LATERALISATION UND SPRACHE

A) LATERALISATION DER FUNKTIONEN UND DAS CORPUS CALLOSUM

Linke Hemisphäre des cerebralen Cortex
-> verbunden mit **Hautrezeptoren** hauptsächlich auf der **rechten Körperseite**
-> kontrolliert hauptsächlich die **Muskeln** auf der **rechten Körperseite**
-> sieht hauptsächlich nur die **rechte Seite des Gesichtsfelds**

rechte Hemisphäre -> umgekehrt!

=> **jede Hemisphäre** erhält **sensorischen Input von** und sendet **motorischen Output an** die **kontralaterale Körperhälfte**

Es gibt aber auch ipsilaterale Kontrolle (= auf derselben Körperseite) -> individuell verschieden.
Warum Menschen und alle Wirbeltiere so angelegt sind, ist unklar.

Die **beiden Hemisphären** werden **verbunden durch**
* **Corpus Callosum** (= Balken), die darunter liegende
* **Commissura anterior** (= vordere Kommissur) und die
* **Hypothalamische Kommissur**

Es dauert zwischen **7 - 13 msec**, bis **Info von einer Seite des Gehirns zur anderen** kommt

linke Hemisphäre = bei den meisten Menschen **spezialisiert auf Kontrolle der Sprache**
Arbeitsteilung zwischen den beiden Hemisphären heißt Lateralisation
-> **Schädigung des Corpus callosum** bringt **schwere Beeinträchtigungen** mit sich.

1. VERBINDUNG VON DEN AUGEN ZU RECHTER UND LINKER HEMISPHÄRE:

* **rechte Hemisphäre** sieht die **linke Seite der Welt**
* **linke Hemisphäre** sieht die **rechte Seite der Welt**

Bei **Hasen und anderen Arten** (wo **Augen an den Seiten des Kopfes** liegen) ist das **tatsächlich so**
-> rechtes Auge sendet an linke Hemisphäre und umgekehrt.

Mensch: Augen schauen **nach vorne** (vgl. Zyklopenauge).

Licht aus dem Sehfeld (= jener Teil der Außenwelt, den das Auge gerade sieht) fällt auf die **Rezeptoren der Retina an der Rückseite des Auges**

-> aus dem linken Teil des Sehfeldes auf die rechte Hälfte der beiden Retinae.

* rechte Hälfte der Retina = verbunden mit der rechten Gehirnhälfte;
* linke Hälfte der Retina mit der linken Gehirnhälfte.

Nur ca. 5% des Auges sieht beides!

Die **Hälfte der Axone von jedem Augen** (= **mediale Fasern des Sehnervs**) **kreuzen im Chiasma opticum auf die kontralaterale Seite**.

Einschub: zur Epilepsie:

Epilepsie = Zustand, in dem Gehirnneuronen wiederholt exzessive, synchrone Aktivitäten aufweisen, oder auch Phasen exzessiver Inhibition.

Ursachen: genetisch, Infektionen, Geburtsunfall, Träume, Gehirntumor,...

* **generalisierter Anfall**: breitet sich rasch über die Neuronen großer Gebiete beider Hemisphären aus

a) **grand mal**: kommt ganz plötzlich; zuckende Bewegungen, nachher Schlaf oder Kollaps
b) **petit mal**: dauert einige Sekunden, ist für andere Menschen fast unerkennbar; äußert sich in Starren; nachher eventuell kleine Verwirrtheit, sonst keine Erinnerung.

* **partieller Anfall**: beginnt in einem Fokus und breitet sich in naheliegendes Areal nur in einer Hemisphäre aus.
Abhängig, wovon der Fokus liegt -> unfreiwillige Bewegungen, etc.

2. FOLGEN EINER DURCHTRENNUNG DES CORPUS CALLOSUM

Durchtrennung des Corpus callosum **blockiert den Informationsaustausch zwischen den beiden Hemisphären**

Manchen Menschen wurde das Corpus callosum **durchschnitten im Zuge der Therapie schwerer Epilepsie**

* **Normalerweise** kann Epilepsie **mit Medikamenten behandelt** werden; manche Menschen sprechen aber nicht darauf an.
* **Corpus callosum wurde durchtrennt**, damit sich der **Anfall nicht auf die andere Gehirnhälfte ausbreiten** kann und nur eine Seite des Körpers davon betroffen ist
-> hat tatsächlich so funktioniert.

Wie wirkt sich aber eine Durchtrennung des Corpus callosum auf die Persönlichkeit aus?

Aus **Tierversuchen** wußte man, daß normale Sinnesempfindungen, Bewegungskontrolle, Lernen und Behalten und motivationales Verhalten erhalten bleibt.
Probleme gibt es aber, wenn **sensorischer Stimulus nur auf eine Körperhälfte beschränkt** ist:
z.B. etwas wird im linken visuellen Feld gesehen -> Tier kann nur mit der linken Pfoten hintapsen.
Bewegung, die mit der linken Pfote gelernt wurde, kann nicht mit der rechten ausgeführt werden
(müssen sie für die rechte Pfote ganz neu lernen)

beim Menschen ähnlich: können schwimmen, gehen, Gegenstände tragen, obwohl sie manchmal langsam und unbeholfen sind. Haben wenig bis keine Störungen in intellektuellen Fähigkeiten, Sprache, Motivation und Emotion.

