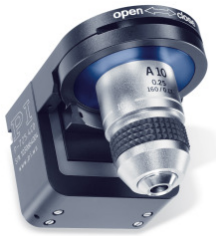
Piezo-Ultraschallmotoren in Mikropositionsverstellern

Firmenüberblick

- Gegründet 1970
- Firmensitz in Karlsruhe
- 500 Mitarbeiter weltweit
- Spezialisiert auf Feinstpositionierung

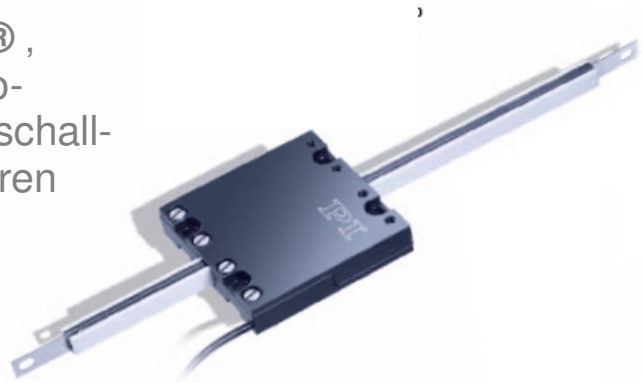


Piezoelektrische Nanopositionier-systeme

PISeca™ Wegsensoren mit Nanometer Auflösung

Hexapoden parallelkinematische Mikropositioniersysteme

PILine® , Piezo-Ultraschall-motoren



Was sind Piezomotoren?

Erstens:

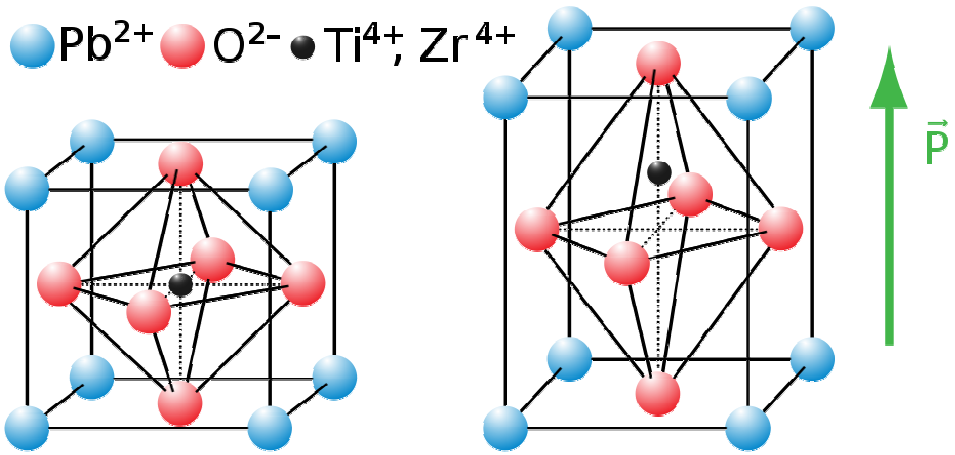
- Basismaterial ist eine Piezokeramik (PZT: Blei-Zirkonat-Titanat)

Was sind Piezomotoren?
Zweitens:

- Es wird der inverse piezoelektrische Effekt ausgenutzt:

elektrische Spannung = mechanische Ausdehnung

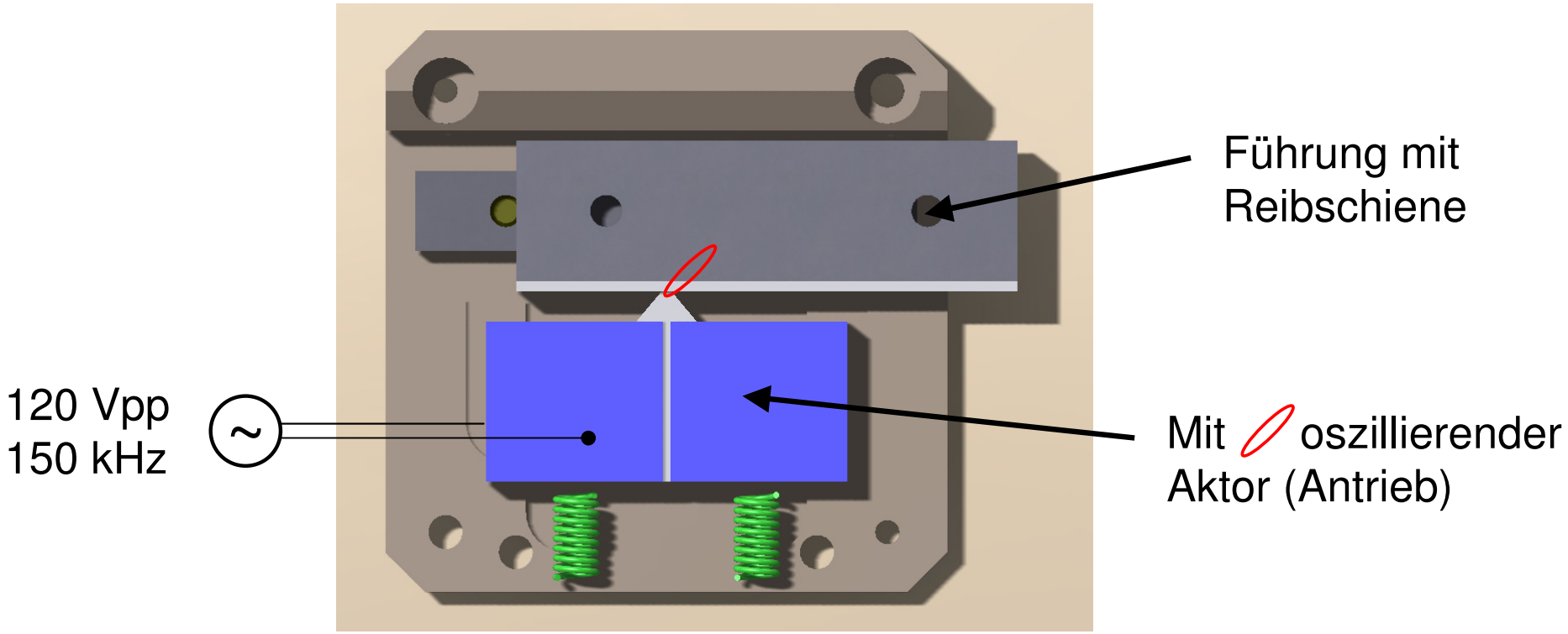
- Sowohl Gleich- als auch Wechselspannungen bis in den Ultraschallbereich kommen zur Anwendung.



