

ANATOMIE

Zu Besuch in der Technikzentrale

Der Hirnstamm dient als zentraler Verkehrsknoten des Nervensystems: Er verbindet das Gehirn mit dem Rückenmark, das Groß- mit dem Kleinhirn und hält darüber hinaus unseren gesamten Organismus am Laufen. Einblicke in die Hausmeisterei unseres Oberstübchens

VON HELMUT WICHT

Haben Sie schon einmal probiert, eine Walnuss zu öffnen und den Kern am Stück herauszupfrieren? Gar nicht so einfach, oder? Die Schale ist hart, der Kern weich und zerbrechlich, und außerdem gibt es da noch diese ungenießbaren, holzigen Zwischenwände, die von der Schale ausgehend die einzelnen Segmente trennen.

Mit ganz ähnlichen Problemen kämpft ein Anatom, der versucht, ein Gehirn intakt aus dem Schädel herauszupräparieren. Alles ist fürchterlich eng, der Knochen steinhart und die Hirnmasse ziemlich weich. Und wie in der Walnuss gibt es auch hier zähe, pergamentartige Trennwände zwischen den einzel-

nen Lappen des Gehirns (siehe Bild S. 60). Diese »Septen« gehören zur harten Hirnhaut, der Dura mater.

Wenn der Anatom das Gehirn endlich freigelegt hat, macht er traditionell – nach einer Gedenkminute – zwei Schnitte, die das Organ in drei Teile zerlegen (siehe Bild S. 61). Zunächst setzt das Skalpell dort an, wo das hintere Duraseptum lag – am so genannten Kleinhirnzelt oder Tentorium. So trennt der Anatom das Großhirn vom Rest. Dann schneidet er das Kleinhirn ab – leicht zu erkennen an dessen feineren Windungen.

Was jetzt noch übrig bleibt, ist der zentrale Teil des Gehirns, der sich ursprünglich im »Tentoriumsschlitz« befand und so ziemlich alles miteinander verband: das Rückenmark mit dem Hirn

und dort wiederum das Groß- mit dem Kleinhirn. Passenderweise bekam dieses etwa daumenlange Gebilde den Namen »Truncus cerebri«: Hirnstamm. An ihm hängen alle anderen Teile des Nervensystems – wie die Äste am Stamm eines Baums.

