

## MR-Tomographie trotz orthopädischen Implantaten und Osteosynthesematerial



**Der Autor**

PD Dr. med. Florian M. Buck  
Facharzt FMH Radiologie

MR-tomographische Untersuchungen werden durch die neuen MARS (metallic artifact reduction sequence)-Sequenzen je nach Legierung der Implantate deutlich von Artefakten befreit. Diese Technik erlaubt bisher nie für möglich gehaltene postoperative Weichteildiagnostik.

Orthopädische Implantate und Osteosynthesematerial stellten lange eine Kontraindikation für eine MR-tomographische Untersuchung dar. Hauptgrund dafür waren die ausgeprägten Suszeptibilitätsartefakte durch die metallischen Implantate, welche zu nahezu unbrauchbarer Bildqualität führten.

Diese Vorbehalte in der postoperativen Weichteildiagnostik sind nun weitgehend obsolet. Seit Einführung der neuen MR-Sequenzen mit Unterdrückung der Metallartefakte hat sich in diesem Bereich in den letzten Jahren eine kleine Revolution ereignet. Orthopädische Implantate stellen heute in den allermeisten Fällen keine Kontraindikation für eine MR-Tomographie mehr dar.

### Technischer Hintergrund

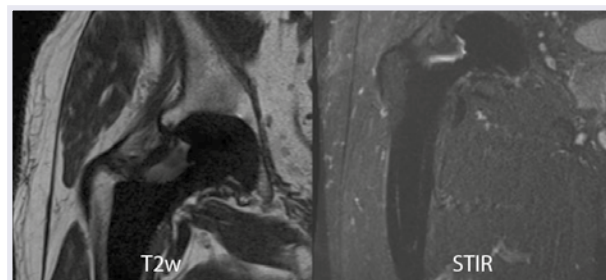
Metallische Implantate erzeugen typischerweise mehrere Arten von Artefakten durch Störung des Magnetfeldes im MR-Scanner wie zum Beispiel In-Plane-Artefakte (Signalverlust, Signalverstärkung), schlechte oder fehlende Fettsaturation, geometrische Distorsion und Through-Section-Artefakte (Artefakte durch ein Implantat in den angrenzenden Schichten). Mit herkömmlichen Methoden zur Verminderung dieser Artefakte war es bisher nicht möglich, befriedigende MR-tomographische Bilder der Weichteile nahe der Implantate zu erzielen.

Neue Techniken zur Unterdrückung der Metallartefakte werden mit dem generischen Begriff MARS (metallic artifact reduction sequence) bezeichnet und beinhalten im Wesentlichen zwei neue Messmethoden (VAT = view angle tilting & SEMAC = slice encoding for metal artifact correction). Es gibt verschiedene andere Be-

griffe von Anbietern von MR-Systemen wie z.B. WARP (Siemens) und MAVRIC (General Electric). Diese Produkte stellen Kombinationen von herkömmlichen und neuen Methoden zur Unterdrückung von Metallartefakten dar und bieten optimale Bildergebnisse.

### Was kann mittels MARS-MRT untersucht werden?

Prinzipiell können alle Regionen des Körpers mit dieser Technik untersucht werden. Häufige Fragestellungen betreffen die postoperativen Verhältnisse, Komplikationen oder neu aufgetretene Pathologien nach Spondylodese oder Implantation einer Hüftprothese, Knieprothese oder Schulterprothese. Auch nach Frakturversorgung mit Osteosynthesematerial erzielt man schöne Resultate. Durch den hohen Weichteilkontrast und die hohe Sen-



**Abbildung 1:** MARS-MRT nach Implantation einer Hüftprothese – links T2-gewichtetes Bild und rechts stark flüssigkeitssensitives STIR-Bild. Die Weichteile und ossären Strukturen sind bis an die Prothese heran scharf abgebildet. Es finden sich keine Metallartefakte. Derartige Bilder sind bei neueren Prothesen, welche v.a. aus Titan bestehen, möglich. Artefakte können insbesondere auf Höhe der Prothesenpfanne auftreten.

sitivität flüssigkeitssensitiver Sequenzen können Fissuren und kleine undislozierte Frakturen nachgewiesen werden, die selbst in der Computertomographie nicht sichtbar sind.

