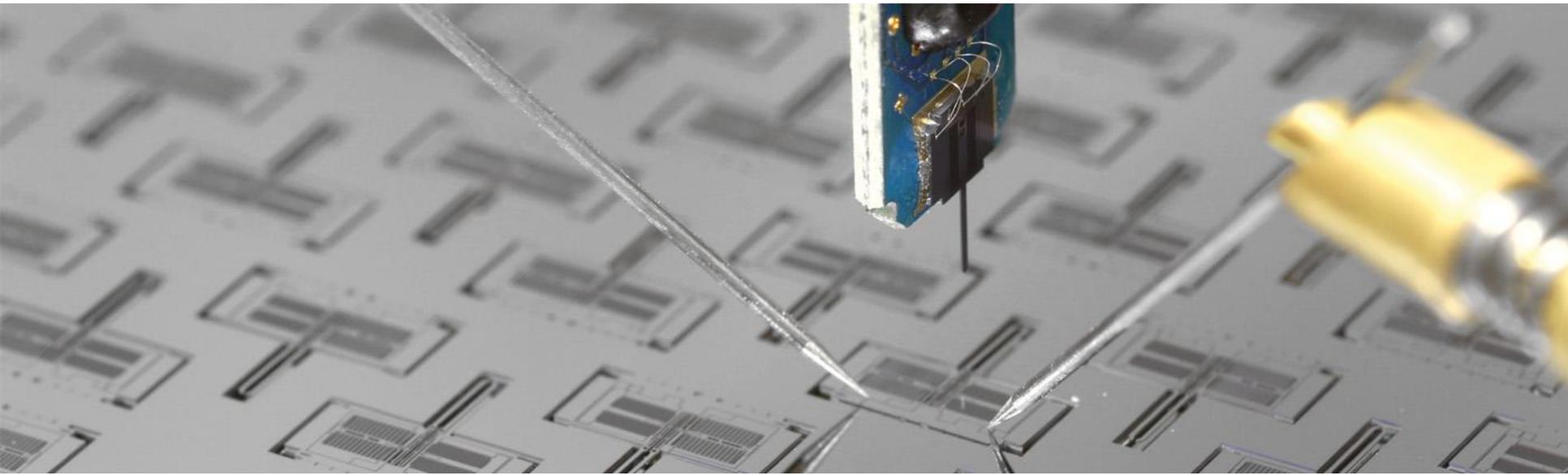


## Mikro- und Nanobereich

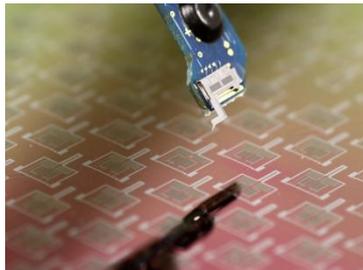


Dr. Felix Beyeler  
FemtoTools AG  
Furtbachstrasse 4  
CH 8107 Buchs/ZH  
Schweiz

Tel: +41 44 844 44 25  
[felix.beyeler@femtotools.com](mailto:felix.beyeler@femtotools.com)

FemtoTools ist ein Anbieter von hochpräzisen Instrumenten für mikromechanisches Testen und mikro-Handling.

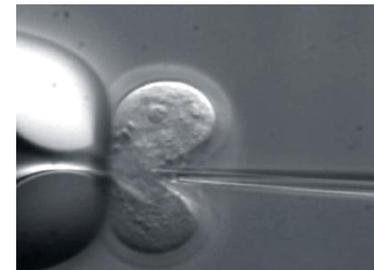
## Anwendungsbere



Mikro- und Nano-  
technologie



Materialwissen-  
schaften



Biotechnologie

# Über die FemtoTools AG

- Gründung 2007 als ein Spin-off der ETH Zürich
- Hauptsitz in Buchs bei Zürich, Schweiz



① FemtoTools AG  
Furtbachstrasse 4  
CH 8107 Buchs/ZH

② FemtoTools AG  
c/o ETH Zürich  
Tannenstrasse 3  
CH 8092 Zürich

# Über die FemtoTools AG



## Kunden:

- Akademische Forschungseinrichtungen
- Hightech-Firmen mit starkem Fokus auf Forschung und Entwicklung

