



Das Erwin L. Hahn Institut für Magnetresonanz

The Erwin L. Hahn Institute for Magnetic Resonance Imaging

Die Weiterentwicklung der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) ist das übergeordnete Ziel des Erwin L. Hahn Instituts für Magnetresonanz, sowohl im Bereich kognitiver Neurowissenschaften, als auch auf dem Feld klinischer Diagnostik und Behandlung. Ermöglicht wird diese Zielsetzung durch die enge Zusammenarbeit zwischen kognitiven Wissenschaftlern, Physikern, Ingenieuren und Ärzten.

The aim of the Erwin L. Hahn Institute for Magnetic Resonance Imaging is the advancement of magnetic resonance imaging (MRI) for both cognitive neuroscience and medical diagnosis and treatment. This goal is being pursued via intense collaboration between cognitive scientists, physicists, engineers, and medical doctors.

Das Institut

Das Erwin L. Hahn Institut wurde im Juli 2005 von der Universität Duisburg-Essen und von der Radboud Universiteit Nijmegen (Niederlande) als interdisziplinäre Forschungsinstitution gegründet. Das Institut nahm im Oktober 2006 den Forschungsbetrieb auf.

Benannt ist das Institut nach Erwin L. Hahn, einem gebürtigen US-Amerikaner und Physiker, der bis zum heutigen Tag unschätzbare Beiträge zum Bereich der Magnetresonanz geleistet hat. Erwin L. Hahn ist in seinem Forschungsfeld insbesondere für die Entdeckung des „Spin-Echos“ bekannt, das eines der grundlegendsten Methoden der Signalentstehung in der Magnetresonanzbildgebung ist.

Beheimatet ist das Institut im Gebäude des ehemaligen Leitstandes der Kokerei Zollverein. Herzstück des Instituts ist ein 7-Tesla-Ganzkörper-Magnetresonanztomograph der Firma Siemens Healthcare, Erlangen. Im Vergleich zu den heute in der klinischen MRT-Bildgebung weltweit eingesetzten 1,5-Tesla-MRTs liefert das 7-Tesla-Hochfeldsystem eine vielfach höhere Sensitivität für strukturelle und funktionelle Messungen im menschlichen Körper.

Forschung

Aufgrund verschiedenster technischer und physikalischer Hürden und Herausforderungen ist die Hochfeld-MRT bis heute auf nur wenige Forschungsinstitutionen weltweit limitiert, die ihren Forschungsschwerpunkt zumeist auf die Neurowissenschaften gelegt haben. Ein Hauptziel des Erwin L. Hahn Institutes ist es, mit seinen Entwicklungen die Vorteile der Hochfeld-MRT-Bildgebung jenseits von der neuroradiologischen MRT auf den gesamten menschlichen Körper auszuweiten und die Verbreitung dieser Hochfeld-MRT-Technologie voranzutreiben. Die wissenschaftlichen Schwerpunkte sind die Hochfeld-MRT vom Hirn (strukturell und funktionell), die Hochfeld-MRT des gesamten menschlichen Körpers (strukturell und funktionell), die Hochfeld-MR-Spektroskopie auch mit anderen Kernen als Wasserstoff sowie die Entwicklung von Radiofrequenz-Antennen zum Senden und Empfangen des MRT-Signals.



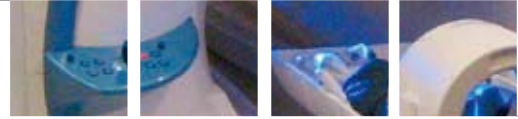
Geschäftsführender Direktor/Managing Director: Prof. Mark Ladd

The Institute

The Institute was founded via an agreement signed in July 2005 by the University of Duisburg-Essen (Germany) and the Radboud University Nijmegen (The Netherlands). Located on the grounds of the Zollverein UNESCO World Cultural Heritage site in Essen, Germany, the Institute opened its doors in October 2006 and research activities immediately got underway.

