

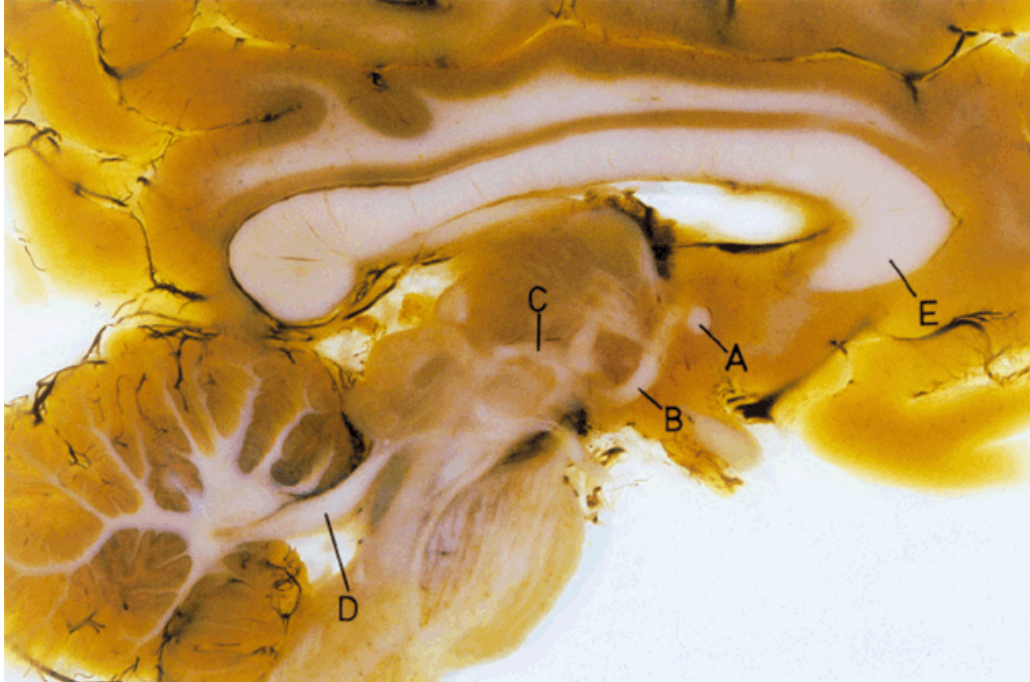


Die Abbildung zeigt einen Querschnitt durch das Mittelhirn. Bei der weißen Struktur, deren Ausdehnung durch die beiden Pfeile markiert wurde, handelt es sich um den **Pedunculus cerebri**, an den sich nach dorsal die Substantia nigra anschließt. Außerdem erkennt man den Nucleus ruber beidseits der Medianlinie als großen runden Kern. Lateral des Nucleus ruber sieht man als weißes Band den **Lemniscus medialis** im Tegmentum mesencephali. In der Bildmitte sieht man den Aquaeductus mesencephali.

Die beiden Hirnschenkel lagern sich dem Mittelhirn von rostral an und fassen die Fossa interpeduncularis zwischen sich, in der die Fasern des N. oculomotorius austreten. In dem Pedunculus cerebri verlaufen absteigende Fasern. Von dorsal nach rostral folgen aufeinander: der **Tractus parietotemporo-pontinus**, der **Tractus corticospinalis**, der **Tractus corticonuclearis** und der **Tractus frontopontinus**. Der Tractus corticospinalis und der Tractus corticonuclearis bilden zusammen die Pyramidenbahn, die vom primär motorischen Rindenfeld durch die Capsula interna verlaufend zur Brücke ziehen. Die Fasern des Tractus corticonuclearis enden an den kontralateral liegenden Hirnnervenkernen (Ausnahme: Stirnanteil des Nucleus N. facialis). Der Tractus corticonuclearis kreuzt ebenfalls auf die Gegenseite, verläuft aber weiter nach kaudal, um an den motorischen Vorderhornzellen des Rückenmarks zu enden. Der Tractus frontopontinus und der Tractus parietotemporo-pontinus bilden gemeinsam mit dem Tractus occipitopontinus den Tractus corticopontinus, der an Brückenkernen umgeschaltet wird und nach der Kreuzung zur Gegenseite im mittleren Kleinhirnstiel verlaufend als Moosfasern an den Zellen des Stratum granulosum der Kleinhirnrinde enden.

