

## Referent: **Dr. Toni Tontchev**

**Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
an der Fakultät für Informatik,  
Mathematik und Naturwissenschaften  
HTWK Leipzig**

**Gustav-Freytag-Str. 42A**

**Z524, Tel. +49 341 3076 6329**

**E-mail: [tontchev@imn.htwk-leipzig.de](mailto:tontchev@imn.htwk-leipzig.de)**

**[www.imn.htwk-leipzig.de/~tontchev](http://www.imn.htwk-leipzig.de/~tontchev)**

## Hintergrund:

### Das Europäische Programm<sup>1</sup> „Lebenslanges Lernen“ (LLL)

- ☑ alle Menschen zwischen 4 und 64 Jahre
- ☑ Zweck: Vorbereitung auf die Herausforderungen einer veränderlichen Welt (Hintergrund => Lissabon Strategie = Wettbewerb => führt zur Veränderung)
- ☑ Prioritäten: Beschäftigung, aktive bürgerliche Beteiligung am Sozialleben und an der wirtschaftlichen Entwicklung (Vermeidung von Armut, Ausgrenzung und Benachteiligung)
- ☑ 4 Europäische Bildungsstufen (Reference Levels / Banchmarks):
- ☑ 8 Schlüsselkompetenzen für LLL (European Reference Framework):

---

<sup>1</sup> Recommendation of the European Parliament and the Council from 18.12.2006 (2006/962/EC)

## Hintergrund:

### LLL Konzept – Europäische Bildungsstufen (European Reference Levels)

- ① Fähigkeit zu lesen (reading literacy) –  
im Lebensabschnitt 4 – 6 Jahre
- ② Primärer Schulabschluss (early school leaving) –  
im Lebensabschnitt 6 – 13 Jahre
- ③ Sekundärer Schulabschluss (completion of upper  
secondary education) – im Lebensabschnitt 13 – 25 Jahre
- ④ Erwachsenenbildung im LLL (education and participation  
of adults in LLL) – im Lebensabschnitt 25 – 64 Jahre

## Hintergrund:

### Erwachsenenbildung im LLL (education and participation of adults in LLL)

- ✎ **Berufliche Aus- und Weiterbildung  
(Vocation Education and Training – VET):**
  - 👍 Berufsbildung (Erlernen eines Handwerks oder Berufs an einer Berufsschule)
  - 👍 Berufliche Weiterbildung (Spezielle Qualifikation oder Umqualifizierung)
  
- ✎ **Hochschulbildung (Higher Education - HE)  
Studium in 3 Stufen an einer Hochschule / Universität:**
  - 👍 Bachelor of Sciences / Arts
  - 👍 Master of Sciences / Arts
  - 👍 PhD. (Philosophy Doctor) in Sciences / Arts

## Hintergrund:

### Bildungssysteme (Education Systems) anhand der Lehrmethoden:

-  Schulsystem – deklarative Wissensvermittlung (Vortragen, Erläutern, Wiederholen, Üben und Kontrollieren mit Feedback = Benotung)
-  Berufliche Aus- und Weiterbildung – instruktionelle Wissensvermittlung (Demonstrieren von Anwendungen, Erläutern, Einweisen, Nachbilden lassen, Kontrollieren mit Feedback = Hinweise zur Verbesserung)
-  Hochschulbildung – explorative Wissensvermittlung (Anregen durch Ideen, Methodologie vermitteln, Forschen und Erproben unter Anleitung, Feedback = Erfolg und Plausibilität des gewählten Ansatzes)

## Hintergrund:

### Qualifikationsnachweise:

 Zertifikate (bescheinigen die Teilnahme ohne Bezug auf die erbrachte Leistung)

 Zeugnisse (weisen die erbrachte Lernleistung nach durch Aufwandsindikatoren und Lernerfolgsindikatoren)

**Politischer Druck zur Konvergenz der HE und VET Systeme (Anpassung von HE an VET motiviert durch die Ergebnis- und praxisnahe Orientierung des VET Systems). Konsequenz = die Bachelor Ausbildung tendiert immer mehr zu Berufsbildung zu werden (Nachweis = immer mehr Berufsschulen und -bildungswerke schaffen es eine Akkreditierung zur Ausbildung mit Bachelor – Abschluss zu erwerben).**

## Hintergrund:

### Schlüsselqualifikationen und das European Reference Framework:

(Entscheidendes Unterscheidungsmerkmal der Hochschulbildung im Bologna – Prozess)