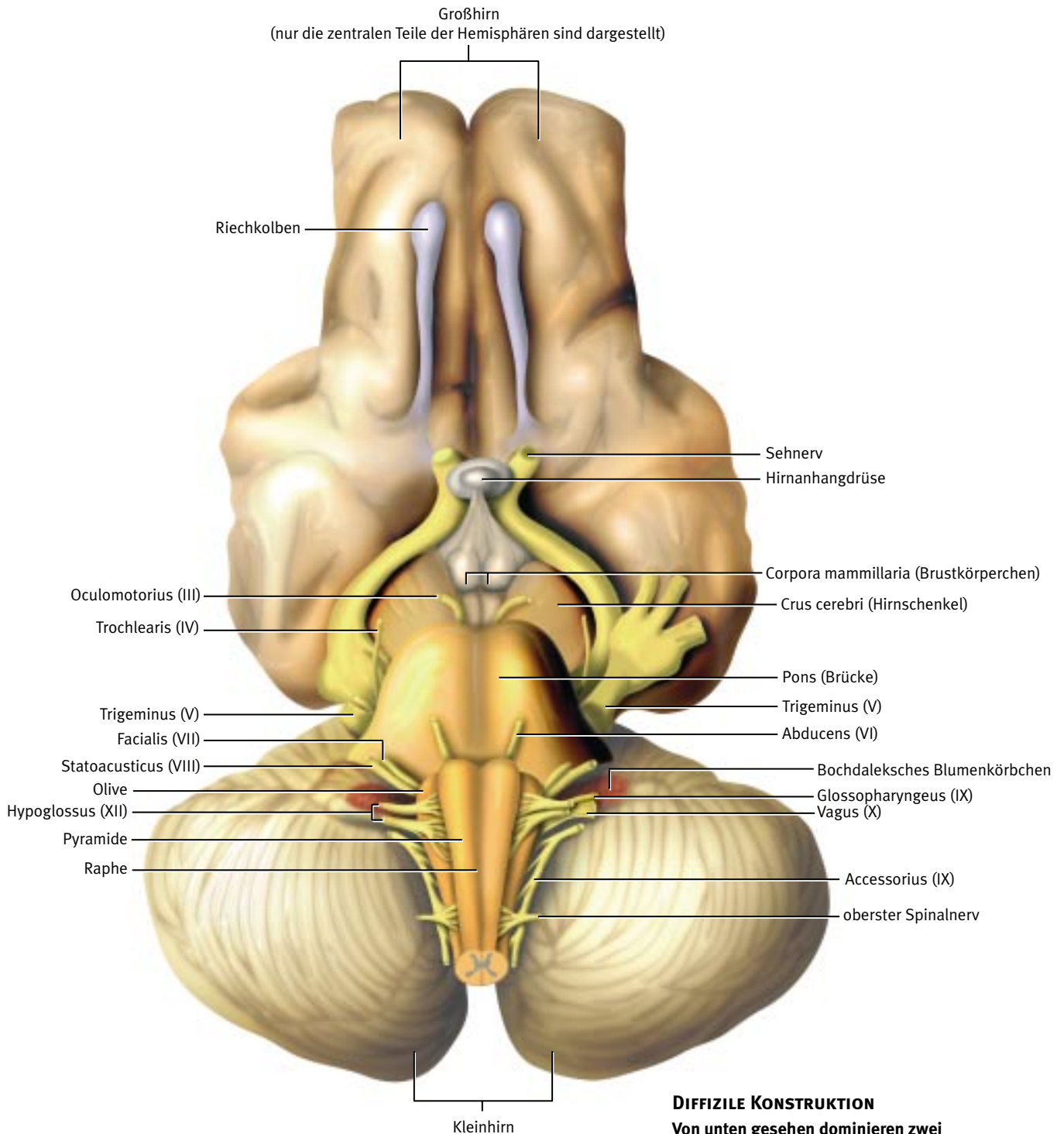
Damit dürfte bereits klar sein: Ohne Hirnstamm geht nichts! Er verknüpft nicht nur alle neuronalen Kommandoräume miteinander, sondern fungiert gleichzeitig auch noch als eine Art Haus-technikzentrale im Keller, durch die sämtliche Versorgungsleitungen führen und in der zudem all die Maschinen, Pumpen, Regler, Generatoren stehen, die den Laden am Laufen halten. Darüber hinaus liegen im Hirnstammkeller jede Menge Leitungen, die Hirnnerven, über die das Oberstübchen mit dem Rest der Welt kommuniziert.

Von unten betrachtet sieht der Hirnstamm auf den ersten Blick aus wie ein »Y«, das von einem dicken, umgedrehten »U« überspannt wird (siehe Bild rechts). Die Arme des Y sind die Hirnschenkel (Crura cerebri). Sie bestehen aus Nervenfasern, die von der Großhirnrinde her kommen.

