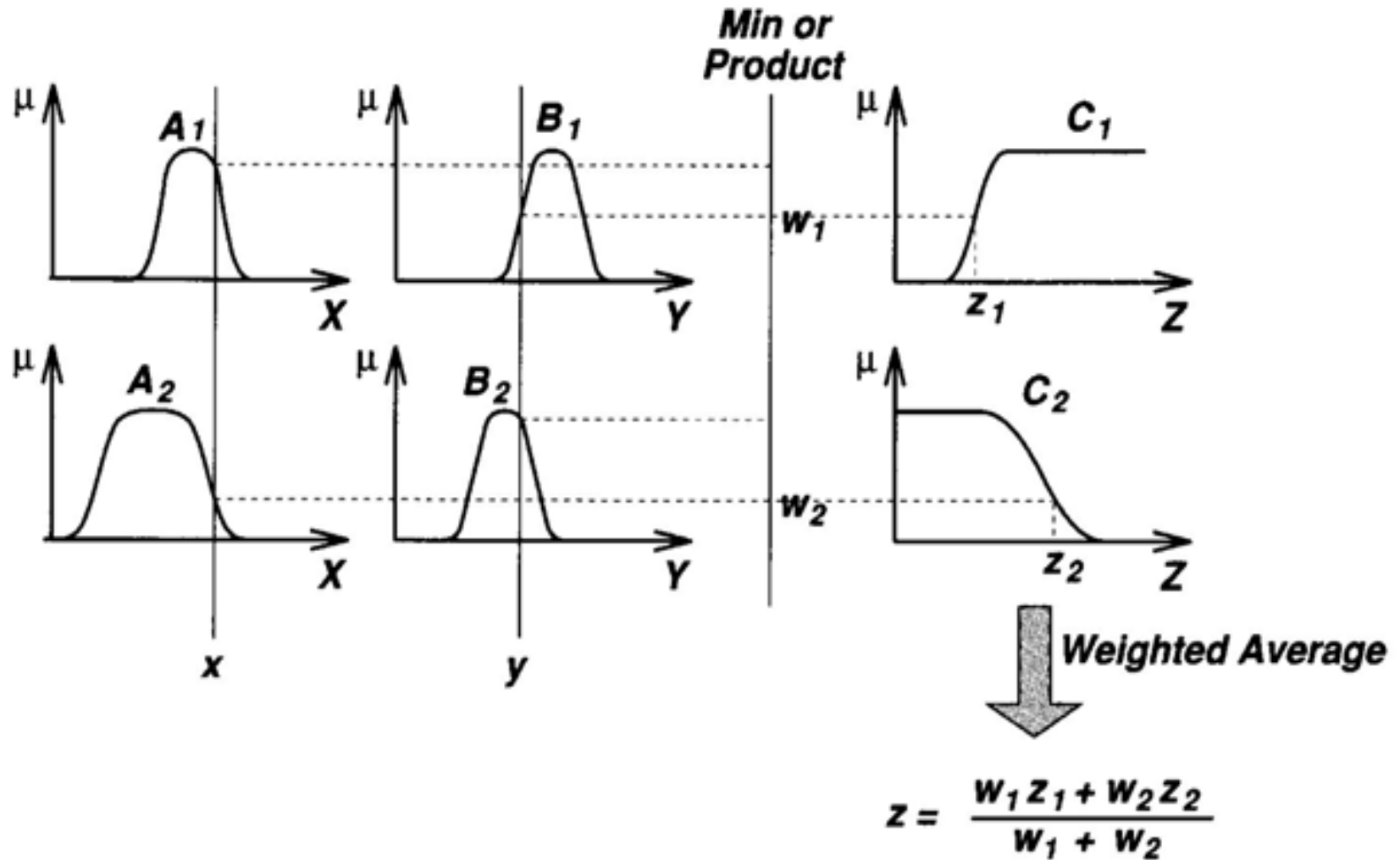
Einleitung

- ANFIS: 1992 von JANG entwickelt.
- ANFIS:
Adaptive Network–based Fuzzy Inference Systems
(Lernfähige Netzwerk-basierte Fuzzy Schlussfolgerungs Systeme)
- ANFIS emuliert Fuzzy-Controller
 - Typ 1: Tsukamoto-Regler
 - Typ 3: Sugeno-Takagi-Kang-Regler
- ANFIS nutzt einen Hybrid-Lern-Algorithmus

