

Neuronale Netze

Tilo Buschmann

5. März 2003

1 Grenzen herkömmlicher Programmiermethoden

- bisher kennen und benutzen wir nur “herkömmliche“ Algorithmen
- hauptsächlich binär orientiert
- eingeschränkt in Programmiersprachen und Konzepten
- von Neumann-Rechner ist allgegenwärtig
- Merke: Aufgabe kann nur so gut gelöst werden, wie es einem die Werkzeuge ermöglichen

2 Modulare Programmierweise

- Möglichkeit, abgeschlossene Aktionsfolgen mit einem Namen zu versehen und als Funktionen zur Verwendung durch andere Funktionen auf höherem Abstraktionsniveau bereitstellen
- Ablegung des Wissens in losen Datenstrukturen
- Grenzen sind hier Grenzen des Systems
- neu zu realisierenden Verfahren führen zu hohem Änderungsaufwand bis zur kompletten Neuentwicklung

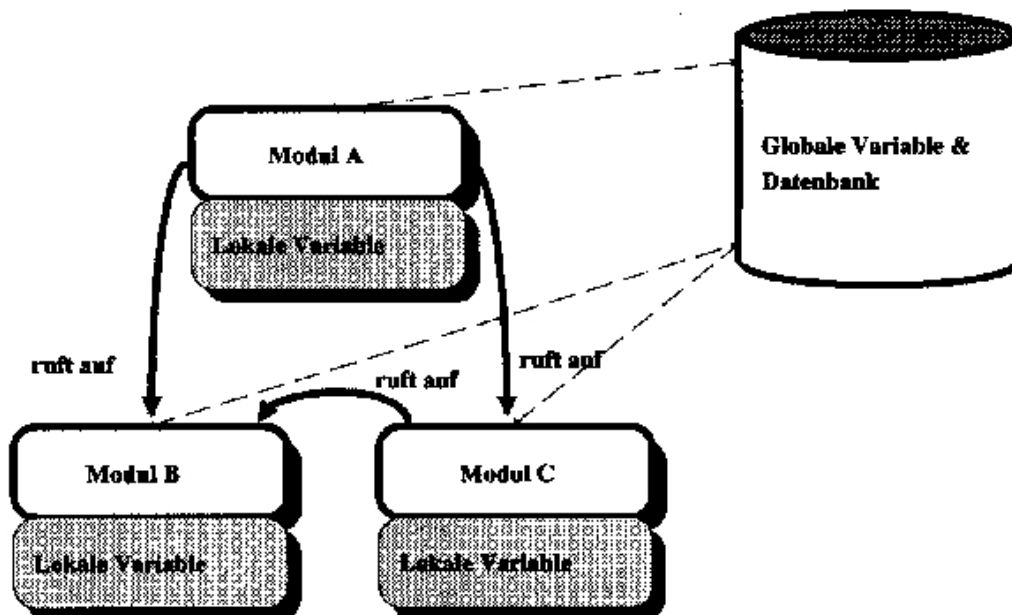
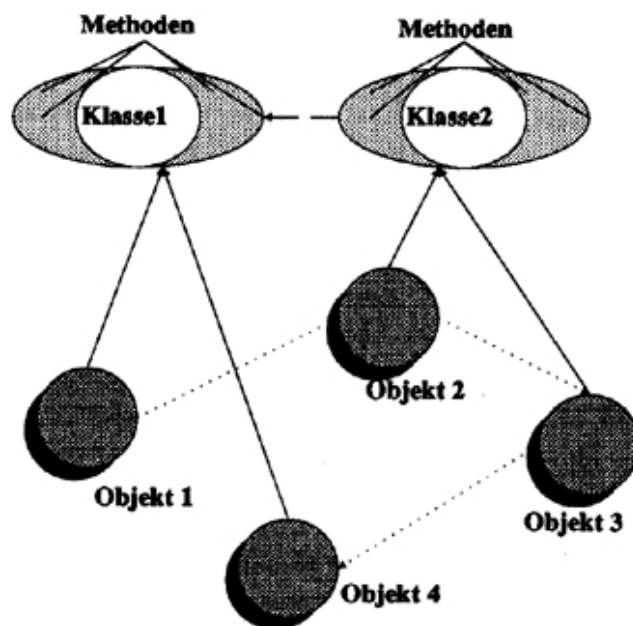