The Institute is named after Erwin L. Hahn, a physicist who made innumerable contributions to the field of magnetic resonance. Born in 1921 in the U.S., Hahn is probably best known for the discovery of the “spin echo”, one of the most fundamental methods of signal formation in magnetic resonance imaging.

The Institute is located in the former control centre of the Zollverein Coking Plant, where the former industrial character serves as the background



Wissenschaftler Researchers

- Prof. Dr. Hynek Burda
- Prof. Dr. Hans Christoph Diener
- Prof. Dr. Raimund Erbel
- Prof. Dr. Michael Forsting
- PD Dr. Ruth Grümmer
- Prof. Dr. Edgar Heineken
- Prof. Dr. Mark Ladd
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Solbach
- Prof. Dr. Dagmar Timmann-Braun
- Prof. Dr.-Ing. Peter Waldow
- Prof. Dr. Jens Wiltfang
- Prof. Dr. Elke Winterhager

Externe Wissenschaftler External Researchers

- Prof. Dr. Arend Heerschap, Department of Radiology, Radboud University Nijmegen Medical Centre, Nijmegen, Niederlande
- Prof. Dr. David G. Norris, F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Radboud Universiteit Nijmegen, Niederlande
- Prof. Dr. Klaus Scheffler, Departement Medizinische Radiologie, Universität Basel, Basel, Schweiz
- Prof. Dr. Siegfried Trattnig, MR Centre, Universitätsklinik für Radio-diagnostik, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

Neben der Bereitstellung einer einmaligen Forschungsinfrastruktur für verschiedene Gruppen der zwei Gründeruniversitäten betreibt das Institut eine Politik der offenen Tür sowohl für akademische als auch für industrielle Partner.

Beteiligte Einrichtungen

- Universität Duisburg-Essen
- Universitätsklinikum Essen
- Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen, Niederlande
- F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen, Niederlande
- Siemens Healthcare, Erlangen (Technologiepartner).



for a modern research environment. The heart of the Institute is a 7 Tesla whole-body magnetic resonance imager from Siemens Healthcare, Erlangen, Germany. In contrast to the conventional magnetic resonance imagers used in hospitals and clinics throughout the world, which commonly operate at a magnetic field strength of 1.5 Tesla, the ultra-high magnetic field strength of this imager provides significantly superior sensitivity for structural and functional measurements of the human body.

Research focus

Owing to many technical and physical challenges encountered at the higher field strength, the 7-Tesla MRI technology has so far been limited to a handful of research institutes throughout the world and has primarily been used for investigations in the field of neuroscience. One of the main goals of the Erwin L. Hahn Institute, above and beyond high-field neuroradiological MRI, is to extend the advantages of 7-Tesla technology to the entire body and facilitate its widespread dissemination. The main research topics include high-field MRI of the brain (structural and functional), high-field MRI for non-neurological applications (structural and functional), high-field MR spectroscopy including non-proton MR spectroscopy, and development of radiofrequency antennas for MRI signal transmission and reception.

In addition to providing a unique research infrastructure for various groups from the two founding universities, the Institute practices an open-door policy granting access to institute facilities to both academic and industrial partners.

Participating institutions of the Hahn Institute

- University of Duisburg-Essen, Essen, Germany
- University Hospital Essen, Essen, Germany
- Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen, The Netherlands
- F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen, The Netherlands
- Siemens Healthcare, Erlangen, Germany (technology partner).