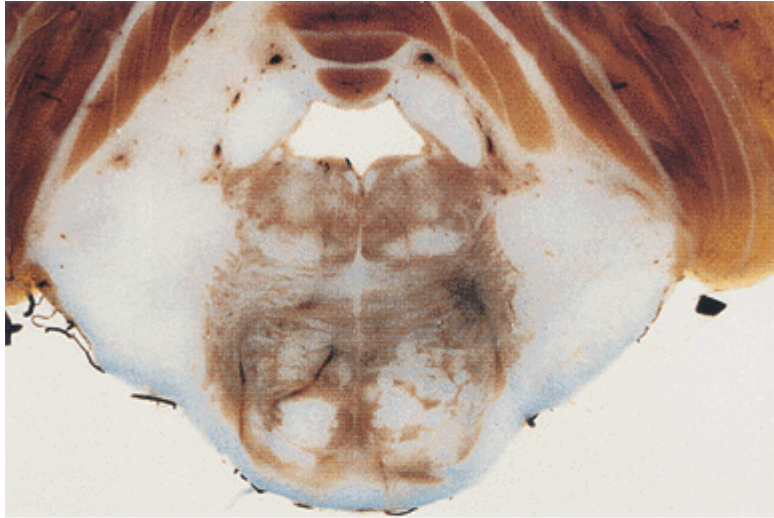
Der **Tractus bulbothalamicus** entsteht im Bereich der Medulla oblongata. Dort endet der Tractus spinobulbaris, der sich aus dem Fasciculus gracilis et cuneatus zusammensetzt. Die Perikarya beider Faszikel befinden sich in den Spinalganglien, deren Axone ungekreuzt im Hinterstrang aufsteigen und Wahrnehmungen der Muskel- und Sehnenrezeptoren sowie des Druck- und Tastsinns der Haut führen. Der Fasciculus gracilis verläuft medial und führt Afferenzen aus der unteren Körperhälfte, im Gegensatz zum Fasciculus cuneatus, der sich erst in Höhe des 5. Brustwirbels von lateral anlagert. Er führt entsprechende Afferenzen aus dem Bereich der Brust- und Halssegmente. Die Fasern des Fasciculus gracilis et cuneatus enden im Bereich der Medulla oblongata an den gleichnamigen Kernen, wo die Umschaltung auf das 2. Neuron erfolgt. Die Axone der 2. Neurone bündeln sich zum Tractus bulbothalamicus, der zunächst im Bogen, Lemniscus medialis, auf die Gegenseite zieht. Wie auch andere

aufsteigende Bahnen ist der Tractus bulbothalamicus im Tegmentum mesencephali anzutreffen. Er endet im Thalamus, wo sich das 3. Neuron befindet, das auf die sensiblen Felder des Gyrus postcentralis projiziert.

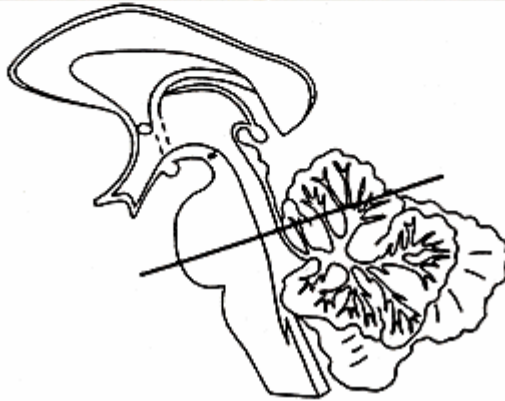


Die Abbildung zeigt einen Sagittalschnitt durch das Gehirn.

- (A) Im Bild mit "A" bezeichnet, ist die **Commissura anterior**, die die rostrale Begrenzung des dritten Ventrikels bildet. Sie gehört zusammen mit dem **Corpus callosum**, dessen Knie (**Genu corporis callosi**) hier mit "E" markiert ist, zu den **Kommissurenfasern** des Großhirnkortex. Die Kommissurenfasern sorgen für die Verbindung zwischen Arealen beider Großhirnhemisphären.
- (E)
- (B) In der Abbildung weist das "B" auf die **Collumna fornicis** der **Fornix**. Die Faserbündel der Fornix enthalten Afferenzen aus dem **Hippocampus des limbischen Systems** und enden im **Corpus mamillare**. Von hier aus projizieren Fasern in die **Nuclei anteriores thalami**, die nach Rücklauf durch den **Gyrus cinguli** wieder im **Hippocampus** enden. Dieser Funktionskreis wird auch als **Papez-Neuronenkreis** bezeichnet.
- (C) Mit "C" ist hier der **Fasciculus mamillotegmentalis** markiert. Durch diesen Faserzug besteht eine Verbindung der Corpora mamillaria mit den Kernen des **Tegmentum mesencephalicum**.
- (D) Die mit "D" markierte Struktur stellt den oberen **Kleinhirnstiel** dar, in dem der **Tractus dentothalamicus** verläuft. Er hat seinen Ursprung im Nucleus dentatus des Neocerebellums und führt efferente Fasern zum kontralateralen **Nucleus ventralis anterolateralis** des Thalamus. Von hier gelangen die efferenten Informationen zum motorischen Kortex. Somit kann das Kleinhirn den entscheidenden regulierenden Einfluss auf die **pyramidale Motorik** nehmen.



Welcher Fasertrakt ist in diesem Schnitt nicht getroffen?



Es handelt sich um einen **Querschnitt durch die Pons**; die Abbildung ist für die weitere Beantwortung der Frage wiederum nicht unbedingt nötig.

A Der **Tractus corticospinalis (Pyramidenbahn)** zieht durch den ventralen Bereich der Brücke.

