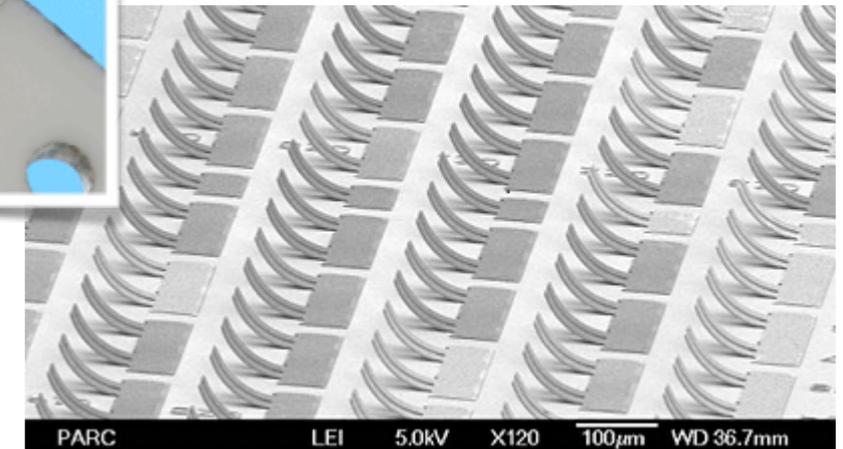
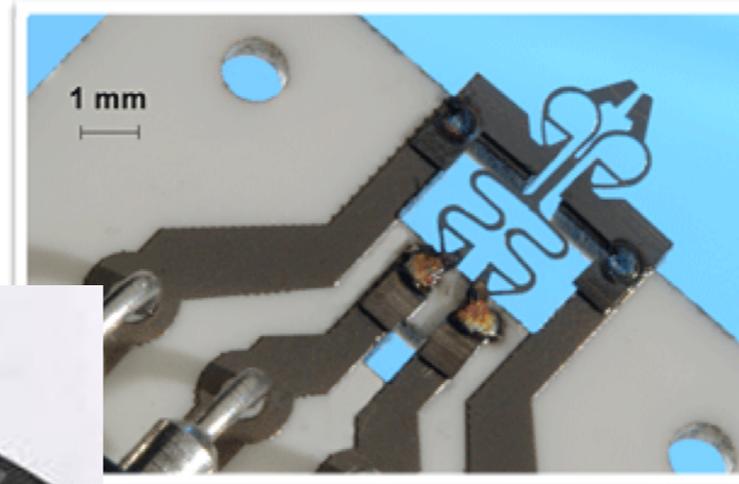


Studienschwerpunkt SP 54 Mikroaktoren und Mikrosensoren (Masterstudiengang)

Prof. Dr. Manfred Kohl

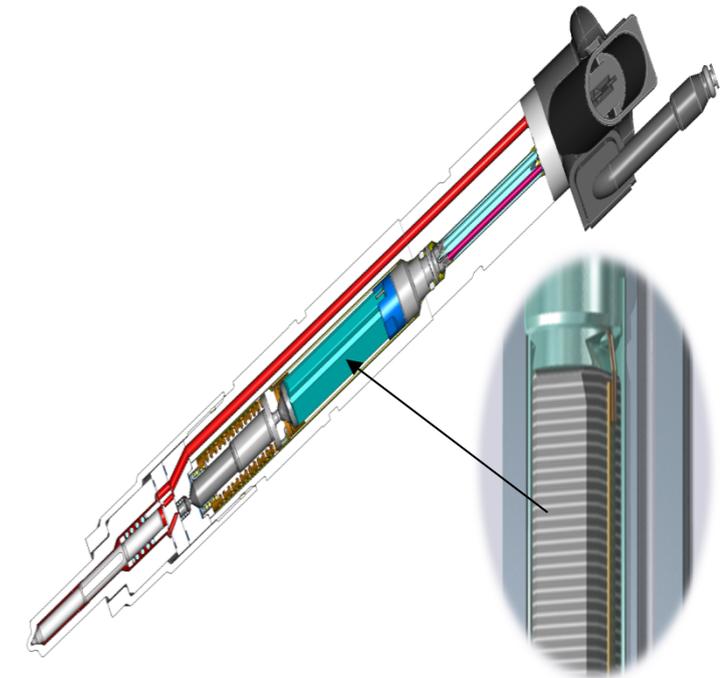
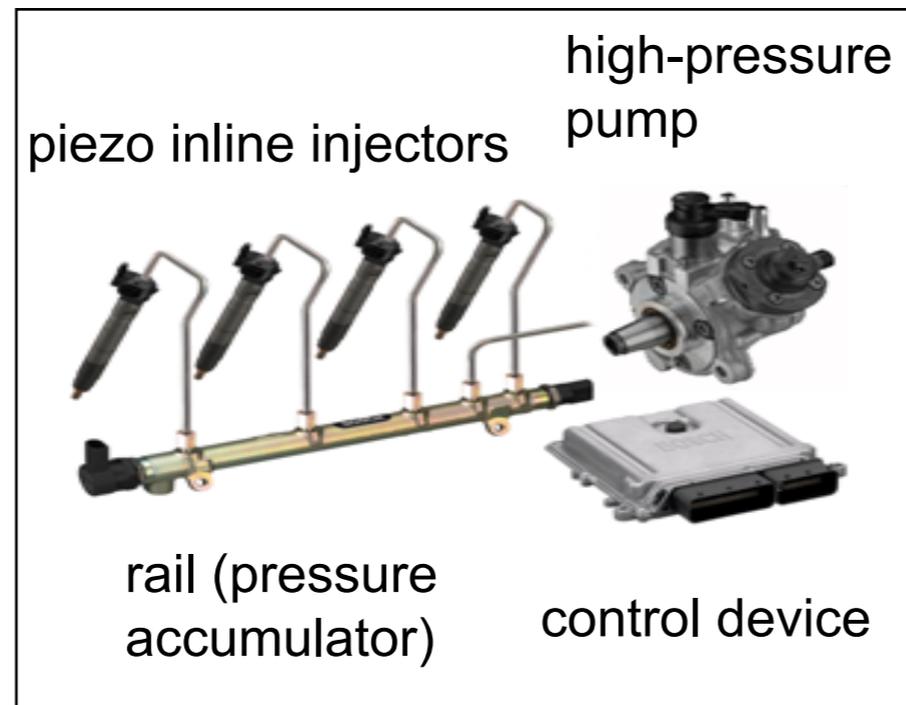
Institute of Microstructure Technology (IMT)



- Aktoren und Sensoren auf unterschiedlichen Größenskalen
 - Neue Aktoren und Sensoren in der Mechatronik
 - Mikroaktorik
 - Aktoren und Sensoren in der Nanotechnik
- Wählbare Kernmodul- und Ergänzungsfächer im SP54
- Themen der einzelnen Vorlesungen
- Kontakt

Piezoaktoren:

Bosch Common Rail System
CRS3-xx Piezo up to 2000 bar

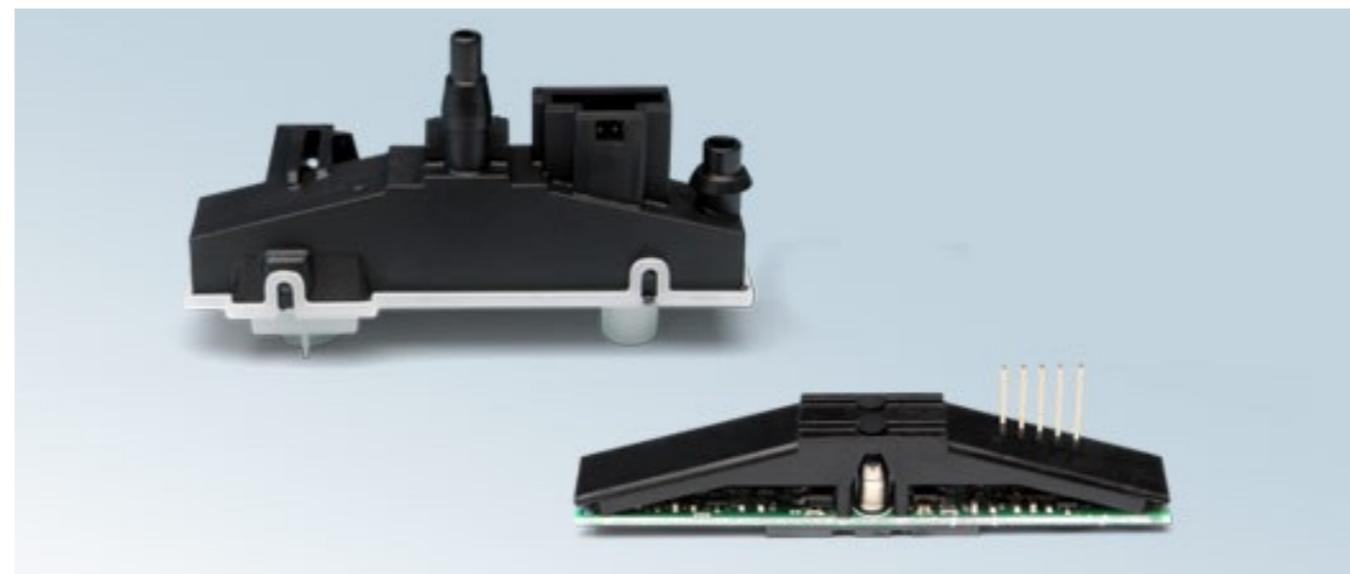


Mehrfach-Injektionen pro Hub

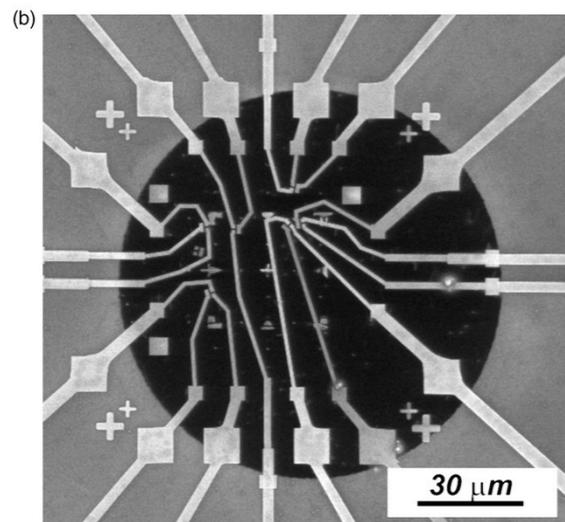
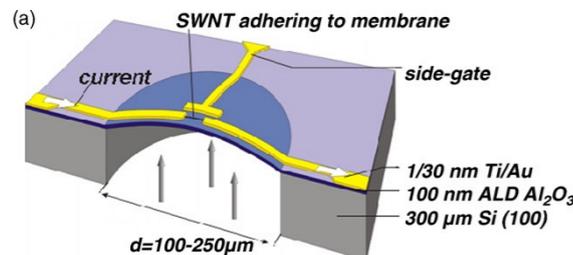
Formgedächtnisaktoren:

Formgedächtnisventil zur
Regelung von Autositzen

www.actuator solutions.de

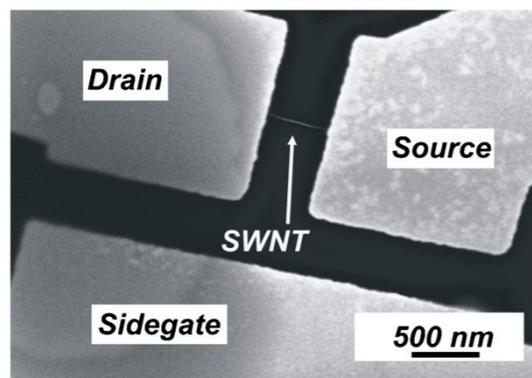


Druck / Kraft / Inertial-Sensoren



(a) Illustration of the pressure sensor concept based on alumina membranes and single-walled carbon nanotubes as functional elements;

(b) bulk micromachined 100 nm thick alumina membrane diameter \approx 200 μ m) with multiple electrode configurations (30 nm Ti/Au electrodes) and SEM image of a close-up view after all processing.

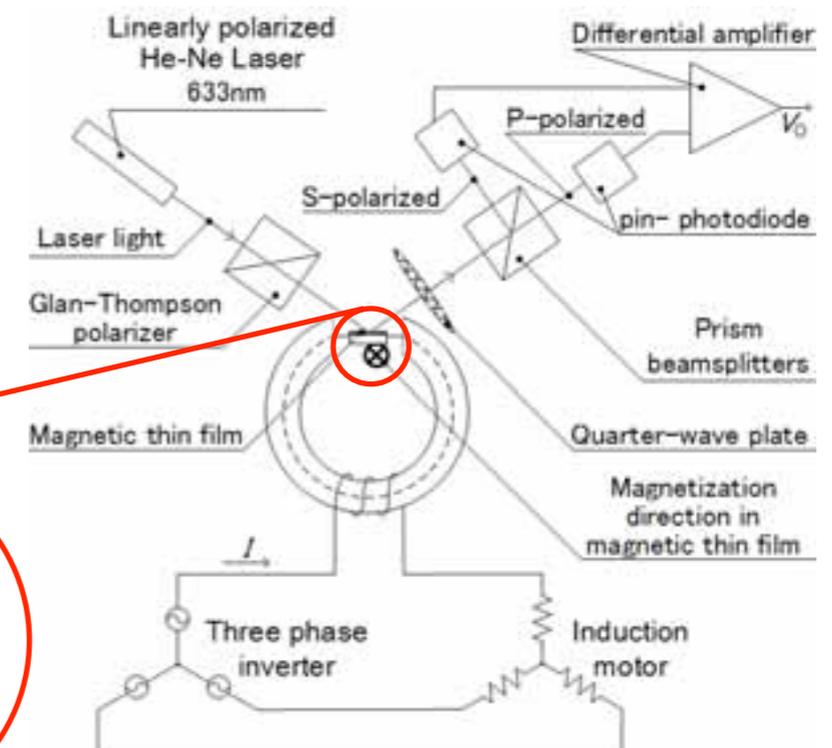


Hierold C, Jungen A, Stampfer C, Helbling T.
Nano electromechanical sensors based on carbon nanotubes.
Sensors and Actuators A: Physical. 2007;136(1):51-61.

Mechanomagnetische/-optische Sensoren

Magneto-optischer Kerr-Sensor zur Überwachung / Steuerung von Elektromotoren

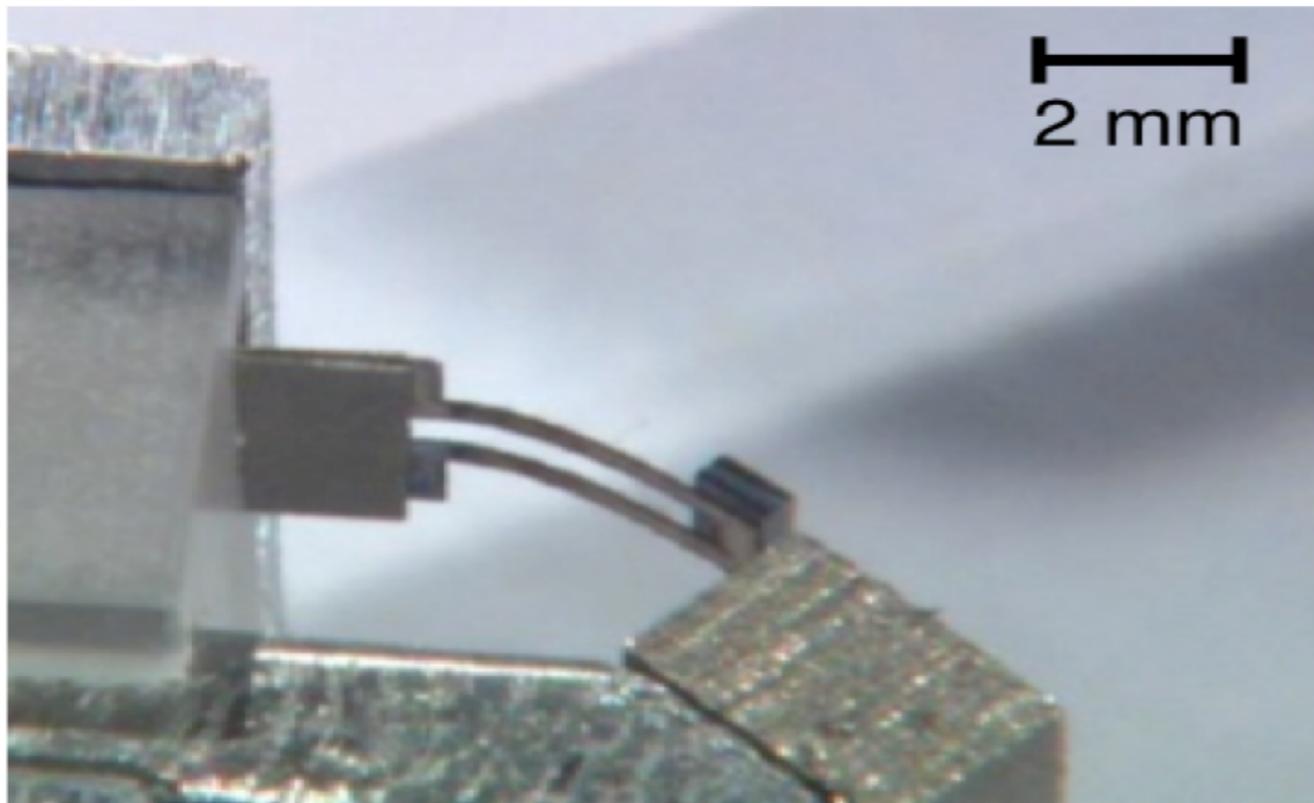
- Berührungslos
- Störfest
- Schnell (kHz)
- Ersatz für Hall-Sensor



