DIE ANATOMIE DES NERVENSYSTEMS UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

GRUNDEINTEILUNG DES NERVENSYSTEMS VON WIRBELTIEREN

Das NS von Wirbeltieren besteht aus

1. dem **Zentralen Nervensystem** (ZNS):

   a) ***Rückenmark***

   b) ***Gehirn***

2. dem **Peripheren Nervensystem** (PNS):

   a) ***autonomes Nervensystem***: zuständig für Innervierung und Regulierung des inneren Milieus (Herz, Lunge, Blutgefäße, innere Organe, usw.)

   b) ***somatisches Nervensystem:*** besteht aus den Nerven, die Infos von Sinnesorganen zum ZNS und vom ZNS zu den Muskel und Drüsen überträgt. Es ist das einzige Subsystem, des PNS, das direkte Verbindung zum ZNS hat; überträgt Infos zwischen Haut, Muskeln, Knochen, Gelenken zum Rückenmark.

Anatomische Termini Richtungen betreffend:

dorsal	in Richtung des Rückens (Hirn: oben; Rückenmark: hinten)
ventral	in Richtung des Bauches (Hirn: unten; Rückenmark: vorne)
anterior	vorne
posterior	hinten
rostral	oben (in Richtung Kopf, bzw. Vorderseite des Kopfes)
caudal	unten (in Richtung Schwanz, weg vom Kopf)
superior	über
inferior	unter
lateral	seitlich (weg von der Mittellinie)
medial	in Richtung der Mittellinie, weg von der Seite
proximal	nahe
distal	entfernt
ipsilateral	auf der selben Seite
contralateral	auf der gegenüberliegenden Seite
coronaler Schnitt	Schnitt durchs Hirn (vertikaler Querschnitt von vorne gesehen)
sagittaler Schnitt	Schnitt durchs Hirn (vertikaler Querschnitt von der Seite gesehen)
horizontaler Schnitt	Schnitt durchs Hirn (Querschnitt / horizontal durch Schädelmitte)

Das Rückenmark und seine Kommunikation mit der Peripherie

* Rückenmark ist ein **Teil des ZNS**.

* Eingeteilt in **Segmente** -> jedes Segment hat auf linker und rechter Seite jeweils einen sensorischen Nerv und einen motorischen Nerv.

  Sensorische Nerven treten durch die **Hinterhörner** ins RM ein (**Afferenz**) = **Hinterwurzel**; **motorische Nerven** treten durch die **Vorderhörner** aus dem RM aus (**Efferenz**) = **Vorderwurzel** (= **BELL-MAGENDIE-GESETZ**; war eine der ersten Entdeckungen das NS betreffend) Hinterwurzel und Vorderwurzel vereinigen sich zum **Spinalnerv.**

* **Zellkörper der sensorischen Neuronen** liegen außerhalb des RM in den **Spinalganglien**
  (= Auftreibungen in Hinterwurzel, nahe dem Hinterhorn).
  [Ein Ganglion = Ansammlung von Zellkörpern außerhalb des ZNS].
  Zellkörper der motorischen Neuronen liegen im **Rückenmark.**

Spinalbahnen

Sensorische Nerve, die in ein RM-Segment eintreten, bilden Synapsen mit Interneuronen im RM

Querschnitt durch das RM:

* **graue Substanz**: im Zentrum (= Anhäufung von **Nervenzellkörpern** und ihren Dendriten; wenige Axone, sind nicht myelisiert). Viele der Axone der Interneurone verlassen die graue Substanz und steigen ins Gehirn auf

* **weiße Substanz:** besteht aus den **myelisierten Axonen**

Jedes Segment des RM enthält Neuronen, die mit einer bestimmten Region des Körpers kommunizieren (bilden ein **Neurotom** = segmentartige Scheibe des Körpers, die über Spinalnerv in allen ihren Teilen erreicht wird)

Jedes Segment enthält auch Nerven, die mit darüber- oder darunterliegenden Segmenten kommunizieren (Wird das RM durchtrennt -> Gehirn verliert Kontrolle über alle Teile des Körpers, die unterhalb des Schnittes vom RM kontrolliert werden.

Das autonome Nervensystem

Das ANS besteht aus Neuronen, die ihre Infos von Herz, Lunge, Blutgefäßen, inneren Organen erhalten und dorthin senden.

Es besteht aus **zwei Teilen**:

a) **sympathisches Nervensystem:**

* setzt sich zusammen aus den beiden **Grenzsträngen** (= 2 Ganglienstränge, rechts und links von der Wirbelsäule, vom 8. Cervikalsegment bis zum 2. Lumbalsegment, liegend.), die durch Axone mit dem RM verbunden sind. MERKE: Hier liegt der **Ursprung des Sympathicus**, NICHT IM GEHIRN!)

* **Postganglionäre Axone** gehen von hier **zu den einzelnen Organen**.

* Steht im Zeichen der **Leistungsanforderung**. Bereitet den Körper auf „Kampf“ und „Flucht“ vor; Herz- und Atemfrequenz wird gesteigert, Verdauungsorgane gehemmt.

* Alle sympathischen Ganglien sind eng miteinander verbunden -> agieren als einziges System.

b) **parasympathisches Nervensystem**:

* hat **gegensätzliche Funktionen**; trotzdem sind beide **gleichzeitig aktiv**.

