

# Neuronale Netze

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Stober

Artificial Intelligence Lab

Institut für Intelligente Kooperierende Systeme

Fakultät für Informatik

[stober@ovgu.de](mailto:stober@ovgu.de)



FACULTY OF  
COMPUTER SCIENCE



# Vorlesung

- Wann/Wo: Do, 11:00-12:30 Uhr, G29-307
- Webseite:  
<http://www.ai.ovgu.de/Teaching/SS+2019/Neuronale+Netze.html>
- Zielgruppe: Bachelor, 5 CP
- wöchentlich:
  - Vorlesungsfolien als PDF (1 Tag vor Vorlesung)
  - Übungsblätter

# Vorstellung

# Scientific Journey



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG



Western  
UNIVERSITY · CANADA

Universität



Potsdam



THE UNIVERSITY OF  
MELBOURNE

- 2000-2005 Diplom (Informatik, OVGU/Unimelb)
- 2011 Promotion (Musik Information Retrieval, OVGU)
- 2013-2015 Postdoc (Kognitive Neurowissenschaften, UWO)
- 2016-2018 Nachwuchsgruppe “ML in Cognitive Science” (UP)
- seit 10/2018 Lehrstuhl Artificial Intelligence (OVGU)

# Living Stats

1. Wo wart ihr, bevor ihr nach Magdeburg gekommen seid? (Karte mit Zentrum MD)
2. In welchem Studiengang seid ihr eingeschrieben? (Cluster)
3. Wieviel wisst ihr schon über künstliche neuronale Netze? (Kontinuum)
4. Wieviel wisst ihr schon über biologische neuronale Netze? (Kontinuum)

# Bildet Gruppen!

- 4-6 Personen
- 1-2 ExpertInnen
- möglichst verschiedene Studiengänge
- möglichst wenig Bekannte

# Gruppenaufgaben

- Stellt euch kurz gegenseitig vor!
- Was würdet ihr am Ende des Semesters gern gelernt haben? (Lernziele)
- In welcher Lernatmosphäre meint ihr, das am besten erreichen zu können?

# Eure Lernziele

- Modelle und Architekturen Neuronaler Netze (16)
- Implementierung Neuronaler Netze (12)
- Verbindung biologischer und künstlicher Neuronaler Netze (11)
- Gute und schlechte Anwendungsfelder (10)
- verschiedene Lernmethoden (4)
- Ethik (3)
- Lernfähigkeit (2)
- Einstieg in AI (2)
- Grundlagen (2)
- Bildbasierte Anwendung (1)
- Risiken der Anwendung (und Lösung) (1)
- Lernaufgaben von KNN (1)
- Kann sich Bewusstsein entwickeln (1)
- Abgrenzung zu anderen ML Methoden (1)
- Pflicht (1)
- Programmierkenntnisse (1)
- Was bedeutet Verteilte Information (1)
- Forschungsstand (1)
- Klausur bestehen (1)
- Grundlagen ML (1)
- Übergang zu Deep Learning (1)
- Theorievertiefung (1)



# Eure Anregungen zur Lernatmosphäre

- entspannt und zielstrebig (6)
- lernen voneinander (PNK(Biologie) mit Informatik(Programmierung)) (3)
- Diskurs in VL (2)
- klassisch VL und Übung gut (2)
- Interaktion (2)
- Offenheit (2)
- alleine und in Gruppen (2)
- Rücksicht auf verschiedene Wissensgebiete und Schwerpunkte (1)
- Diskurs in Übung (1)
- aktive Mitarbeit (1)
- einfache Mathematik für CVler (1)
- Humor (1)
- wenig interaktives Lernen (1)
- Anregung zu weiterer Literatur (1)
- Fehlerakzeptanz (1)
- Übung zur Anwendung der Vorlesung (1)
- Mattermost ist gut (1)

# Inhalte und Lernziele

- Einführung in die Grundlagen der (Künstlichen) Neuronalen Netze
- Allgemeine Lernparadigmen & –algorithmen
- Generelle Netzmodelle

# Inhalte und Lernziele: Kontext

- Neuronale Netze  
(B ab 4. Semester, DE, Sommer)
- Introduction to Deep Learning  
(B/M, EN, Winter)
- Learning Generative Models  
(B/M, EN, Sommer)
- weiterführende Seminare / Projekte  
(B/M, laufend)

# Unterstützende Lernumgebung

- ermutigt aktive Teilnahme
- seid einschließend & offen
  - nutzt die Diversität
- übt gegenseitigen Respekt
- fördert positive Fehlerkultur
- minimiert Ablenkung
  - seid pünktlich
  - stellt Telefone in den Lautlos-Modus

# Organisatorisches

# Übungen

- Termine:
  - Di 11-13 Uhr, G22-216 – Gruppe 1
  - Di 13-15 Uhr, G29-E037 – Gruppe 2
  - Mi 13-15 Uhr, G29-K058 – Gruppe 3
  - Do 13-15 Uhr, G29-335 – PNK – **ab 4.4.!**
- Anmeldung Gruppe 1-3 über LSF
  - 1./2./3. Wahl angeben **bis Freitag 24 Uhr!**
- Übungsbeginn der regulären Übung: 9.4.

