

## Abstract

# Die fast unbegrenzten Möglichkeiten der Kernspintomographie

**Dr. Uwe Eichhoff**

Bruker BioSpin GmbH, Silberstreifen, D-76287 Rheinstetten  
Ehrenprofessor der Moskauer Staatlichen M.V.Lomonosov Universität

Die Kernspintomographie basiert auf dem Effekt der Magnetischen Kernspinresonanz (nuclear magnetic resonance: **NMR**). Die NMR ist die wichtigste analytische Methode zur Bestimmung der Molekülstruktur in Physik, Chemie und Biologie. Insgesamt vier Nobelpreise in den Disziplinen Physik, Chemie (2) und Medizin wurden verliehen für Entdeckung und Weiterentwicklung der NMR. Der Medizin-Nobelpreis im Jahre 2003 für die Entwicklung der Kernspintomographie (Magnetic Resonance Imaging: **MRI**) an Peter Mansfield und Paul Lauterbur markiert eine neue Ära in der Medizinischen Bildgebung.

Seit über 3 Jahrzehnten ist die MRI eine Routinemethode in der klinischen Diagnostik. Während in der Röntgendiagnostik die Gewebedichte der einzige Bildparameter ist, werden die MRI-Bilder durch drei Parameter bestimmt: Spindichte, longitudinale und transversale Relaxationszeiten. Diese Relaxationszeiten reflektieren die Wechselwirkung der Wassermoleküle in den Zellen mit biologischen Makromolekülen. Diese stehen meist am Anfang pathologischer Veränderungen der Zellen, die sich erst viel später in sichtbaren Änderung der Gewebestruktur manifestieren. Bei richtiger Berücksichtigung der unterschiedlichen Bildparameter liefert die MRI hochinformativ diagnostische Bilder ohne Kontrastmittel. Die Anwendung von Kontrastmitteln erleichtert und beschleunigt jedoch die MRI-Bildgebung, insbesondere bei onkologischen Prozessen.

In der klinischen Praxis ist die MRI heute die Methode mit dem besten Bildkontrast für weiche Gewebe. Da Knochen kaum bewegliche Protonen enthalten und damit fast kein Signal ergeben, ist insbesondere für das Zentralnervensystem, Gehirn und Rückenmark, MRI die Methode der Wahl. Es gibt jedoch kaum eine medizinische Disziplin, in der die MRI nicht zur Diagnose verwendet wird. So erlaubt eine Modifikation der Methode exzellente Gefäßdarstellungen ohne Anwendung von Kontrastmittel (MR angiography: MRA).

Neue Methoden haben den medizinischen Anwendungsbereich der MRI weit über die anatomische Bildgebung erweitert. Die genaue Erfassung von Diffusionsprozessen im Gewebe nach Amplitude und Richtung (diffusion tensor imaging: **DTI**) gestattet die selektive Darstellung von Nervenfasern. Die funktionale MRI ermöglicht die Abbildung der Gehirnaktivierung über die Änderung des Blutsauerstoffs in den aktivierten Gebieten. Damit gelang eine Zuordnung verschiedener Gehirnareale zu verschiedenen kognitiven Prozessen. Dies ist nicht nur möglich als Antwort auf eine Stimulation. Da das Gehirn immer aktiv ist, kann über die Korrelation der Signalschwankungen im Ruhezustand neben den anatomischen Verbindungen (über DTI) auch die Zusammenwirkung entfernter Gehirnareale abgebildet werden. Dies hat zu neuen Anwendungen der MRI in der Psychiatrie geführt.

Ein weiteres Gebiet ist die durch Bildgebung kontrollierte Abgabe von medizinischen Präparaten an klar definierte pathologische Ziele. Ein völlig anderes nicht weniger bedeutendes Anwendungsgebiet der MRI ist die vorklinische Bildgebung zur Entwicklung neuer Medikamente, Diagnoseverfahren und Therapien in der medizinischen und pharmakologischen Forschung im Tierversuch. Magnetische Markierung von Zellen gestattet die Verfolgung der Migration von Stammzellen und Genexpression, lokale NMR-Spektroskopie die Untersuchung von Metabolismus in vivo.

Die Kernspintomographie ist nicht die einzige Anwendung der Kernresonanz in der Medizin. Die analytische Kernresonanzspektroskopie findet Anwendung zur Gewebekontrolle bei Operationen. Die statistische Auswertung der Spektren von Körperflüssigkeiten wie Blutplasma und Urin ermöglichen ein Screening von Neugeborenen auf angeborene Metabolismus-Defekte.