

Erwin L. Hahn Institut für Magnetresonanz

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 Gebiet klinischer Diagnostik und Behandlung. Ermöglicht wird diese Zielsetzung durch die enge Zusammenarbeit zwischen kognitiven Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Forscherinnen und Forschern aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften und Ärztinnen 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 and natural scientists, engineers, and medical doctors.

Das Institut

Das Erwin L. Hahn Institut wurde im Juli 2005 als gemeinsame, interdisziplinäre Forschungseinrichtung der Universität Duisburg-Essen und der Radboud Universiteit Nijmegen (Niederlande) gegründet. Zusätzlich zu der einzigartigen Forschungsinfrastruktur für verschiedene Arbeitsgruppen der beiden Gründeruniversitäten praktiziert das Institut eine Politik der offenen Tür und gewährt Partnern aus Wissenschaft und Industrie Zugang zu der Ausstattung des Institutes.

Beheimatet ist das Erwin L. Hahn Institut, das im Oktober 2006 seinen Betrieb aufgenommen hat, im Gebäude des ehemaligen Leitstandes der Kokerei auf dem Gelände des UNESCO Welterbe Zollverein. Herzstück des Institutes 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 oder 3-Tesla-MRTs liefert das 7-Tesla-Hochfeldsystem eine vielfach höhere Sensitivität für strukturelle und funktionelle Messungen im menschlichen Körper.

Im Jahr 2009 wurden die Forschungsgruppen des Institutes durch zwei weitere Arbeitsgruppen maßgeblich verstärkt: Matthias Brand ist Professor für Allgemeine Psychologie: Kognition in der Abteilung Informatik und angewandte Kognitionswissenschaften der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der Universität Duisburg-Essen und hat ein umfassendes Forschungsprogramm zu neuronalen Korrelaten von kognitiven und emotionalen Gehirnfunktionen initiiert. Dr. Tom Scheenen leitet eine Arbeitsgruppe des Universitätsklinikums der Radboud Universität Nijmegen und konzentriert sich auf Spektroskopie des Gehirns und der Prostata. Diese beiden Arbeitsgruppen erweitern das Forschungsprofil des Institutes und obwohl ihre Forschungsziele sich von denen der existierenden Arbeitsgruppen unterscheiden, haben sich bereits viele neue, aktive Kooperationen etabliert.

Forschung

Aufgrund verschiedenster technischer und physikalischer Hürden und Herausforderungen ist die Hochfeld-MRT bei 7 Tesla bis heute auf



Geschäftsführender Direktor/Managing Director: Prof. Dr. David G. Norris

The Institute

The Erwin L. Hahn Institute was founded as a joint research facility in an agreement signed in July 2005 by the University of Duisburg-Essen and Radboud University Nijmegen (The Netherlands). In addition to providing a unique research infrastructure for various groups from the two founding universities, the institute practises an open-door policy granting access to institute facilities to both academic and industrial partners. The institute is named after Erwin L. Hahn, a physicist who has made innumerable contributions to the field of magnetic resonance; Hahn is best known for the discovery of the “spin echo”, one of the most fundamental methods of signal formation in MRI. Located on the grounds of the Zollverein UNESCO World Cultural Heritage site in Essen,



nur wenige Forschungsinstitutionen weltweit limitiert (derzeit etwa 30). Ein Hauptziel des Erwin L. Hahn Institutes ist es, mit seinen Entwicklungen die Vorteile der Hochfeld-MRT-Bildgebung auf den gesamten menschlichen Körper auszuweiten und die Verbreitung dieser MRT-Technologie voranzutreiben.