Abb. 1-1: Verflechtung von Modulen

Abbildung 1: Verflechtung von Modulen

3 Objektorientiertes Programmieren

- konsequente Weiterführung der modularen Programmierung
- Idee der Datenkapselung
- innerer von außen nicht einsehbarer Zustand
- kommunizieren über Nachrichtenschnittstellen
- Methoden



- **Klassenmitgliedschaft**
- - -→ **Subklassenbeziehung (Vererbung)**
-→ **Versenden von Nachrichten**

Abb. 1-2: Verflechtung von Objekten

Abbildung 2: Verflechtung von Objekten

4 Regelbasierte Programmierstil

- wesentlich spezialisierter
- Anwendungswissen wird in Form von Fakten und Regeln in einer Wissensbasis niedergelegt
- Inferenzmaschine generiert neue Fakten
- kann durch von außen herangetragene Hypothesen bestätigt werden
- Regeln bauen direkt auf der Struktur der Fakten auf

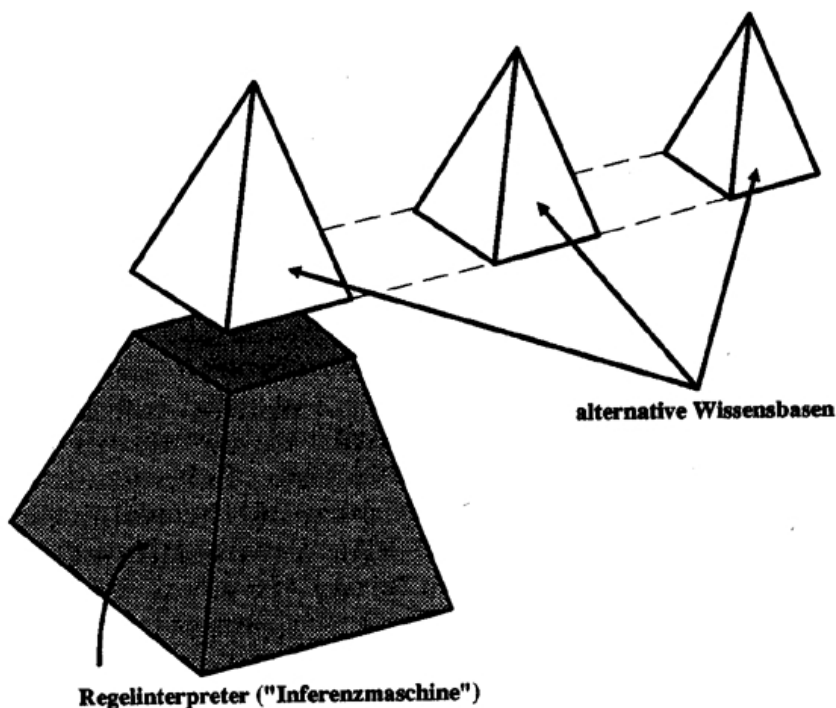


Abb. 1-3: "Austauschbare" Wissensbasen

Abbildung 3: "Austauschbare" Wissensbasen

5 Psychologie

- Die Sinnesorgane sind im gewissen Sinne Transduktoren, die Außenweltereignisse in Systemereignisse umwandeln
- Sie werden zu Eingangskanälen, mit deren Hilfe Information aus der Umgebung aufgenommen werden kann
- Das zentrale Nervensystem verarbeitet diese Information
- Einen Teil davon speichert es in seiner eigenen physischen Struktur.
- Die menschlichen Handlungsorgane sind Effektoren, die den kausalen Eingriff in die äußere Wirklichkeit ermöglichen.
- Im gewissen Sinne: EVAS Prinzip

6 Vorteile

- Es ist robust und fehlertolerant.
- Nervenzellen im Gehirn sterben täglich ab, ohne die Arbeit des Gehirns zu beeinträchtigen.
- Es ist flexibel gegenüber unterschiedlichen Anwendungen, indem es sich auf die neue Arbeitsumgebung durch Lernen einstellt.
- Es muss dazu nicht erst programmiert werden.
- Die Informationen können unscharf, vertauscht und inkonsistent sein.
- Das Gehirn ist höchstparallel.

