

# VDI – TUM – Expertenforum

11. September 2014, München

## **Eigenstressanalyse: Praktischer Einsatz der Eigenstressbestimmung für industrielle Fragestellungen**

Dr.-Ing. Wolfgang Zinn

# Gliederung

---

- Messverfahren
- Industrielle Fragestellungen
- Beispiele

- Zerstörungsfreie Methoden
  - Beugungsverfahren
    - Röntgenbeugung
    - Beugung mit Synchrotron-Strahlung
    - Neutronenbeugung
  - Ultraschallverfahren
  - Mikromagnetische Verfahren
- Teilerstörende Methoden
  - Bohrlochverfahren
  - Ringkernverfahren
- Zerlegemethoden

# Beugungsverfahren

## Röntgenbeugung

(Labormessplatz)

## Beugung von Synchrotronstrahlung (wellendispersiv)

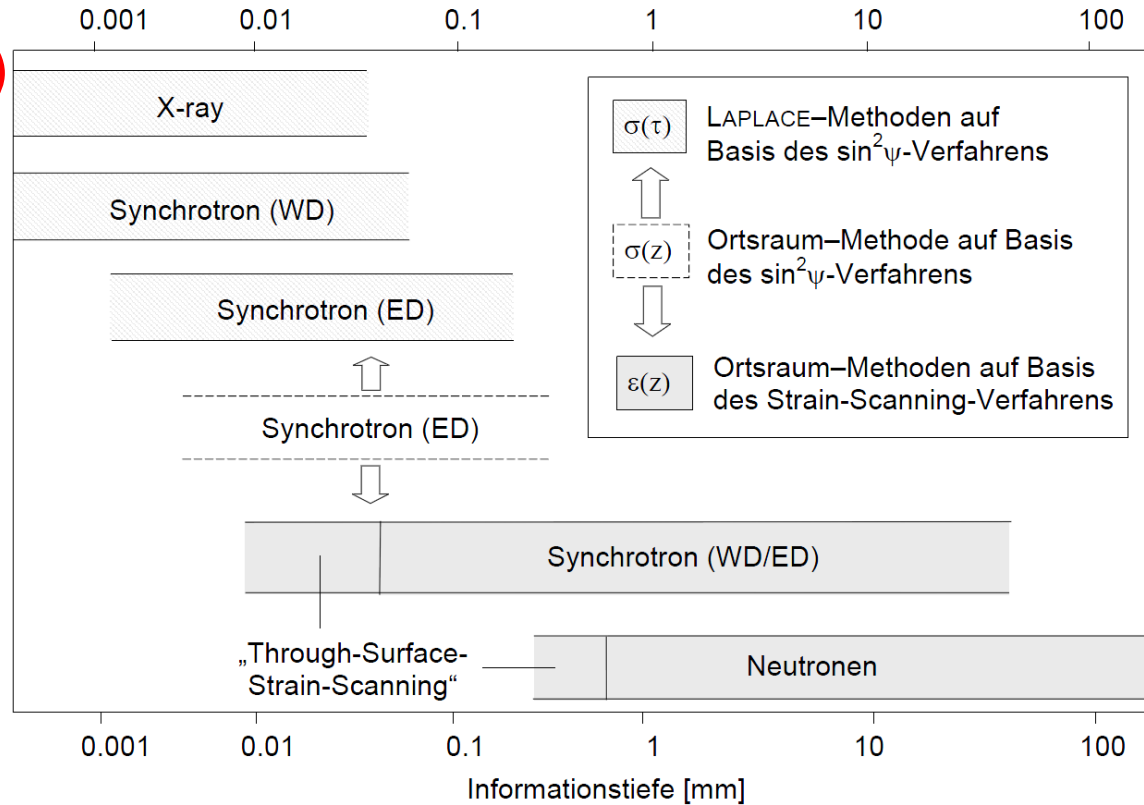
(wellendispersiv)

## Synchrotronstrahlung (energiedispersiv)

(energiedispersiv)