## Micromechanical Testing and Assembly



- 1 Kontrollelektronik
- 2 Software
- 3 Testsystem mit Gehäuse

## Micromechanical Testing and Assembly

4



Piezoelektrische Manipulationseinheit mit Positionscodern

5

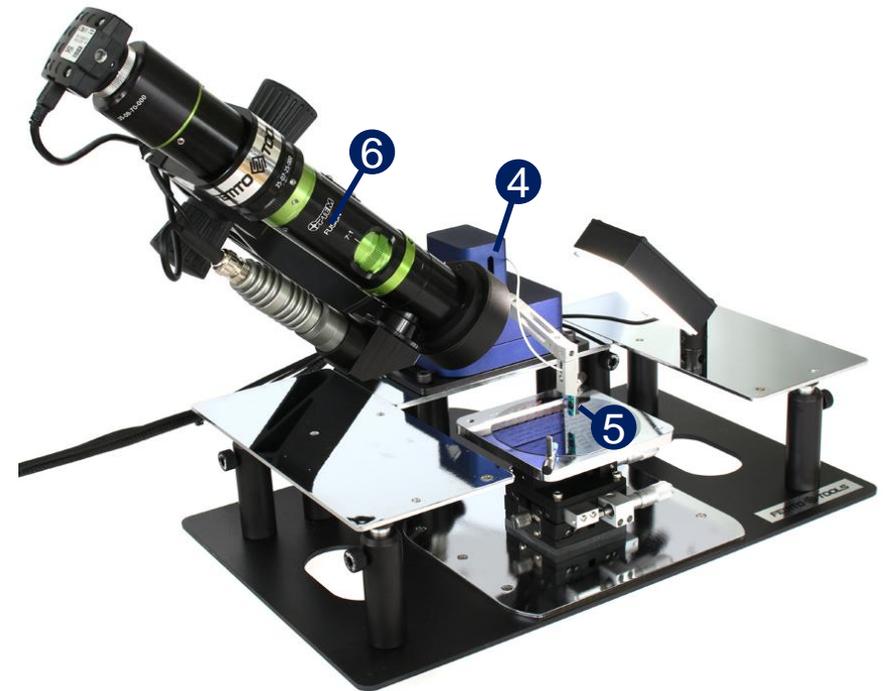


Mikrokraftsensor / Mikrogreifer

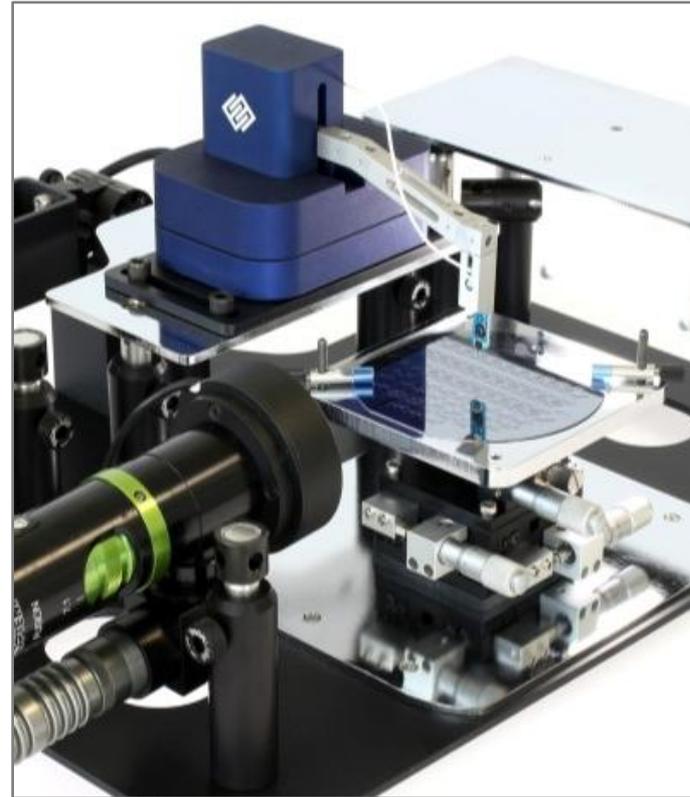
6



Schwenkbares Digitalmikroskop

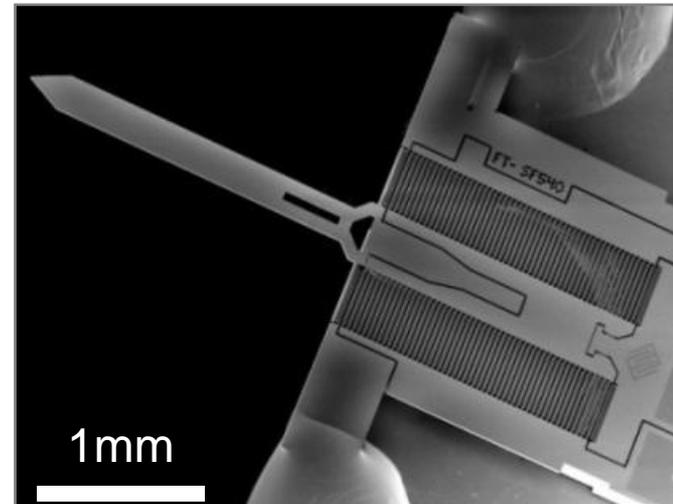
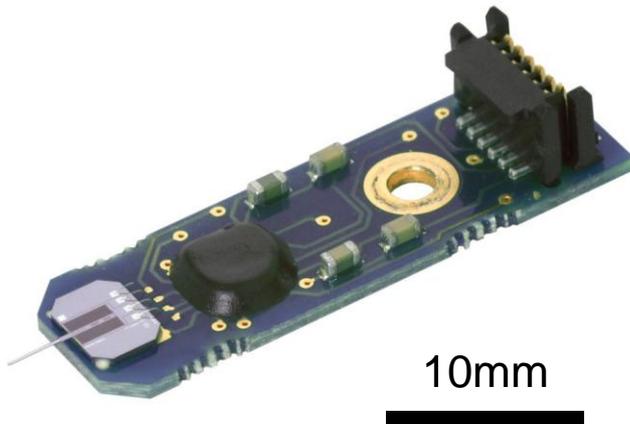


## Micromechanical Testing and Assembly

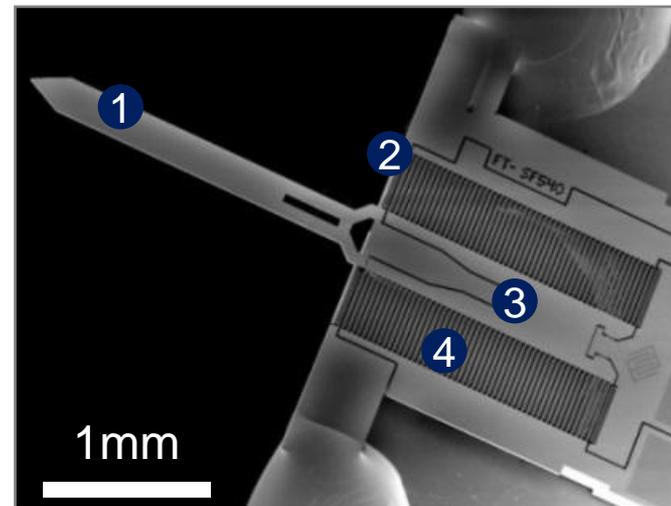
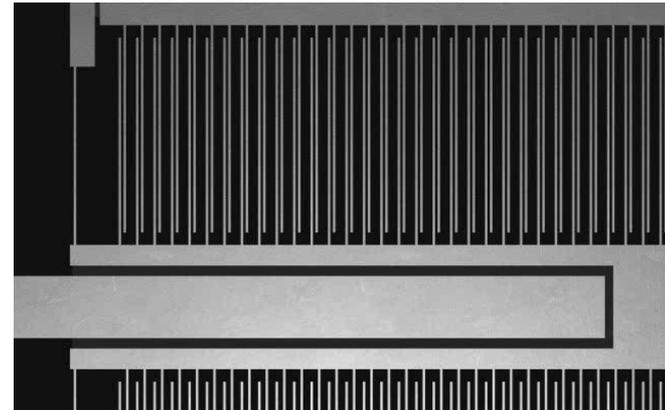
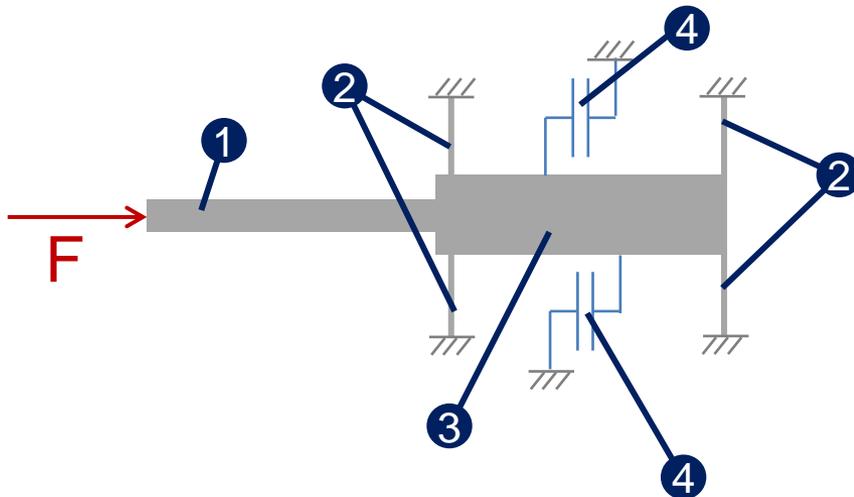