- ① Kommunikation in der Muttersprache (Communication in the mother tongue)
- ② Kommunikation in Fremdsprachen (Communication in foreign languages)
- ③ Mathematische Kompetenz und Basiskompetenz in Wissenschaft und Technologie (Mathematical competence and basic competences in science and technology)
- ④ Digitale Kompetenz (Digital Competence)
- ⑤ **Lernen zu Lernen (Learning to learn)**
- ⑥ Soziale und bürgerliche Kompetenz (Social and civic competences)
- ⑦ Sinn für Initiative und Unternehmertum (Sense for initiative and entrepreneurship)
- ⑧ Kulturelles Bewusstsein und Selbstdarstellung (Cultural awareness and expression)

Das Konzept sieht vor dass Schlüsselkompetenzen 1 – 4 bereits auf den früheren Bildungsstufen zum größten Teil erreicht werden sollten.

## Konzept des Kurses - Vorlesungen:

Nr.	Vorlesungen:	Dauer
V1.1	Einführung, neurobiologische und psychologische Grundlagen von Lernen.	2 stunden
V1.2	Prozesse im Psychosystem: Kognition, Motivation und Lernen.	2 stunden
V2	Organisation und Steuerung von Lernprozessen - Lerntheorien und systemischer Ansatz	2 Stunden
V3	Wissensrepräsentation: Einführung, Wissensstrukturen, Semantik und Semiotik.	2 Stunden
V4.1	Planung und Durchführung von Lernapplikationen.	2 Stunden
V4.2	Digitale Lerninhalte und Dienste.	2 Stunden
V5	Messung und Evaluierung des Lernerfolgs, Wissen und Fertigkeiten (Skills), Bewertung und Selbstschätzung. Anerkennung von Qualifikationen	2 Stunden

In den Vorlesungen werden grundlegende Konzepte über den Aufbau und die Funktionsweise des menschlichen Gehirns, Motivationstechniken und Wissensmanagementmethoden sowie Modelle und Methoden zur Steuerung der Effizienz von Lernprozessen präsentiert.

## Konzept des Kurses - Seminare:

Nr.	Seminare:	Dauer
S1	Lernformen und Lernumgebungen. Motivation in verschiedenen Lernsituationen. Techniken zur Motivation	2 Stunden
S2	Lernprozesse – Organisation und Steuerung in verschiedenen Lernsituationen	2 Stunden
S3.1	Erkennen der Struktur von Wissens- und Lerninhalten – natürliche Sprache (Textanalysen)	2 Stunden
S3.2	Erkennen der Struktur von Wissens- und Lerninhalten – Medien (Kontextanalysen)	2 Stunden
S4	Wissensmanagement	2 Stunden
S5.1	Lernfälle (Lernsituationen und Lernapplikationen). Planen, Organisieren, Durchführen	2 Stunden
S5.2	Lernfälle (Lernsituationen und Lernapplikationen). Planen, Organisieren, Durchführen	2 Stunden
S6	Computergesteuerte Lernapplikationen - praktische Anwendungen	2 Stunden
S7	Entwicklung von Lernkompetenzen. Messung und Evaluierung des Lernerfolgs., Entwicklung von Wissenstests. Fertigkeiten (Skills) und Assessment	2 Stunden

In den Seminaren wird die Anwendung der erlernten Modelle und Methoden auf konkrete Lernsituationen demonstriert. Auch Methoden zur Messung und Bewertung von professionellen Fertigkeiten (Skills) und Karriereplanung runden dieses Profil ab.

## Inhalt:

**Die theoretischen Grundlagen dieses Kurses greifen auf inter- und multidisziplinäre Erkenntnisse zurück:**

- Physiologische und biologische Grundlagen
- Psychologische Grundlagen
- Physikalische Grundlagen
- Systemtheorie
- Linguistik
- Soziologie
- Pädagogik (einschl. Medienpädagogik und Didaktik)
- Informationstheorie
- Mathematik (Mengentheorie, Modelltheorie und Stochastik)

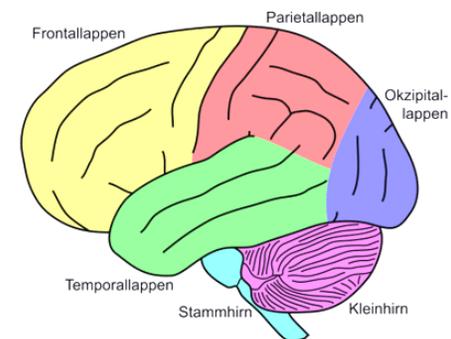
## Vorlesung: Physiologische und psychologische Grundlagen

