

Breitbandige 3D Schwingungsanregung von Fahrzeug Inertialsensorik

dynamic mechanics Dr. Martin Brucke

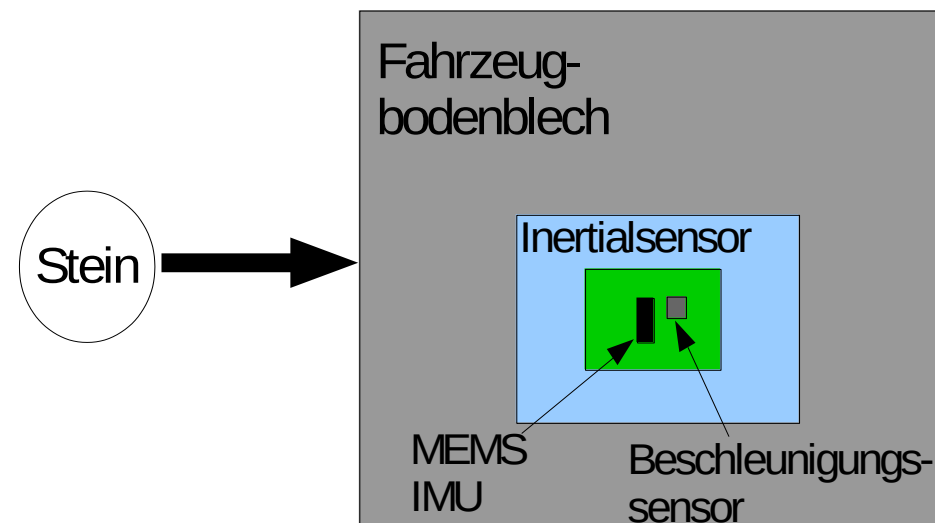
Jacobistrasse 13 - 01309 Dresden / GERMANY, Phone: +49 351 31392438
www.dynamic-mechanics.com - martin.brucke@dynamic-mechanics.com

Gliederung

- Motivation / Aufgabenstellung
- Lösungsansatz
- Experimente
- Zusammenfassung / Ausblick

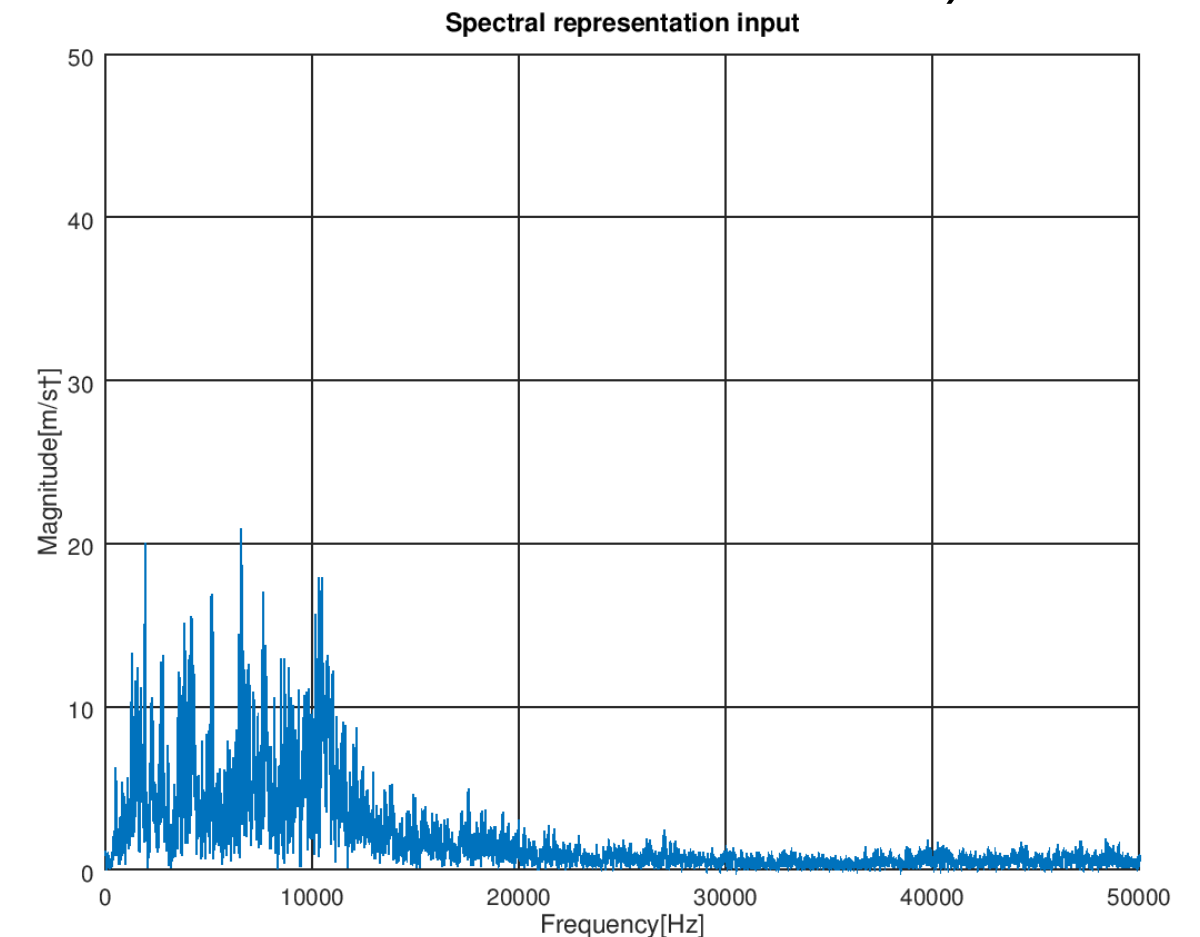
Motivation

- MEMS Inertialsensorik (Drehrate) ist Grundlage für Assistenzsysteme im Fahrzeug (ESP, automatisierte Fahren, ...)
- MEMS störbar durch Schwingungen