## Kapazitive Mikrokraftsensoren:

- Hochauflösender, Silizium-basierter MEMS Kraftsensor
- Axiale Krafteinwirkung
- Entwicklung und Herstellung in Zusammenarbeit mit der NTB



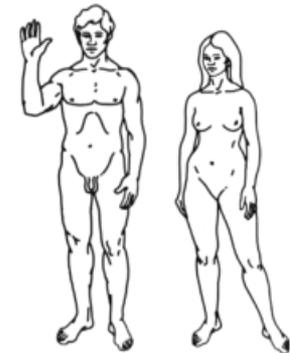
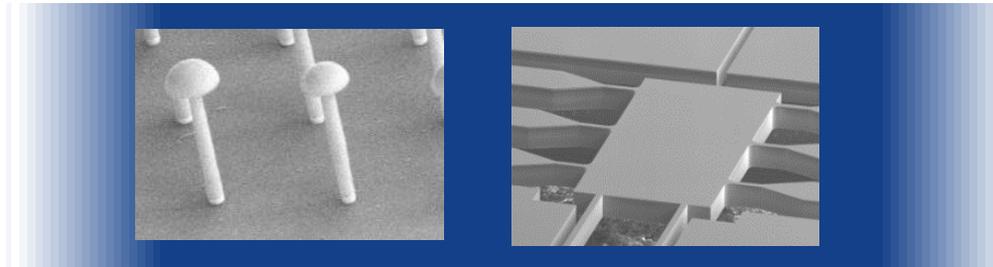
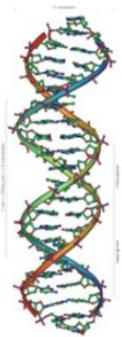
- ① Sensorspitze
- ② Federn
- ③ Shuttle
- ④ Kondensatorplatten (differentielle Konfiguration)

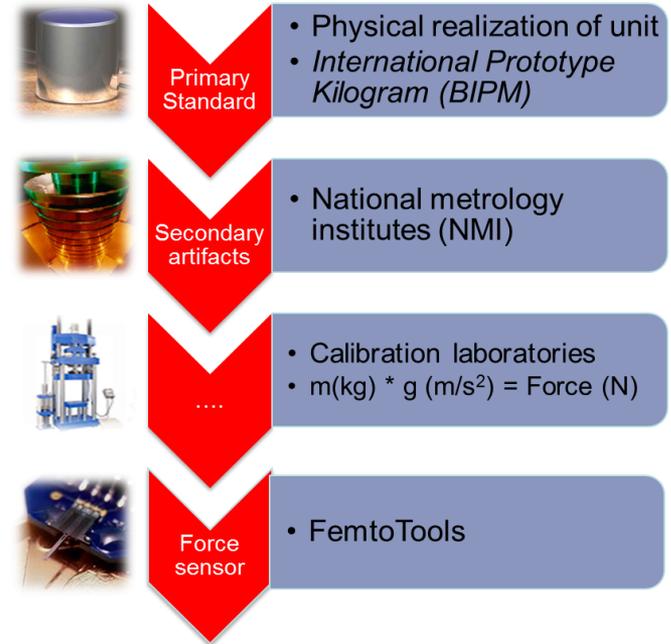
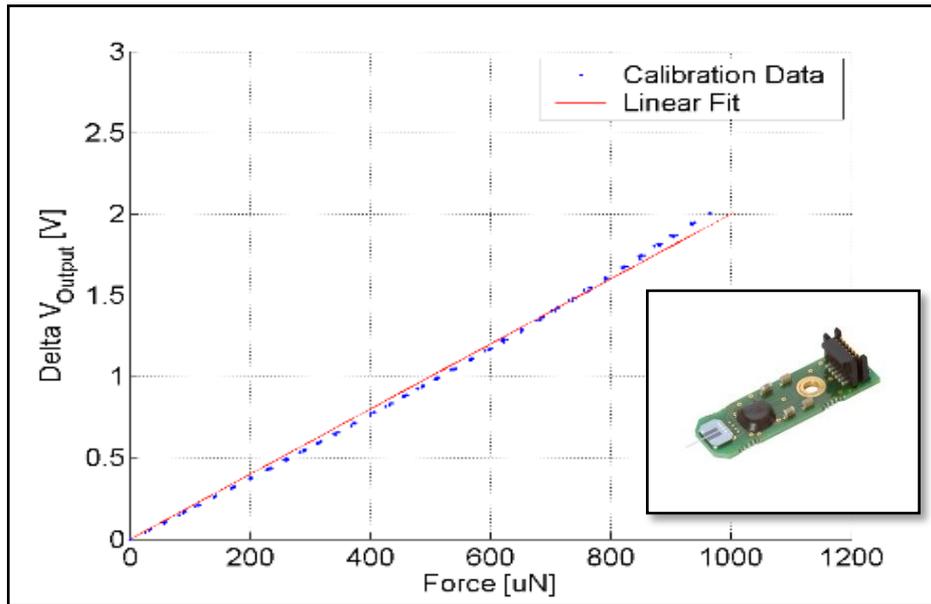


Kraftbereich: 5nN bis 100mN

Messbereich über 8

Sensor	Bereich	Auflösung bei 10 Hz
FT-S100	$\pm 100 \mu\text{N}$	5 nN
FT-S1000	$\pm 1000 \mu\text{N}$	50 nN
FT-S10000	$\pm 10 \text{ mN}$	500 nN
FT-S100000	$\pm 100 \text{ mN}$	5000 nN

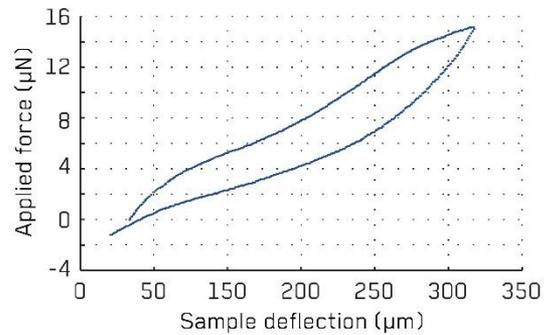
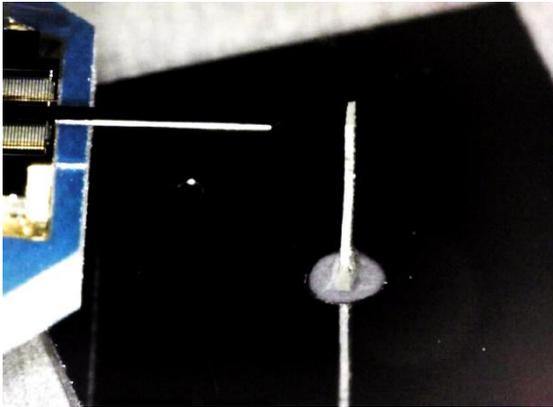