SERIE NEUROANATOMIE FÜR EINSTEIGER: TEIL III

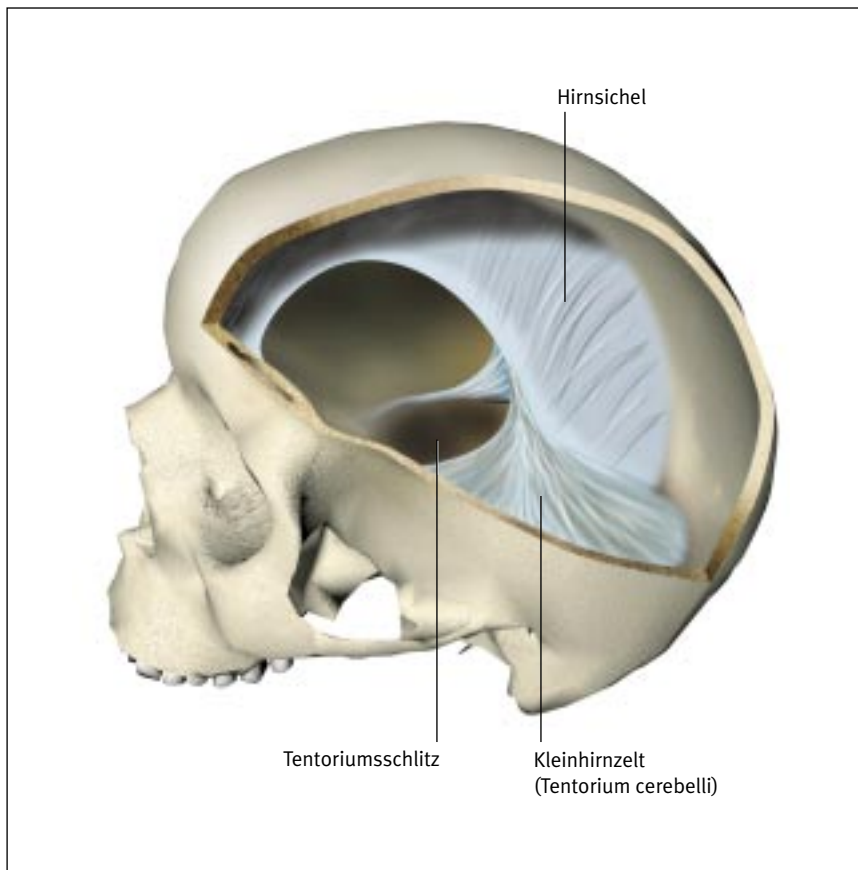
Wie halten Sie es mit der Neuroanatomie?
Eine Einführung in Aufbau und Funktionen des Nervensystems

- ▶ Die Nerven (4/06) ▶ Das Rückenmark (5/06) ▶ Der Hirnstamm (6/06) ▶ Thalamus und Zwischenhirn (7-8/06) ▶ Das limbische System (9/06) ▶ Die Basalganglien (10/06)
- ▶ Das Kleinhirn (11/06) ▶ Die Großhirnlappen (12/06)



DIFFIZILE KONSTRUKTION

Von unten gesehen dominieren zwei verschiedene »Bauwerke« den Hirnstamm: die Brücke (Pons) und gleich darunter die Pyramiden. Drumherum kommen verschiedene Leitungen, die Hirnnerven, zum Vorschein, über die das Oberstübchen mit andern Körperteilen kommuniziert.



GEKNACKTE NUSS

Die zähen »Durasepten« ragen tief in den Schädelinnenraum hinein: als Hirnsichel zwischen die beiden Großhirnhälften sowie als Kleinhirnzelt (Tentorium cerebelli) zwischen Groß- und Kleinhirn.

▷ Diese Struktur dürfte die Fantasie der – fast ausschließlich männlichen – Neuroanatomen der ersten Stunde angeregt haben, denn mit etwas Vorstellungskraft lässt sich hierin eine Collage weiblicher Geschlechtsmerkmale erkennen. Nur dass an der Stelle, an der normalerweise die Scham zwischen den Schenkeln läge, sich hier die »Brüste des Gehirns« befinden: Die beiden auffälligen, halbkugeligen Gebilde heißen tatsächlich ganz offiziell Brustkörperchen – lateinisch Corpora mammillaria.

Neben ihnen kommt auf beiden Seiten der dritte Hirnnerv zum Vorschein, der die meisten Augenmuskeln versorgt. Gleich hinter den Brustkörperchen verschwinden die Y-Schenkel unter dem um-

gedrehten U, das wie eine breite Klammer das Kleinhirn am Hirnstamm befestigt. Die eigentümliche Form gab der Struktur ihren Namen: Brücke, lateinisch Pons. An ihrer Seite tritt der fünfte Hirnnerv, der Trigeminus, hervor, zuständig für einen Großteil der Signalübermittlung im Kopfbereich. Dank seiner Hilfe können wir zum Beispiel kauen und schlucken, leiden aber auch unter Zahnhöh oder einer schallenden Ohrfeige.

ACHTUNG – HIER WIRD'S RICHTIG ENG!

Wandert man von der Brücke aus in Richtung Rückenmark, wird die Sache ein wenig unübersichtlich. In einem engen Winkel zwischen Kleinhirn und Brücke drängen sich fünf Hirnnerven dicht an dicht: Einer ist fürs Schmecken und die Mimik zuständig (Facialis), einer fürs Hören und das Gleichgewicht (Statoacusticus), einer fürs Schlucken (Glossopharyngeus), einer für zwei Muskeln in Hals und Nacken (Accessoryus). Außerdem gibt es da noch den Vagusnerv, der als wichtiger Teil des autonomen Nervensystems unglaublich viele

Aufgaben erfüllt – von der Kehlkopfsteuerung beim Sprechen bis hin zur Regulation der Aktivität der inneren Organe (siehe Gehirn&Geist 4/2006, S. 18).