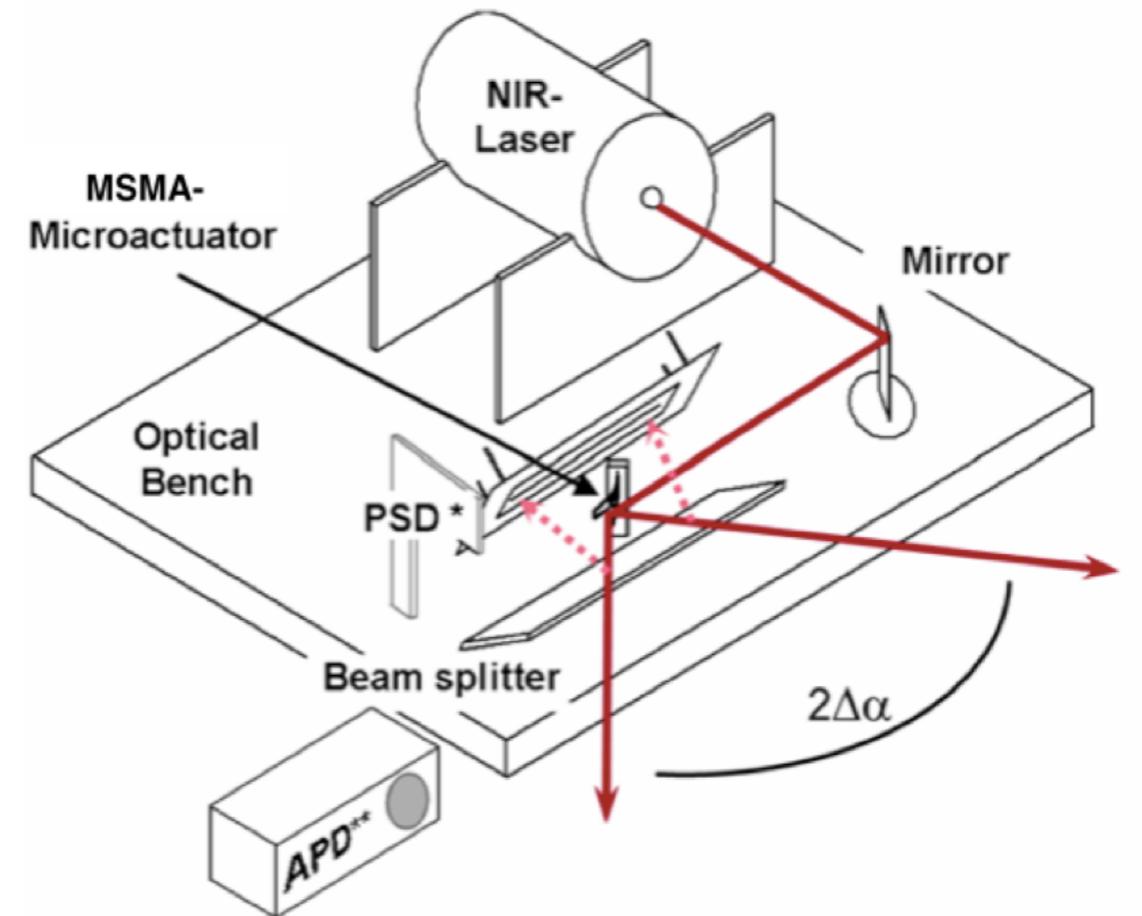
Unit : [nm]

Fe-Si	t_f
Mn-Ir	10
Fe-Si	10
Ru	1
SiO ₂	
Substrate	

Sonehara M, Otani N, Goto T, et al.
Fundamental study of optical probe current sensor using Kerr effect of single magnetic domain film.
2009 IEEE Sensors. 2009:1232-1237.