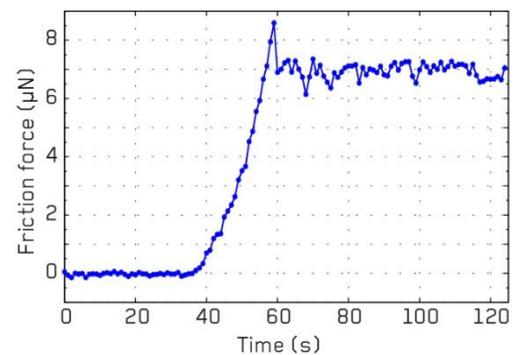
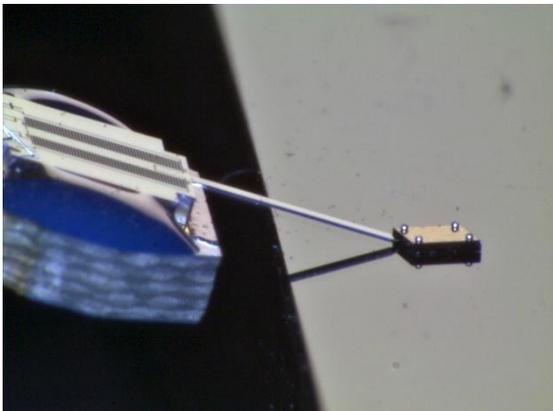
- Auf SI-Einheiten zurückverfolgbare Sensorkalibrierung im Nano- bis Millinewton-Bereich.
- Laufende Forschungskollaboration mit METAS um die Messunsicherheiten zu verbessern.

# Mikromechanische Tests

## Mikro-Materialwissenschaften

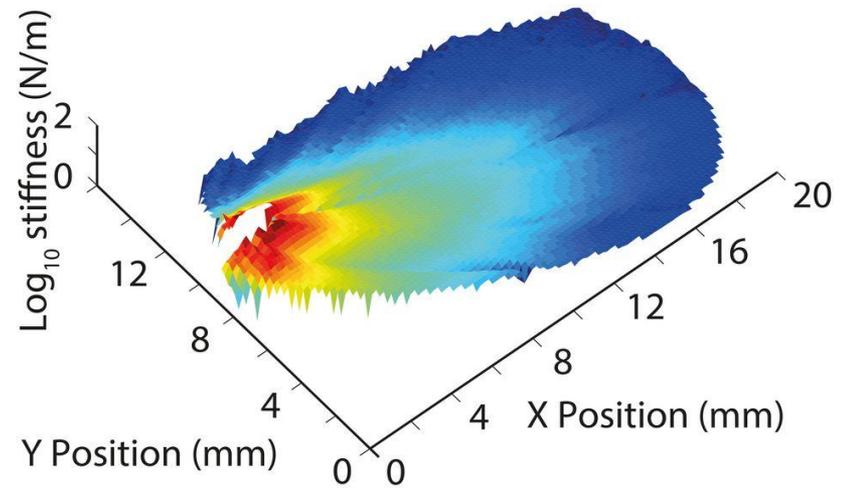


- Testen einer Mikroelektrode

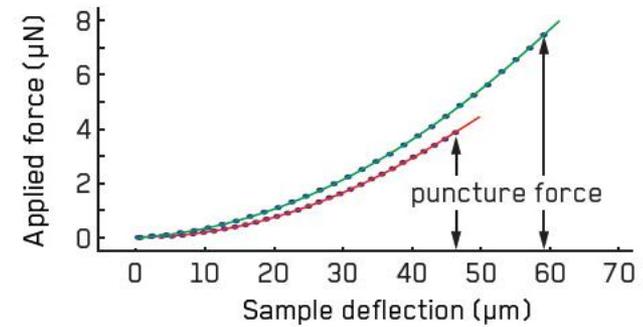


- Reibkraftmessung

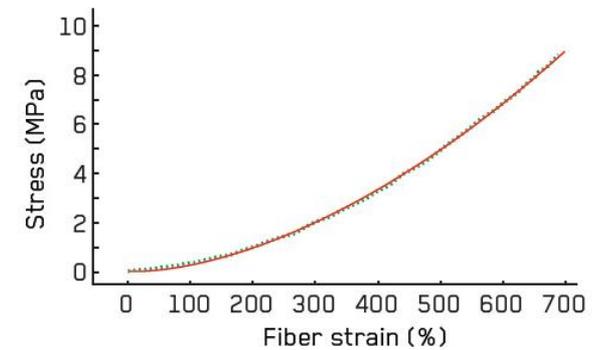
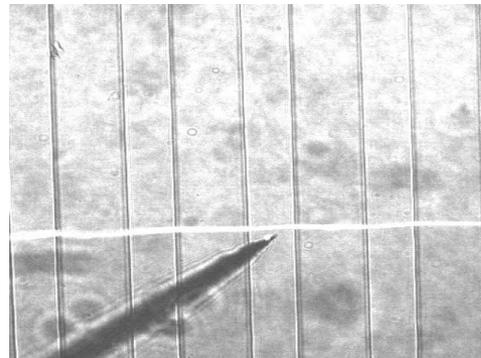
## Mechanisches Testen eines Insektenflügels



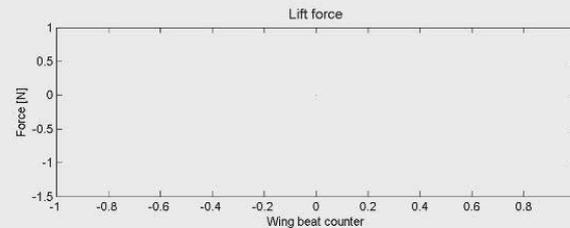
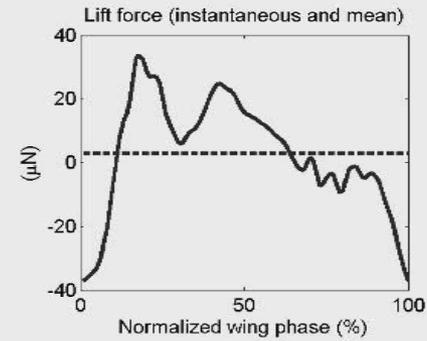
## Charakterisierung von



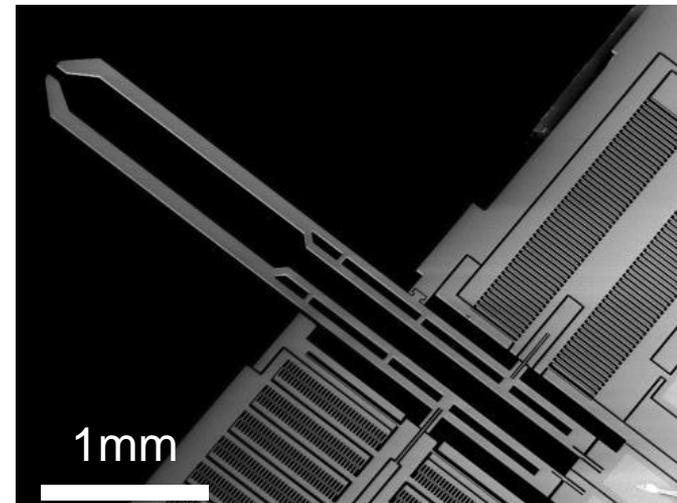
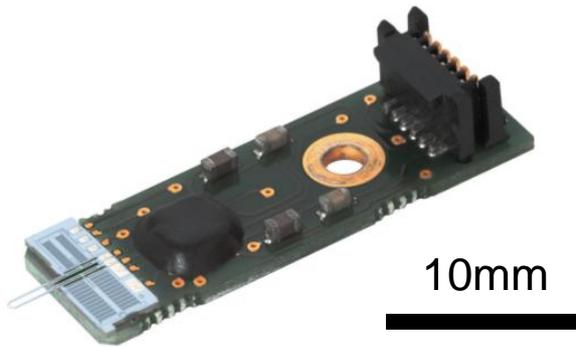
## Testen von Proteinfasern