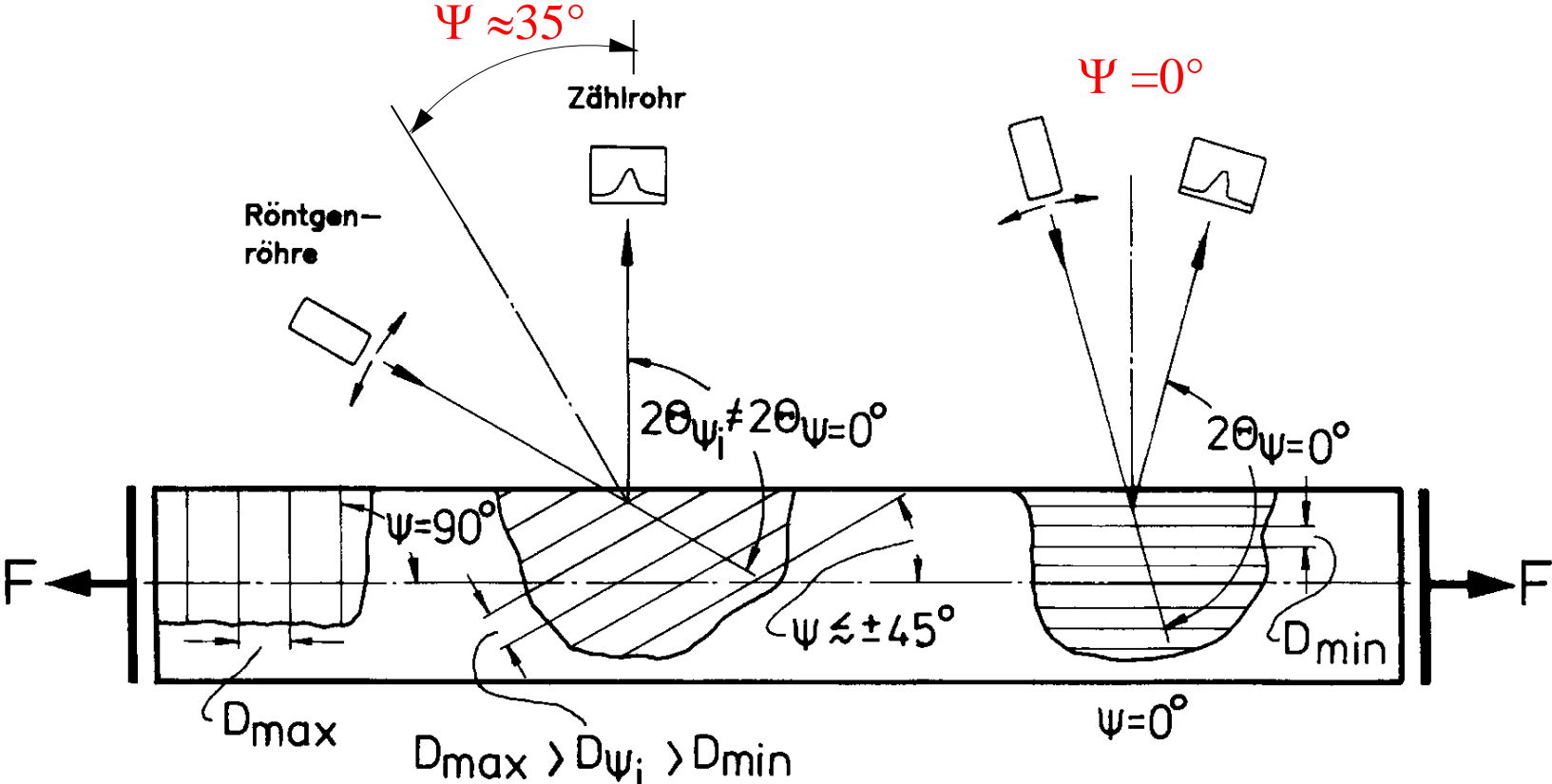
## Neutronenbeugung

(Großforschungseinrichtung)



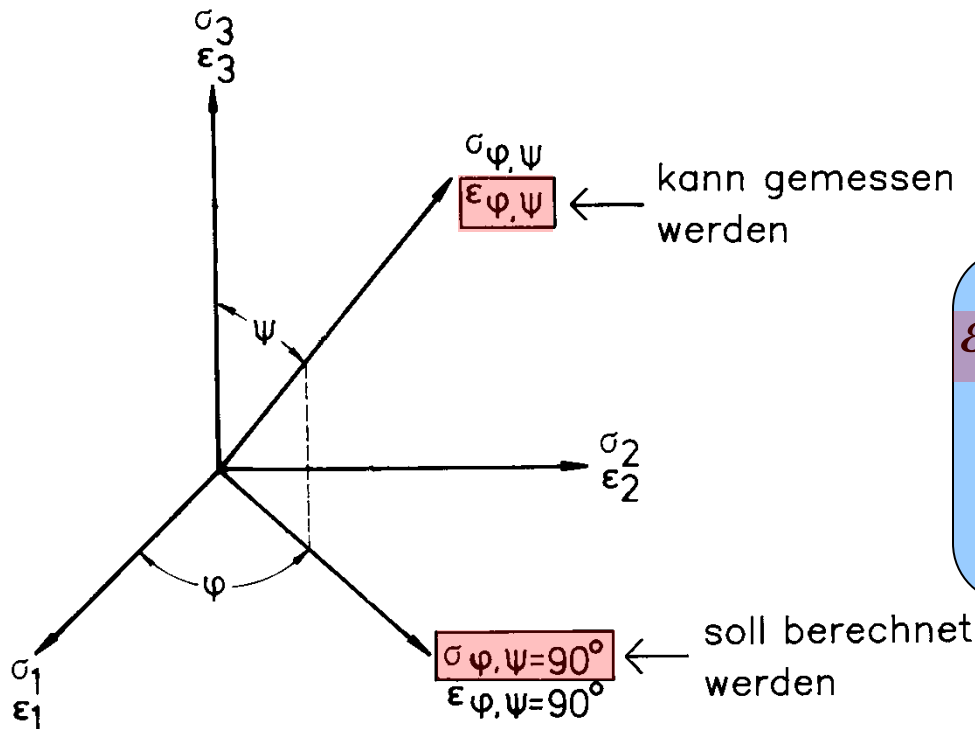
Denks, Dissertation, Uni-Kassel 2008

# Beugungsverfahren



# Beugungsverfahren

$$\varepsilon_{\varphi\psi} = \frac{1}{E} [\sin^2 \psi (\nu + 1) (\sigma_{\varphi} + \sigma_3) - \nu (\sigma_1 + \sigma_2) + ((\nu + 1) - \nu) \sigma_3]$$