- **Physiologische Grundlagen – das Gehirn.**
- **Nervenzellen Enkodierung, Speicherung und Abruf von Informationen.**
- **Brodmann – Areale (spezifische Funktionen)**
- **Psychologische Grundlagen – das Psychosystem.**
- **Assoziationen und Gedächtnis**
- **Informationsverarbeitung im Psychosystem**
- **Psychoprozesse – Kognition, Motivation und Lernen**

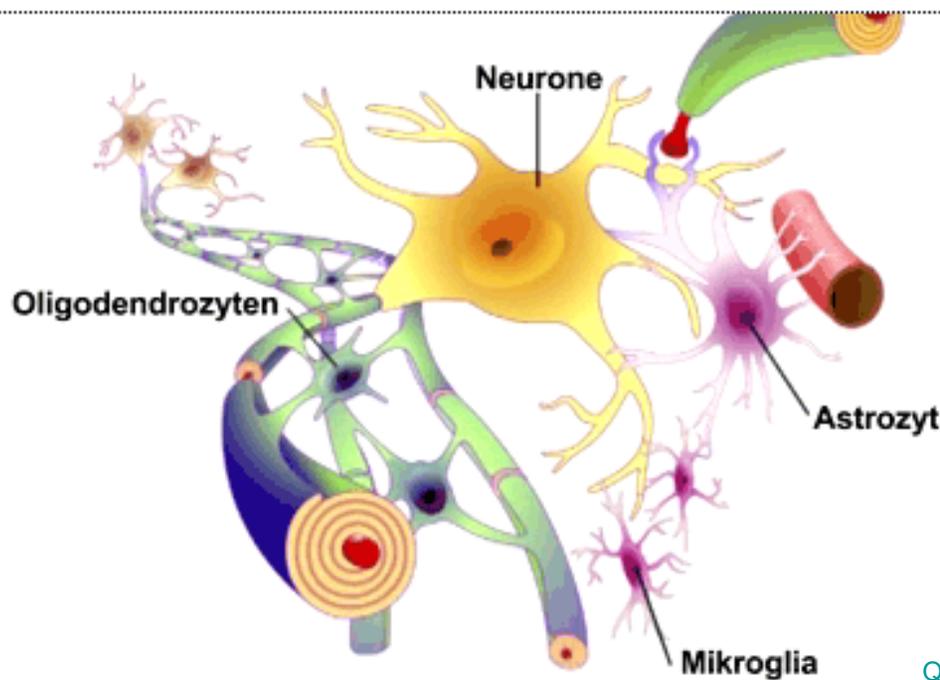
## Das menschliche Gehirn

- Gewicht = im Durchschnitt 1300 g (einer erwachsenen Frau 1245 g, eines erwachsenen Mannes 1375 g.)
- Keine Korrelation zur Intelligenz bedingt durch das Geschlecht. Eher besteht eine Abhängigkeit von der Körpergröße.
- Besteht aus Fett und Eiweiße (Proteinen). Das männliche Gehirn hat einen höheren Anteil an Fett und eine gröbere oberflächliche Struktur als das weibliche.
- Hoher Verbrauch an Energie und Ressourcen: bei 2 % der Körpermasse verbraucht etwa 20 % des Sauerstoffs und mehr als 25 % der Glukose.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Gehirn>



## Das Neuron



Die wesentliche Funktion des Gehirns wird auf die Neurone zurückgeführt.

Diese werden von Glia-Zellen (Glia) versorgt und unterstützt.

Quelle: <http://www.uni-bonn.tv/podcasts/Glia1.mp4/view>

## Das Neuron

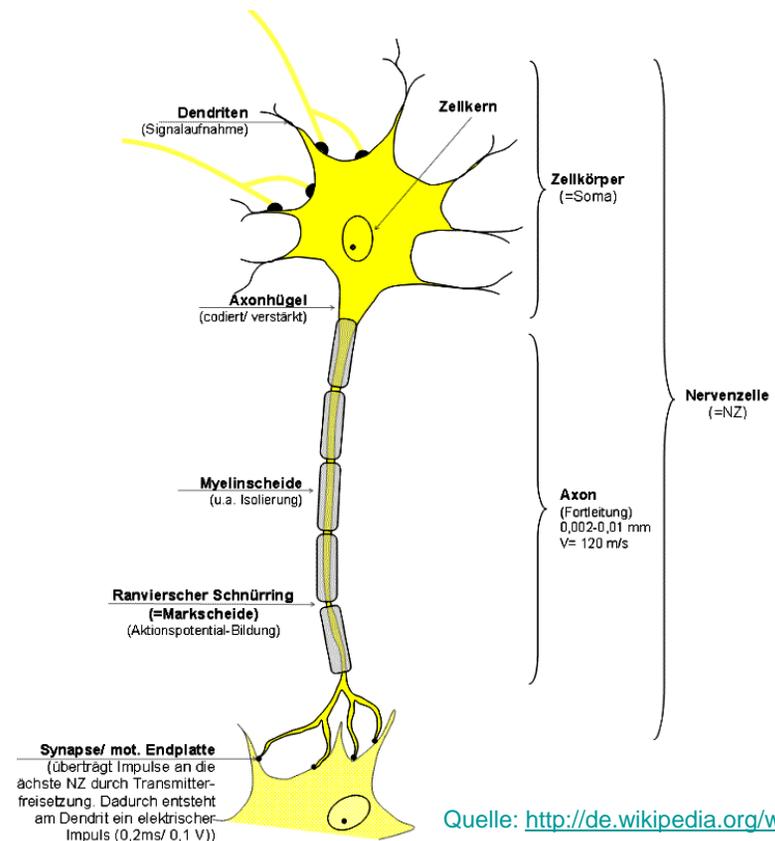
Die Nervenzellen bestehen aus einem Zellkörper und Axon.