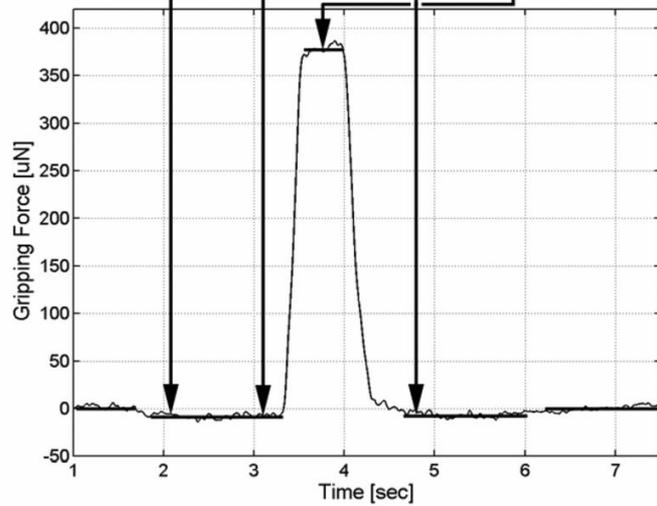
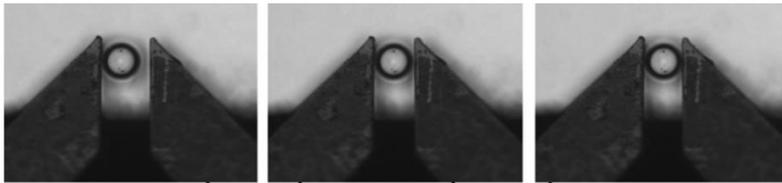


## Messung der Auftriebskraft einer



- Elektrostatische Bewegung
- Objektgrößen: 0-100 $\mu\text{m}$
- Kapazitives Greifkraft-Feedback
- Entwicklung und Herstellung in Zusammenarbeit mit der NTB





Zusammenbau und Handling von  
Mikro-Teilen

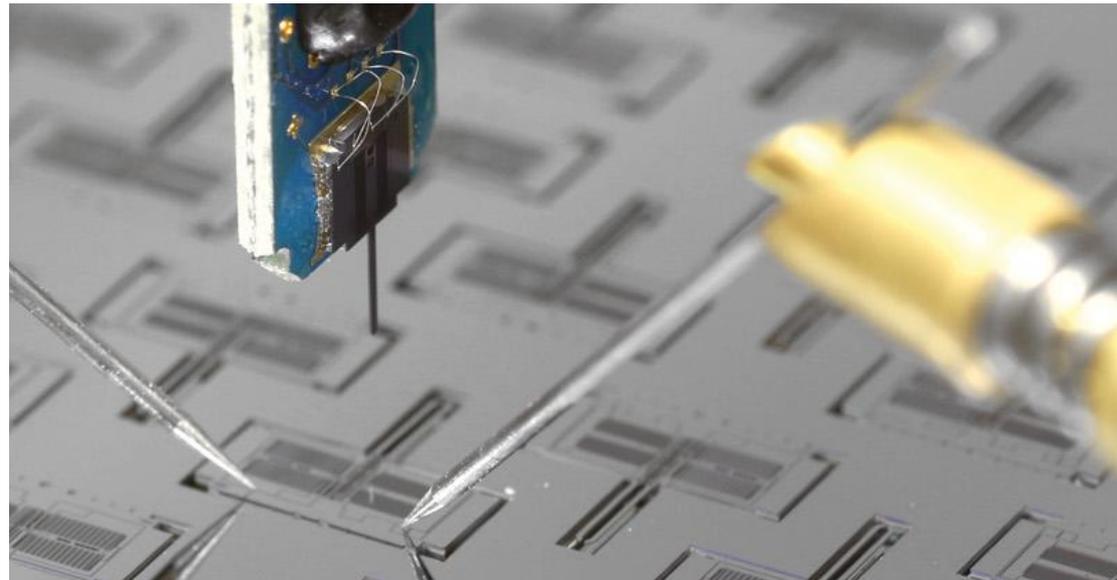
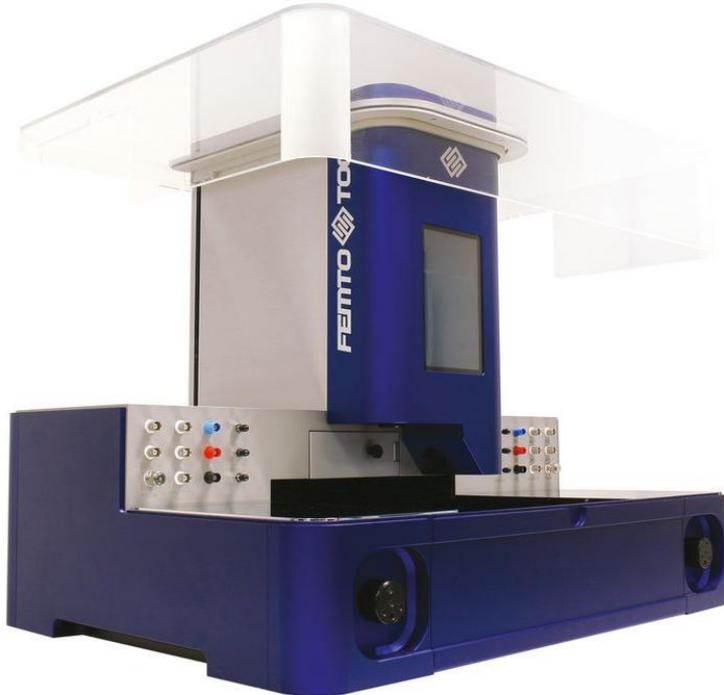


