

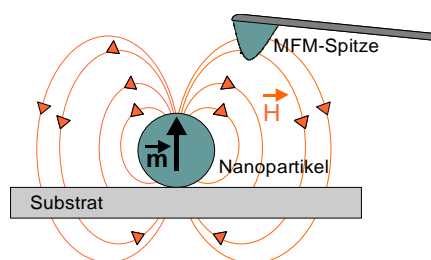
## Magnetische Nanopartikel (MNPs) für die Medizintechnik

BMBF-Verbundprojekt "QuaNTAMed", Messtechnik zur Qualitätssicherung magnetischer Nanoteilchen für Anwendungen in Medizin und Bioanalytik, Förderkennzeichen 13N9149

Teilprojekt: **Lokale und globale Bestimmung der Kenngrößen magnetischer Nanoteilchen zur Validierung der Qualitätssicherungsverfahren**

Magnetische Nanopartikel gewinnen in vielen Anwendungsbereichen wie Medizin und Datenspeichertechnik zunehmend an Bedeutung. In der medizinischen Anwendung werden kleinste magnetische Teilchen zur Diagnostik und in der Therapie eingesetzt. Sie dienen z.B. als Kontrastmittel in der Kernspintomografie. Weitere potentielle Einsatzgebiete, die sich momentan in der Erprobung befinden, sind "Drug Targeting" und "Hyperthermie". Die PTB bearbeitet zusammen mit der TU Braunschweig und den Firmen Chemicell und Magnicon ein BMBF-gefördertes Vorhaben.

Im Rahmen dieses Vorhabens soll ein Fluxgate-basiertes Messsystem aufgebaut werden, das es erlaubt, mit Hilfe von Magnetorelaxometrie (MRX) die Größen- und Momentenverteilungen von



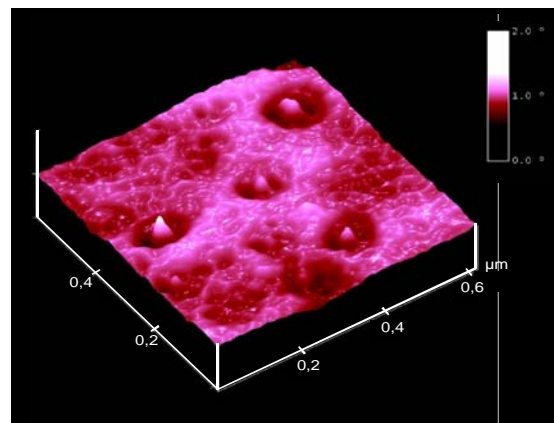
**Abb. 1:** Schematische Darstellung der Abbildung eines Nanopartikels mittels Magnetkraftmikroskopie

magnetischen Nanoteilchen in Emulsion zu vermessen. In dem im Fachbereich 2.5 bearbeiteten Teilprojekt werden mit unabhängigen Messverfahren die Eigenschaften von MNPs bestimmt. Damit wird eine Datenbasis geschaffen zur Optimierung und Validierung des Demonstrators sowie zur Weiterentwicklung der MRX-Mess- und Auswerteverfahren. Die magnetischen Eigenschaften (Moment  $m$ , Schaltfeld  $H_s$ ) einzelner MNPs und ihre Verteilung in Ensembles werden mit Magnetkraftmikroskopie (MFM) bestimmt. Magnetkraftmikroskopie weist eine sehr hohe Streufeldsensitivität auf und erlaubt eine sehr hohe Ortsauflösung. Das Verfahren ist jedoch in der Regel nicht quantitativ. Deshalb wird auf Basis

der Magnetkraftmikroskopie ein auf Referenzstandards basierendes quantitatives Messverfahren entwickelt. Dieses quantitative MFM-Messverfahren wird die Charakterisierung nanomagnetischer Systeme in verschiedenen Anwendungsbereichen ermöglichen.

Im Rahmen von Vorarbeiten konnte die PTB sog. Magnetosome mit dem Magnetkraftmikroskop unter Umgebungsbedingungen abbilden. Diese biogenen magnetischen Nanopartikel aus Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) mit einer organischen Hülle wurden im Max-Planck-Institut für Mikrobiologie in Bremen hergestellt.

Abb. 1 zeigt schematisch die MFM-Sonde, eine magnetisch beschichtete Spitze, im magnetischen Streufeld eines sphärischen Nanopartikels. Die Magnetosome wurden auf einem Substrat aufgebracht und vor der Messung senkrecht zur Probenebene magnetisiert. Auf der Abb. 2 ist das Streufeld von 4 Einzelteilchen mit einem Durchmesser von ca. 40 nm dargestellt. Dieses Erscheinungsbild entspricht dem senkrecht auf der Oberfläche stehender magnetischer Dipole. Mit diesen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Nanopartikel eindomänig sind und eine remanente Magnetisierung aufweisen.



**Abb. 2:** Magnetkraftmikroskopisches Bild einzelner Magnetosome

Die Sättigungsmagnetisierung  $m$  und die effektive Anisotropiekonstante  $k_{\text{eff}}$  von MNP-Ensembles werden außerdem mit SQUID-Suszeptometrie bestimmt. Die gewonnenen Daten dienen als Eingangsgrößen für die Auswertung und zur Validierung der MRX-Daten und damit des Demonstrators. Diese Validierung ist erforderlich, um mit diesem Gerät die Qualitätssicherung von MNPs im klinischen Einsatz und in der Produktion zu gewährleisten.

Literatur:

M. Albrecht, V. Janke, S. Sievers, U. Siegner, D. Schüler, U. Heyen, *Scanning force microscopy study of biogenic nanoparticles for medical applications*, J. Magn. Magn. Mat. 290-291, 269-271 (2005)

© Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Erstellt am: 16.01.2007, letzte Änderung: 11.05.2007, [Hans Harcken](#)