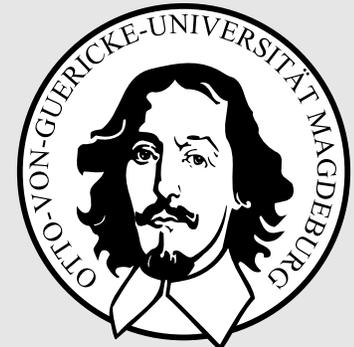


Neuronale Netze

Prof. Dr. Rudolf Kruse

Computational Intelligence
Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung
Fakultät für Informatik
kruse@iws.cs.uni-magdeburg.de



- **Einleitung**
- **Schwellenwertelemente**
- **Allgemeine Neuronale Netze**
- **Mehrschichtige Perzeptren**
- **Training von Mehrschichtigen Perzeptren**
- **Radiale-Basis-Funktions-Netze**
- **Training von Radiale-Basisfunktions-Netzen**
- **Lernende Vektorquantisierung**
- **Selbstorganisierende Karten**
- **Hopfield-Netze**
- **Rekurrente Neuronale Netze**
- **Support Vector Machines**
- **Neuro-Fuzzy-Systeme**

Motivation: Warum (künstliche) neuronale Netze?

- **(Neuro-)Biologie / (Neuro-)Physiologie / Psychologie:**
 - Ausnutzung der Ähnlichkeit zu echten (biologischen) neuronalen Netzen
 - Modellierung zum Verständnis Arbeitsweise von Nerven und Gehirn durch Simulation
- **Informatik / Ingenieurwissenschaften / Wirtschaft**
 - Nachahmen der menschlichen Wahrnehmung und Verarbeitung
 - Lösen von Lern-/Anpassungsproblemen sowie Vorhersage- und Optimierungsproblemen
- **Physik / Chemie**
 - Nutzung neuronaler Netze, um physikalische Phänomene zu beschreiben
 - Spezialfall: Spin-Glas (Legierungen von magnetischen und nicht-magnetischen Metallen)