Greifen und Platzieren von Zellen und  
Mikro-Partikeln

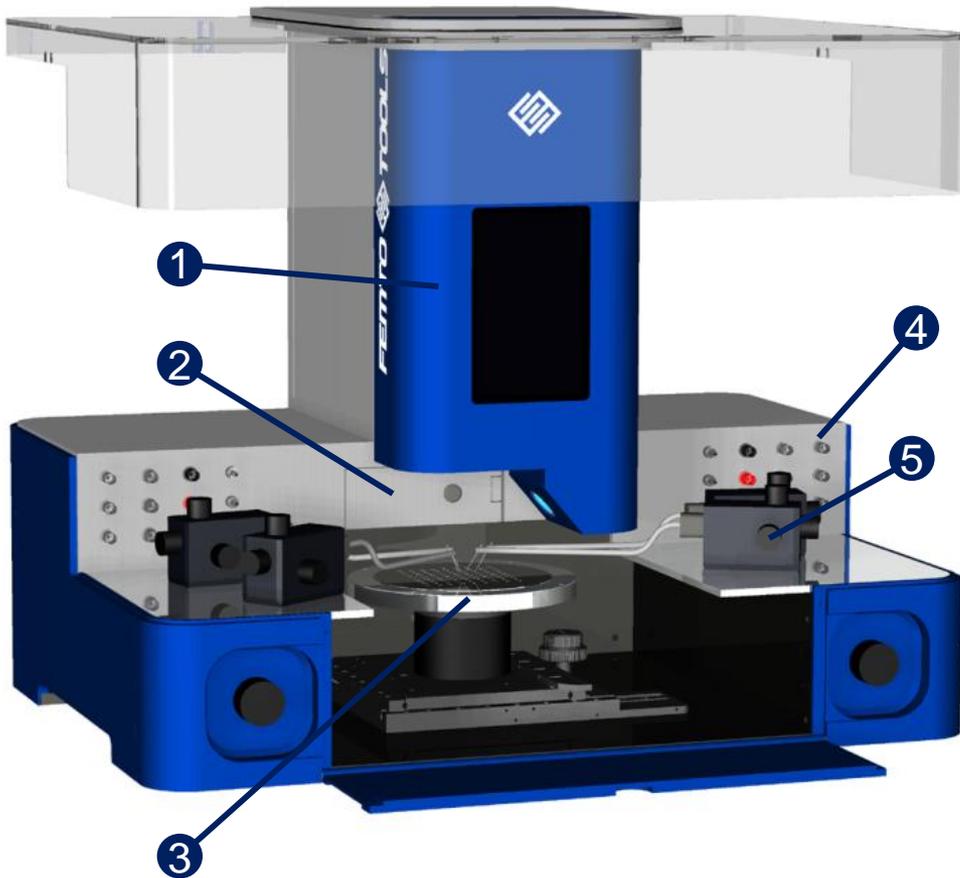


## MEMS Probestation

Instrument zum elektro-mechanischen Testen von MEMS auf Wafer Ebene.

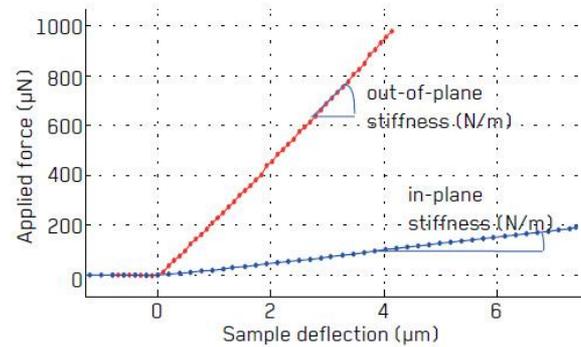
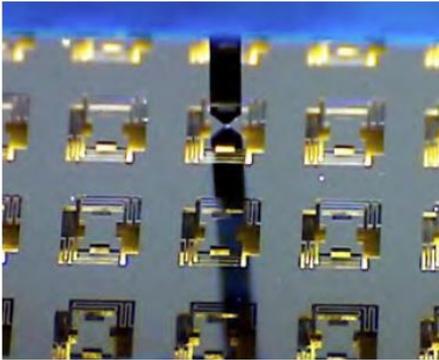


## MEMS Probestation

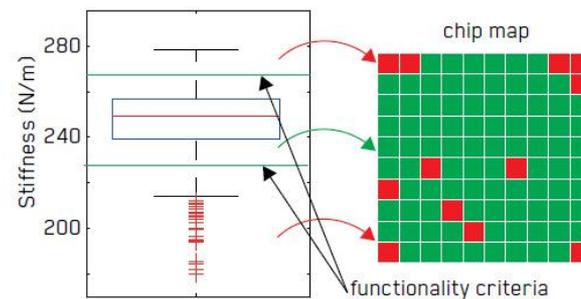
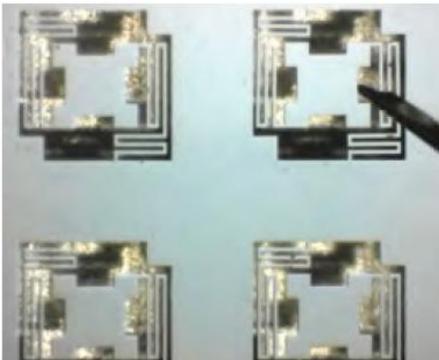


- 1 Zwei Mikroskope mit Touchscreen
- 2 Ausfahrbares Modul für mechanisches Testen
- 3 Positioniertisch mit Wafer Chuck
- 4 Signalgenerator und Multimeter
- 5 Plattform mit elektrischen Messspitzen

## Testen von Feder-Arrays

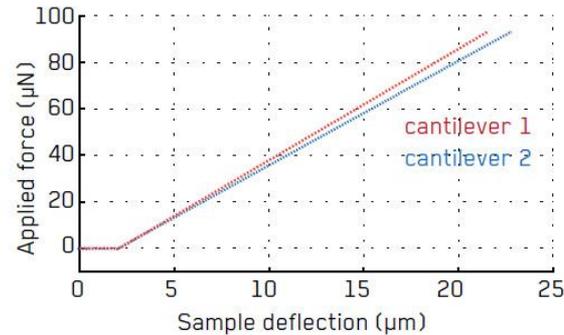
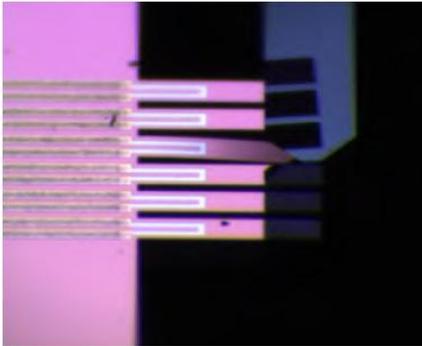


- Testen von Steifigkeiten
- Überprüfung von Linearitäten
- Testen von Bruchkräften