7 Symbolverarbeitungstheorie

- Ansatz zur Architektur des menschlichen Geistes
- denken als symbolischer Prozess
- Struktur von Gedanken werden als inneres Sprechen erlebt
- durch Annahme formaler Verknüpfungen von Erinnerungsbildern und Symbolen erklären
- Diese Bilder und Symbole werden durch Denk-, Gefühls-, und Willensprozesse aktiviert und neu verknüpft, woraus dann die sich in Erleben und Verhalten äußernde Tätigkeit des Geistes resultiert
- Entsprechend werden geistige Tätigkeiten durch Flussdiagramme nachgeahmt
- “etwas“ veraltete Theorie

8 Der konnektionistische Ansatz

- Mit der Erkenntnis der Neurowissenschaft jedoch, das Gehirn als neuronales Netz zu betrachten, hat sich jedoch auch die Vorstellung vom Prozess des Denkens geändert
- Gehirn arbeitet als konnektionistisches System anders als ein serielles System
- kein regelhaftes Hantieren mit Symbolen
- mit Regeln nur schwer beschreibbarer subsymbolischer Prozess, in dessen Verlauf interne Repräsentationen sich beständig verändern

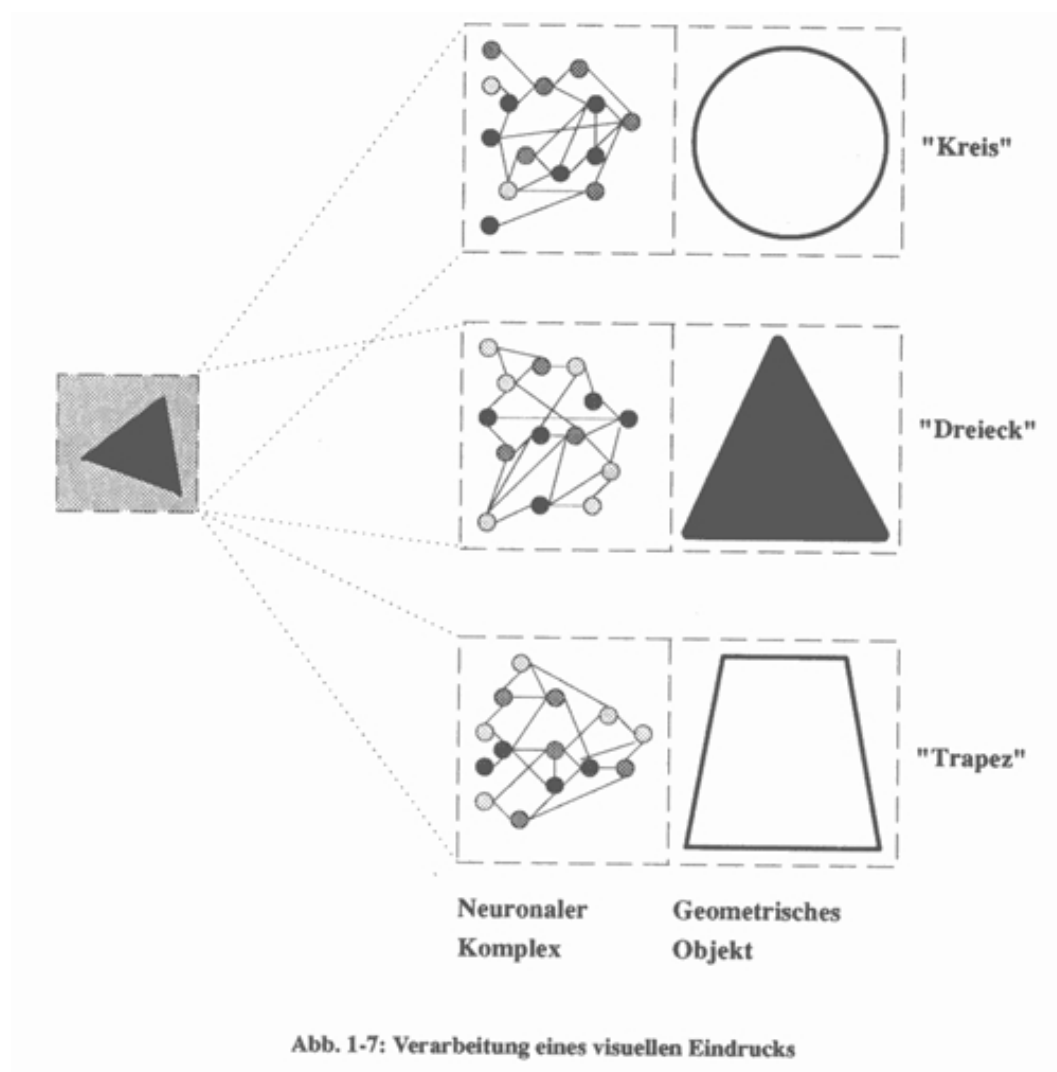


Abbildung 4: Verarbeitung eines visuellen Eindrucks

9 Biologie

9.1 stark vereinfachte Darstellung eines Beispiels

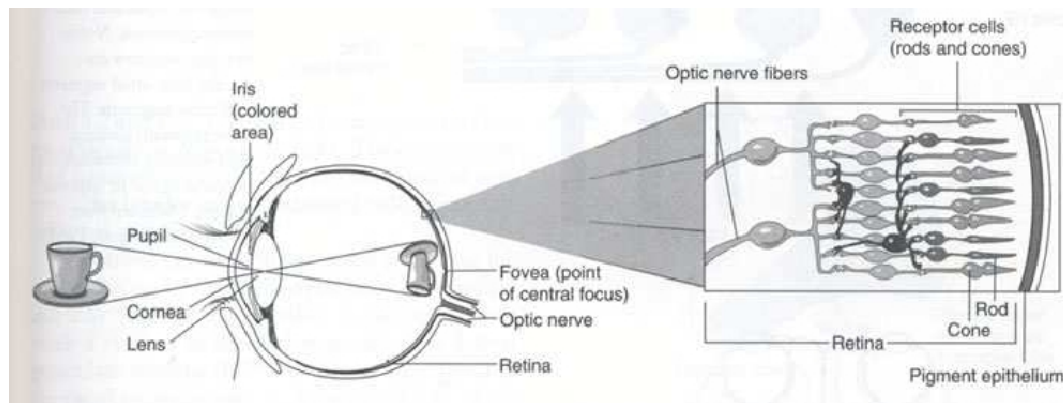


Abbildung 5: Lichteinfall im Auge

- Licht trifft auf Auge