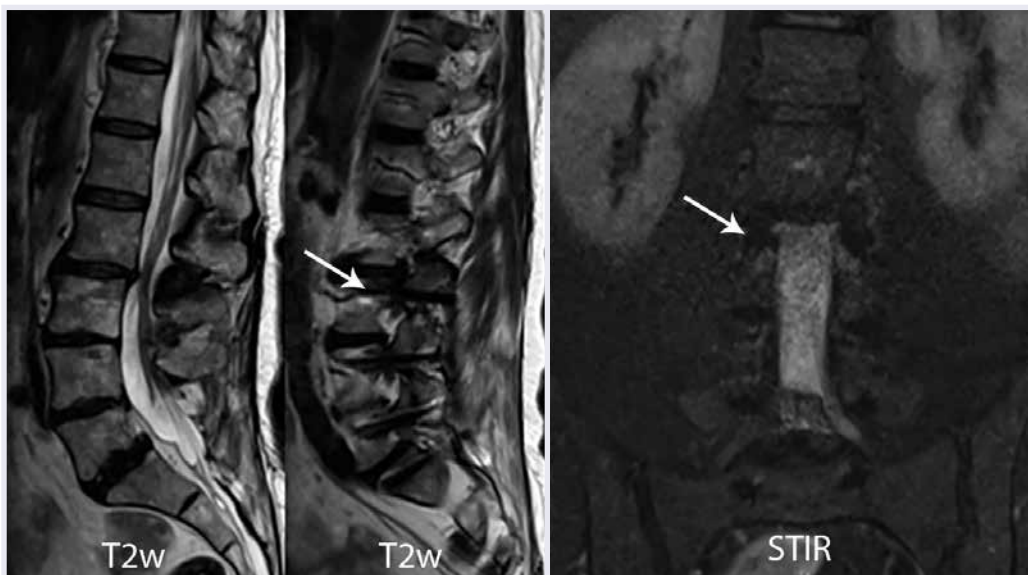
### Welche Patienten eignen sich für eine MARS-MRT?

Die besten Ergebnisse werden bei Patienten mit Implantaten aus Titan erzielt. So lassen sich zum Beispiel Patienten nach Implantation einer Hüftprothese sehr gut untersuchen. Die akquirierten Bilder lassen eine Beurteilung der Weichteile bis an die Prothese heran zu (siehe Abbildungen). So können zum Beispiel am Hüftgelenk Pathologien der Abduktoren, der Iliopsoassehne, postoperative Infektionen, Metallosen und Partikelerkrankungen sowie aseptische Prothesenlockerungen und andere Pathologien untersucht werden. Auch die Art des operativen Zuganges ist gut zu bestimmen und die typischen, damit verbundenen Komplikationen können MR-tomographisch beurteilt werden (siehe Referenz 3 unten).

Orthopädische Implantate stellen nur noch in Einzelfällen eine Kontraindikation für eine MR-tomographische Untersuchung dar.

Die neue MARS-MRT erlaubt eine bisher nie für möglich gehaltene postoperative Weichteildiagnostik.

Die Bildqualität hängt wesentlich von der Zusammensetzung und der Geometrie des Implantates ab. Klobige Metallteile



**Abbildung 2:** MARS-MRT der LWS nach Spondylodese von LWK3 bis SWK1 – links zwei T2-gewichtete Bilder und rechts ein stark flüssigkeitssensitives STIR-Bild. Die Pedikelschrauben erzeugen nur noch geringe Artefakte (weisse Pfeile). Die angrenzenden Strukturen sind scharf abgebildet. Allfällig neu aufgetretene Stenosen können so diagnostiziert werden. Die Bildqualität hängt stark von der Zusammensetzung der Pedikelschraube ab.

wie zum Beispiel die Glenosphäre bei inverser Schulterprothese oder die femorale Knieprothesenkomponente erzeugen stets noch Restartefakte. Implantate aus Legierungen wie Cobalt-Chrom und Stahl erzeugen nach wie vor Artefakte, die jedoch in der Regel sehr umschrieben sind. Eine Herausforderung stellen kleine in situ verbliebene Bohrerspitzen dar. Darüber hinaus spielt die Ausrichtung des Implantates im Körper und damit schlussendlich die Ausrichtung des Implantates im Scanner eine Rolle.