* Heißt auch **Craniosacrales System**, weil **2 Ursprünge**:
  -> **cranialer Ursprungsort** (in best. Teilen des Gehirns)
  -> **sacraler Ursprungsort** (im Bereich der Seitenhornregion des Rückenmarks, anschließend an Ursprungsort des Sympathicus, im 2. - 5. Sacralsegment)

* **Lange präganglionäre Fasern (Afferenz)** führen von den inneren Organen zu den Ganglien, **kurze postganglionäre Fasern (Efferenz)** von den Ganglien zu den inneren Organen.

* Steht im Zeichen der **Entspannung**. Parasympathicus senkt Herzfrequenz, hebt Verdauungstätigkeit. Nur vom Parasympathicus kontrolliert werden Schweißdrüsen, Adrenalindrüsen, Muskeln, die die Blutgefäße einengen, und Muskeln, die bei Gänsehaut die Haare aufrichten.

Postganglionäre Synapsen des Parasympathicus schütten NT **Acethylcholin** aus (= **cholinerges System),** die meisten **postganglionären Synapsen des Sympathicus** verwenden **Noradrenalin** (= **adrenerges System**).

Folge: dieselben Substanzen können eines der beiden Systeme exzitieren, das andere aber gleichzeitig inhibitieren.

TEILE DES GEHIRNS

Vorderhirn = **Prosencephalon:**

besteht aus: **Telencephalon** (Endhirn => mit den beiden **Großhirnhälften**)
Diencephalon (Zwischenhirn)

Mittelhirn = **Mesencephalon** (liegt zwischen Diencephalon und Metencephalon)

Rautenhirn = **Rhombencephalon**:

besteht aus: **Metencephalon** (Hinterhirn = **Pons** und **Cerebellum** / Kleinhirn)
Myelencephalon (Nachhirn)

Stammhirn / Hirnstamm:

besteht aus: **Medulla oblongata**
Pons
Mesencephalon
Diencephalon

Das Rautenhirn (Rhombencephalon)

besteht aus **Medulla, Pons und Cerebellum**.

MEDULLA OBLONGATA

= verlängertes Rückenmark oberhalb des **Foramen magnum** (= Hinterhauptsloch).

* **kontrolliert über die Cranialnerven Vitalreflexe** (z.B. Atmung, Herzfrequenz, Erbrechen, Speichelbildung, Husten, Niesen).

* **Verletzung** ist oft lebensgefährlich.
Große Mengen von **Drogen** (z.B. Kokain) haben oft tödliche Wirkung, weil sie die Medulla beeinträchtigen.
Drogen, die nur leichten Effekt auf Medulla haben (z.B. Marihuana) sind nur selten lebensbedrohlich (obwohl sie größere Beeinträchtigungen von anderen Gehirnteilen bewirken können)

* Hier entspringen **zwölf Hauptnervenpaare, die Cranialnerven**
-> sensorische und motorische Nerven, die Haut, Muskeln und innere Organe des Schädels kontrollieren und steuern (z.B. Augenmuskulatur, Riechen, Sehen, Geschmack, Zungenmuskulatur, usw.)

PONS

= Brückenhirn, liegt am vorderen Ende der Medulla oblongata. Name, weil hier viele Axone von der rechten Seite des Gehirns zur linken Seite kreuzen.

* Beinhaltet Zellkerne der versch. Hirnnerven.

Medulla und Pons beinhalten auch die **Formatio reticularis** und das **Raphe System** (mit Axonen zum Vorderhirn).

FORMATIO RETICULARIS:

Sitz des Bewußtseins. Von hier aus Vernetzung in alle möglichen Regionen.
Jeder Reiz, der einströmt, aktiviert die Formatio reticularis durch aufsteigende Fasern (= **ARAS**, d.h. **aszendierendes retikuläres Aktivierungssystem**),
aber auch absteigende Fasern (= **deszendierendes retikuläres Aktivierungssystem)** werden aktiviert -> Entspannung.
Bei **Ausfall der FR** -> tiefer Dauerschlaf, ähnlich einem Koma
(bei Schlafkrankheit passiert das auch, hier ist es aber reversibel)

Cerebellum (Kleinhirn):

* liegt im dorsalen Teil des Rautenhirns, stark gefurcht.

* Zentrum für die Erhaltung des Gleichgewichts und Bewegungskoordination.
  Seine lateralen Teile sind wichtig für Erlernen von Sprache bzw. für Kognitionen (Personen mit beschädigtem Kleinhirn haben oft Schwierigkeiten mit dem Erinnerungsvermögen, bzw. Probleme mit dem Finden des richtigen Wortes)

Das Mittelhirn (Mesencephalon)

* Bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen größer als bei Säugern.

* Bei den Säugern vom **Vorderhirn** umschlossen.

* Dach des Mittelhirns bildet das **Tectum**, darunter liegt dorsal das **Tegmentum**.

* Rechts und links des Tectums befinden sich zwei Aufwölbungen:
  der **Colliculus superior** und der **Colliculus inferior**
  (beide = wichtige Wege für sensorische Information).