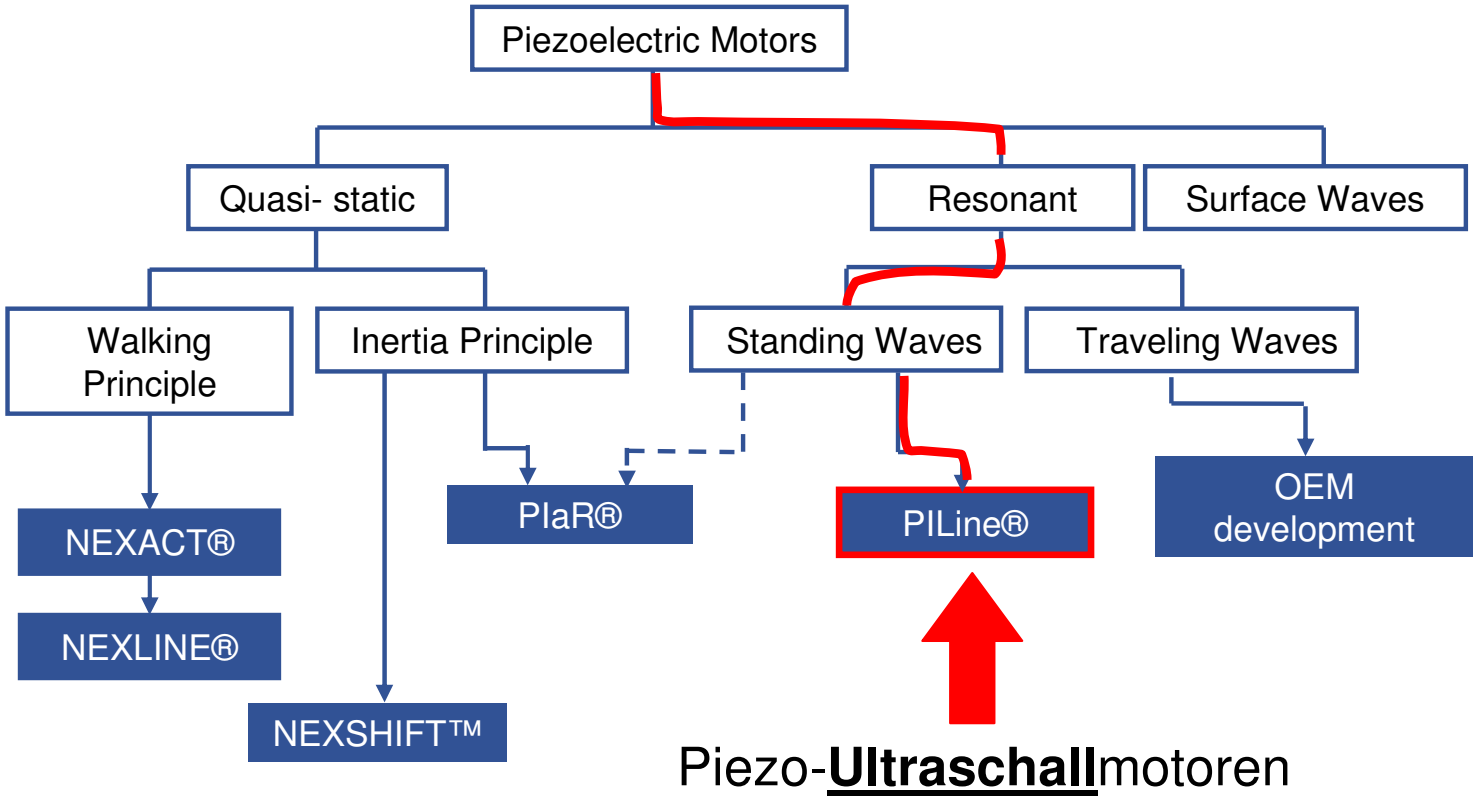
Was sind Piezomotoren?

Drittens:

- Übertragung der mechanischen Ausdehnung oder Schwingung (Antrieb) auf einen Kontaktpartner (Abtrieb)



Stammbaum der Piezomotoren



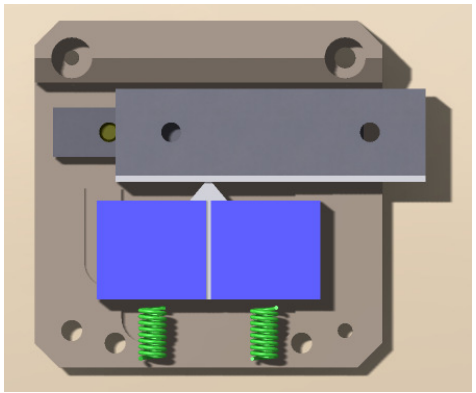
Eigenschaften eines Piezo-Ultraschallmotors:

- Beruht auf einem Reibkontakt zwischen Antrieb und Abtrieb
- Elektrische Anregung des Aktors/Antriebs mit einer bestimmten, hohen Resonanzfrequenz (> 100 kHz, „Ultraschall“)
- Mechanische Schwingung in Resonanz bedeutet eine relativ hohe Bewegungsamplitude des Aktors (~ 1 µm)

