

imt

Leibniz
Universität Hannover

Institut für
Mikrotechnologie
Prof. Dr.-Ing. Hans-Heinrich Gatzert

LNQE on the Road- Das Institut für Mikrotechnologie stellt sich vor

Prof. Dr.-Ing. Hans-Heinrich Gatzert

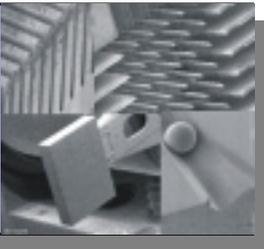


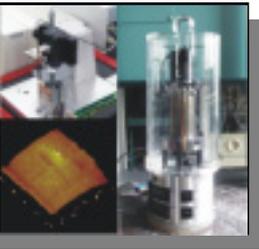
Übersicht

- ___ Kompetenzen des imt
- ___ Nanoaktorik/Nanomanipulation
- ___ Nanosensorik
- ___ Mechanische Oberflächentechnik

Kompetenzen des imt

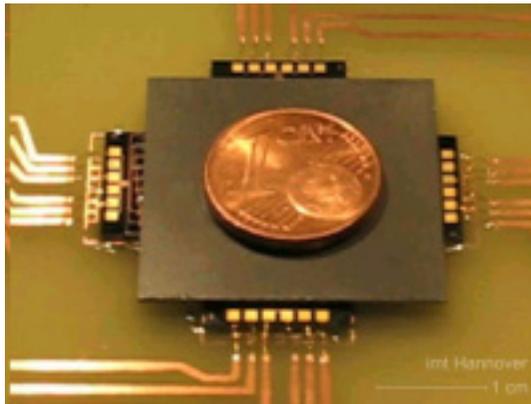
Dünnschichttechnik 

Mechanische
Mikrobearbeitung
und -montage 

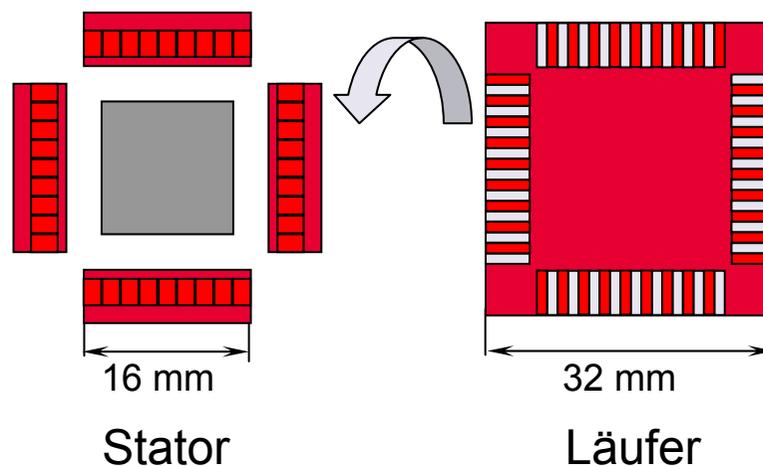
Mikrotribologie 

Konzepte 

1. Nanoaktorik/Nanomanipulation - Magnetische Nanoaktorik I



Synchronmotorgetriebener XY-Positionierer



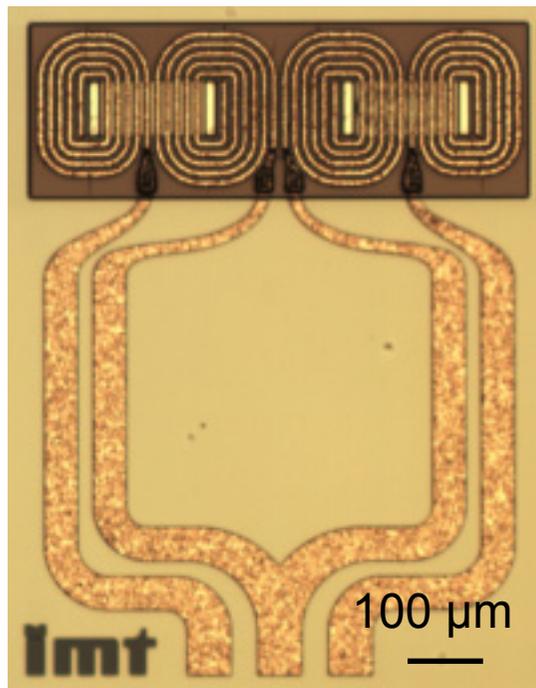
— Elektromagnetischer XY-Positionierer

- Antrieb durch linearen Mikroschrittmotor
- Schrittgrößen im Submikrometerbereich durch „Microstepping“-Ansteuerung

— Kooperationsmöglichkeiten:

- Optimierung magnetischer Schichten und Schichtsysteme (weich- und hartmagnetisch)
- Entwicklung von Ansteuer-elektronik
- Entwicklung von Mess-systemen zur Positionsbestimmung

Magnetische Nanoaktorik II - Nanoaktor in der Datentechnik



Flugkörper mit integrierten Mikroaktor

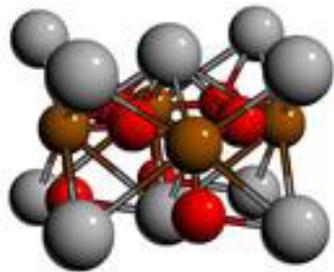
— Integrierter elektromagnet. Aktor für Festplattenspeicher-Köpfe