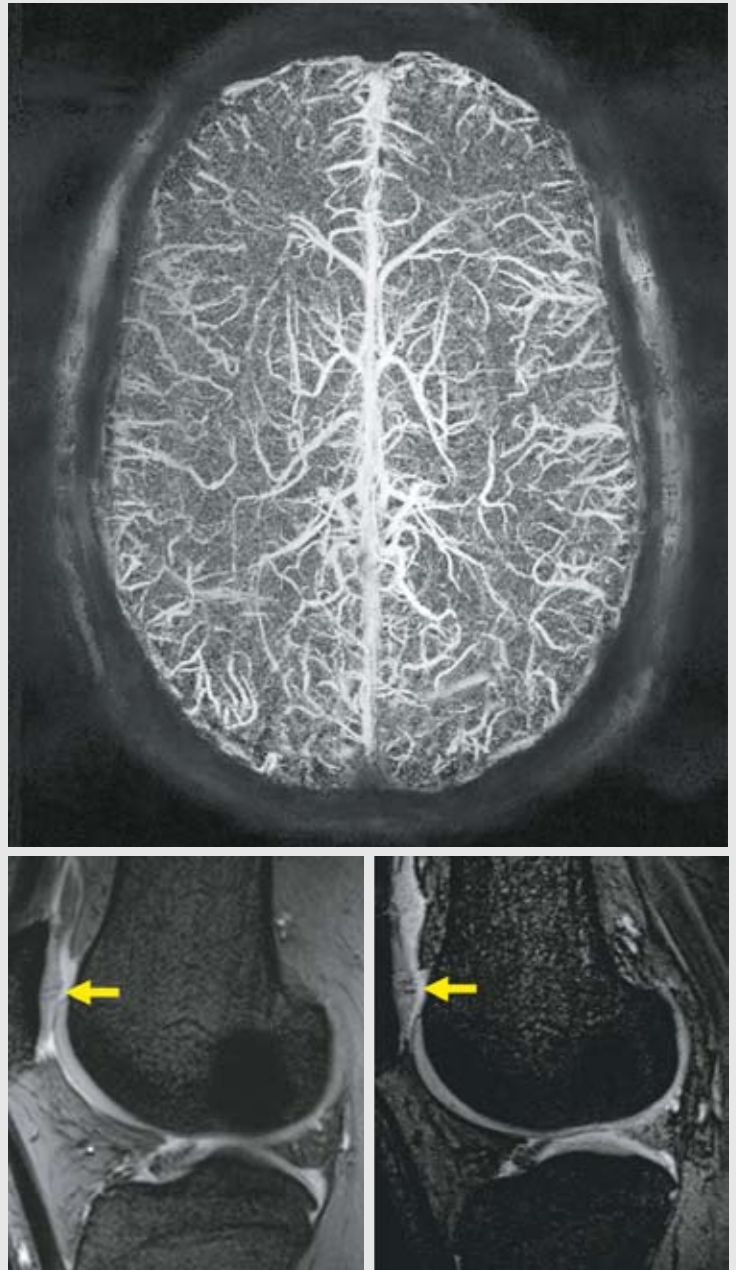
Erste Forschungsergebnisse

Bereits im ersten Jahr nach der Inbetriebnahme des 7-Tesla-Tomographen konnten Wissenschaftler aus dem Erwin L. Hahn Institute zeigen, dass die höhere strukturelle Auflösung und der stark verbesserte Gewebekontrast bei 7 Tesla eine deutlich bessere Beurteilung z. B. des Hippocampus ermöglichen. Der Hippocampus ist Teil des limbischen Systems, das u. a. der Gedächtnisbildung dient, und wird bei fortgeschrittener Alzheimer-Demenz angegriffen. Somit besteht die Aussicht, den einschneidenden Konsequenzen dieser Erkrankung mittelfristig mit einer früheren Erkennung und Einleitung einer Therapie zu begegnen. Im Kopf konnte auch gezeigt werden, dass das venöse System ohne die Gabe von Kontrastmitteln mit bisher unerreichter Detailtreue abgebildet werden kann. Vergleichbare Aufnahmen bei 1,5 Tesla sind erst gar nicht möglich; die 7-Tesla-Aufnahmen basieren auf den hier besonders ausgeprägten magnetischen Eigenschaften des sauerstoffarmen Blutes. Im Knie konnte zum ersten Mal gezeigt werden, dass Knorpelveränderungen mit viel höherer Sensitivität und höherem Detailreichtum gegenüber herkömmlicher MRT-Bildgebung bei 1,5 Tesla möglich ist. Neue innovative Medikamente können in gewissen Fällen die Fortschreitung degenerativer Erkrankungen (Arthrose) verhindern, aber nur, wenn sie frühzeitig entdeckt und aufgehalten werden. Besonders wichtig für die weitere Verbreitung der 7-Tesla-Technologie: die Hahn-Forscher konnten in einer Studie mit über 100 Probanden zeigen, dass, obgleich vorübergehende Nebenwirkungen (Schwindelgefühl, metallischer Geschmack) bei 7 Tesla im Vergleich zu 1,5 Tesla häufiger auftreten, die Untersuchung von fast allen Probanden sehr gut toleriert wird. Einer Anwendung in der klinischen Routine steht diesbezüglich nichts im Wege.