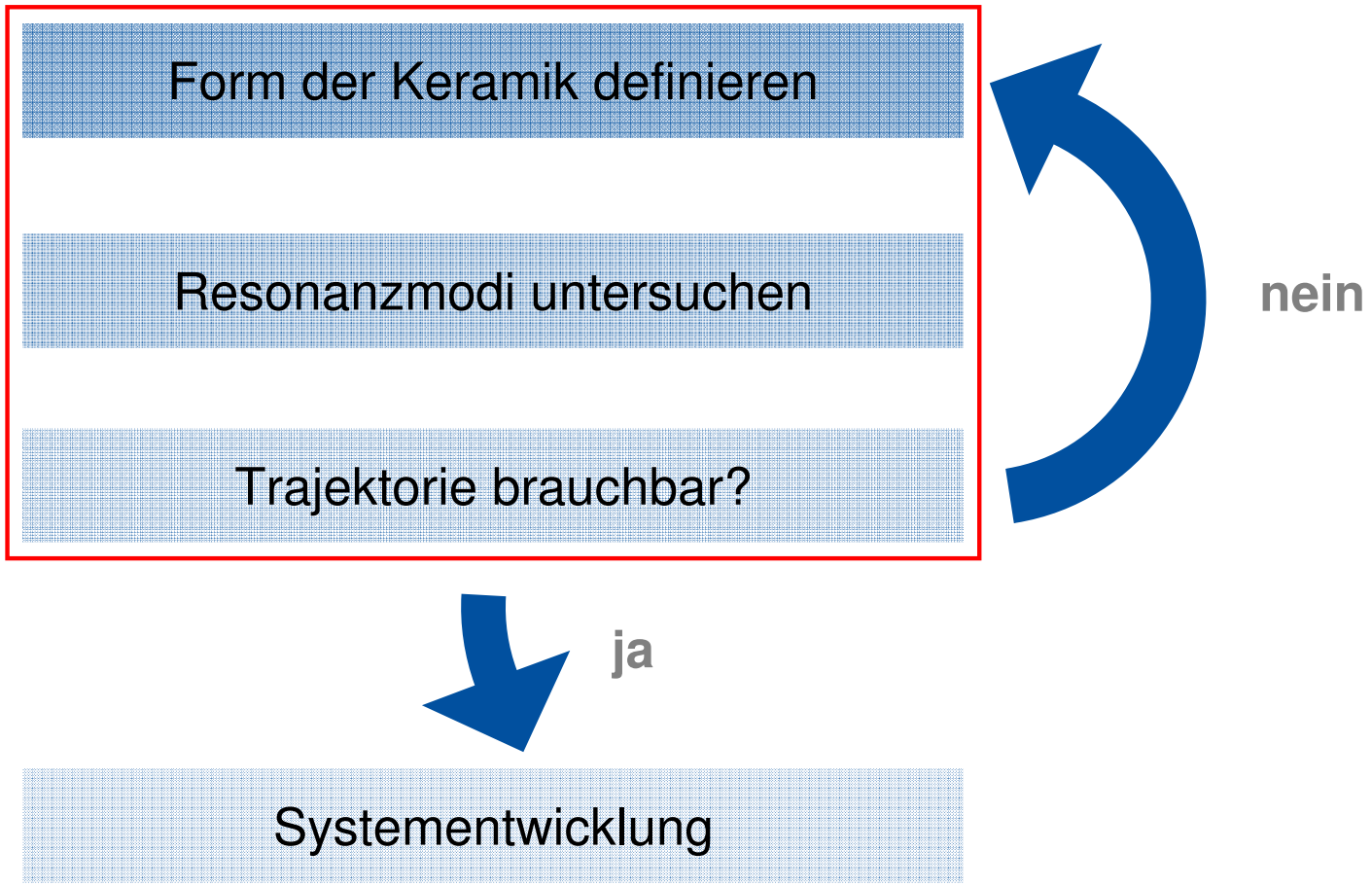
  Σ kleinen Bewegungen des Antriebs = große Bewegung des Abtriebs

- Ohne Getriebe Geschwindigkeiten zwischen 1 µm/s bis 500 mm/s
- Selbsthaltend (Haftreibkraft) im Aus-Zustand
- Nicht-magnetisch, vakuumtauglich, kompakt