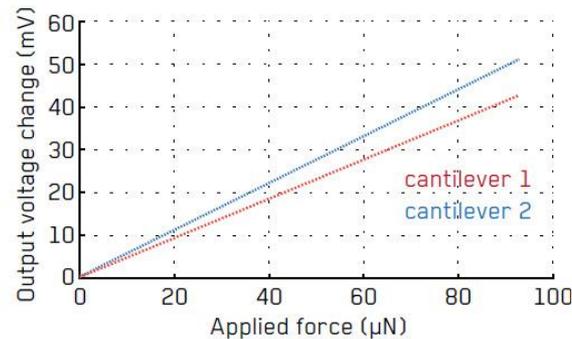
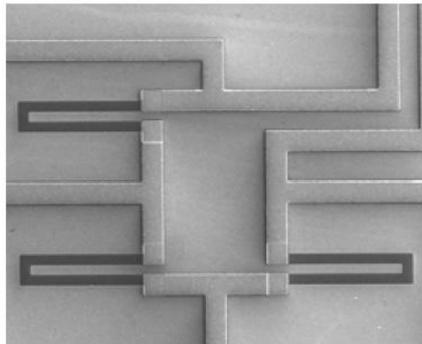


- Testen der Ausbeute
- Chip-/Wafer-Karten

## Testen von piezoresistiven

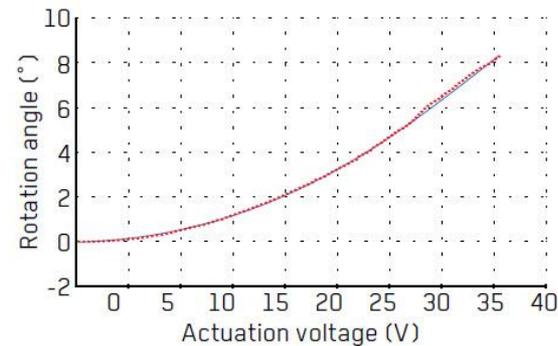
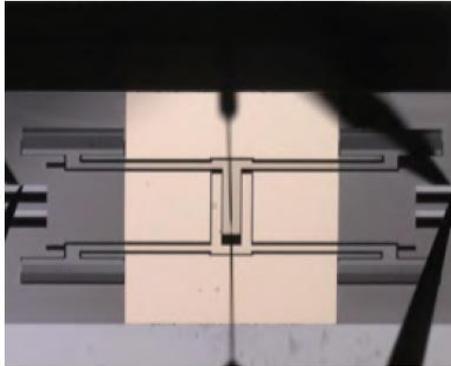


- Automatisierter Biegetest

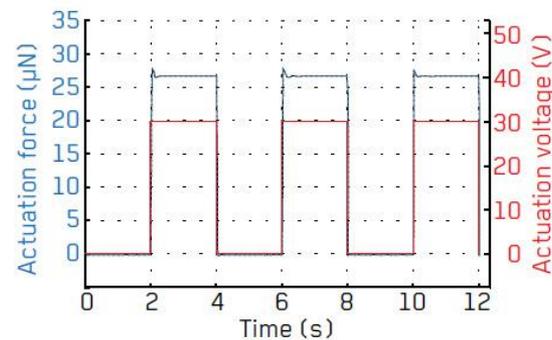
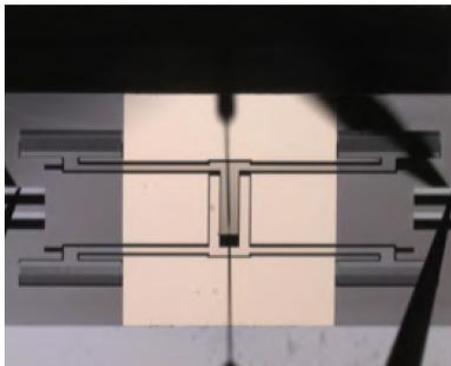


- Kombiniertes elektro-mechanisches Testen (Kraft vs. Sensor Output Signal)

## Kalibrierung von Mikrospiegeln



- Messung der Kraft und Verschiebung vs. Spannung



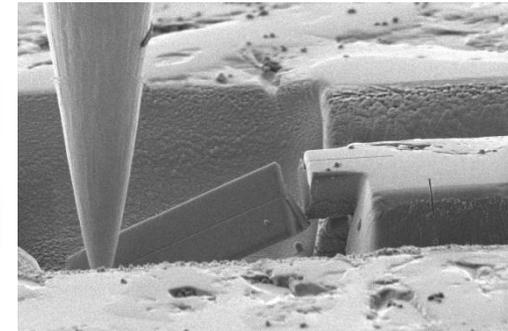
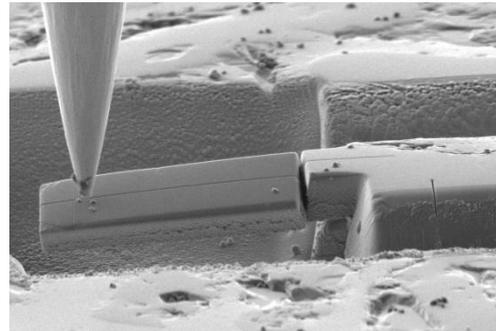
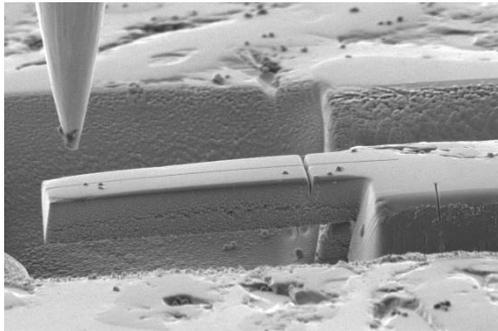
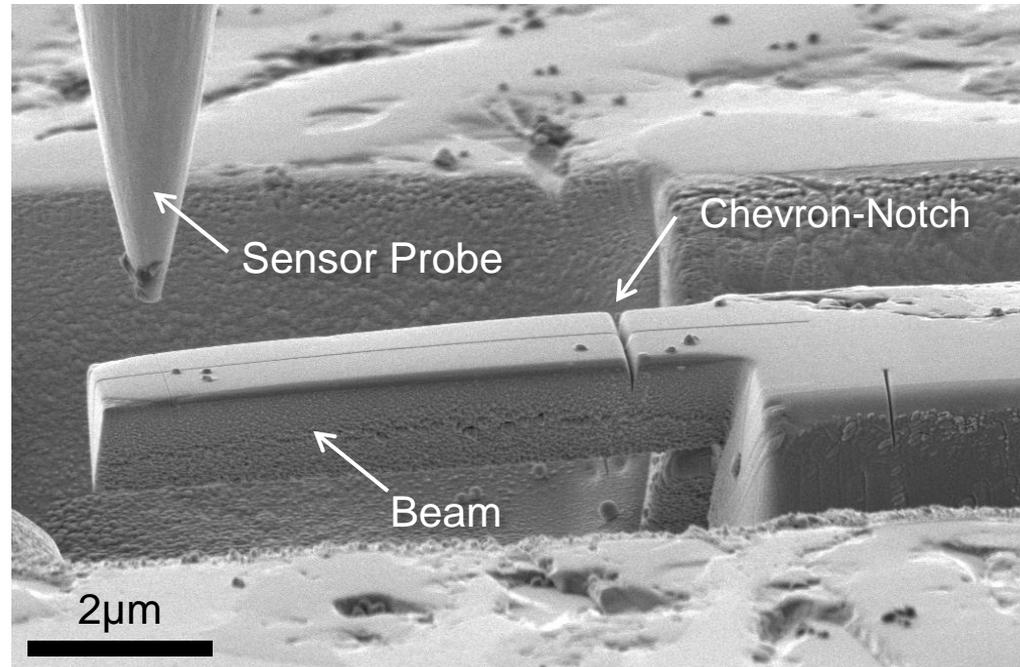
- Zeitliche Charakterisierung der Signalantwort