Der Hauptvorteil der Ultrahochfeld-MRT scheint die verbesserte räumliche Auflösung für anatomische Bildgebung und funktionelle MRT zu sein. Das Hauptmanko der 7 Tesla-MRT sind Signalinhomogenitäten, bedingt durch Interferenzeffekte des Sendefeldes im menschlichen Körper. Das Erwin L. Hahn Institut ist in der herausragenden Position, diese Probleme lösen zu können; es beherbergt unter anderem eine der weltweit führenden Arbeitsgruppen auf diesem Forschungsfeld, insbesondere in der Herz- und Abdominalbildgebung (zum Beispiel Leber, Niere). Diese Arbeitsgruppe kann seit 2009 ein selbstentwickeltes und aufgebautes System zur Manipulation des Sendefeldes erfolgreich einsetzen, das nun eine klinische Bildgebung des Körperstamms bei 7 Tesla ermöglicht. Durch die enge Verbindung mit dem Universitätsklinikum Essen hat das Institut Zugang zu einer großen Bandbreite von Pathologien und die Möglichkeit, mit hervorragenden klinischen Partnern zu kooperieren. 2009 hat das Erwin L. Hahn Institut unter anderem die weltweit erste Studie zur Gehirnaktivierung im Menschen in der Auflösung der kortikalen Lamina gezeigt sowie hochaufgelöste Bilder des humanen Hippocampus.

Weitere herausragende Studien in 2009:

Mit der zunehmenden Anzahl von klinisch orientierten Studien bei 7 Tesla stehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor der Herausforderung, neue Spulenkonzpte für die Hochfeld-MRT im Körper außerhalb des Kopfes zur Verfügung zu stellen. Die Darstellung größerer Bereiche im Körper ist beispielsweise wichtig bei der Untersuchung von Patientinnen und Patienten mit Metastasen oder Multiple-Sklerose-Läsionen im Rückenmark. Eine Multikanal-Radiofrequenzspule für 7 Tesla-MRT des Rückenmarks mit einem ausgedehnten Bildgebungsbereich von 40 Zenti-

Germany, the Institute has been in operation since October 2006. 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 or 3 Tesla, the ultra-high magnetic field strength of this imager provides significantly superior sensitivity for structural and functional measurements of the human body.

In 2009, the research groups active in the Institute were bolstered by two significant additions: Matthias Brand is Professor of General Psychology: Cognition in the Department of Informatics and Applied Cognitive Science of the Faculty of Engineering at the University of Duisburg-Essen and has initiated a broad programme of research into the neural correlates of cognitive and emotional brain functions; Dr. Tom Scheenen heads a research group from the Radboud University Nijmegen Medical Centre that is primarily concerned with spectroscopy of the brain and prostate. These two groups bring additional breadth and weight to the Institute's scientific activities, and although the scientific goals may be distinct, many new active collaborations between these and existing groups have already been established.

Research

Owing to the many technical and physical challenges encountered at the higher magnetic field strength, 7-Tesla MRI technology is currently being investigated at only a limited number of research institutes throughout the world (currently around 30). One of the main goals of the Erwin L. Hahn Institute is to exploit the advantages of 7-Tesla technology throughout the entire body and facilitate its widespread dissemination.

The main promise of ultra-high field MRI has been of increased spatial resolution for both anatomical imaging and functional MRI. The main perceived drawbacks of 7T MRI have been non-uniformities in the transmit/receive radio-frequency fields. The Erwin L. Hahn Institute is

