

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

*Wissenschaftlicher Film C 858/1962*

**Die weiße Substanz des menschlichen Gehirns**

Begleitveröffentlichung von

Prof. Dr. med. et phil. H. BECHER

Mit 4 Abbildungen

GÖTTINGEN 1965

Der Film ist für die Verwendung im Hochschulunterricht  
bestimmt

Länge der Kopie (16-mm-Stummfilm, schwarz-weiß): 127 m  
Vorfühdauer: 12 Min. — Vorführgeschwindigkeit: 24 B/s

Der Film zeigt Aufnahmen vom Medio-Sagittalschnitt des  
Gehirns, die weiße Substanz nach Entfernung der Hirnrinde,  
Faserverläufe in der weißen Substanz wie Tractus opticus,  
Corona radiata, Fasersysteme der Brücke, Tractus cerebello-  
rubralis usw.

Der Film wurde in den Jahren 1960–1962 aufgenommen  
Veröffentlichung aus dem Anatomischen Institut der  
Universität Münster

Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. BECHER  
und

dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen  
(Direktor: Dr.-Ing. G. WOLF)

Dr. K.-H. HÖFLING

Aufnahme: G. BAUCH, H. WITTMANN

# Die weiße Substanz des menschlichen Gehirns

H. BECHER, Münster

## Allgemeine Vorbemerkungen

Die weiße Substanz besteht aus den Nervenzellfortsätzen (Neuriten) und Neuroglia. Die Neuriten sind bis auf ihren Ursprungskonus aus den Ganglienzellen und die terminale Endstrecke von lipoidhaltigen, daher weiß erscheinenden Markscheiden umgeben und verknüpfen die Nervenzellareale und Nervenzellanhäufungen (Großhirnrinde, Kleinhirnrinde, Ganglien, Nuclei) des zentralen und peripheren Nervensystems. Die weiße Substanz bildet somit ein räumliches Flechtwerk parallelziehender und sich kreuzender Bahnensysteme.

Vereinfacht lassen sich die Nervenbahnen nach ihrem Verlauf einteilen

1. in Querverbindungen, die beide Hirn- oder Rückenmarkshälften verbinden (Kommissurensysteme);
2. in solche, die getrennt liegende Areale und Kerne der gleichen Hemisphäre verbinden (Assoziationssysteme);
3. in Längsverbindungen, die Gebiete verschiedener kranio-kaudaler Höhenlage oder verschiedene Segmente miteinander gekreuzt oder ungekreuzt verbinden (Projektionssysteme).

Da die Nervenfasern der weißen Substanz eine verbindende Aufgabe haben, sind sie im Großhirn und im Kleinhirn fast durchweg zentral gelegen, umgeben von einem Mantel grauer Substanz (Rinde, cortex; grau gefärbt wegen des Reichtums an relativ lipoidarmen Zellkörpern). Nur basal, am Übergang zum Hirnstamm, sind räumlich ausgedehnte Ganglienzellkomplexe (basale Ganglien) in die Fasermasse der Hemisphären eingelagert und teilen sie dadurch in verschiedene Faserplatten, die im Großhirn-Zwischenhirnbereich als „Kapseln“ bezeichnet werden. (Beim Rückenmark liegt die weiße Substanz außen, die graue, nervenzellhaltige Substanz in Form der H-Figur des Querschnittsbildes zentral.)

Durch geeignete Präparationsverfahren lassen sich bestimmte Bahnensysteme aus den zunächst einheitlich erscheinenden Faserzügen und -geflechten darstellen. Manche Bahnen sind mit bloßem Auge als weiße Faserbündel und Faserzüge ohne besondere Präparation kenntlich.

So sind die Kommissurensysteme, deren mächtigste der Balken, das Corpus callosum ist, aber auch die vordere und hintere Kommissur auf Frontalschnitten durch das Gehirn als weiße Faserzüge sichtbar.