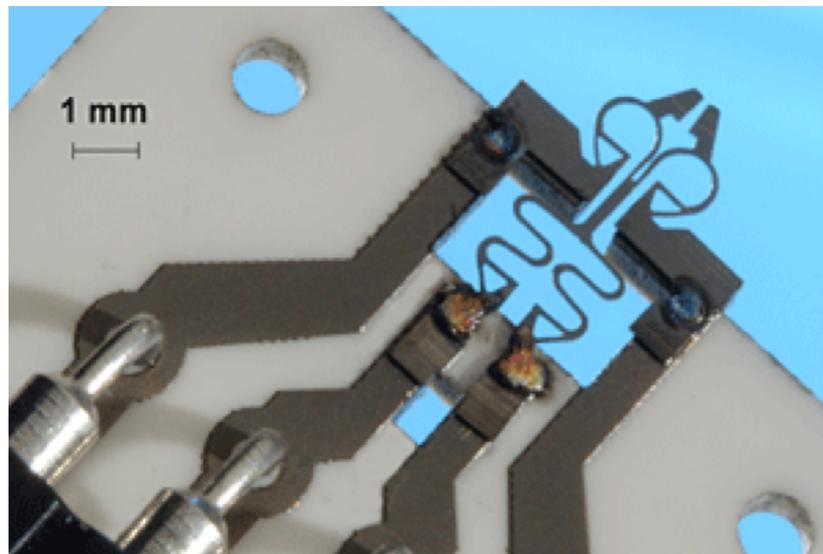


**Mikroscanner – Magnetischer Formgedächtnis-Mikroaktor
mit großer Auslenkung und großem Frequenzbereich**

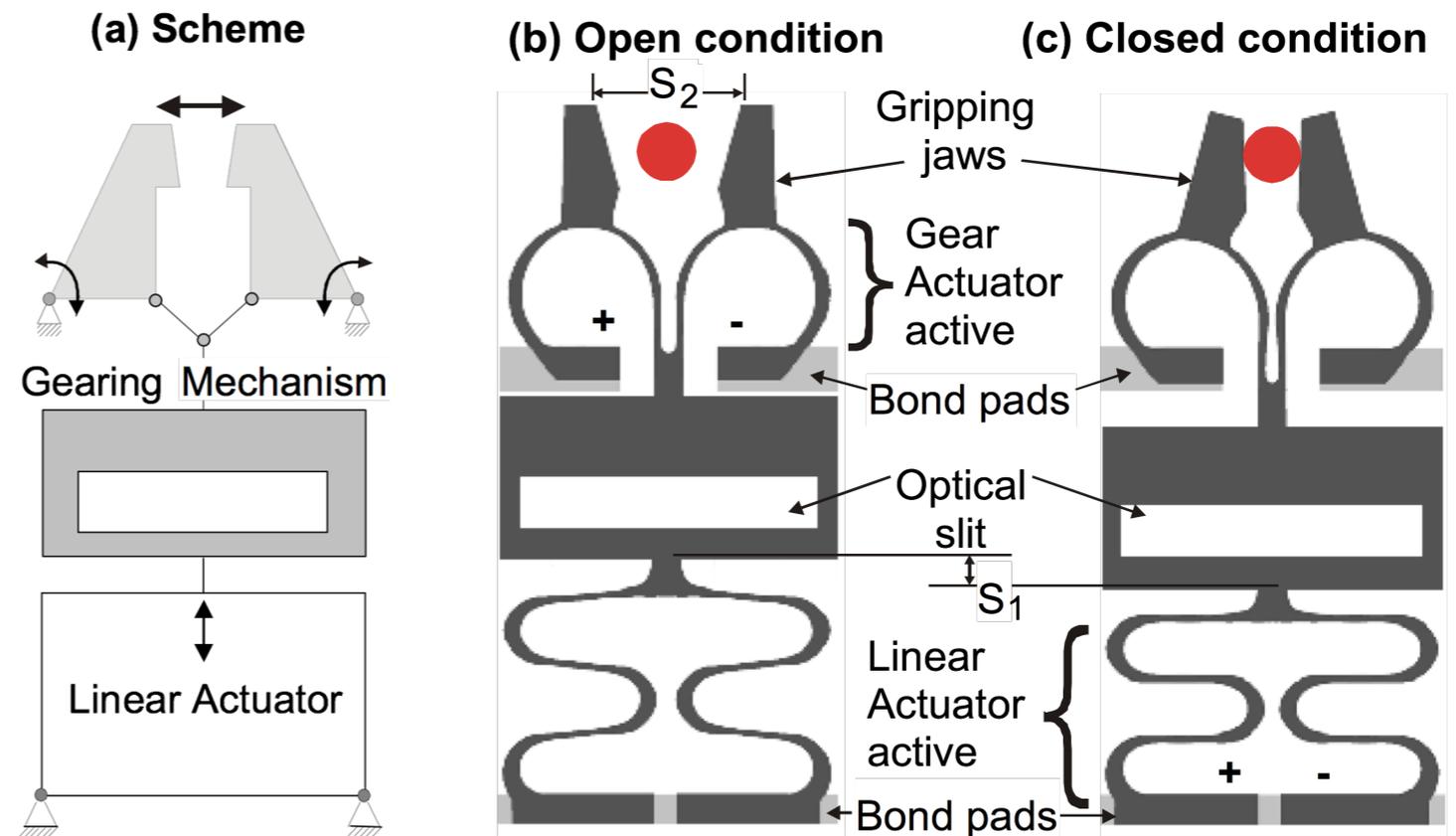


** APD - Avalanche Photodiode * PSD - Position Sensing Detector

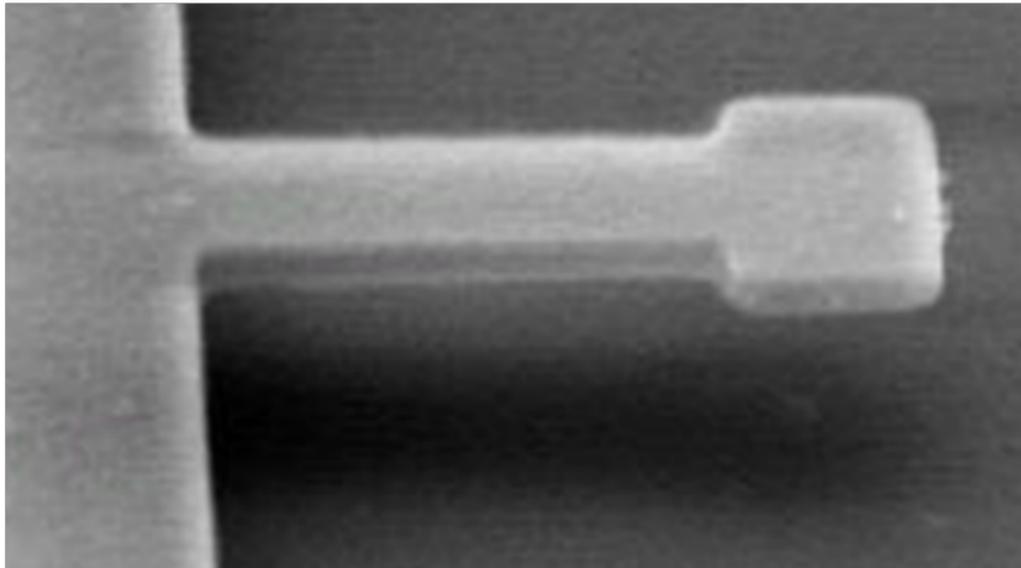
**Mikroscanner – Sensorsystem :
Winkel- und Entfernungsmessung zur Detektion
von Objekten**



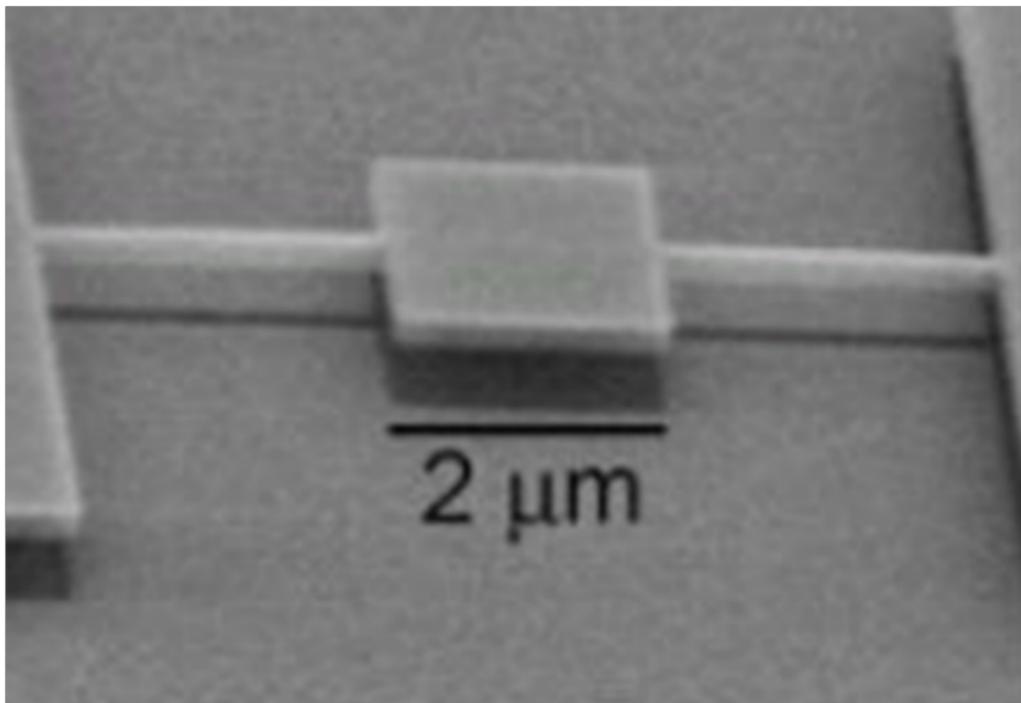
Formgedächtnis-Mikrogreifer



- Monolithisches Bauteil
- Multifunktional:
 - Integrierte Linear- und Getriebeaktoren
 - Zwei elektrische Schaltkreise zur thermoelektrischen Ansteuerung
 - Integrierte Schlitzblende zur optischen Lagesensorik



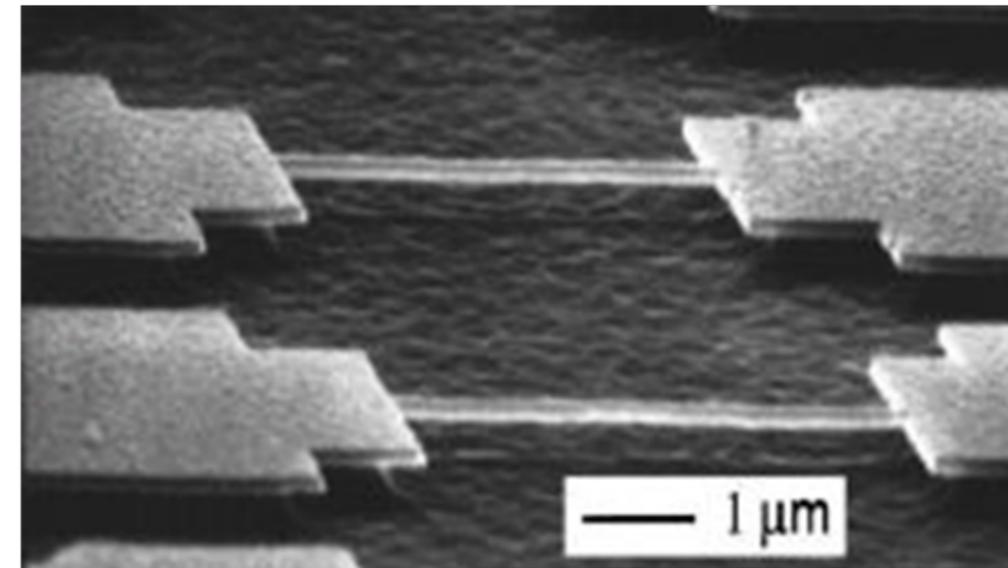
Nanobalken



Nanotorsionselement

Nanoresonatoren:

- ultrasensitive Massenbestimmung
- Detektion magnetischer Momente (biologische Bildgebung)
- RF Signalverarbeitung
- Modellsystem zur Untersuchung von Quantenphänomenen