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

Researchers

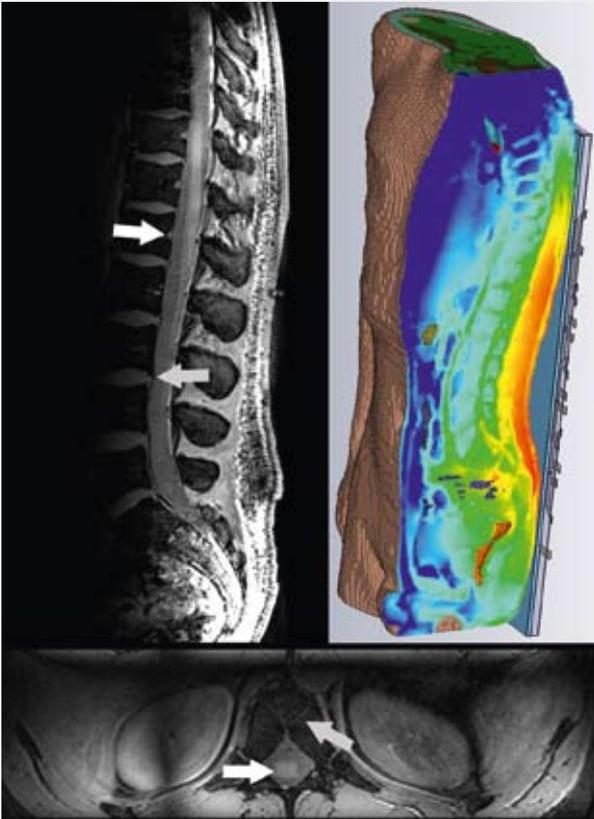
- Univ.-Doz. Dr. Markus Barth, Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen
- Prof. Dr. Peter Bayer
- Prof. Dr. Matthias Brand
- Prof. Dr. Hynek Burda
- Prof. Dr. Andreas Czylik
- Prof. Dr. Hans Christoph Diener
- Prof. Dr. Angelika Eggert
- Prof. Dr. Raimund Erbel
- Prof. Dr. Daniel Erni
- Prof. Dr. Guillén Fernández, Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen
- Prof. Dr. Michael Forsting
- Prof. Dr. Ruth Grümmer
- Prof. Dr. Gebhard Haberhauer
- Prof. Dr. Arend Heerschap, Medical Centre, Radboud Universiteit Nijmegen
- Prof. Dr. Edgar Heineken
- Prof. Dr. Dirk Herrmann
- Prof. Dr. Daniel Hoffmann
- Prof. Dr. Nicole Krämer
- Prof. Dr. Mark Ladd
- Prof. Dr. Franz Löer
- Prof. Dr. David G. Norris, Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen
- Dr. Tom Scheenen, Medical Centre, Radboud Universiteit Nijmegen
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Solbach
- Prof. Dr. Ulrich Sure
- PD Dr. Indira Tendolkar, Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen
- Prof. Dr. Dagmar Timmann-Braun
- Prof. Dr.-Ing. Peter Waldow
- Prof. Dr. Jens Wiltfang
- Prof. Dr. Elke Winterhager

Externe Wissenschaftler und internationale Kooperationen

External Researchers and International Collaborations

- Dr. Michaela Arndt, Nationales Centrum für Tumorerkrankungen, Universitätsklinikum Heidelberg,
- Dr. Achim Bahr, IMST GmbH, Kamp-Lintfort,
- Dr. Jörn Diedrichsen, Department of Psychology, University of Wales, Bangor, Großbritannien,
- Dr. Jürg Fröhlich, Electromagnetics in Medicine and Biology Group, Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik, ETH Zürich, Schweiz,
- Dr. Pål Erik Goa, St. Olavs University Hospital, Trondheim, Norwegen,
- Dr. Fabian Grabenhorst, Department of Physiology, Development and Neuroscience, University of Cambridge, Großbritannien,
- Dr. Dennis Klomp, Image Sciences Institute, University Medical Center Utrecht, Niederlande,
- Dr. Jürgen Krauss, Nationales Centrum für Tumorerkrankungen, Universitätsklinikum Heidelberg,
- Prof. Dr. Jean-Jacques Lemaire, Université d'Auvergne, Frankreich,
- Prof. Dr. Hans Markowitsch, Physiologische Psychologie, Universität Bielefeld,
- Prof. Dr. Klaas Prüssmann, MR Technology Group, Institut für Biomedizinische Technik, ETH Zürich, Schweiz,
- Prof. Dr. Johannes Roths, Feinwerk- und Mikrotechnik, Physikalische Technik, FH München,
- Prof. Dr. Klaus Scheffler, Institut für Radiologie, Radiologische Physik, Universität Basel, Schweiz,
- Prof. Dr. Dieter Suter, Experimentelle Physik, TU Dortmund,
- Prof. Dr. Siegfried Trattnig, MR Centre, Universitätsklinik für Radiodiagnostik, Medizinische Universität Wien, Österreich.