- trifft dort auf Stäbchen/Zäpfchen Zellen (nebenbei: Sind für Hell/Dunkel oder Farbsehen) auf der Retina
- dort befinden sich Rezeptoren für unterschiedliche Wellenlängen (vereinfacht)
- diese generieren elektrische Signale als Antwort auf das Licht
- ab diesem Zeitpunkt setzt bereit eine Art Verarbeitung über neuronale Netzwerke ein, mit Hilfe von Neuronen

10 Neuronen

- diese Neuronen sind das Grundelement der neuronalen Verarbeitung
- jegliches Verhalten liegen Aktivitäten von Neuronen zu Grunde, das Neuron ist eine Zelle, deren spezielle Aufgabe es ist, Informationen zu verarbeiten
- Grundbausteine des Nervensystems
- Bisher sind 200 Typen identifiziert worden

11 Neuronen

- der Teil der Zelle, der die ankommenden Signale empfängt besteht aus einer Reihe von verzweigten Fortsätzen, den sogenannten Dendriten, die sich vom Zellkörper aus erstrecken
- der Zellkörper oder Soma enthält den Zellkern und das Zytoplasma, der für die Ernährung der Zelle sorgt, der Zellkörper kombiniert und mittelt alle Informationen, die von seinen Dendriten kommen (und die in manchen Fällen direkt von einem Neuron gesendet wurden)
- leitet sie weiter über den Hauptfortsatz, einem sogenannten Axom (Länge 1mm bis mehr als einem Meter)
- enden in kleinen knollenförmigen Endknöpfchen an anderen Nerven oder Muskelzellen

