

# Radiologische Darstellung des Gehirns und seiner Funktionen

Moderne bildgebende Verfahren können die Struktur des Gehirns mit hoher Präzision sichtbar machen. Neuroradiologische Bildgebung leistet einen wesentlichen Beitrag zur frühzeitigen Erkennung neurologischer Erkrankungen wie eines Hirntumors, eines Schlaganfalls oder einer Entzündung des Gehirns. Diese Erkrankungen können sich mit einer Halbseitenschwäche, Gefühlsstörungen und Doppelbilder, aber auch durch Kopfschmerzen, Gleichgewichtsstörungen und Schwindel äussern. Auch bei Krampfanfällen, Migräne oder Kopfverletzungen erfolgt die Untersuchung mit modernster bildgebender Technik, um strukturelle Veränderungen des Gehirns zu erkennen. Die Magnet-Resonanztomographie (MR) wird wegen des guten Weichteilkontrastes in diesen Fällen als erstrangige Methode eingesetzt. Die Computertomographie (CT) dient vor allem dem Nachweis von Blutungen und Knochenveränderungen.

Das Medizinisch Radiologische Institut (MRI) in Zürich hat eine anerkannte Spitzenposition in der Anwendung innovativer Technologie, aber auch in der Betreuung der Patienten. Zudem ist dem Institut eine enge Zusammenarbeit mit dem zuweisenden Arzt sehr wichtig, denn diese schafft auch bei schwierigen Diagnosen optimale Voraussetzungen für eine rasche und konsequente Behandlung.

## „Eloquente“ Regionen der Hirnrinde und Faserverbindungen sichtbar machen

Spezielle MR Techniken wie „funktionelles MR“ machen bei Handbewegungen, Sprechen und Sprachverständnis sogenannte „eloquente“ Regionen der Hirnrinde sichtbar. Während der fMR - Untersuchung werden Zellen der grauen Substanz angeregt und rufen durch einen erhöhten Sauerstoffgehalt der Blutgefässe einen Magnetisierungseffekt hervor. Dieser wird farblich dargestellt (Abb. 1a). Die Lage der aktivierten Region wird so sichtbar und dient dem Neurochirurgen als Leitlinie zur Planung eines „Sicherheitsabstandes“. Die Vernetzung, die sogenannte „Konnektivität“, der eloquenten Regionen untereinander durch Bahnen der weissen Substanz wird mittels Diffusions-Tensor- Traktographie Imaging (DTI) (Abb. 1b) dargestellt.

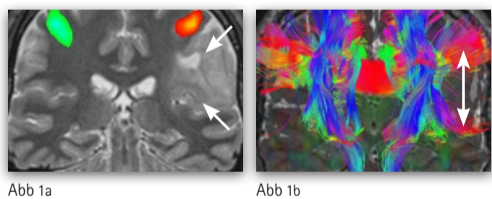


Abb 1a Ansicht von vorne: Das funktionelles MR Bild zeigt die Lage des aktivierten Handareals (rechte Hand rot, linke Hand grün) zum Tumor (Pfeile). Abb 1b Ansicht von vorne: Das Diffusions-Tensor-Traktographie-Imaging (DTI) zeigt die Verlagerung der Bahnen der weissen Substanz durch den Tumor. Faserverlauf: blau = vertikal, rot = horizontal, grün = sagittal

## Molekularbewegung und Durchblutung sichtbar machen

Bösartige (maligne) Tumoren und Metastasen aber auch Entzündungen rufen eine Störung der Blut-Hirnschranke hervor. Eine starke Anreicherung eines intravenös verabreichten Kontrastmittels im Tumor gilt als Hinweis auf eine hohe Malignität. Dies trifft jedoch nicht in allen Fällen zu (Abb. 2a). Neue Erkenntnisse zeigen, dass innovative MR-Techniken in vielen Fällen geeigneter sind, bereits vor einer Operation die „Malignität“ abzuschätzen. Das „Diffusions-MR“ macht Einschränkungen der Bewegungen der Wassermoleküle in zellreichem bösartigem Gewebe sichtbar (Abb. 2b). Die „MR-Perfusion“ zeigt die Durchlässigkeit der Blut-Hirnschranke und die Durchblutung über neu gebildete Gefässe eines Tumors (Abb. 2c). Diese neuen Techniken ermöglichen eine diagnostische Unterscheidung zwischen Tumoren und Veränderungen anderer Ursache. Therapeutisch relevant sind Diffusions-MR und Perfusions-MR,

um Behandlungseffekte von einem erneuten Tumorwachstum unterscheiden zu können.