Nanomechanisches Testen im



## Chevron-Notch Risstest

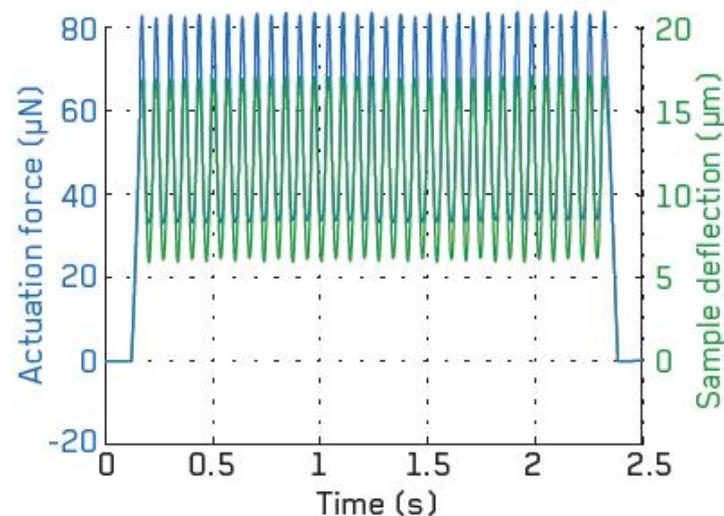
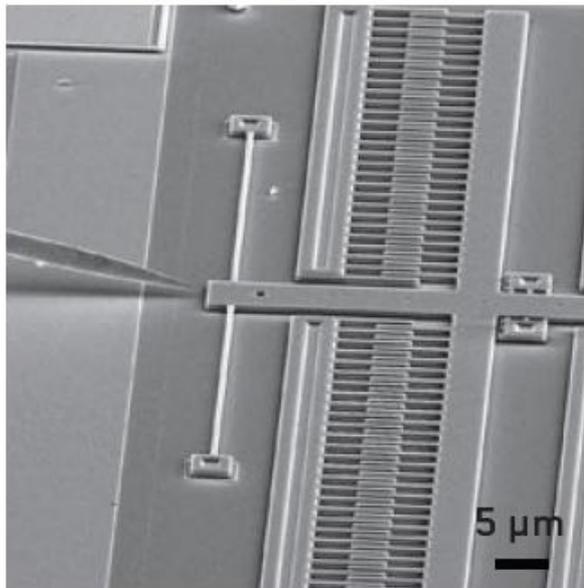
- Messung der Steifigkeit
- Messung der Bruchkraft



Forschungsarbeit von Prof. Mortensen, Laboratory of Mechanical Metallurgy, EPFL, Schweiz

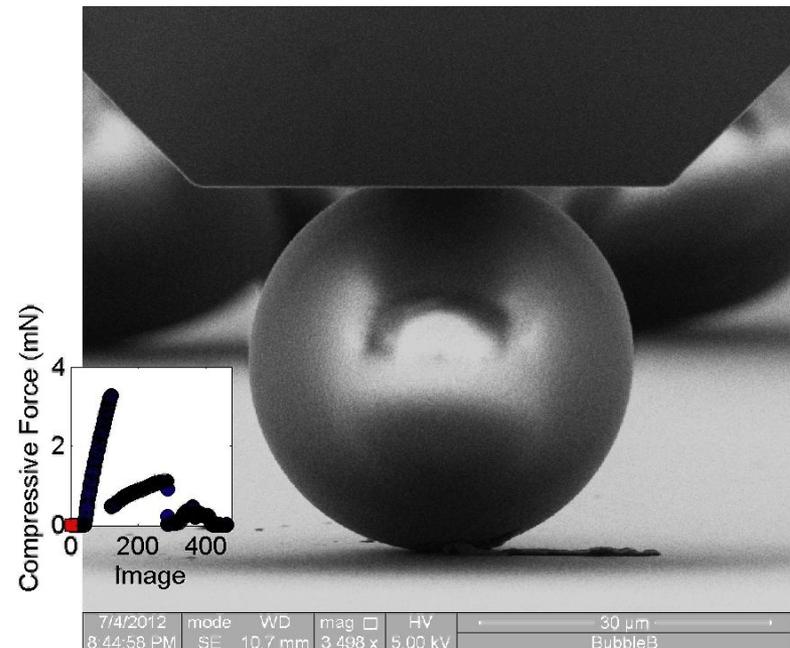
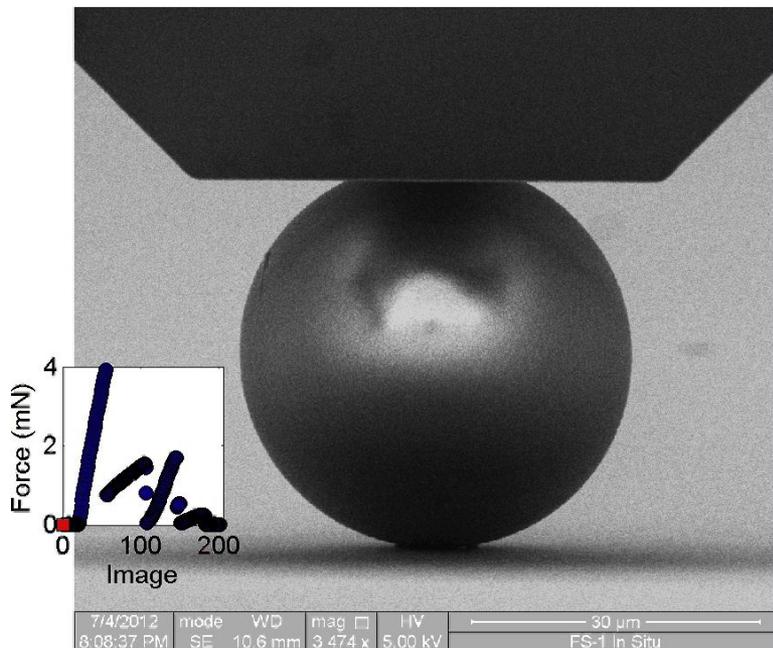
## Charakterisierung von MEMS-/NEMS-Aktuatoren

- Messung der horizontalen und vertikalen Steifigkeit
- Messung der Aktuationskraft
- Messung von Alterungseffekten
- Messung der Haftreibungskraft



Testproben zur Verfügung gestellt von Dr. Joseph J. Brown und Prof. Victor M. Bright, University of Colorado Boulder

## Testen von Mikropartikeln und Mikrokapiteln



Videos: Forschungsarbeit von Prof. Daniel Gianola, University of California Santa Barbara, USA

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Projektpartner:

