Astro-
und Feinwerktechnik
Adlershof GmbH

Workshop D

Forces and Impedances

Grundlagen der

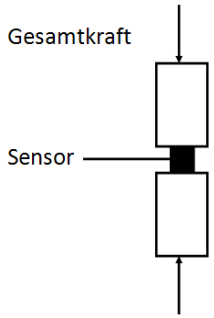
Dynamischen Kraftmessung

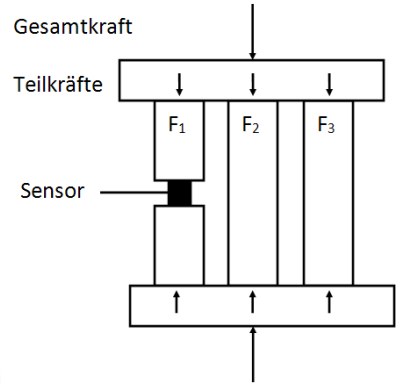
Gliederung

- Allgemeines zur Kraftmessung
- DMS-Sensoren
- Piezo-Sensoren
- Praktisches Beispiel

Allgemeines zur Kraftmessung

- Kraft: in allen drei Raumachsen zwischen zwei Körpern
- Dynamometer (von griech.: *dynamis* – Kraft)
- Direkte Kraftmessung: Gesamtkraft
- Indirekte Kraftmessung: Teilkraft (Kraftnebenfluss)
- Momentmessung durch entsprechende Anordnung





Auswahlkriterien

Einsatzbereich: Auswahl eines Sensortypen

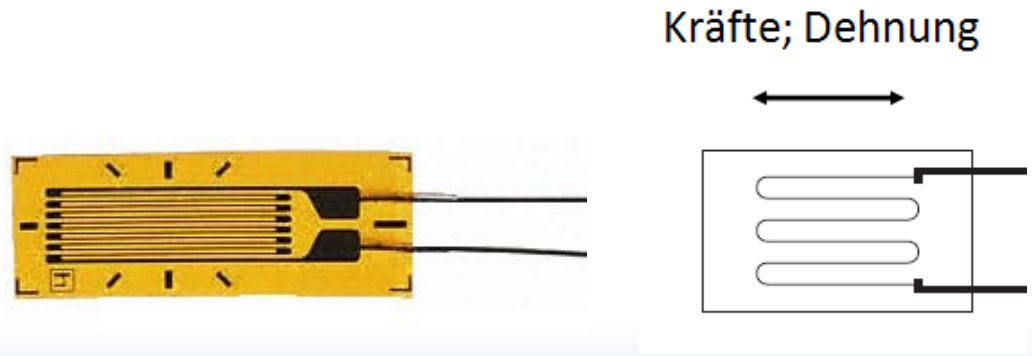
Art der Messung: Gesamtkraft / Teilkraft
Größe der Kraft (milli-N … Mega-N); Vorspannkraft
Frequenzbereich (statisch/dynamisch)
Genauigkeiten (Prozentual; Absolut)
Einsatz-Bedingungen (Temperatur; Druck etc.)
Handhabung (einfach/kompliziert; Zeitaufwand)
Kosten (Messtechnik; Durchführung der Messung)
Flexibilität; Platzbedarf der Sensoren

DMS Messprinzip

- Bestimmung der Kraft aus Ermittlung von Dehnungen an Probekörpern
- Dehnungs-Mess-Streifen erfordert Kalibration
- Elektrische Widerstandsänderung bei Streckung:

  Geometrisch (immer größerer Wiederstand)

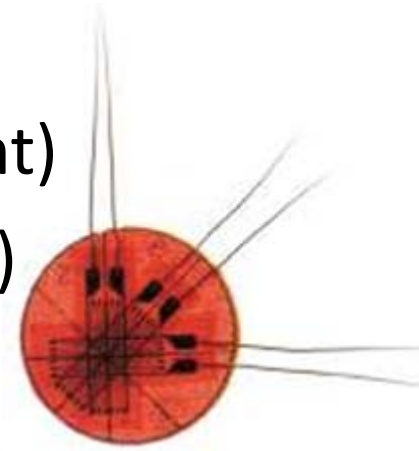
  Leitfähigkeit des Materials (größer / kleiner)