- Nanopositionierung eines Chiplets mit dem Schreib-Leseelement
- Hierdurch verbesserte Spurfolge bei Festplattenspeicher

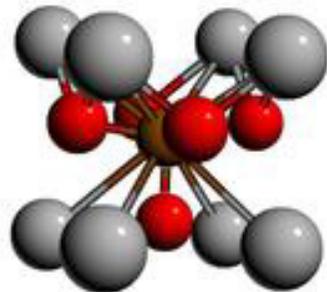
Kooperationsmöglichkeiten:

- Entwicklung von Messsystemen zur Positionsbestimmung
- Simulation von Luftlagern

Piezo-Dünnschichtwerkstoffen für Nanoaktuatorik - Blei-Zirkonat-Titanat



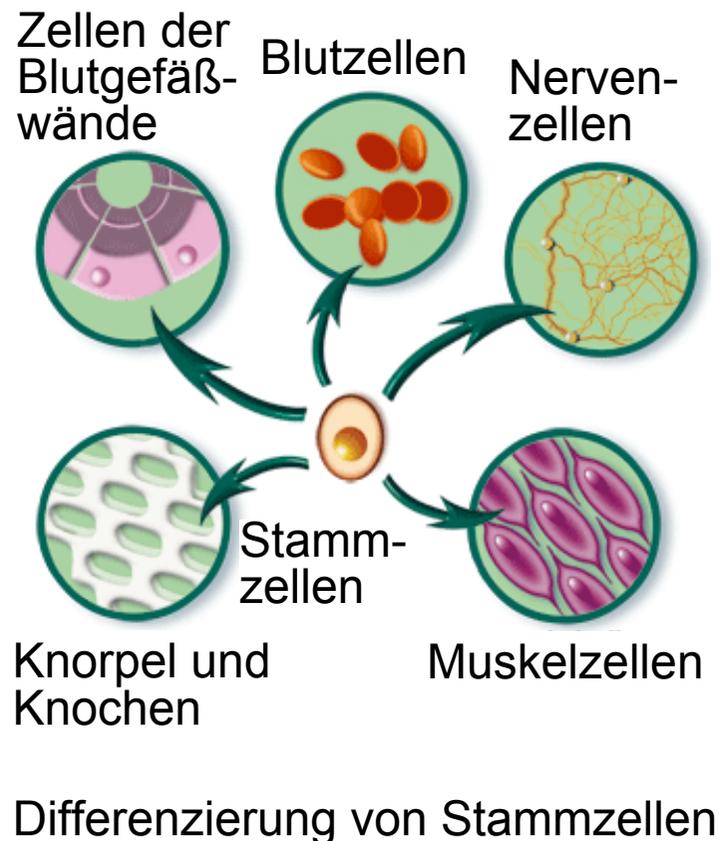
Monokline PZT-Struktur



Tetragonale PZT-Struktur

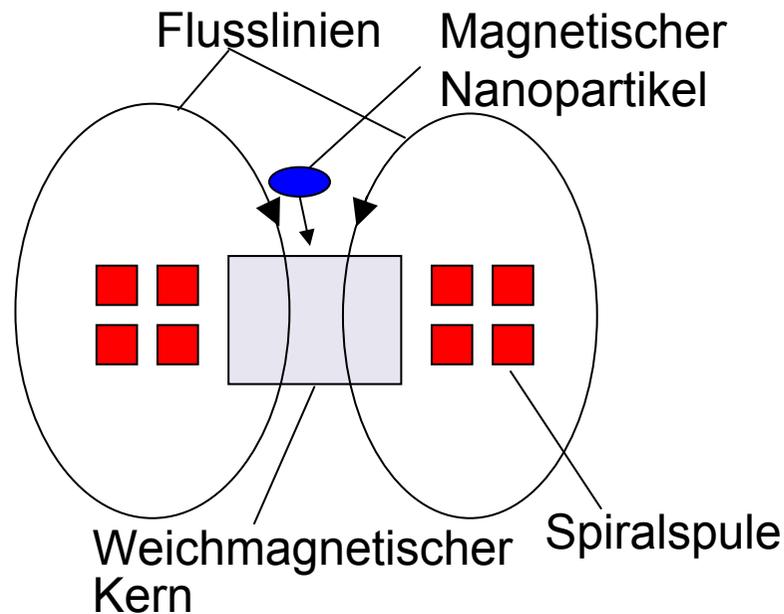
- Entwicklung einer Sputter-technologie zur Abscheidung von piezoresistiven Blei-Zirkonat-Titanat
- Anwendung: Erzeugung von Nanoaktoren für Fluidiksysteme (Inkjet)
- Kooperationsmöglichkeiten: Optimierung von:
 - Schichtzusammensetzung
 - Kristallstruktur
 - Polarisierung

