



### Nervenverbindungen im menschlichen Gehirn neu bestimmt

**Max-Planck-Forscher enthüllen Anordnung der Nervenfaserbahnen, die die beiden Hälften des menschlichen Gehirns miteinander verknüpfen**

Die Nervenzellen der grauen Hirnsubstanz im menschlichen Gehirn sind auf Tausendfache Weise untereinander verschaltet. Zwischen weiter entfernt liegenden Zentren - beispielsweise in der Großhirnrinde - bilden sich dabei auch dickere Faserbahnen aus, die viele einzelne Nervenfortsätze in einem gemeinsamen Strang über größere Distanzen bündeln. Die Gesamtheit dieser Faserverbindungen ist als weiße Hirnsubstanz bekannt. Die auffälligste Struktur der weißen Hirnsubstanz ist der weiße Balken (Corpus Callosum) in der Mitte des Gehirns. Er verbindet die beiden Hirnhälften und wird von Nervenfasern gebildet, die in der Regel gleichartige Funktionszentren in der jeweils gegenüberliegenden Hirnhälfte miteinander verknüpfen. Wo allerdings diese Bahnen den weißen Balken kreuzen, war bisher nur grob bekannt. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie in Göttingen haben nun herausgefunden, dass die bisherigen Annahmen nicht der Wirklichkeit entsprechen. Die Forscher benutzten eine neue Technik der bildgebenden Magnetresonanztomografie, die die Beweglichkeit der Wassermoleküle in den Zellen bestimmt und ihre Vorzugsrichtung mit der Richtung der zugrunde liegenden Nervenfaserbahn gleichsetzt. Bei gesunden Versuchspersonen ergaben sich zum Teil erhebliche Abweichungen von den bislang bekannten Daten - beispielsweise bezüglich der Bahnen aus den motorischen und sensorischen Hirnrinden. Die genaue Kenntnis der geordneten Reihung (Topographie) aller Bahnen im weißen Balken ist für viele Fragestellungen von erheblicher Bedeutung, insbesondere für die Untersuchung von Hirnerkrankungen (NeuroImage, epub, 18. Juli 2006).

Max-Planck-Gesellschaft  
zur Förderung  
der Wissenschaften e.V.  
Referat für Presse- und  
Öffentlichkeitsarbeit

Hofgartenstraße 8  
80539 München

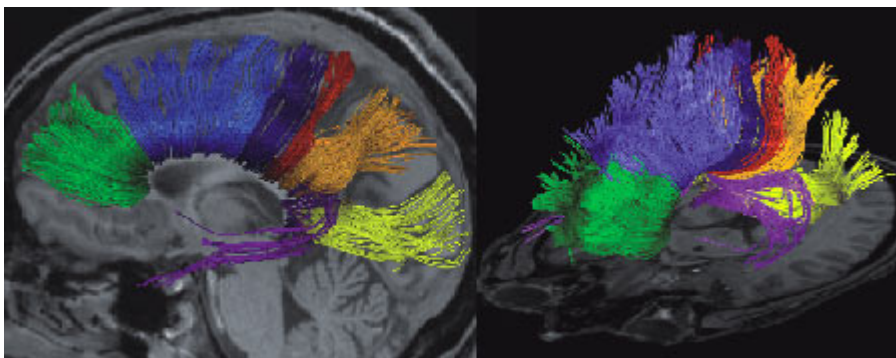
Postfach 10 10 62  
80084 München

Telefon: +49 (0)89 2108 - 1276  
Telefax: +49 (0)89 2108 - 1207  
[presse@gv.mpg.de](mailto:presse@gv.mpg.de)  
Internet: [www.mpg.de](http://www.mpg.de)