# Prüfung

- schriftliche Klausur: 120 Minuten
- voraussichtlich Anfang/Mitte Juli
- Termine, Räume etc. werden in Vorlesung und auf Webseite angekündigt
- Durchführung ohne Hilfsmittel (nur Taschenrechner)
- nur Schreibmaterial  
(Stifte/Füller, die blau oder schwarz schreiben)
- Bekanntgabe der Ergebnisse im LSF
- Einsichtnahme in die Klausur möglich  
(Termin auf Webseite)

# Schein- und Prüfungskriterien

Studierende, die den Kurs mit Prüfung oder (un)benotetem Schein beenden wollen, müssen

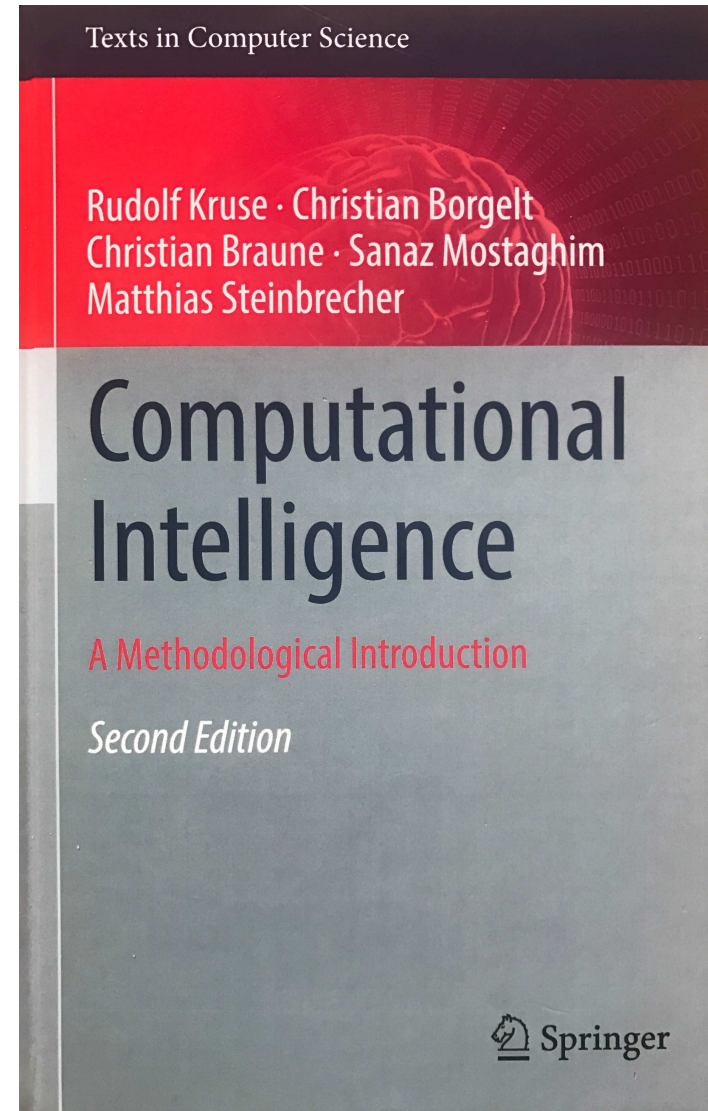
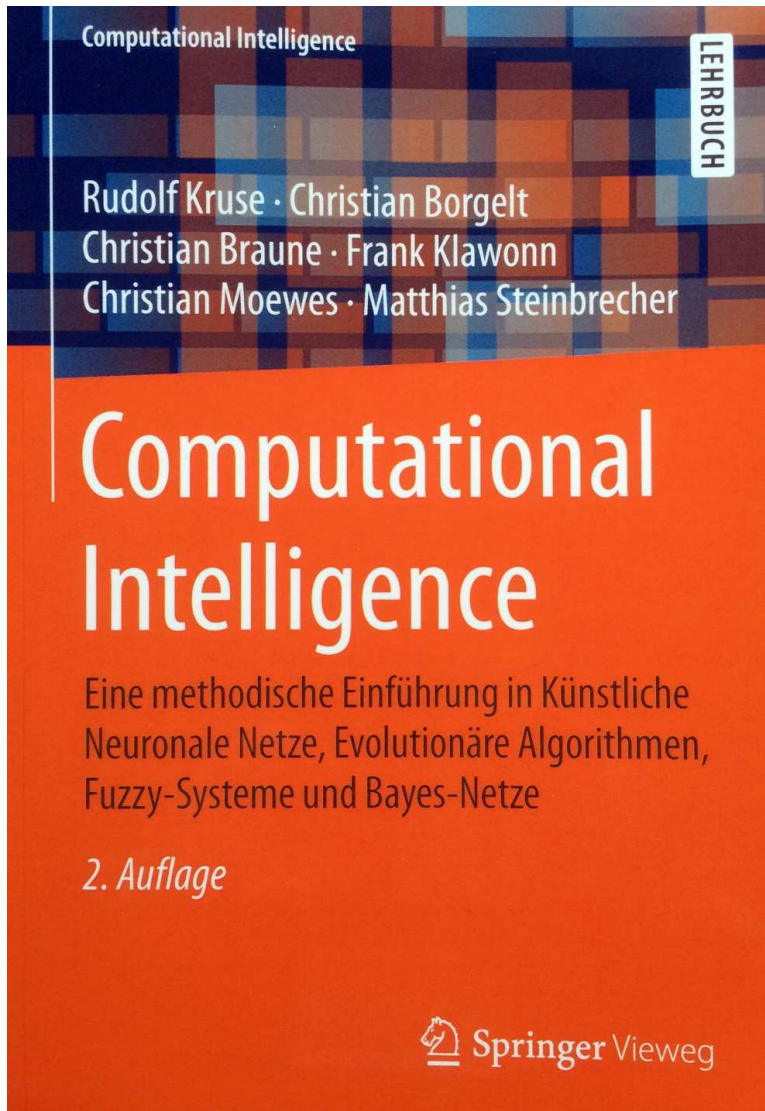
- regelmäßig und gut in Übungen mitarbeiten,
  - mind. 50% der Aufgaben **pro Übungsblatt** und mind. 66% der Aufgaben **insgesamt** votieren,
  - mind. 2x Lösung zu schriftlicher Aufgabe präsentieren,
  - Klausur nach dem Kurs bestehen
- 
- Studierende der Philosophie-Neurowissenschaften-Kognition müssen außerdem aktiv an der zusätzlichen Übung teilnehmen.