B/C Die **Tractus cortico-ponto-cerebellaris und cerebello-rubralis** ziehen durch die **Pons**, letzterer durch den ebenfalls im Schnitt getroffenen **oberen Kleinhirnstiel**.

Dieser Regelkreis gewährleistet die Bereitstellung einer Efferenzkopie der Motorik für das Kleinhirn und seine Zugriffsmöglichkeit auf den Bewegungsablauf.

D Die **Tractus spinocerebellares** leiten dagegen propriozeptive Impulse aus der Körperperipherie zum Kleinhirn (Afferenzkopie), die dann mit der Efferenz verglichen und verrechnet werden.

Die **untere Körperhälfte** wird von den Tractus spinocerebellares ventralis und dorsalis repräsentiert.

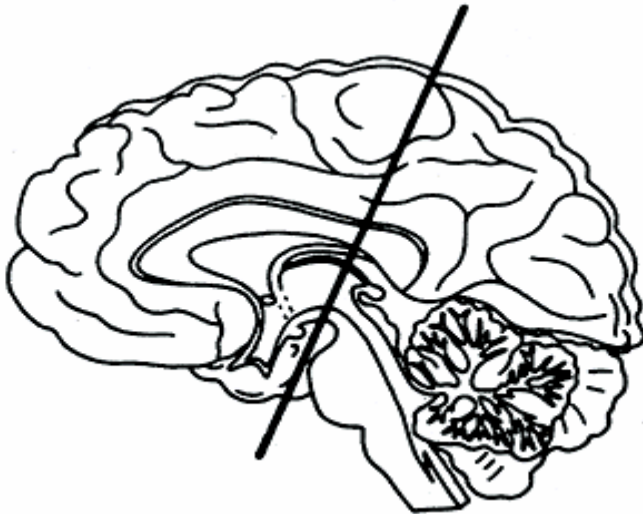
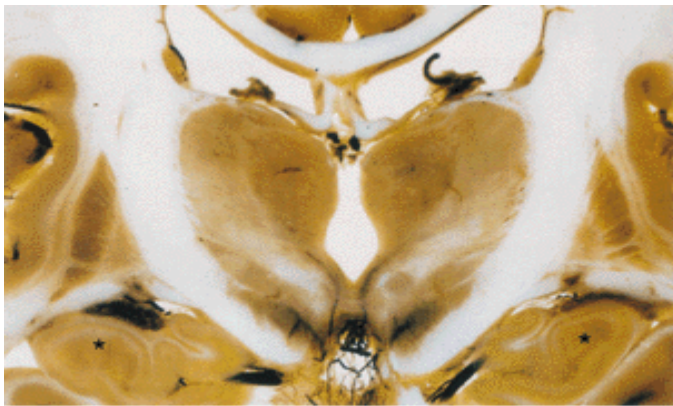
Die **obere Körperhälfte** wird durch die Tractus spinocerebellares rostralis und cuneocerebellaris vertreten.

Der **Tractus spinocerebellaris ventralis** erreicht das Kleinhirn über den oberen

Kleinhirnstiel,

E der **Tractus spinocerebellaris dorsalis** über den unteren.

Letzterer zweigt bereits in der Medulla oblongata zum Kleinhirn ab und ist von dem gezeigten Schnitt daher nicht getroffen.

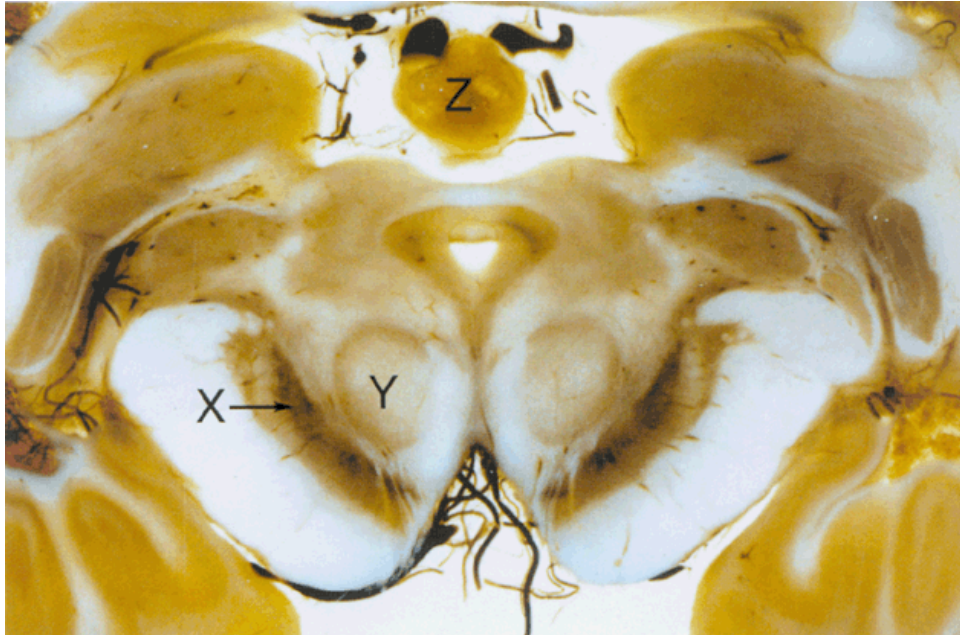


Die Sternchen liegen im **Hippocampus**.