DMS-Typen

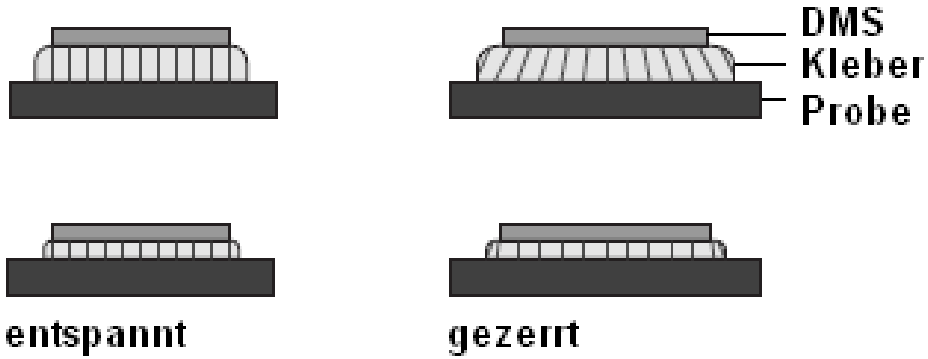
- Prinzipielle Widerstandsmessung: konstante Stromversorgung und Spannungsabfall-Messung
- DMS Brückenschaltungen zur Fehlerminimierung und Kostenersparnis (Spannungen prop. Dehnungen)
- statisch 0 Hz bis typisch 50 kHz (bis zu 8 MHz)
- Typen: Halbleiter;
  Metall (Draht; Folien; Dünnschicht)

  Temperaturbereich:-269°C .. 300°C (1000°C)



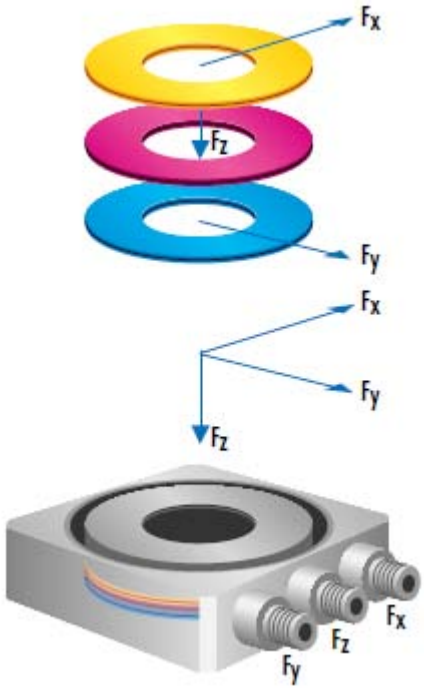
Handhabung

- Vorbereiten der Oberfläche; Klebstoff aufbringen; Fixieren (auch unter Krafteinwirkung); Aushärten des Klebers
- DMS-Applizierung: dünne homogen Klebefuge
- DMS-Sensoren lassen sich nur einmal verwenden