* Im Tegmentum sind die **Kerne des 3. und 4. Cranialnervs** (für Augenbewegungen),
  Teile der FR und Verbindungen zu Vorderhirn und Rückenmark.
  Hier befindet sich auch die **substantia nigra** (ihre NZ und Axone zerfallen bei morbus Parkinson; hier ist eines der **Zentren der expyramidalen Motorik**)

Das Vorderhirn (Prosencephalon)

= vorderster und größter Teil des Säugerhirns.
Äußerer Abschnitt (über alles darüberliegend) = Großhirnrinde (**cerebraler Cortex**).
Unter der Großhirnrinde liegen andere Vorderhirnstrukturen, und zwar:
Thalamus (Input - Schaltstelle von Peripherie an Großhirn
Basalganglien (ein Zentrum für expyramidale Motorik)

LIMBISCHES SYSTEM:

= übergeordnete **Zentrale des endokrinen und vegetativen Nervensystems**.

* heißt so, weil es **Grenze gegen den Hirnstamm** bildet.

* Besonders wichtig für motiviertes und emotionales Verhalten, wie z.B. essen, trinken, Temperaturregulierung, Sexualverhalten, Angst, aggressives Verhalten, usw.
  Kann angeblich Trieb- und Instinkthandlungen auslösen und beeinflussen.
  Verantwortlich für **affektive Tönung des Gesamtverhaltens**, für **emotionale Reaktionen** (Wut, Furcht, Zuneigung); spielt eventuell auch eine Rolle bei Gedächtnis und Lernen.

Größere Strukturen des Limbischen Systems sind:

der **Riechkolben,**
der **Hypothalamus**,
der **Hippocampus**,
die **Amygdala** und
der **Gyrus Cingularis** der Großhirnrinde

a) Hypothalamus:

= kleines Areal an der Basis des Gehirns **unterhalb des Thalamus** mit weitverzweigten Verbindungen zu Vorder- und Mittelhirn

* **Verletzung** führt zu Verhaltensänderungen va. im motivationalen Bereich (z.B. beim Essen, Trinken, Sexualverhalten, Temperaturregulation, Aggressivität und Aktivierungsniveau)

* **reguliert Ausschüttung von Hormonen**: teils durch Nerven, teils durch Release-Hormone, die wiederum die Hypophyse zur Ausschüttung von Hormonen bringen

b) Hypophyse

= **übergeordnete endokrine Drüse** (endokrin = hormonproduzierend).

* Mit dem Hypothalamus verbunden durch einen **Stiel** (enthält Neuronen, Blutgefäße und Bindegewebe).

* Reagiert auf Botschaften des Hypothalamus mit **Produktion und Ausschüttung von Hormonen**, die auf Organe wirken oder andere endokrine Drüsen zur Ausschüttung von Hormonen bringen; z.B. Schilddrüse, Nebennieren, etc)

c) Hippocampus:

= große Struktur **zwischen Thalamus und cerebralem Cortex**

* 2 Hauptnervenstränge (**Fornix und Fimbria**) verbinden ihn mit dem Hypothalamus und anderen Strukturen.

* Bedeutend für des **Gedächtnis**

DIE BASALGANGLIEN:

= Ansammlungen **grauer Substanz im Centrum semiovale** (= weiße Substanz unterhalb der Großhirnrinde), liegen links und rechts vom Thalamus.

a) **Corpus striatum** (=Streifenkörper): dazu gehört **Putamen** und **Nucleus caudatus;** beide sind voneinander getrennt durch die Capsula interna

b) **Globus pallidus** (blasser Kern): steht in **Verbindung mit der substantia nigra**

Bei morbus Parkinson, morbus Huntington, etc. beschädigt -> unkontrollierte Bewegungen.

ABER: Basalganglien **kontrollieren Bewegungskoordination nicht direkt** (keine Axone ins Rüchenmark), sondern über Thalamus und Mittelhirn zum Großhirn, das Botschaften dann ans Rückenmark sendet.

Wirken auch auf Sprache und andere komplexe Verhalten ein.

DER THALAMUS:

= **Hauptschaltstelle von Inputs zur Großhirnrinde** und **(fast) einzige Schaltstelle für sensorische Informationen**. (**Nur ein Sinn erreicht die Großhirnrinde direkt, und zwar der Geruchssinn**.).Viele Axone, die aus Sinnesorganen kommen, werden hier umgeschaltet. Jeder Kern des Thalamus sendet an bestimmten Teil der Großhirnrinde und erhält Infos von dort.

= **Vorzimmer des Großhirns**; **einlangende Erregungen** werden überarbeitet und **aufgrund von Erfahrungen und persönlicher Stimmung gefärbt** (Schlag auf Schulter: einmal freundlich, einmal feindlich empfunden), **dann erst Weiterleitung ans Großhirn**.

ABER: **grobe Sinneswahrnehmungen**, wie Schmerz, Temperatur, Berührung werden **schon im Thalamus bewußt**. Hier ist so etwas wie grobe Unlustempfindung möglich,
-> daher: schwerkomatöse Patienten empfinden sehr wohl etwas, und zwar auf dieser Ebene.

Feinere Differenzierung des Reizes (Ist das Schmerz? Welche Art von Schmerz? Wo kommt er her?, usw.) erfolgt erst **im Großhirn**.

DIE HIRNVENTRIKEL

= vier **mit cerebrospinaler Flüssigkeit gefüllte Hohlräume** des Gehirns.

* Gehirn entsteht aus dem **Neuronalrohr**, das einen **Flüssigkeitskanal** umgibt. **Aus diesem entstehen** die **Gehirnventrikel**, seine **Fortsetzung** ist der **Zentralkanal** des Rückenmarks.