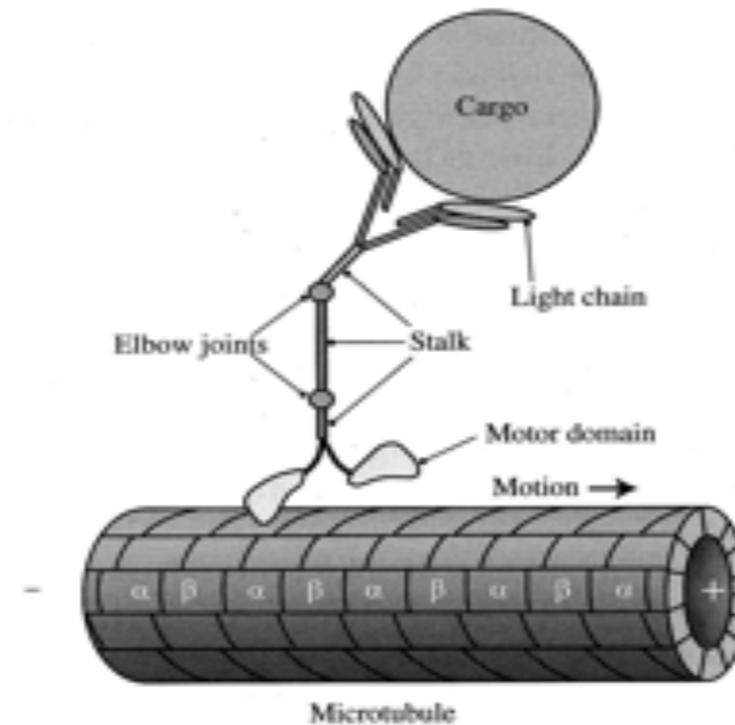


Nanobrücken

Aktoren und Sensoren in der Nanotechnik

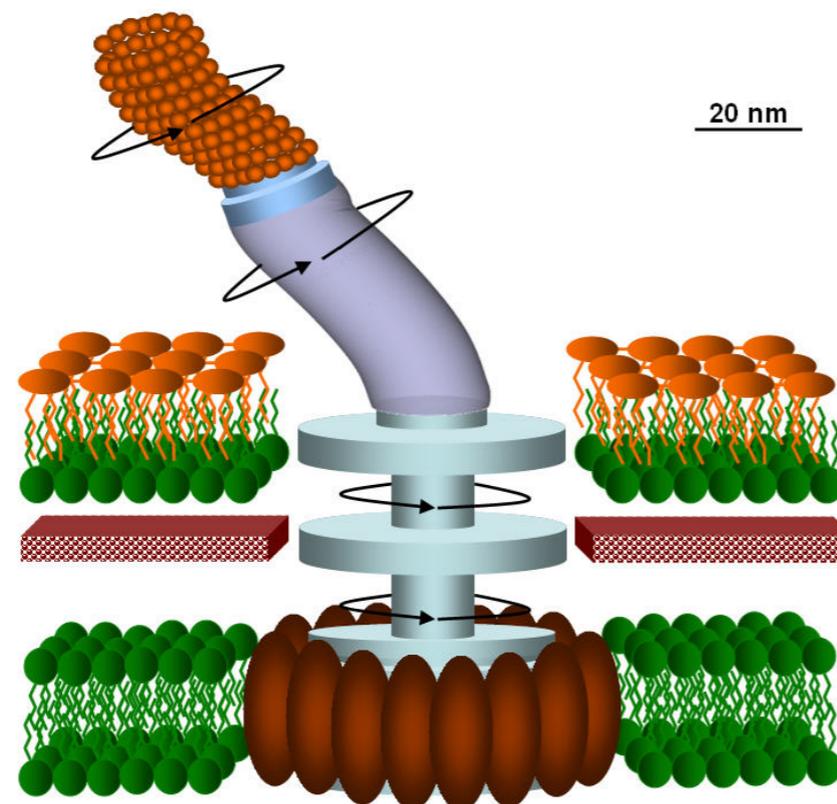
Molekulare Motoren:

- Linearbewegung:

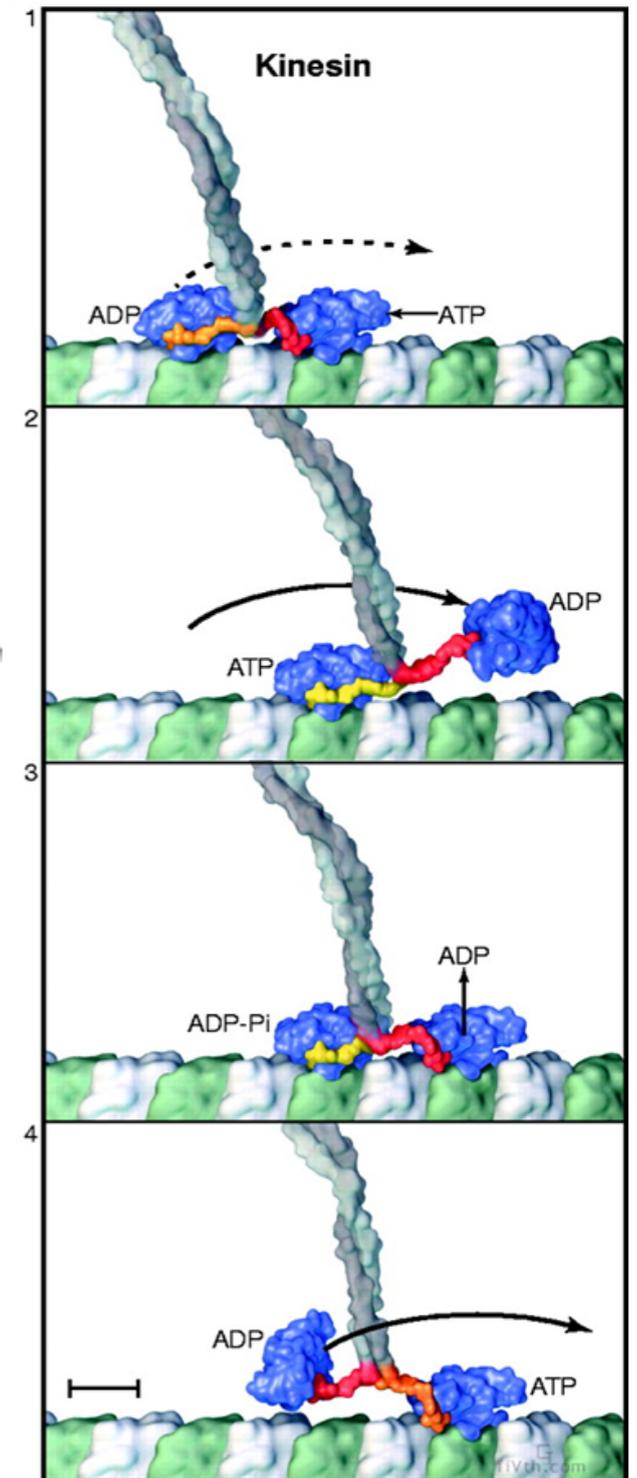


Kinesin molecule transporting its cargo along a microtubule

- Rotation:

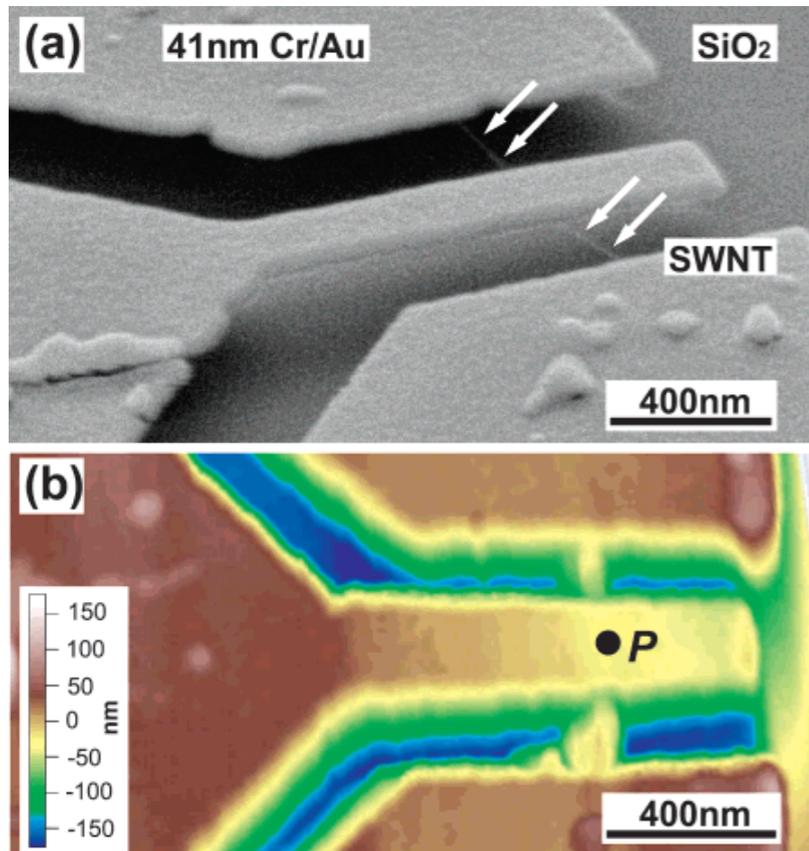


Flagellum



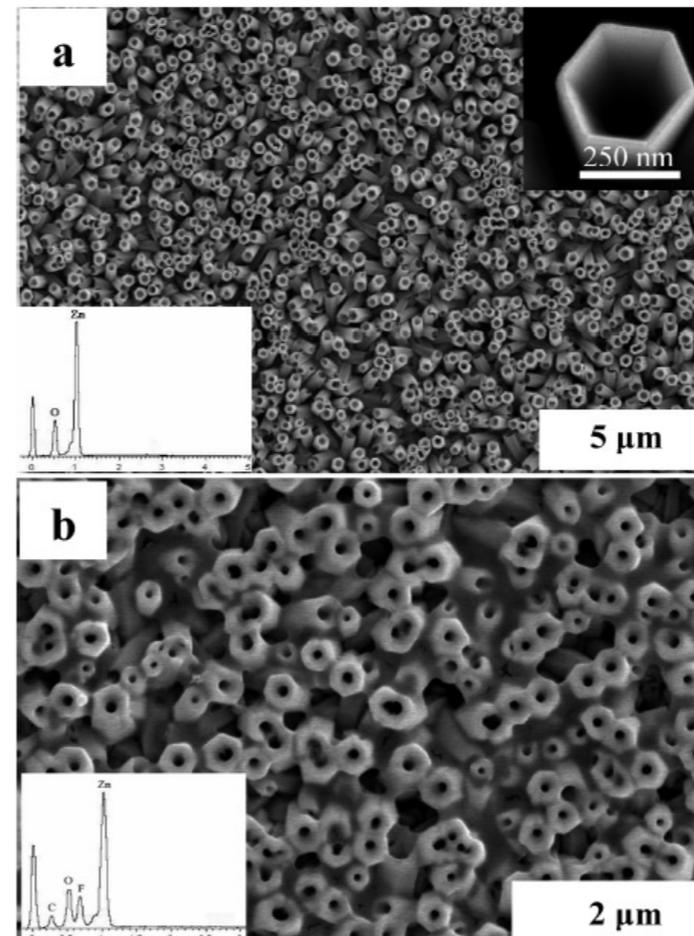
Aktoren und Sensoren in der Nanotechnik

- C-basierte / MeOx-basierte Nanosensoren
- Physikalische, chemische, biologische Nanosensoren



