

## 2 Informationsübermittlung im Körper

### 2.1 Nervenzelle und Übertragungsmechanismen

#### 2.1.1 Die Nervenzelle

Nervenzellen/ **Neurone** sind spezialisierte Zellen (bestehend aus Nukleus, Plasma und Membran).

Aufgabe ist die **Informationsweiterleitung**.

<b>Neuron</b>	Dendriten	kurze baumartige Verzweigungen am Zellkörper
	Axon	langgestreckte (bis 1m) langer Ast. evtl. Ausbildung von Kollateralen (Seitenästen)
	Myelin-/ Markscheiden	umgibt z.T. Axone
	Synapsen	Kontaktstelle zwischen 2 Nervenzellen, oder zwischen NZ und Effektororgan

<b>Arten</b>	Formen	vielfältig
	Gliazellen	diffus im Nervengewebe verteilt. Übernehmen Hilfsfunktion für Nervenzelle
	Schwann-Zelle	Art der Gliazelle. Bilden Myelinscheide aus

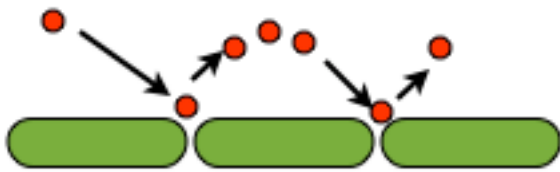
Zwischen dem Innern des Neurons und der Zellumgebung besteht eine elektrische Spannung. Im Ruhezustand - dem **Ruhepotential** bemisst sie -70mV. Die Spannung beruht auf verschiedenen elektrochemischen Prozessen (Na-K-Pumpe... Diffundierung)

#### 2.1.2 Reizleitung

<b>Reizleitung</b>	Ruhepotential	Ruhezustand. Spannung: -70mV.
	Aktionspotential	entsteht durch Depolarisation. Spannung -40 bis +30mV
	Refraktärphase	danach kommt es zur Repolarisation, kein weiteres Aktionspotential möglich

Der gesamte Prozess läuft innerhalb weniger Millisekunden ab.

Ein Aktionspotential erregt jeweils benachbarte Membranbereiche, somit setzt sich ein *Aktionspotential linear* in eine Richtung fort. Durch die Refraktärphase bedingt, ist der Prozess *nicht rückläufig*.



Nervenfaser mit Myelinscheide mit Einschnürungen



Nervenfaser ohne Myelinscheide

Die *Reizintensität* wird nicht durch die Höhe der Spannung definiert, sondern durch die Frequenz der (aufeinanderfolgenden) Aktionspotiale --> **Impulsfrequenzkodierung**.

**Ausbreitungsgeschwindigkeit** abhängig von:

- *Dicke* der Nervenfasern. Dickere Nervenfasern sind schneller als dünne
- mit/ ohne *Myelinscheide*. Fasern mit Myelinscheide sind schneller
  - Potential springt von Einschnürung zu Einschnürung

### Klassifikation der Nervenfasern

Fasertyp	Funktion	Faserdurchmesser [ $\mu\text{m}$ ]	Geschwindigkeit [m/s]
Aa (I)	primäre Muskelspindelafferenzen; motorisch zu Skelettmuskeln	15	70-120
Ab (II)	Hautafferenzen (Berührung, Druck)	8	30-70
Ac(III)	Motorisch zu Muskelspindeln	5	15-30
Ad	Hautafferenzen (Temperatur)	<3	12-30
B (IV)	sympatisch präganglionär	3	3-15
C	Hautafferenzen (Nozizeption); sympathische postganglionäre Efferenzen	1	0,5-2

### 2.1.3 Synapsen und synaptische Übertragung

<b>Synapsen</b>	elektrische Synapse	Zwischenraum ca. 2nm. Durch Kontaktmoleküle überbrückt --> geladene Teilchen wandern von einer Zelle in die andere und zurück
	chemische Synapse	Spaltbreit ca 20-50nm. Überbrückung durch Neuro-/Transmitter. Informationsfluss nur in eine Richtung --> präsynaptische/postsynaptische Endigung

Aktionspotential erreicht *präsynaptische Endigung* --> Die in Vesikeln gespeicherten *Transmitter* werden *in den Spalt* freigesetzt --> *Anlagerung* der Transmitter im postsynaptischen Bereich *an den Rezeptoren* --> „Überschüssige“ Transmitter diffundiert aus dem Spalt --> enzymatischer Abbau vs. *Re-Uptake* (Wiederaufnahme)