Der Hippocampus ist ein eigenständiger Teil des limbischen Systems, ebenso wie das Corpus amygdaloideum.

- A Der Hippocampus liegt an der medialen Fläche des **Temporallappens**, in der Tiefe weitgehend überlagert vom Gyrus parahippocampalis.
- B Zum limbischen System zählt man neben dem Hippocampus den Gyrus parahippocampalis, die Area subcallosa, den Gyrus cinguli, Fornix, das Corpus amygdaloideum, die Corpora mamillaria und Teile des Thalamus.

- C Zum **Allocortex**, der anders aufgebaut ist als der überwiegende Isocortex, zählt der Palaeocortex und der **Archicortex**. Der **Hippocampus** macht den größten Anteil des Archicortex aus.
- E Der **Fornix** (Gewölbe) zieht vom Hippocampus zu den Corpora mamillaria.
-



Auf der Abbildung sieht man einen **Querschnitt durch das Mittelhirn**. Das Mittelhirn zählt zum **Hirnstamm** und wird kaudal vom Pons und kranial vom Zwischenhirn begrenzt. Vorne kommen dabei die Hirnschenkel (Pedunculi cerebri) zu liegen, während hinten das Tectum mesencephalicum den Abschluss bildet. Die nachfolgende Skizze soll zur Erläuterung der Strukturen am Mittelhirnquerschnitt dienen, allerdings deckt sie sich nicht genau mit der photographischen Abbildung.

Y Hiermit ist auf der Abbildung der **Nucleus ruber** bezeichnet. Die rötliche Färbung dieses runden Kernkomplexes kommt durch den hohen Eisengehalt in den Zellkörpern des Nucleus ruber zustande. Von hier aus bestehen zahlreiche Faserverbindungen zu den motorischen Zentren. Zum einen koordiniert der Nucleus ruber zusammen mit dem **Kleinhirn die Feinmotorik**, zum anderen projizieren seine extrapyramidalen Fasern zu den **Flexormotoneuronen** im Rückenmark.

X Diese Markierung weist auf die **Pars compacta der Substantia nigra** mit überwiegend **dopaminergen Neuronen**. Das Dopamin wird aus der Vorstufe Tyrosin in den Zellen ebenso gebildet wie das Melanin, welches der Substantia nigra ihre dunkle Farbe verleiht.

Die **Substantia nigra** erhält Afferenzen aus dem **Striatum**.

- Die Neurone des Striatums "**bremsen**" durch ihren inhibitorischen Transmitter GABA die motorische Impulse des **Großhirns**.

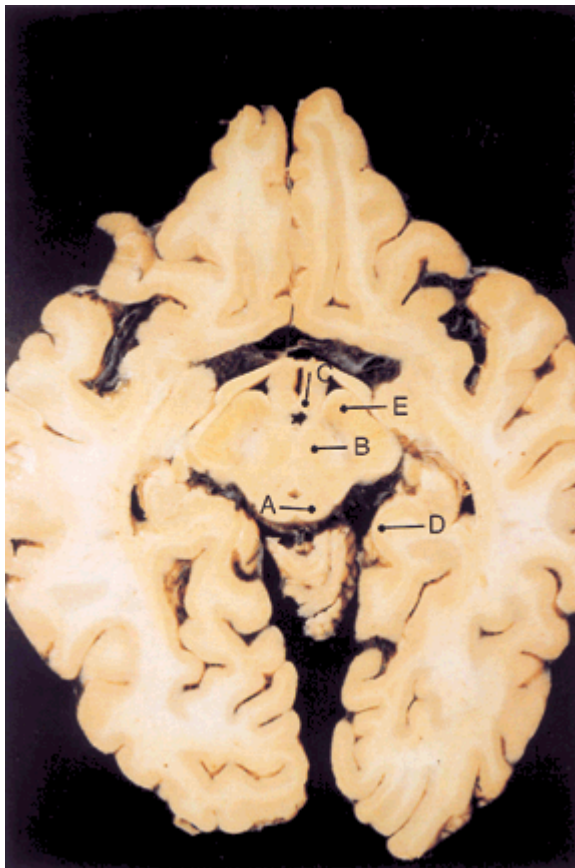
- Das Dopamin der Substantia nigra wiederum **“bremst”** das Striatum. Indem sie also somit die **“Hemmung hemmt”** wirkt die Substantia nigra als **Bewegungsantrieb**.
- Z Bei dieser Struktur handelt es sich um die **Epiphyse** (Corpus pineale), die nicht zum Mittelhirn, sondern zum Zwischenhirn zählt. Die Pinealozyten bilden das Melatonin, ein hemmendes neuroendokrines Hormon (s. a. Kommentar 08/2000, Frage 026). Postganglionäre, **sympathische Nervenfasern** erreichen die Epiphyse aus dem **Ganglion cervicale superius**.
- Rostral (auf der Abbildung unten) der Substantia nigra ziehen beidseits die **Pedunculi cerebri**, in dem kortikospinale, kortikonukleäre und kortikopontine Bahnen verlaufen.
 - Die dorsal gelegenen **Colliculi superiores** des **Tectum mesencephalicum** stellen ein Reflexzentrum für reflektorische Augenbewegungen und Augenschutzreflexe dar.
 - Im **Tegmentum** des gesamten Hirnstamms liegt das Netz der **Formatio reticularis**. Ihre verstreut liegenden Kerne enthalten u.a. die existentiellen Atem- und Kreislaufzentren, das Brechzentrum sowie das **Wach-Schlaf-Zentrum**. Dieses sog. aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem (ARAS) vermag es, über den Thalamus den zerebralen Kortex zu “wecken”. In der Formatio reticularis des Hirnstamms finden sich spezielle Nervenkerne, deren Transmitter die monoaminen Stoffe **Dopamin, Serotonin und Noradrenalin** umfassen.
-