Versuch mit einem split-brain-Patienten:

* **Bilder von einer Seite der Leinwand zur anderen gezogen**
-> Patient schaut geradeaus; **sieht nur die rechte Hälfte** des Bildes (z.B. gezeigt wird Wort „Hutband“; Patient soll es aufschreiben, schreibt nur „Band“)

* Patient soll **hinter einen Vorhang greifen und jenen Gegenstand** nehmen, der ihm **auf einem Bild gezeigt** wird
-> Patient kann das mit der linken Hand, **mit der rechten Hand bloß Zufallstreffer**.
Wird das **Bild auf der rechten Seite des Sehfeldes gezeigt** -> rechte Hand löst die Aufgabe, linke nicht.

Grund: Die **meisten Menschen** haben die **Fähigkeit zu sprechen überwiegend in der linken Hemisphäre**.
Split-brain-Patienten können daher **Gegenstand im rechten Sehfeld** (Info geht ja in die linke Hälfte!) **sofort benennen** -> umgekehrt geht das nicht;
Patient **kann aber mit der linken Hand darauf zeigen**

Haben Split-Brain-Patienten zwei Seelen?

Die **beiden Gehirnhälften** von Split-brain-Patienten können **Informationen unabhängig voneinander verarbeiten**, **manchmal agieren sie** allerdings, als wären sie **zwei Personen in einem Körper**.
z.B. mit der linken Hand wird Hemd zugeknöpft, um gleich darauf mit der rechten wieder aufgeknöpft zu werden

Einige Zeit nach der Operation bessern sich diese Schwierigkeiten -> obwohl der Balken nicht wieder zusammenwächst, **lernt das Gehirn** andere, **subcortikale Strukturen zu benutzen**, um **die beiden Gehirnhälften miteinander zu verbinden**.

Funktionen der rechten Hemisphäre des cerebralen Cortex:

Ursprünglich dachte man, die **linke Hemisphäre wäre allein für die Sprachkontrolle zuständig**, während ihr die rechte Hinhälfte untergeordnet sei.
=> Durch Untersuchungen an Split-brain-Patienten hat man aber festgestellt, daß **die rechte Hemisphäre weit mehr leistet**.

Normalerweise kann die **rechte Hemisphäre Sprechen und Schreiben nicht kontrollieren**, **aber** sie **versteht einfache Sprache** und **in eingeschränktem Maß auch geschriebene Sprache**

Bei **Menschen mit intaktem Gehirn** ist die **rechte Gehirnhälfte weniger aktiv** als die **linke während des Sprechens**. Sie **trägt aber zum emotionalen Inhalt des Gesprochenen bei**.
=> **Menschen mit beschädigter rechter Hemisphäre**:
sprechen mit weniger Ausdruck, haben Schwierigkeiten, die Emotionen anderer Leute aus deren Tonfall zu erschließen, können Humor und Ironie in Gesprochenem nicht verstehen.

Die **rechte Hemisphäre ist mehr spezialisiert auf gefühlsmäßigen Ausdruck als die linke**.
=> Nach **Schädigung der rechten Gehirnhälfte**:
Schwierigkeiten mit Mimik und dem Verstehen der Mimik der anderen Menschen.

Wenn **rechte und linke Gehirnhälfte** (auch bei normalen Menschen!) **Emotionen im Gesicht eines Gesprächspartners sehen** -> **Dominieren der rechten Hälfte**.
Beispiel: Gesicht, das aus einer neutralen und einer lächelnden Hälfte zusammengesetzt ist
-> ist die lächelnde Hälfte vom Betrachter aus gesehen links -> Gesicht wird von der Mehrheit als für freundlicher bezeichnet.

Split-brain-Patienten können Puzzleteile besser mit der linken Hand zusammensetzen als mit der rechten.
Die rechte Hand kann zwar Wörter besser schreiben, zeichnen kann aber die linke besser!

Die **rechte Hemisphäre** wird **nicht für alle Aufgaben gebraucht, die mit visuellen und räumlichen Aufgaben zu tun haben**
-> Leute nach Gehirnschlag auf der rechten Seite konnten sehr gut die Lage von Städten auf der Karte schätzen, bzw. die Entfernungen von Punkten auf einem Blatt Papier. Probleme gibt es aber beim Vorstellen dieser Städte und der Entfernungen zwischen ihnen.
=> **rechte Gehirnhälfte dürfte zuständig sein für komplexe visuelle Muster** (z.B. für Zurechtfinden in Gebäuden, Straßen, in vertrauten Gegenden). Schaden an der rechten Hemisphäre -> Probleme beim Verbinden von visuellen und räumlichen Aufgaben; auch die visuelle Vorstellungskraft hängt von der rechten Hemisphäre ab.