Transmitter passt nach Schlüssel-Schloss-Prinzip an Rezeptor:

- **Agonist:** Stoff der am Rezeptor passt und eine Wirkung erzeugt
- **Antagonist:** Stoff der am Rezeptor passt und keine Wirkung erzeugt, sondern ihn blockiert

<b>Wirkung synapt. Übertragung</b>	Hyperpolarisation	Membranpotential wird in Richtung eines stärker negativen Wertes verschoben. --> <i>ISPS</i>
	Depolarisation	Membranpotential wird in Richtung eines positiven Wertes verschoben --> <i>ESPS</i>

Je nachdem ob sich elektrische Potentiale aufheben, oder aber summieren, wird nun ein Aktionspotential gebildet oder eben nicht.

<b>Zusammenwirken von Neuronen</b>	räumliche Summation	Auslösung von ISPS/ESPS in mehreren Synapsen --> gegseitige Verstärkung. Voraussetzung: Konvergenz
	zeitliche Summation	ISPS/ESPS werden in schneller Folge erzeugt --> Polarisation nimmt zu bis Auslösung AP. Voraussetzung: Divergenz
	Vorwärtshemmung	Neuronaktivität wird durch andere Neuronaktivität gehemmt. Hemmendes Neuron löst ISPS an Synapse des erregenden Neuron aus --> <i>Hemmt Weitergabe</i> des Reizes an Zielneuron
	laterale Hemmung	benachbarte Zellen hemmen sich gegseitig durch Interneuron. --> Erregbarkeitsschwelle des Nachbarn wird erhöht. (v.a. bei Sinneszellen)

#### 2.1.4 Wichtige Transmitter-Rezeptoren-System

<b>Transmitter-Rezeptoren-System</b>	Acetylcholin (ACh)	Übertragung NZ->MZ, im VNS; NZ-> Drüse, im Hirn. Nikotinerge und muskarinerge Rezeptoren
	Nikotinerge Rezept.	<i>erregende</i> Wirkung auf Muskelzellen, <i>entspannende</i> Wirkung auf ZNS

	Muskarinerge Rezept.	im veg. NS, Großhirnrinde, Striatum, Hippocampus; je nach Subtyp erregend oder hemmend
<b>Katecholamine</b>	Dopamin	Willkürmotorik, im Hirn selten
	Nor-/adrenalin:	Nebennierenmark. sympathische Nerven --> Erfolgsorgane, MZ, Zellen des Fettgewebes
	Serotonin	Produktion in Raphe-Kernen. Hirn & Rückenmark. Regulation des Schlaf-Wach-Rhythmus, emotionale Befindlichkeit, Schmerz, Hunger, Durst
<b>Aminosäuren</b>	Glutamat	<i>exzitatorische</i> Transmittersubstanz. Wirkung bei Lernvorgängen
	GABA (Gamma-Amino-Buttersäure)	<i>hemmende</i> Wirkung. Nutzung für beruhigende Medikamente
	Glycin	<i>inhibitorische</i> Wirkung
<b>Hormone</b> (wirken auch als Neurotransmitter)	Endorphin	
	Enkephalin	binden an Morphinrezeptoren
	Substanz P	Verbindung mit Schmerzrezeptoren
	Oxytocin	Geburtseinleitend
	Neuropeptid Y	Steuerung von Hunger & Angst

<b>Lernfähigkeit der Neurone</b>	Desensitivierung	durch Anhaltende Aktivierung wird das <i>Rezeptormolekül unempfindlich</i> gegenüber dem Transmitter
	Down-Regulation	Neurotransmitter im Übermaß: das Neuron stellt die entsprechenden Rezeptorproteine nur noch in geringem Maß her, wodurch die <i>Anzahl der Rezeptoren</i> verringert wird.
	neuronale Plastizität	Bildung <i>neuer Verbindungen</i> zwischen Neuronen; Aussprossung neuer Dendriten; Bildung neuer Synapsen

## 2.2 Zentrales Nervensystem

<b>Rückenmark (RM)</b>	graue Substanz	Zellkörper von Neuronen
	weiße Substanz	auf-/absteigende Fasern --> Pyramidenbahnen als absteigende Fasern: Axone als Verbindung zw. Ursprung der Bahn im Cortex und Motoneuronen
	Liquor	Rückenmarksflüssigkeit
	Meningen	Hirnhäute
	Spinalnerven	verlassen zw. den Wirbeln das Rückenmark