Nanomanipulation I



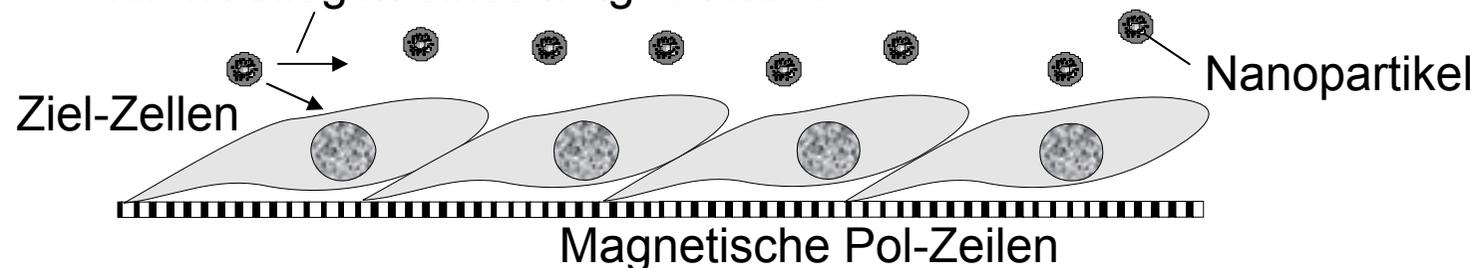
- Entwicklung einer neuartigen Methode für den Gen- und Medikamententransport
- Einsatz von magnetischen Nanopartikeln zum Gen- bzw. Medikamententransfer zur Differenzierung von Stammzellen
- Designentwurf und Fertigung eines Mikrosystems zur magnetischen Manipulation von Nanopartikeln
- Kooperation:
 - Manipulation von Mikro- und Nanopartikeln
 - Magnetische Eigenschaften von Mikro- und Nanopartikeln

Nanomanipulation II

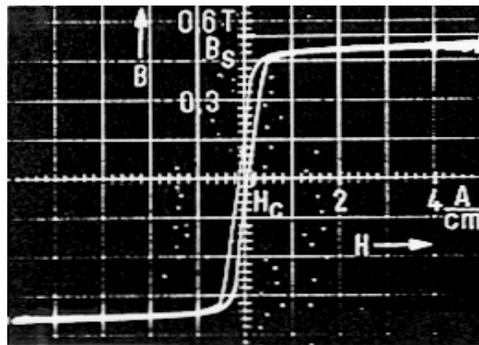


- Beeinflussung von magnetischen Nanopartikeln auf Einzelzellebene
- Lokale Kontrolle der magnetischen Nanopartikel durch magnetische Pol-Zeilen
- Gezielter Gentransfer oder Wirkstofffreisetzung durch gezielte Manipulation der Nanopartikel