Generell sagt man (Grobeinteilung!): links = Sprache
rechts = visuelle, räumliche Funktionen und Emotion

besser wäre aber: links = zeitabhängig, sequentiell, analytisch
rechts = synthetisch, holistisch, Gesamtmuster (nicht in Units)

Beweise für die Spezialisierung der Hemisphären bei intaktem Gehirn:

Es ist schwierig, zwei Dinge gleichzeitig zu machen, für die beide Male dieselbe Gehirnhälfte zuständig ist.

Beispiel: mit dem Zeigefinger auf den Tisch klopfen. Wenn man dabei spricht -> bei den meisten Rechtshändern verringert sie die Klopfzahl.

Hemisphärenunterschiede und kognitive Stile

Man sagt

1. die **linke Hemisphäre = spezialisiert auf Sprache und analytisches Denken**;
   die **rechte Hemisphäre = spezialisiert auf nonverbales und synthetisches Denken**

2. **bestimmte Aufgaben bewirken eine stärkere Aktivität in einer Gehirnhälfte**.

In Wirklichkeit aber braucht **jeder normale Mensch für jede Tätigkeit beide Gehirnhälften.**

Die Balance zwischen den beiden Gehirnhälften variiert aber mit der Art der Aufgabe und der Zeit. Ein Mensch verläßt sich zu einem bestimmten Zeitpunkt und bei einer bestimmten Aufgabe mehr auf die rechte Gehirnhälfte, ein anderes Mal auf die linke. Man kann also z.B. nicht sagen, jemand wäre in Naturwissenschaften unbegabt, weil er sich mehr auf seine rechten Gehirnhälfte verläßt.

3. ENTWICKLUNG DER LATERALISATION UND IHRE BEZIEHUNG ZUR HÄNDIGKEIT:

Es geht hier um die **Beziehung zwischen Händigkeit und der Hemisphärendominanz für Sprache**

Anatomische Unterschiede zwischen den beiden Hemisphären:

Früher dachte man, **beide** wären **anatomisch gleich**;
ABER:

* **Planum temporale** (= ein Teil des temporalen Cortex) ist

bei 65% der Menschen in der linken Hemisphäre größer.
bei 24% der Menschen sind beide Gebiete in beiden Hemisphären gleich groß,
bei 11 % in der rechten Hemisphäre größer.

Die Unterschiede sind beträchtlich -> mit freiem Auge sichtbar!

Das Planum temporale enthält **wichtige Areale für die Sprache**.

Diese Unterschiede **bestehen schon VOR der Sprachentwicklung**
(und zwar ca. um 2X -> Untersuchungen an verstorbenen drei Monate alten Kindern).
Kinder, die **während der ersten vier Lebensjahre einen Gehirnschaden** erlitten
-> sind **sprachlich mehr behindert, wenn** die **Schädigung die linke Hemisphäre** betraf.

* wichtiger Anzeiger für die Größe des Planum temporale = **Sylvische Furche**.

Beim **Menschen** links um 14% länger als rechts;
beim **Schimpansen** um 5%, bei **anderen Affen** gleich lang.

Reifung des Corpus callosum:

* Das Corpus callosum ist **eine der Gehirnstrukturen, die sich am langsamsten entwickeln**
  -> völlig **ausgereift erst um das 10. Lebensjahr**.

* Die **Entwicklung** des Corpus callosum ist nicht so sehr von der Anzahl der Axone **abhängig**, sondern mehr davon, **welche Axone selektiert werden und welche atrophieren**.

* Im **Frühstadium der Entwicklung** werden **weit mehr Axone gebildet, als tatsächlich gebraucht** werden. Alle **Neuronenpaare**, die **durch das Corpus callosum miteinander verbunden** sind, müssen **korrespondierende Funktionen** erfüllen. Im Embryonalstadium können die Gene nicht so genau spezifizieren, wo diese Neuronen exakt liegen werden. Deshalb **wachsen sehr viele Verbindungen durch das Corpus callosum**, aber **nicht alle davon werden tatsächlich miteinander verbunden**.