Internationale Kooperationen

Internationale Forschungsk Kooperationen bestehen zurzeit mit Boston (Harvard/MIT Martinos Centre: Prof. Lawrence Wald), Nijmegen (UMC St Radboud: Prof. Arend Heerschap), Wien (Universitätsklinikum Wien: Prof. Siegfried Trattnig) und Basel (Universitätsklinik Basel: Prof. Klaus Scheffler).

Venogram bei 7 Tesla Venogram at 7 Tesla



7 Tesla (r.) im Kniegelenk ermöglicht eine bessere Erkennung der Knorpelverletzung (gelber Pfeil) hinter der Kniescheibe dieses Probanden in Vergleich zu 1.5 Tesla (l.).

7 Tesla (r.) of the knee joint allows better recognition of cartilage damage (yellow arrow) behind the patella of this volunteer compared to 1.5 Tesla (l.).



Zentrale Publikationen Selected Publications

- Barth, M., P. Koopmans, B. A. Poser, D. G. Norris (2007): Susceptibility Weighted Imaging (SWI) at 7 T: Protocols for Whole Brain Coverage and High Resolution for the Depiction of Small Anatomical Structures. ISMRM Workshop on Advances in High Field MR. Pacific Grove, California, USA.
- Gizewski, E. R., A. de Greiff, S. Maderwald, D. Timmann M. Forsting, M. E. Ladd (2007): fMRI at 7 T: Whole Brain Coverage and Signal Advantages even Infratentorially? *Neuroimage*, 37. 761-768.
- Kraff, O., J. M. Theysohn, S. Maderwald, C. Saylor, S.C. Ladd, M. E. Ladd, J. Barkhausen (2007): MRI of the Knee at 7.0 Tesla. *RoeFo*.
- Kraff, O., J. M. Theysohn, S. Maderwald, P. C. Kokulinsky, J. Barkhausen, M. E. Ladd, S. C. Ladd: High Field MRI of the Human Extremities at 7 Tesla. ISMRM Workshop on Advances in High Field MR. Pacific Grove, California, USA.
- Ladd, M. E. (2007): High Field MR: Potential and Limits. *Topics in MRI* 18. 139-152.
- Maderwald, S., E. R. Gizewski, O. Kraff, J. M. Theysohn, M. E. Ladd, K. Wicklow, H. H. Quick, S. C. Ladd (2007): Non-Contrast Enhanced MRA of Intracranial Vessels at 7T ISMRM Workshop on Advances in High Field MR. Pacific Grove, California, USA.
- Poser, B. A., M. Barth, D. G. Norris (2007): Evidence for Functional Activation in Fusiform Face Area and Amygdala using High-resolution Single-shot GE-EPI at 7 T, ISMRM Workshop on Advances in High Field MR. Pacific Grove, California, USA.
- Theysohn, J. M., O. Kraff, S. Maderwald, W. P. Becker, P. Kokulinsky, M. E. Ladd, S. C. Ladd (2007): Acceptance of 7T MRI for Human Imaging. ISMRM Workshop on Advances in High Field MRI. Pacific Grove, California, USA.
- Theysohn, J. M., O. Kraff, S. Maderwald, W. P. Becker, M. E. Ladd, S. C. Ladd, E. R. Gizewski, M. Forsting (2007): Human Intracerebral Blood Detection at 7T. ISMRM Workshop on Advances in High Field MRI. Pacific Grove, California, USA.
- Theysohn, J. M., O. Kraff, S. Maderwald, A. de Greiff, M. E. Ladd, S. C. Ladd, E. R. Gizewski, M. Forsting (2007): Human Hippocampal Imaging at 7T. ISMRM Workshop on Advances in High Field MRI. Pacific Grove, California, USA.