Als wäre das alles noch nicht genug, quetscht sich eine weitere auffällige Struktur in den Kleinhirnbrückenwinkel – so bezeichnen Neuroanatomen diesen Zwickel auch ganz offiziell. Sie sieht aus wie ein eng gebundener Miniatur-Blumenstrauß mit winzigen Blüten. Entsprechend heißt sie auch »Bochdaleksches Blumenkörbchen«, benannt nach dem tschechischen Anatomen Vinzenz Alexander Bochdalek (1802–1883). Bei den in Formalin eingelegten Hirnpräparaten, die in jeder Anatomiesammlung zu bestaunen sind, ähnelt es zwar eher einem vergammelten Brokkoli – ganz welk und grau. Im lebenden Gehirn jedoch strahlt es leuchtend rot, denn es wird besonders gut durchblutet. Kein Wunder, schließlich besteht seine Aufgabe darin, das so genannte Hirnwasser – den Liquor cerebrospinalis – zu produzieren, in dem Gehirn und Rückenmark schwimmen.

Zur Mitte hin gibt es dann wieder etwas mehr Platz. Davon profitiert der dort hervortretende sechste Hirnnerv – der Abducens, der nur einen Augenmuskel versorgt. Außerdem tauchen hier zwei schlanke Säulen unter der Brücke auf, die weiter bis zum Rückenmark führen. Irgendjemand mit einem Faible fürs alte Ägypten taufte sie einst Pyramiden, obwohl sie eigentlich eher Obelisken gleichen. In ihnen verlaufen Nervenfasern, die Bewegungsimpulse von der Großhirnrinde zum Rückenmark leiten (siehe Gehirn&Geist 5/2006, S. 64); sie bilden die so genannte Pyramidenbahn.

Die meisten dieser Fasern wechseln am spitzen, unteren Ende der Pyramide auf die gegenüberliegende Seite. Was erklärt, warum etwa nach einem Schlaganfall in der rechten Hirnhälfte die linke Körperhälfte gelähmt ist – und umgekehrt. Solche »Rechts-links-Kreuzungen« finden sich auch an vielen anderen Stellen im Zentralnervensystem. Über ihren tieferen Sinn rätseln Anatomen bis heute. Denn ungekreuzte Nervenbahnen würden schließlich genauso gut funktionieren.