  Wie erkennt ein Neuron, daß es mit einem Neuron, dessen Fähigkeiten gleich sind, verbunden ist?
  -> wenn der Input des anderen Neuron mit seiner eigenen Aktivität synchronisiert ist.
  Die Erfahrung hilft offensichtlich beim Selektieren

* Das **Verhalten von Kleinkindern ähnelt in manchen Situationen dem von Split-brain-Patienten**
  (z.B. mit 9 Monaten: Hält man eine Hand eines Babies fest, so greift es mit der anderen nicht über die Körpermitte hinaus -> das geht erst mit 17 Monaten; dreijähriges Kind kann nicht mit beiden Händen gleich gut zwischen zwei verschiedenen Materialien unterscheiden, das geht erst mit ca. 5 Jahren)

Entwicklung OHNE Corpus callosum:

Sehr selten bildet sich Corpus callosum nicht aus (z.B. genetisch bedingt, Vergiftung der Mutter während der Schwangerschaft)
-> Kind entwickelt sich unterschiedlich und **unterscheidet sich auch von Split-brain-Patienten**, die ja einmal ein funktionierendes Corpus callosum hatten -> **kann Dinge, die diese nicht können**:

* beschreiben, was sie mit jeder einzelnen Hand fühlen

* beschreiben, was sie in jedem visuellen Feld sehen

* Objekte mit einer Hand befühlen und feststellen ob zwei Objekte, die mit unterschiedlichen Händen befühlt wurden gleich oder unterschiedlich sind.

Wie können ohne Corpus callosum Geborene Aufgaben lösen, für die man eigentlich ein Corpus callosum brauchen würde?

* **jede Gehirnhälfte entwickelt Sprache eigenständig**
  -> die rechte Hemisphäre beschreibt, was die linke fühlt und umgekehrt (diese Personen scheinen allerdings keinerlei Sprache in der rechten Hemisphäre zu haben)

* **Jede Hemisphäre entwickelt Bahnen**, die **sie mit der anderen Körperseite verbinden**
  -> die linke Hemisphäre kann sowohl die linke als auch die rechte Seite fühlen

* **Andere Verbindungen zwischen den Hemisphären entwickeln sich stärker als normal**
  -> so z.B. Commissura anterior (verbindet die beiden Hemisphären im vorderen Teil des Cortex) und die Commissura hypothalamia (verbindet die beiden Hippocampi)

Unterschiede zu normalen Menschen:
sehr langsame Bewegungen,
nicht angemessene Sprachentwicklung, (Schwierigkeiten beim Finden von Reimwörtern, beim Verstehen von Sätzen im Passiv).

Händigkeit und ihre Beziehung zur Sprachdominanz:

* Ca. 10% aller Menschen = **Linkshänder oder Bihänder**. Die meisten Linkshänder sind auch Bihänder.
Mehr als 90% aller Menschen sind **Rechtshänder (**zeigt sich auch schon in den steinzeitlichen Höhlenmalereien!)

*** Gehirn eines Linkshänders unterscheidet sich vom Gehirn eines Rechtshänders, aber** es **ist nicht einfach umgekehrt**!

- Rechtshänder: bei 99% ist die linke Gehirnhälfte für Sprache zuständig
- Linkshänder: bei 70% ist die linke Gehirnhälfte für Sprache zuständig.
- Bei den restlichen 30% ist die Sprache auf beide Gehirnhälften verteilt,
- bei ganz wenigen ist allein die rechte Gehirnhälfte zuständig.

* **Corpus callosum** = bei Linkshändern um ca. 11% dicker als bei Rechtshändern
-> Erleichterung der Kommunikation zwischen den Hemisphären und bilaterale Repräsentation von Funktionen.

* **Grund für die Händigkeit**: Genetischer Faktor spielt eine Rolle, ist aber nicht ausschlaggebend.

=> **Testosteron-Hypothese von GESCHWIND und GALABURDA (1985):**

Hoher Testosteronspiegel prä- oder postnatal könnte Wachstum der hinteren linken Hemisphäre erhöhen -> Wahrscheinlichkeit für Linkshändigkeit, Sprachdominanz in der rechten Hemisphäre, Störungen des Immunsystems, etc. erhöht.

Diese Hypothese könnte auch erklären, warum es **unter Linkshändern und unter Knaben mehr Legastheniker** gibt!
Damit könnte auch erklärt werden, warum **Linkshänder eher zu Allergien** neigen!

Wie Testosteron Händigkeit, Sprachdominanz und andere biologische Merkmale beeinflußt:

Pränatale Umgebung / genetisch Gründe => **höherer Testosteronspiegel**:

I. unangemessene Entwicklung des **Immunsystems**

II. **Stoffwechsel**- und andere **Entwicklungsabweichungen**

III. **Maskulinisierung** von Erscheinungsbild und Verhalten

IV. **verzögertes Wachstum** der **hinteren linken Hemisphäre**

1. **erhöhtes Risiko für** Dyslexie, Stottern, Hyperaktivität, Autismus, verschiedene Lernschwierigkeiten

2. **a-normale Dominanz**:

a) Linkshändigkeit
b) rechte Hemisphäre dominiert die Sprache
c) überdurchschnittliche Fähigkeit in Mathematik oder Kunst

Kritik: Die Testosteron-Hypothese setzt **zwischen den Geschlechtern größere Unterschiede voraus** bezüglich Händigkeit, Lateralisation, Wahrscheinlichkeit verschiedener Störungen, etc**. als es tatsächlich zu beobachten gibt**. Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind nicht so groß; Hypothese muß aber weiter untersucht werden.