**Pressesprecher:**  
Dr. Bernd Wirsing (-1276)

**Chef vom Dienst:**  
Dr. Andreas Trepte (-1238)

ISSN 0170-4656

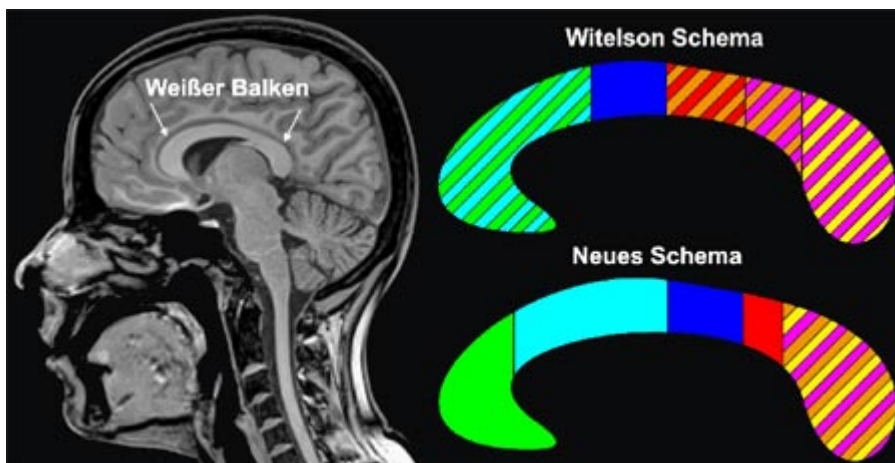


**Abb.1:** Faserbahnen durch den weißen Balken einer gesunden Versuchsperson: (links) Seitenansicht, (rechts) Ansicht von vorne rechts oben. Die Bahnen wurden mithilfe einer speziellen Technik der Magnetresonanztomografie identifiziert. Sie verbinden funktionell gleichartige Areale der beiden Hirnhälften: grün: präfrontal, hellblau: prämotorisch, dunkelblau: motorisch, rot: sensorisch, orange: parietal, violett: temporal, gelb: okzipital.

Bild: MPI für biophysikalische Chemie

Das menschliche Gehirn ist das komplexeste uns bekannte Objekt im Universum. Seine bis zu 100 Milliarden Nervenzellen sind mit vielen Tausend anderen Nervenzellen verschaltet. Ergänzend zu den lokalen Netzwerken gestatten die mit dicken Myelinscheiden ummantelten Fortsätze der Nervenzellen die Übertragung von Informationen über größere Entfernungen - zwischen den einzelnen Funktionseinheiten in der Großhirnrinde, zu tiefer liegenden Zentren im Mittelhirn und Kleinhirn oder gar durch das Rückenmark bis zu den peripheren Nerven, die die Muskeln innervieren. In der Regel werden die Nervenfortsätze einer Region als Faserbahn in einem Strang gebündelt, die Gesamtheit dieser Bahnen bezeichnet man als weiße Hirnsubstanz.

In der konventionellen, anatomischen Magnetresonanztomografie (MRT) des Gehirns wird die weiße Hirnsubstanz einheitlich dargestellt. Faserverläufe können nicht aufgelöst und einzelnen Verbindungen nicht zugeordnet werden. Dies gilt auch für den weißen Balken. Er ist die größte Struktur der weißen Hirnsubstanz und sorgt in zentraler Lage des Gehirns für den Informationsaustausch zwischen den beiden Hirnhälften. Dabei wird der weiße Balken von Faserbahnen gebildet, die hauptsächlich gleichartige Funktionszentren in der jeweils gegenüberliegenden Großhirnrinde miteinander verknüpfen. Wo allerdings diese Bahnen den weißen Balken kreuzen, war bisher nur grob bekannt. In den Lehrbüchern findet sich ein Schema von Witelson, das allerdings im wesentlichen aus post-mortem Studien an den Gehirnen von nichtmenschlichen Primaten entwickelt wurde und nur geometrische Anhaltspunkte für Faserbahnen aus größeren Bereichen der Hirnrinde angegeben soll. Eine klare Funktionszuordnung ist mit diesem Schema nicht verbunden. Dieses Defizit konnte nun von den Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie behoben und zugleich die genaue Anordnung der kreuzenden Bahnen aus allen Bereichen der Hirnrinde gesunder Versuchspersonen aufgeklärt werden.



**Abb.2:** (Links) Anatomische Magnetresonanztomografie: Magnetresonanztomografie des menschlichen Gehirns (Mittelschicht) mit Kennzeichnung des weißen Balkens. (Rechts) Das neue und alte Schema für die Anordnung der kreuzenden Faserbahnen aus unterschiedlichen Hirnarealen: grün: präfrontal, hellblau: prämotorisch, dunkelblau: motorisch, rot: sensorisch, orange: parietal, violett: temporal, gelb: okzipital.