12 Neuronen

- Möglichkeit für direkten Output
- Synapsen liefern den Mechanismus zur Übermittlung der Signale vom Axom eines Neurons an die Dentridenten oder den Zellkörper eines anderen (es gibt hemmende und erregende Neuronen)
- erregend: Synapse bewirkt höheren Ausschuss von Impulsen
- hemmend: Synapse bewirkt niedrigeren Ausschuss von Impulsen
- Summe aller erregenden und hemmenden Impulse an einem Neuron bestimmt, ob es feuert und wenn, mit welcher Rate es dies tut

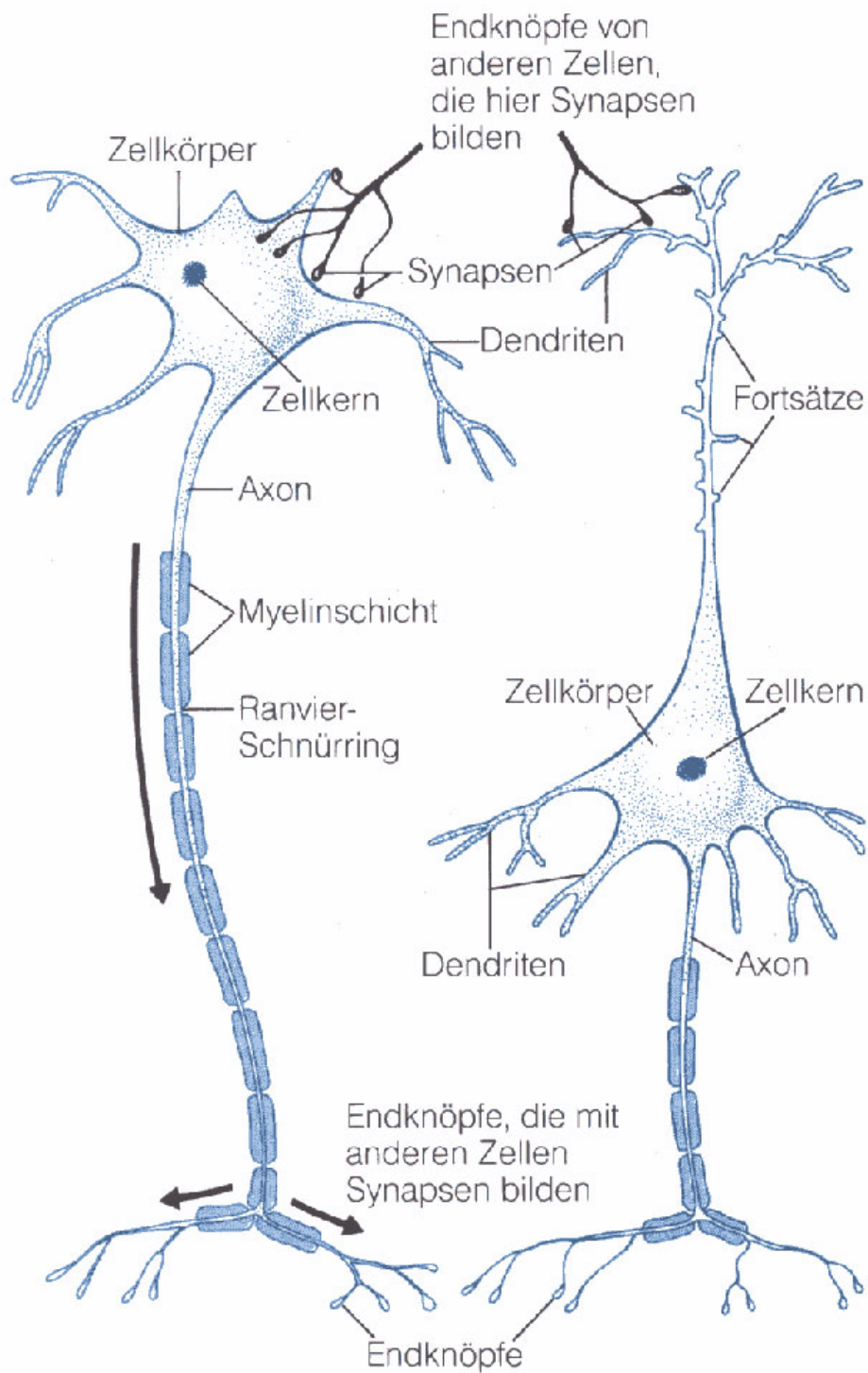


Abbildung 6: Ein Neuron im Detail

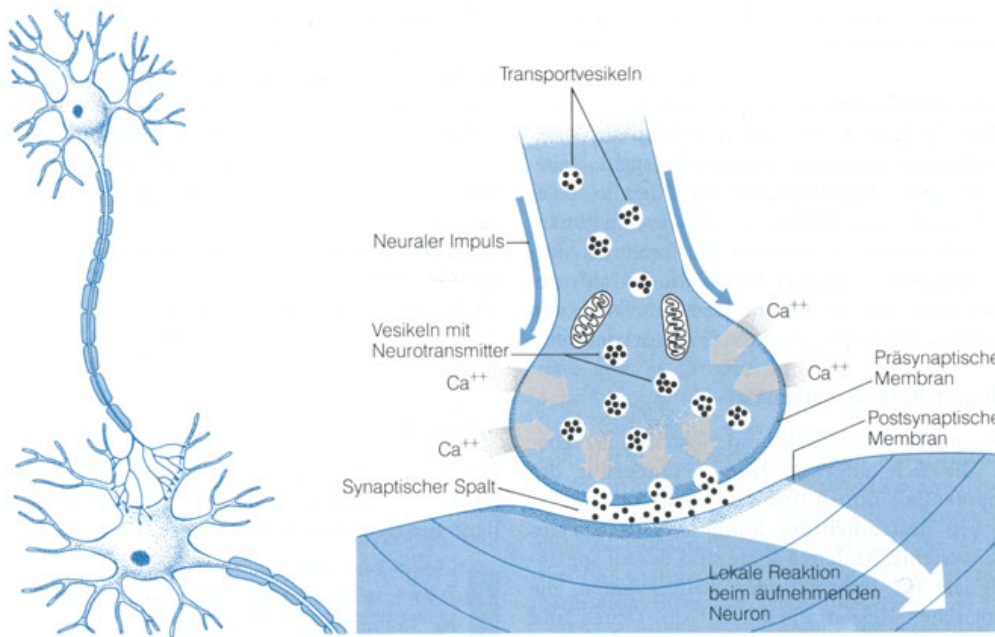


Abbildung 7: Synapsen

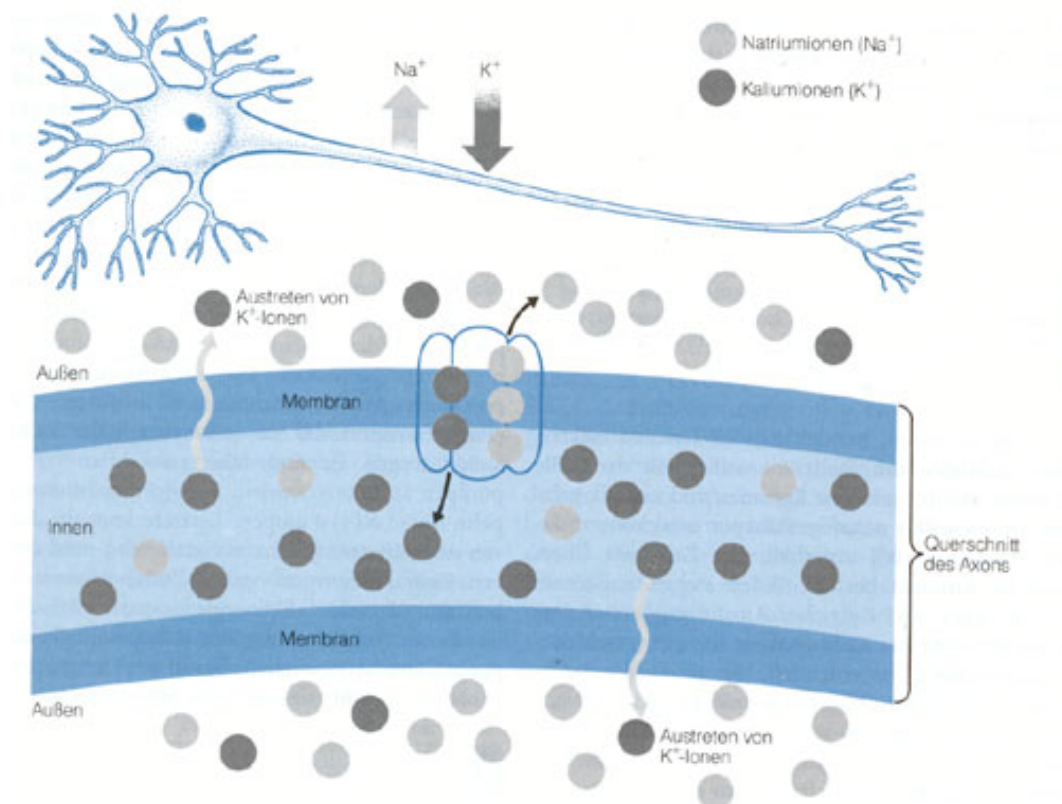


