

Neurobiologie Teil 1:

1. *„Gemeinsamkeit macht stark“* – Neurone
2. *„Strom ohne Steckdosen“* – Aktionspotential
3. *„Und wieviele Kontakte hast du?“* – Synapsen
4. *„Die Chemie des Geistes“* – Neurotransmitter
5. *„Bis das Faß überläuft . . .“* – Rezeptorpotentiale
6. *„Klebstoff oder Hauptrolle?“* – Gliazellen

Neurone

*Kenyon Zellen als
assoziative multipolare
Neurone bei Hexapoden*

Dendriten

- Spinebildung (beteiligt an neuronaler Plastizität)
- Kontakte mit bis zu 20.000 anderen Neuronen (>200.000 im Kleinhirn – Purkinjezelle)
- EPSP's und IPSP's

Perikaryon

- Zwischen 5 und 100 Mikrometer Durchmesser
- Räumliche und zeitliche Integration der Membranpotentiale
- Nissl-Substanz (rauhes ER), Bildung aller notwendigen Proteine

Axon

- Kann mikrometer- oder meterlang sein
- Axonhügel = Schwellenpotential
- Aktionspotential codiert Information entlang Axon
- Axonterminale / Kollateralen / Endknöpfchen mit bis zu 500.000 pro Axon

Multipolare Neurone

- Pyramidenzellen im Cortex
- Purkinje-Zellen im Kleinhirn
- Spinale Motorneurone
- Neuroendokrine Zellen
- Interneurone
- In den autonomen Ganglien

unipolare Neurone

- Retinazellen
- häufig bei Wirbellosen

bipolare Neurone

- In der Retina / meist nur bei Sinnen

pseudounipolare Neurone

- Nur In den Spinalganglien

Aktionspotential

Aktionpotential

- Ruhemembranpotential Na⁺/K⁺ ATPase vermittelt
- Initiationsphase Depolarisierung durch Öffnung von Ionenkanälen
- Überschreitung Schwellenwert vermittelt durch große Dichte spannungsabhängiger Na⁺ Kanäle am Axonhügel
- Schneller Aufstrich Amplifizierung durch Öffnen spannungabhängiger Na⁺ Kanäle
- Repolarisation Öffnen von K⁺ Kanälen
- Nachhyperpolarisation verlängerte K⁺ Leitfähigkeit
- Refraktärzeit Na⁺ Kanäle blockiert und inaktiv

Erregungsweiterleitung

- Alle Axone sind von Myelin-produzierenden Zellen umgeben um die notwendigen Ionenkonzentrationen zu regulieren
- Bei „unmyelinisierten“ (trotzdem von Membran der Gliazelle umgeben) Axonen ist Erregungsleitung langsamer
- Bei myelinisierten Axonen ist Erregungsleitung durch saltatorische Fortleitung an Ranvier'schen Schnürringen bis zu 100 mal schneller
- Eine gerichtete Erregungsweiterleitung (Unidirektionalität) wird gewährleistet durch eine refraktäre d.h. nicht depolarisierbare Membran

Codierung

- Die Stärke eines Signals wird durch die Frequenz der Aktionspotentiale codiert, da diese immer die gleiche Amplitude haben
- Im Neocortex generieren unterschiedliche multipolare Neurone in den verschiedenen Laminae unterschiedliche Aktionspotentialmuster

Synapsen

Elektrische

- **Ionenaustausch über Membrankanäle**
- bidirektional
- Zwischen Gliazellen, Kommunikation als „Synzytium“ via Ca^{2+} -wellen
- Zwischen Gliazellen und Neuronen
- Zwischen Neuronen
- Ca. 3,5 Nanometer breiter Spalt
- Ca^{2+} und pH abhängig

Gap Junctions

- Hexamere aus Connexinen bilden einen Halbkanal, das Connexon, je 2 Connexine bilden eine Gap Junction, 2nm breit für Ionen oder Moleküle bis 1000 Dalton
- Bis zu 30.000 Connexone pro Quadratmikrometer