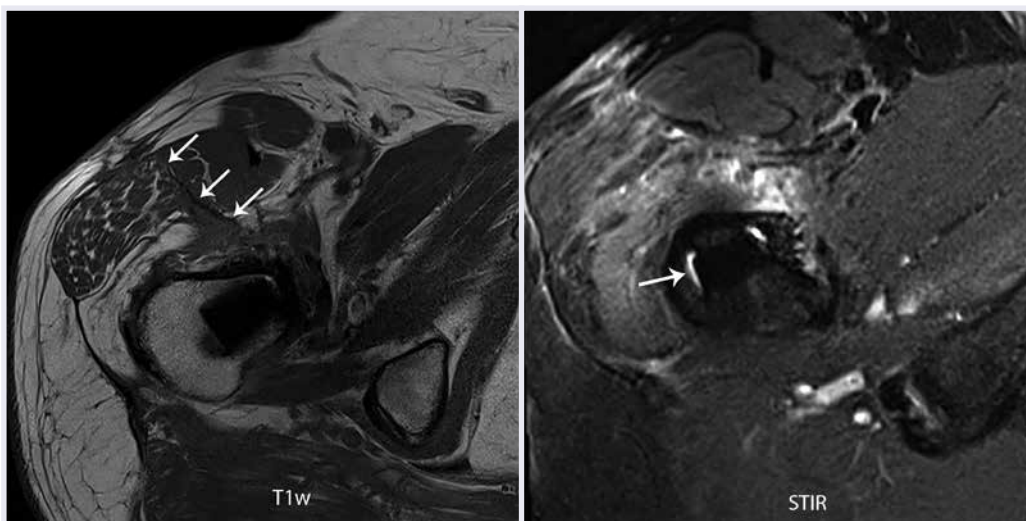
### Gibt es Kontraindikationen für eine MARS-MRT?

Grundsätzlich gelten die bekannten allgemeinen Kontraindikationen für eine MRT wie zum Beispiel Herzschrittmacher/Defibrillatoren, Neurostimulatoren, Insulinpumpen/Medikamentenpumpen und Cochlea-implantate, wobei es von all diesen Geräten mittlerweile einige MR-taugliche Modelle gibt, so dass im Einzelfall abgeklärt werden muss, wie mit dem Gerät umzugehen ist (genauer Gerätenamen und Seriennummer sind nötig).

Ungünstig gelegene Metallsplitter sind nach wie vor eine Herausforderung.

### Was muss bei der Anmeldung bedacht werden?

Die Untersuchung wird zwingend in einem 1.5-Tesla-Gerät durchgeführt, da die Artefakte in den 3-Tesla-Geräten grösser sind. Ein konventionelles Röntgenbild ist hilfreich um einen Überblick über die Implantate und allfällig ungünstig gelegene, lockere Anteile zu gewinnen. Darüber hinaus gelten natürlich die oben aufge-



**Abbildung 3:** MARS-MRT unmittelbar nach Implantation einer Hüftprothese über einen minimalinvasiven anteromedialen Zugang (siehe Pfeile in T1-gewichteter Sequenz). In den Weichteilen sind in der STIR-Sequenz (Bild rechts) grossflächige Ödeme sichtbar. Der Prothesenschaft ist noch nicht eingeeilt (siehe Pfeil in der STIR-Sequenz).

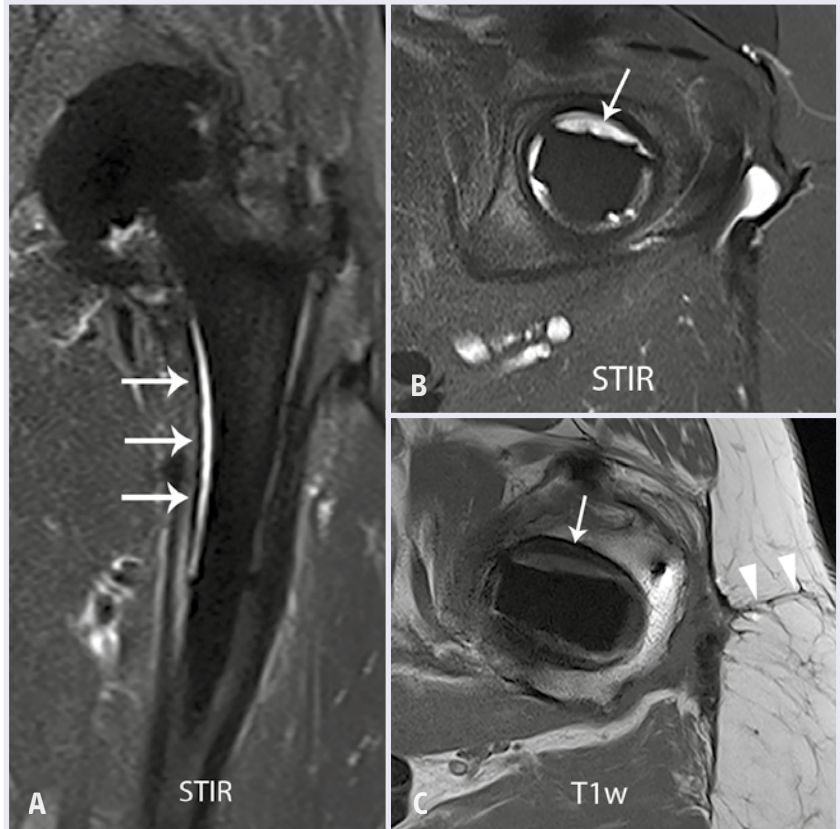
fürten allgemeinen Kontraindikationen für eine MR-Tomographie.