…aber: Entwicklung nicht trivial

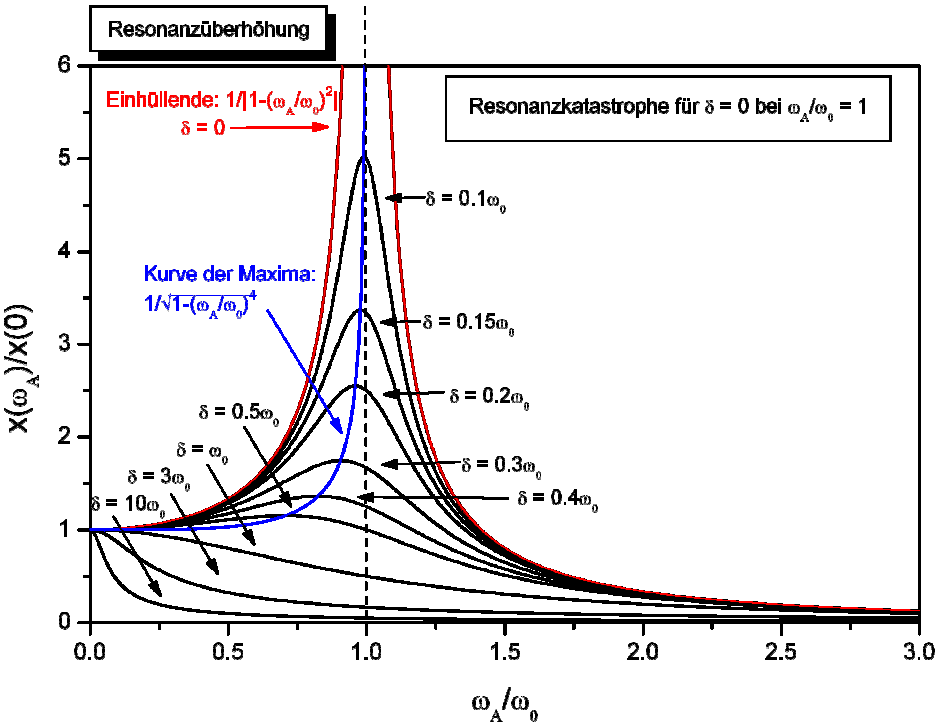


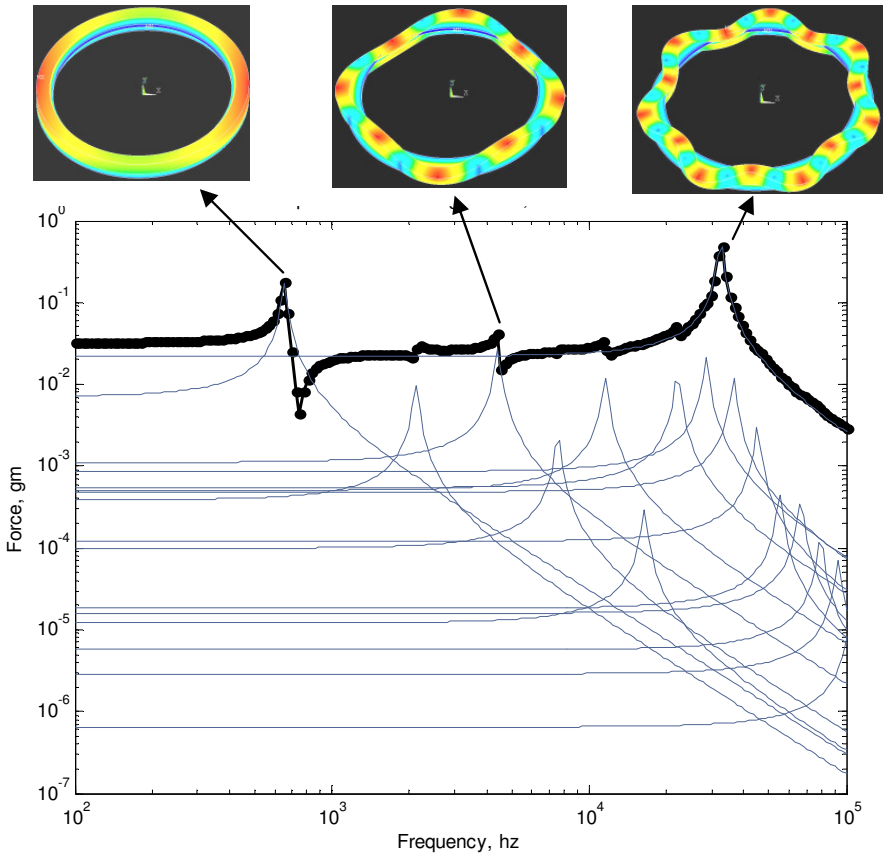
Entwicklung eines Piezo-Ultraschallmotors



Entwicklung eines Piezo-Ultraschallmotors

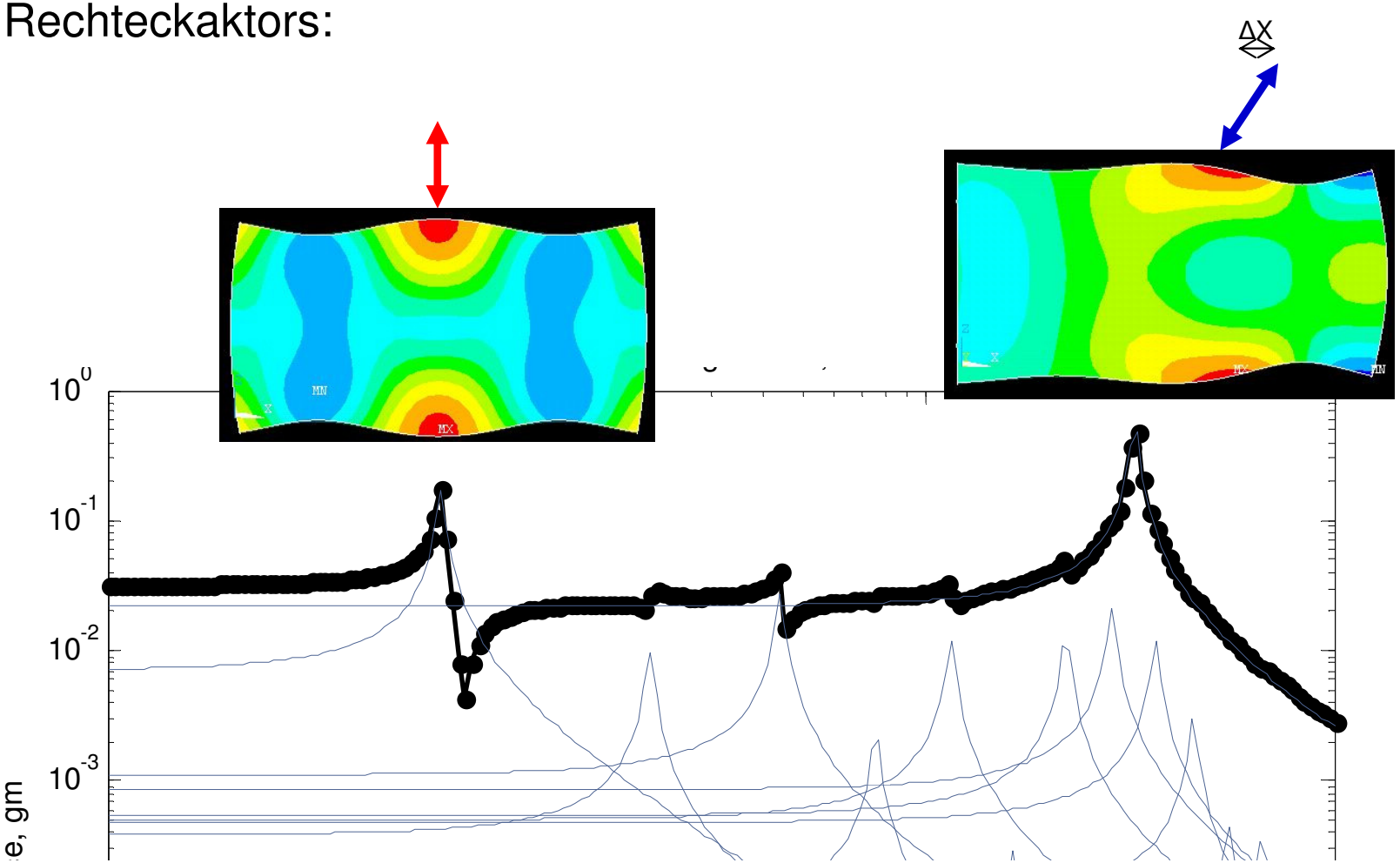
- Betrachtung des Frequenzgangs einer Piezokeramik:



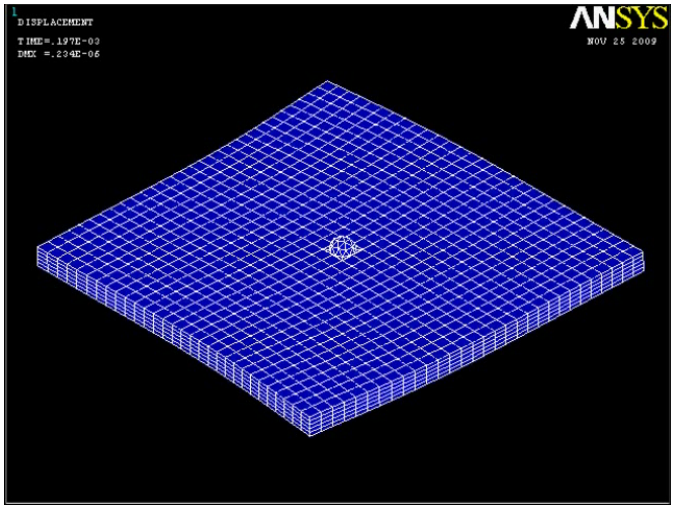


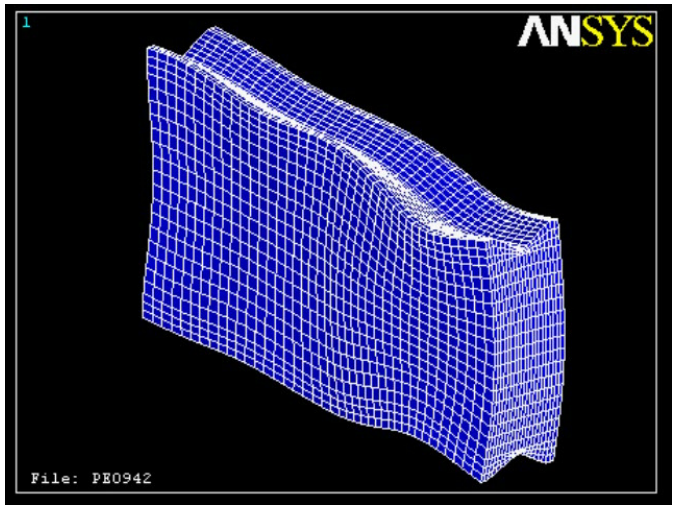
Entwicklung eines Piezo-Ultraschallmotors

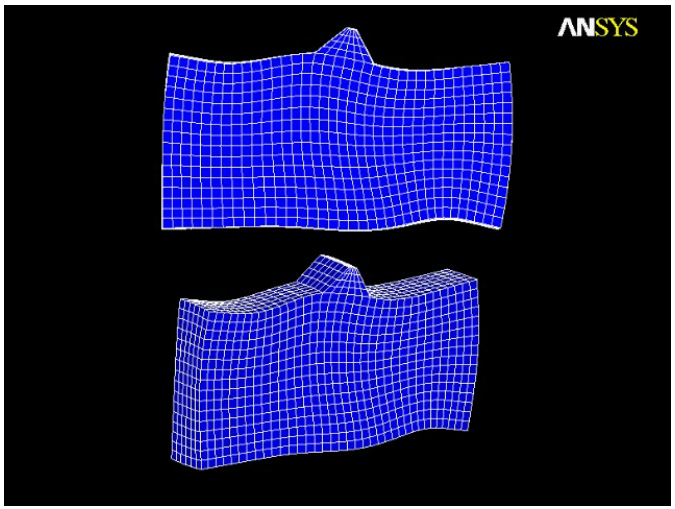
- Unbrauchbare und brauchbare Schwingungsmoden eins Rechteckaktors:

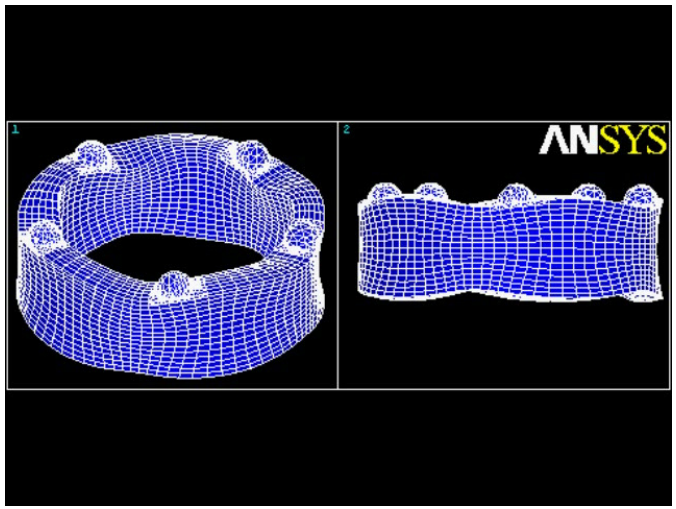


Beispiele von Motorformen mit nützlichen Schwingungskomponenten:

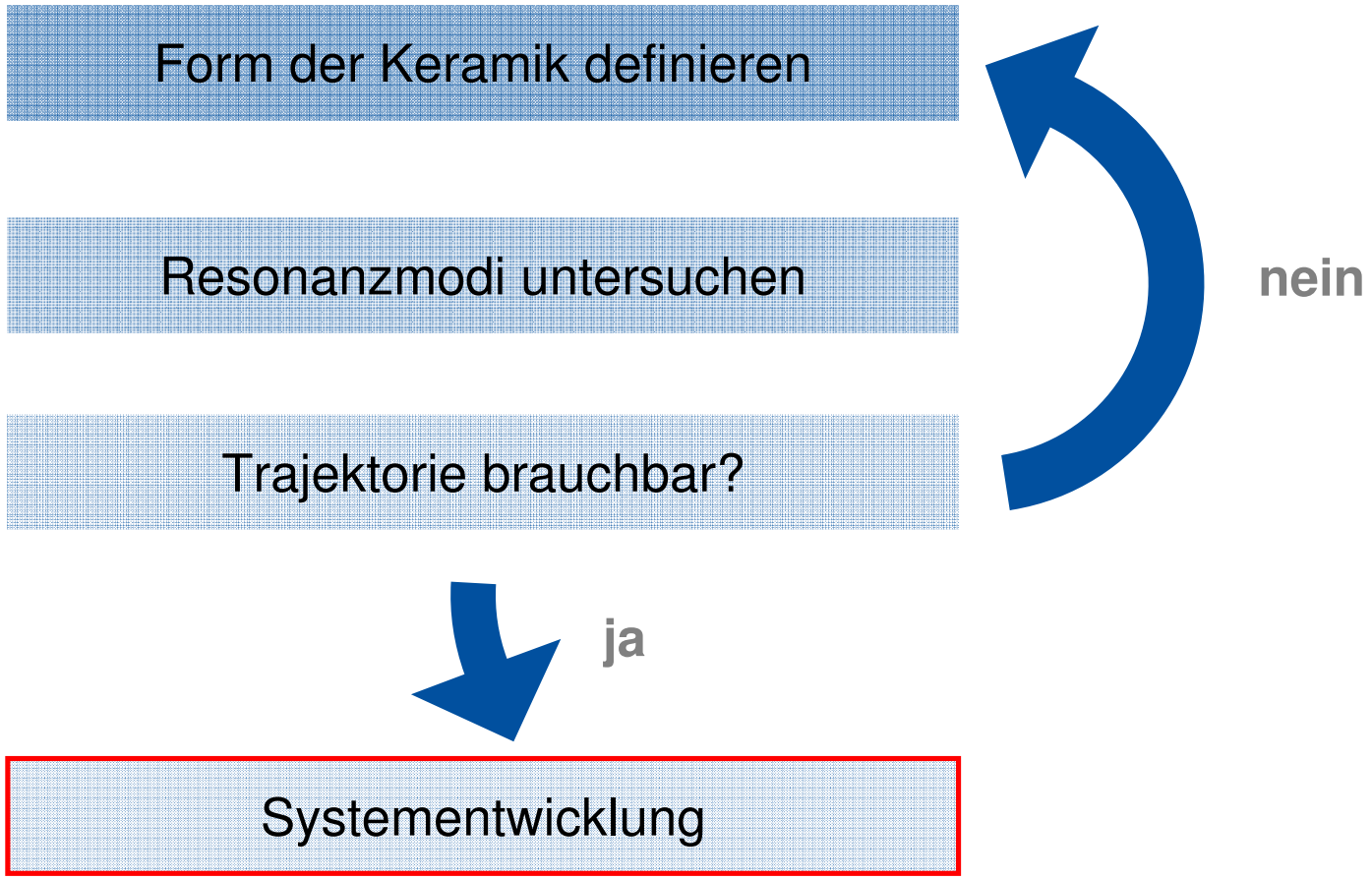








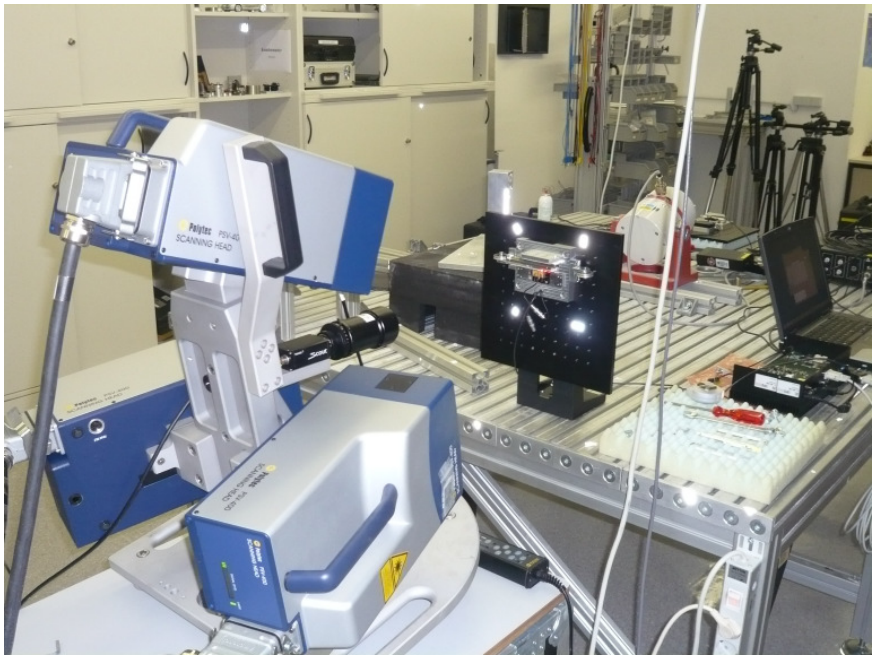
Entwicklung eines Piezo-Ultraschallmotors