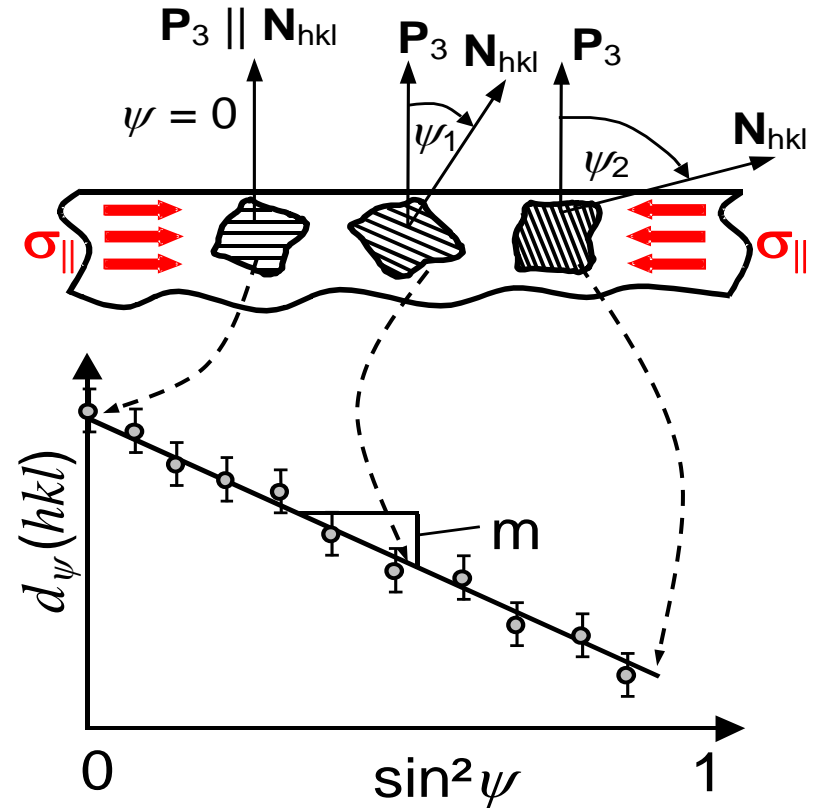
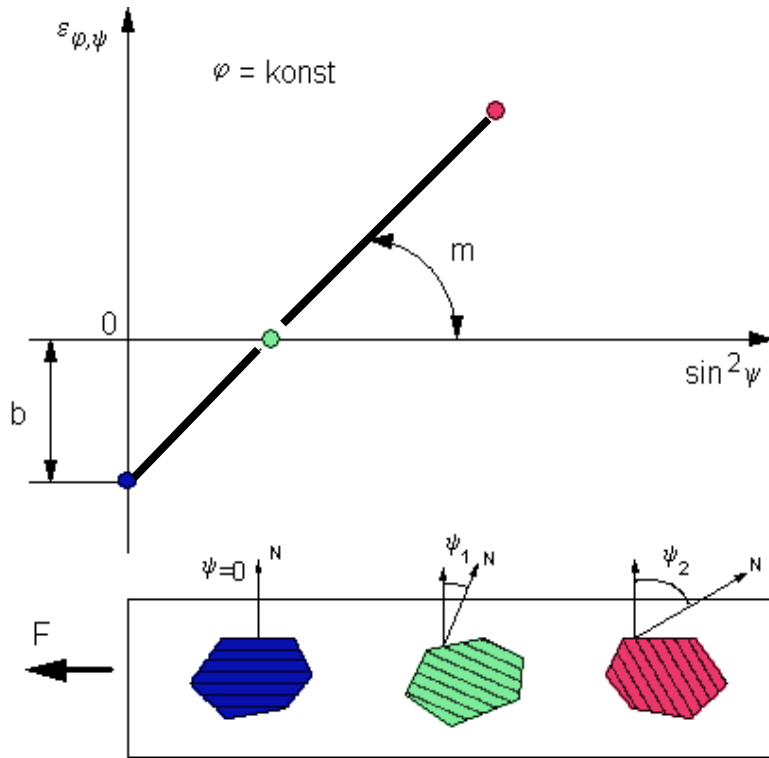


Voigtsche Konstanten

$$S_1 = -\frac{\nu}{E} ; \quad \frac{1}{2} S_2 = \frac{\nu + 1}{E}$$

$$\varepsilon_{\varphi\psi} = \frac{1}{2} S_2 \sin^2 \psi (\sigma_{\varphi} - \sigma_3) + S_1 (\sigma_1 + \sigma_2) + \left( S_1 + \frac{1}{2} S_2 \right) \sigma_3$$

# Beugungsverfahren



Genzel, DPG-Frühjahrstagung, Dresden, 27.-31.03.2006

- Identifikation von (ungewollten) Eigenspannungszuständen  
z.B. Schadensanalyse  
Prävention
- Kontrolle gezielt eingebrachter Eigenspannungen  
z.B. Mechanische Nachbehandlung  
Kugelstrahlen  
Festwalzen  
jeweils:  
Parameteridentifikation  
Qualitätskontrolle in der Serie