* Die **beiden ersten Gehirnventrikel** liegen links und rechts innerhalb der beiden Großhirnhemisphären, dahinter liegt der **dritte Ventrikel**, der **vierte Ventrikel** liegt in der Medulla.

* **Liquor Cerebrospinalis**

= Gehirnflüssigkeit **in den Ventrikeln und im Zentralkanal** des Rückenmarks;
- > klare Flüssigkeit, ähnlich dem Blutplasma.
-> wird **gebildet von** einer Gruppe von Zellen (= **choroid plexus**) im **4. Ventrikel**.
-> fließt auch in den **subarachnoiden Raum** (zwischen dem Gehirn und einer seiner dünnen Membranen), von dort durch die Blutgefäße im Gehirn wieder absorbiert.
-> Gehirnflüssigkeit **schützt das Gehirn** wie ein Polster gegen mechanische Verletzungen und Stöße bei Kopfbewegungen; bewirkt, daß Gehirn gleichsam „schwimmt“ und so „leichter“ wird;
-> ist ein **Hormon- und Nährstoffreservoir** für Gehirn und Rückenmark
-> **Überschuß an Gehirnflüssigkeit** -> **Hydrocephalus** (bei Kindern Schädelvergrößerung; Druck auf Teile des Gehirns -> geistige Retardierung!)

DIE GROßHIRNRINDE (CEREBRALER CORTEX)

Oberfläche des Vorderhirns besteht aus **2 Gehirnhälften**, die alle anderen Vorderhirnstrukturen bedecken.
Jede Hemisphäre enthält sensorische Informationen (meist) von der gegenüberliegenden Körperseite (kontralateral) und kontrolliert auch die kontralaterale Motorik durch Axone zum Rückenmark.

An der **Oberfläche** der beiden Hemisphären liegt die **graue Substanz** (= **cerebraler Cortex),**
darunter liegt die **weiße Substanz** (**Centrum semiovale**, besteht aus den myelisierten Axonen).
[also: Hirn: graue Substanz außen, weiße Substanz innen;
Rückenmark: graue Substanz innen, weiße Substanz außen!]

Verbindung der beiden Großhirnhälften durch das **Corpus Callosum** (= Balken) und weiter darunter die **Commissura anterior**.

Organisation der Großhirnrinde

Neben der **horizontalen Anordnung** von **6 übereinanderliegenden Schichten**
[nur im **Isocortex** / **Allocortex** = ältere Hirnteile, nämlich limbischer Cortex hat nur **3 Schichten**] auch **senkrecht orientierte Organisation** in **Säulen** von funktionaler Bedeutung.

Laminae (Schichten)

unterschiedlich dick, aber auch regionale Variabilität (d.h. in manchen Teilen dominieren Körnerschichten, wo anders Pyramidenschichten)

1. **Lamina molecularis** (Molekularschicht)
2. **Lamina granicularis externa** (äußere Körnerschicht)
3. **Lamina pyramidalis externa** (äußere Pyramidenschicht)
4. **Lamina granicularis interna** (innere Pyramidenschicht):
   hier enden sensorische **Afferenzen aus dem Thalamus**; am dicksten in allen sensorischen Rindenfeldern, fehlt im motorischen Cortex. Soll bei Personen mit „fotographischem Gedächtnis“ am dicksten im visuellen Cortex sein (?)
5. **Lamina pyramidalis interna** (innere Pyramidenschicht):
   Axone zum Rückenmark; von hier aus **verlassen die meisten Efferenzen das Gehirn**; ist am dicksten im motorischen Cortex
6. **Lamina multiformis**

Säulen:

Zellen innerhalb einer Säule haben ähnliche oder verwandte Eigenschaften (reagiert eine Zelle einer Säule auf Berührung der Handfläche, so tun das auch die anderen)

Sensorische, motorische und assoziative Areale

Diese Einteilung ist irreführend und auch nur teilweise richtig.

Besser: **primäre Rindenfelder** (z.B. primäres Sehzentrum) und
sekundäre Rindenfelder (zur Speicherung von Erinnerungen)

=> vgl. **Rindenblindheit:** Ist primäres Sehzentrum im Gyrus praecentralis zerstört
-> Blindheit trotz intaktem optischen Wahrnehmungssystem

=> **Seelenblindheit**: optischer Apparat und Sehzentrum sind in Ordnung, aber sekundäres Rindenfeld = zerstört -> Mensch sieht zwar, weiß aber nicht, was er sieht.

MERKE: Primäre Felder dienen dazu, daß Mensch mit Umwelt in Kontakt treten und auf sie wirken kann.
Damit das aber wirklich passieren kann, müssen auch die sekundären Rindenfelder in Ordnung sein!

HIRNLAPPEN:

1. **Lobus frontalis** (Vorderlappen): vor dem **Sulcus centralis** (Zentralfurche -> quer durch Cortex); davor liegt **Gyrus praecentralis** (vordere Zentralwindung = primärer motorischer Cortex)

2. **Lobus parietalis** (Scheitellappen): hinter dem Sulcus centralis (gleich anschließend daran liegt **Gyrus postcentralis** = primärer sensorischer Cortex)

3. **Lobus temporalis** (Scheitellappen): unter dem Sulcus centralis in der Schläfenregion

4. **Lobus occipitalis** (Hinterhauptlappen): anschließend an den Lobus parietalis

ad 1) **LOBUS FRONTALIS (FRONTALLAPPEN):**

* enthält die **motorische Rinde** und die **präfrontale Rinde**.