# Geplante Themen

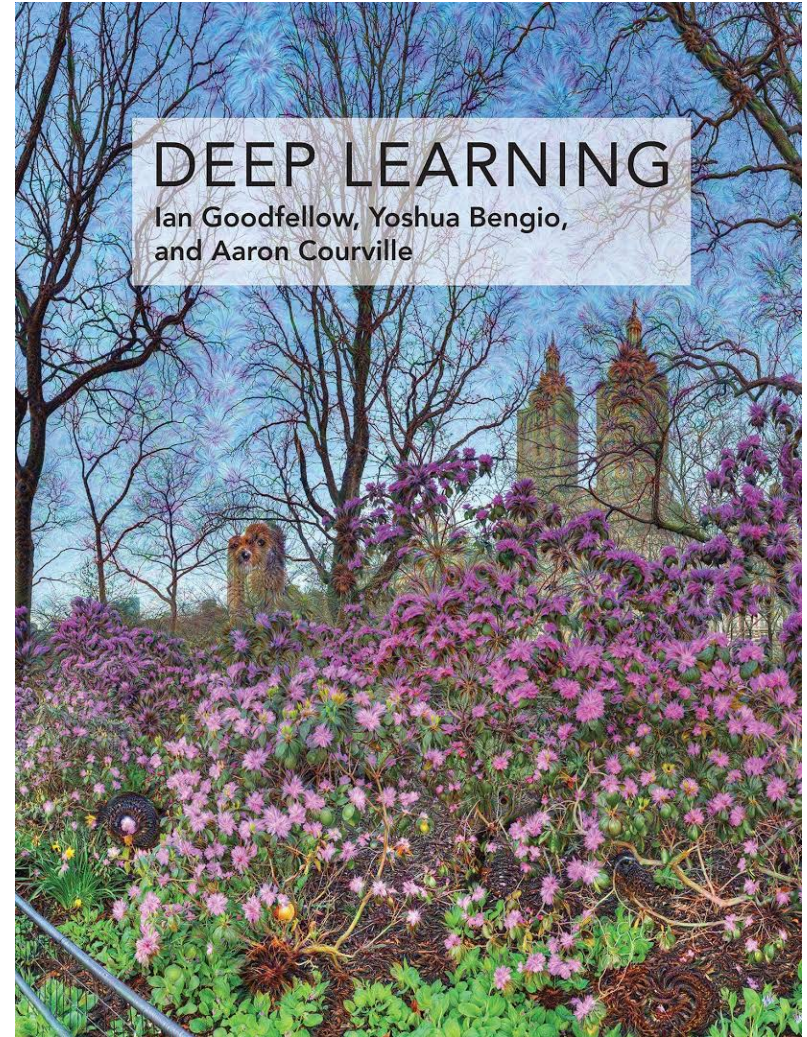
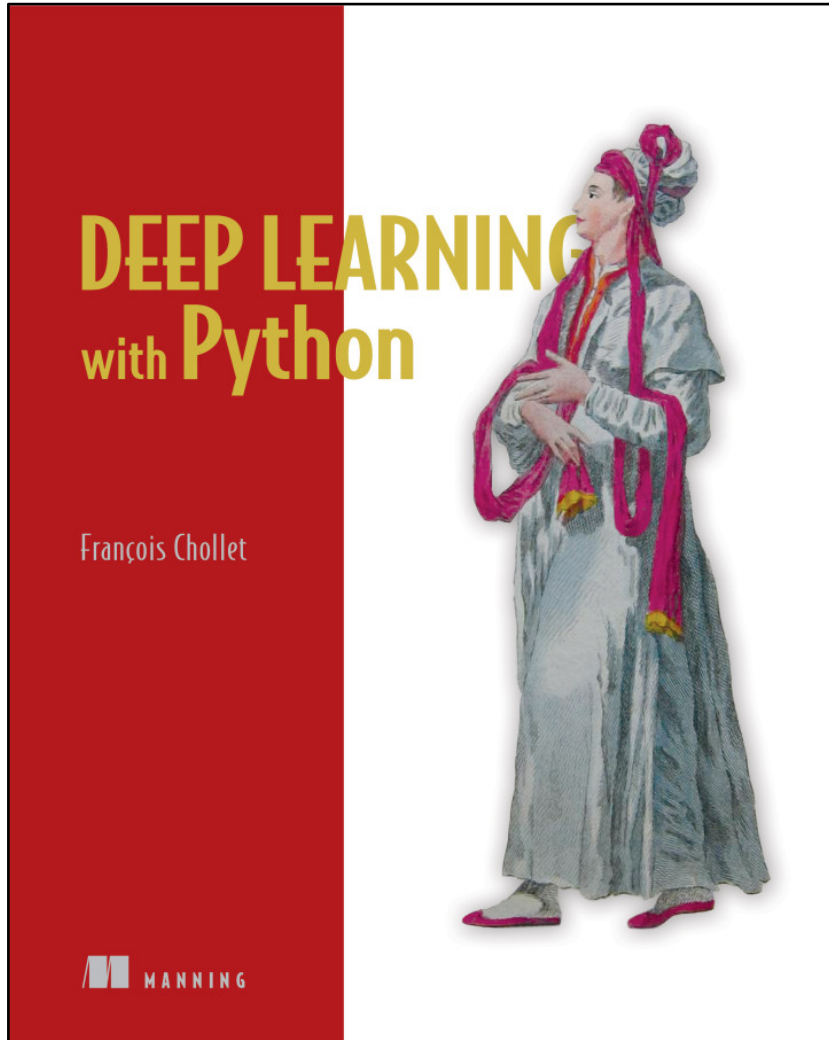
- 11.4. Schwellenwertelemente
- 18.4. Allgemeine Künstliche Neuronale Netze
- 25.4. Multi-Layer Perceptrons (MLPs)
- 02.5. Regularisierung
- 09.5. Convolutional Neural Networks (CNNs)
- 16.5. Recurrent Neural Networks (RNNs)
- 23.5. Introspection
- 06.6. Radiale-Basisfunktionen-Netze (RBF-Nets)
- 13.6. Learning-Vector-Quantization & Self-Organizing Maps
- 20.6. Hopfield Netze & Boltzmann Maschinen
- 27.6. Spiking Neural Networks
- 04.7. Abschlussveranstaltung