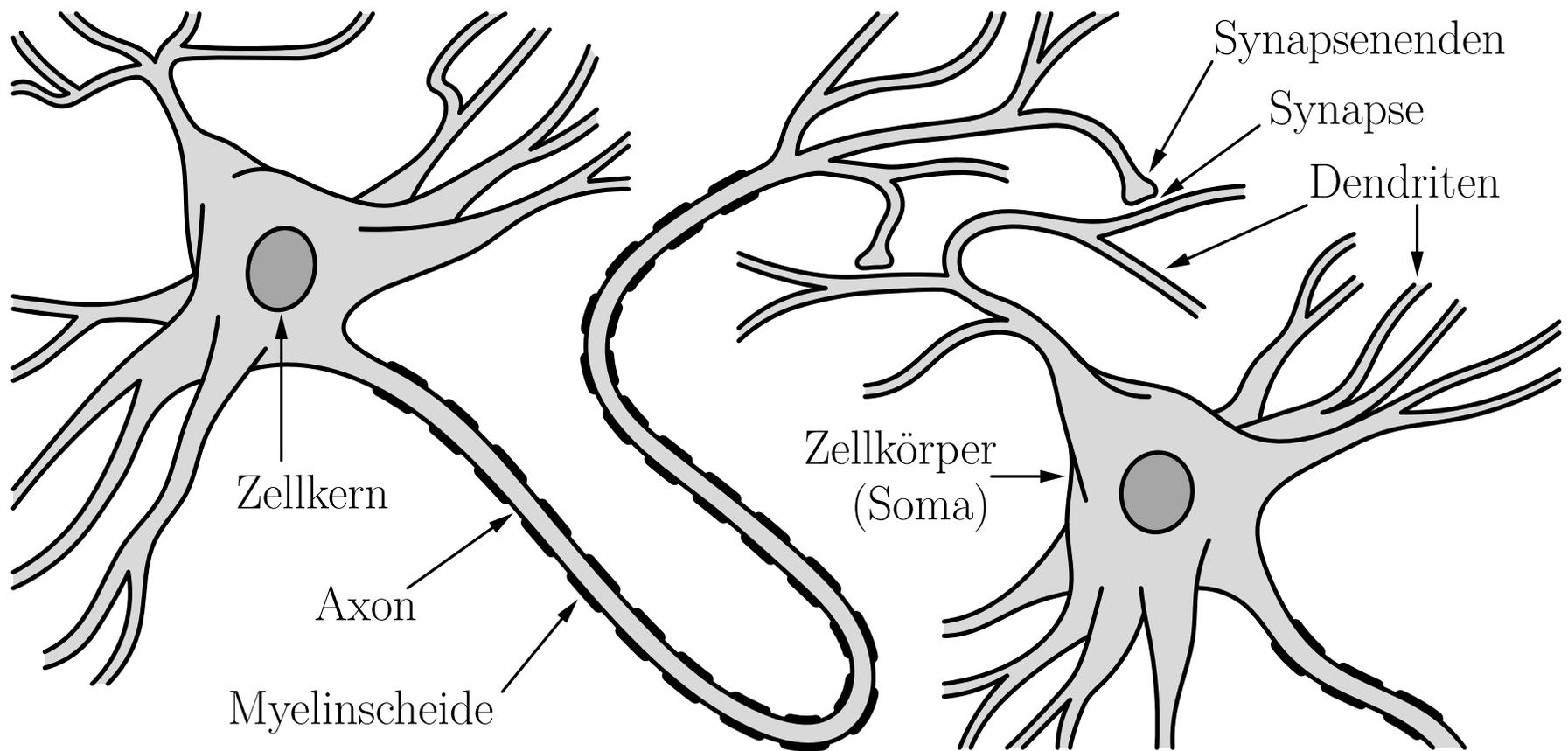
Konventionelle Rechner vs. Gehirn

	Computer	Gehirn
Verarbeitungseinheiten	1 CPU, 10^9 Transistoren	10^{11} Neuronen
Speicherkapazität	10^9 Bytes RAM, 10^{10} Bytes Festspeicher	10^{11} Neuronen, 10^{14} Synapsen
Verarbeitungsgeschwindigkeit	10^{-8} sec.	10^{-3} sec.
Bandbreite	$10^9 \frac{\text{bits}}{\text{s}}$	$10^{14} \frac{\text{bits}}{\text{s}}$
Neuronale Updates pro sec.	10^5	10^{14}

Konventionelle Rechner vs. Gehirn

- Beachte: die Hirnschaltzeit ist mit 10^{-3} s recht langsam, aber Updates erfolgen parallel. Dagegen braucht die serielle Simulation auf einem Rechner mehrere hundert Zyklen für ein Update.
- Vorteile neuronaler Netze:
 - Hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit durch massive Parallelität
 - Funktionstüchtigkeit selbst bei Ausfall von Teilen des Netzes (Fehlertoleranz)
 - Langsamer Funktionsausfall bei fortschreitenden Ausfällen von Neuronen (*graceful degradation*)
 - Gut geeignet für induktives Lernen
- Es erscheint daher sinnvoll, diese Vorteile natürlicher neuronaler Netze künstlich nachzuahmen.

Struktur eines prototypischen biologischen Neurons



(Stark) vereinfachte Beschreibung neuronaler Informationsverarbeitung

- Das Axonende gibt Chemikalien ab, **Neurotransmitter** genannt.
- Diese bewirken an der Membran des Empfängerendriten die Veränderung der Polarisierung.
(Das Innere ist typischerweise 70mV negativer als die Außenseite.)
- Abnahme in der Potentialdifferenz: **anregende** Synapse
Zunahme in der Potentialdifferenz: **hemmende** Synapse
- Wenn genügend anregende Information vorhanden ist, wird das Axon depolarisiert.
- Das resultierende **Aktionspotential** pflanzt sich entlang des Axons fort.
(Die Geschwindigkeit hängt von der Bedeckung mit Myelin ab.)
- Wenn das Aktionspotential die Synapsenenden erreicht, löst es die Abgabe von Neurotransmittern aus.