Der Axon endet mit Synapsen, die an eine andere Zelle andocken.

Am Zellkörper befinden sich Rezeptoren (Dendriten) an denen die Synapse anderer Zellen andocken.

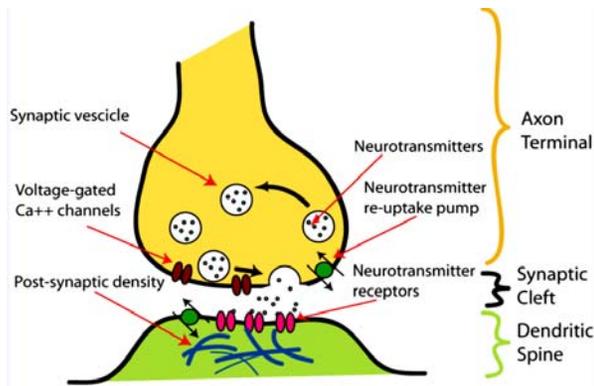
Nervenzellen sind durch Synapse und Receptoren verbunden.

Es existieren bis zu 10.000 Synapse zwischen zwei Zellen und insgesamt eine Billiarde Synapse bei einem Erwachsenen.



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzelle>

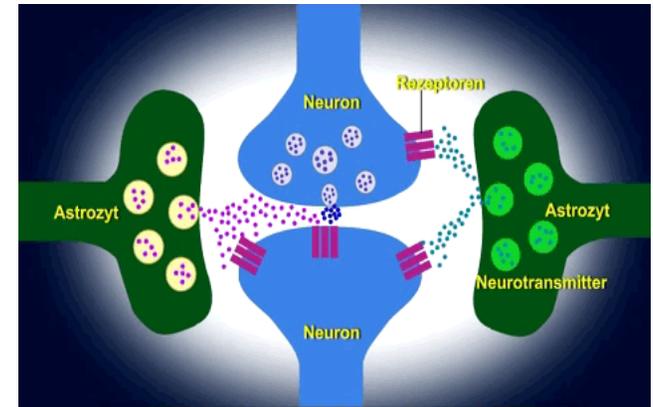
## Das Neuron



Die "Empfängerzelle," erhält über Rezeptoren die Signale der benachbarten „Senderzellen“ nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Passt die Codierung nicht oder sind alle verfügbaren Rezeptoren belegt oder blockiert, kann keine Information übertragen werden. Sobald der Transmitter seine Aufgabe erledigt hat und nicht mehr gebraucht wird, sorgen Enzyme für die Trennung von Transmitter und Rezeptor.

Jede Verbindung zwischen Rezeptor und Transmitter erzeugt ein Polarisierungseffekt in der Nervenzelle. Die Akkumulation dieser Wirkung verändert das Membranpotenzial der Zelle und bei Überschreitung eines Schwellenwertes erfolgt eine Auslösung eines Aktionspotentials (die Zelle „feuert“ einen elektrischen Impuls). Dieser wird über den Axon bis zu den Synapsen übertragen und diese enkodieren das Signal chemisch.