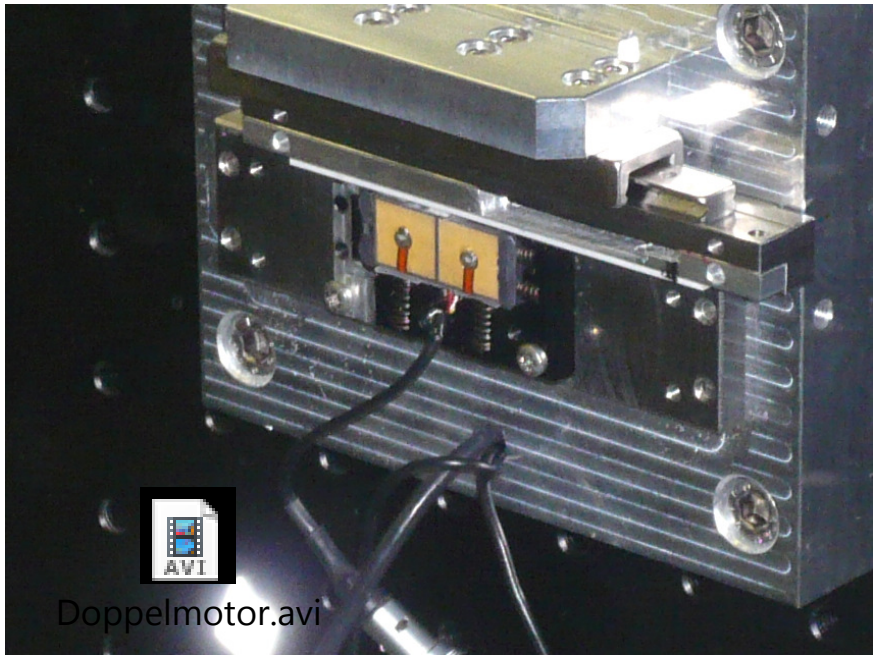


Simulation und Realität

Polytec

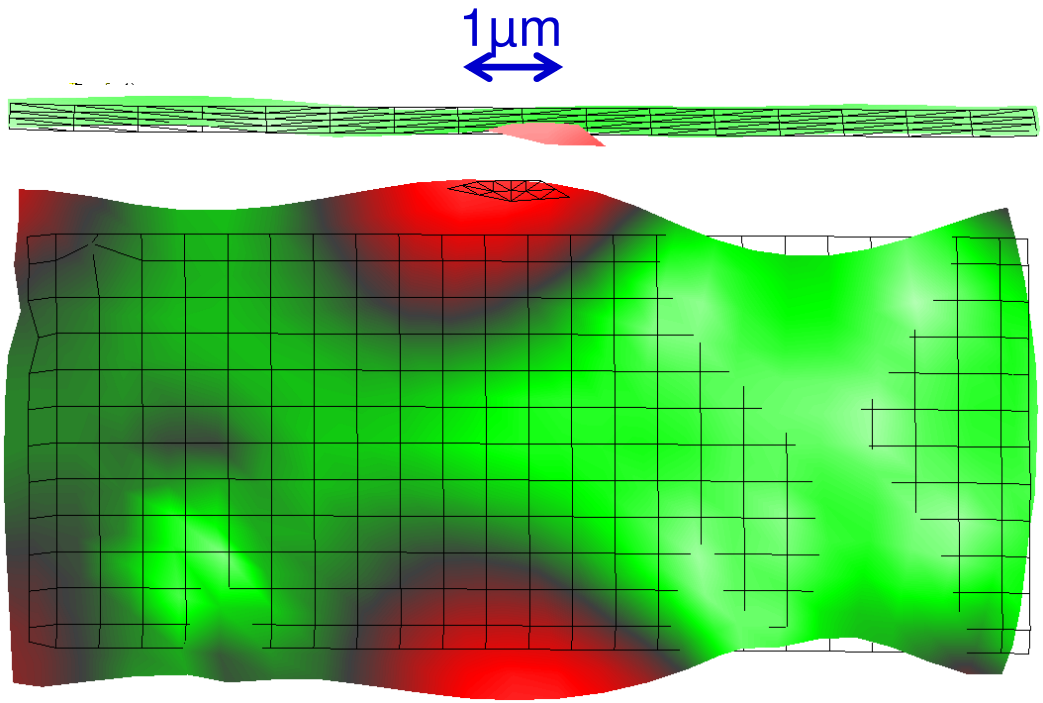
- Umfangreiche FEM-Modelle vorhanden
- 3D-Vibrometermessungen zeigen tatsächliche Schwingung im nm-Bereich
- Dient der Modellverifikation und der Erkennung von Schwachstellen