Bild: MPI für biophysikalische Chemie

Die Göttinger Forscher nutzten eine neue Technik der bildgebenden MRT, die die Beweglichkeit der Wassermoleküle im Hirngewebe sowie ihre Vorzugsrichtung aufzeichnet. Sie stützten sich dabei auf eine selbst entwickelte Messtechnik, die im Gegensatz zu der bisher fast ausschließlich genutzten Methode keinerlei Verzerrungen zwischen den anatomischen Bildern und den Karten der Wasserbeweglichkeit aufweist. Damit ergibt sich für jeden anatomischen Referenzpunkt des Gehirns eine bestimmte Richtung, die mit der Richtung des Faserbündels gleichgesetzt wird. Der Vorstellung liegt die begründete Annahme zugrunde, dass sich das Wasser sehr viel leichter entlang der Nervenfortsätze als senkrecht dazu bewegt. Mithilfe eines speziell dafür entwickelten Programms lassen sich anschließend, gewissermaßen von Punkt zu Punkt, die einzelnen Faserverläufe im Computer rekonstruieren.

Das neue Verfahren wurde jetzt erstmals eingesetzt, um eine umfassende Charakterisierung des weißen Balkens im intakten menschlichen Gehirn zu erzielen. Der in anatomischen Aufnahmen homogene weiße Balken wurde vollständig in Faserbahnen aufgelöst, die Verbindungen zu allen anatomisch gut identifizierbaren Arealen der Großhirnrinde herstellen (siehe Abb. 1). Dabei gingen die Forscher so vor, dass der Computer jeweils diejenigen Bahnen bestimmte, die sowohl den weißen Balken als auch ein ausgewähltes Gebiet in der Großhirnrinde kreuzen.

Auf diese Weise ist ein neues Bild von der geordneten Reihung (Topographie) aller Faserbahnen des weißen Balkens entstanden, das in die Lehrbücher eingehen wird (s. Abb. 2). Es ist anatomisch und teilweise auch funktionell begründet und weist gegenüber den bisherigen Vorstellungen zum Teil erhebliche Abweichungen auf. Zwar kreuzen auch jetzt noch Bahnen, die frontale Areale des Gehirns miteinander verbinden, im vorderen Bereich des weißen Balkens, während Bahnen der visuellen Areale im hinteren Teil des Gehirns auch im hinteren Bereich des Balkens verlaufen.

Doch insbesondere die Lage und Größe der Bahnen aus der motorischen und sensorischen Hirnrinde sind eindeutig anders (weiter hinten) zugeordnet als ursprünglich vermutet (vgl. Abb. 2). Ähnliches gilt für die Bahnen, die die jeweiligen rechten und linken Areale der prämotorischen und präfrontalen Hirnrinde verbinden. Das bisherige Schema beruht mehrheitlich auf Primatendaten. Es darf daher vermutet werden, dass die evolutionäre Entwicklung (Vergrößerung) der frontalen Hirnrinde vom Affen zum Menschen zum Teil für diese Unterschiede verantwortlich ist. Für den Menschen ist eine genaue Kenntnis der Topographie des weißen Balkens nicht nur im Hinblick auf grundlegende biologische Fragestellungen, sondern vor allem für klinische Untersuchungen neurodegenerativer Hirnerkrankungen von offensichtlicher Bedeutung.

*Das Projekt wurde durch die Max-Planck-Gesellschaft und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Göttinger Bernstein Centers for Computational Neuroscience unterstützt.*

[SH/AT]

#### **Verwandte Links:**

[1] [Webseite der Biomedizinischen NMR](#)

#### **Originalveröffentlichung:**

Sabine Hofer and Jens Frahm

**Sabine Hofer and Jens Frahm Topography of the human corpus callosum revisited - Comprehensive fiber tractography using magnetic resonance diffusion tensor imaging**

*NeuroImage, epub, 18. Juli 2006*

#### **Kontakt:**

Dr. Sabine Hofer

[Biomedizinische NMR Forschungs GmbH am MPI für biophysikalische Chemie, Göttingen](#)

Tel.: 0551 201-1735

Fax: 0551 201-1307

E-mail: [shofer1@gwdg.de](mailto:shofer1@gwdg.de)