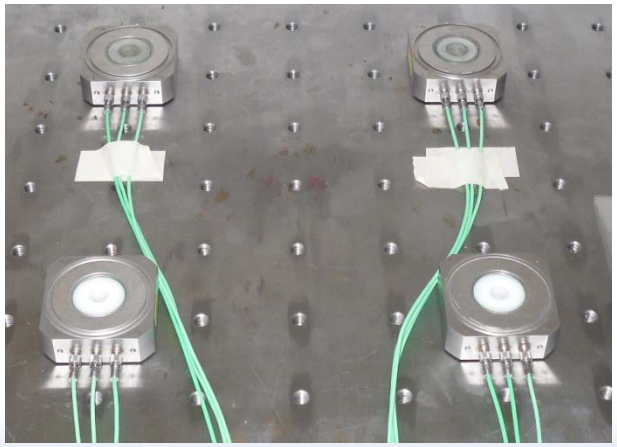
Piezo-Messprinzip

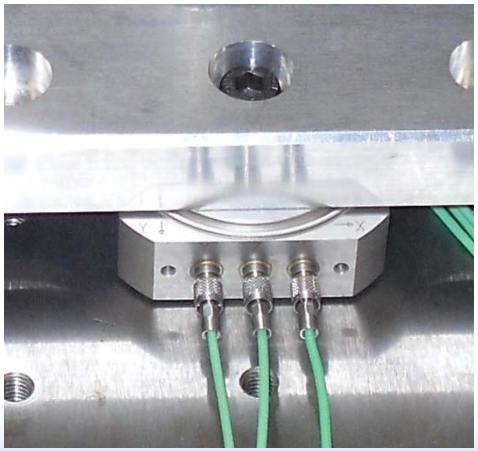
- Piezoelektrische-Kraftaufnehmer: Kraft führt zu Ladungsverschiebungen (pC/N)
- 1-Komponente; 3-Komponenten
- Messung von Druck-Kräften (z) ohne Vorspannung möglich
- Messung von Zug- und Druckkräften (x, y, z) vorgespannt möglich
- Querkräfte Reibschlüssig

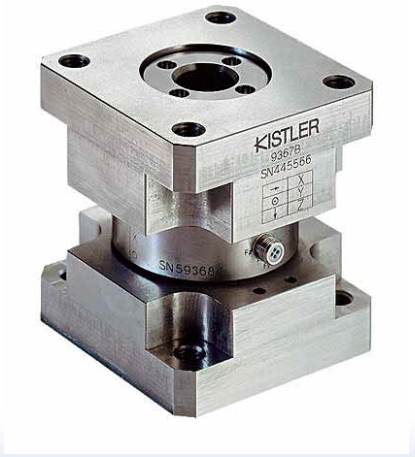


Piezo-Sensoren

- Vorspannung für Druck- Zugmessungen
  Komplettes entspannen des
  Sensors durch dynamische Kräfte
  ausschließen!
- Die Empfindlichkeit hängt nicht von
  der Vorspannkraft ab







Ladungsverstärker

- Ladungsverstärker

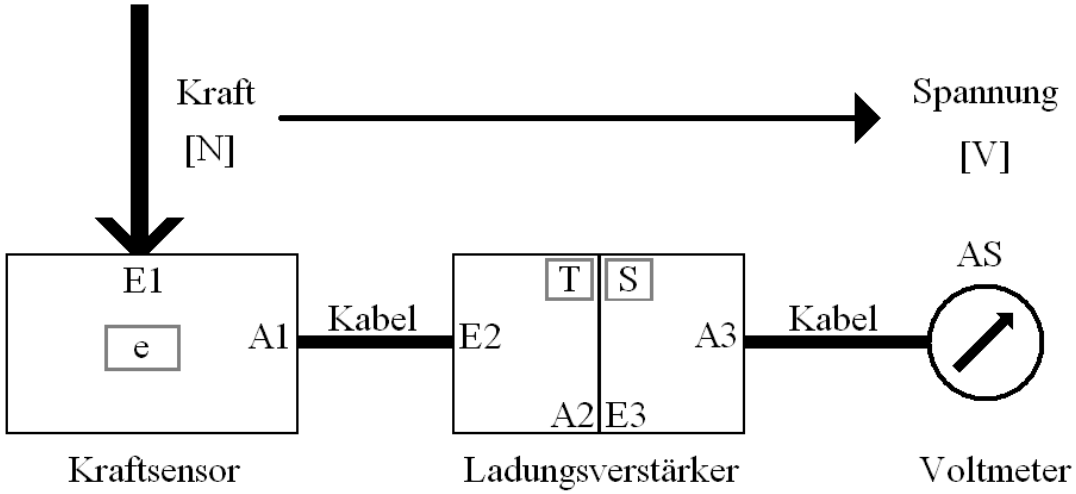
  Umwandlung von Ladungen am Eingang in ein Spannungs-Signal am Ausgang
- Summation durch verwenden von T-Stücken
- Allgemeine Funktion / Parameter