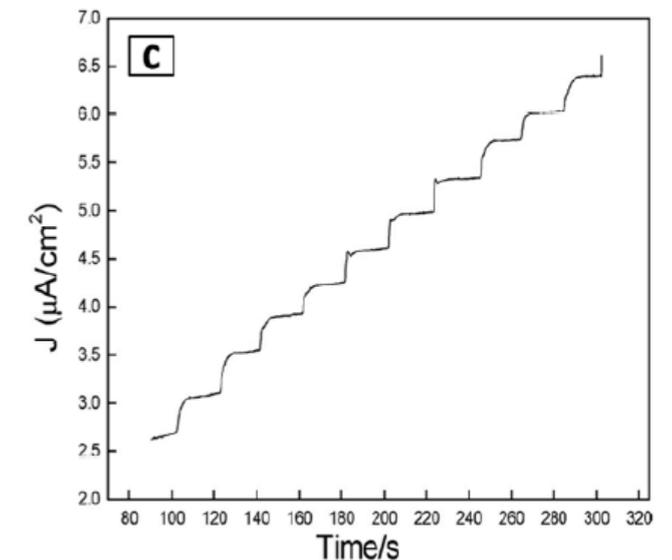
Einzelwand-Kohlenstoffnanoröhre in einem piezo-resistiven Drucksensor

Hierold C, Jungen A, Stampfer C, Helbling T.
 Nano electromechanical sensors based on carbon nanotubes.
Sensors and Actuators A: Physical. 2007;136(1):51-61.



Oben links: Originäre (a) und oberflächenmodifizierte (b) ZnO-Nanoröhren für den Diabetes-Nachweis.

Oben rechts: Amperometrische Antwort eines Glukose-Oxidase/ZnO-Sensorfeldes bei steigender Glukose-Konzentration.



Rahman MM, Ahammad a JS, Jin J-H, Ahn SJ, Lee J-J.
 A Comprehensive Review of Glucose Biosensors Based on Nanostructured Metal-Oxides.
Sensors. 2010;10(5):4855-4886.

Übersicht SP54 Mikroaktoren und Mikrosensoren

Kat	VNr	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem
K	2141866	Neue Aktoren und Sensoren	M. Kohl, M. Sommer	2	4	W
	NN	Übungen zu Neue Aktoren und Sensoren	M. Kohl, M. Sommer	2	2	W
	2142881	Mikroaktorik	M. Kohl	2	4	S
E	2142865	Aktoren und Sensoren in der Nanotechnik	M. Kohl, M. Sommer	2	4	W
	2105012	Adaptive Regelungssysteme	G. Bretthauer	2	4	W
	2161217	Softwaretools der Mechatronik	C. Proppe	2	4	W
	2106033	Systemintegration in der Mikro-/ Nanotechnik	U. Gengenbach	2	4	S
	2141861	Grundlagen der Mikrosystemtechnik I	A. Guber	2	4	W
	2142874	Grundlagen der Mikrosystemtechnik II	A. Guber	2	4	S
	2143882	Fertigungsprozesse der Mikrosystemtechnik	K. Bade	2	4	W/S
	2142861	Nanotechnologie für Ingenieure und Naturwissenschaftler	H. Hölscher, M. Dienwiebel, S. Walheim	2	4	S
	24152	Robotik I - Einführung in die Robotik	R. Dillmann, S. Schmidt- Rohr	2	3	W
	2162282	Einführung in die Finite-Elemente-Methode	T. Böhlke	4	5	S
	2181710	Mechanik von Mikrosystemen	P. Gruber, C. Greiner	2	4	W
	2182732	Einführung in die Materialtheorie	M. Kamlah	2	4	S
	2183702	Mikrostruktursimulation	A. August, B. Nestler, D. Weygand	3	5	W
	2181744	Größeneffekte in mikro- und nanostrukturierten Materialien	P. Gumbsch, D. Weygand, P. Gruber, M. Dienwiebel	2	4	W

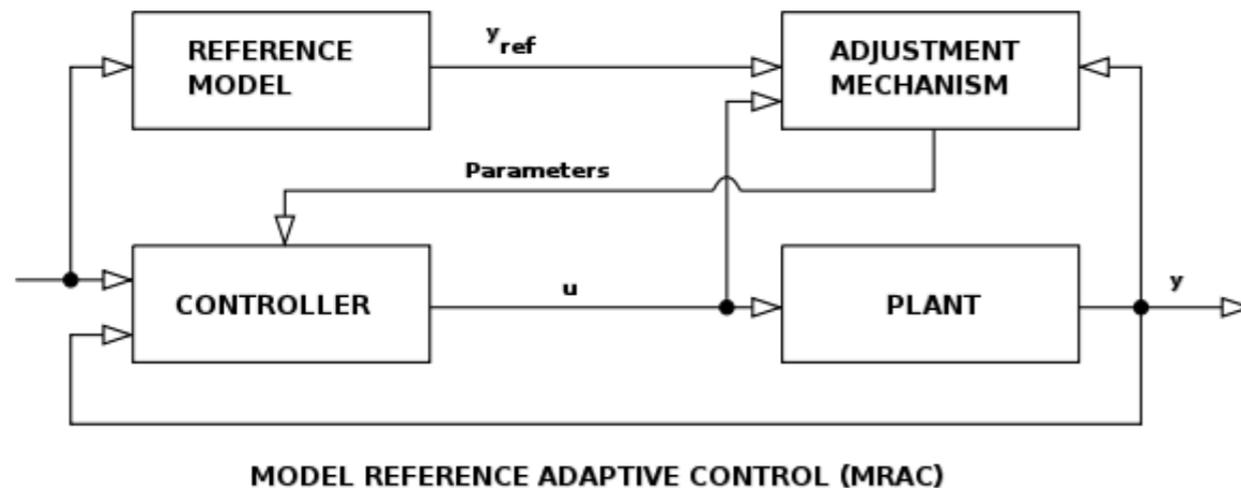
Kernmodulfach

Ergänzungsfach

Auszug aus dem Modulhandbuch

Vorlesung: Adaptive Regelungssysteme

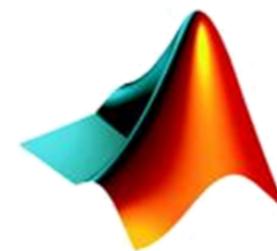
http://de.wikipedia.org/wiki/Adaptive_Regelung



- Einführung
- Strukturen adaptiver Regelungssysteme
- Modellbildung
- Parameteradaptive Regelungssysteme

Vorlesung: Softwaretools der Mechatronik

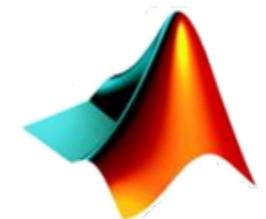
- Einführung in MAPLE
- Einführung in MATLAB
- Einführung in SIMULINK