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzelle>

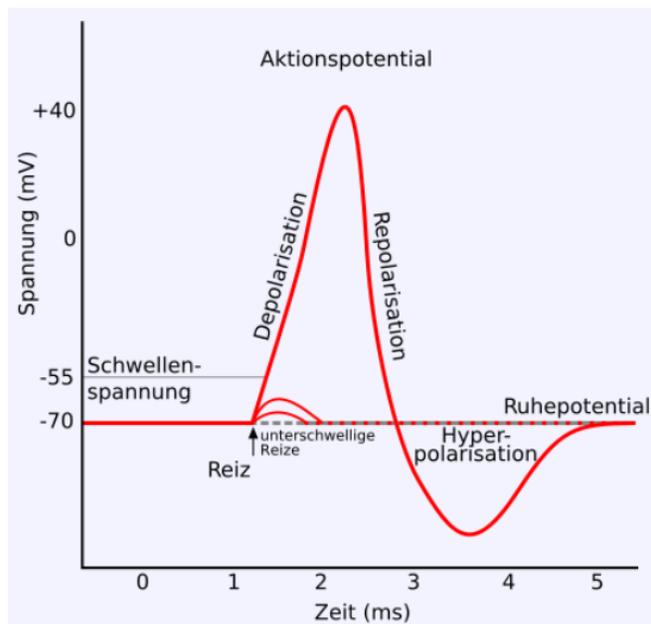


**Prof. Dr. Christian Steinhäuser:**

„Astrozyten (Glia- Zellen) stehen im direkten Dialog mit den Nervenzellen ... was eigentlich den Anlass geben muss das Konzept der Informationsverarbeitung im Gehirn komplett zu überdenken und neu zu strukturieren“.

Quelle: <http://www.uni-bonn.tv/podcasts/Glia1.mp4/view>

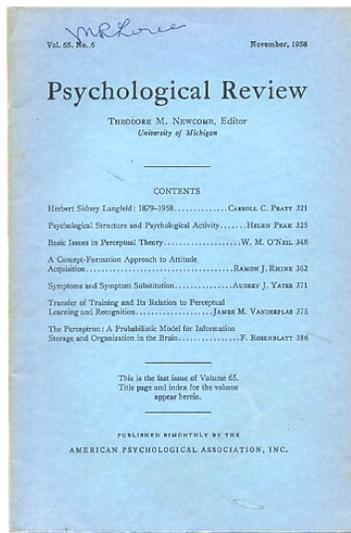
## Die Informationsverarbeitung im Neuron:



Quelle der Graphik: <http://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzelle>

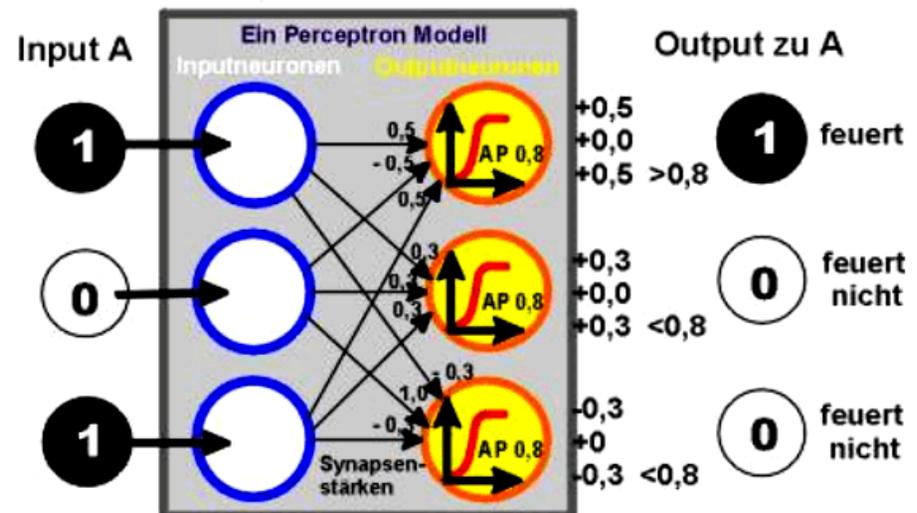
1. **Ein Reiz wird empfangen:** Transmitter anderer Zellen, die durch die Zellmembrane durchdrungen sind vereinigen sich mit den unbelegten Rezeptoren der Nervenzelle. Jeder Zusammenschluss erzeugt eine elementare Depolarisation (PSP =postsynaptisches Elementarpotential).
2. Die Summe der PSP aus allen Rezeptoren (räumliche Summation) erhöht das Gesamtpotential der Zelle. Wird eine Schwellenspannung erreicht erfolgt eine schnelle Entladung und die Zelle versendet über ihre Axone einen elektrischen Impuls = **Aktionspotential**.
3. Wenn die Summe der PSP die Aktionschwelle nicht überschreitet bleibt die Zelle im **unterschwellig angeregten Zustand** und erwartet neue Reize. Diese kommen und die neuen PSPs verändern wieder das Potential der Zelle (es erfolgt auch eine temporale Summation). Sollte die Schwellenspannung wieder nicht erreicht werden bleibt die Zelle weiterhin in Erwartung von Reizen.
4. Nach einer Entladung erfolgt meistens (aber nicht zwingend) **eine Hyperpolarisation** – die elektrische Spannung in der Zelle fällt weiter. Dann braucht die Zelle etwas Zeit um sich zu erholen bevor sie wieder in der Lage ist zu „feuern“.
5. Wird eine Zelle nicht gereizt, so strebt sie ein Niveau der Depolarisation an – entspricht dem sog. **Ruhepotential**

