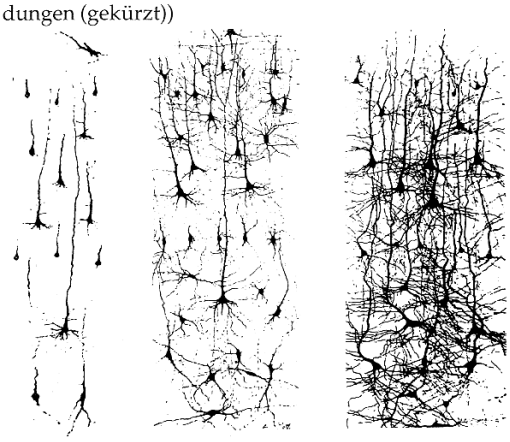
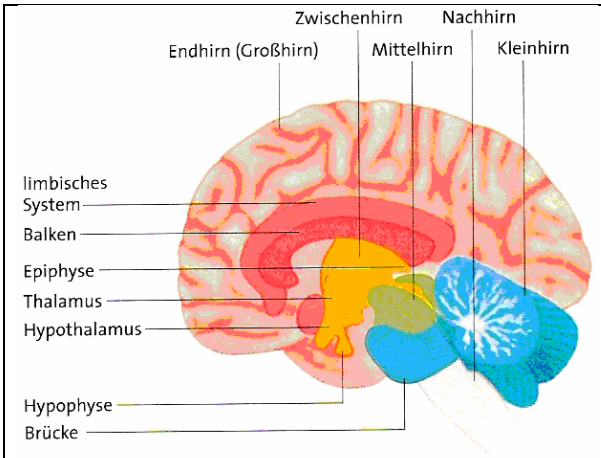
Gehirnentwicklung beim Menschen Im Labyrinth der Hirnwindungen
Wie Nervenzellen ihren Platz im Körper finden

Den meisten Lesern genügen zwei Sekunden, um die Überschrift dieses Artikels zu verstehen. In dieser Zeit verarbeiten Hunderttausende von Nervenzellen die Lichtsignale auf dem Augenhintergrund, leiten sie an Umschaltstellen im Zwischenhirn weiter und verteilen sie von dort an höhere Zentren, wo sie schließlich als Worte erkannt und mit Bedeutungen assoziiert werden.
Damit dies reibungslos funktioniert, mussten im menschlichen Gehirn schätzungsweise 100 Milliarden Nervenzellen bis zu 100 Billionen Verknüpfungen schaffen. Der Bauplan ist komplizierter und umfangreicher als eine Karte sämtlicher Städte dieser Erde. Doch wie finden die Fortsätze der Nervenzellen im Labyrinth des Gehirns präzise zu ihrem Bestimmungsort?
(. . .)
Bereits im zweiten Monat der Schwangerschaft beginnen im Embryo die Nervenfasern mit dem Bau des komplexen dreidimensionalen Netzes. Sie legen dafür Entfernungen zurück, die das Hunderttausendfache ihres eigenen Durchmessers betragen und schaffen exakte festgelegte Verbindungen zu anderen Zellen, Muskelfasern und Hormondrüsen. Den Weg dorthin finden die Nervenfasern durch ein erst seit kurzem bekanntes System von Wegweisern und zugehörigen Erkennungsmolekülen.
An vorderster Front der wachsenden Nervenfasern bilden sich kurze fingerförmige Ausstülpungen, die sich in die Umgebung vortasten. Wie Fühler erkunden sie das unbekannte Terrain und suchen mittels Erkennungsmolekülen (Rezeptoren), die auf ihrer Oberfläche sitzen, nach Wegweisern. Als solche dienen ihnen im Gehirn verteilte Eiweißmoleküle, die die Rezeptoren binden können und daher als Liganden (Bindungspartner) bezeichnet werden. Nach Erkennen eines Liganden sendet der Rezeptor Signale ins Zellinnere. Je nach Wegweiser zieht die Nervenfaser die Ausstülpungen zurück oder baut sie aus und lenkt so ihre Wachstumsrichtung. (. . .)
Die Wegweiser-Moleküle sind fest an den Zelloberflächen verankert, also nicht frei löslich.
(. . .)
Überraschend war, dass der Effekt nicht durch anziehende Wechselwirkungen entstand, sondern dass vielmehr diejenigen Zellen, die gemieden wurden, auf ihrer Fläche einen abstoßenden Faktor trugen. Der Wegweiser wirkt wie ein Verbotsschild: Er markiert die Zellen, auf deren Oberfläche er sitzt, als einer fremden Gehirnregion zugehörig. Die Rezeptoren auf den wandernden Nervenfasen erkennen diese Wegweiser und meiden Areale, die für sie tabu sind.
(Text: SZ, S. 42, 12.12.96: Im Labyrinth der Hirnwindungen (gekürzt))