Early Research Results

During the first year after the commissioning of the 7-Tesla MR imager, scientists working at the Institute have already showed that the higher structural resolution and greatly improved contrast offered by the 7 Tesla permits much better evaluation of anatomical structures including the hippocampus. The hippocampus is part of the limbic system involved in memory formation and displays characteristic changes in patients with advanced Alzheimer's disease. There is thus a good perspective to counter the drastic health consequences of this disease with earlier diagnosis and commencement of therapy in the foreseeable future. In the brain it could also be shown that the venous system can be visualized with a heretofore unknown richness in detail without the use of contrast agent. Comparable images at 1.5 Tesla are not feasible; the 7-Tesla images are based on the pronounced magnetic properties of deoxygenated blood. Outside the head it could be shown for the first time that cartilage changes can be imaged with higher sensitivity and richness in detail compared to conventional 1.5 Tesla imaging. New innovative drugs are in some cases effective in slowing down or halting the progression of degenerative changes (osteoarthritis), but only when the intervention occurs at an early stage. Of particular importance for further dissemination of 7-Tesla technology: Hahn scientists were able to demonstrate in a study with more than 100 volunteers that, although transient side-effects (vertigo, metallic taste) at 7 Tesla occurred more often compared to 1.5 Tesla, the examination is well tolerated in the majority of cases. In this regard the implementation of this high field strength into clinical routine seems unproblematic.

International Research Collaboration

The Hahn Institute works together with researchers from Boston, USA (Harvard/MIT Martinos Centre, Prof. Dr. Lawrence Wald), Nijmegen, The Netherlands (UMC St Radboud, Prof. Dr. Arend Heerschap), Vienna, Austria (University Hospital Vienna, Prof. Dr. Siegfried Trattnig), and Basel, Switzerland (University Hospital Basel, Prof. Dr. Klaus Scheffler).

Perspektiven

Erste Zielsetzung ist die Ausdehnung der Anwendbarkeit der 7 Tesla-Technologie auf den gesamten Körper (Kopf, Gelenke, Gefäße, abdominale Organe) für die klinische Diagnostik. Bisher wird die Technologie fast ausschließlich im Kopf angewendet, da technische Probleme, insbesondere im Rumpf, ungelöst sind. Ein weiteres Ziel ist die interdisziplinäre Anwendung der Technologie zur Untersuchung kognitiver Prozesse. Es sollen verschiedene Disziplinen (z. B. Kommunikationswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Bildungswissenschaften) die kognitiven Forschungsmöglichkeiten einsetzen können.

Outlook

The first goal is to extend the application of 7-Tesla technology to clinical diagnostic workups of the entire body (e.g. head, joints, vessels, abdominal organs). So far this technology has been used almost exclusively in the brain because of unsolved technical problems in other body regions (e. g. the torso).

The second goal is the interdisciplinary application of 7 Tesla technology to explore cognitive processes. Various disciplines, e.g. communication sciences, economic sciences, and educational sciences, will be able to utilize the cognitive research potential of 7 Tesla.



Erwin L. Hahn Institute for Magnetic Resonance Imaging

Prof. Dr. Mark E. Ladd
Geschäftsführender Direktor [Managing Director](#)

UNESCO Weltkulturerbe Zollverein
Arendahls Wiese 199
D-45141 Essen

☎ +49 (0)201 183-6070
☎ +49 (0)201 183-6073
@ mark.ladd@uni-due.de
🌐 www.hahn-institute.de