Mögliche Bewegungsrichtung der Nanopartikel durch Anlegen eines Magnetfeldes

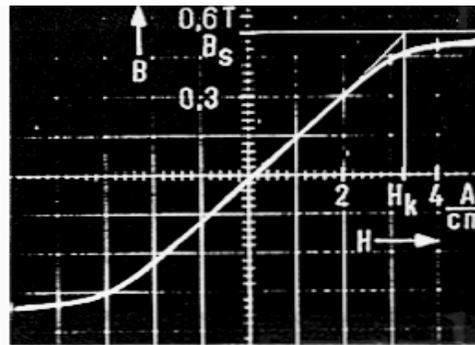


2. Nanosensorik – Magnet. Eigensch. dünner Filme I – Hysteresemessung

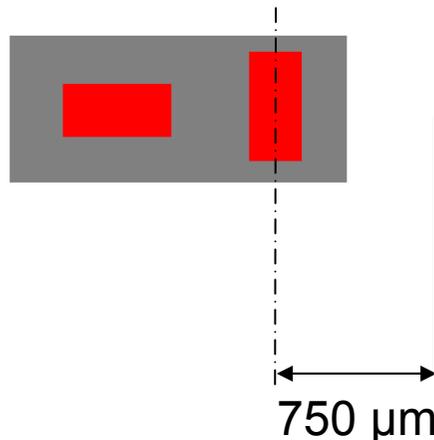


Leichte Achse

Magnetische Hysteresemessung

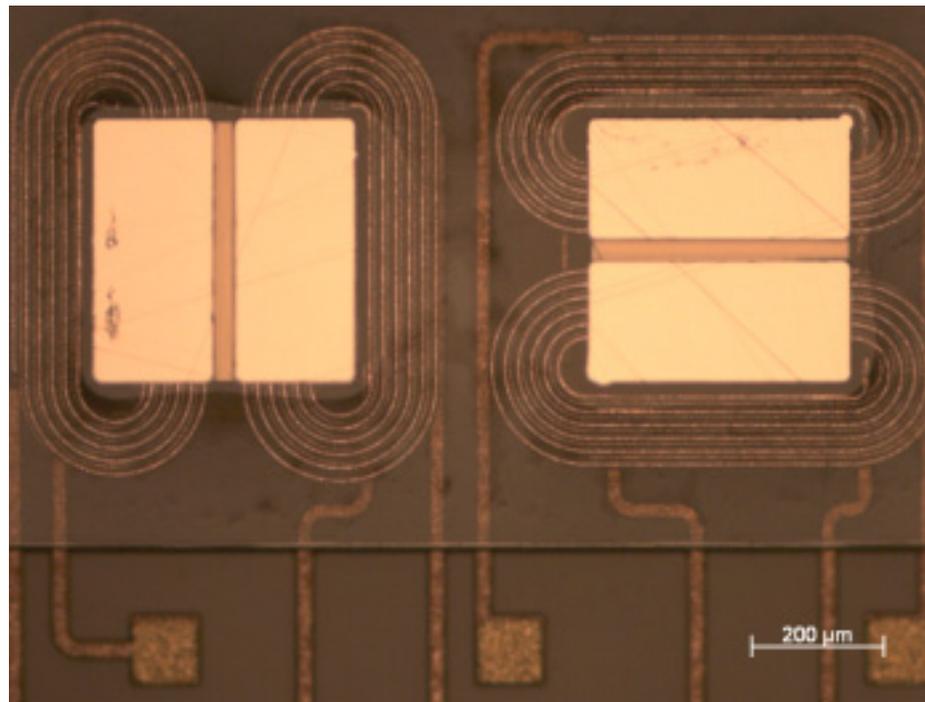


schwere Achse



- Entwicklung und Fertigung von Mikrosensoren zur Hysteresemessung von magnetischen Nano- und Mikroschichten
- Messung der magnetischen Hysteresekurve an einem Messpunkt der Probe
- 2 orthogonale Sensoren zur Messung in der Richtung der leichten und schweren Achse
- Positionierung der Sensoren mittels eines Aktors

Magnetische Eigenschaften dünner Filme II - Hysterese messensors

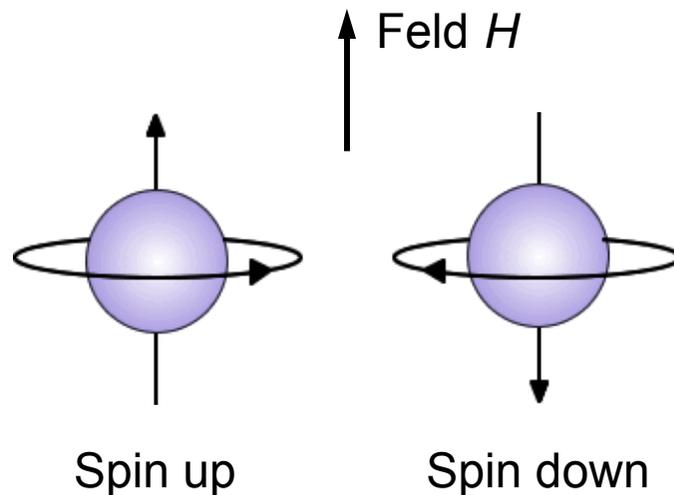


Lichtmikroskopische Aufnahme des
gefertigten Sensors

[mm]

- Sensorwafer aus Foturan™ mit Durchkontaktierungen zur Rückseite
- Einlagige Erregerspule: 2 x 6 Windungen 10 μm x 12 μm
- Einlagige Messspule: 2 x 10 Windungen 5 μm x 5 μm
- Weichmagnetischer Kern (Grundfläche 400 μm x 400 μm) aus NiFe81/19
- Kooperation: Vermessung magnetischer Mikro- und Nanoschichten

GMR-/TMR-Effekt I - Elektronenspin



Elektronenspin:

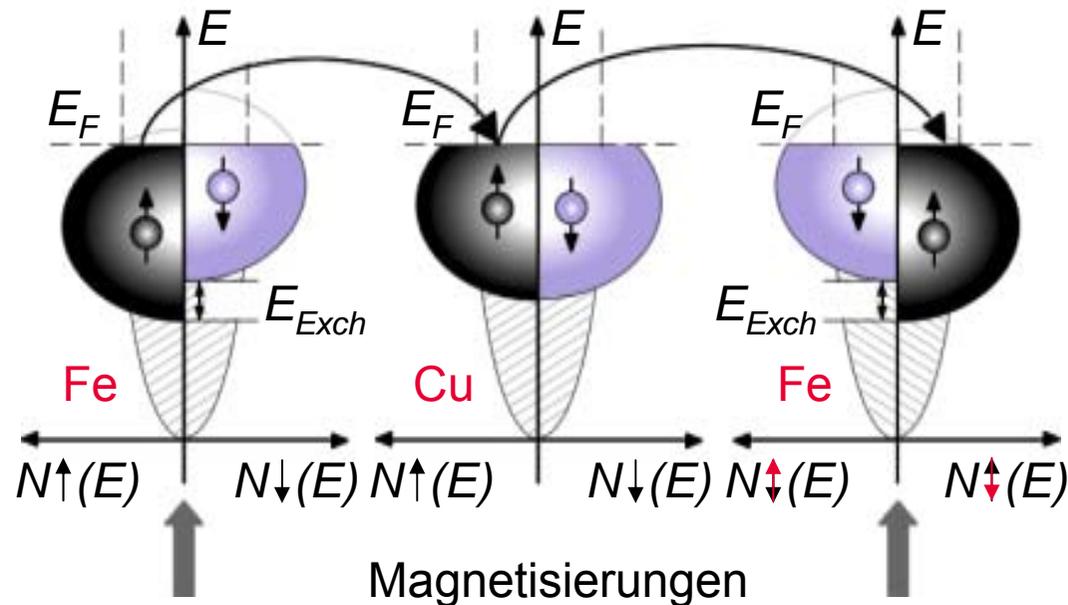
- Grundlegende Eigenschaft
- Quantenmechanische Größe
- Beschreibt Eigendrehimpuls eines Teilchens

Einfluss eines äußeren Magnetfeldes H auf den Spin der Elektronen in einem Festkörper:

- Zwei Orientierungen des Spinvektors möglich
- In (Spin up) oder entgegen (Spin down) der Feldrichtung