Entwicklungszustand neuronaler Netze bei Kindern

a) Erläutern Sie die molekularen Mechanismen der Synapsenbildung während der Entwicklung von Nervenzellen mithilfe des Textes.
b) Beschreiben Sie die in den Abbildungen gezeigte Entwicklung.
c) Formulieren Sie eine Hypothese, die diese Entwicklung selbst sowie den Zeitpunkt dieser Entwicklung erklärt.



Gehirn Mensch. Hypophyse relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkerngröße. Großhirn (Endhirn) rot, Zwischenhirn gelb, Mittelhirn grün, Hinterhirn, Kleinhirn und Brücke) blau, Nachhirn grau

Hirnbereich	Funktion(en)

Funktionen verschiedener Hirnabschnitte

Nachfolgend werden einige klinische Befunde bei Hirnschädigungen beschrieben:

A Ein Patient ist unter Narkose. Wenn man sein Auge belichtet, kann man Potentiale am Großhirn wie im Wachzustand ableiten.

B Wird die *Formatio reticularis* des Mittelhirns ausgeschaltet, fällt die Person in Ohnmacht.

C Säuger, denen der Hypophysenvorderlappen entfernt wurde, wachsen nicht mehr. Pflanzt man ihn an anderer Stelle im Körper ein, wächst das Tier wieder.

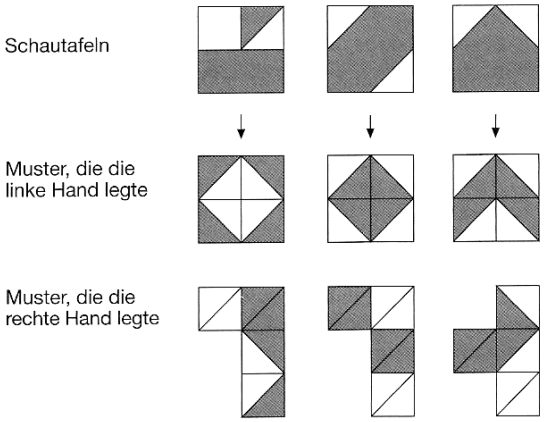
D Ein Patient mit einer Geschwulst im Kleinhirn bewegt sich ruckartig, schießt über das Ziel bei seinen Bewegungen hinaus, der Bewegungsbeginn wirkt verzögert; ihm sind Schreiben, Musizieren unmöglich. Seine Mimik ist grimassenhaft, sein Sprechen stoßweise. Insgesamt ist er aber nicht gelähmt.

Welche Aussagen lassen sich aus den klinischen Befunden über die Leistungen bzw. Funktionen einiger Gehirnbereiche ableiten?

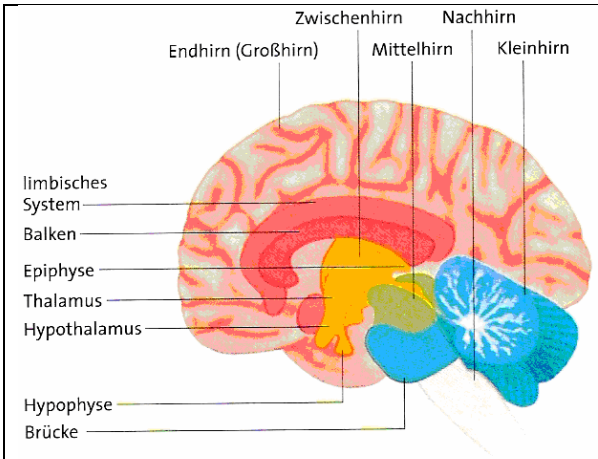
Funktion des Großhirns

Einem Patienten wurden zur Bekämpfung von Epilepsie die Nervenbündel (des Balkens) durchschnitten, die die beiden Hemisphären (Hirnhälften) verbinden. Einige Zeit nach der Operation wurde ihm die Aufgabe gestellt, aus dunklen und hellen Dreiecken ein Muster nachzulegen, das man ihm auf einer Schautafel zeigte. Diese Aufgabe sollte zweimal erfüllt werden, und zwar einmal nur mit der rechten Hand, ein zweites Mal nur mit der linken Hand. – Sie sehen nachfolgend das Ergebnis, zu dem sich die Person nach längerem Probieren entschloss. Der Person war bewusst, dass ihr Ergebnis nicht richtig war.

a) Welche normalen Körperfunktionen werden hier durch die Operation zerstört?
b) Welche Veränderungen zeigen die Legemuster der beiden Hände?
c) Wie lassen sich die Fehlfunktionen erklären?
d) Haben Sie Erklärungen für die verschiedenen Legemuster der Hände?



Vorgegebene und durch den Patienten gelegte Muster

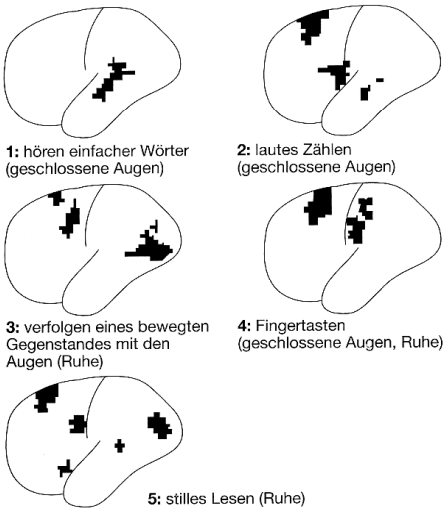


Gehirn Mensch. Hypophyse relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkerngröße. Großhirn (Endhirn) rot, Zwischenhirn gelb, Mittelhirn grün, Hinterhirn, Kleinhirn und Brücke) blau, Nachhirn grau

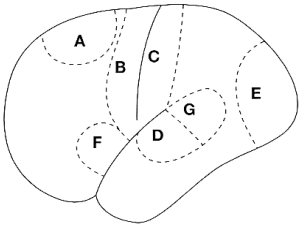
Hirnbereich	Funktion(en)

Funktionen der Großhirnrinde

Mit der CBF (Cerebral-Blood-Flow)-Messung erhält man Aufschlüsse über die Großhirnabschnitte, die bei bestimmten Tätigkeiten besonders aktiv sind. Die jeweilige Hirnaktivität erfordert nämlich eine stärkere Versorgung mit Nährstoffen und damit einen stärkeren Blutdurchfluss. Diesen macht man dadurch kenntlich, dass man der Versuchsperson eine schwach radioaktive Substanz spritzt, die sich im Blut löst. Über eine Spezialfotografie ist die Anreicherung dieses Stoffes und damit eine stärkere Durchblutung nachweisbar.



Hirnaktivitäten bei verschiedenen Tätigkeiten

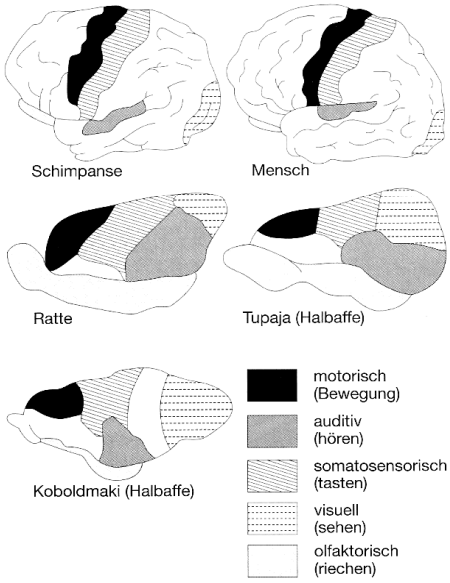


Zentren der Großhirnrinde

a) Welchen Großregionen ordnen Sie die folgenden Funktionen zu: Sehen, Motorik, Fühlen und Hören.
b) Welche Funktionen übernehmen vermutlich die Zentren **F** und **G**? Versuchen Sie zu differenzieren.

Großhirnrindenbezirke bei Säugetieren

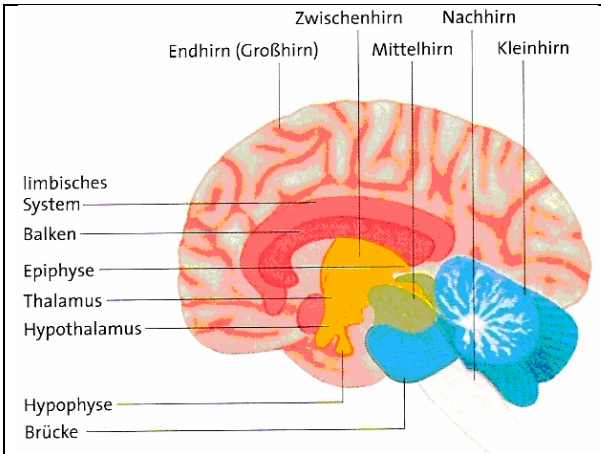
Die Sonderstellung des Menschen wird oft mit der besonderen Leistungsfähigkeit seines Gehirns erklärt. In dem folgenden Material wird das menschliche Gehirn mit anderen Säugergehirnen verglichen.
Erklären Sie die herausragenden Eigenschaften des menschlichen Gehirns mithilfe des vorliegenden Materials.



Funktionsbereiche in der Großhirnrinde verschiedener Säugetiere

Art	Gehirngewicht in g
Elefant	4925
Blauwal	4700
Mensch	1200–1590
Delfin	700
Gorilla	450–650
Orang	370–400
Schimpanse	350–400
Maus	0,4

Gehirngewichte verschiedener Säugetiere



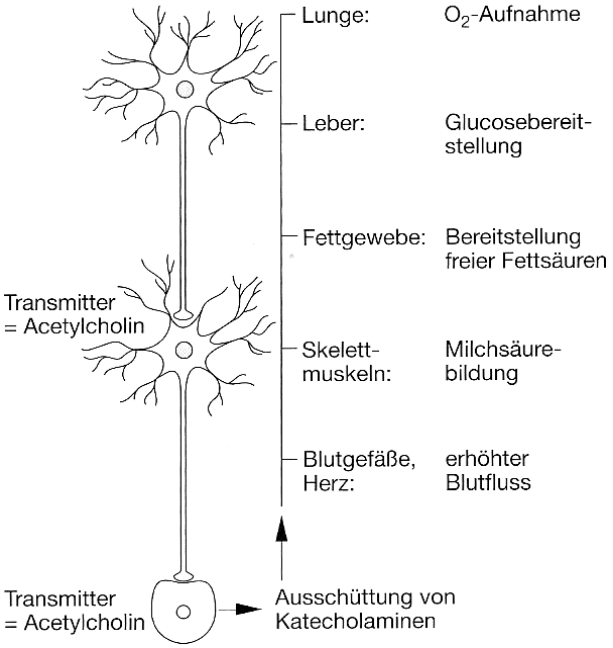
Gehirn Mensch. Hypophyse relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkerngröße.
Großhirn (Endhirn) rot, Zwischenhirn gelb, Mittelhirn grün, Hinterhirn, Kleinhirn und Brücke) blau, Nachhirn grau

Hirnbereich	Funktion(en)

Bio-LK → Neurophysiologie → Funktionen von Hirnbereichen	Datum: Name:

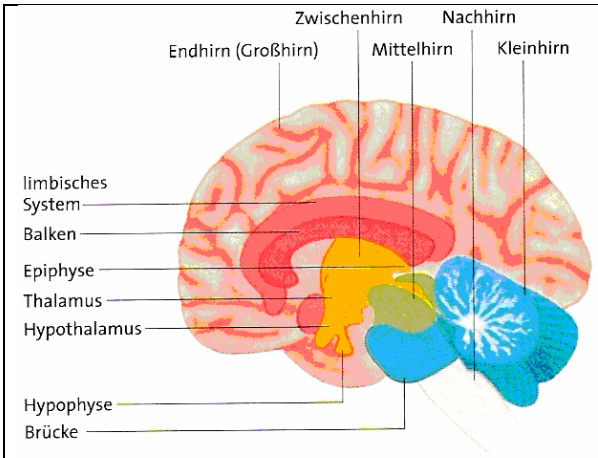
Vegetatives Nervensystem

Das unten stehende Schema zeigt Vorgänge innerhalb des vegetativen Nervensystems:



Schematischer Ausschnitt aus dem vegetativen Nervensystem

a) Handelt es sich um den Parasympathikus, den Sympathikus oder das Darmnervensystem?
b) Was sind Katecholamine?
c) Erstellen Sie eine Übersicht zum Sympathicus und Parasympathicus und deren Funktionen!
d) Definieren Sie den Begriff „vegetatives Nervensystem“! Welchem Nervensystem wird es gegenübergestellt?



Gehirn Mensch. Hypophyse relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkerngröße. Großhirn (Endhirn) rot, Zwischenhirn gelb, Mittelhirn grün, Hinterhirn, Kleinhirn und Brücke) blau, Nachhirn grau

Hirnbereich	Funktion(en)

Bio-LK → Neurophysiologie → Funktionen von Hirnbereichen		Datum: Name:

Sprache

Der nachstehende Multiple-Choice-Test bezieht sich auf Fachvokabular im Bereich „Sprache und Großhirn". Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es ist möglich, dass eine oder mehrere Antworten richtig sind.

1. Das Wortgedächtnis enthält bis zu *5000 – 10000 – 20000 – 50000 – 100000 – 120000 – 1000000* Wörter.
2. In der Sprachwissenschaft nennt man den kleinsten bedeutungstragenden Klang *Ton – Phöbos – Phon – Laut – Phonem.*
3. Eine Sprachstörung nennt man *Aplexie – Analgie – Aphrasie – Aphasie.*
4. Welche Aussagen über das motorische Sprachzentrum sind richtig?
   a) Seine Verletzung bewirkt, dass der Patient nicht mehr versteht, was er liest.
   b) Seine Verletzung bewirkt, dass der Patient nicht mehr gut sprechen kann.
   c) Seine Verletzung bewirkt, dass der Patient nicht mehr versteht, was er hört.
   d) Es wurde von BROCA beschrieben.
5. Welche Aussage ist richtig?
   a) Störungen der WERNICKE-Region nennt man sensorische Aphasie.
   b) Schreiben wird von der WERNICKE-Region gesteuert.
   c) Analysieren von Wort- und Satzbedeutungen erfordert außer der WERNICKE- und BROCA-Region die Zusammenarbeit einer Reihe anderer Großhirnbereiche.
   d) Spricht eine Person einen Satz nach, werden die Großhirnzentren „primäres Hörfeld, sensorisches Sprachzentrum, motorisches Sprachzentrum, motorisches Rindenfeld" in gegebener Reihenfolge durchlaufen.

Sprachregionen im Gehirn

Die folgenden Beispiele beschreiben Folgen von Schädigungen der Großhirnrinde:

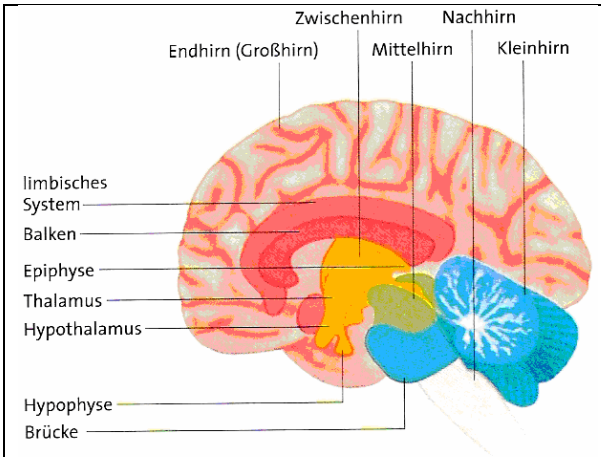
A Ein Patient wird nach seinem Arzttermin gefragt. Er antwortet schwerfällig und langsam:
„Ja . . . Freitag . . . Mama und Hans . . . Montag . . . 10 Uhr . . . 11 Uhr . . . Arzt . . . und . . . Bauch."

B Ein Patient hat große Schwierigkeiten zu artikulieren, redet wenig, singt aber flüssig und angenehm.

C Ein Patient wird aufgefordert, einen Brief zu schreiben. Dieser sieht folgendermaßen aus:
„Heute . . . Herr . . . Arbeit . . . blau . . . Essen . . . Abend . . . nein . . . und heiß . . . draußen."

D Auf die Bitte, ein Bild zu beschreiben, auf dem zwei Jungen hinter dem Rücken einer Frau Plätzchen stehlen, antwortet ein Patient:
„Mutter ist hier weg und arbeitet ihre Arbeit, damit es ihr besser geht, aber wenn sie schaut, blicken die zwei Jungen in die andere Richtung. Sie arbeitet zu einer anderen Zeit."

Welcher Bereich der Großhirnrinde ist jeweils gestört? Begründen Sie kurz.



Gehirn Mensch. Hypophyse relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkerngröße. Großhirn (Endhirn) rot, Zwischenhirn gelb, Mittelhirn grün, Hinterhirn, Kleinhirn und Brücke) blau, Nachhirn grau

Hirnbereich	Funktion(en)