Fahrzeugmessung auf Teststrecke

- Schotter, Bremsung aus 80 km/h
- 3D Beschleunigung $> 2.000 \text{ m/s}^2$
- Spektrum 100 Hz bis $> 40 \text{ kHz}$
- Auswirkung auf MEMS IMU? → Offset / Fehler



- Ziel: Charakterisierung von Inertialsensoren mit realen Schwingungssignalen im Labor

Motivation

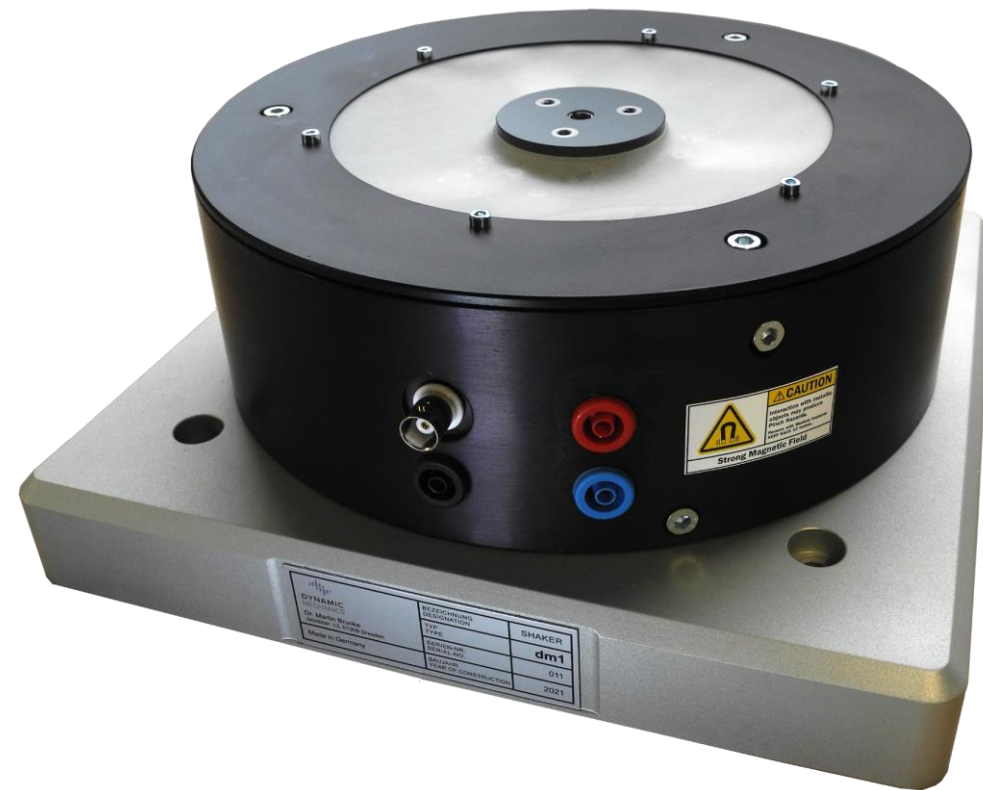
- Stand der Technik: SPEKTRA PC-X (Inertial Piezoantrieb, PE)



- Kooperation SPEKTRA – Robert Bosch, Patent DE102015200164A1
- 3D Anregung
- Beschleunigung $> 3000 \text{ m/s}^2$
- Frequenzbereich **5 kHz – 40 kHz**
- Erweiterung zu tieferen Frequenzen nötig
- → Elektrodynamischer Antrieb (ED)

Motivation

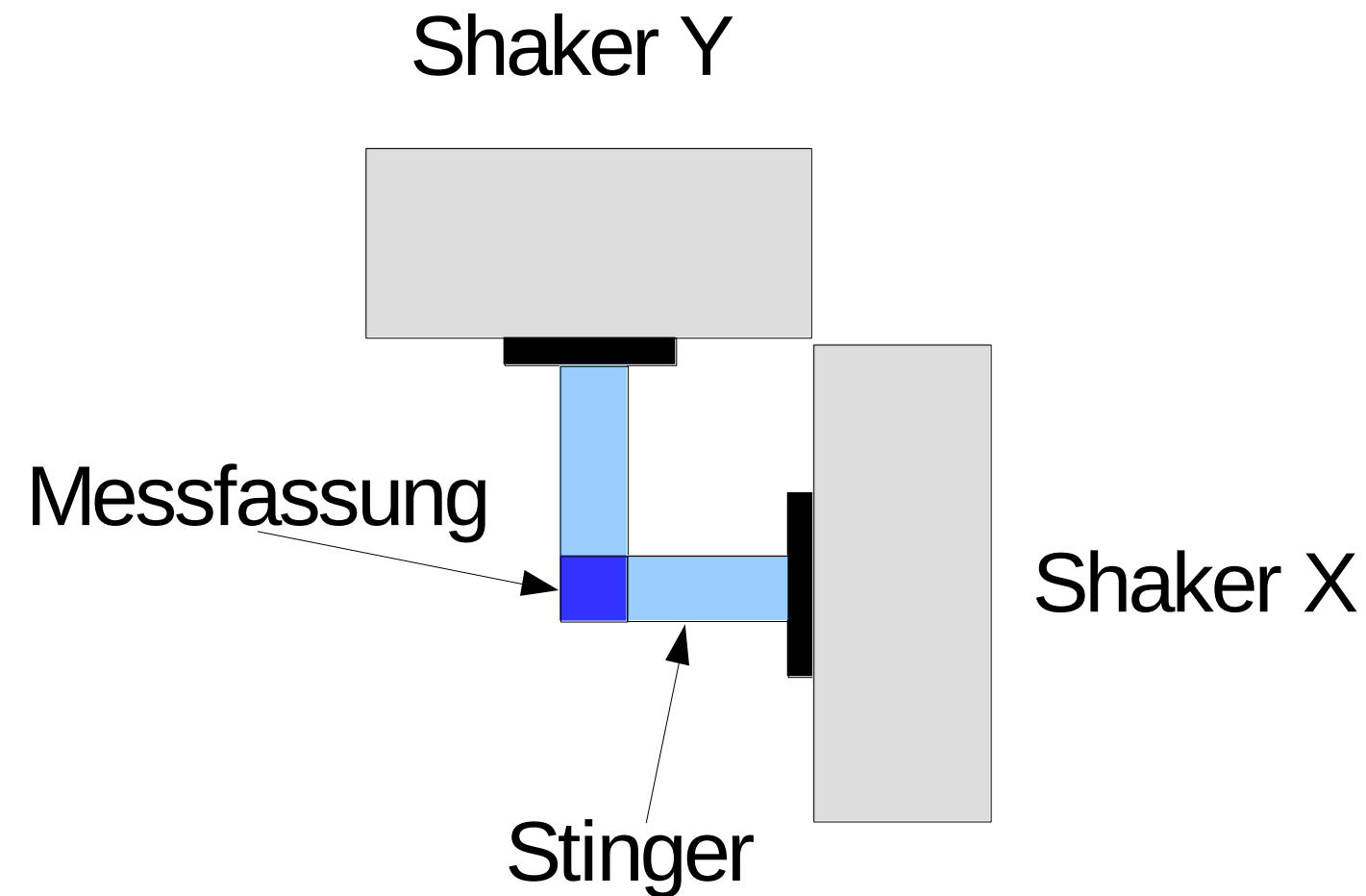
- elektrodynamischer HF-Erreger: dynamic mechanics *dm1*