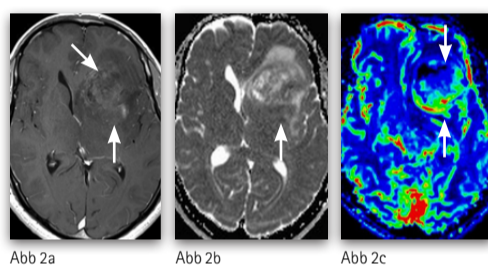


Abb. 2a transversales MR-Bild mit intravenöser Kontrastmittelgabe: Links frontaler Hirntumor mit geringer inhomogener Kontrastmittelanreicherung (helle Anteile im Tumor). Abb 2b Das Diffusions-MR zeigt dunkle zellreiche Anteile im hinteren Tumor (Pfeil). Das Perfusions-MR zeigt mit hohen Perfusionswerten (grüne Farbe) neu gebildete Tumorgefässe mit grosser Durchlässigkeit als Beweis einer höheren Malignität des hinteren (langer Pfeil) im Vergleich zum vorderen Tumoranteil (kurzer Pfeil).

## Diagnostische „Evolution“ durch Submillimeter 3D Sequenzen

Eine Sehnervenentzündung, gekennzeichnet durch Sehstörungen und Schmerzen, ist in ca. zwei Drittel der Fälle ein Vorbote einer entzündlichen Erkrankung des Nervensystems z.B. einer multiplen Sklerose. Der frühzeitige MR-Nachweis einer Beteiligung des Gehirns und Rückenmarkes ist von grosser Bedeutung, da neue und effektivere Therapien die Folgen einer multiplen Sklerose vermeiden oder erheblich reduzieren können. Fortschrittliche MR-Techniken mit neuen 3 dimensionalen Volumensequenzen (3D FLAIR SPACE und 3D DIR) mit Submillimeter Schichtdicke sind in der Lage, die entzündlichen „Plaques“ im Sehnerven (Abb. 3a oben) und in der weissen Substanz des Gehirns mit hoher Präzision zu zeigen. Die Kontrastmittelanreicherung gibt Anhaltspunkte über die „Aktivität“ der Entzündung (Abb. 3a unten). Gegenüber konventionellen – ebenfalls dünnen – 3mm Sequenzen (Abb. 3b) weisen die 3D Sequenzen einen erheblich besseren Kontrast auf (Abb. 3c) und erlauben eine frühzeitige Erfassung kleinster Entzündungsherde (Pfeile). Die MR Untersuchungen haben daher einen hohen Stellenwert bei der Diagnosestellung, zur Kontrolle des Krankheitsverlaufs und der Therapie.

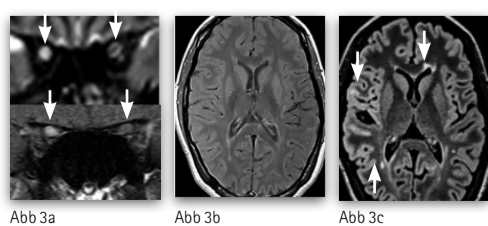


Abb. 3a Ansicht von vorne: akute Entzündung des rechten Sehnerven (lange Pfeile) mit hohem Signal (hell, obere Bildhälfte) und Kontrastmittelanreicherung (untere Bildhälfte) im Vergleich zum linken

Sehnerven (kurze Pfeile). Das transversale MR Bild mit entzündlichen „Plaques“ des Gehirns zeigt im Vergleich zur herkömmlichen 3mm Sequenz (Abb. 3b) die deutlich besser sichtbaren Entzündungsherde einer multiplen Sklerose mit einer neuen 3D Submillimeter Sequenz (Abb. 3c)

## Prävention eines Schlaganfalls

Ein Schlaganfall kann durch eine Blutung oder Durchblutungsstörung des Gehirns ausgelöst werden.

Eine Blutung aus einem Gefäss-Säckchen – einem „Aneurysma“ – äussert sich mit plötzlichen stärksten Kopfschmerzen und ist ein lebensgefährliche Situation. Der Nachweis einer akuten Blutung durch „Ruptur“ eines Aneurysmas erfolgt in der Regel mittels Computertomographie (Abb. 4a). Eine Gefässuntersuchung als CT- oder MR Angiographie vermag im akuten Ereignis 97 - 99% der Aneurysmata (Abb. 4b) nachzuweisen. Die Häufigkeit eines Aneurysmas der Hirngefässe in der Bevölkerung beträgt ca. 1-5%. Ein stark erhöhtes Risiko liegt vor, wenn bereits bei einem Familienmitglied ein Aneurysma bestand oder wenn Erkrankungen wie eine polyzystische Nierenerkrankung vorliegen. In dieser Situation ist eine präventive Untersuchung mittels MR-Angiographie sinnvoll, um ein nicht entdecktes Aneurysma nachzuweisen. Ein Schlaganfall ausgelöst durch eine Durchblutungsstörung bedingt eine andere Therapie als eine Blutung. Die Durchblutungsstörung (Ischämie) wird in einem Diffusions-MR Bild sichtbar. Bei frühen Symptomen des Patienten vermag das Perfusions-MR bereits vor dem Auftreten einer Ischämie das Gebiet einer Durchblutungseinschränkung und eines drohenden Schlaganfalls anzuzeigen (Abb. 4c)

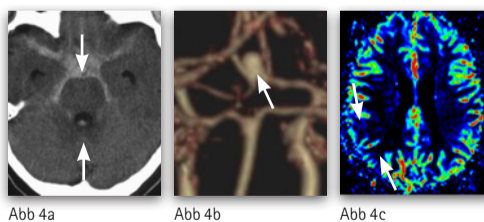


Abb. 4a Computertomographie mit Blutung (Pfeil) in den Nervenwasserräumen (helle Farbe) unterhalb des Gehirns und innerhalb des Nervenwasserräume (kurzer Pfeil). Abb. 4b Ursache der Blutung ist säckchenförmiges Aneurysma (Pfeil) ausgehend vom vorderen Anteil der Hirnbasisgefässe. Abb. 4c „Schlaganfall“-gefährdete Hirnregion, die frühzeitig nur im Perfusions-MR als Areal einer Minderdurchblutung (zwischen den Pfeilen) im Seitenvergleich nachgewiesen werden konnte.