* Vom **Sulcus centralis** bis zur vorderen Grenze des Gehirns.
  Gleich anschließend an den Sulcus centralis liegt der

  GYRUS PRAECENTRALIS (vordere Zentralwindung) = primärer motorischer Cortex.
  Einzelne Teile sind für die Bewegungen der einzelnen Körperteile zuständig (z.B. Zunge, Daumen haben relativ großen Anteil! vgl. Homunculusprojektion). Kontrolliert meist die Bewegungen auf der kontralateralen Seite (einige auch ipsilateral)

* **PRÄFRONTALE RINDE**:

  = **vorderster Teil des Lobus frontalis**, ziemlich große Struktur (va. beim Menschen).

  * Erhält als **einziger cortikaler Teil Informationen von ALLEN sensorischen Systemen** (einschließlich denen im Inneren des Körpers)

  * ***Präfrontale Lobotomie:*** va. in 40er und 50er Jahren in den USA durchgeführte Operation, die Menschen mit psychischen Störungen helfen sollte (Freeman). Wurde va. an Schizophrenen durchgeführt -> beruhigende Wirkung, aber auch: Apathie, Antriebslosigkeit, Gedächtnisstörungen, Verwirrung, Verlust der Mimik, Schwierigkeiten, ein Verhalten zu unterdrücken oder durch ein anderes zu ersetzen, Verlust des Sozialverhaltens (alles auch bei Schädigung in diesem Bereich!). Daher: heute nicht mehr durchgeführt, medikamentöse Behandlung stattdessen.

  * **Präfrontale Rinde** = besonders für **Verhalten** wichtig, **das durch eine „innere Repräsentation der Welt“ geleitet** wird
    (erforscht von **GOLDMAN-RAKIC:**
    z.B. grünes Licht leuchtet - Affe bekommt Futter -> das funktioniert auch bei beschädigter präfrontaler Rinde.
    Nicht funktioniert es hingegen, wenn der Affe nach dem Aufleuchten des grünen Lichts, einige Zeit warten muß, bevor er sein Futter bekommt. Präfrontaler Cortex ist also offensichtlich **zuständig für** das, was Piaget **Objektpermanenz** nennt (bei Kindern erst mit ca. 9 Monaten voll ausgebildet)
    [Objektpermanenz: ein Gegenstand, den man zudeckt, ist noch immer da -> Kind unter 9 Monaten glaubt das nicht]

ad 2) **LOBUS PARIETALIS (SCHEITELLAPPEN)**

* liegt zwischen dem Sulcus centralis und dem Okzipitallappen;

* zuständig für: **Körperinformation**, einschließlich Tasten, Muskeldehnung und Gelenke

* Unmittelbar anschließend an den Sulcus centralis liegt der
  GYRUS POSTCENTRALIS (hintere Zentralwindung) = primäres sensorisches Rindenfeld):
  Hier treffen Afferenzen des Tastsinns, der Haut und der Muskeln ein. Direkte elektrische Reizung bewirkt Empfindungen auf der kontralateralen Körperseite (werden oft als unnatürliche Empfindungen beschrieben). Auch hier Homunculusprojektion (bei Tieren natürlich andere Aufteilung; z.B. Repräsentation der Pfoten besonders groß bei Waschbären)

* Bei **Verletzungen im Parietallappen** verlieren Menschen z.B. Tastsinn nicht vollständig (zumindest nicht für immer)

Symptome:

1. Beeinträchtigung der Fähigkeit, Objekte durch Abtasten zu identifizieren (z.B. Blinder kann Braille-Schrift nicht mehr lesen)

2. Schwierigkeiten bei Bewegungen auf der gegenüberliegenden Körperseite

3. Vernachlässigung der gegenüberliegenden Seite (z.B. Person mit Schaden nach Schlaganfall im linken Parietallappen: liest nur linke Buchseite, zeichnet nur die linke Seite eines Gegenstandes, können sich nur auf der rechten Körperseite anziehen, usw.)

4. Verzerrung des Körperbildes (z.B. junger Mann nach Autounfall klagte über sein linkes Auge, das aber völlig gesund war, wollte es wegoperiert haben, usw.)

5. Unfähigkeit, Karten zu lesen, einen Weg zu beschreiben, einen Gegenstand aus einem anderen Winkel zu beschreiben.

=> **Parietallappen = wichtig für die Verbindung von räumlichen und visuellen Informationen** (z.B. daß man etwas als denselben Gegenstand erkennt, nachdem er gedreht wurde.)

=> **Schädigung des Parietallappens**: Person muß Gegenstand direkt fixieren, um ihn zu erkennen (offensichtlich funktioniert nur der gelbe Fleck?); um Gruppe von Objekten identifizieren zu können, muß jedes einzeln betrachtet werden.

ad 3) **LOBUS TEMPOALIS (SCHLÄFENLAPPEN)**

* liegt in jeder Hirnhälfte seitlich in der Schläfenregion = **primäres kortikales Hörzentrum**.

* Beim Menschen: va. linker Temporallappen ist **verantwortlich für das Verstehen gesprochener Sprache;**

* trägt aber auch zur Wahrnehmung bei (z.B. zu Wahrnehmung komplexer Muster, wie z.B. Gesichter. Daher: Tumor im Temporallappen -> visuelle Halluzinationen, Tumor im Okzipitallappen -> Lichtblitze!)

* Spielt auch eine **Rolle für emotionales und motivationales Verhalten**:
  Schädigung des Temporallappens
  -> **Klüver-Bucy-Syndrom (**Angst und Furcht vor bedrohlichen Dingen/Situationen geht verloren, z.B. Affe steckt brennendes Zündholz in den Mund, greift Schlange an, usw. -> könnte aber auch daher kommen, daß er die Schlange nicht als solche erkennt)

ad 4) **LOBUS OCCIPITALIS (OKZIPITALLAPPEN)**

* liegt caudal am hinteren Ende des Cortex.

* Hauptziel für Axone aus dem Thalamus, die für Sehen verantwortlich sind.

* Hinterster Teil des Okzipitallappens = **primäres Sehzentrum (Area striata)**

* **teilweise Beschädigung** -> Verlust eines Teils des Sehfeldes (kontralateral)
  -> Rindenblindheit (cortikale Blindheit): normal funktionierende Augen, Pupillenreflexe, Augenbewegungen, aber keine Wahrnehmung.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN / WIE DAS GEHIRN DAS VERHALTEN KONTROLLIERT

F.J. GALL (19. Jhd.): ***Phrenologie:***
Geschwollene, hervorstechende Augen -> ausgezeichnetes Verbalgedächtnis; abhängig von einem bestimmten Teil des Gehirns, der überdimensional entwickelt ist.
= **typische Pseudowissenschaft** (es wurden immer nur ein oder zwei Menschengehirne untersucht!)

Heute gilt von der Phrenologie trotzdem noch:
Verschiedene Teile des Gehirns kontrollieren verschiedene Aspekte des Verhaltens.
Aber **nicht die Größe einzelnen Gehirnteile sind dafür ausschlaggebend**, sondern va. chemische und elektrische Aktivitäten.

Abweichendes Verhalten wird **nicht nur durch einen kleinen verletzten Gehirnteil** hervorgerufen, sondern es können **auch intakte Teile dafür mitverantwortlich** sein.

Vielfach wird **untersucht, wodurch sich einzelne Gehirnteile funktional voneinander unterscheiden**
-> verschiedene Techniken, um dies zu untersuchen, wurden entwickelt.

Das stereotaktische Instrument

dient zur **Untersuchung und Aufzeichnung der Effekte von Stimulierung und/oder Beschädigung** von kleinen, **tiefergelegenen Hirnarealen im Tierexperiment**.

Beispiel: Ratte wird narkotisiert und in das Instrument gelegt, das Mund, Nase und Ohren festhält.
Jeder Teil des Gehirns kann nun von zwei Markierungspunkten aus untersucht werden: von den Ohren und vom Bregma (= Punkt, an dem frontale und parietale Schädelknochen aufeinander treffen). Um Positionen zwischen äußeren Markierungspunkten und inneren Gehirnteilen zu errechnen, wird der **stereotaktische Atlas** benutzt (= eine Art Skala). In Schädeldecke wird Loch gebohrt, Elektrode zum Zielareal eingeführt. Diese Elektroden können reizen, überreizen, bzw. zerstören und aufzeichnen.

LÄSIONEN UND ABLATIONEN

Läsion = Verletzung des Gehirns
Ablation = Entfernung eines Gehirnteils

Können **künstlich erzeugt** werden, aber **auch natürlich** auftreten (z.B. bei Schädelverletzung)
Führt Läsion / Ablation zu Defizit in best. Verhalten -> verletzter Teil ist dafür verantwortlich.
Methode wird in Biopsychologie oft verwendet.

Methoden der Erzeugung von Läsionen / Ablationen

Abschnitt am Schädel eingezeichnet -> gewünschtes Gewebe mit **Messer** entfernt oder **abgesaugt**.
Für kleinere Läsionen werden **Elektroden** benutzt, dabei kommt es auf dem Weg zum Zielareal ebenfalls zu **Verletzungen**.
Daher: In Kontrollgruppe werden **Täuschungsverletzungen** erzeugt, um Effekte von Unfallsverletzungen von Läsion zu unterscheiden.
Unterschiede im Verhalten von Läsionsgruppe und Täuschungsgruppe müssen von den Läsionen selbst herrühren

Histologische Techniken

Histologie = Wissenschaft, die sich mit den Gewebestrukturen beschäftigt
Es gibt mehrere histologische Verfahren, um bestimmtes Gehirngewebe zu untersuchen.
Ohne spezielle Behandlung sieht Hirngewebe gleich aus -> Hauptkerne und Hauptwege kann man nur schwer erkennen.
Daher: **Gewebe** wird **erhärtet durch Einfrieren** oder durch **Einwirken einer erhärtenden Substanz** (das Gewebe wird „eingebettet“). Dann wird **Gehirn in sehr dünne Scheiben** geschnitten und mit anderen Substanzen **eingefärbt**, die sich bevorzugt an bestimmte Strukturen heften (z.B. **Nissl-Färbemittel** für Zellkörper, **Weigert-Färbemittel** für Axone)

Interpretationsschwierigkeiten beim Ergebnis von Läsionsexperimenten

Beispiel: Läsion bewirkt Durcheinander beim Lernen -> ist dies auf Beeinträchtigung des Sehens zurückzuführen,auf Aspekte des Gedächtnisses, auf Motivation, ...?
Abhilfe: **Doppelte Dissoziation der Funktion**
(Demonstration, daß Läsion 1 Verhalten A mehr beeinflußt als Verhalten B, während Läsion 2 mehr das Verhalten B beeinflußt als das Verhalten A)

STIMULATION UND AUFZEICHNUNG DER GEHIRNAKTIVITÄT (BEI TIEREN)

Alternative zu Läsionen = **Einführung von Elektroden**, kurze **Stimulation** einzelner Gehirnareale
-> **Aufzeichnung der spontanen Gehirnaktivität**.

Manchmal unterschiedliche Ergebnisse:
z.B.Läsion des lateralen Hypothalamus -> Tier hört zu fressen auf;
Stimulation mittels implantierter Elektrode -> Tier frißt mehr.
Fazit: lateraler Hypothalamus hat etwas mit dem Fressen zu tun, aber wie das Fressen gesteuert wird, weiß man noch nicht.

Bezeichnung der Gehirnaktivitäten

Verschiedene **chemische Substanzen werden ins Gehirn eingeschleust** -> ihre **Verteilung wird verfolgt**. Dafür gibt es zwei Verfahren:

a) **Autoradiographie**:
angewandt, um festzustellen, **wo sich die Substanz im Gehirn befindet**.
Radioaktiv versetzte Substanz in VT injiziert -> nach einigen Minuten hat sie das Gehirn erreicht -> VT wird getötet -> Gehirn in dünne Scheiben geschnitten -> einzelne Scheiben auf Röntgenfilm aufgenommen -> man kann sehen, wo sich die Substanz befindet.
Ergebnis: aktivere Neuronen haben mehr aufgenommen
-> Übersicht über den relativen Grad der Gehirntätigkeit.

b) **Immunohistochemie**:
= eine Methode, um das **Immunsystem zu benutzen**, um bestimmte **Gewebearten zu markieren**.
Zuerst wird Protein, etc. eines VT (z.B. Affe) isoliert -> einem anderen VT (z.B. Hase) injiziert, dessen Immunsystem nun Antikörper bildet -> diese werden aus dem Blut herausgefiltert, chemisch gefärbt und dem Gehirn des ersten VT injiziert -> nun kann man sehen, wo sich diese Antikörper festsetzen (wo also ihre Rezeptoren sind)

Studien, die die natürliche Entwicklung des Gehirns nutzen

=> Eine **Reihe von Zellen soll untersucht werden**, die **mit anderen Zellen vermischt** sind -> man kann sie nicht stimulieren oder beschädigen, weil sie nicht isoliert werden können
=> Man will **Auswirkungen des Fehlens eines bestimmten Gens** untersuchen
=> Verschiedene **Zelltypen fehlen**, weil bestimmtes **Gehirnareal erst mit einem bestimmten Alter ausgebildet** wird

Genetische Läsion und gehemmte Entwicklung

* **Genet. Mutation** kann eine **Zellstruktur entfernen,** die Chirurg nicht entfernen kann.
* **anderer Weg eine Zellstruktur zu entfernen** = **Eingriff in Gehirnentwicklung zu einer bestimmten Zeit** (weil best. Zelltypen erst zu bestimmtem Lebensalter reifen)
  => Gehirn wird **Röntgenstrahlen oder MAM** (= Neurotoxian-Methyl-Azoxylmethanol-Acetat) ausgesetzt
  -> Zellen, die sich gerade entwickeln werden dabei zerstört, bereits ausgereifte Zellen werden verschont.
  Wird in unterschiedlichen Altersstufen wiederholt -> versch. Zellpopulationen können untersucht werden.

Korrelation von Gehirnentwicklung und Verhaltensentwicklung

Bestimmte Struktur im Gehirn und bestimmtes Verhalten haben zu einem bestimmten Zeitpunkt eine bestimmte Entwicklungsstufe erreicht -> offensichtlich ist die Struktur für das Verhalten verantwortlich.

STUDIEN DER STRUKTUR DES MENSCHLICHEN GEHIRNS

Bei Menschen können **zu Versuchszwecken keine Elektroden ins Gehirn eingeführt** werden; **stattdessen** verwendet man **nicht-invasive Methoden** oder wenig-invasive Methoden (-> alle Methoden, bei denen keine chirurgischen Eingriffe notwendig sind)

UNTERSUCHUNGEN DER GEHIRNSTRUKTUR (VON LEBENDEN GEHIRNEN):

1. CAT = computerisierte Axial-Tomographie:

CT benützt **Röntgenstrahlung**, die wenig Kontrast zwischen Hirnteilen erkennen läßt.
Deshalb: **Farbstoff ins Blut** injiziert. Kopf in Scanner geschoben -> Röntgenstrahlen durchdringen ihn -> Bild wird aufgezeichnet. 180 Messungen in jeweils anderem Winkel -> Computer kann so Bild des Hirns erzeugen.
Beispiel: **ANDREASEN** (1988) - Hat Alzheimer oder Schizophrenie mit dem Verlust von Gehirngewebe zu tun? (Cortex bei Alzheimer-Patienten = geschrumpft, bei Schizophrenen = Gehirnventrikel größer)

2. MRI = Magnetische Resonanz Imagination

produziert **hochauflösende Bilder ohne Strahlung**.
Jedes Atom mit Eigengewicht hat Eigenrotation und rotiert in eine bestimmte Richtung. Elektromagnet. Feld kann Atome kreisen lassen. Wird Feld abgeschaltet -> elektromagnetische Energie der Atome wird freigesetzt -> diese wird gemessen -> Gehirn wird so abgebildet.