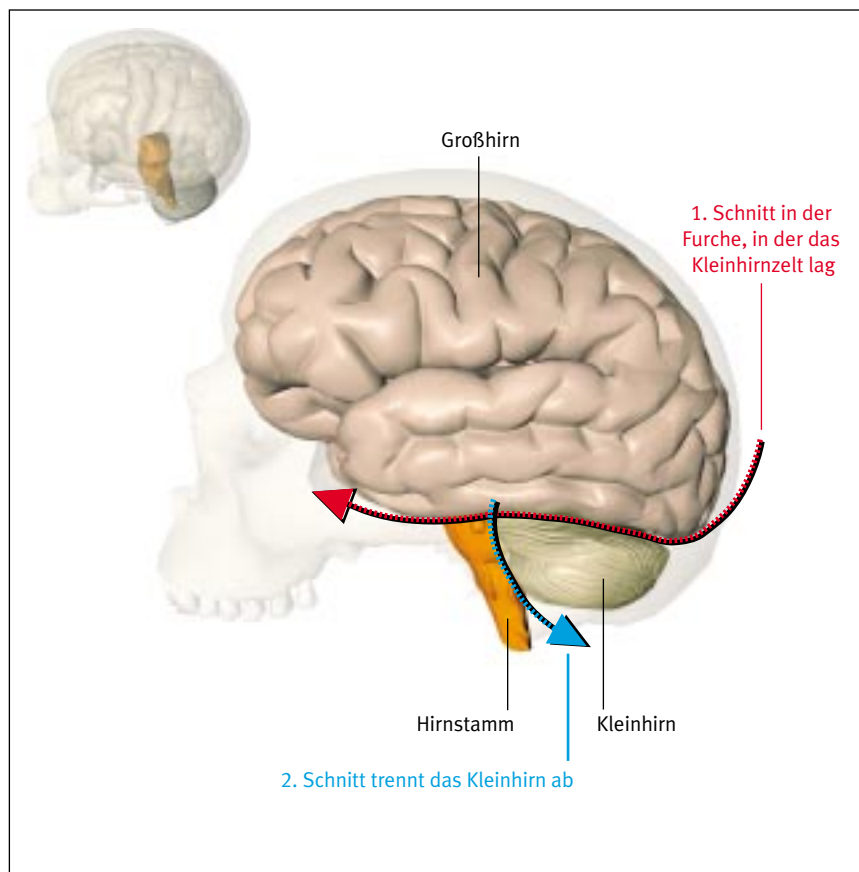
Seitlich der Pyramide stoßen wir auf den zwölften Hirnnerv, den Hypoglossus, der zu den Zungenmuskeln führt. Weiter abwärts sprießen dann schon die obersten Rückenmarksnerven, die im zweiten Teil dieser Serie im Rampenlicht standen. Neben dem Hypoglossus springt eine länglich ovale Struktur hervor. Hier hatte ein Anatom mal wieder – ähnlich wie beim Blumenkürbchen – eine Assoziation aus der Pflanzenwelt und taufte sie Olive. Untere Olive, um genau zu sein, denn es gibt auch noch eine obere; die liegt aber im Innern des Hirnstamms unter der Brücke verborgen.

GLÜCKSKERNE GEFÄLLIG?

Genau auf der Mittellinie des Hirnstamms, tief eingeschnitten zwischen den Pyramiden, verläuft eine Längsnaht, die Raphe. Direkt unter ihr, im Nervengewebe, befinden sich die Raphekerne. Je nachdem handelt es sich dabei um die »Glücks-« oder die »Unglückskerne« des Gehirns: Ihre langen, weit verzweigten Nervenfasern durchziehen fast das gesamte Nervensystem, und besonders viele davon enden in der Großhirnrinde. Dort schütten sie den Botenstoff Serotonin aus. Und das besonders reichlich, wenn man sich etwa an der Technodroge Ecstasy vergreift, was dann eine ungeheure Euphorie hervorruft. Werden dadurch allerdings sämtliche Serotoninvorräte verbraucht oder gar die Zellen selbst geschädigt, schlägt die überschäumende Stimmung schnell in eine handfeste Depression um.

Bisher haben wir den Hirnstamm nur von unten erkundet. Dreht man ihn nun um (siehe Bild S. 62), erkennt man zwischen und über den Hirnschenkeln eine Platte, von der vier Buckel aufragen: die Lamina quadrigemina oder Vierhügelplatte. Die oberen beiden Erhebungen haben mit dem Sehen zu tun, die unteren mit dem Hören.

Entgegen einem weit verbreiteten Vorurteil besitzt die Großhirnrinde nämlich keineswegs ein Monopol auf sämtliche Sinneswahrnehmungen, sondern lediglich auf die bewussten! Das sieht man etwa bei Menschen, die auf Grund der Zerstörung der Sehrinde erblindet sind.



Bewegt sich plötzlich etwas im Gesichtsfeld eines Betroffenen, richtet er unwillkürlich seine Augen auf diesen Reiz aus – obwohl er steif und fest behauptet, nichts zu sehen. Ähnliche Phänomene gibt es beim Hören. Solche visuellen und akustischen Reflexe werden vom oberen beziehungsweise unteren Hügelpaar vermittelt. Hinter letzterem lugt übrigens ein weiterer Hirnnerv hervor, der Trochlearis. Er ist extrem dünn, weil er nur einen einzigen Muskel am Auge innerviert.

Und dann kommt ein großes Loch! Es entstand, als der Anatom das Kleinhirn mit dem zweiten Schnitt von den Stielen abschnitt, die es mit dem Hirnstamm verbanden. Dazu muss man wissen, dass das Gehirn innen hohl ist. Dieses Loch gehört demnach zu seinen inneren Hohlräumen. Es ist annähernd rautenförmig und heißt deswegen Rautengrube (Fossa rhomboidea).