### Spinalnerven:

- *afferente Fasern*: nehmen (sensorische) Infos aus der Umgebung auf und leiten sie ins ZNS; treten dorsal (von der Rückseite kommend) in das Rückenmark ein
  - sowie *efferente Fasern*: vermitteln Reaktionen von ZNS an die ausführenden Organe/ Muskeln; Verlassen ventral (bauchwärts) das Rückenmark
- Spinalnerven versorgen jeweils ein Dermatom (bestimmten Bereich des Körpers).

<b>Neuronen</b>	Motoneurone	<i>aktivieren gestreifte/glatte Muskulatur.</i> Verlassen RM ventral. Direkte Aktivierung durch efferente Neurone/ absteigende Fasern aus höheren Hirnregionen
	sensible Neurone	<i>Empfangen Reize</i> aus Peripherie. Dorsale Weiterltg. an RM --> Verschaltung mit aufsteigenden/ Inter-/ Motoneuronen
	Interneurone	keine Fortsätze aus dem RM. <i>Weiterltg.</i> von afferenten/efferenten Aktivierungen/ Verschaltungen

<b>Aufgaben RM</b>	Informationsweitergabe Peripherie --> Gehirn
	Informationsweitergabe Gehirn --> Peripherie
	Verarbeitung von Information aus Peripherie --> Reflexe

### Reflexe:

- *Eigenreflex*: Organ der Reizentstehung ist das Organ der reflektorischen Aktivität (Patelle-Sehnen-Reflex)
- *Fremdreflex*: Reiz- und Effektororgan sind nicht identisch (Husten-, Augenlidreflex)
- Die Bahn vom Reizorgan (Rezeptor) zum Erfolgsorgan (Effektor) wird als *Reflexbogen* bezeichnet

## 2.2.2 Gehirn

Besteht aus *Nervenzellen* und *Gliazellen*. An „Kernen“ sind dicht gepackte Ansammlungen von Nervenzellkörpern zu finden. Die Gehirnmasse ist stark gefurcht, *Blutversorgung*: über 4 große Arterien statt, die *Blut-Hirn-Schranke* verhindert das Eindringen von Giftstoffen in die Nervenzellen des Hirns.

*Hirnstamm*: Medulla oblongata + Pons + Mesencephalon + Diencephalon

<b>„Aufteilung“</b>	unten	einfache/ unbewusste Prozesse
	oben	integrative Kontroll-/ Steuerungsmechanismen
	ventral	motorische Kontrollfunktion
	dorsal	sensorische Verarbeitungsbereiche
	12 Hirnnerven	sensorische/motorische Versorgung von Kopf & Hals
<b>Strukturen</b>	Medulla oblongata/ verlängertes Mark	Pyramidenbahnen kreuzen Großteils auf die andere Seite
	Pons/ Brücke	z.T. bestehend aus Faserbündeln die ins Zerebellum ziehen
	Mesencephalon/ Mittelhirn	Schaltstellen des optischen Systems. Akustische & Schmerz Wahrnehmung. Willkürmotorik
	Formatio reticularis	durchzieht gesamten Hirnstamm, netzartige Struktur
	Zerebellum	Kleinhirn
	Diencephalon	Zwischenhirn
	Telencephalon	Großhirn
	Kortex	Großhirnrinde
	Liquor cerebrospinalis	umgibt Hirn, füllt Ventrikel
<b>Formatio reticularis</b>	Raphe-Kerne	Afferenzen aus Hypothalamus. Efferenzen in versch. Hirnregionen. Beteiligt an Schmerzempfindung, Schlaf-Wach-Rhythmus, eventuell auch aggressives/ emotionales Verhalten; Transmitter: <i>Serotonin</i>
	Locus coeruleus	global aktivierend. Transmitter: <i>Noradrenalin</i>
	weitere Teile	integrierende Funktion bei basalen veg./ grobmot. Funktionen

<b>Zerebellum</b>	Struktur	fast in sich geschlossen, stark gefaltete Oberfläche
	Verbindung	zu motorischen Hirnregionen. Efferenzen auf Großhirnrinde, sowie aus Peripherie über Lage & Bewegungszustand
	Aufgabe	Informationsintegration, Feinabstimmung, körp. Koordination, zeitl. Taktung, Beteiligung an Lernprozessen, Steuerung veg. Reaktionen