- 1D Anregung
 - Beschleunigung $> 450 \text{ m/s}^2$
(Impuls $\rightarrow 1000 \text{ m/s}^2$)
 - Frequenzbereich 5 Hz – 50 kHz
-
- Baugröße: ca. 30 cm x 30 cm x 15 cm (Piezoantrieb: 1 cm Durchmesser x 5 cm Länge + Reaktionsmasse)

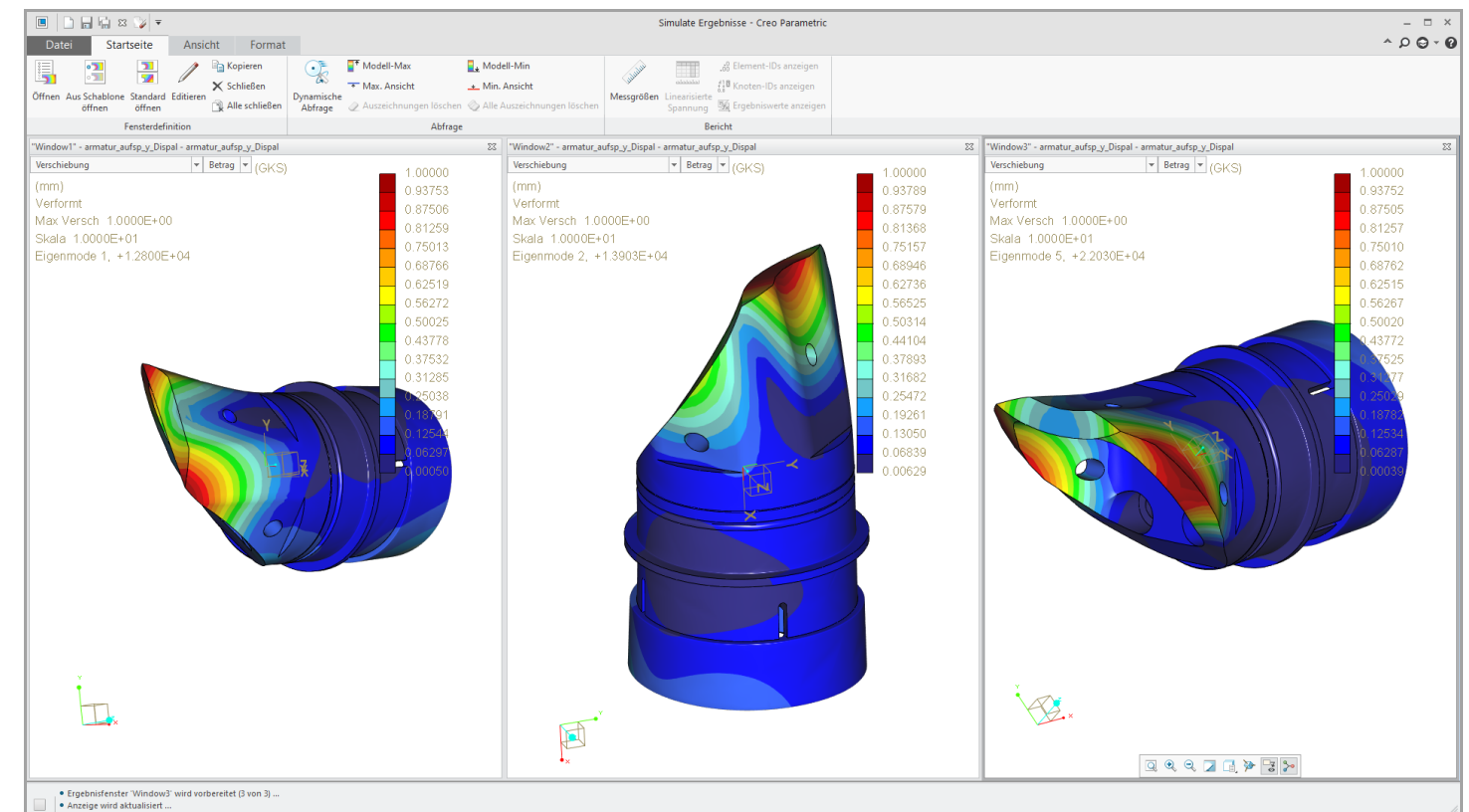
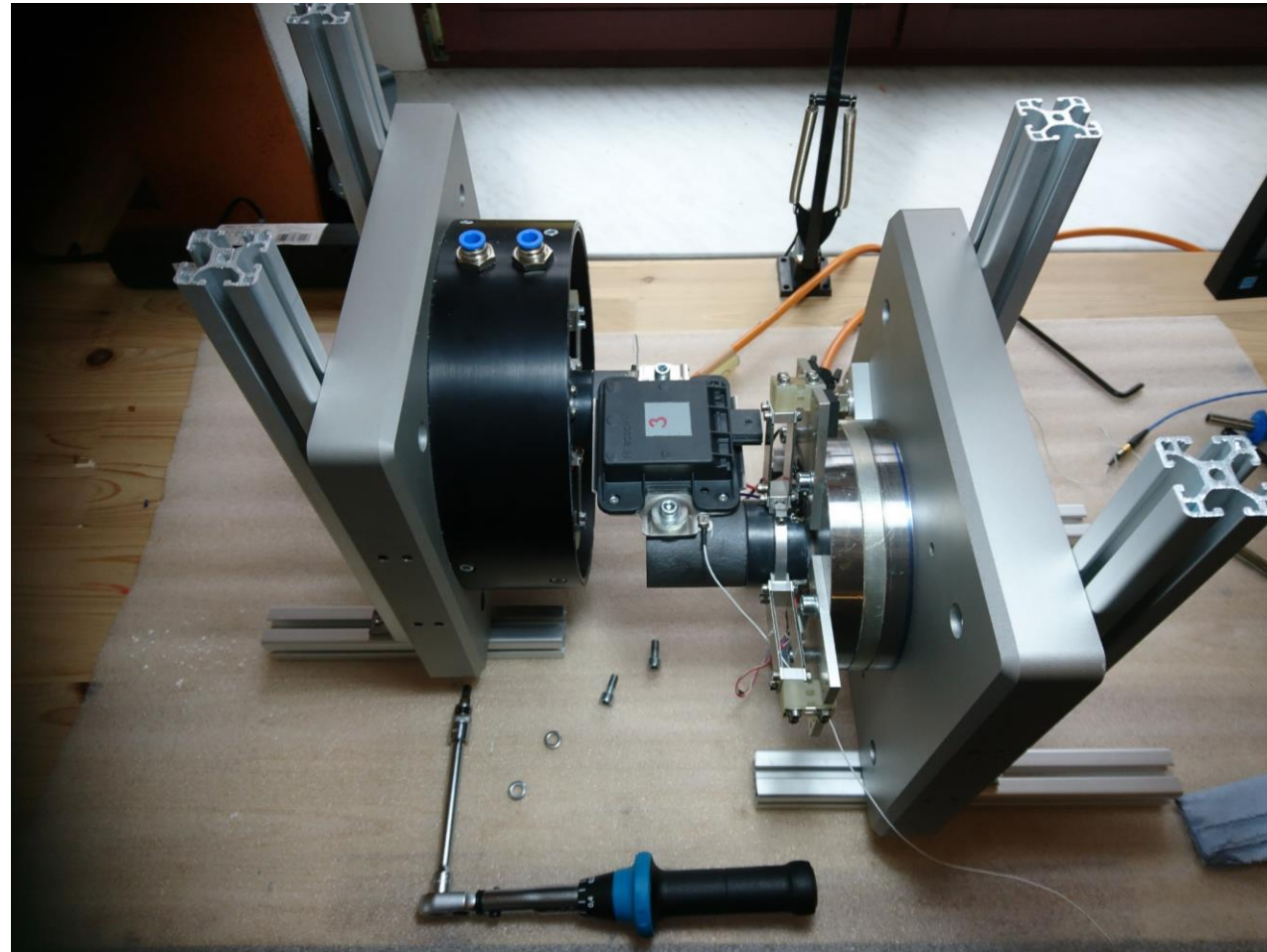
Motivation