Dort ist hinten seitlich ein dünnes Häutchen zu erkennen, das sich nach außen in den Kleinhirnbrückenwinkel vorstülpt. Dabei handelt es sich wiederum um nichts anderes als das Blumenkürbchen des Herrn Bochdalek! Über Löcher

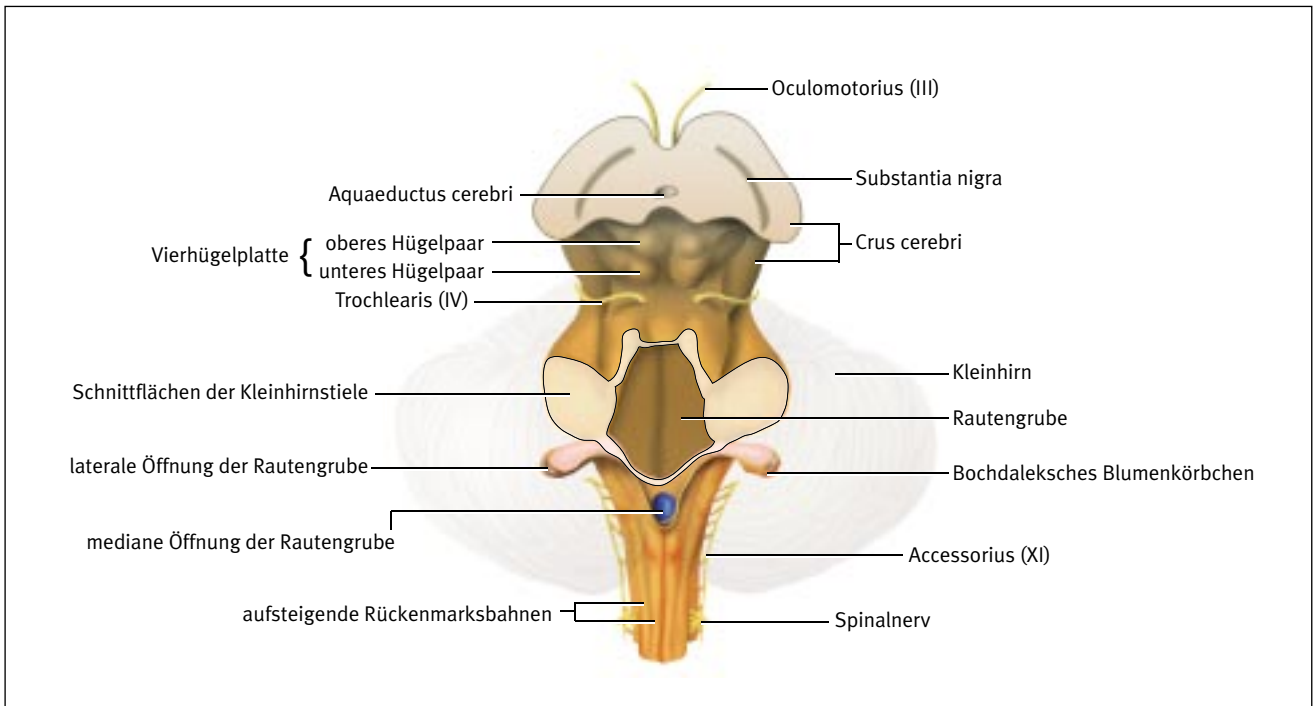
ANATOMISCHE DREIEINIGKEIT

Nach Freilegung eines Gehirns zerlegt der Anatom das gute Stück traditionell mit zwei Schnitten in drei Teile. Der erste verläuft in der Furche, in der das Kleinhirnzelt lag, der zweite trennt das Kleinhirn vom Hirnstamm.

in diesem Häutchen steht der innere Hohlraum mit dem Raum um das Gehirn herum in Verbindung.

Diese Löcher sind ungeheuer wichtig. Denn wenn sie verstopft sind – und das kommt durchaus vor –, kann der Liquor cerebrospinalis nicht mehr abfließen. Die Flüssigkeit staut sich dann im Innern des Gehirns und bläht es gewissermaßen auf. Folge: der berühmte Wasserkopf. Und der ist gar nicht gut für das Gehirn; denn hält der dabei entstehende Druck an, kann es massiven Schaden nehmen.