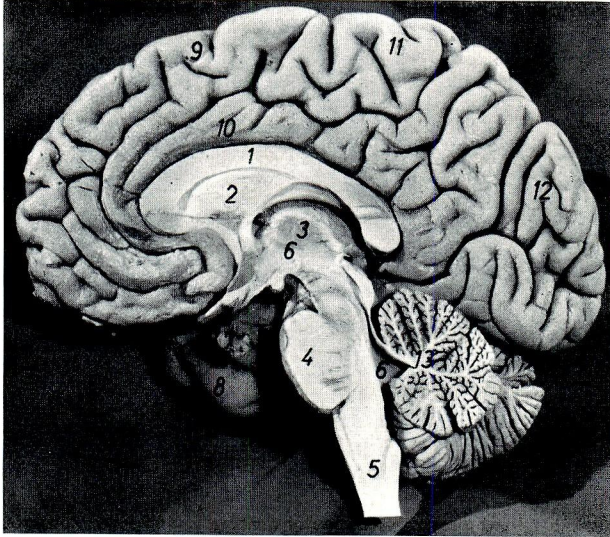


Abb. 1. Rechte Hemisphäre von medial gesehen  
mit Kleinhirn und Medulla von medial

1. corpus callosum genu truncus splenium; 2. septum pellucidum; 3. thalamus; 4. pons; 5. medulla oblongata; 6. III. IV. Ventrikel; 7. hypophysis; 8. polus temporalis; 9. g. frontalis sup.; 10. g. cinguli; 11. lobulus paracentralis; 12. cuneus; 13. arbor vitae cerebelli

Die Projektionssysteme der Hemisphären lassen sich durch vorsichtige Abfaserung von den sie durchflechtenden und überlagernden, sagittal verlaufenden Faserzügen der Assoziationssysteme trennen und in ihrer Gesamtheit als einen mächtigen, strahlenförmig von der Hirnbasis ausgehenden Faserfächer (Corona radiata) darstellen (Abb. 3). Weiter basal erfolgt die schon erwähnte Aufspaltung in Faserschichten (Kapseln), von denen die sog. Innere Kapsel (Capsula interna) die mächtigste und wichtigste ist. In der Inneren Kapsel verlaufen die überaus bedeutsamen Verbindungen vom Großhirn zum Hirnstamm und zum Kleinhirn (Tractus corticopontini und Tractus corticocerebellares), vom Großhirn zum Rückenmark (Pyramidenbahn, Tractus corticospinalis) und die große Zahl der wechselseitigen Verbindungen zwischen Großhirn und

Thalamus, die sich als sog. Thalamusstiele isolieren lassen (Fasciculi corticothalamici und Fasciculi thalamocorticales). Einen Teil der Fasciculi thalamocorticales stellen die sensorischen, akustischen und optischen Projektionssysteme dar. Vor allem die Sehstrahlung (Gratiolet) tritt deutlich in Erscheinung als Region, in der flach gebündelte Faserzüge in etwa horizontalem, lateral-konvexem Verlauf vom hinteren Schenkel der Inneren Kapsel nach occipital zum Sulcus calcarinus an der medialen Fläche des Hinterhauptslappens ziehen: optisches Wahrnehmungszentrum. Das optische Erinnerungsfeld liegt in der Rinde der lateralen Fläche des Occipitallappens.

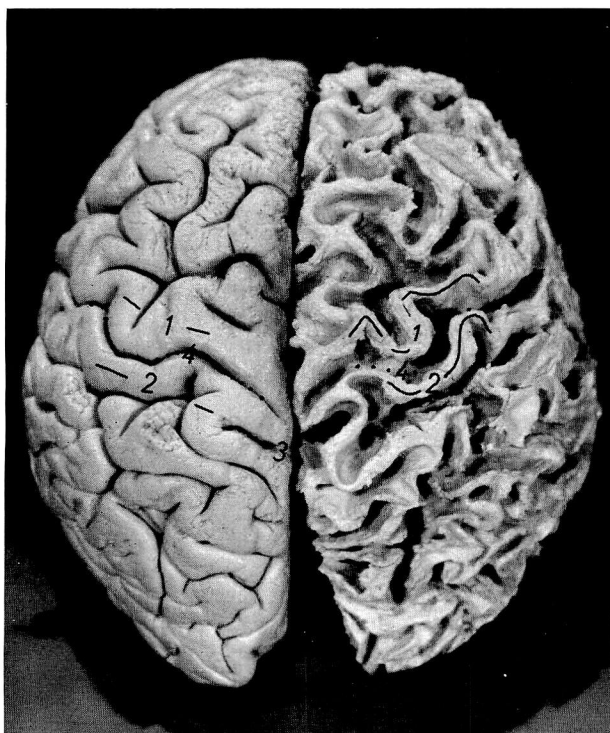


Abb. 2. Gehirn von oben (Zupfpräparat)  
 an der rechten Hemisphäre ist die graue Substanz (Rinde) entfernt  
 1. g. praecentralis; 2. g. postcentralis; 3. pars marginalis s. cinguli; 4. s. centralis