## Das Neuron – „Perceptron“- Modell



**Rosenblatt F. 1958** The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review* 65: P.386 to P.408.

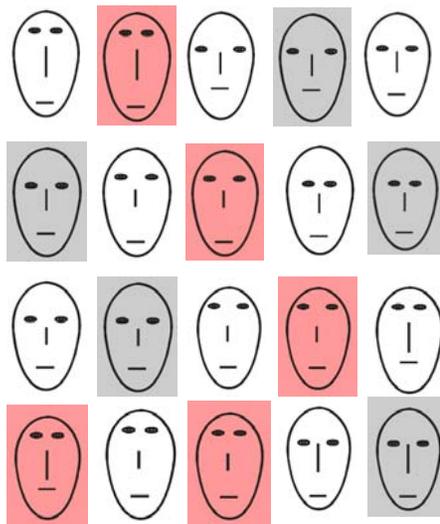
Quelle: <http://www.manhattanrarebooks-science.com/rosenblatt.htm>



Inputs werden mithilfe von Regeln in einem linear separierbaren Raum zu einem Output assoziiert, bzw. miteinander verknüpft. Inputs sind einzelne Reize während der Output eine bestimmte Bedeutung hat. Es entsteht eine Reaktion in der Form einer Vorstellung (z.B. Objekterkennung) oder Auslösung einer bestimmten Handlung (Aktion).

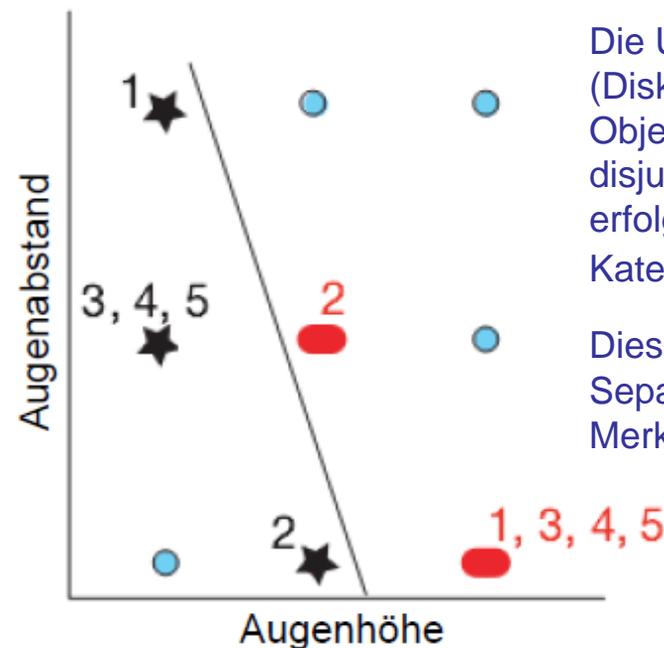
Quelle: <http://www.blick.it/angebote/schulegestalten/ne505.htm>

## Das Neuron – Kategorisierung von Gesichtern



**Quelle:** Visual categorization shapes feature selectivity in the primate temporal cortex.

Nature – Sigala & Logothetis - 2002



Die Unterscheidung (Diskriminierung) von Objekten und Bildung von disjunkten Untermengen erfolgt eine Klassen- oder Kategorizuordnung.

Dies entspricht einer Separierung des Merkmalraums.

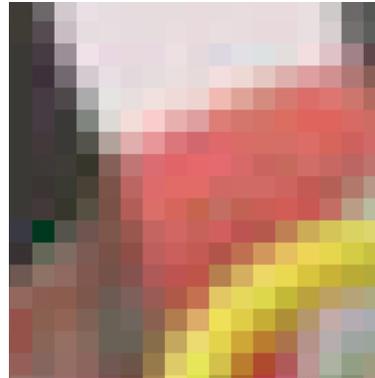


## Neuron – Speicherfunktion

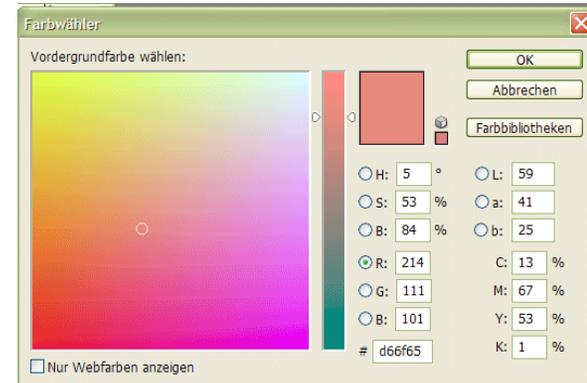
Diskrete Repräsentation und Enkodierung wie bei digitalen Bildern:



Digitales Bild



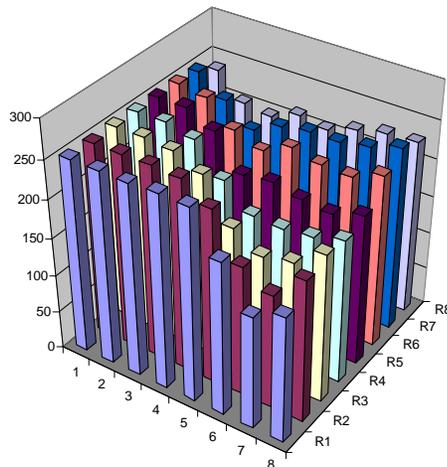
Fragment



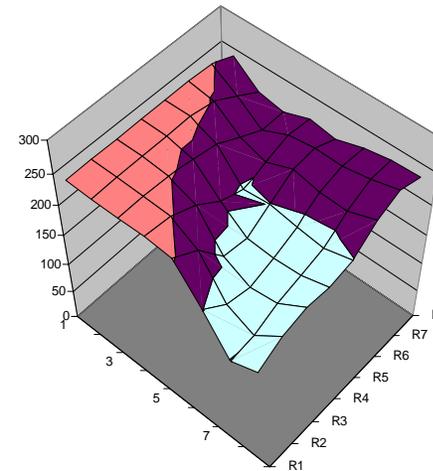
Farbkodierung der Pixel

## Neuron – Speicherfunktion

Diskrete Repräsentation und Enkodierung  
wie bei digitalen Bildern:



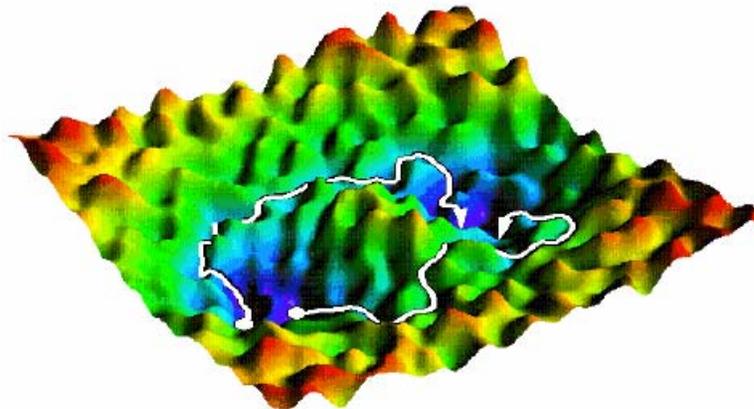
Darstellung der Farbprägungen als Histogramm



Darstellung als Oberfläche

## Neuron – Speicherfunktion

### Energielandschaft eines Systems:



Vertiefungen (Attraktoren) stellen energetische Grundzustände dar.

Quelle: [http://www.thp.uni-koeln.de/natter/physwelt/2007/2007\\_V12.pdf](http://www.thp.uni-koeln.de/natter/physwelt/2007/2007_V12.pdf)