Unsere Reise ist noch nicht zu Ende: Weiter zum Rückenmark hin sind wieder säulenartige Strukturen zu erkennen, ähnlich wie die Pyramiden an der Unter-



▷ seite des Hirnstamms. Nur dass hier keine motorischen Nervenfasern, sondern Bahnen für Sinnesinformationen aus dem Rückenmark verlaufen.

REISE INS INNERE DES HIRNSTAMMS

Bislang haben wir im wahrsten Sinn des Wortes nur an der Oberfläche des Hirnstamms gekratzt. Wie aber sieht seine innere Struktur aus? Da gibt es zum einen alle möglichen Gruppen von Nervenzellkörpern: »motorische«, aus denen die für Bewegungen zuständigen Teile der Hirnnerven entspringen; »sensible«, zu denen die Sinnesfasern führen; sowie ziemlich viele andere, die irgendetwas mit dem Verteilen von Informationen zu tun haben.

Einige Leitungen laufen einfach nur durch den Hirnstamm hindurch, andere wiederum werden über Umschaltstationen zu verschiedenen Zielgebieten geschickt. Eines der berühmtesten dieser Relais ist die so genannte Substantia nigra – die »schwarze Substanz«, deren Schädigung die Symptome der Parkinsonkrankheit hervorruft (siehe Gehirn&Geist 9/2005, S. 20).

Last but not least finden wir da noch das Allerwichtigste im Hirnstamm: die »Formatio reticularis«. Diese können Sie sich ungefähr wie ein Stück Emmentaler-Käse vorstellen, bei dem die Löcher

für die im Mikroskop klar abgrenzbaren Nervenzellgruppen stehen. Der ganze Rest – sozusagen der Neuronenozean, der diese Inseln umgibt – ist die Formatio reticularis.

Und die kriegt wie ein langjähriger Hausmeister allen Tratsch und Klatsch im Nervensystem mit! Denn von sämtlichen neuronalen Systemen führen Abzweigungen zu ihr, selbst wenn ihre Leitungen den Hirnstamm scheinbar nur passieren. Da überrascht es kaum, dass sich hier auch so ziemlich alles Grundlegende abspielt. Der Atemrhythmus wird erzeugt, die Herzfrequenz eingestellt, der Blutdruck und die globale Muskelspannung reguliert – kurzum: Hier sitzt die Haustechnikzentrale.

Dummerweise geht es nun aber genau an dieser Stelle im Kopf so richtig eng zu. Denn die verflixten Durasepten, die schon beim Freilegen des Gehirns so viel Stress verursachten, treffen hier zusammen und bilden den Tentoriumschlitz. Und darin kann sich der Hirnstamm ganz schön einklemmen, wenn zum Beispiel ein Bluterguss oder eine Schwellung auf ihn drückt. Dann geht im schlimmsten Fall alles rasend schnell: Hirnstamm eingeklemmt, Blutzufuhr abgedrückt, Atemstillstand, mausetot.

Deshalb gilt bei Verdacht auf eine Gehirnerschütterung, die prinzipiell immer

HÜGELLANDSCHAFT MIT KRATER
 Betrachtet man den Hirnstamm von oben, fallen zunächst vor allem die Vierhügelplatte (im Bild oben) und das »große Loch« darunter – die Rautengrube – ins Auge. Auf der Schnittfläche sieht man einen dünnen Kanal, den Aquaeductus cerebri (»Wasserleitung«); er mündet in die Rautengrube.

eine Schwellung oder Blutung zur Folge haben kann: unbedingt zur Beobachtung ins Krankenhaus! Damit man notfalls sofort die »Nuss« aufbrechen und Druck ablassen kann. Keine Angst, Neurochirurgen sind die versiertesten Nussknacker der Welt, sie machen kaum jemals etwas kaputt. Es sei denn, sie müssen ... ◀

HELMUT WICHT ist promovierter Biologe und Privatdozent für Anatomie an der Dr. Senckenbergischen Anatomie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.

Literaturtipp
 Kahl, W., Frotscher, M.: Taschenatlas der Anatomie, Bd. 3: Nervensystem und Sinnesorgane. Stuttgart: Thieme 2005 (9. Aufl.).