- Kugelstrahlen

Getriebekomponenten

Federn

Turbinenschaufeln

- Festwalzen

Kurbelwellen

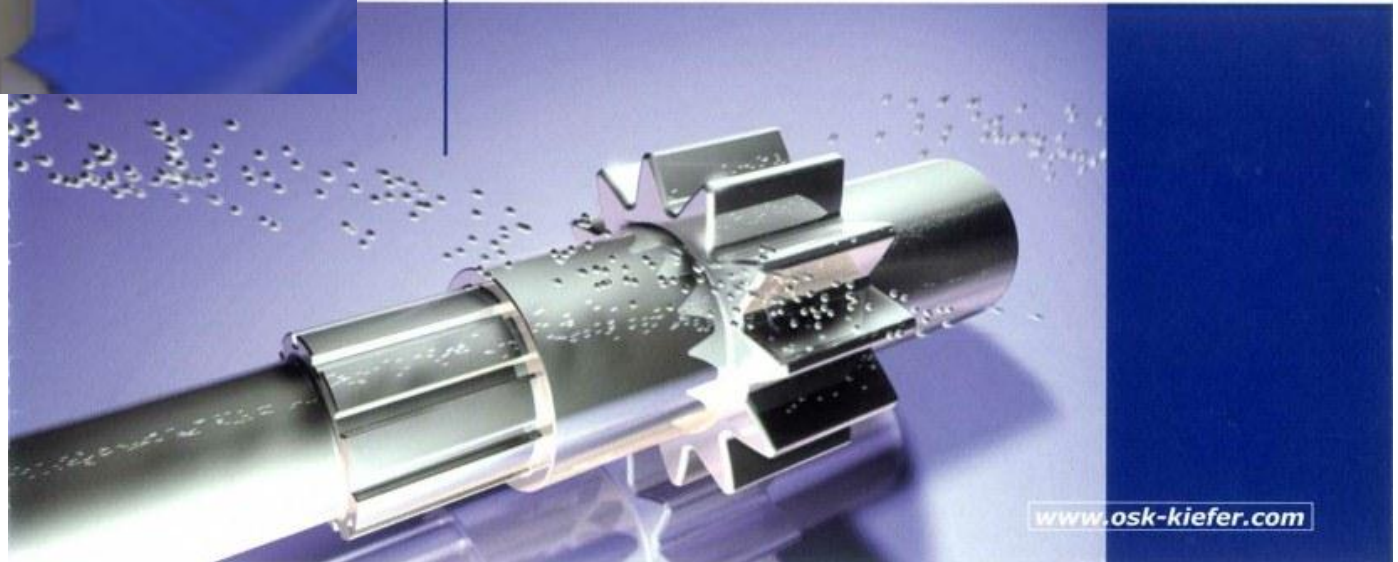
Achsschenkel

# Kugelstrahlen



[www.metalimprovement.com](http://www.metalimprovement.com)

*Der Spezialist für Kugelstrahltechnik*



[www.osk-kiefer.com](http://www.osk-kiefer.com)

# Kugelstrahlen



aerospace-technology.com



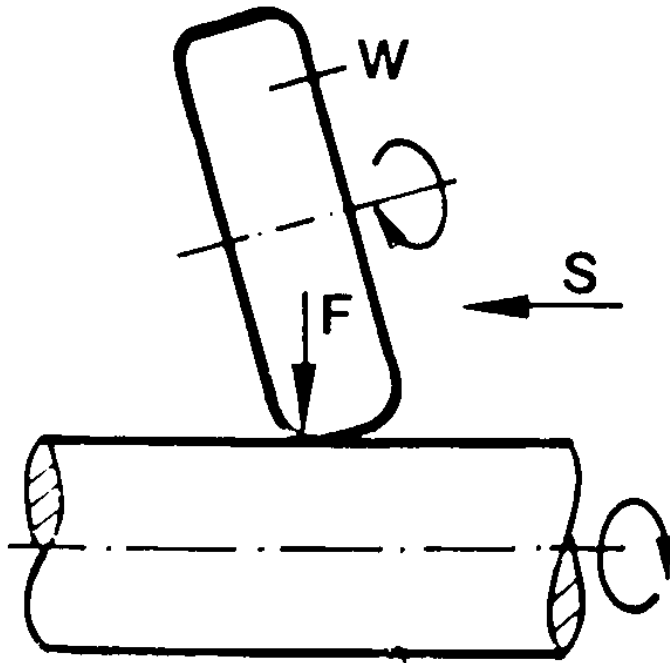
wheelabratorgroup.com

# Kugelstrahlen

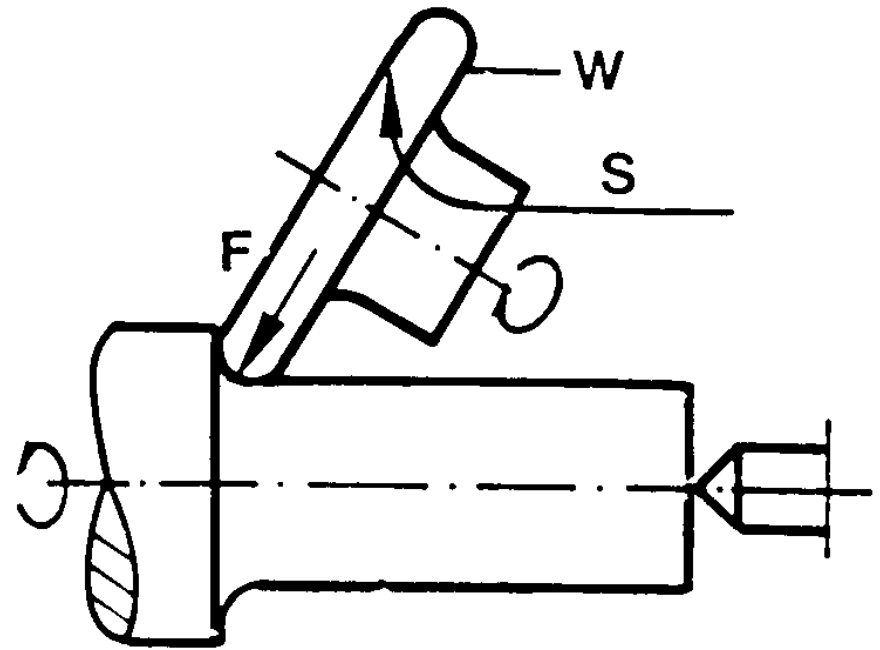


[engineeredcomponentsgroup.com](http://engineeredcomponentsgroup.com)