Sagittale Ansicht der Brust- und Lendenwirbelsäule (oben links). Die hohe räumliche Auflösung stellt sich insbesondere durch die Darstellung des hinteren Längsbandes (grauer Pfeil) und durch die Abgrenzbarkeit der Veneneintrittspunkte in den Wirbelkörpern (weißer Pfeil) dar. Letzteres wird auch in einer axialen Ansicht gezeigt (unten, grauer Pfeil), zusammen mit dem Spinalkanal (weißer Pfeil). Zur Sicherheitsabschätzung möglicher Gewebeerwärmung wurden Berechnungen der spezifischen Absorptionsrate (SAR) in einem numerischen Körpermodell eines Menschen (Voxelbasiertes SAR, Voxelgröße 2 mm^3) herangezogen (oben rechts).

Sagittal view of thoracolumbosacral spine (upper left). The high spatial resolution is reflected by the depiction of the posterior longitudinal ligament (grey arrow) and by the delineation of the entry points of veins into the vertebrae (white arrow). The latter are also shown in an axial view (bottom, grey arrow), with the spinal cord marked by the white arrow. For compliance, Specific Absorption Rate (SAR) calculations revealing potential tissue warming were performed (upper right) in a numerical human body model (voxel-based SAR, voxel size 2 mm^3).

metern wurde entwickelt und an gesunden Probandinnen und Probanden erfolgreich getestet. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Erwin L. Hahn Institutes konnten zeigen, dass Bildgebung über eine solch große Region auch bei 7 Tesla erfolgreich sein kann. Derzeit wird daran gearbeitet, verschiedene Pathologien in Patientinnen und Patienten zu untersuchen, um die klinische Bedeutung dieser Technologie zu ermitteln.

Eine wichtige Randbedingung zur Erzielung einer hohen Bildqualität bei 7 Tesla ist wie bereits betont die möglichst gleichförmige Ausleuchtung des Körpergewebes mit dem für die Anregung der Kernspins benötigten hochfrequenten (300 MHz) Magnetfeld. Es hat sich gezeigt, dass die im Fachgebiet Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik (ATE) entwickelten metamaterialbasierten Antennenstrukturen diesbezüglich ein enormes Potenzial aufweisen, zumal solche

in a unique position to tackle these problems; it is widely acknowledged as having one of the world's leading groups specialised in mastering the effects of non-uniformities in the radiofrequency magnetic fields, particularly with regard to cardiac and abdominal imaging. A self-developed system to manipulate the transmit field has therefore been successfully implemented. In partnership with University Hospital Essen, the Institute has access to a broad range of pathologies and the possibility of collaboration with excellent clinical partners. In 2009, the Hahn Institute published the world's first studies of brain activation in the human at the resolution of the cortical lamina and also high-resolution images of the human hippocampus.

A few further study highlights in 2009:

With the increasing number of clinically oriented studies at 7T, scientists face the challenge of



Antennen im Resonanzfall eine ortskonstante Stromverteilung zur Verfügung stellen und sich daher besonders gut für die gleichförmige Befeldung von großen oder langen Körperteilen eignen. Die Kombination aus Metamaterialien und Hochfrequenzspulen für die Hochfeld-MRT stellt derzeit im internationalen Forschungskontext ein absolutes Alleinstellungsmerkmal dar. Das Foto auf der Titelseite dieses Beitrags zeigt unter anderem den Prototyp einer Rückenspule, bestehend aus drei metamaterialbasierten Antennenstrukturen (vordere Spule).