Entstehung eines magnetischen Momentes durch Elektronenspin

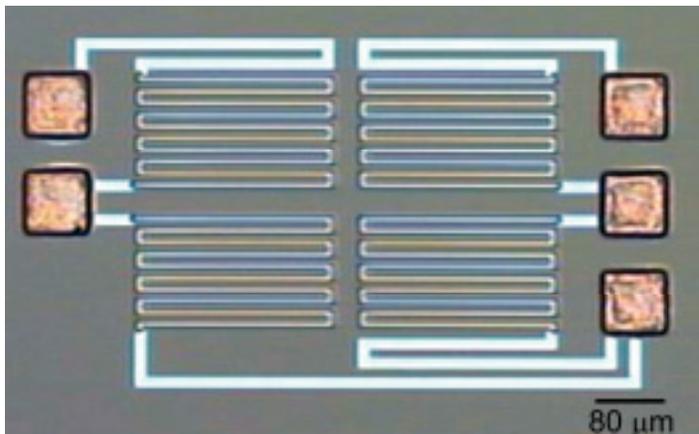
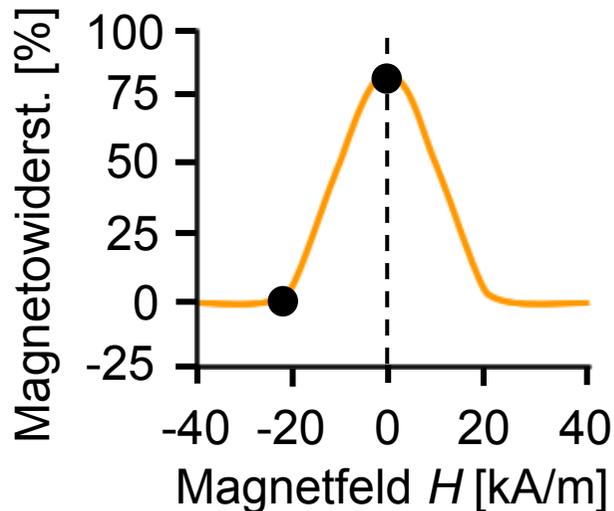
GMR-/TMR-Effekt II - Grundlagen des spinabhängigen Transports



Elektronentransport im Fe-Cu-Fe Schichtsystem:

- ___ Cu: Momente am Fermiiveau E_F im Gleichgewicht
- ___ Fe: Momente am Fermiiveau E_F nicht im Gleichgewicht
 - Verschiebung der Zustandsdichte N um den Betrag der Austauschenergie E_{Exch}

GMR-Effekt I - Magnetowiderstand und GMR-Effekt



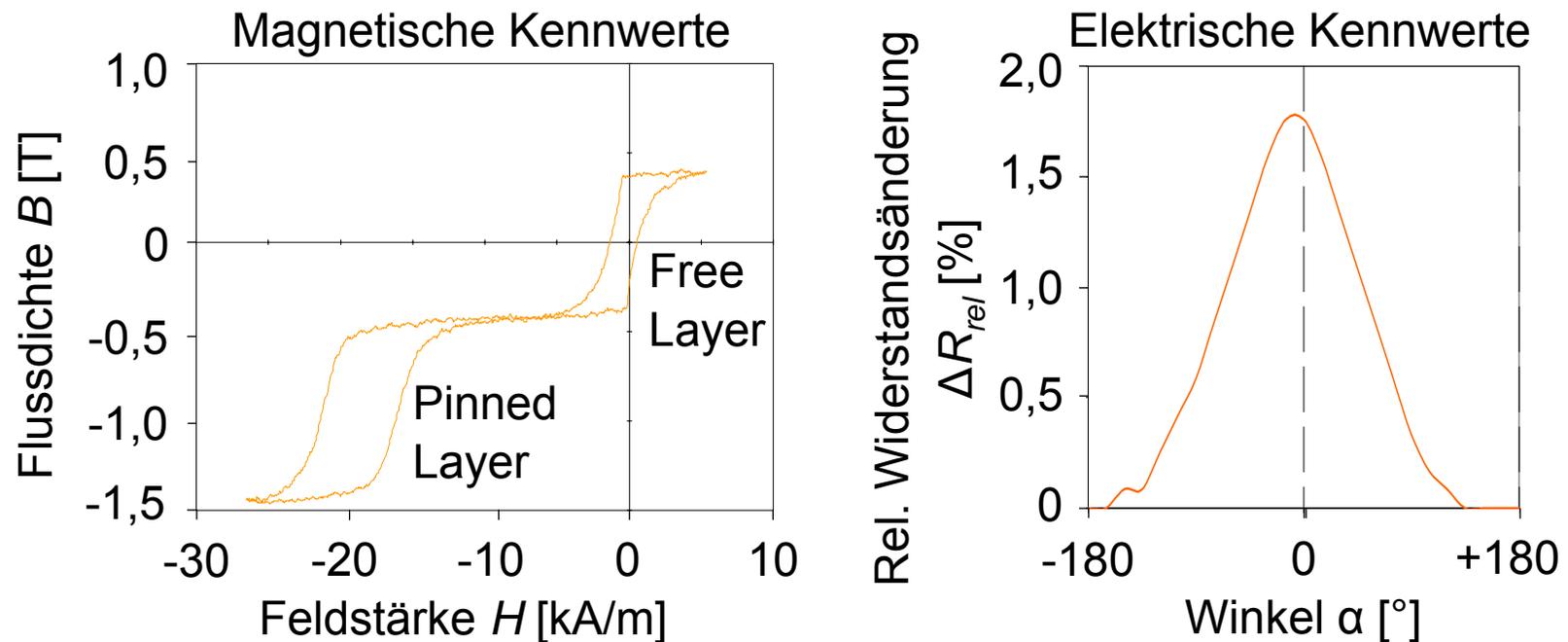
Definition Magnetowiderstand (MR):