# Bücher zur Vorlesung

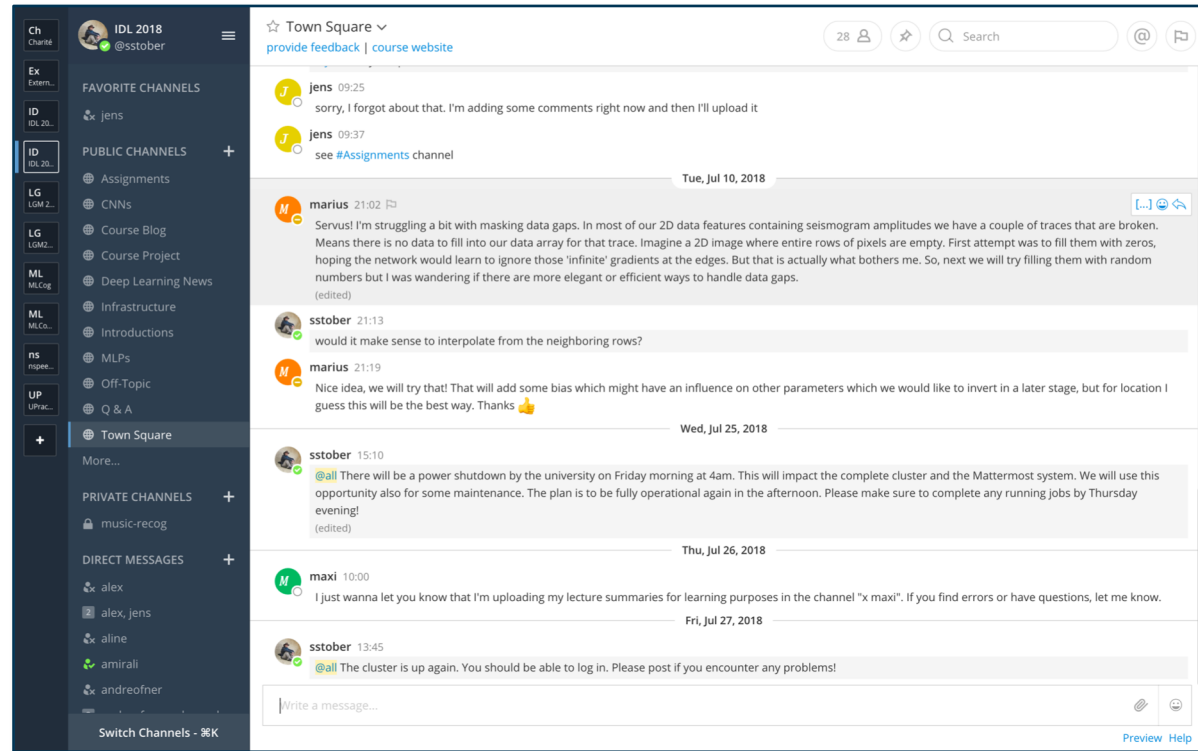




# Weiterführende Bücher



# Mattermost Team



- im Browser oder per Desktop/mobile App
- Zugang per Invite Link:  
[https://mm.cs.ovgu.de/signup\\_user\\_complete/?id=afwk1ha6b3yp3kyr9gxsmi73co](https://mm.cs.ovgu.de/signup_user_complete/?id=afwk1ha6b3yp3kyr9gxsmi73co)
- Achtung: Login mit User Name (nicht Email!)

# Einleitung

# Allgemeine Intelligenz-Definition

*“die Fähigkeit eines Agenten, Ziele in einer großen Breite von Umgebungen zu erreichen”  