<b>Diencephalon</b>	Thalamus	Sortiert <i>sensorische Information</i> --> Weiterleitung an Kortex. „Tor zum Bewusstsein“. Erhält Efferenzkopie --> Feststellung ob Fremd-/Eigenbestimmte Bewegung vorliegt. Einfluss auf höhere psych. Funktionen
	Hypothalamus	Steuerung <i>veg. Funktionen</i> / para-/sympathischer NS. Befehle an Hypophyse zur Nicht-/Ausschüttung von Hormonen. Bildung von <i>ADH &amp; Oxytocin</i>
	Epiphyse	Zirbeldrüse. Bildung von <i>Melatonin</i>
	Weitere	Metathalamus, Epithalamus, Subthalamus

<b>Telencephalon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kortex &amp; Großhirnmark; überwächst andere Hirnregionen</li> <li>- Furche teilt in 2 Hemisphären</li> <li>- Sulci (Furchen) &amp; Gyri (Windungen)</li> <li>- Modulation der Impulse aus dem Kortex und ermöglicht koordinierte Bewegung</li> </ul>
----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Kortex</b>	limbisches System	<i>Hippocampus+ Gyrus cinguli + Amygdala</i> Vorverarbeitung sens. Information, Steuerung von Bewegung und veg. Funktion, Beteiligung an psych. Vorgängen
	Neokortex	oberste Struktur
<b>Neokortex</b>	Okzipitallappen	<i>primäre Sehrinde</i> : Farbe, Helligkeit, Kontrast <i>sekundäre Sehrinde</i> : Erkennung+Klassifizierung
	Temporallappen	<i>primäre Hörrinde</i> : erster Eindruck <i>sekundäre HR</i> : Verarbeitung; Wernicke-Sprachzentrum

Parietallappen	<i>primärer somatosensorischer Kortex</i> . Somatotope Gliederung
Frontallappen	<i>prämotorischer Kortex</i> : Bewegungsvorbereitung, Steuerung der sequentiellen Abfolge <i>frontales Augenfeld</i> : Veranlassung von Augenbewegungen <i>Broca-Sprachzentrum</i> : Generierung/Produktion von Sprachsignalen; Kurzzeit-/ Arbeitsgedächtnis <i>präfrontaler Kortex</i> : Steuerung emotionaler/ motivationaler Impulse, Konzentration, Antrieb

## 2.3 Vegetatives Nervensystem (VNS)

- Aktivität läuft großteils *unbewusst/ ohne willentliche* Steuerung ab
- Leitungsgeschwindigkeit ist eher gering --> Nervenfasern *nicht myelinisiert* sind
- --> häufigere Verschaltungen, längere Übertragungszeiten an den Synapsen.

<b>Aktivität VNS</b>	Sympathikus	<i>Leistungsvorbereitender</i> (ergotroper) Zustand --> Anstieg Herzleistung/ Blutdruck/ Körpertemperatur /Blutzuckerspiegel, Erweiterung der Pupillen
	Parasympathikus	<i>Erholungsstützender</i> (trophotroper) Zustand --> Senkung der Herzfrequenz/ Blutdruck, Steigerung der Magen-Darm-Mobilität
	Transmitter	Noradrenalin & Acetylcholin

Die meisten Organe werden sowohl von sympathischen als auch parasympathischen Nerven versorgt. (Ausnahme: Schweißdrüsen & viele Blutgefäße).

<b>Aufbau VNS</b>	<i>Effektor</i> ist glatte Muskulatur der Gefäße / gastrointestinalen Traktes  fast alle Fasern verfügen über <i>Afferenzen</i> die zur Medulla oblongata führen  <i>Projektionen</i> führen zu Hypothalamus/ Thalamus/ sensomotorischer Kortex
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Bsp.: Bei bewusster Wahrnehmung von Schmerz, wird dieser an die Körperoberfläche projiziert und führt dort zu motorischer Reaktion (Anspannung)

### Ziel und Zweck des VNS:

- Bereitstellung von Energie
- Wiederaufbereitung verbrauchter Energie
- Haltung eines Gleichgewichts (Homöostase) zwischen Verbrauch und Bereitstellung von Energie