Wie das Großhirn ist auch das Kleinhirn mit dem gesamten übrigen Zentralnervensystem verknüpft. Die verbindenden Bahnen verlaufen hier aber nicht flächig ausgebreitet, sondern gebündelt in Strängen, die

als Kleinhirnstiele (Pedunculi cerebelli) bezeichnet werden. Im Pedunculus cerebelli superior läßt sich die wichtige efferente Bahn vom Kleinhirn zum Nucleus ruber, der Tractus cerebellorubralis, isolieren. Andere Verbindungen bestehen von den Brückenkernen zum Kleinhirn als Fortsetzung der Tractus corticopontini, vom Rückenmark, den Vestibulariskernen und von der Olive zum Kleinhirn und schließlich als ein Teil des efferenten Systems vom Kleinhirn zum Thalamus.

Bei der Aufzählung und Darstellung der mannigfachen Querverbindungen der Teilgebiete des Zentralnervensystems untereinander wird der ganze Umfang der Verknüpfungsmöglichkeiten und der kontinuierliche Zusammenhang der weißen Substanz offensichtlich. Die nervenzellreiche graue Substanz ist dieser mächtigen weißen Fasermasse als Rinde (Cortex) aufgelagert oder ihr in Form von rundlichen bis säulenartigen Kerngebieten eingefügt (Nuclei, Ganglien).

### Erläuterungen zum Film<sup>1)</sup>

1. Das Gehirn medio-sagittal geschnitten. Aufsicht auf die Schnittfläche der rechten Hemisphäre. Mit der Pinzette werden folgende Gebiete gezeigt (Abb. 1):

- a) das Gebiet der vorderen Kommissur,
- b) das Foramen interventriculare (Monroi),
- c) die hintere Kommissur und das Corpus pineale, die Zirbeldrüse,
- d) die Hypophyse (Hirnanhang),
- e) die Medulla oblongata, das verlängerte Mark.

### *Weißer Substanz nach Entfernung der Hirnrinde<sup>1)</sup>*

2. An einem Gehirn ist die Rinde im Bereich der ganzen rechten Hemisphäre entfernt. Übersichtsdarstellung von frontokranial.

3. Das gleiche Präparat auf einer Unterlage ruhend in der Ansicht von kranial gezeigt (Abb. 2). Der Sulcus centralis mit den begrenzenden Gyri praecentralis und postcentralis tritt besonders hervor.

4. An einer isolierten linken Hemisphäre ist die Hirnrinde entfernt. Übersichtsdarstellung von lateral und basal.

5. Das gleiche Präparat auf einer Unterlage ruhend von lateral gezeigt. Die Gyri und wichtigsten Sulci sind bezeichnet.

6. Das Präparat wird von lateral nach basal gedreht.

7. Das Präparat auf der Unterlage ruhend, jetzt in der Ansicht von basal. Die Gyri der Hirnbasis sind bezeichnet.

---

<sup>1)</sup> Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film. (Die Ziffern bezeichnen die Reihenfolge der Einstellungen im Film.)

### *Faserverlauf in der weißen Substanz*

8. Faserpräparat der linken Hemisphäre. Die Sehbahn ist von lateral dargestellt. Ansicht des ruhenden Präparats von lateral (Abb. 3). Weitere Teile des optischen Systems wie Tractus opticus, Corpus geniculatum laterale und Colliculus superior, der obere Hügel der Vierhügelplatte, und die Lamina quadrigemina, sind bezeichnet.

9. Übersichtsdarstellungen des vorhergehenden Präparats (Abb. 4)

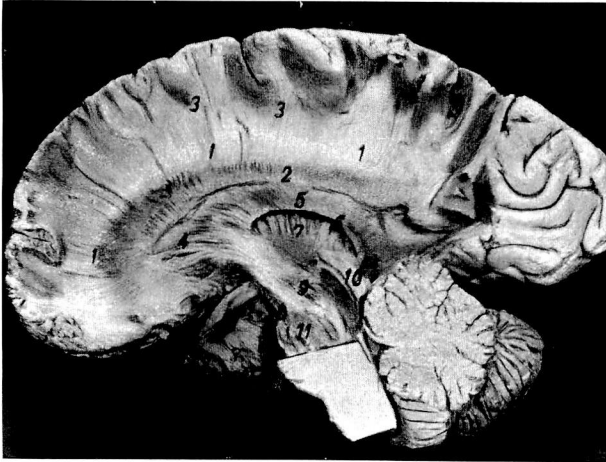


Abb. 3. Faserverläufe der rechten Hirnhälfte  
(Faserpräparat)

