

# Lernen von Klassen

**Praktikum Adaptive Systeme**

# Problemstellung

## • Aufgabe: Unterscheidung von Blütenblättern lernen

Iris Versicolor



Iris Setosa



Iris Virginica



# Klassenbildung

Erfahrung: Es gibt **ähnliche Dinge**, „Arten“, „Klassen“,  
z.B. ähnliche Blütenformen

? Woher kommt das ?

**Plato:** *Ideen **angeboren***

*Ideenlehre:*

**Dinge in Reinstform von der Seele  
im Jenseits gesehen,**

**Erfahrung davon = „wie Schatten  
an einer Wand“**

**(Höhlenmetapher)**

**Aristoteles:** *Ideen **erworben***

**Zuerst werden Dinge mit den  
Sinnen erfaßt,  
dann die Idee dazu entwickelt**

# Ansatz

## Musterdefinition Datensatz Iris:



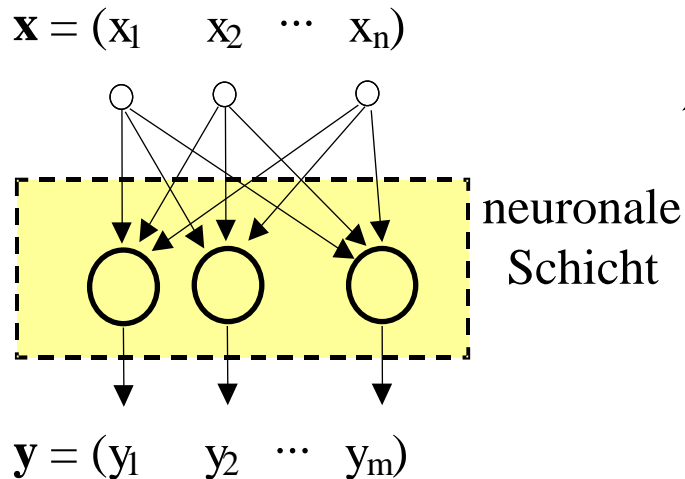
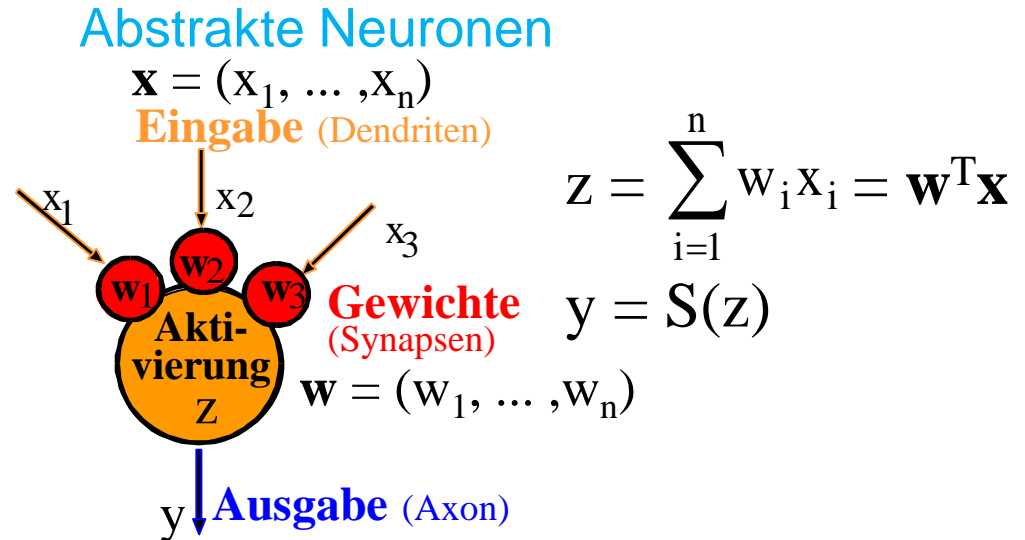
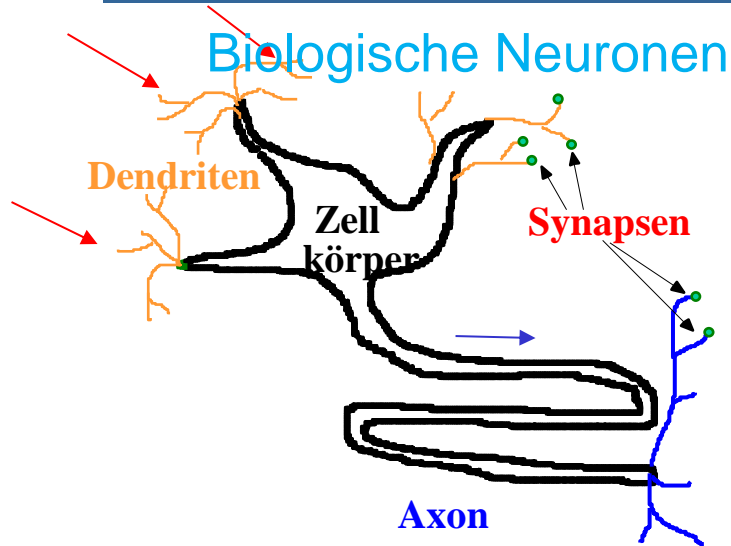
Petal = Blütenblätter