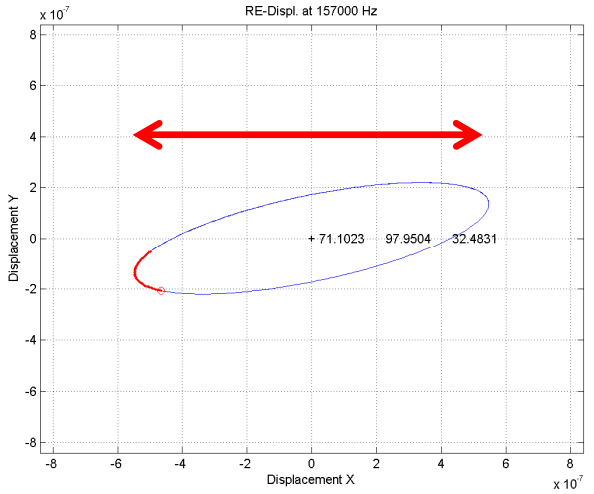


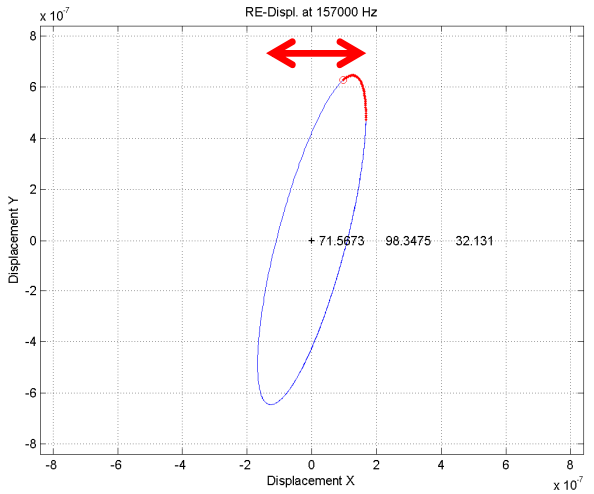


Systementwicklung

- Schwingungsaufnahme des Aktors mittels 3D-Vibrometer

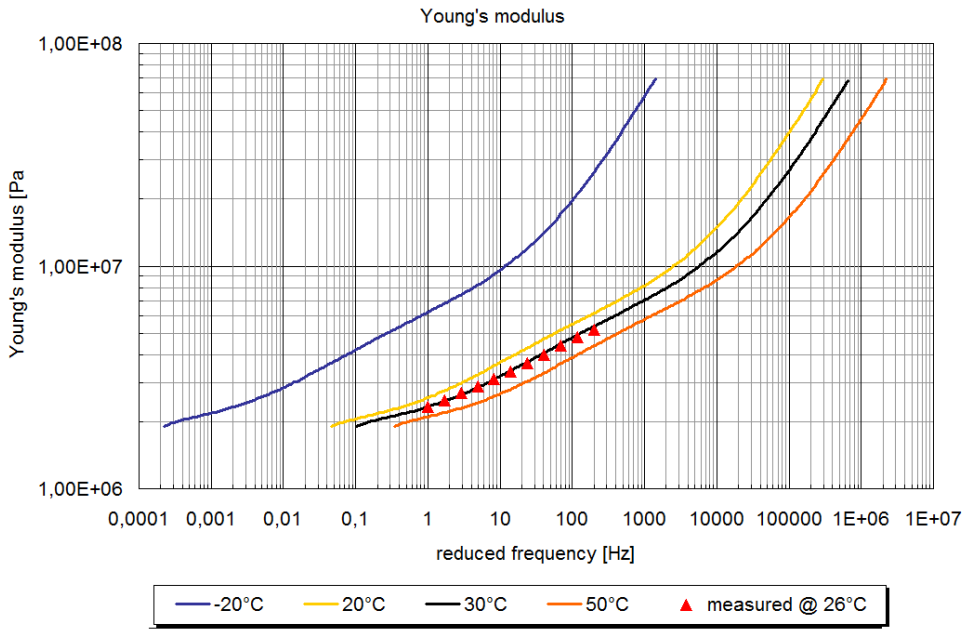


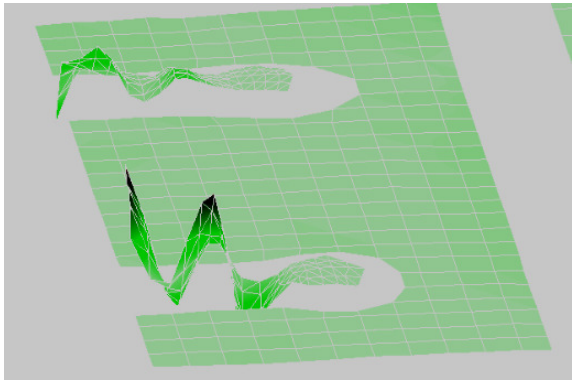


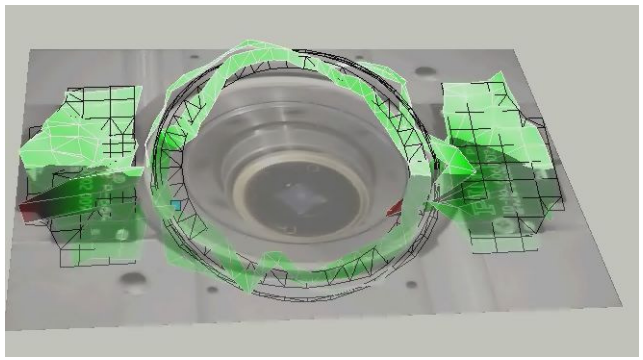


Systementwicklung

- Einfluss des komplexen E-Moduls (z.B. Gummi: 100x höheres E)
- Hochfrequente Aktorschwingung überträgt sich auf umliegende Mechanik

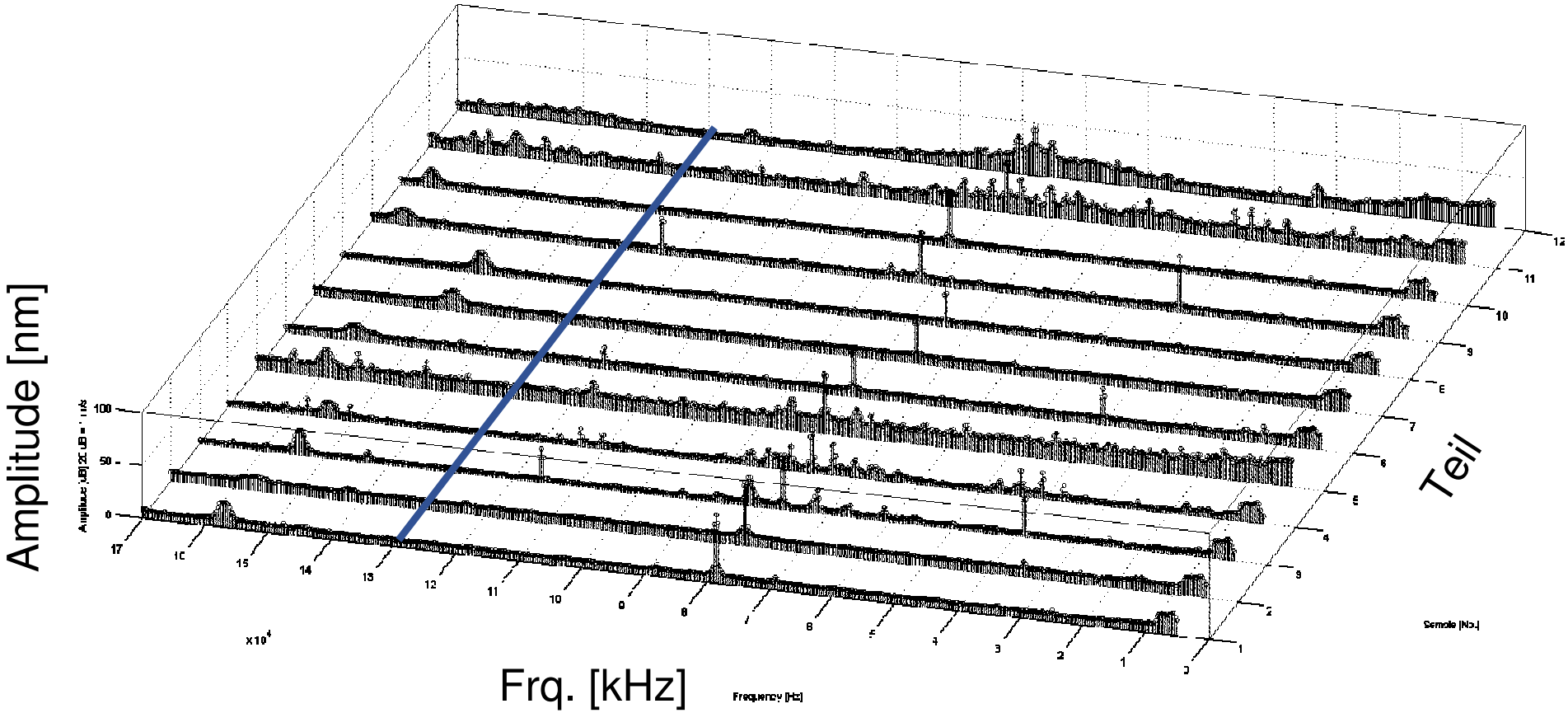






Abgleich der Resonanzfrequenzen der Einzelteile

- Ziel: Störende Resonanzen aus Arbeitsbereich verschieben oder Amplituden dämpfen

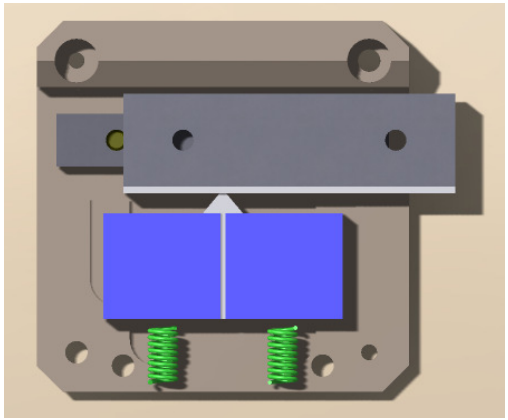


Erfolgreiche Systementwicklung am Beispiel

Drehantriebe für Totalstation von Leica Geosystems :

Weitere Anwendungsgebiete von Piezo-Ultraschallmotoren

- Medizintechnik
- Halbleiterindustrie
- Mikroskopie
- Spezielle Umgebungen (Vakuum, Reaktoren, Magnetfelder)
- Raumfahrt



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen unter:
http://www.physikinstrumente.de/de/produkte/linear_aktor/piline_ultraschall_piezo-motor.php
http://www.piceramic.com/download.php

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG
Auf der Römerstrasse 1
76228 Karlsruhe, Germany
Tel. +49 721 4846-0
Fax +49 721 4846-299