Im Hinblick auf spektroskopische Anwendungen, sind die Vorzüge von Ultrahochmagnetfeldsystemen, wie dem des Erwin L. Hahn Institutes, zweifach: Nicht nur die Sensitivität für die detektierbaren Stoffwechselprodukte steigt an, sondern auch die Auflösung der Spektren an sich wird erhöht. Die resultierenden Spektren beinhalten Fingerabdrücke des Stoffwechsels im vorliegenden Gewebe. In der Prostata kann dieser Fingerabdruck verwendet werden, um zwischen Tumorgewebe und gesundem Gewebe zu unterscheiden. Mit Hilfe einer kleinen Schleifensende- und -empfangsspule innerhalb eines Endorektalballons konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Institutes eine bisher unerreichbare räumliche Auflösung $(3,5 \text{ mm})^3$ der MR-Spektroskopie-Matrix bei 7 Tesla zeigen. Diese Arbeit weist darauf hin, dass mit dieser Technologie möglicherweise auch kleinere Tumorherde charakterisiert werden können. In zukünftigen Arbeiten sollen leichter anwendbare, außen aufliegende Sendespulen entwickelt und eingesetzt werden, um neben der spektroskopischen MR-Bildgebung auch strukturelle MRT durchführen zu können, und somit eine bessere anatomische Zuordnung der Stoffwechselsignale zu erreichen.

Ultrahohe Feldstärken wie 7 Tesla bieten hervorragende Möglichkeiten für die funktionelle MRT. Das liegt an dem verbesserten Signal-Rausch-Verhältnis bei höheren Feldstärken, sowie dem supra-linearen Signalanstieg durch Sauerstoffanreicherung im Blut (so genanntes BOLD-Signal), der verwendet werden kann, um die Gehirnaktivierungen während einer experi-

providing new coil concepts for high-field MRI in body parts other than the head. Large field-of-view imaging is important for assessing patients with metastases or multiple sclerosis lesions in the spinal cord, for example. A multi-channel radiofrequency coil for 7T MRI of the human spine with an extensive imaging area of 40 cm has been developed and evaluated in healthy volunteers, and Erwin L. Hahn scientists were able to demonstrate that imaging even over such a large region can be successful at 7T. Currently, work is underway to assess a variety of pathologies in patients to further elucidate the clinical impact of this technology.

As already pointed out, an important precondition for obtaining excellent image quality at 7 Tesla is a uniform excitation of the body tissue by the high-frequency (300 MHz) magnetic field. Antenna structures based on metamaterials developed by the Department of General and Theoretical Electrical Engineering (ATE) appear to hold great potential in this regard. In resonance, such antennas present a spatially constant current distribution and are therefore especially well suited for uniform excitation of large and/or long body regions. The employment of metamaterials for constructing radiofrequency coils is an internationally unique approach to solving the challenges of high-field MRI. The photo on the first page of this article shows the prototype of a spine coil consisting of three antenna elements based on metamaterials (coil in the front).

With regard to spectroscopic applications, the promise of ultra-high magnetic field systems is two-fold: not only does the sensitivity for the detectable metabolites increase, but the spectral resolution also increases. The resulting spectra contain metabolic fingerprints of the tissue at hand. In the prostate, this fingerprint can be used to discriminate between cancer and non-cancer tissue. Using a small loop transmit/receive coil mounted inside an endorectal balloon, Institute scientists were able to obtain unprecedented spatial resolution $(3.5 \text{ mm})^3$ of the MR spectral imaging matrix at 7T; this work indicates that smaller cancer foci can possibly be characterised. In future work with external transmit array coils,



mentell kontrollierten Aufgabe zu messen. Mit der herkömmlichen Methode, dem Echo-Planar-Imaging (EPI), können starke Bildartefakte bei 7 Tesla auftreten. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Erwin L. Hahn Institutes konnten eine Multiecho-EPI-Technik anwenden, um besagte Artefakte zu reduzieren und gleichzeitig die Sensitivität der Methode zur Darstellung der aktivierungsabhängigen Signaländerungen zu erhöhen. Weitere Verbesserungen werden erwartet, wenn 2010 eine neue 32-Kanal-Kopfspule verfügbar wird.

Am Erwin L. Hahn Institut beteiligte Einrichtungen

- Universität Duisburg-Essen,
- Universitätsklinikum Essen,
- Radboud Universität Nijmegen, Nijmegen, Niederlande,
- Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen, Niederlande,
- Universitätsklinikum der Radboud Universität, Nijmegen, Niederlande,
- Siemens Healthcare, Erlangen (Technologie-partner).

Preise und Auszeichnungen

- Dr.-Ing. Andreas Rennings wurde 2008 in das Programm zur Förderung des promovierten Wissenschaftlichen Nachwuchses der Universität Duisburg-Essen mit dem Projektvorschlag „Metamaterial-basierte Hochfrequenz-Spulen für die Hochfeld-Magnetresonanztomographie“ aufgenommen.
- Dr. Dennis Klomp erhielt den Poster Award in Dynamic NMR der International Society for Magnetic Resonance in Medicine im Jahr 2008.
- Dr. Andreas Bitz bekam 2009 den Poster Award in Engineering der International Society for Magnetic Resonance in Medicine.
- Ein Starting Independent Researcher Grant wurde 2009 vom European Research Council an Dr. Tom Scheenen verliehen.
- Dr.-Ing. Andreas Rennings bekam 2009 den VDE-Promotionspreis für seine Dissertation

MR spectral imaging will be combined with structural MRI for better anatomical reference.

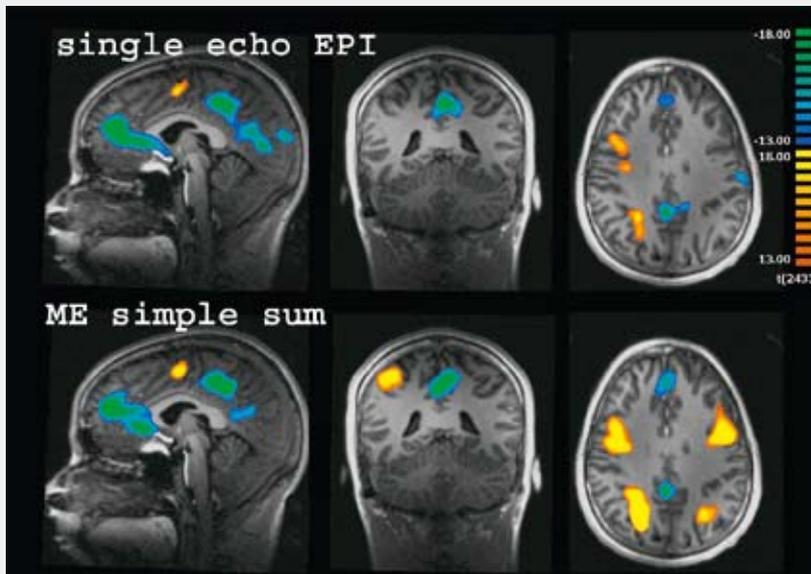
An ultra-high magnetic field such as 7 Tesla provides great opportunities for functional MRI. This is thanks to the increased image signal-to-noise ratio, and more importantly the supra-linear increase of the blood oxygenation level dependent (BOLD) signal which can be used to detect brain activation during an experimentally controlled task. However, severe image artifacts can arise at 7T with the commonly employed method known as echo-planar imaging (EPI). Institute scientists were able to apply and evaluate a multi-echo EPI technique to reduce said image artifacts and also increase the sensitivity to activation-induced signal changes at the same time. Further improvements are expected when a new 32-channel head coil becomes available in early 2010.

Participating institutions of the Erwin L. Hahn Institute

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

Awards and Distinctions

- In 2008, Dr.-Ing. Andreas Rennings was accepted onto the University of Duisburg-Essen's programme for postdoctoral researchers with his project proposal entitled "Metamaterial-basierte Hochfrequenz-Spulen für die Hochfeld-Magnetresonanztomographie".
- Also in 2008, Dr. Dennis Klomp received the Poster Award in Dynamic NMR of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine.
- Dr. Andreas Bitz won the Poster Award in Engineering of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine in 2009.