Tsukamoto-Regler (Typ 1) (I)

- Jede Regel der Regelbasis wird mit einer ZGF verknüpft
- Ergebnis der ZGF ist ein crisper Wert
- Gewichtetes Mittel bildet crisper Ausgangswert und muß daher nicht Defuzzifiziert werden.

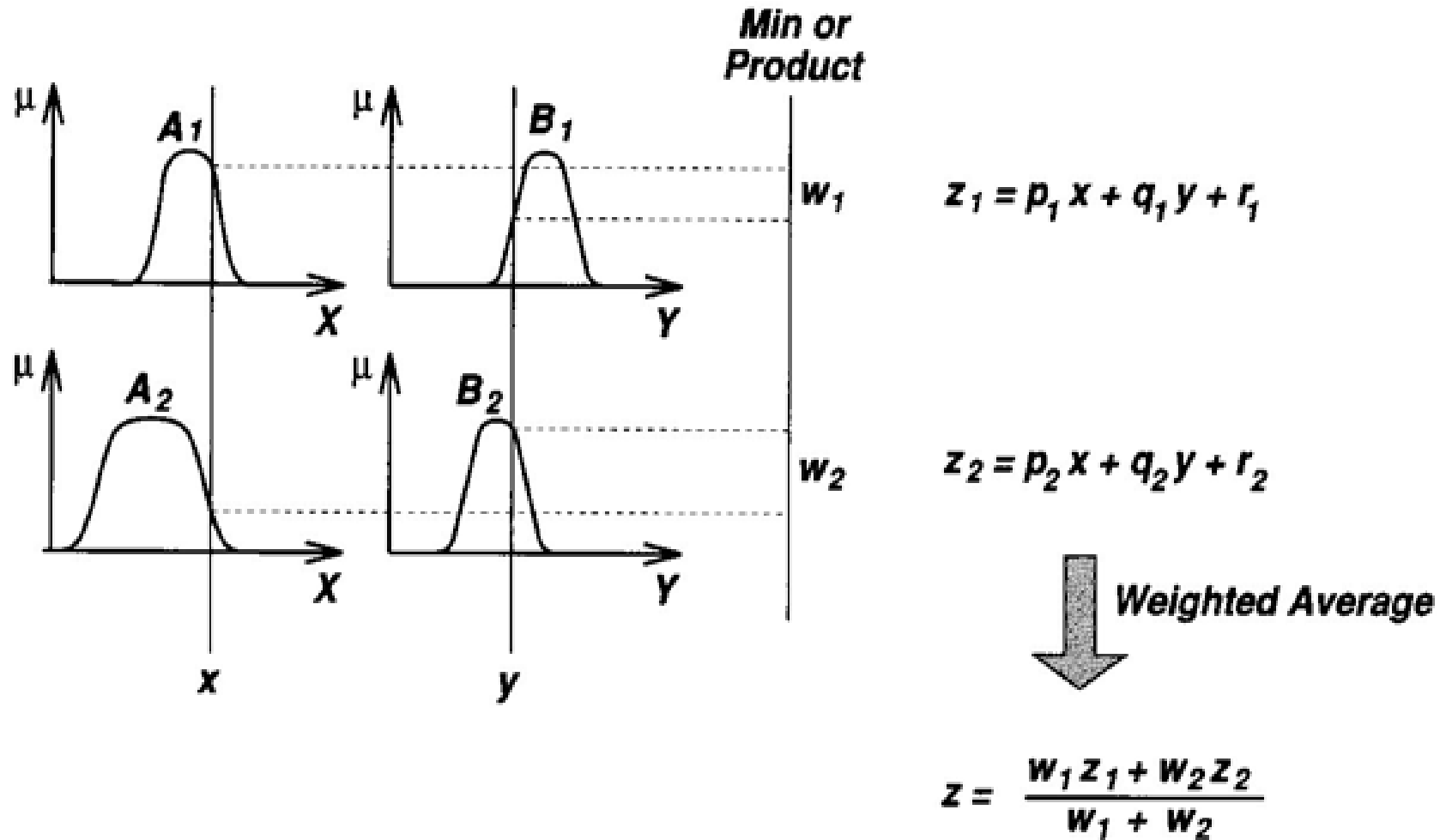
Tsukamoto-Regler (Typ 1) (II)