Präsynaptische Membran

- **Aktive Zone** mit Strukturgerüst für Transmittervesikel
- Aktionspotential führt zu Ca^{2+} Einstrom
- Ca^{2+} Einstrom setzt Transmitter in Quanten frei

Synaptischer Spalt

- Ca. 20-40 („klassische ZNS Synapse“) oder bis zu 2000 (**Varikosität autonomes Nervensystem**) Nanometer breit
- Transmitterentfernung durch enzymatische Spaltung, Diffusion oder Re-uptake

Postsynaptische Membran

- Rezeptoren für Transmitter
- **Postsynaptische Dichte** (eher klassische ZNS Synapse, fehlt meist bei Autonomem Nervensystem) besteht aus PSD-95, Rezeptoren und anderen Proteinen, 25-50 nm dick

Ionotrope Rezeptoren

- Ligandengesteuerte Ionenkanäle
- Direkte Membranpotentialwirkung
- Schnelle Reaktion
- Cl^- hyperpolarisierend hemmend
- Na^+ depolarisierend erregend
- Starke Einfluss auf Aktionspotentialauslösung

nAch-R.
AMPA-R. / NMDA-R.
Serotonin-R.

Metabotrope Rezeptoren

G-Protein gekoppelte Rezeptoren

Rezeptortyrosinkinasen

- Second messenger Systeme
- Indirekte Membranpotentialwirkung
- Langsame Reaktion
- Eher modulierende Wirkung
- Langanhaltende Wirkung
- **Häufigste Wirkung im autonomen Nervensystem**

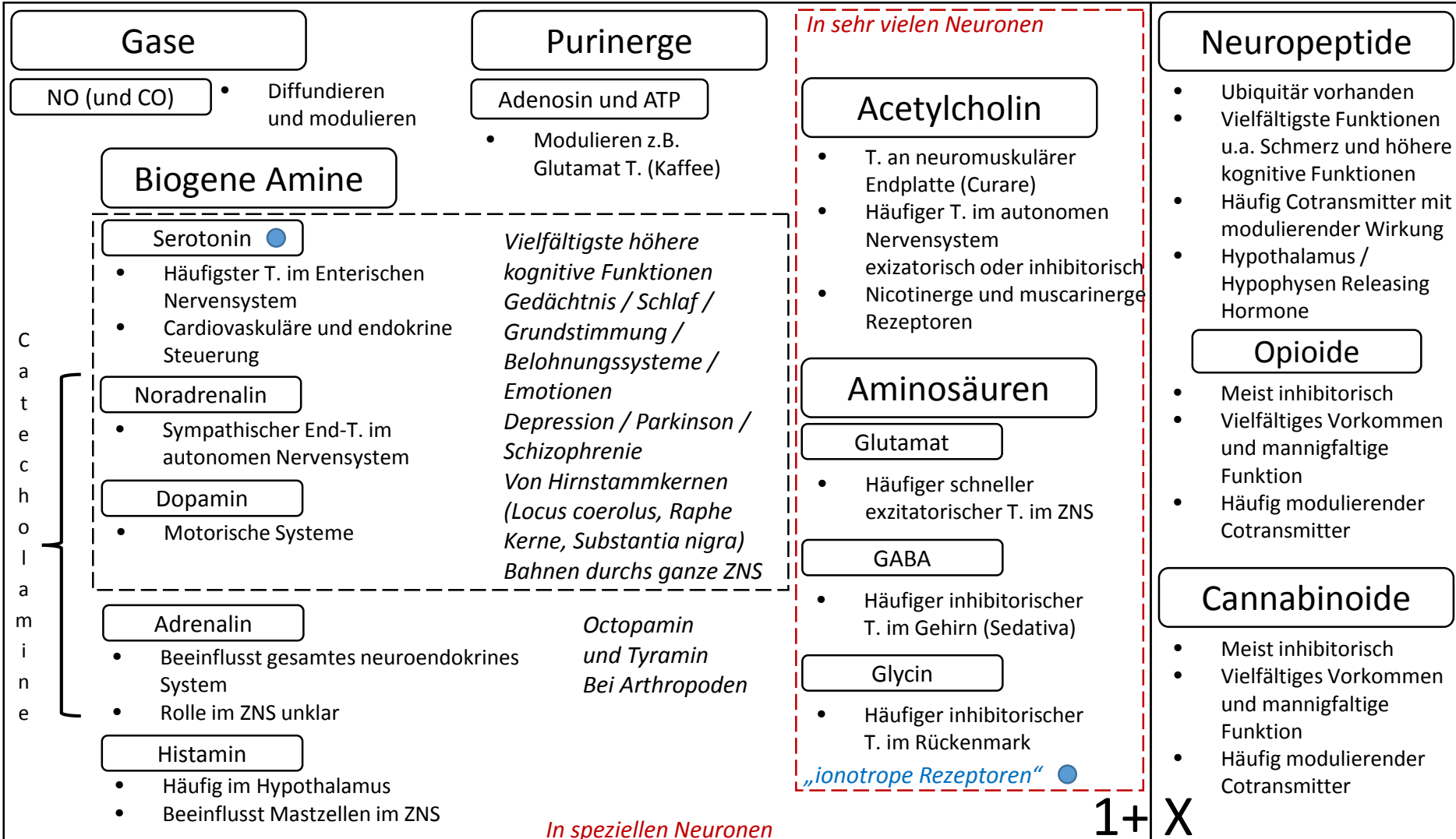
mAch-R.
 α + β -Adreno-R.
Alle Neuropeptid-R.