MATLAB

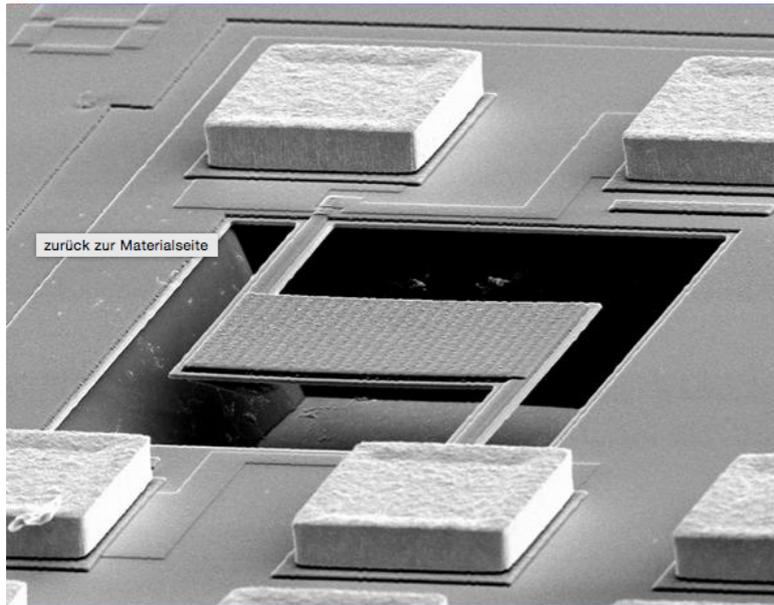
Maple™ 18

The Essential Tool for Mathematics and Modeling



SIMULINK

Vorlesung: Grundlagen der Mikrosystemtechnik I

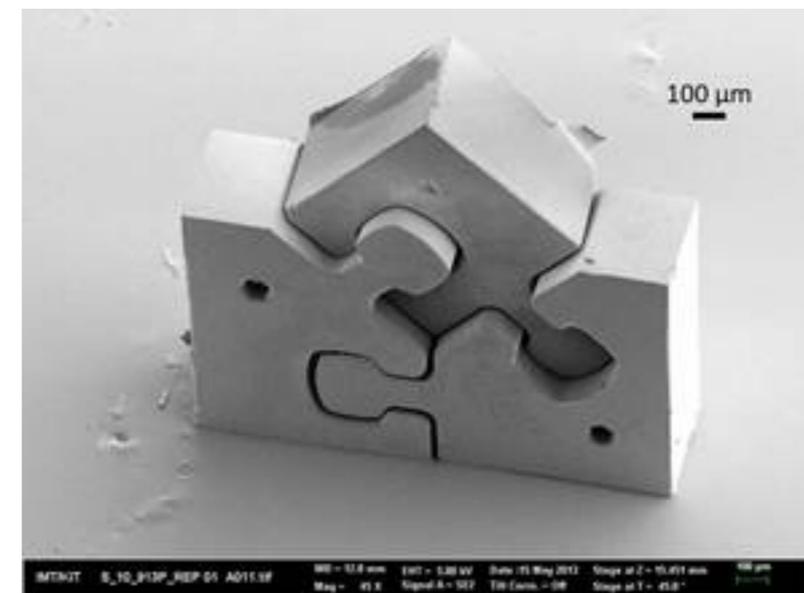


Prof. Zengerle, IMTEK Freiburg

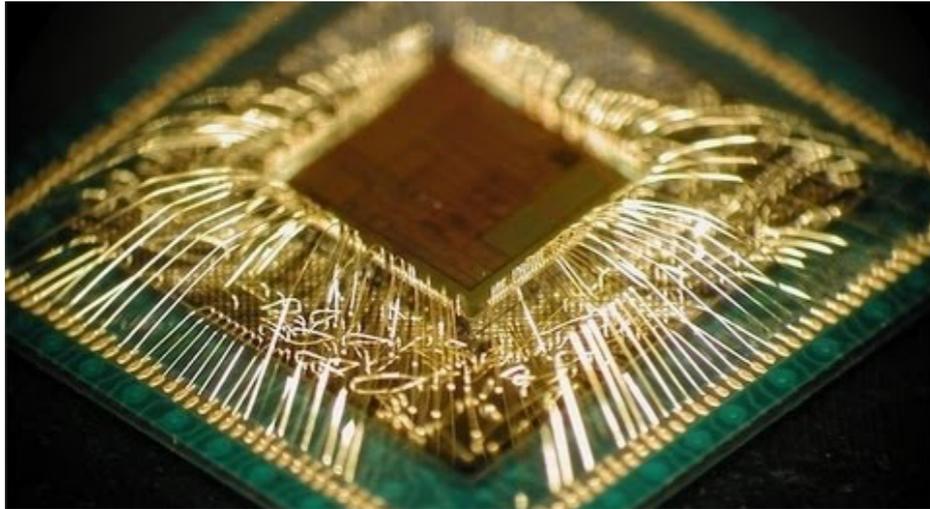
- Silizium und Verfahren der Mikroelektronik
- Physikalische Grundlagen und Werkstoffe für die Mikrosystemtechnik
- Basistechnologien
- Silizium-Mikromechanik

Vorlesung: Grundlagen der Mikrosystemtechnik II

- Lithographie
- Das LIGA-Verfahren
- Mechanische Mikrofertigung
- Strukturierung mit Lasern
- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Mikrosysteme



www.imt.kit.edu



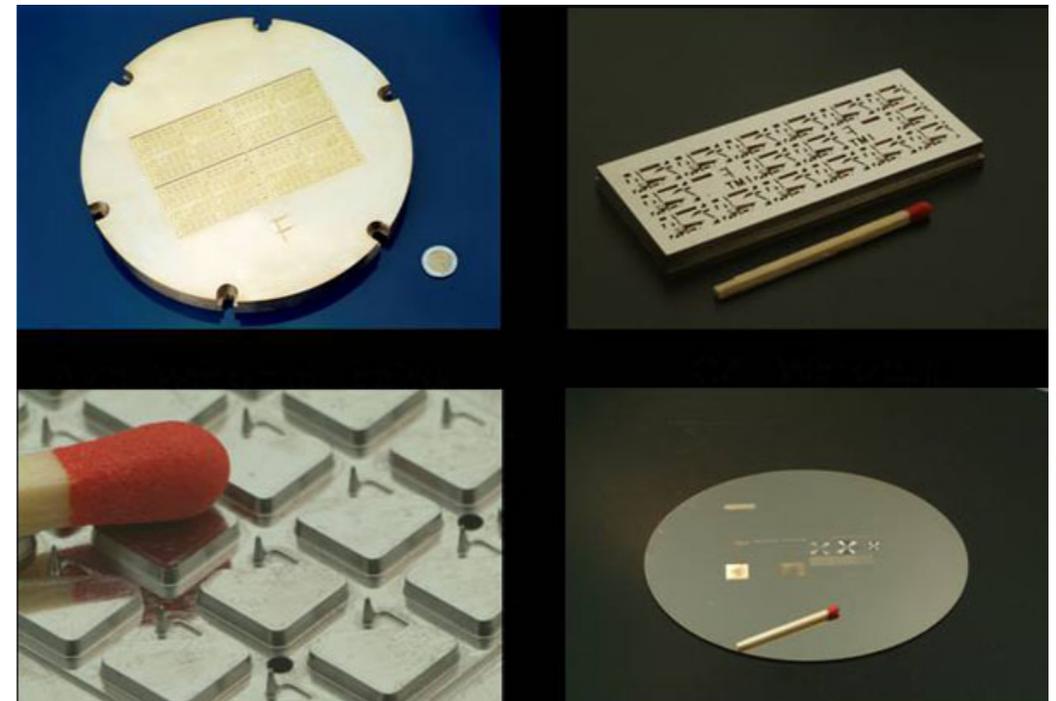
https://www.youtube.com/watch?v=6-iuT_o8f00

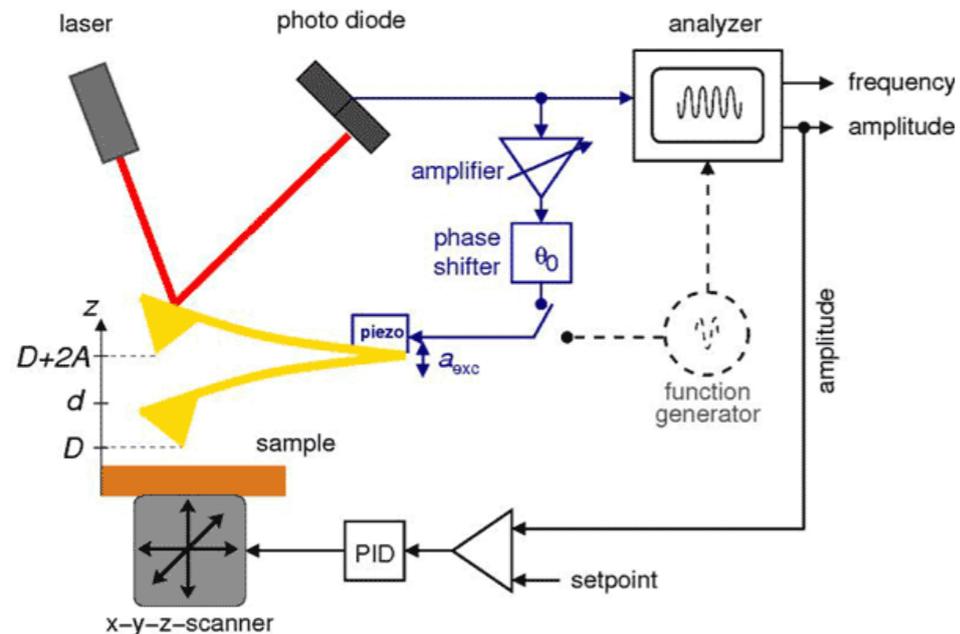
- Integration mechanischer Funktionen (Festkörpergelenke)
- Plasmabehandlung von Oberflächen
- Kleben
- Integration elektronischer Funktionen
- Packaging Ceramics (LTCC)
- Montage hybrider Systeme
- Ansätze zur Systemintegration in der Nanotechnologie

Vorlesung: Fertigungsprozesse der Mikrosystemtechnik

www.imt.kit.edu

- Grundlagen der mikrotechnischen Fertigung
- Allgemeine Fertigungsschritte
- Mikrotechnische Werkzeugherstellung: Masken und Formwerkzeuge
- Interconnects (Damascene-Prozess), moderner Leiterbahnaufbau
- Nassprozesse im LIGA-Verfahren
- Gestaltung von Prozessabläufen





www.imt.kit.edu

- Einführung in die Raster-Sonden-Methoden
- Rastertunnelmikroskopie
- Rasterkraftmikroskopie
- Magnetkraftmikroskopie
- Kelvinsonden Kraftmikroskopie
- Reibungskraftmikroskopie
- Andere Rastersondentechniken