MESSUNGEN DER MENSCHLICHEN GEHIRNAKTIVITÄT

Zu **bestimmten Zeitpunkten sind bestimmte Gehirnregionen aktiver als andere** (z.B. der visuelle Cortex bei visueller Stimulation).

1. EEG (=Elektro-Encephalogramm)

zeichnet die **elektrischen Aktivitäten des Gehirns mittels Elektrodens** auf, die am Kopf angeschlossen werden.
Ca. 8 Elektroden werden mit Klebstreifen an verschiedenen Stellen des Kopfes befestigt -> ihre Signale werden verstärkt und aufgezeichnet. Anhand eines EEGs kann man feststellen, ob Person wacht oder schläft, träumt, aufgeregt ist, etc.
Abweichnungen im EEG können auf Epilepsie, Tumore, etc. hinweisen

Methode der evozierten Potentiale:

EEG-Apparat wird verwendet, um Gehirnaktivität bei Sinnesstimulation aufzuzeichnen.
Sinnesstimulation ruft in best. Gebiet des Cortex kurzzeitige elektr. Aktivität hervor. Reagiert die VP merklich darauf, bzw. wird sie aufmerksam, so erscheint mit einer Verzögerung von 0,3 Sekunden ein weiteres elektr. Signal **(= P300)**

zur P300: heißt so, weil es sich um eine positive Welle handelt, die 300 Millisekunden auf einen visuellen Reiz erfolgt. = Indikator für Aufmerksamkeit und Interesse.
FARWELL & DONCHIN (1988) konstruierten Gerät, das auf die P300 reagiert.
Versuch: VP wird Bildschirm mit Buchstaben gezeigt, soll sich ein Wort ausdenken, den ersten Buchstaben dieses Wortes anschauen und sich auf ihn konzentrieren -> tut sie das -> P300 -> Gerät schlägt aus -> VL weiß, welchen Buchstaben sie sich ausgedacht hat. (So kann man z.B. mit Totalgelähmten kommunizieren)

2. PET = Positron -Emmissions - Tomographie

erzeugt **hochauflösendes Bild der Gehirnaktivität.**
Beim **radioaktiven Zerfall** werden **bestimmte Elemente (Positrone) freigesetzt**.
Positron = antimaterielles Teilchen mit derselben Masse wie ein Elektron, aber positiv geladen.
Person bekommt Injektion mit Glukose oder ähnlichem, das mit radioaktivem Kohlenstoff, Sauerstoff, etc versetzt ist (sehr kurze Halbwertszeit). Radioaktiver Stoff zerfällt -> freiwerdendes Positron kollidiert mit nächstem Elektron -> **2 Gammastrahlen in entgegengesetzte Richtung.** Kopf der VP mit **Gammadetektoren** umgeben -> empfangen die beiden Strahlen -> Ort ihrer Entstehung liegt genau in der Mitte. Computer zeichnet das alles auf -> man kann sehen, in welchen Gehirnteilen wieviel des radioaktiven Stoffes zu finden ist.
verwendet zur: Lokalisation von Tumoren, Erkennen von bestimmten Arten von Epilepsie u.a. Erkrankungen, die die Stoffwechselrate von best. Hirnteilen verändern.

CHUGANI & PHELBS (1986): entdeckten mittels PET folgendes: Thalamus und Hirnstamm im Alter von 5 Wochen besonders aktiv; Großteil des Cortex und Cerebellum noch unterentwickelt; mit 3 Monaten schon viel fortgeschrittener; bis 7 ½ Monate zeigt Frontallappen wenig Aktivität

3. rCBF = Regionale cerebrale Durchblutung

Wird **Gehirnareal aktiviert** -> seine **Durchblutung steigt**, **Glukoseverbrauch und Proteinsynthese nehmen zu**.
Kleine Menge von radioaktiven Substanzen werden injiziert, ihre Ausbreitung wird verfolgt, um Aktivität best. Hirnteile messen zu können. Bei rCBF wird **Stoff verwendet**, der sich **im Blut auflöst** (z.B. **Xenon,** ein radioaktives Gas) und der **mit keiner anderen chem. Substanz im Körper reagiert**. Fließt überall dorthin, wo auch das Blut hinfließt. Mittels **PET-Scanners** wird Kopf der Person erfaßt
-> **Computer zeichnet Bild**: viel radioaktiver Stoff = rot,
wenig = blau
-> so kann man feststellen, welche Gehirnareale bei welchen Stimulationen besonders, bzw. nicht aktiv sind.
VP löst nun verschiedene Aufgaben (z.B. Musik hören, Finger bewegen, Problem lösen, usw.)
Mit dieser Methode kann man **auch mögliche Hirnabnormalitäten bei psychischen Störungen feststellen**, z.B. wenn VP Karten nach komplexen Regeln sortieren soll, steigt Aktivität im präfrontalen Cortex
-> bei Schizophrenen nicht.