- TopView X-Y Anregung mit Elektrodynamischem Antrieb



- „Stinger“ notwendig

Motivation



- Stinger ist „passives“ Bauteil, verringert Frequenzbereich von 50 kHz auf 10 kHz

Motivation

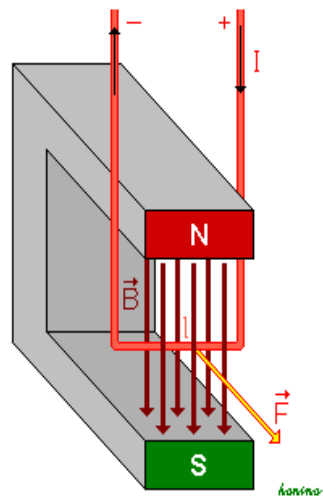
- Elektrodynamischer Antrieb: zu groß – Stinger nötig – hohe Frequenzen nicht darstellbar
- Piezoelektrischer Antrieb: tiefe Frequenzen nicht darstellbar
- ...?

Lösungsansatz

- Elektrodynamischer Antrieb:

- Antrieb
- Armatur
- Lagerung der Armatur

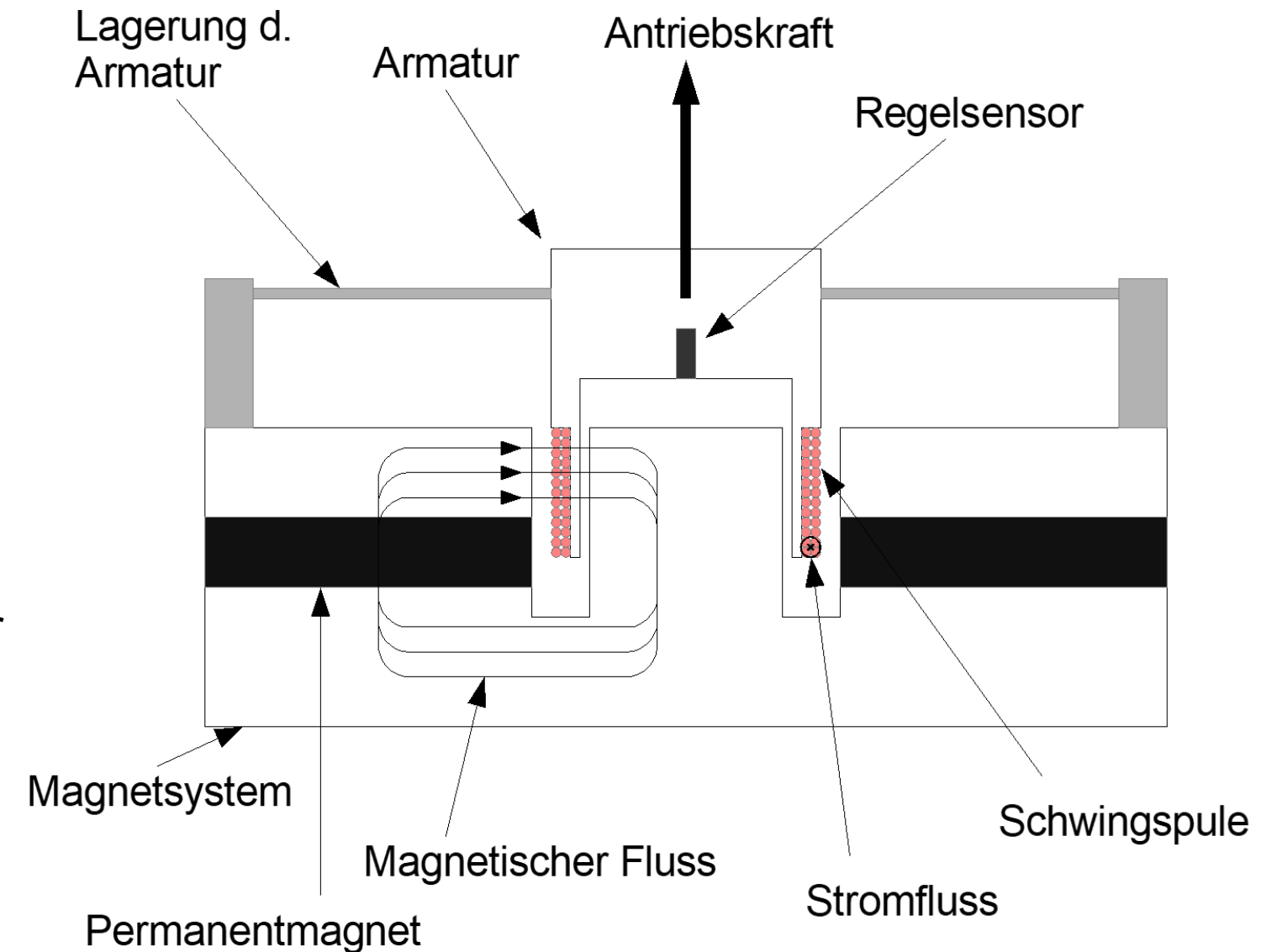
- Antrieb basiert auf Lorentzkraft



- Magnetfeld
- Stromdurchflossener Leiter
- → Kraftwirkung

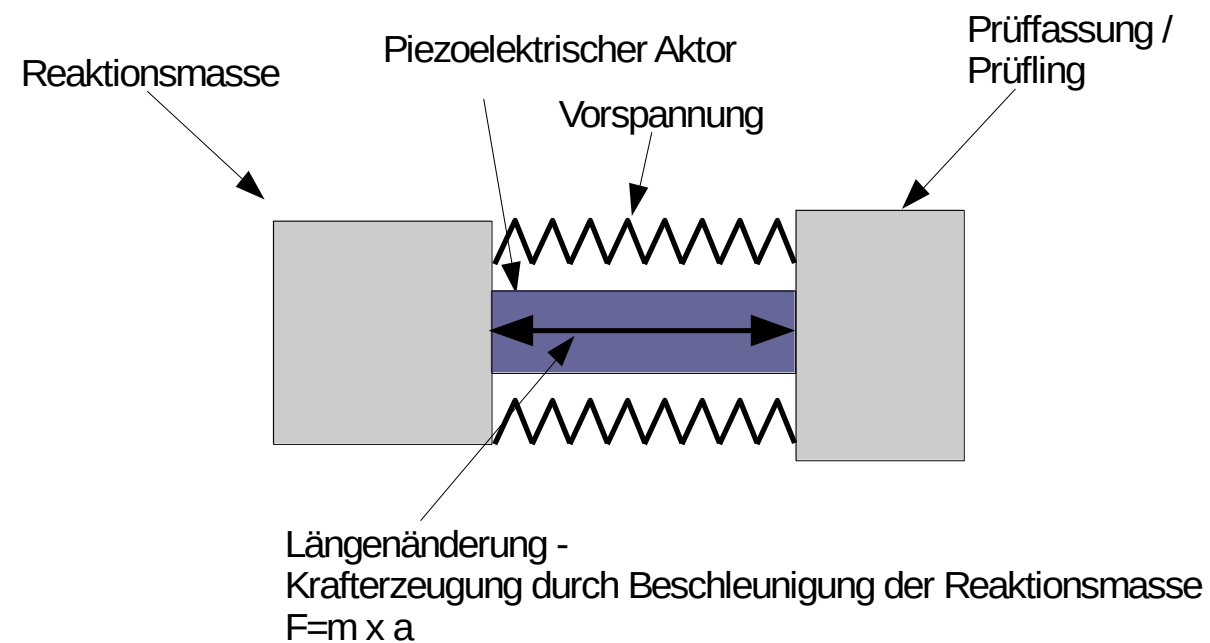
$$\vec{F} = B \vec{l} \vec{i}$$

- Nicht beliebig verkleinerbar

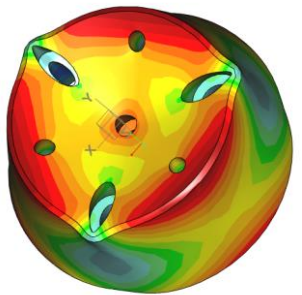
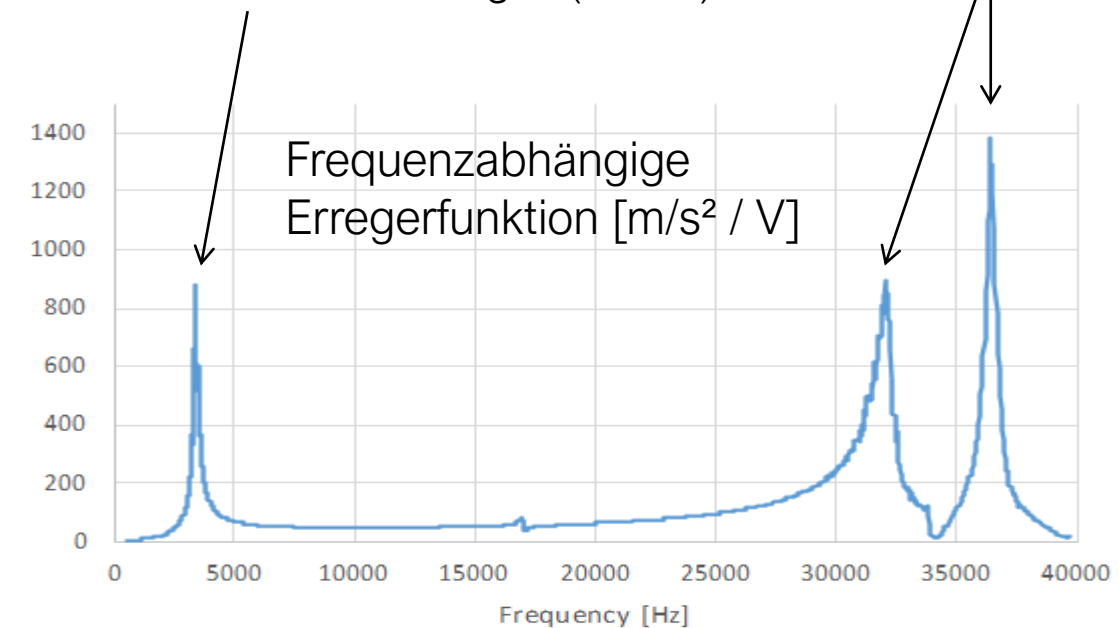


Lösungsansatz

- Piezoelektrischer Antrieb: Inertialerreger = 2 Massen Schwinger

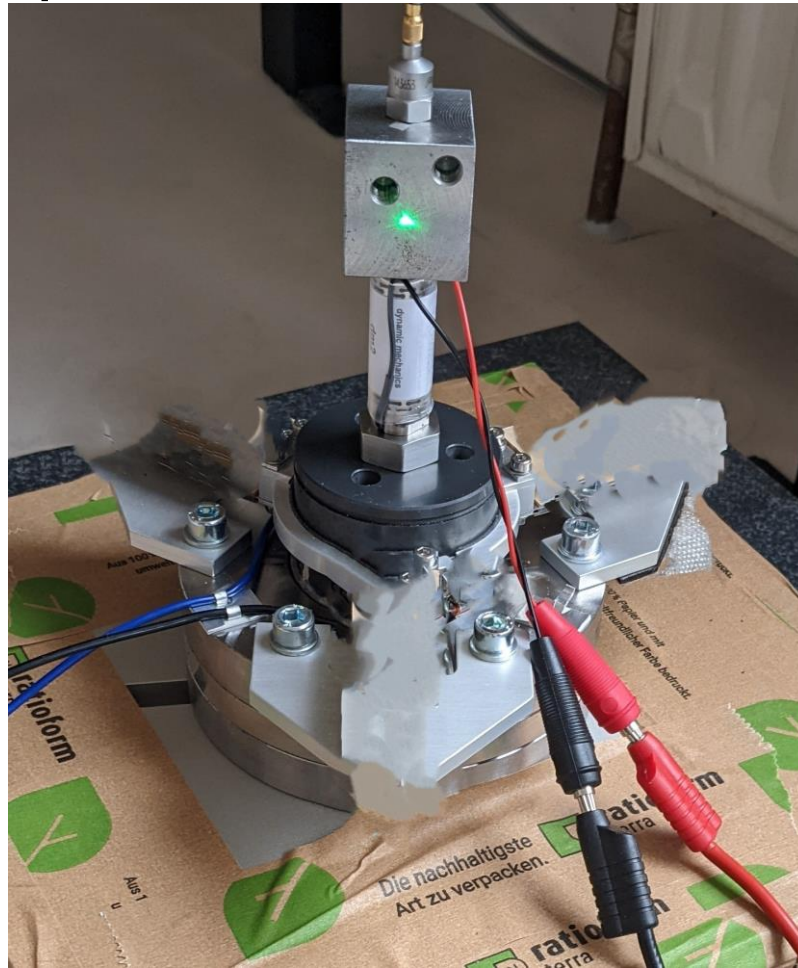


Resonanz Zwei-Massen-Schwinger (3 kHz)