Chemische

- **Transmitter als Botenstoff**
- unidirektional
- Zu Neuronen, zu Gefäßen und frei
- Bis zu 20.000 Synapsen pro Neuron
- Axodendritische und axosomatische am häufigsten
- Axosomatische extrem selten bei Wirbellosen

Neurotransmitter

Niedermolekular (Synthese teils lokal)



In speziellen Neuronen

1+ X

hochmolekular (Synthese nur im Perikaryon)

Gliazellen

Neuroektoderm

Oligodendrozyten

- Bilden Markscheiden im ZNS an vielen Axonen gleichzeitig

Astrozyten

- Homöostasefunktion
- Beteiligt an Blut-Hirn-Schranke
- Fibrillär (graue S.) oder protoplasmatisch (weisse S.)
- Beteiligt an neuronaler Kommunikation
- Bildung der „Tripartite“ Synapse
- Eigene Ca²⁺-Wellen Kommunikation
- Bis zu 1 Million Synapsen untereinander
- Eigene Astrozytenähnliche Population im ENS

Ependymzellen

- Epithel der Liquor-Räume (Ventrikel)
- Tanzyten bilden Blut-Liquor-Schranke
- Tanzyten vorwiegend an CVO's

Lemnozyten

Schwann'sche Zellen

- Bilden Markscheiden im PNS an einem Axon je bis zu 1mm Länge
- Lagern mehrere „unmyelinisierte“ Axone ein

Amphizyten / Mantelzellen

Satellitenzellen

- Umgeben Ganglien-Neurone
- Homöostase Funktion

PNS

- *Gliazellen fehlen bei Coelenteraten*
- *Gliazellen schon bei Plathelminthen vorhanden*
- *Differenzierung in Klassen (Makro-Mikroglia) bei Anneliden und Arthropoden*
- *Gliazellen bilden Hämolymp-Hirnschranke bei Arthropoden*
- *Verhältnis von Gliazellen zu Neuronen wird größer mit zunehmender ZNS-Komplexität im Tierreich.*

Mesoderm

Hortega-Glia

Mikrogliazellen

- Immunologische Funktion
- Eingewanderte Makrophagen
- scannen permanent Umgebung

ZNS