1. corona radiata; 2. corpus callosum; 3. fibrae arcuatae cerebri; 4. crus anterior capsulae internae; 5. pars supralentiformis; 6. thalamus; 7. capsula interna; 8. crus cerebri; 9. substantia nigra; 10. lamina quadrigemina; 11. fibrae pontis transversae et fasciuli longitudinales pedis pontis

a) von basal gezeigt,

b) von basal nach lateral gedreht.

10. Faserpräparat der rechten Hemisphäre mit Darstellung der Projektionssysteme von medial. Übersichtsdarstellung von medial und basal.

11. Das gleiche Präparat auf einer Unterlage ruhend in der Ansicht von medial und etwas basal. — Corona radiata, Innere Kapsel (Thalamus entfernt!) und Hirnschenkel in ganzer Ausdehnung sichtbar, außerdem der quergeschnittene Balken, die Fasersysteme der Brücke und der Arbor vitae cerebelli, „Lebensbaum“ des Kleinhirns.

12. Faserpräparat der linken Hemisphäre mit Darstellung der Projektionssysteme von lateral. Übersichtsdarstellung von lateral und basal.

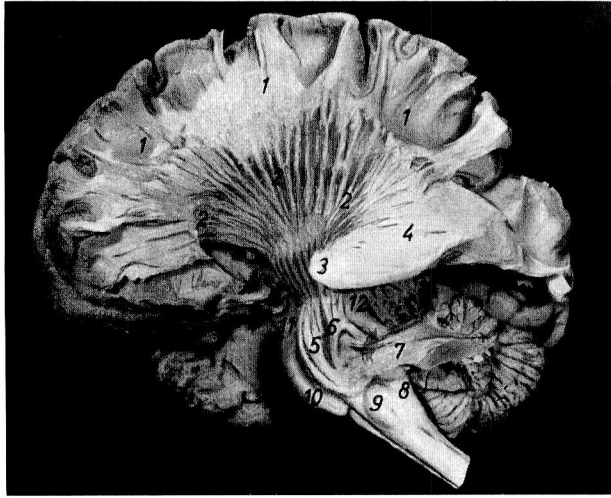


Abb. 4. Faserverläufe der rechten Hirnhälfte

1. corona radiata; 2. capsula interna; 3. genu temporale radiationis opticae; 4. stratum sagittale; 5. tractus corticospinalis; 6. tractus corticopontinus; 7. pedunculus cerebellaris med.; 8. pedunculus cerebellaris inf.; 9. oliva; 10. facies ventralis pontis; 11. crus cerebi; 12. colliculus inferior

13. Das vorhergehende Präparat auf einer Unterlage ruhend in der Ansicht von lateral und etwas basal. — Corona radiata, Innere Kapsel und Hirnschenkel in ihrem ganzen Verlauf sichtbar.

14. Darstellung des Tractus cerebello-rubralis von der Hirnbasis aus. Rinde und Mark des Kleinhirns sind teilweise abgetragen, so daß der Nucleus dentatus sichtbar wird. Im Mittelhirnbereich ist der Nucleus ruber teilweise freigelegt. — Bewegte Übersichtsaufnahme von basal nach beiderseits lateral.

15. Das gleiche Präparat auf einer Unterlage ruhend in der Ansicht von occipital und basal. — Die Gebilde der Hirnbasis sind bezeichnet.

16. Faserpräparat des rechten Tractus cerebello-rubralis von lateral. Teile der rechten Groß- und Kleinhirnhemisphäre sind abgetragen, so daß der Nucleus ruber und der Nucleus dentatus mit dem sie verknüpfenden Tractus cerebello-rubralis freiliegen. — Bewegte Übersichtsdarstellung von medial und von basal.

17. Ansicht des auf einer Unterlage ruhenden Präparats von medial.

### Literatur

- [1] BRAUS-ELZE, Anatomie des Menschen. Bd. 3, 2. Aufl. 1960.
- [2] CLARA, M., Das Nervensystem des Menschen. 3. Aufl. 1959.
- [3] SOBOTTA-BECHER, Atlas der Anatomie des Menschen. III. Teil, 16. Aufl. 1962.