B) DIE BIOLOGISCHE BASIS VON SPRACHE

Die Sprache zu verlieren bedeutet einen wichtigen Teil dessen zu verlieren, was uns zu Menschen macht!

1. DIE ENTWICKLUNG VON SPRACHKAPAZITÄTEN:

wichtige Theorie: Die **menschliche Sprache ist nur ein Nebenprodukt der menschlichen Intelligenz**.

Kritik daran: Die Evolution hat unser Gehirn nicht einfach größer werden lassen, **sondern wir sind intelligenter**, weil **unser Hirn neu organisiert** wurde.
(vgl. mit Primatengehirn: menschliches Gehirn ist zwar im präfrontalen Bereich größer, aber in anderen Teilen kleiner).
Neuorganisation fand statt, **WEIL die Sprache im Zuge der Evolution wichtiger wurde**
(d.h. unsere Intelligenz ist ein Nebenprodukt der Sprache!)
Wie es aber genau war, weiß niemand!

Jede Spezies entwickelt sich aus einer anderen heraus und nicht aus dem Nichts
-> **Fähigkeit des Menschen zur Sprache muß daher von irgendwoher kommen**.

Schluß: Schimpansen müßten fähig sein unter bestimmten Bedingungen „sprechen“ lernen zu können

-> **Versuch von PREMACK (1976)** schlugen aber fehl. Eher möglich war es für sie, Zeichensprache zu erlernen oder mit Hilfe von bestimmten visuellen Stimuli „sprechen zu lernen (z.B. Computertasten drücken -> bestimmte Sätze schreiben, z.B. Bitte, gib mir einen Apfel).

Aber: Schimpansen lernten zwar eine **richtige Sequenz von Symbolen** zu produzieren, **dabei muß es sich nicht um Sprache handeln**! (Affe drückte mehr oder weniger zufällig die richtige Reihenfolge der Tasten, bekam Apfel -> Konditionierung!);

Denn:

* **Symbole** wurden **nie kombiniert, um neue Sätze zu bilden** (das ist aber z.B. etwas, das schon kleine Kinder können)

* **Symbole** wurden **nur benutzt, um um etwas zu bitten**, aber **nie um etwas zu beschreiben**

* wurde die **Reihenfolge vom Experimentator variiert**, konnten die **Affen nichts mehr verstehen**

Dann aber wurden die Bonobos entdeckt. Sind **dem Menschen ähnlicher als andere Primaten**
(kopulieren z.B. in Gesicht-zu-Gesicht-Stellung, Weibchen sind sexuell aktiv auch außerhalb der fruchtbaren Periode, Männchen kümmern sich auch um die Jungen, können gut auf Hinterbeinen stehen, usw.)

=> **Versuche von SAVAGE und RUMBAUGH mit weiblichem Bonobo Matata**:
mußte Symbole drücken, die aufleuchteten, wenn sie berührt wurden. Jedes Symbol war ein Wort. Konnte es nicht besonders gut.

Aber: ihr Sohn **Kanzi**, der von klein auf bei den Trainingsstunden seiner Mutter dabei war**, lernte durch bloßes Zuschauen und verstand bald gesprochene Sprache**
-> konnte einfache Befehle befolgen (z.B. Geh zum Kühlschrank und nimm dir einen Paradeiser!).

Seine **Sprachkompetenz beim Verstehen** von Sprache **ähnelte der eines 2 - 2 ½ Jahre alten Kindes**. Er und seine Schwester konnten sogar ein paar englische Wörter sprechen, ihre passive Sprachkompetenz war allerdings weit besser als ihre aktive.

Unterschied zu Schimpansen:

* Kanzi kann **Dinge beschreiben, auch wenn er sie nicht sieht**
  (car trailer -> Drive me in the car to the trailer)

* **beschreibt** auch **Dinge aus der Vergangenheit**
  (Matata bite -> auf Frage, warum er am Arm verletzt sei)

* **stellt neue, kreative Forderungen**
  (chase -> fordert Personen auf, eine andere zu jagen, während er zuschaut)

Mögliche Gründe:

* vielleicht haben **Bonobos größere Sprachkapazitäten** als Schimpansen

* **sehr früher Beginn** des Trainings

* vielleicht war **Methode des Imitierens und Beobachtens besser** fürs Lernen
  Methode, wie Bonobos lernten, könnte auch für gehirngeschädigte Personen sinnvoll sein.

Können Nicht-Primaten sprechen lernen?

* **Delphine** haben gelernt auf Gesten und Symbole, die jeweils ein Wort bedeuteten, zu antworten.

* **Papageien** können sehr gut menschliche Sprache imitieren
  (vgl. Versuche mit Alex, einem grauen afrikanischen Papageien; **PEPPERBERG 1981**
  -> kann um Spielzeug bitten,
  Fragen beantworten, z.B. Welche Farbe hat der Schlüssel? - Grün;
  Welcher Gegenstand ist grau? - Kreis;
  beantwortete von 48 Fragen 39 richtig!)