In diesem magnetresonanztomographischen Medianschnitt durch den Kopf läßt sich das **Liquorsystem** und der **Liquorfluß** nachverfolgen. Die Liquorflußrichtung entspricht sogar der Antwortreihenfolge (A → E).

- (A) Von den paarigen Seitenventrikeln (aufgrund des Medianschnittes hier nicht zu sehen) gelangt der Liquor jeweils über das Foramen interventriculare in den **III. Ventrikel** (Ventriculus tertius).

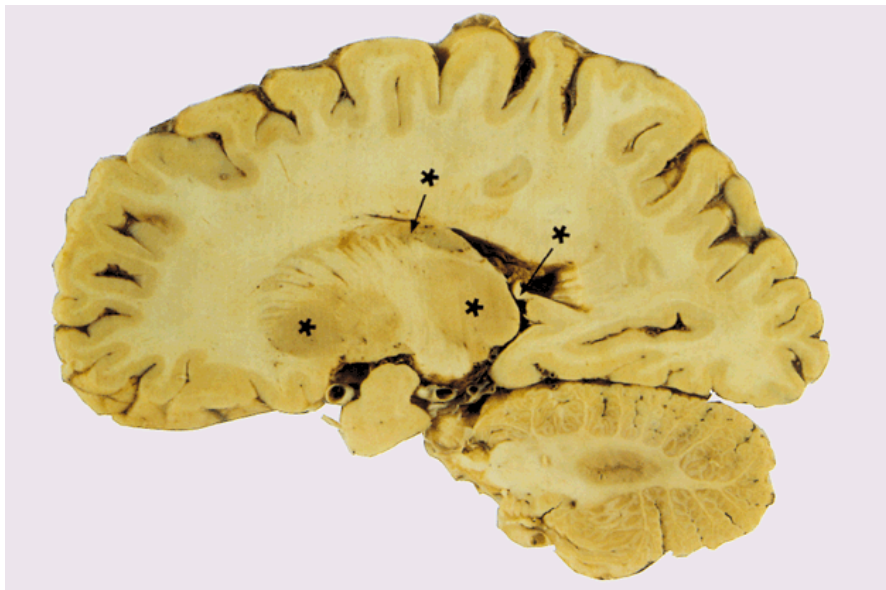
- (B) Der Abfluß des Liquor aus dem III. Ventrikel erfolgt über den hier mit dem schwarzen Stern markierten **Aquaeductus mesencephali**.
 - (C) Über diesen Aquädukt ist der III. Ventrikel mit dem zwischen der Rautengrube und dem Dach des Kleinhirns gelegenen **IV. Ventrikel** (Ventriculus quartus) verbunden.
 - (D) Der innere Liquorraum steht über die Foramina laterales und die Apertura mediana des IV. Ventrikels mit dem äußeren Liquorraum (= spatium subarachnoideum) in Verbindung. Im weiteren Verlauf ist dieser Subarachnoidalraum stellenweise erweitert, so daß man dort von Liquorzisternen spricht. Die erste und größte Zisterne ist die hier im Bild mit dem weißen Stern markierte **Cisterna cerebellomedullaris**.
 - (E) Als **Cisterna basalis** bezeichnet man den gesamten äußeren Liquorraum zwischen Hirnbasis und Schädelbasis, der zahlreiche, je nach Lokalisation benannte Zisternen umfaßt.
-



Bei diesem Querschnitt durch das **Mittelhirn** in Höhe der Colliculi rostrales handelt es sich bei der mit "**B**" bezeichnete Struktur um den **Nucleus ruber**. Dieser Kern stellt eine wichtige Schaltstelle im motorischen System dar. Über Verbindungen zum Kleinhirn nimmt er Einfluß auf die Feinmotorik, während seine Rückenmarksprojektionen die Motoneurone der Beugemuskulatur aktivieren.