=> Intelligenz-Kontinuum*

[2] S. Legg; M. Hutter (2007). "Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence". *Minds & Machines*. **17** (4): 391–444.

# Maschinelles Lernen

**Maschinelles Lernen (ML)**  
*“durch Erfahrung eine Aufgabe besser machen” [1]*

Daten

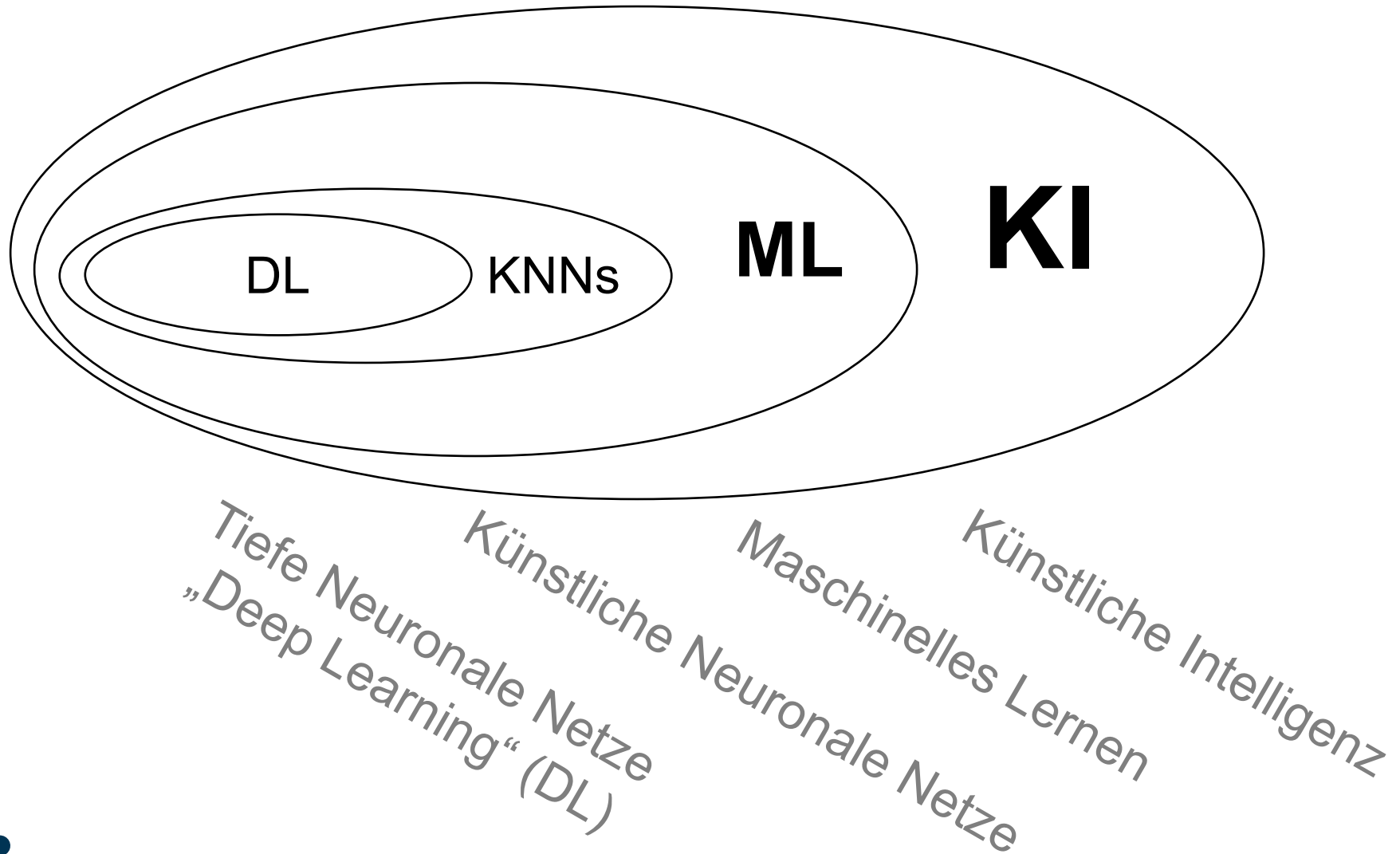
**Künstliche Intelligenz (KI)**  
*“die Fähigkeit eines Agenten, Ziele in einer großen Breite von Umgebungen zu erreichen” [2]*

Optimierung!