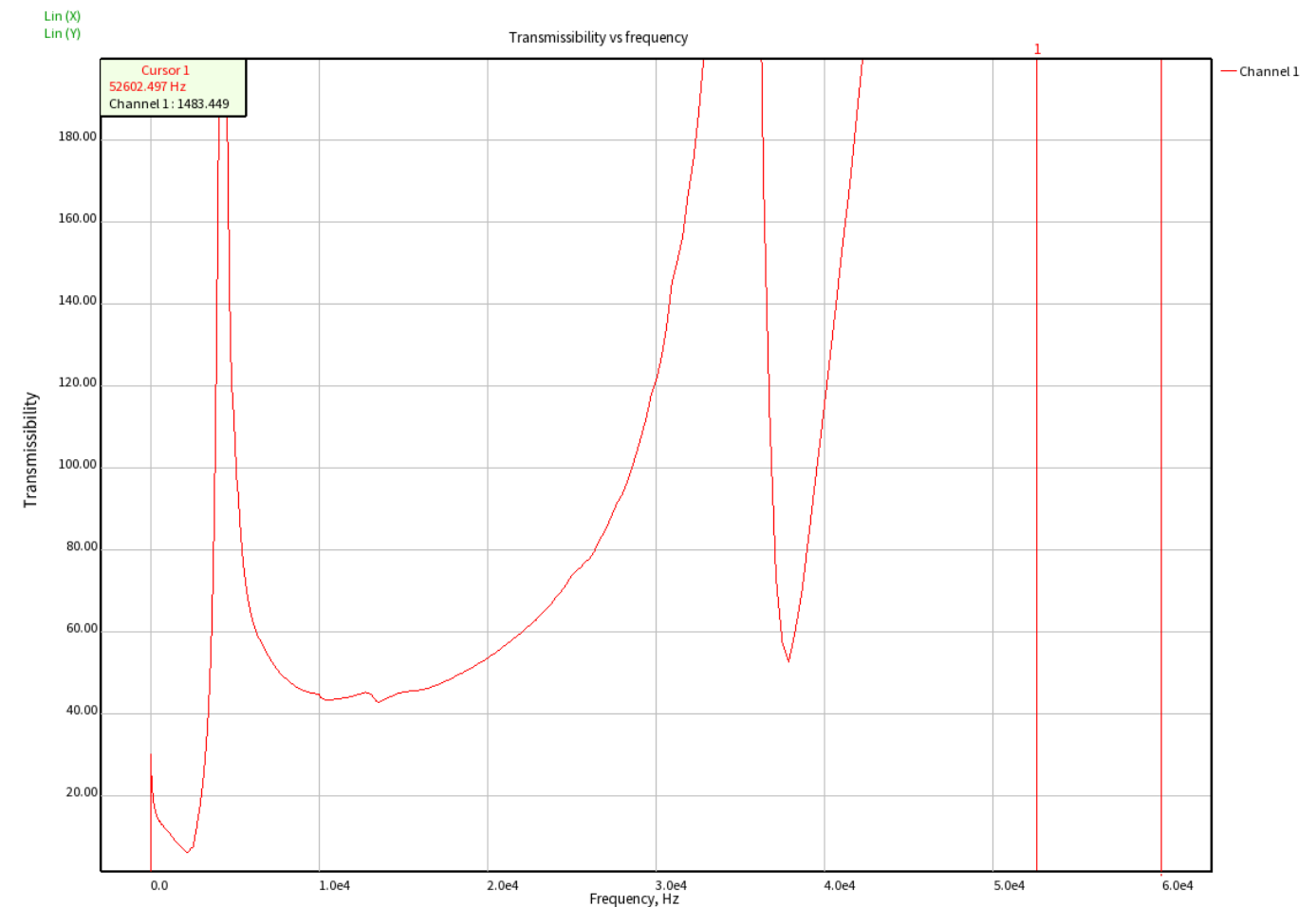


- Reaktionsmasse durch elektrodynamischen Antrieb ersetzen?
- PE Antrieb mit aktiver Reaktionsmasse (ED Antrieb) bzw. ED Antrieb mit aktivem Stinger

- 1D - Experiment

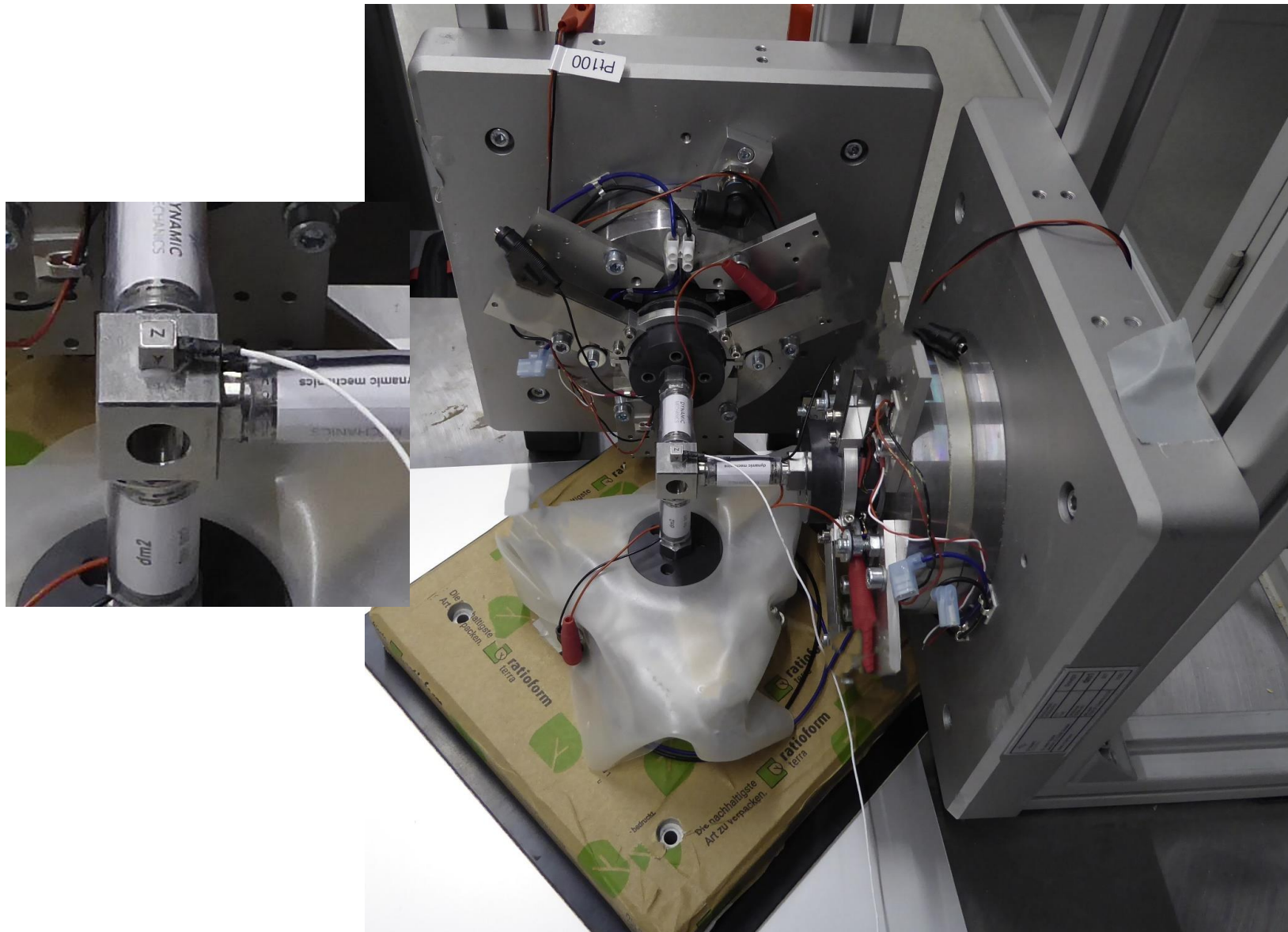


Frequenzabhängige Erregerfunktion [m/s² / V]