Rostral des Nucleus ruber liegt der mit "E" markierte **Pedunculus cerebri**, in dem kortikospinale, kortikonukleäre und kortikopontine Bahnen nach kaudal verlaufen. **Zwischen** diesen beiden geschilderten Strukturen B und E liegt ein auf dem Bild leicht **gräulich** erscheinender Streifen. Bei diesem Kernkomplex handelt es sich um die **Substantia nigra**. Dieses Zentrum wirkt wesentlich beim Bewegungsantrieb und der Initiation adäquater Reize mit.

- (A) Die dorsal gelegenen **Colliculi superiores** (rostrales) sind hier mit "A" gekennzeichnet. Sie stellen ein Reflexzentrum für reflektorische Augenbewegungen und Augenschutzreflexe dar.
- (B) Bei diesem Horizontalschnitt handelt es sich bei den mit "C" markierten, paarigen Strukturen um die **Corpora mamillaria**. Diese gehören zum limbischen System des **Großhirns**, und sind für die Gedächtnisfunktion, das Affektverhalten sowie die Beeinflussung von Sexualfunktionen mitverantwortlich.
- (D) Der mit "D" bezeichnete Gyrus ist nicht eindeutig zuzuordnen, geht hier aber im Verlauf nach rostral in den **Hippocampus** über.



Die Abbildung zeigt einen paramedianen Sagittalschnitt durch die rechte Gehirnhälfte. Die Sternchen bezeichnen folgende Strukturen:

- linkes unteres Sternchen: **Putamen**
- linkes oberes Sternchen: **Nucleus caudatus**
- rechtes unteres Sternchen: **Thalamus**
- rechtes oberes Sternchen: **Fornix**

Die **Capsula interna** ist nicht markiert, zieht aber zwischen den beiden unteren Sternchen hindurch.

In dieser Markschicht ziehen nahezu alle auf- und absteigenden **Projektionsfasern von und zum Kortex**.



In dieser Abbildung werden verschiedene Strukturen von Hirnstamm und Zwischenhirn abgefragt.

Die auf der Abbildung mit dem schwarzen Punkt markierte Struktur kennzeichnet das **Tegmentum mesencephalicum:**

Diese Mittelhirnhaube liegt zwischen den Basen der Pedunculi cerebri und dem Aquädukt. Wichtige Kernkomplexe sind:

- Der **Nucleus ruber** hat zahlreiche Faserverbindungen zu motorischen Zentren. Mit dem Kleinhirn koordiniert er die Feinmotorik, und seine extrapyramidalen Bahnen zum Rückenmark aktivieren die Motoneurone der Flexoren.
- Die **Formatio reticularis** ist das "Netzwerk" des Hirnstamms und beinhaltet z.B. das Atem- und Kreislaufzentrum. Außerdem koordiniert sie die Hirnnerven, beeinflusst über extrapyramidale Bahnen den Tonus der Rumpf- und Extremitätenmuskulatur und beinhaltet das Schlaf-Wach-Zentrum.
- Die **Substantia nigra** ist ein wichtiges motorisches Zentrum, denn sie erhält Afferenzen aus dem Kortex und dem **Striatum**. Dorthin ziehen auch ein Großteil der **dopaminergen Efferenzen** der Substantia nigra. Die Neurone des Striatums **inhibieren** die motorischen Impulse des Großhirns. Das Dopamin der Substantia nigra wiederum hemmt das Striatum. Somit wirkt die Substantia nigra als Bewegungsantrieb. Eine Störung in der Dopaminsynthese führt zur **Parkinson-** Krankheit (Hypokinetisch-hyper-tonisches Syndrom).

Auf der Abbildung mit einem weißen Punkt markiert ist das **Tectum mesencephalicum:**

Die Vierhügelplatte liegt dorsal des Aquädukts und beinhaltet in den Colliculi superiores ein **optisches Reflexzentrum**. Dieses dient den reflektorischen Augenbewegungen (Sakkaden) und den Augenschutzreflexen (Lidschlußreflex). Die Colliculi inferiores sind eine Umschaltstation der **Hörbahn**, die von hier aus zum Thalamus weiterläuft.

zu (A) Der **Pons** wölbt sich an der Basis des Hirnstamms nach ventral vor. Nach rostral grenzt der Pons an die Crura cerebri und median findet sich eine Furche, Sulcus basilaris, die die A. basilaris aufnimmt. Nach lateral schließen sich beidseits die mittleren Kleinhirnstiele an.

zu (D) Der **Hypothalamus** zählt zum Zwischenhirn und grenzt an den unteren Abschnitt des 3. Ventrikels. Basal kommt das Chiasma opticum und rostral die Lamina terminalis und die Commissura anterior zu liegen. Nach kaudal schließen sich die Corpora mamillaria an.

zu (E) Die **Epiphyse** ist ein unpaares Organ des Zwischenhirns, welches sich dorsal an der Hinterwand des 3. Ventrikels befindet und den oberen Hügeln des Mittelhirns anliegt. Ihre neuronähnlichen Pinealozyten bilden Melatonin.