Vorlesung: Robotik I Einführung in die Robotik

- System- und Steuerungskomponenten
- Funktionale Systemaspekte
- Architektur der Steuerung
- Methoden der Kinematik, Dynamik und Sensorik
- Bahnplanungs- und Kollisionsvermeidungsverfahren



ARMAR III
www.kit.edu

www.itm.kit.edu

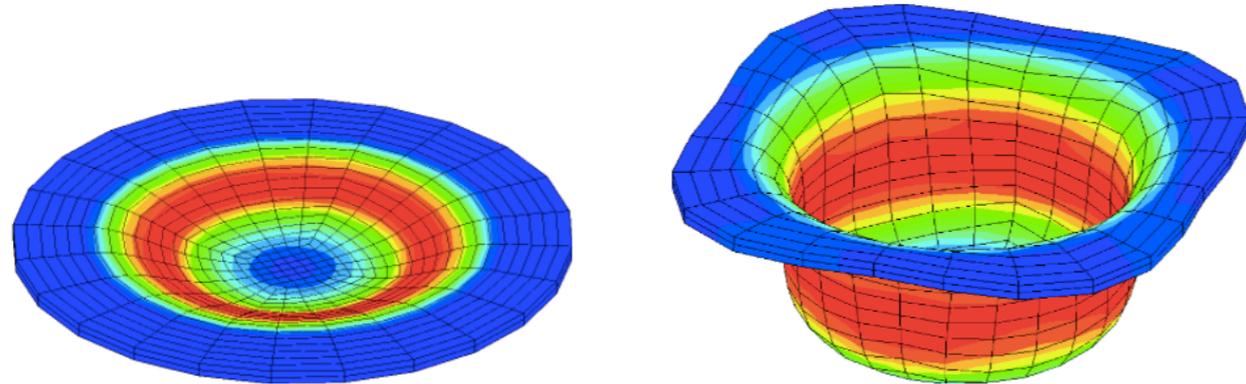


Abb.: Simulation eines Tiefziehversuchs mit einem anisotropen Material

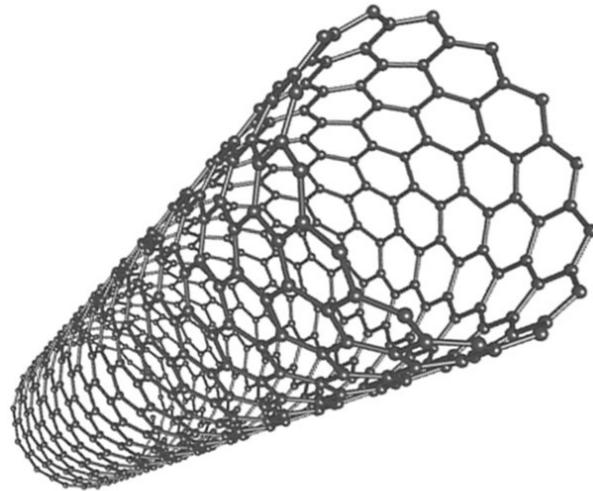
- Einführung, Elemente der Tensorrechnung
- Anfangs-Randwertproblem (1D)
- Raumdiskretisierung bei 3D-Problemen
- Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- Spannungsberechnung, Elementtypen
- Fehlerschätzung und Anwenderfehler

Vorlesung: Mikrostruktursimulation

- Grundbegriffe der Thermodynamik
- Phasengleichgewicht in einem einkomponentigen System
- Phasendiagramm für ein binäres System
- Phasenfeldparameter und treibende Kräfte
- Energiefunktional und Oberflächenspannung
- Phasenfeldgleichung
- Erhaltungsgleichungen



www.iam.kit.edu - Grafik von Marco Berghoff

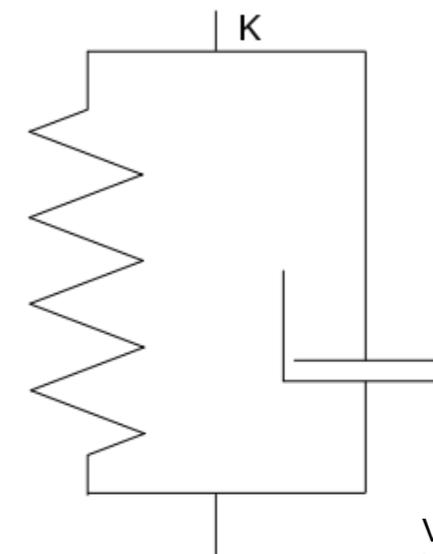


<http://www.carbonallotropes.com>

- Nanotubes
- Keramik
- Größeneffekte in metallischen Strukturen
- Nanokontakte - Haftsichten
- Nanotribologie

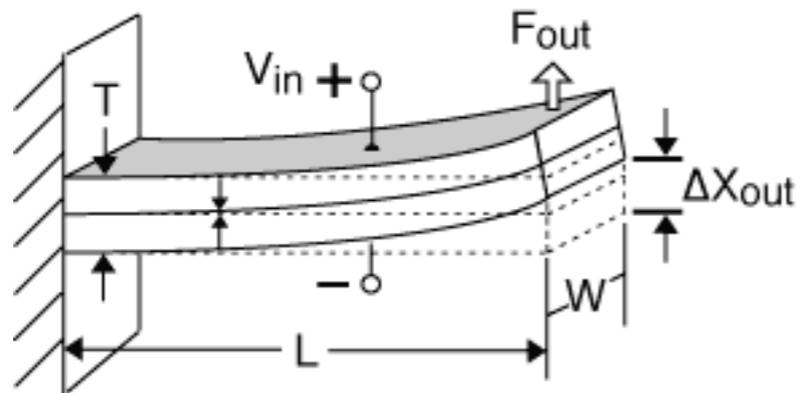
Vorlesung: Einführung in die Materialtheorie

- Einführung in Kontinuumsmechanik kleiner Deformationen
- Elastisches Materialmodell
- Viskoelastisches Materialmodell
- Plastisches Materialmodell
- Viskoplastisches Materialmodell



Viskoelastizität
Wikipedia

Vorlesung: Mechanik von Mikrosystemen

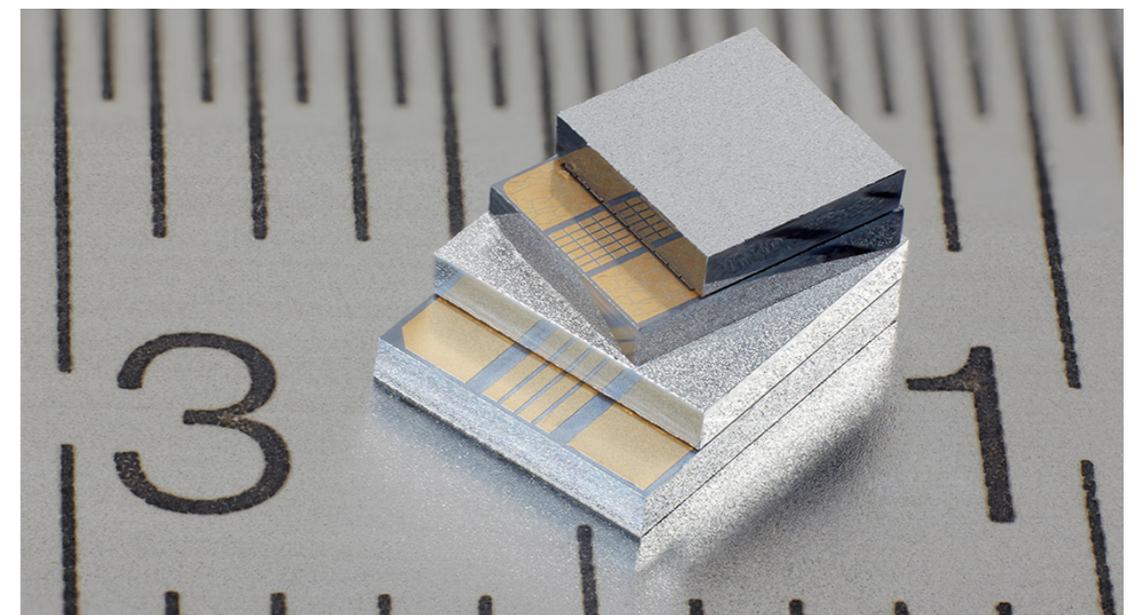


<http://www.piezo.com/tech2intropiezotrans.html>

- Anwendungen und Herstellungsverfahren
- Physikalische Skalierungseffekte
- Dünnschichtmechanik
- Charakterisierung dünner Schichten und kleiner Strukturen
- Elektro-mechanische Wandlung: piezoresistiv, piezo-elektrisch, elektrostatisch
- Aktorik: inverser Piezoeffekt, Formgedächtnis, elektromagnetisch

Vorlesung: Micro Energy Technologies

- Mikro-Energy Harvesting von Schwingungen
- Thermisches Mikro-Energy Harvesting
- Mikrotechnische Anwendungen von Energy Harvesting
- Wärmepumpen in der Mikrotechnik
- Mikrokühlen



www.micropelt.com

www.imt.kit.edu

manfred.kohl@kit.edu

Hiwi-, Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten:

- Angebote siehe IMT-Webseiten