Die mit konventionellem EPI gemessenen Aktivierungen (oben) sind weniger signifikant als die mit Multiecho-EPI (ME-EPI) gemessenen (unten). Die Farbüberlagerung stellt die Stärke der Aktivierungen und „Deaktivierungen“ in t-Werten dar.

The activation detected by conventional EPI (top) is less significant than in multi-echo (ME) EPI (bottom). Here the color overlay indicates the t-scores in activated and ‘deactivated’ brain regions.

zum Thema „Elektromagnetische Zeitbereichssimulationen innovativer Antennen auf Basis von Metamaterialien“.

- Das Fachgebiet für Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik (ATE) gewann 2009 zusammen mit dem Fachgebiet Hochfrequenztechnik und dem Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie den Innovationswettbewerb „Transfer.NRW: Science-to-Business PreSeed“ für den Projektvorschlag „Meta Coils – Metamaterialbasierte Hochfrequenz-Spulen für die 7-T-Magnetresonanztomographie“.

Perspektiven

Die grundlegende Zielsetzung in den kommenden Jahren wird die Erweiterung der Kompetenzen des Institutes im Bereich der Ultrahochfeld-MRT sein. Dies beinhaltet sowohl die Anwendung der 7 Tesla-Technologie im gesamten Körper für die klinische Diagnostik, insbesondere in der Herzbildgebung, als auch die interdisziplinäre Anwendung der Technologie zur Untersuchung kognitiver Prozesse. Die besonderen Vorteile bei 7 Tesla für funktionelle Aktivierungsstudien im menschlichen Gehirn sollen zum Beispiel neue Einsichten in Fragen wie die Identifizierung

- A Starting Independent Researcher Grant was awarded to Dr. Tom Scheenen in 2009 by the European Research Council.
- In 2009, Dr.-Ing. Andreas Rennings was awarded the doctoral prize of the Association for Electrical, Electronic & Information Technologies (VDE e.V.) for his dissertation on “Elektromagnetische Zeitbereichssimulationen innovativer Antennen auf Basis von Metamaterialien”.
- The Department of General and Theoretical Engineering (ATE), the Department of High-Frequency Engineering and the Institute of Diagnostic and Interventional Radiology jointly won the “Transfer.NRW: Science-to-Business PreSeed“ competition for their project proposal “Meta Coils – Metamaterialbasierte Hochfrequenz-Spulen für die 7-T-Magnetresonanztomographie”.

Outlook

The primary goal in the coming years will be to extend the Institute’s competencies at ultra-high field. This includes both the application of 7-Tesla technology to clinical diagnostic workups of the entire body, but also the interdisciplinary application of 7-Tesla technology to explore cognitive processes. The particular advantages at 7T for