Die Schnittebene der Abbildung liegt auf Höhe des Bodens des Mittelteils der Seitenventrikel. Bei der mit A gekennzeichneten Struktur handelt es sich um das Crus fornicis.

Der **Fornix** ist ein **Faserbündel**, das vom Hippocampus in einem Bogen von hinten nach vorne verläuft und im Corpus mamillare endet:

- Der aufsteigende Teil, **Crus fornicis**, verbindet sich über dem dritten Ventrikel mit dem Fornix der Gegenseite zum **Corpus fornicis**. Im absteigenden Teil trennen sich die beiden Fornixschenkel wieder und ziehen als **Columna fornicis** beidseits zum **Corpus mamillare**.
- Über den **Fornix** erhalten die paarigen Corpora mamillaria Afferenzen aus dem **Hippocampus des limbischen Systems** (Lernvorgänge, Aggressions-, Motivationsverhalten und Bewußtsein).

Der Fornix ist Teil des sog. **Papez-Neuronenkreises**:

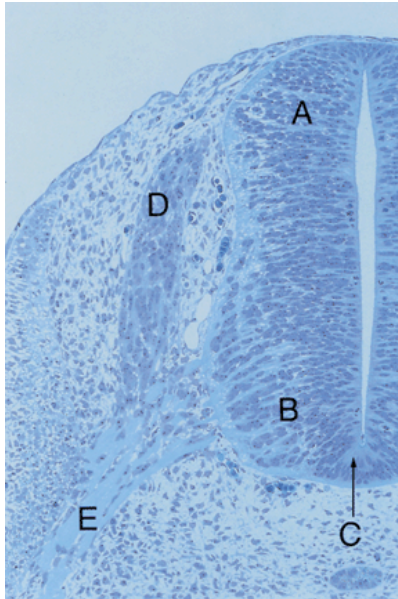
Hippocampus → **Fornix** → **Corpora mamillaria** → **Ncl. anteriores thalami** → **Gyrus cinguli** → **Hippocampus**

(B) Septum pellucidum: rostrale Scheidewand der Seitenventrikel

(C) Das "C" und der Punkt des Hinweisstriches markieren den okzipitalen Teil des Balkens (Corpus callosum). Vielleicht ist dieser Hinweisstrich aber auch falschrum angebracht. Das schmale Ende dieser Markierung liegt im Bereich des Gyrus cinguli.

- (D) Thalamus
 - (E) Genu corpus callosum
-

EMBRYOLOGIE

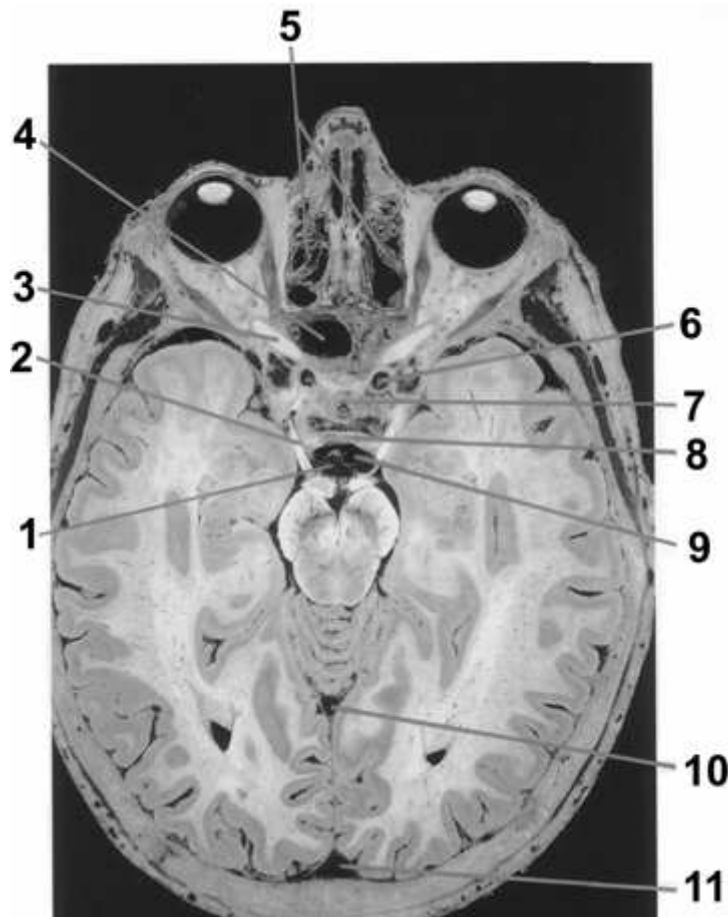


Die Abbildung zeigt einen Querschnitt durch das **embryonale Rückenmark** eines ca. 6 Wochen alten Embryos.