- Relative Widerstandsänderung eines elektrischen Leiters durch den Einfluss eines äußeren Magnetfelds

Riesenmagnetowiderstand (GMR):

- Entdeckt 1988 von Baibich und Grünberg
- Spinabhängige Streuung von Leitungselektronen an den Grenzflächen von magnetischen Vielfachschichten
- Widerstand minimal bei paralleler Ausrichtung
- Widerstand maximal bei antiparalleler Ausrichtung

GMR-Effekt II - Kennwerte von GMR-Schichtsystemen

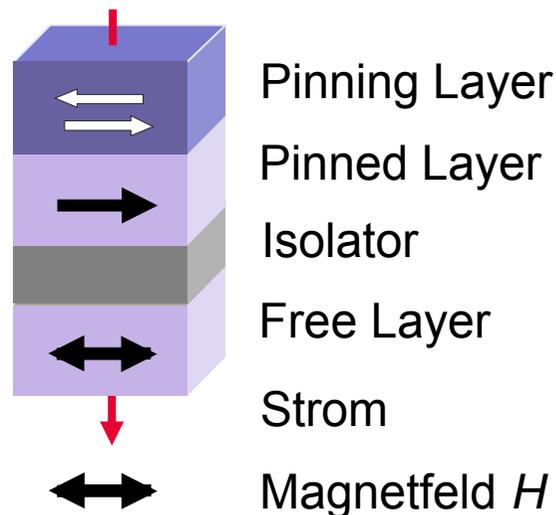


— Magnetische und elektrische Kennwerte eines Spin-Valve Sensors

— Eingesetzte Schichtmaterialien und Schichtdicken

■ Pinned Layer und Free Layer:	NiFe81/19	(5 nm)
■ Pinning Layer:	FeMn50/50	(8 nm)
■ Spacer Layer:	Cu	(3 nm)

TMR-Effekt - Schichtsystem



— Parallele Magnetisierung:

- Wahrscheinlichkeit für das Tunneln von Elektronen durch die Potentialbarriere größer als bei antiparalleler Magnetisierung
- Geringer Widerstand

— Antiparallele Magnetisierung:

- Geringe Wahrscheinlichkeit für das Tunneln von Elektronen
- Hoher Widerstand

— TMR-Schichtsysteme

- Trennung ferromagnetischer Schichten durch dünne Isolatorschichten (z. B. 1-2 nm MnO)
- Widerstandsänderung beruhend auf spinabhängigem Tunneln der Elektronen durch eine dünne Isolatorschicht

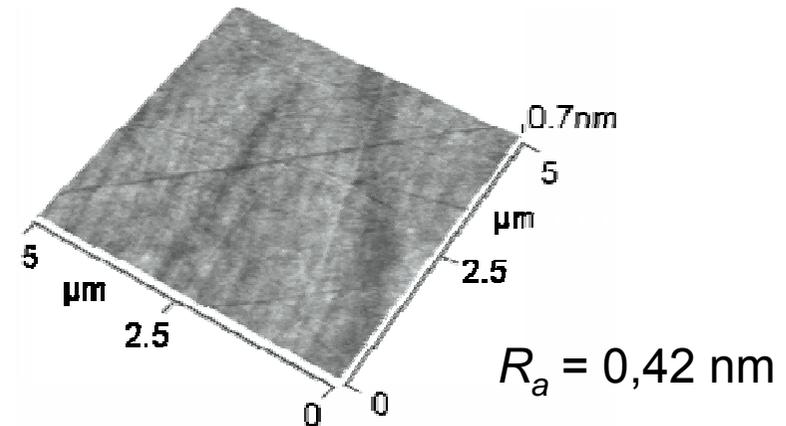
— Kooperation

- Aufbau und Charakterisierung von Nanoschichtsystemen
- Optimierung der magnetischen Eigenschaften

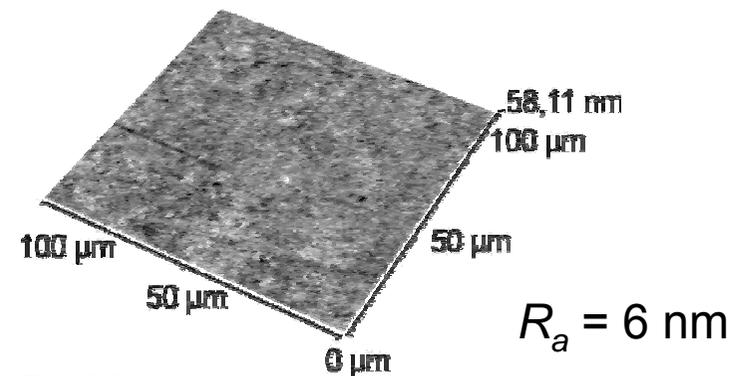
3. Mechanische Oberflächentechnik - Nanoschleifen