## Kopfschmerzen mit Ursprung im Wirbelkanal: Diagnostik und bildgebende gezielte Behandlung

Eine selten diagnostizierte Erkrankung ist das spontane Nervenwasserverlust- oder Liquorverlust-Syndrom. Dieses äussert sich mit starken Kopfschmerzen, hat seine Ursache aber im Wirbelkanal in Form eines Lecks an den Nervenwurzel taschen. Die

MRI Bahnhofplatz, Bahnhofplatz 3,  
8001 Zürich

MRI Bethanien, Toblerstrasse 51,  
8044 Zürich



### Zu den Instituten:

Das Medizinisch Radiologische Institut (MRI) ist ein von Radiologen seit 35 Jahren erfolgreich geführtes Unternehmen in Zürich. Dieses umfasst ein Institut am Bahnhofplatz 3 und ein weiteres in der Privatklinik Bethanien. Das MRI deckt das gesamte Spektrum der diagnostischen bildgebenden Radiologie ab. Ausserdem werden therapeutisch gezielte Schmerzbehandlungen an der Wirbelsäule durchgeführt. Alle Radiologen verfügen über eine breite fachliche Ausbildung und eine auf einzelne Organe bezogene Schwerpunktspezialisierung. Das MRI zeichnet sich durch zuvorkommende Patientenbetreuung, innovative Untersuchungsmethoden, hohe Qualitätsstandards und flexible Terminvereinbarung aus. Mehr Informationen finden Sie auf der Homepage: [www.mri-roentgen.ch](http://www.mri-roentgen.ch)

Kopfschmerzen beginnen plötzlich oder nehmen innerhalb von 30 Minuten in aufrechter Position stark zu. Im Liegen tritt eine prompte Besserung ein. Bildgebende Untersuchungen machen die Folgen des Liquor-Unterdrucks als Verlagerung des Gehirns gegen den Wirbelkanal sichtbar (Abb. 5a). Die Suche des Lecks ist auch mittels kontrastverstärkter MR Untersuchung aufwändig, da die Austrittsstellen klein sind (Abb. 5b) und meist an den Wurzel taschen (Abb. 5c) liegen. Die MR-Methode bietet den Vorteil der sicheren Lokalisation der Ursache und die Chance der gezielten radiologischen Behandlung mit Verschluss des Lecks sogar unter ambulanten Bedingungen (Abb. 5d).

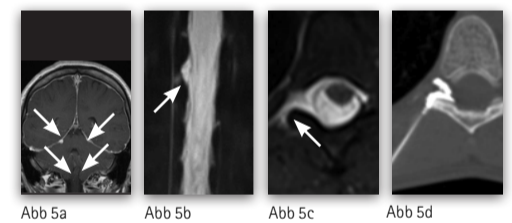


Abb. 5a MR Untersuchung mit Nachweis eines „durchhängenden“ Gehirns: das Grosshirn wölbt sich gegen das Kleinhirn vor (obere Pfeile); das Kleinhirn reicht bis in den oberen Wirbelkanal (untere Pfeile). Der Ort des Nervenwasserverlustes ist eine Erweiterung einer Wurzel tasche (Pfeil in Abb 5b und 5c) auf Höhe des 5.-6. Brustwirbels. Austritt von Nervenwasser (weiss) rechts aus dem Wirbelkanal (Abb. 5c) und Verschluss des Lecks durch Verklebung mit Eigenblut des Patienten (Abb 5d).

Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass mit der Anwendung neuester Technik bildgebende Untersuchungen nicht nur die Struktur des Gehirns sondern auch spezifische Funktionen sichtbar machen können. Die gezielt eingesetzten neuen „funktionellen“ Techniken der MRI Institute tragen in enger Zusammenarbeit mit den zuweisenden Fachgebieten zu einer für die Patienten spürbaren und kosteneffizienten Verbesserung der Diagnosestellung und Therapie bei.



### Zur Person:

- Prof. Dr. med. Bernhard Schuknecht geboren 1957 ist seit 2005 Partner des MRI (Medizinisch Radiologisches Institut) in Zürich
- Spezialgebiete: Neuroradiologie und Kopf-Hals Bildgebung
- Ausbildung an den Universitäten Würzburg, London, Bern und Zürich
- Habilitation und Titularprofessur in Neuroradiologie an der Universität Zürich
- Lehrauftrag an der Universität Zürich