  Zeitkonstante; Filterfunktionen (Tiefpass; Hochpass);

  Ein- und Ausgangs-Sensitivitäten

Messkette

- wirkende Kraft; e Sensitivität des Kraftsensors; T Transducer Sensitivität (erwarteter Wert); S Skalierung des Ausgangssignals
- Ladungskabel zwischen Sensor und Verstärker

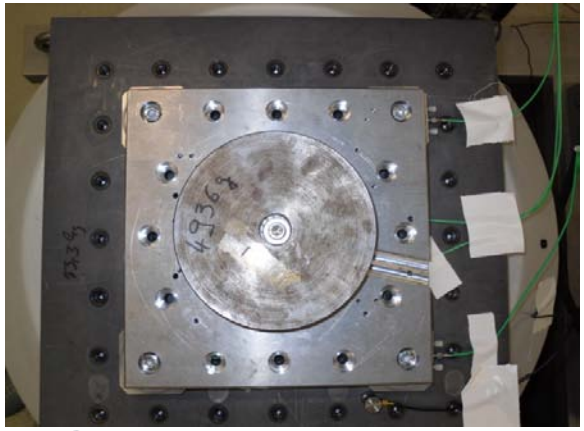


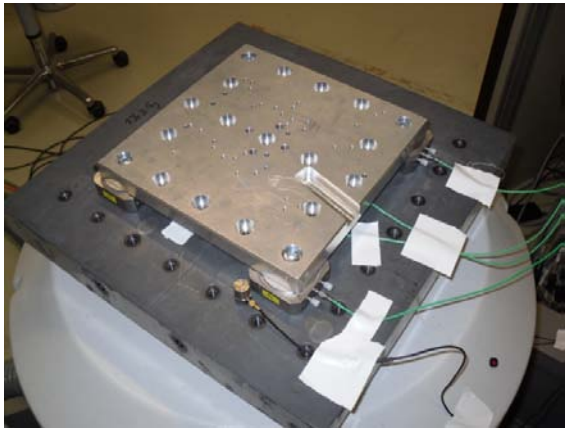
Praktisches Beispiel

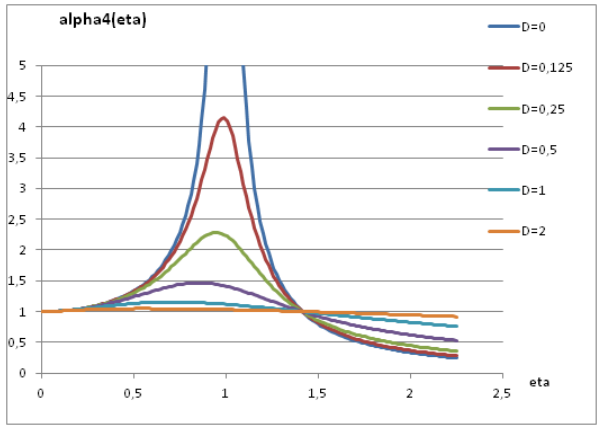
- Kraftsensor – Prüfaufbau für FLVT
- Überprüfung der Messkette durch Test-Masse

mehr Masse verringert Eigenfrequenz $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

Amplituden-Frequenzgang beachten!







Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH
Albert- Einstein- Str. 12
12489 Berlin

Kontakt:

S.Wiegand
Labor für Umweltsimulation

Tel. +49-30-6392 1094
Fax +49-30-6392 1002

email:
s.wiegand@astrofein.com

www.astrofein.com

Astro-
und Feinwerktechnik
Adlershof GmbH