Maschine zum Nanoschleifen



RKM-Aufnahme einer nanogeschliffenen Saphiroberfläche

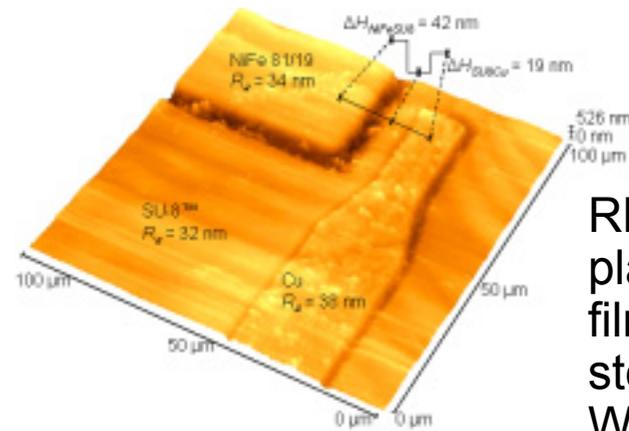


RKM-Aufnahme einer nanogeschliffenen Diamantschicht

Chemisch-mechanisches Polieren (CMP)



CMP-Anlagen



RKM-Aufnahme einer planarisierten dünnfilmtechnisch hergestellten Struktur (drei Werkstoffe)

Werkstoffkombination

- NiFe81/19
- SU-8™ (Epoxidharz)
- Cu

Kooperation

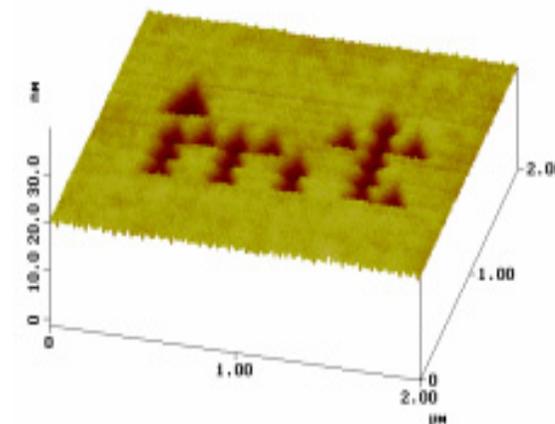
- Untersuchung des chemischen Angriffs beim Abtrag
- Evaluierung verschiedener Slurry-Zusammensetzungen

Härte- und E-Modulmessungen mittels Nanoindenter I

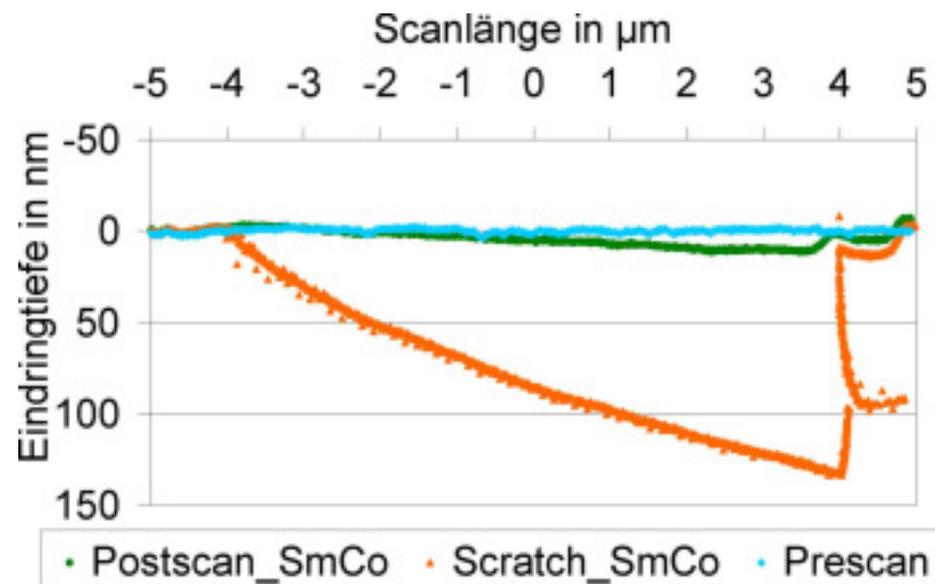


Nanoindenter - Triboscope®

- Ermittlung von
 - Kraft-Eindring-Verhalten
 - Elastische und plastische Verformung
 - E-Modul
 - Mikrohärtigkeit
- Kooperation: Mechanische Oberflächenanalyse