## 2.4 Hormonsystem/ Endokrines System

<b>Neuromodulatoren</b>	Transmitter-Wirkungsverstärkende Hormone	
<b>Hormone</b>	Synthetisierung in best. Zellen, Abgabe ins Blut, Beförderung zu Zielzellen	
	lipophile Hormone	können direkt in Zielzelle gelangen
	hydrophile Hormone	docken an Zellmembran an und aktivieren Vermittlerstoffe (second messenger)

<b>Übertragung</b>	autokrin	Botenstoff --> Signale an sezernierende Zelle
	parakrin	Botenstoff --> Signale an benachbarte Zelle
	endokrin	Hormone werden sezerniert --> Blutweg --> Zielzelle
	neuroendokrin	Nervenzelle als Sender & Empfänger von Hormonen

<b>Steuerung</b>	Hypothalamus	oberstes Steuerorgan. Setzt <i>inhibitorische Releasinghormone</i> frei
	Hypophysenvorderlappen	Releasinghormone bewirken <i>Freisetzung von Hormonen</i> / hemmen Freisetzung
	-> nicht-glandotrope Wirkung	direkt auf die Zielzellen
	--> glandotrope Wirkung	regen Tätigkeit endokriner Drüsen an

### Regelkreis mit negativer Rückkopplung:

Im Hypothalamus werden Informationen über den Hormonstatus spezifischer Hormone verarbeitet --> Überprüfung des IST-Zustandes mit dem SOLL-Zustand, woraufhin eine Regulierung folgt.

<b>Hormone des HVL</b>	nicht-glandotrope	Somatotropin (STH, Wachstum) Prolaktin (Milchdrüsen)
	gonadotrope	Follikelstimulierendes Hormon (FSH) Luteinisierungshormon (LH, Östrogenprod.)
	glandotrope	Adrenocorticotropen Hormon (ACTH, Nebennierenhormone) Thyreotropin (Schilddrüsenwachstum)
<b>Hormone des HHL</b>	Wasserausscheidung	Adiuretin/ Vasopressin (hemmend)
	Lernen/ Gedächtnis	Vasopressin/ Oxytocin
	Paarung/ Geburt	Oxytocin

<b>Menstruationszyklus</b>	Follikelphase 1-12d	FSH stimuliert Eizell-Reifung. Schichtbildung ums Ei --> Erzeugung von Östrogenen
	Eisprung	vermehrte Freisetzung von FSH + LH (führt zum Eisprung --> FRUCHTBARKEIT!!)
	Lutealphase 16-28d	Gelbkörperbildung. Produktion von Progesteron & Östrogenen
	keine Befruchtung	Abstoßung der Gebärmutterschleimhaut/ Eizelle

<b>Hormone des Pankreas</b>	Insulin	Glukosereduktion, Proteinsynthese, Energieaufbereitung (anaboles Enzym?!)
	Glukagon	Glukoseerhöhung
<b>Hormone der Schilddrüse</b>	Thyroxin & Trijodthyronin	Aktivierung des Organismus, erhöhen Zucker-/Fettabbau, Steigern Atem-/ Herzaktivität, regen Enzym-/Proteinsynthese an
<b>Hormone des Nebennierenmarks</b>	Adrenalin & Noradrenalin	Vermitteln Wirkung des Sympathikus. Leistungssteigerung Herz-Kreislauf-System, Bronchienweiternd, Senkung der Magen-Darm-Aktivität
<b>Hormone der Nebennierenrinde</b>	Glukokortikoide	Kortisol. Blutzuckersteigernd, entzündungshemmend, immunsupprimierend
	Mineralkortikoide	Förderung der Wasserrückresorption
	Androgen	männliche Geschlechtshormone
<b>Hormone der Keimdrüsen</b>	Östrogen & Testosteron	Vorraussetzung für Sexual-/ Fortpflanzungsverhalten. Können Blut-Hirn-Schranke passieren --> Verhalten
<b>Hormone die nicht in eigenständigen Organen produziert werden:</b>	Erythropoetin	EPO. Bildung roter Blutkörperchen
	Parathormon	Nebenschilddrüse. Verfügbarkeit von Kalzium
	Kalzitinin	Schilddrüse. Gegenspieler des Parathormon
	Melatonin	Epiphyse. Schlaf-Wach-Rhythmus
	Gewebshormone	Rolle bei Entzündungen, Blutgerinnung, Fettabbau