[1] T. Mitchell (1997). “Machine Learning”, McGraw Hill.

[2] S. Legg; M. Hutter (2007). “Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence”. Minds & Machines. **17** (4): 391–444.

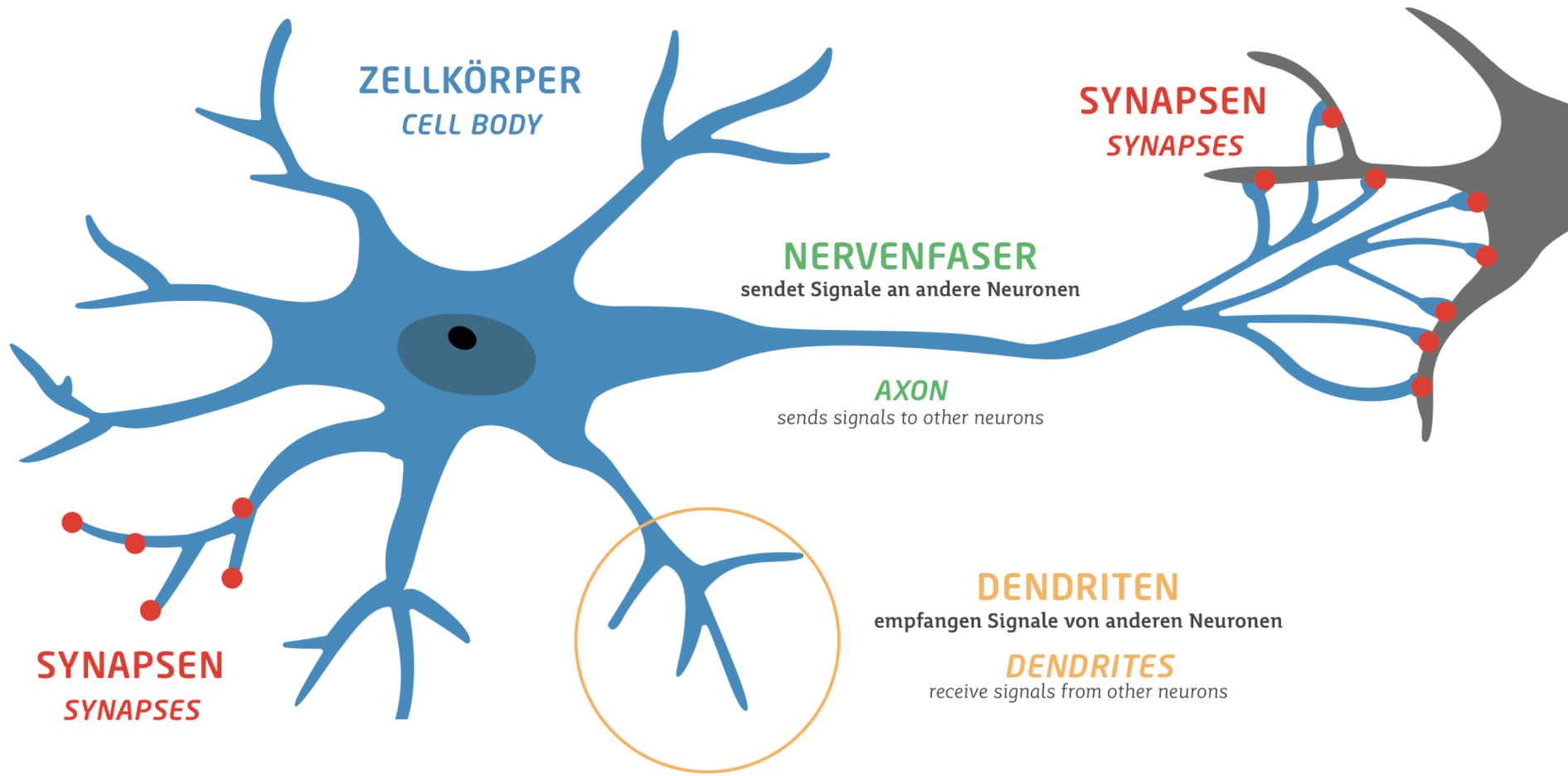
# Thematische Einordnung



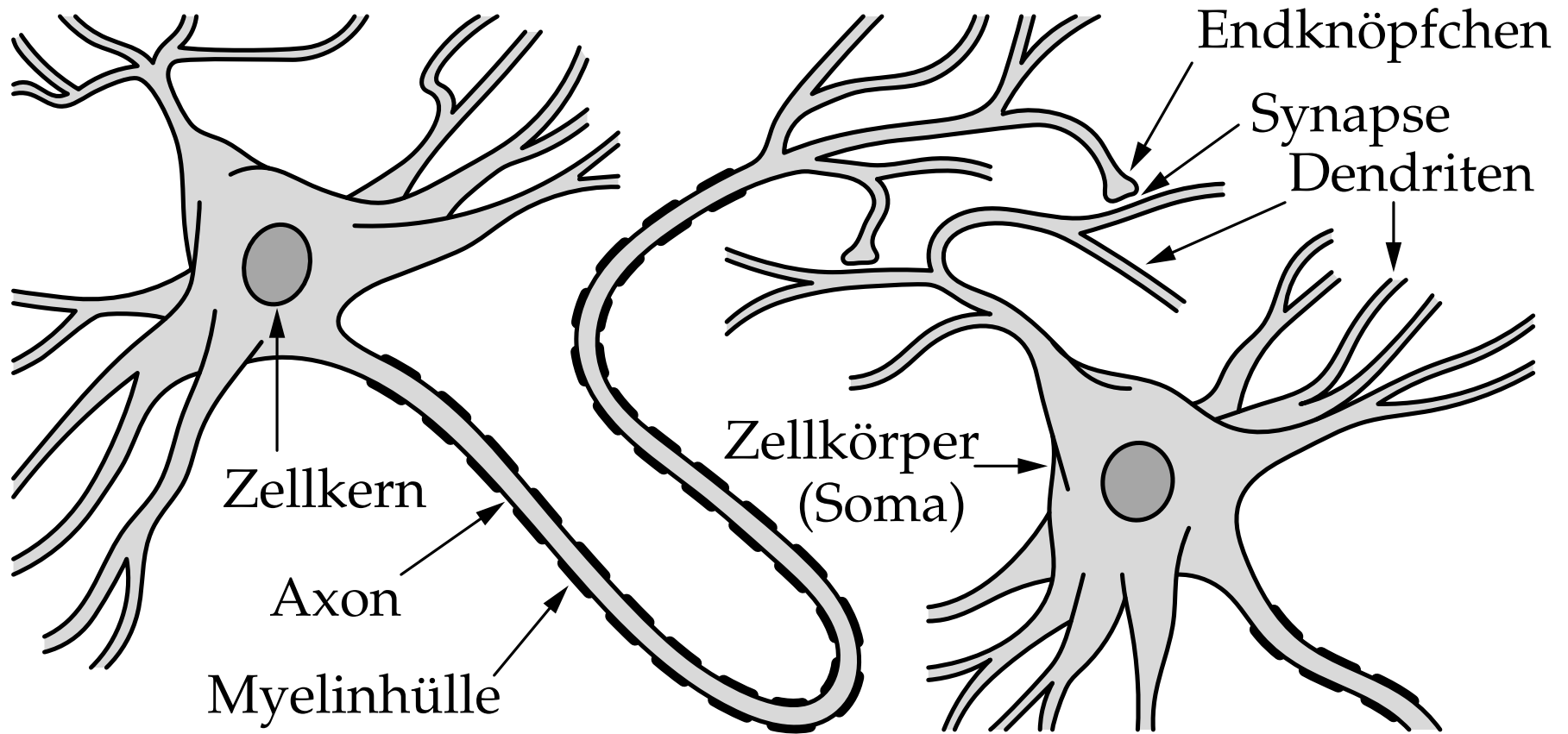


# Biologische Grundlagen & Historischer Überblick

# Biologischer Hintergrund



# Biologischer Hintergrund



# Biologischer Hintergrund

(Stark) vereinfachte Beschreibung neuronaler Informationsverarbeitung

Das Axonende gibt Chemikalien ab, **Neurotransmitter** genannt.

Diese bewirken an der Membran des Empfängerenddriten die Veränderung der Polarisierung. (Das Innere ist typischerweise 70mV negativer als die Außenseite.)