Härte- und E-Modulmessungen mittels Nanoindenter II



— Messung von dünnen Schichten

- E-Modul
- Mikrohärtigkeit
- Kraft-Eindring-Verhalten

— Ritzversuch

- Bestimmung von Reibwerten
- Übergang Haft-/Gleitreibung
- Verschleißmessung

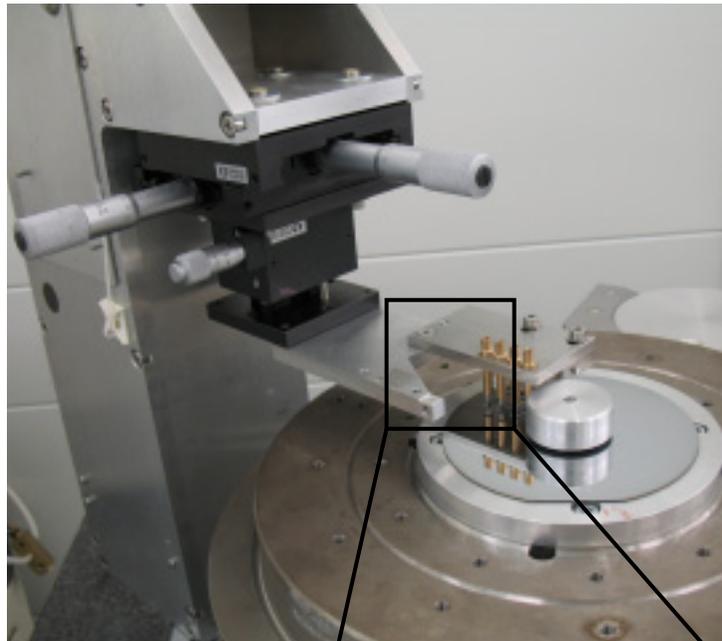
— Abfahren einer def. Strecke über die Oberfläche durch eine Ritzspitze mit vorgegebener Kraft

— Eindringen in die Oberfläche bei vorgegebener Kraft

— Untersuchung des Verschleißverhaltens im Punktkontakt

— Ermittlung des Reibwertes

Mikro- und Nanotribologie – Messstand und Gleitkörper



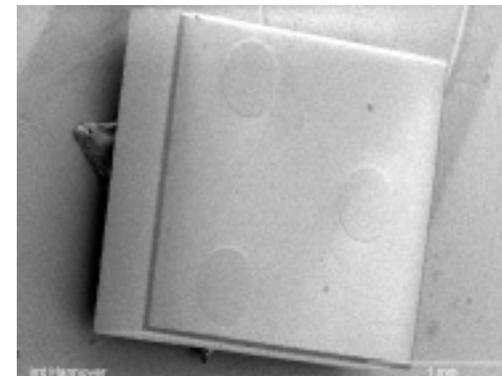
Rotatorischer
Verschleiß-
messstand



— Messungen

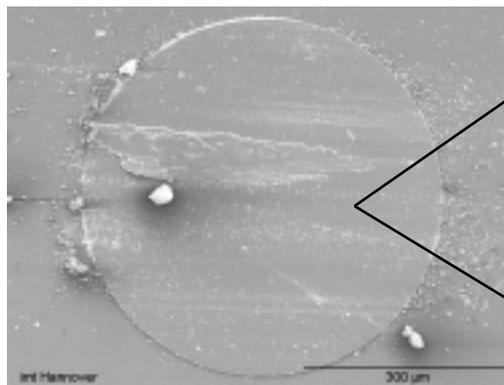
- Verschleißmessung über Weglänge
- Reibkörpergeometrieinflüsse
- Verschiedene Kombinationen von Reib- und Gegenkörper
- Verschleiß bei flächigem Kontakt

— Anwendung: Mikro-/Nanotribologie

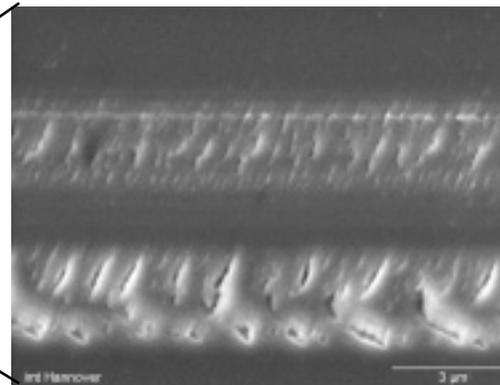


Verschleiß-
körper

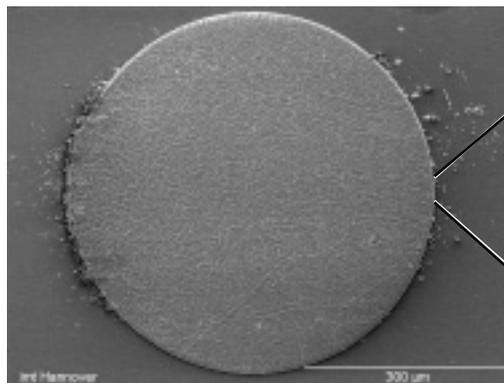
Mikro- und Nanotribologie – Nanoverschleißergebnisse



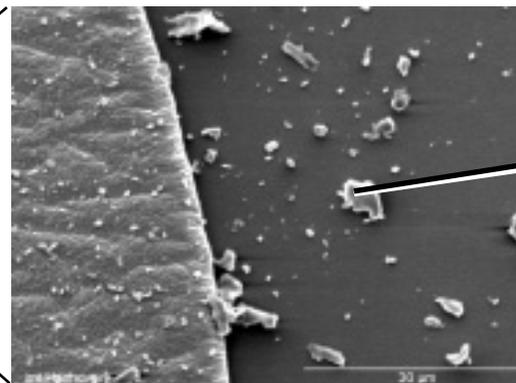
Unbeschichtete SU-8 Probe
nach Verschleißversuch



Verschleißspuren



DLC-Beschichtete SU-8 Probe
nach Verschleißversuch



Partikel

Kooperation:
Erfassung
tribochemischer
Effekte

Zusammenfassung

___ Nanoaktorik/Nanomanipulation

- Magnetische Nanoaktorik
- Nanomanipulation

___ Nanosensorik

- Hysteresemessung
- GMR-Effekt
- TMR-Effekt
- TMR-Schichtsysteme

___ Mechanische Oberflächentechnik

- Nanoschleifen
- CMP
- Nanoindentation

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!