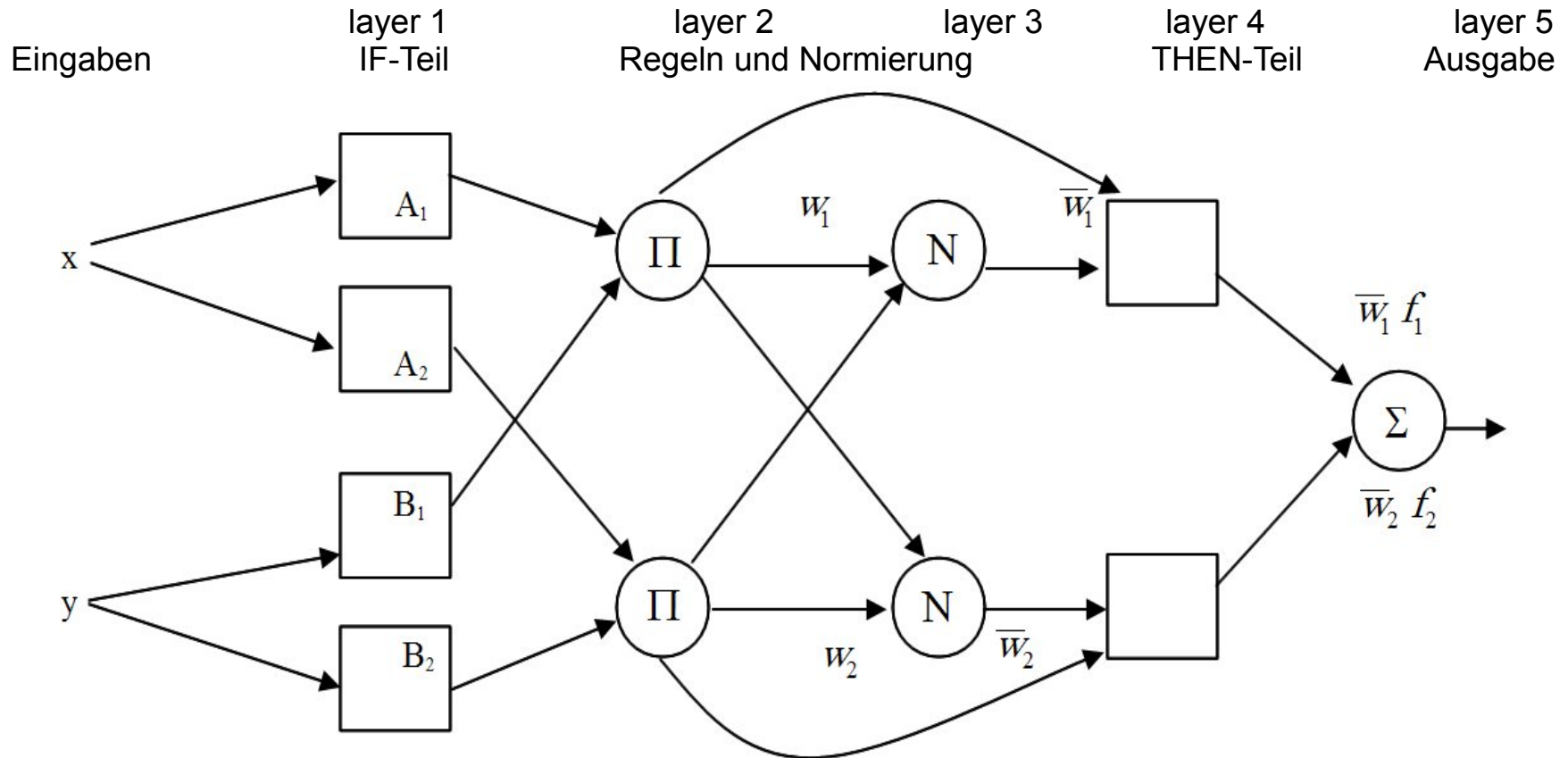
Sugeno-Takagi-Kang-Regler (Typ 3) (I)