### An welchen Standorten des Medizinisch Radiologischen Institutes werden MARS-MRT angeboten?

Wir bieten MARS-MRT-Untersuchungen an den Standorten Bahnhofplatz, Stadelhofen und Bethanien an.

### Referenzen

1. MR Imaging with Metal-suppression Sequences for Evaluation of Total Joint Arthroplasty. Talbot BS, Weinberg EP. Radiographics 2016 Jan;36(1):209–25.
2. CT and MRI of hip arthroplasty. Agten CA, Sutter R, Pfirrmann CWA. Radiologe 2014 Jul;54(7):715–25–quiz726.
3. MR imaging of soft tissue alterations after total hip arthroplasty: comparison of classic surgical approaches. Agten CA, Sutter R, Dora C, Pfirrmann CWA. Eur Radiol 2017 Mar;27(3):1312–21.



**Abbildung 4:** MARS-MRT nach Hüftprothesenimplantation bei symptomatischem schwingendem Prothesenschaft. Es findet sich eine langstreckige Osteolyse entlang des Prothesenschaftes mit Flüssigkeit um den Schaft (siehe Pfeile). A, B: flüssigkeitssensitive STIR-Sequenz, C: T1-gewichtete Sequenz.

## MRI INFOS



**Frau Dr. med. Adrienne Hoffmann**, Fachärztin FMH für Radiologie, ist seit November 2016 bei uns tätig. Die Ausbildung zur Radiologin absolvierte sie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main und am Universitätsspital Basel. Nach einem Fellowship an der Universitätsklinik Balgrist arbeitete sie an der Hirslanden Klinik Aarau. Anschliessend war sie massgeblich am Aufbau des Brustzentrums der Hirslanden Klinik St. Anna in Luzern beteiligt, wo sie als Leitende Ärztin tätig war. Frau Dr. med. Hoffmann bietet das gesamte Spektrum der Mamma-Diagnostik inklusive aller Interventionen an. Daneben gilt ihr besonderes Interesse der muskuloskelettalen Bildgebung.



**Frau Dr. med. Uta Müller Pfister**, Fachärztin FMH für Radiologie und Neuroradiologie, Schwerpunkt Pädiatrische Radiologie (FMH), unterstützt uns seit Dezember 2016. Ihre Ausbildung absolvierte sie am Universitätsklinikum und den Kliniken Schmieder Heidelberg, der Fürst-Stürum Klinik Bruchsal und dem Universitätsspital Zürich. 2007 war sie als Fellow am Kinderspital Zürich und wechselte 2008 ans Kantonsspital Baden, in dem sie zuletzt als Leitende Ärztin tätig war. Sie ist Inhaberin des Europäischen Diploms Neuroradiologie (EDiNR). Neben neuroradiologischer Diagnostik mit Schwerpunkt Schädelbasis und ORL Bildgebung gilt ihr Interesse auch der pädiatrischen Bildgebung.



**Frau Dr. med. Bianka Freiwald**, Fachärztin FMH für Radiologie, ist seit Januar 2017 am MRI tätig. Ihre Ausbildung absolvierte sie am Universitätsspital Zürich, am Waidspital und am Kantonsspital Baden, wo sie seit 2007 als Oberärztin und ab 2012 als Leitende Ärztin, die ärztliche Leitung der Brustdiagnostik innehatte. Der Schwerpunkt von Frau Dr. med. Freiwald umfasst das gesamte Spektrum der Brustdiagnostik und der Brustinterventionen. Ausserdem gilt ihr Interesse der Schnittbildgebung des Abdominalraumes, insbesondere dem «female imaging».