Ausgewählte Publikationen

Selected Publications

- Breyer, T., I. Wanke, S. Maderwald, F.G. Woermann, O. Kraff, J.M. Theysohn, A. Ebner, M. Forsting, M.E. Ladd, M. Schlamann (2009): Imaging of Patients with Hippocampal Sclerosis at 7 Tesla: Initial Results. *Acad Radiol* 2009.
- Klomp, D.W., A.K. Bitz, A. Heerschap, T.W. Scheenen (2009): Proton spectroscopic imaging of the human prostate at 7 T. *NMR Biomed.* 22(5), 495-501.
- Kollia, K., S. Maderwald, N. Putzki, M. Schlamann, J.M. Theysohn, O. Kraff, M.E. Ladd, M. Forsting, I. Wanke (2009): First clinical study on ultra-high-field MR imaging in patients with multiple sclerosis: comparison of 1.5T and 7T. *AJNR Am J Neuroradiol.* 30(4), 699–702. Epub 2009 Jan 15.
- Kraff, O., A.K. Bitz, S. Kruszona, S. Orzada, L.C. Schaefer, J.M. Theysohn, S. Maderwald, M.E. Ladd, H.H. Quick (2009): An eight-channel phased array RF coil for spine MR imaging at 7 T. *Invest Radiol.* 44(11), 734-40.
- Kraff, O., J.M. Theysohn, S. Maderwald, P.C. Kokulinsky, Z. Dogan, A. Kerem, S. Kruszona, M.E. Ladd, E.R. Gizewski, S. C. Ladd (2009): High-resolution MRI of the human parotid gland and duct at 7 Tesla. *Invest Radiol.* 44, 518-524.
- Mönninghoff, C., S. Maderwald, J.M. Theysohn, O. Kraff, S.C. Ladd, M.E. Ladd, M. Forsting, H.H. Quick, I. Wanke (2009): Evaluation of intracranial aneurysms with 7 T versus 1.5 T time-of-flight MR angiography – initial experience. *Rofo.* 181(1), 16–23. Epub 2008 Dec 29.
- Moenninghoff, C., S. Maderwald, J.M. Theysohn, O. Kraff, M.E. Ladd, N. El Hindy, J. van de Nes, M. Forsting, I. Wanke (2009): Imaging of adult astrocytic brain tumours with 7 T MRI: preliminary results. *Eur Radiol.* 18.
- Poser, B.A., D.G. Norris (2009): Investigating the benefits of multi-echo EPI for fMRI at 7 T. *Neuroimage* 45(4), 1162–1172.
- Rennings, A., J. Mosig, A. Bahr, C. Caloz, M.E. Ladd, D. Erni (2009): A CRLH metamaterial based RF coil element for magnetic resonance imaging at 7 Tesla. In: 3rd European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2009), March 23–27, Berlin, 3231–3234.
- Theysohn, J.M., O. Kraff, S. Maderwald, M.U. Schlamann, A. de Greiff, M. Forsting, S.C. Ladd, M.E. Ladd, E.R. Gizewski (2009): The human hippocampus at 7 T-in vivo MRI. *Hippocampus.* 19(1), 1–7.

functional activation studies of the human brain should, for example, enable new insights into such questions as the neural correlates for purchasing decisions, for the interaction with new media, or for judgements in the context of everyday moral dilemmas.

In 2009, researchers at the Erwin L. Hahn Institute successfully applied jointly with the Departments of Radiology and Nuclear Medicine to the German Research Foundation for funding of a whole-body hybrid Magnetic Resonance/ Positron Emission Tomograph. Essen was selected as one of three sites to evaluate and further develop this technology. Erwin L. Hahn scientists will be pursuing joint research projects utilising this unique instrument after its installation some time at the end of 2010.



der neuronalen Korrelate bei Kaufentscheidungen, bei der Interaktion mit neuen Medien oder bei Entscheidungen im Zusammenhang mit alltäglichen moralischen Zwangslagen ermöglichen.

2009 haben sich die Forscherinnen und Forscher des Erwin L. Hahn Institutes gemeinsam mit dem Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie und der Klinik für Nuklearmedizin des Universitätsklinikums Essen erfolgreich bei der DFG um die Finanzierung eines Ganzkörper-Hybrid-Magnetresonanz/Positronen-Emissions-Tomographen beworben. Essen wurde als einer von drei Standorten ausgewählt, um diese Technologie zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Nach der Installation gegen Ende 2010 werden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Erwin L. Hahn Institutes gemeinsame Forschungsprojekte initiieren, um die Möglichkeiten dieses einzigartigen Gerätes zu erforschen.

Kontakt

Contact

Erwin L. Hahn Institut für Magnetresonanz (ELH)

Erwin L. Hahn Institute for Magnetic Resonance Imaging (ELH)

Prof. Dr. David G. Norris

Geschäftsführender Direktor [Managing Director](#)

☎ +49 (0) 201 / 183 - 60 70

☎ +49 (0) 201 / 183 - 60 73

@ david.norris@uni-due.de

Dr. Beate Fraß

Geschäftsführerin [Administrative Director](#)

☎ +49 (0) 201 / 183 - 60 81

☎ +49 (0) 201 / 183 - 60 73

@ beate.frass@uni-due.de

UNESCO Weltkulturerbe Zollverein

Arendahls Wiese 199

D-45141 Essen

🌐 www.hahn-institute.de