## Gedächtnismodelle

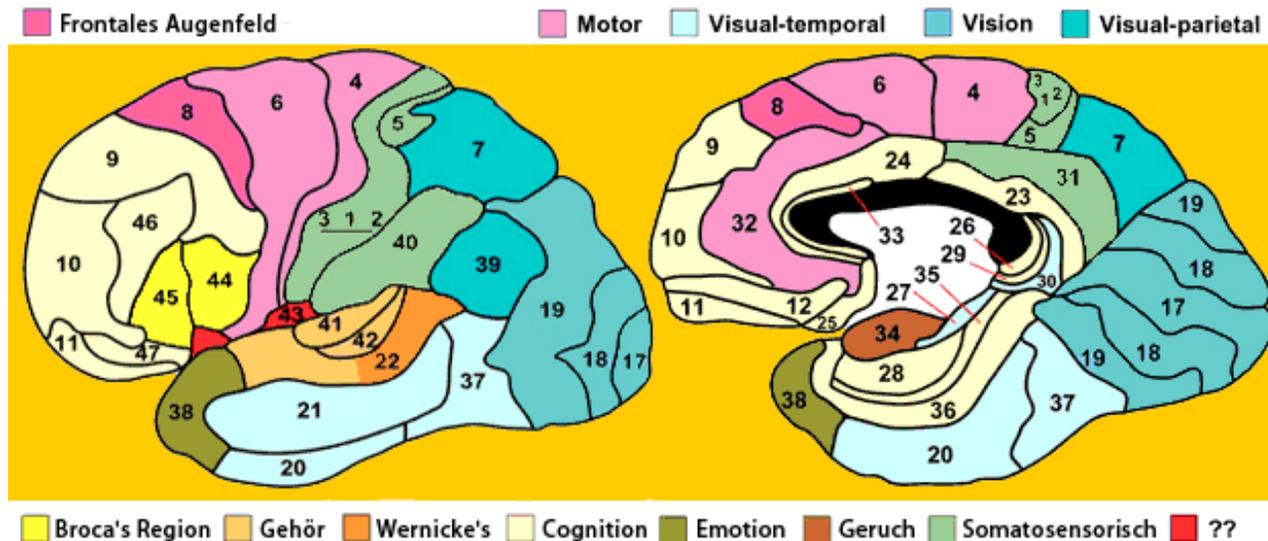
Generell geht man davon aus, dass die Speicherung von Information im Gedächtnis in der Reihenfolge Encodierung - Speicherung - Abruf abläuft.

Die folgenden Gedächtnismodelle sind am bedeutendsten:

1. **Einspeichermodell** (Locke, Hobbes) - Gedächtnis wie eine Art Wachstafel. Speichern von Informationen = Engrammieren, Assoziation ist die wichtigste Relation.
2. **Mehrspeichermodell** (Atkinson und Shiffrin) – Teilung in Kurzzeit- (nur 5 -9 Einheiten gleichzeitig gespeichert und nur 15 - 45 s. gehalten) und Langzeitgedächtnis (größere Informationsmengen für längere Zeit speichern und wieder aufrufen).
3. **Modell einer variablen Verarbeitungstiefe** (Craick und Tulving) – Speicherung und Aufruf von Informationen erfolgen abhängig von der Tiefe der Verarbeitung (von der bloßen Wahrnehmung bis zur Erkennung der Bedeutung)
4. **Baddeley's Theorie von „Working Memory“** – Central executive mit Visuo-spatial sketch pad und phonological loop.

## Physiologische Grundlagen von Lernprozessen

**Brodmann-Areale** (nach Korbinian Brodmann nummeriert)



Laterale Aufsicht  
auf die linke Großhirnhemisphäre

Mediale Aufsicht  
auf die rechte Großhirnhemisphäre

<http://www.gehirn-atlas.de/brodman-areale.html>

## Physiologische Grundlagen von Lernprozessen

### ***Brodman-Areale – funktionale Spezialisierung:***

- Selbstbefinden und Selbstbezug
- Somatosensorik und Wahrnehmung
- Zusammenfügen von Merkmalen zu Objekten
- Trennung von Objekt- und Rauminformationen
- Speicherung visueller oder verbaler Ereignisse
- Diskriminierung (Unterscheidung)
- Aufmerksamkeit und ihre Steuerung
- Räumliche Orientierung und Erkennung von Bewegung
- Sprachverarbeitung und Semantik
- Sprachproduktion
- Motorische Produktion
- Planung und Kontrolle von Motorik (einschließlich Blicksteuerung)
- Konstruktion von Formen / Vorstellungen von Objekten
- Strukturierung: Organisation, Klassifizierung und Kategorisierung
- usw.

Quelle für weitere Informationen: [http://www.fmri-easy.de/brodman\\_ana.htm](http://www.fmri-easy.de/brodman_ana.htm)

## Physiologische Grundlagen - Zusammenfassung

1. Das Gehirn verdankt seine Funktionalität hauptsächlich den Neuronen
2. Ein neuronales Netzwerk kann:
  - einzelne Reize zu Reizmustern (Objekten) verknüpfen und damit auch Verhaltensmuster assoziieren,
  - durch Unterscheidung ihrer Merkmale Objekte verschiedenen Mengen zuordnen und somit eine Gesamtmenge von Objekten in disjunkten Untermengen teilen,
  - Eine räumliche und temporäre Ordnung festlegen,
  - Informationen aus Reizen enkodieren, speichern und reproduzieren
3. Eine funktionale Teilung des Gehirns in verschiedenen Informationsverarbeitungsarealen in Abhängigkeit von der Art der Information ergibt sich aus der Vernetzung der Neurone