# Festwalzen



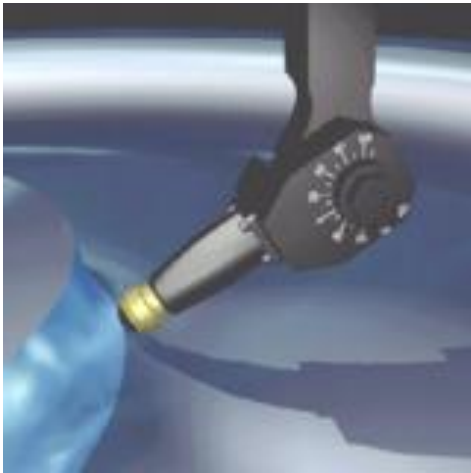
Vorschubverfahren



Einstichverfahren

# Festwalzen

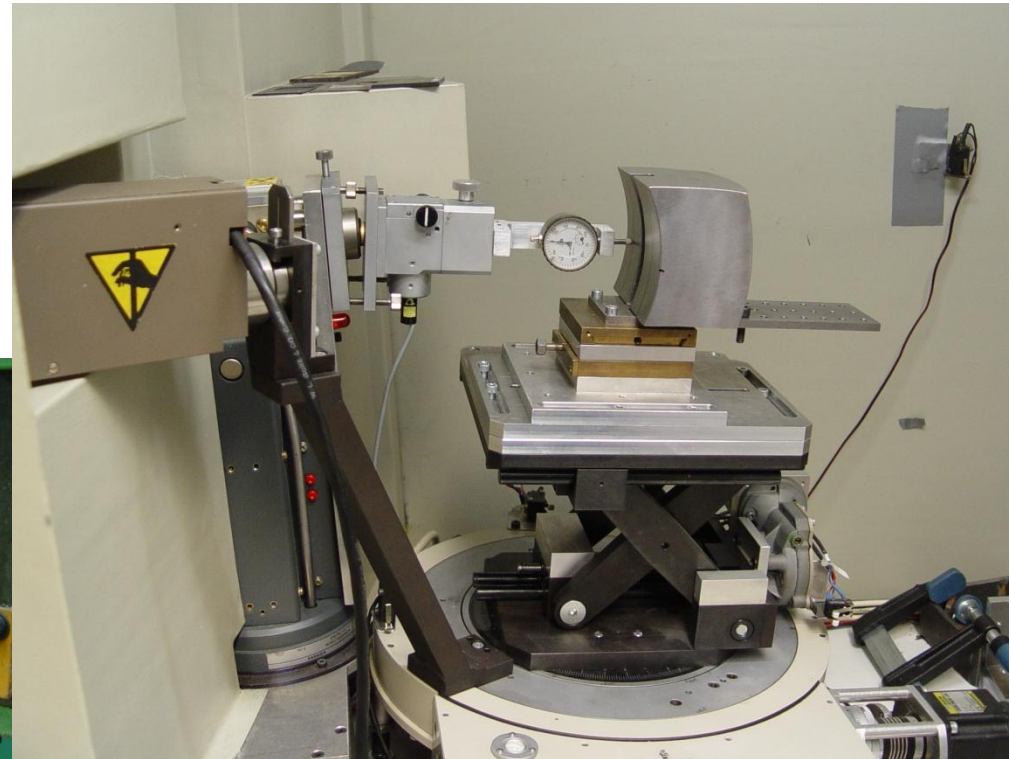
glattwalzen.de



metaltec.co.kr



# Beispiele



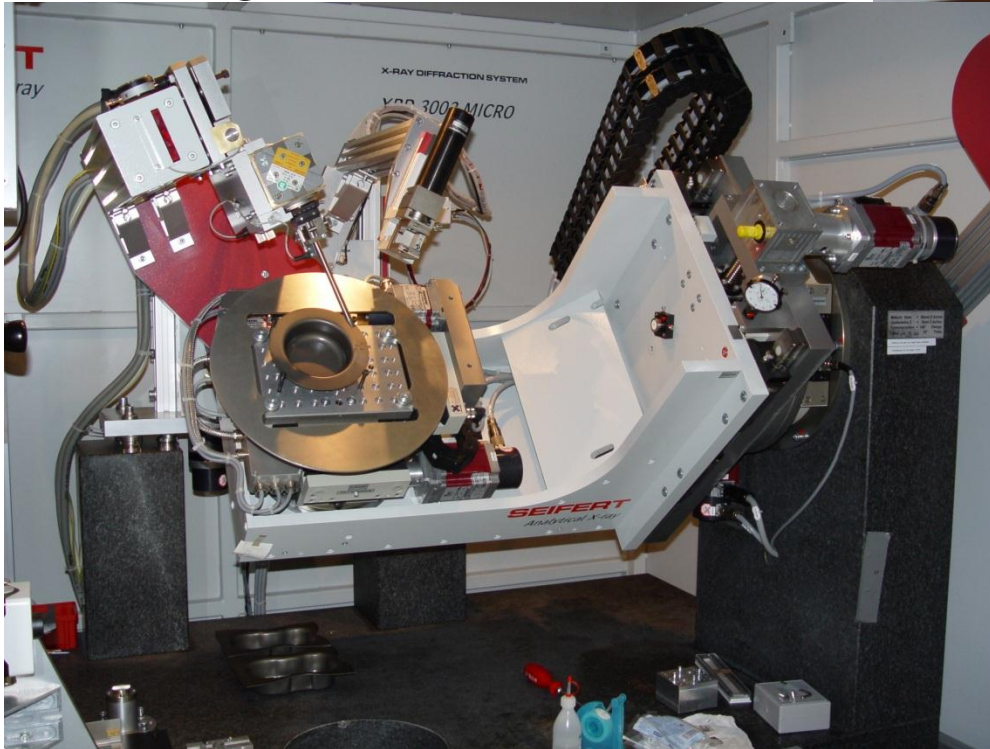
Messungen an einem  
Pleuelauge für ein  
Schiffsruder