2. DIE EFFEKTE VON GEHIRNSCHÄDEN AUF MENSCHLICHE SPRACHE:

Menschliches Gehirn ist auf Sprache spezialisiert -> hier sind keine Tierversuche möglich!
Untersuchungen dazu ausschließlich an Personen mit Gehirnschaden.
Aber: wir wissen nur, WO im Gehirn Sprachverstehen und Sprachproduktion geschehen,
nicht aber WIE.

Broca'sche Aphasie:

1861 entdeckte **Paul BROCA** das **Broca'sche Areal** bei Obduktion eines Patienten, der am Brand gestorben war; fand bei späteren Obduktionen von Personen mit Sprachverlust seine Vermutungen bestätigt.

* **Broca'sches Areal** = **kleiner Teil des Frontallappens des linken cerebralen Cortex** (nahe beim motorischen Cortex) -> Ursache für seine Zerstörung = Gehirnschlag (Unterbrechung des Blutstromes in dieses Areal)
Sind Broca'sches Areal und benachbarte Regionen zerstört
-> **Aphasie** (Verlust der Sprache), und zwar **Broca'sche Aphasie** (**Betroffener kann nicht mehr flüssig sprechen**)

* Broca'sches Areal ist aber **nicht allein für Sprechen zuständig**
-> beim Sprechen: Aktivität im **frontalen, temporalen und parietalen Cortex der linken Hemisphäre**,
sowie in **Teilen des linken Thalamus**
und in den **Basalganglien**.

* **Stimulation an bestimmten Punkten in und um das Broca-Zentrum**
-> Ausfall aller Sprache, Unfähigkeit einfache Sprachlaute zu erkennen.
Stimulation außerhalb des Broca-Zentrums
-> Sprache bleibt intakt, aber verschiedene Aspekte des verbalen Gedächtnisses betroffen
=> **Für die Sprache zuständige Gehirnregionen sind nicht homogen; verschiedene Regionen tragen zu verschiedenen Aspekte bei.**
Folge: Effekte des Gehirnschadens hängen davon ab, wo sein Zentrum ist und wie groß er ist.

* **BROCA'SCHE APHASIE** = gestörte Sprachproduktionen, eingeschränktes Sprachverständnis, vor allem dann, wenn die Bedeutung eines Satzes von Präpositionen, Wortendungen oder anderen grammatischen Strukturen abhängt.

a) **Schwierigkeiten in der Sprachproduktion:**

- Manche Patienten mit Broca'scher Aphasie können **überhaupt nicht sprechen**, obwohl sie verschiedene Laute hervorbringen und manchmal sogar summen oder singen können.

- Ist der Schaden nicht so groß -> **Patient kann sprechen, aber nur sehr langsam und unartikuliert**; haben auch **Probleme beim Schreiben** und damit, **sich durch Gesten auszudrücken**.

- **Taube Menschen mit Schädigungen in und um das Broca-Zentrum** -> zusätzlich Schwierigkeiten, Zeichensprache zu produzieren; können nur kurze Zeichen geben, obwohl die Bewegungsfähigkeit ihrer Hände sonst nicht eingeschränkt ist.

Typisch für die Broca'sche Aphasie:

- Sprachliche Äußerungen haben zwar Bedeutung, aber **weggelassen werden** Pronomen, Präpositionen, Konjunktionen, Hilfsverben, Mengenangaben, richtige Endungen von Zeitwörtern (= **sogenannte closed class words**).

- **Verwende**t werden können hingegen Nomen und Verben (= **open class words**)
  -> Schwierigkeiten vor allem mit der Wortbedeutung, nicht mit der Aussprache.

b) Schwierigkeiten beim Sprachverstehen:

- Patienten mit Broca'scher Aphasie können **gesprochene und geschriebene Sprache besser verstehen als selbst produzieren**.

- Haben aber auch **mit denselben Wortarten wie in der Sprachproduktion beim Verstehen Probleme** -> manche Sätze können daher gut verstanden werden, andere so gut wie nicht.

- Patienten mit Broca'scher Aphasie **verlieren nicht vollständig das Verständnis für Grammatik** (z.B. sie wissen, daß „He written has songs" falsch ist, können den Satz aber nicht richtigstellen); kleinere Fehler (z.B. She are baking a cake) hingegen fallen ihnen nicht auf.

Wernicke - Aphasie:

Von **Carl WERNICKE** 1874 entdeckt:
Schädigung des linken temporalen Cortex (= Wernicke'sches Zentrum, in der Nähe des auditiven Cortex)
-> **Beeinträchtigung der Sprache**, aber **unterschiedlich zu Broca'scher Aphasie**:
Patienten konnten Sprache produzieren, aber hatten **Probleme die verbalen und schriftlichen Äußerungen anderer zu verstehen**..(merke: Patient kann fließend sprechen!)

Typische Symptome:

1. ***Artikulation:*** Wernicke -Patienten sprechen flüssig und artikuliert, außer wenn sie innehalten, weil sie nach dem Namen eines Gegenstandes suchen.