# MRI INFOS



**Dr. med. Christian Weisstanner** ist Facharzt FMH für Radiologie und Neuroradiologie und seit Februar 2017 bei uns tätig. Seine Ausbildung zum Radiologen absolvierte er am Kantonsspital Luzern und Aarau. Die Ausbildung zum Neuroradiologen absolvierte er am Inselspital in Bern, seit 2012 als Oberarzt. Er ist Inhaber des Europäischen Diploms in pädiatrischer Neuroradiologie. Während seines Auslandsaufenthaltes am AKH in Wien 2015, erwarb er sich ein profundes Wissen über die fetale MRT.

Sein besonderes Interesse gilt der ORL-Bildgebung, der neuropädiatrischen Bildgebung und fetalen MRT sowie der Demenz- und Epilepsiediagnostik.



**PD Dr. med. Stephan Baumüller**, Facharzt FMH für Radiologie, verstärkt seit dem März 2017 unser Team. Nach klinischen Jahren in der allgemeinen Chirurgie absolvierte er seine radiologische Ausbildung am Universitätsspital Zürich, wo er seit 2013 als Oberarzt tätig war. Seit Beginn seiner Ausbildung befasst er sich mit der kardialen Bildgebung und ist im Besitz des Europäischen Diploms in Kardialer Radiologie (EBCR). Neben weiteren Schwerpunkten in der pulmonalen und abdominalen Schnitt-

bildgebung unterstützt er uns auf dem gesamten Gebiet der modernen radiologischen Diagnostik.



**Frau Dr. med. Tabea Schmid-Rüegger**, Fachärztin FMH für Radiologie, ist seit März 2017 bei uns tätig. Nach zwei klinischen Jahren in Innerer Medizin im Kreisspital für das Freiamt in Muri absolvierte sie ihre Ausbildung zur Radiologin am Universitätsspital in Zürich, seit 2014 als Oberärztin. Frau Dr. med. Schmid-Rüegger hat profunde Kenntnisse in der gesamten modernen radiologischen Diagnostik, ihr spezielles Interesse gilt der senologischen Bildgebung.

## EFQM Anerkennung für Excellence

Das MRI Zürich wurde im April 2017 offiziell von der Swiss Association for Quality (SAQ) ein weiteres Mal beurkundet und mit 4 Sternen ausgezeichnet (R4E).



## MRI ÄRZTETEAM

### Fachärzte FMH Radiologie

PD Dr. med. Stephan Baumüller  
Dr. med. Cyrille H. Benoit  
Dr. med. Thomas P. Bischof  
PD Dr. med. Florian M. Buck  
Dr. med. Bianka Freiwald  
Dr. med. Faril Gantino  
PD Dr. med. Paul R. Hilfiker  
Dr. med. Adrienne Hoffmann  
Dr. med. Roger Hunziker  
PD Dr. med. Thomas Schertler  
PD Dr. med. Marius Schmid  
Dr. med. Tabea Schmid-Rüegger  
Dr. med. Katharina Stooß

### Fachärzte FMH Radiologie und Nuklearmedizin

Prof. Dr. med. Thomas Hany  
Dr. med. Daniel T. Schmid

### Fachärzte FMH Radiologie und Neuroradiologie

Dr. med. Uta Müller Pfister  
Prof. Dr. med. Bernhard Schuknecht  
Dr. med. Torsten Straube  
PD Dr. med. Stephan Ulmer  
Dr. med. Christian Weisstanner

## ANMELDUNG UND BEFUNDE

### MRI Bahnhofplatz

Bahnhofplatz 3  
8001 Zürich

**Telefon** +41 (0)44 225 20 90  
**Fax** +41 (0)44 211 87 54  
**E-Mail** mri-bhp@hin.ch

### MRI Bethanien

Toblerstrasse 51  
8044 Zürich

+41 (0)44 257 20 90  
+41 (0)44 251 69 11  
mri-bth@hin.ch

### MRI Stadelhofen

Goethestrasse 18  
8001 Zürich

+41 (0)44 226 20 90  
+41 (0)44 226 20 50  
anmeldung-mri@hin.ch

### MRI Schulthess Klinik

Lengghalde 2  
8008 Zürich

+41 (0)44 542 20 90  
+41 (0)44 542 20 50  
mri-shk@hin.ch

### Website MRI Institute

[www.mri-roentgen.ch](http://www.mri-roentgen.ch)