# Beispiele

Positionierung



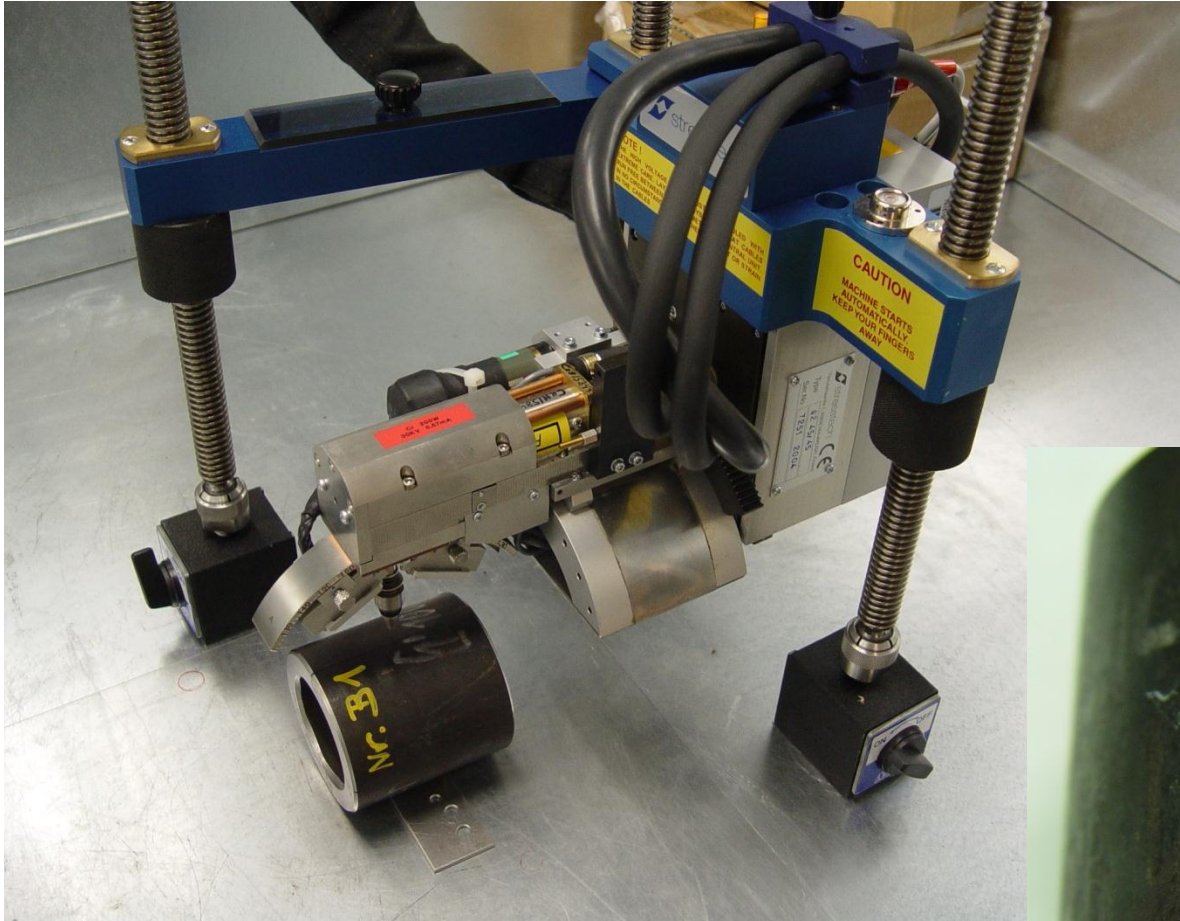
Messung



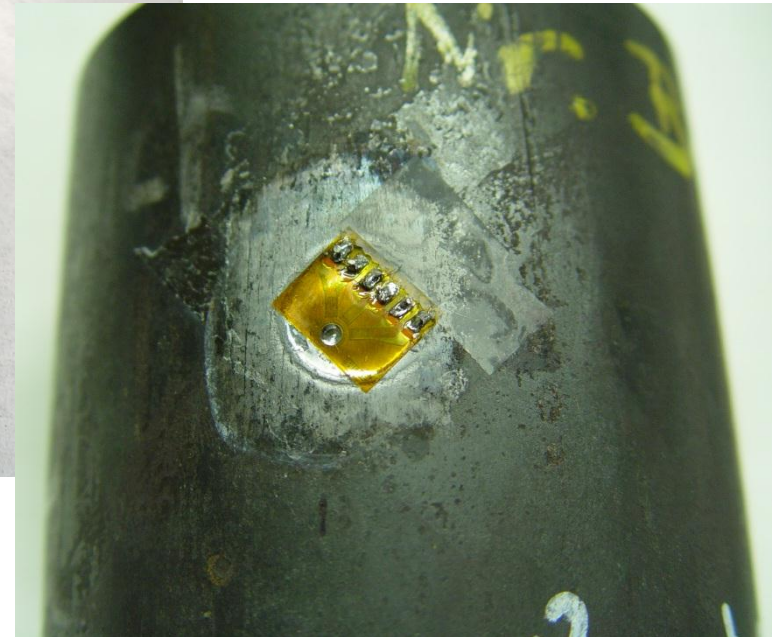
Messungen an einem  