Abbildung 8: Informationsübertragung im Neuron

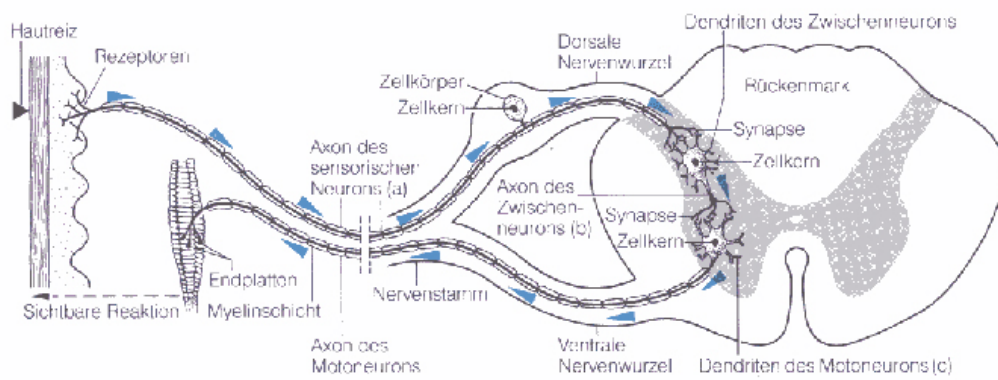


Abbildung 9: Übertragung eines Reflexes

13 Das abstrakte Modell neuronaler Netzwerke

- Eingabeeinheiten: Initialisierung von außen, übertragen: Input
- Ausgabeeinheiten: Output
- Zwischeneinheiten: Hidden Units, werden netzintern verwaltet und unterliegen voll dem Informationsfluss, der gemäß dem gewählten Netzmodell definiert ist
- Komponenten der Informationsverarbeitung:
- Aktivierungszustand -Aktivierungsregel - Ausgaberegul - Netzaktivität - Fehlermaß

Aktivierungszustand:

- Definiert den aktuellen Zustand des Neurons bzw. der Komponente, dafür können verschiedene Modelle gewählt werden, was vor allem die Wertemenge betrifft

Aktivierungsfunktion:

- eine Verarbeitungseinheit orientiert ihre Aktivierung am Zustand anderer Zellen (biologisches Modell), der über Verbindungsstrukturen an sie Herangetragen wird
- diese Zustände können als Netzaktivität zu einem gegebenen Zeitpunkt angesehen werden

Ausgaberegeln:

- Sie legt den Ausgabewert eines Neurons u.a. in Abhängigkeit vom aktuellen Aktivierungszustand fest.
- Die Stärke des Ausgabesignals ist eine Funktion des Aktivationspegels: $o_i(t) = f(a_i(t))$.
- Auch hier gibt es verschiedene Modelle

Fehlermaß

- gibt an, inwiefern Ergebnis mit Wunsch übereinstimmt (einfach ausgedrückt)