2. ***Schwierigkeiten beim Finden des richtigen Wortes:*** Patienten leiden an **ANOMIE** (= Schwierigkeit, die richtigen Bezeichnungen für die Dinge zu finden); sprechen manchmal auch in Sätzen, die nicht der Satzstellung entsprechen (z.B. Vertauschung von Subjekt und Objekt)

3. ***schlechtes Verstehen von Sprache***: sowohl von gesprochener als auch von geschriebener Sprache.
Im **Unterschied zu hörenden Menschen** verlieren **Taube mit einer Schädigung des Wernicke-Zentrums** nicht die Fähigkeit Zeichensprache zu verstehen (Diese Fähigkeit geht verloren, wenn der Parietallappen beschädigt wurde -> verantwortlich für Berührung und andere Körperempfindungen)

PET-SCANNER-STUDIEN ZUR SPRACHVERARBEITUNG:

Viele Jahre lang war das **Studium von gehirngeschädigten Patienten** die einzige Möglichkeit etwas darüber herauszufinden, wie einzelne Gehirnteile zur Sprachproduktion und zum Sprachverständnis beitragen.
Heute werden **PET-Scanner** dazu verwendet.

Vorgang: a) **Patient liest einige gedruckte Wörter** -> mittels PET-Scanners wird seine Gehirnaktivität aufgezeichnet.
Patient schaut auf weiße Fläche -> wieder Aufzeichnung der Gehirnaktivität.
Computer rechnet die Differenz aus = die durch die Worte hervorgerufene Aktivität
* Beim **Lesen** -> **verstärkte Aktivität im Okzipitallappen** (= primäres visuelles Feld);
ABER: **keine Aktivität im Temporallappen**

b) Patient liest Wörter und beurteilt, ob sie sich reimen (hier muß man auch auf den Klang der Wörter, nicht nur auf ihr Erscheinungsbild wie oben achten!)
-> **verstärkte Aktivität im Temporallappen** (weil Wort in Laut übertragen werden muß, und deswegen die Hörrinde gebraucht wird!)

c) **Patient muß Name eines Objekts lesen / hören** und **Verwendungszweck** des Objekts a**ngeben** (z.B. Kuchen - essen).
-> aktiviert den **frontalen Cortex**, einschließlich des **Broca-Zentrums** und benachbarter Regionen.

3. ANDERE SPRACHDEFIZITE:

ALEXIE (Wortblindheit trotz Schreibfähigkeit)

* Patient kann **plötzlich nicht mehr lesen**, **alle anderen sprachlichen Fähigkeiten bleiben aber erhalten** (d.h. Patient kann sogar schreiben, aber das Geschriebene nicht lesen).

* **Sehfähigkeit** ist im **linken Sehfeld intakt**, **im rechten Sehfeld aber verloren**.

Grund: **Zerstörung des linken visuellen Cortex** (z.B. durch Schlaganfall) oder **des hinteren Teils des Corpus callosum (= Splenium),** der Fasern von allen visuellen Arealen des Cortex durchziehen.
Patient sieht nur mehr mit dem rechten visuellen Cortex (= linkes Sehfeld), Information im rechten visuellen Cortex kann nicht zu den Sprachzentren in der linken Hemisphäre gelangen.

Spontanes Schreiben = möglich (man kann auch mit geschlossenen Augen schreiben
-> zum Schreiben braucht man optische Wahrnehmung nicht!). **Lesen ist aber unmöglich**.

Die **meisten Patienten können Objekte in ihrem linken Sehfeld benennen** (obwohl Verbindung zwischen den Hemisphären zerstört!).

Grund: Wahrscheinlich **wandelt die rechte Hemisphäre die visuelle Information in andere Repräsentationen um** (z.B. in taktile), die ja noch immer durch das intakten vorderen Corpus callosum geschickt werden können.
Die rechte Hemisphäre kann aber **geschriebene Sprache nicht in irgendeinen anderen non-visuellen Code** umwandeln, so hat die **linke Hemisphäre keinen Zugang zu ihr**. Aus diesem Grund können Patienten mit Alexie auch die Farben, die sie sehen, nicht mehr benennen.

Manchen Patienten wurde **aus medizinischen Gründen das hintere Corpus callosum durchtrennt**
-> Person sieht etwas in ihrem linken visuellen Feld (= rechte Hemisphäre);
über vorderes Corpus callosum wird genug Info geschickt, um **Gegenstand zu beschreiben**,
nicht aber um ihn zu **benennen** (= „es liegt mir auf der Zunge“-Erlebnis)

Unfähigkeit der Anweisung zu folgen, einzelne Gliedmaßen zu bewegen:

Patient kann **alle Bewegungen spontan ausführen** (stehen, gehen, knien, usw.), **aber nicht auf Kommando**.
Er kann z.B. die Stellung eines Boxers einnehmen, aber nicht mit einer Hand zuschlagen.