Blechumformteil



# Beispiele

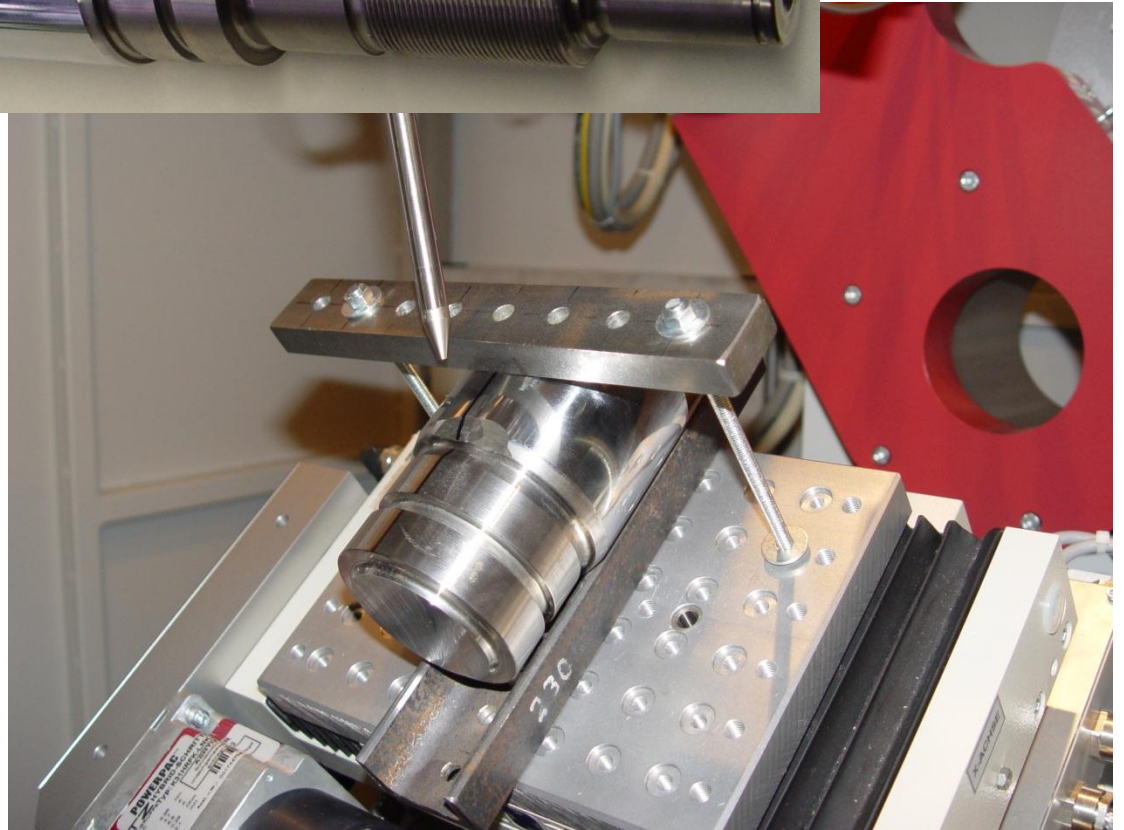
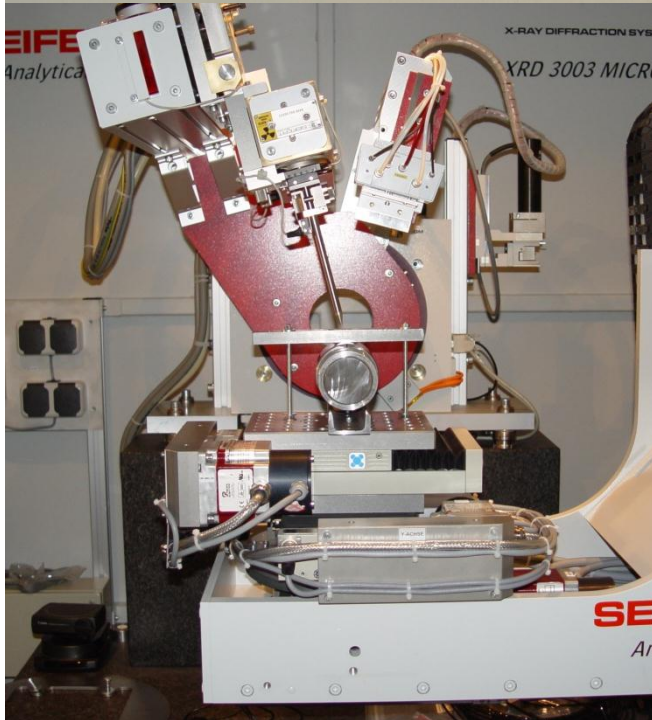
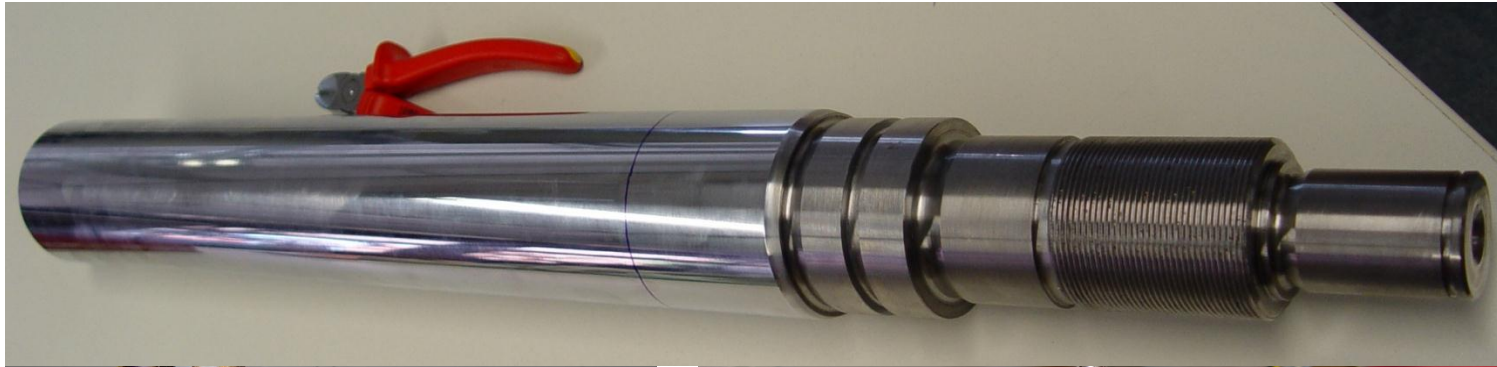