- Typische Regel:
 - If x is A and y is B then $z = f(x,y)$
 - A, B sind Werte Linguistischer Variablen.
 - x, y, z Crispe Werte.
- Anzuwendende Regel / Funktion wird anhand von Eingangswerten bestimmt.
- Gewichtetes Mittel bildet crispen Ausgangswert und muß daher nicht Defuzzyfiziert werden.

Sugeno-Takagi-Kang-Regler (Typ 3) (II)



ANFIS Architektur (Typ 1) (I)



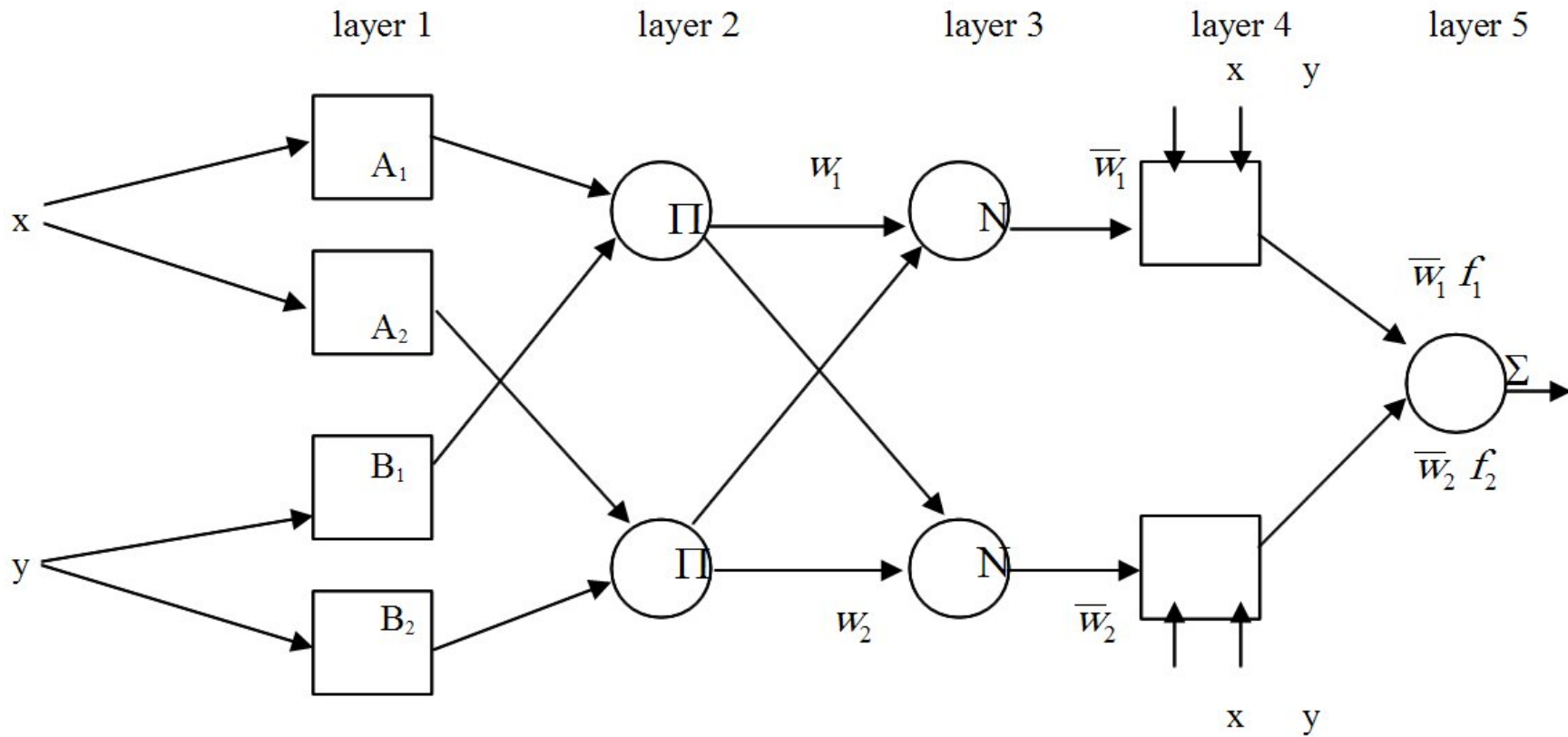
ANFIS Architektur (Typ 1) (II)