Folgende Strukturen sind dargestellt:

- (A) **Flügelplatte**. Aus ihr wird sich das spätere **Hinterhorn** des Rückenmarks entwickeln.
- (B) **Grundplatte**. Sie wird das spätere **Vorderhorn** des Rückenmarks darstellen.
- (C) **Bodenplatte**
- (D) späteres **Spinalganglion**.
- (E) spätere **Spinalnerv**

In der Mitte des embryonalen Rückenmarks (hier rechts im Bild) liegt der **Neuralkanal** mit dem Sulcus limitans. Der Neuralkanal wird zum späteren **Zentralkanal**.



1 A. basilaris

2 N. oculomotorius

3 N. opticus

4 Sinus sphenoidalis

5 Cellulae ethmoidales

6 A. carotis interna

7 Infundibulum und Hypophyse

8 Clivus

9 Cisterna basalis

10 Sinus rectus

11 Sinus sagittales superior

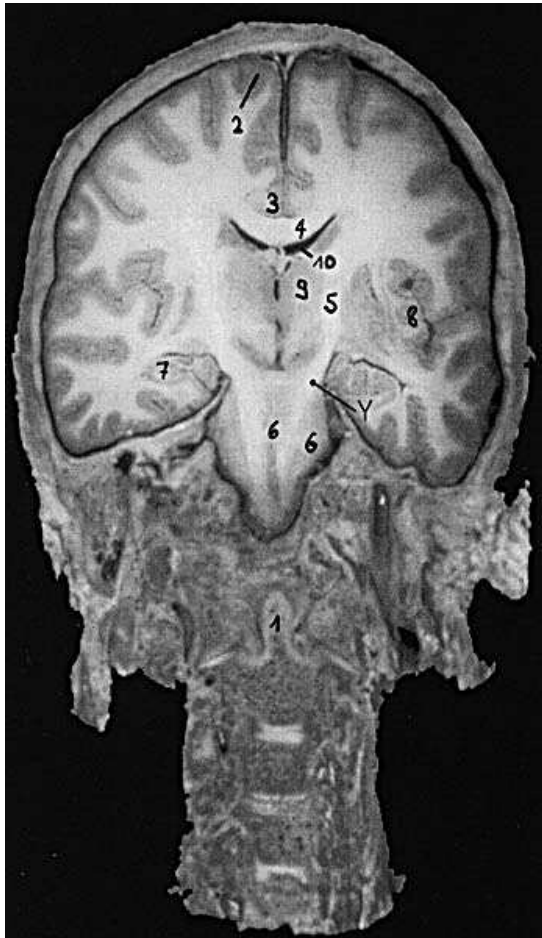
Der III Ventrikel ist NICHT sichtbar

Frontalschnitt durch das Gehirn in Höhe des Dens axis (hier mit **1** bezeichnet).

Mit **Y** ist hier die **Pyramidenbahn** bezeichnet. In dieser Höhe besteht die Pyramidenbahn aus Anteilen des **Tractus corticospinalis**, **Tractus corticonuclearis** und des **Tractus corticopontinus**. In den beiden Erstgenannten ziehen motorische Efferenzen aus dem Großhirnkortex an die Motoneurone im Rückenmark oder den zu Hirnnervenkernen.

Im **Tractus corticopontinus** hingegen laufen motorische Impulse aus dem Großhirnkortex zu den **Nuclei pontis**, die die Informationen zur Koordination an das Kleinhirn weiterleiten.

Nachfolgend noch einige Markierungen, für eventuelle künftige Fragen.



- 1 Dens axis
- 2 Gyrus frontalis superior
- 3 Gyrus cinguli
- 4 Corpus callosum (Balken)
- 5 Capsula interna
- 6 Markierung jeweils im Pons
- 7 Hippocampus
- 8 Lobus insularis (Insellappen)
- 9 Thalamus
- 10 Seitenventrikel



Auf der Abbildung ist ein Horizontalschnitt durch das Großhirn in Höhe der Stammganglien gezeigt. Der Pfeil deutet auf das **Corpus geniculatum laterale**, dessen freie Oberfläche von der **Pia mater bedeckt** ist. Es ist ein Teil des **Diencephalons** und schaltet die vom Tractus opticus kommenden Fasern auf das 4. Neuron um, dabei wird die retinotopie Gliederung gewahrt. Vom Corpus geniculatum laterale zieht die **Sehstrahlung** dann durch das Crus posterius der Capsula interna zur **Area striata im Occipitallappen**. Vom Corpus geniculatum laterale zieht auch ein Teil der Fasern ins Mittelhirn zum **Colliculus superior** und endet an den Nuclei praetectalis. Diese projizieren auf den ipsilateralen und kontralateralen parasympathischen Kern des N. oculomotorius und beteiligen sich am Pupillenreflex. Die Blutversorgung erfolgt durch die **A. cerebri posterior** im Gegensatz zu den Stammganglien, die durch die A. cerebri media versorgt werden.

Der **Lobus temporalis** beherbergt im Gyrus temporalis transversus die Heschlschen Querwindungen, die primäre Hörrinde. Afferenzen erhält sie aus dem Genuculatum mediale, dem 4. Neuron der Hörbahn.