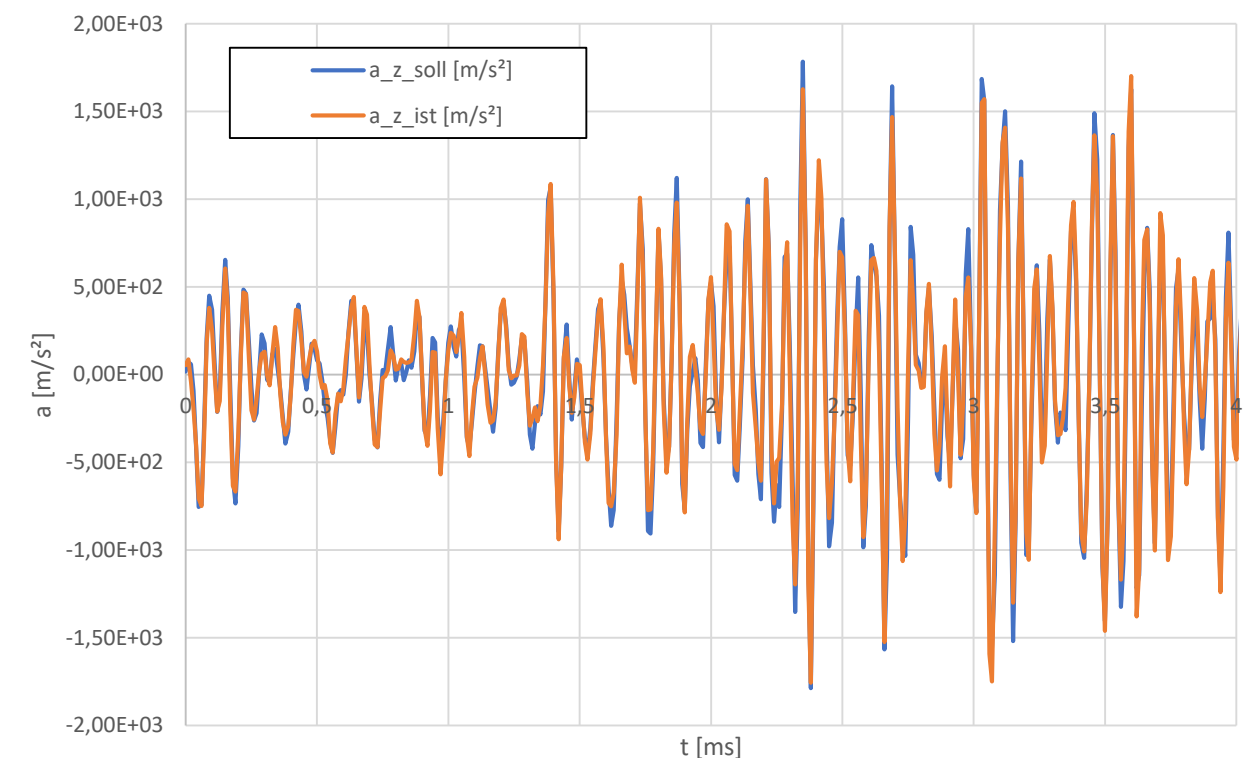


- Frequenzbereich: 50 Hz – 35 kHz
- Amplitude: > 3000 m/s² (>4 kHz)

- 3D – Experimente (Robert Bosch – dynamic mechanics)

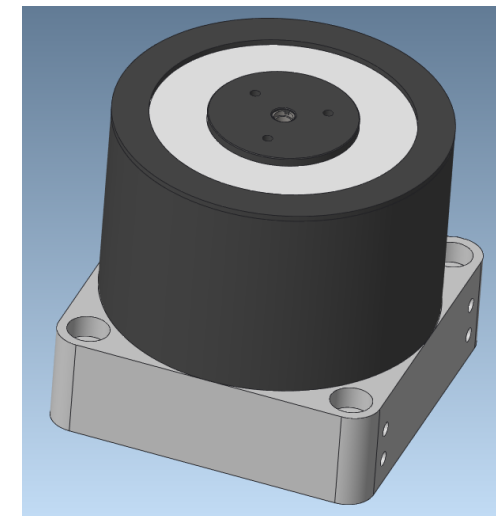


- Rauschen XYZ 100 Hz – 30kHz je 400 m/s² RMS
- Nachbildung Schotterfahrt 1500 m/s² mit sehr guter Korrelation (>0,9)



Zusammenfassung / Ausblick

- Neuartiger Ansatz zur breitbandigen 3D Schwingungsanregung
- Aktuell Fertigung von gestaltoptimierten ED Antrieben mit reduziertem Schwingweg / Bauraum



- Inbetriebnahme / Erprobung 2024 zur Anregung von Fahrzeug Inertialsensorik
- Ggf. weitere Applikationen zur Umweltsimulation aus Luft- / Raumfahrt / Fahrzeugtechnik ...

Vielen Dank!

Kontakt

Dr. Martin Brucke

Jacobistrasse 13

01309 Dresden / GERMANY

+49 351 31392438

martin.brucke@dynamic-mechanics.com

www.dynamic-mechanics.com