Grund: **Verbindung zwischen Sprachzentren im linken cerebralen Cortex** (= verantwortlich für das Verstehen der Anweisungen) **und Pyramidenbahnen wurde getrennt**.
Schädigung der Verbindungsfasern von den Sprachzentren zum primären motorischen Cortex.

Da aber der **primäre motorische Cortex und das Pyramidensystem selbst intakt** sind
-> Spontanbewegungen ungestört.

Die **Sprachzentren sind aber auch mit den extrapyramidalen Bahnen verbunden**
-> unspezifische, grobe Bewegungen sind auf Kommando möglich.

Störungen in der Sprachentwicklung:

In **einer bestimmten Familie** hatten 16 von 30 Mitgliedern aus drei verschiedenen Generationen **schwere sprachliche Defizite**, trotz normaler Intelligenz auf anderen Gebieten
-> **Grund war wahrscheinlich ein dominantes Gen** -> nur eine bestimmte Gehirnfunktion war betroffen.

Defizite betrafen vor allem die Aussprache. Ein Mitglied dieser Familie sprach bis 7. Jahr überhaupt nicht, dann nur unartikuliert; hatte auch Probleme mit einfachen Grammatikregeln (z.B. Einzahl / Mehrzahl)

Williams-Syndrom:

* in den 60er Jahren entdeckt, **sehr selten**, wahrscheinlich **genetisch bedingt**.

* **Patienten** sind **in vieler Hinsicht retardiert**, haben **aber erstaunliche sprachliche Fähigkeiten**. Können nicht einmal die einfachsten Fertigkeiten des Alltags erlernen, können nicht einmal die einfachsten Zeichnungen abzeichnen.

ABER: Sie können **Geschichten mit großem Gefühlsausdruck** nacherzählen, Geschichten erfinden und Liedertexte verfassen.
Liest man ihnen einen Satz vor, so wählen sie das dazupassende Bild aus, sogar wenn der Satz äußerst kompliziert gebaut ist.
Wortschatz der Patienten: verwenden sogar überdurchschnittlich viele eher seltene Wörter (z.B. Auf Frage nach Tieren werden auch Einhorn, Dinosaurier, etc. aufgezählt)

* MRI-Abbildungen zeigen **Reduktion der Gesamtmasse des cerebralen Cortex und des Thalamus**, normale Größe des Limbischen Systems, aber keinen Trend zu einer Unausgeglichenheit zwischen den beiden Gehirnhälften. **Williams-Syndrom hängt** nicht **zusammen mit** dem Fehlen bestimmter Gehirnareale, sondern wahrscheinlich mit einer **unüblichen Organisation der Verbindungen im Gehirn** (muß aber nicht erforscht werden)

=> Williams-Syndrom spricht dafür, daß Sprache eine Spezialfähigkeit ist, die unabhängig von anderen Funktionen erhalten oder verloren werden kann:
Sprache ist nicht bloß ein Nebenprodukt der Intelligenz.

4. DYSLEXIE:

= spezifische **Leseschwäche** bei einer Person mit **normaler visueller Wahrnehmung** und **mindestens durchschnittlichen Fähigkeiten auf anderen geistigen Gebieten** (außer dem Lesen)

Ursachen = vielfältig und noch nicht völlig klar. Meist wird Dyslexie auf **kleine Gehirnanomalien** zurückgeführt, aber auch auf **Lernvorgänge im Bereich der optischen Wahrnehmung**.

* Betroffene dürften **bilateral symmetrischen Cortex** haben (anstatt das Planum temporale und bestimmte andere Regionen größer in der linken Hemisphäre)
  -> bei Untersuchungen bestätigt; **Gehirnanomalien in linker Hemisphäre** und vor allem **im frontalen und temporalen Cortex** gefunden.

* Manche Betroffenen haben **schlecht funktionierendes magnozelluläres System**

  - parvozelluläres System -> zuständig für Details, stabile Objekte;
  - magnozelluläres System -> größere Muster, bewegte Objekte

  -> **Schwierigkeiten bei der Mustererkennung** (z.B. Wörter), Probleme **bei rasch wechselnden Reizen** (z.B. beim Lesen). Betroffene haben meist Probleme beim Lesen von Wörtern und Sätzen, **nicht aber beim Erkennen eines einzelnen Buchstabens.**

* **Laterale Maskierung** = Interferenz durch einen angrenzenden Buchstaben
  z.B. HW -> keine Maskierung des H durch das W;
  HN -> Maskierung des H durch das N
  -> bei Dyslexie **mehr als das übliche Maß an Interferenzen**.
  Vgl. Kinder mit Dyslexie mußten Text lesen, konnten dabei immer nur ein Wort sehen -> nach einiger Zeit große Verbesserungen!

* **Menschen mit Dyslexie haben aber auch Vorteile!** Können mehrere Sachen gleichzeitig tun (z.B. mit jemandem sprechen, gleichzeitig die Nachrichten im Radio anhören, sich künstlerisch betätigen, usw.)