

Magnetic Particle Imaging

Chancen und Herausforderungen einer neuen Modalität

Thorsten M. Buzug

Institut für Medizintechnik, Universität zu Lübeck
buzug@imt.uni-luebeck.de

Kurzfassung

Magnetic Particle Imaging (MPI) ist ein neues Bildgebungsverfahren, mit dem sich die lokale Konzentration von magnetischen Nanopartikeln quantitativ sowohl mit hoher Empfindlichkeit, als auch mit hervorragender räumlicher Auflösung in Echtzeit darstellen lässt [1]. Diese Vorteile gegenüber etablierten Verfahren, die oft nur einen der Bereiche abdecken können oder nicht quantitativ sind, lassen ein hohes klinisches Potenzial in vielen Anwendungen erwarten. Die Grundidee besteht in der Nutzung der nichtlinearen Magnetisierungskurve der Partikel [2]. Das Verfahren nutzt dazu zwei überlagernde Magnetfelder, zum einen ein statisches Selektionsfeld, zum anderen ein dynamisches Wechselfeld. Werden die Nanopartikel in das Wechselfeld gebracht, erzeugen sie eine nichtlineare Magnetisierung, die mit einer Empfangsspule gemessen werden kann. Aufgrund der Nichtlinearität enthält das gemessene Signal neben der Grundfrequenz des Wechselfelds auch Harmonische, also Schwingungen mit einem Vielfachen der Grundfrequenz. Nach Separation der Harmonischen von dem eingespeisten

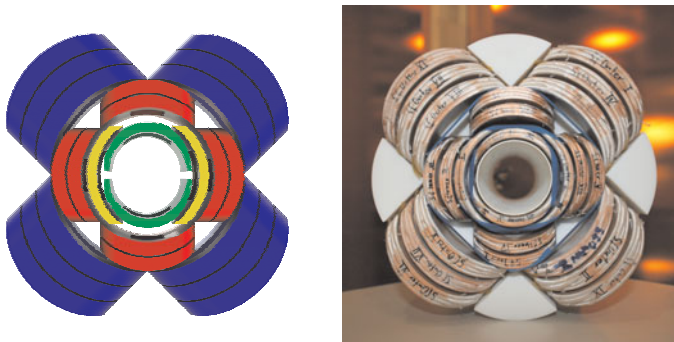


Abb. 1. Simulation (links) und Spulenrealisierung (rechts) eines 2D MPI-Scanners mit dynamisch rotier- und verschiebbarer feldfreier Linie [3].

Grundsignal, kann die Konzentration der Nanopartikel ermittelt werden. Eine örtliche Kodierung wird durch das statische Selektionsfeld erreicht. Als Tracer kommen nanopartikuläre Systeme aus Eisenoxid zum Einsatz. Die Rekonstruktion besteht beim Magnetic Particle Imaging in der Lösung des inversen Problems, bei dem zu den gemessenen induzierten Spannungen, die Konzentrationsverteilung der Nanopartikel bestimmt werden muss. Die Beziehung zwischen beiden Größen wird durch eine entsprechende Systemfunktion beschrieben. Aktuelle Entwicklungen in der Instrumentierung fokussieren insbesondere auf Spulenoptimierungen [4] (Abb. 1) sowie Konzepte für die Ganzkörpertomographie [5].

1. Buzug TM, Bringout G, Erbe M et al. Magnetic particle imaging: introduction to imaging and hardware realization. *Z Med Phys.* 2012;22(4):323-34
2. Lüdtke-Buzug K, Haegele J, Biederer S et al. Comparison of commercial iron oxide-based MRI contrast agents with synthesized high-performance MPI tracers. *Biomed Eng.* 2013;58(6): 527-33
3. Bente K, Weber M, Gräser M et al. Electronic field free line rotation and relaxation deconvolution in magnetic particle imaging. *IEEE Trans Med Imaging.* 2014, [Epub ahead of print], DOI: 10.1109/TMI.2014.2364891
4. Wojtczyk H, Bringout G, Tenner W et al. Toward the optimization of D-shaped coils for the use in an open magnetic particle imaging scanner. *IEEE Trans Magn* 2014;50(7):
5. Kaethner C, Ahlborg M, Bringout G et al. Axially elongated field-free point data acquisition in magnetic particle imaging. *IEEE Trans Med Imaging.* 2015;34(2):1-7

Über den Vortragenden

Prof. Buzug promovierte 1993 im Fach Angewandte Physik an der Universität zu Kiel. Nach einer postdoktoralen Position an der Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall- und Geophysik (FWG) in Kiel, wo er im Bereich der Unterwasserbildgebung an SONAR-Systemen arbeitete, wechselte er 1994 zu den Philips Forschungslaboratorien Hamburg. Als Leiter des Forschungsclusters Bildverarbeitung war Prof. Buzug dort für Projekte der medizinischen Bildverarbeitung verantwortlich. Prof. Buzug wurde 1998 auf eine C3-Professur für Physik und Medizintechnik an den RheinAhrCampus Remagen berufen. 2006 wurde er in seine derzeitige Position als Direktor des Instituts für Medizintechnik an der Universität zu Lübeck berufen. Prof. Buzug ist unter anderem Vizepräsident der Universität zu Lübeck, Sprecher des Kompetenzzentrums für Medizintechnik TANDEM und Vorstandsmitglied des Life-Science Nord e.V. (LSN).



Bildverarbeitung für die Medizin 2015

Algorithmen - Systeme - Anwendungen. Proceedings

des Workshops vom 15. bis 17. März 2015 in Lübeck

Handels, H.; Deserno, Th.M.; Meinzer, H.-P.; Tolxdorff,

Th. (Hrsg.)

2015, XXIV, 529 S. 150 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-662-46223-2