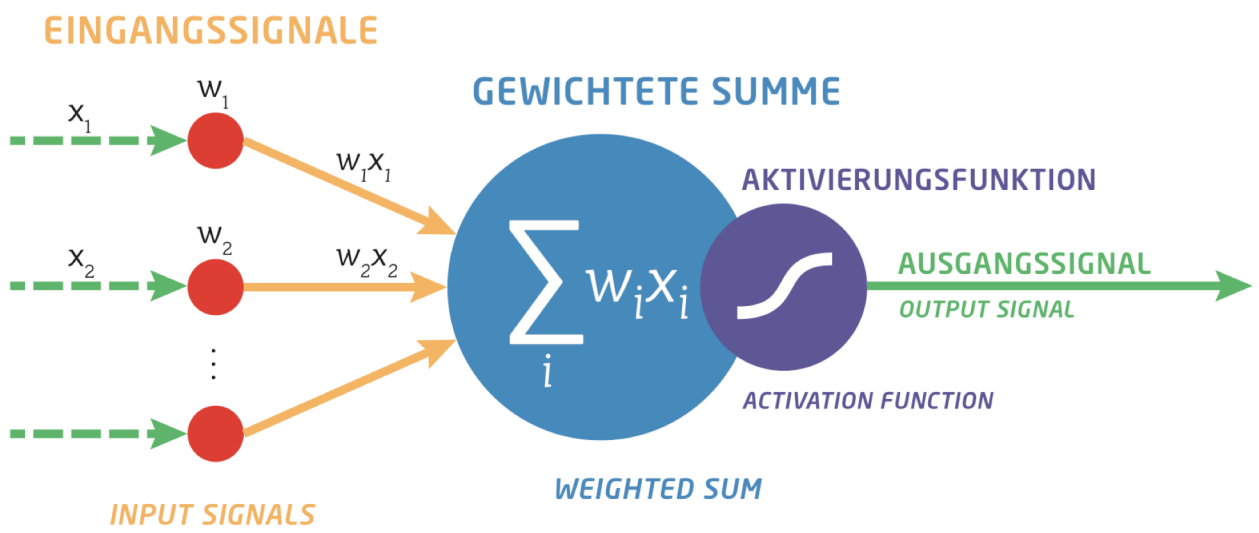
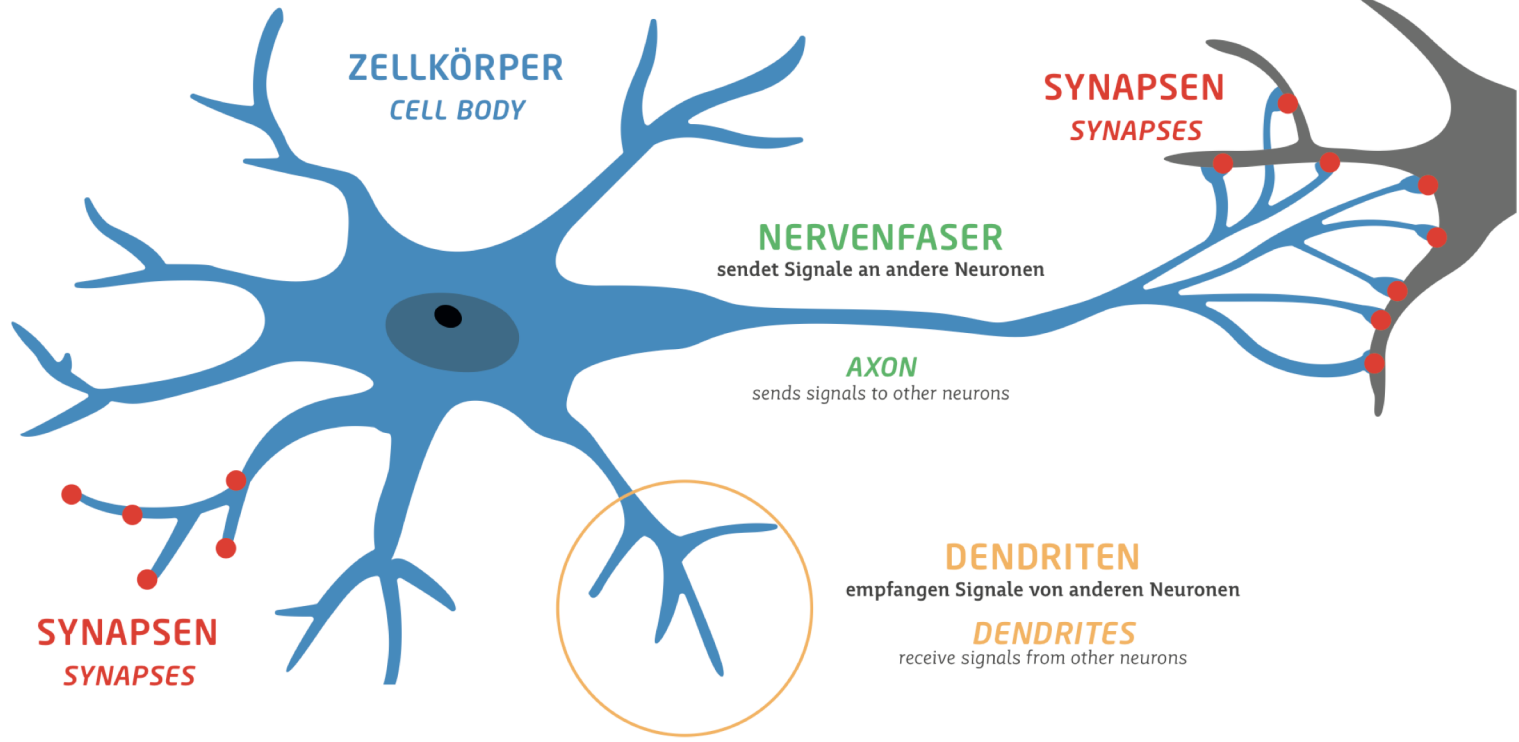
Abnahme in der Potentialdifferenz: **anregende** Synapse  
Zunahme in der Potentialdifferenz: **hemmende** Synapse

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.

# Künstliche & Biologische Neuronen



# Konventionelle Rechner vs. Gehirn

	Computer	Gehirn
Verarbeitungseinheiten	1 CPU $10^{10}$ Transistoren	$10^{11}$ Neuronen
Speicherkapazität	$10^{11}$ Bytes RAM $10^{13}$ Bytes Festspeicher	$10^{11}$ Neuronen $10^{14}$ Synapsen
Verarbeitungsgeschwindigkeit	$10^{-8}$ Sekunden	$10^{-3}$ Sekunden
Bandbreite	$10^{12}$ bits/s	$10^{14}$ bits/s
Neuronale Updates pro Sekunde	$10^6$	$10^{14}$

# 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.