5-Schichten Modell:

Optimierungen der Parameter nur in 1. und 4. Schicht

- 1. Schicht: Zugehörigkeit zu den Fuzzy-Mengen
- 2. Schicht: Gewichte der Regeln durch Produktbildung
- 3. Schicht: Berechnung der normalisierten Gewichte
- 4. Schicht: Berechnung der Ergebnisse der einzelnen Regeln
- 5. Schicht: Endergebnis durch Summenbildung

ANFIS Architektur (Typ 3) (I)



ANFIS Architektur (Typ 3) (II)

5-Schichten Modell:

Optimierungen der Parameter nur in 1. und 4. Schicht

- 1. Schicht: Zugehörigkeit zu den Fuzzy-Mengen
- 2. Schicht: Gewichte der Regeln durch Produktbildung
- 3. Schicht: Berechnung der normalisierten Gewichte
- 4. Schicht: Berechnung der Ergebnisse der einzelnen Regeln
Hier direkt abhängig von den Eingangswerten
- 5. Schicht: Endergebnis durch Summenbildung

Hybrid-Lern-Algorithmus (I)

- Mischung aus
 - Backpropagation und
 - "kleinsten quadratischen Schätzer"
- Aufteilung der Parameter:
 - Prämissenparameter S_1 , Optimierung durch Backpropagationverfahren
 - Konsequenzparameter S_2 , Bestimmung durch Methoden des "kleinsten quadratischen Schätzers"

Hybrid-Lern-Algorithmus (II)

- Vorgang:

Zur Optimierung von S_2 wird ein Forward Pass durchgeführt.

- Für jedes Trainingspaar (x, output) berechnet man die Werte. Die Funktion des Netzes ist für das x bei festem S_1 von S_2 abhängig. Diese Funktion ist bzgl. der Parameter bei festen Werten von S_1 linear. So erhält man 2 Matrizen A, B mit $A \cdot S = B$.
- Nun wird der kleinste Quadratische Schätzer berechnet, der $\|AS - B\|^2$ minimiert. Dies ergibt die optimierten Parameter von S_2 .

Zur Optimierung von S_1 wird ein Backward Pass bei festem S_2 durchgeführt.

Hybrid-Lern-Algorithmus (III)

- Bei ANFIS Netzen des Typ 1 werden die Ereignisfunktionen der 4. Schicht durch stückweise lineare Funktionale ersetzt. Dann wird die Hybrid-Methode angewandt.
- Bei ANFIS Netzen des Typ 3 wird das Gesamtverhalten des Netzes als Linearkombination der 4. Schicht interpretiert.

$$f = \frac{W_1}{W_1 + W_2} f_1 + \frac{W_2}{W_1 + W_2} f_2 = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2$$