Sepal = Kelchblätter

Muster  $\mathbf{x} = (\text{Länge}, \text{Breite})$

- **Lösung:** Lernen der Mustererkennung durch **Neuronale Netze**

# Was sind Neuronale Netze ?



**Formale Neuronen**  
z.B. *Lineare Schicht* = Matrixmultiplikation

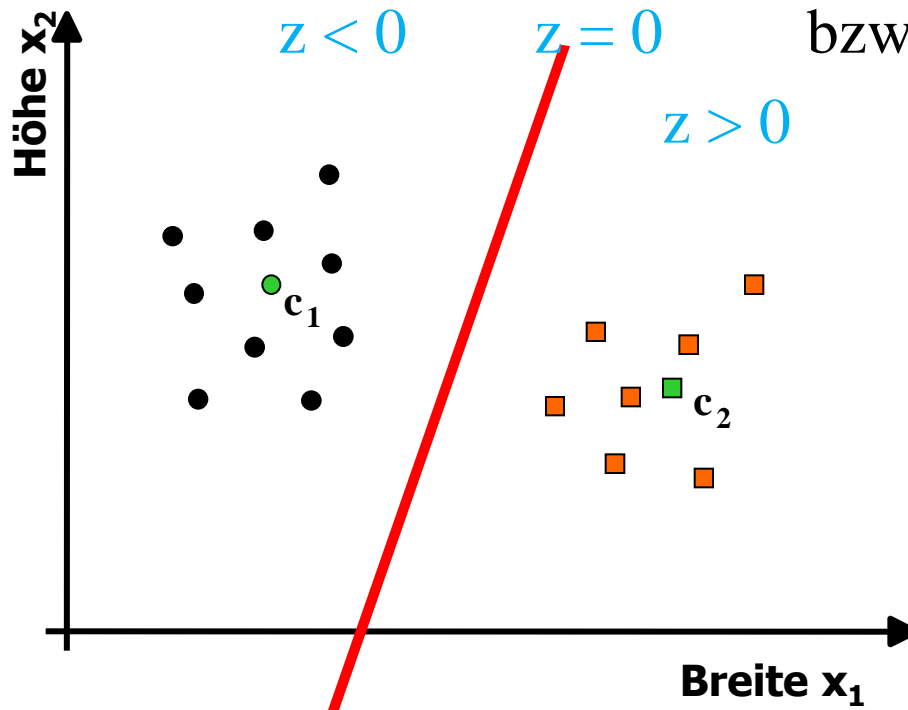
$$\mathbf{y} = \left( \sum_i w_{1i} x_i, \dots, \sum_i w_{mi} x_i \right)^T$$

$$= \mathbf{W} \cdot \mathbf{x}$$

**Lernziel: Gewichte  $\mathbf{W}$  ermitteln**

# Klassifizierung durch formales Neuron

Klassentrennung durch Trenngerade mit  $f(x_1) = x_2 = w_1x_1 + w_3$



bzw.  $z(x_1, x_2) = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3 = 0$

*affine Diskriminanzfunktion*

Mit  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_{n-1}, 1)$ ,  $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_n)$ ,

$$z = \sum_{i=1}^n w_i x_i = \mathbf{w}^T \mathbf{x}$$

und binärem Neuron

$$y = S(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 0 \\ 1 & z > 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \mathbf{x} \text{ aus Klasse 1} \\ \mathbf{x} \text{ aus Klasse 2} \end{array}$$

➤ **Klassentrennung durch binäres Neuron**  
(Einschichten-Netz)

# Lernen mit Perzeptron-Netz

- **Trainingsmuster** bekannt:

Muster  $\{\mathbf{x}\}$  mit Lehrer-Bewertung  $L(\mathbf{x}) = \begin{cases} +1 & \text{x aus Klasse A} \\ -1 & \text{x aus Klasse B} \end{cases}$

- **Perzeptron-Training**

Bilde  $y = S(\mathbf{z}) = \begin{cases} +1 & \mathbf{z} \geq 0 \\ -1 & \mathbf{z} < 0 \end{cases}$  mit  $\mathbf{z} = \mathbf{w}^T \mathbf{x}$

Wenn  $y \neq L$ , dann verändere Gewichte  $\mathbf{w}(t)$  zu

$$\mathbf{w}(t+1) = \mathbf{w}(t) + \gamma(t)\mathbf{x} \quad \text{bei } y < L \quad (\text{oder } y=-1, L=+1)$$

$$\mathbf{w}(t+1) = \mathbf{w}(t) - \gamma(t)\mathbf{x} \quad \text{bei } y > L \quad (\text{oder } y=+1, L=-1)$$

oder

$$\mathbf{w}(t+1) = \mathbf{w}(t) + \frac{1}{2}\gamma(t) \mathbf{x}[L(\mathbf{x}) - y(\mathbf{x})]$$

*Algorithmisches Lernen*

# Fragen ?