Röntgenographische  
Oberflächenmessung  
an einem  
Rohrsegment



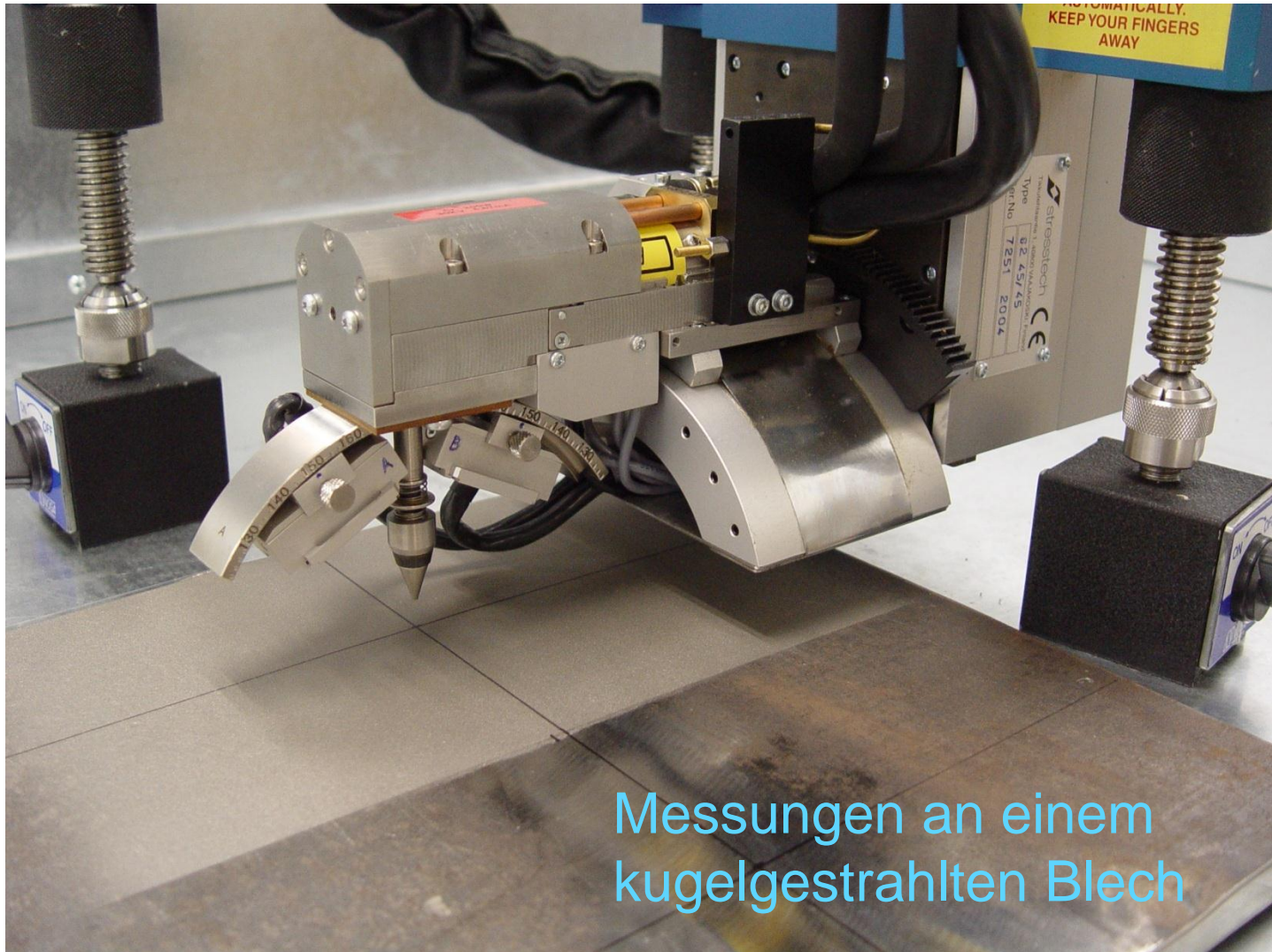
Tiefenmessung mit  
der Bohrlochmethode

# Beispiele



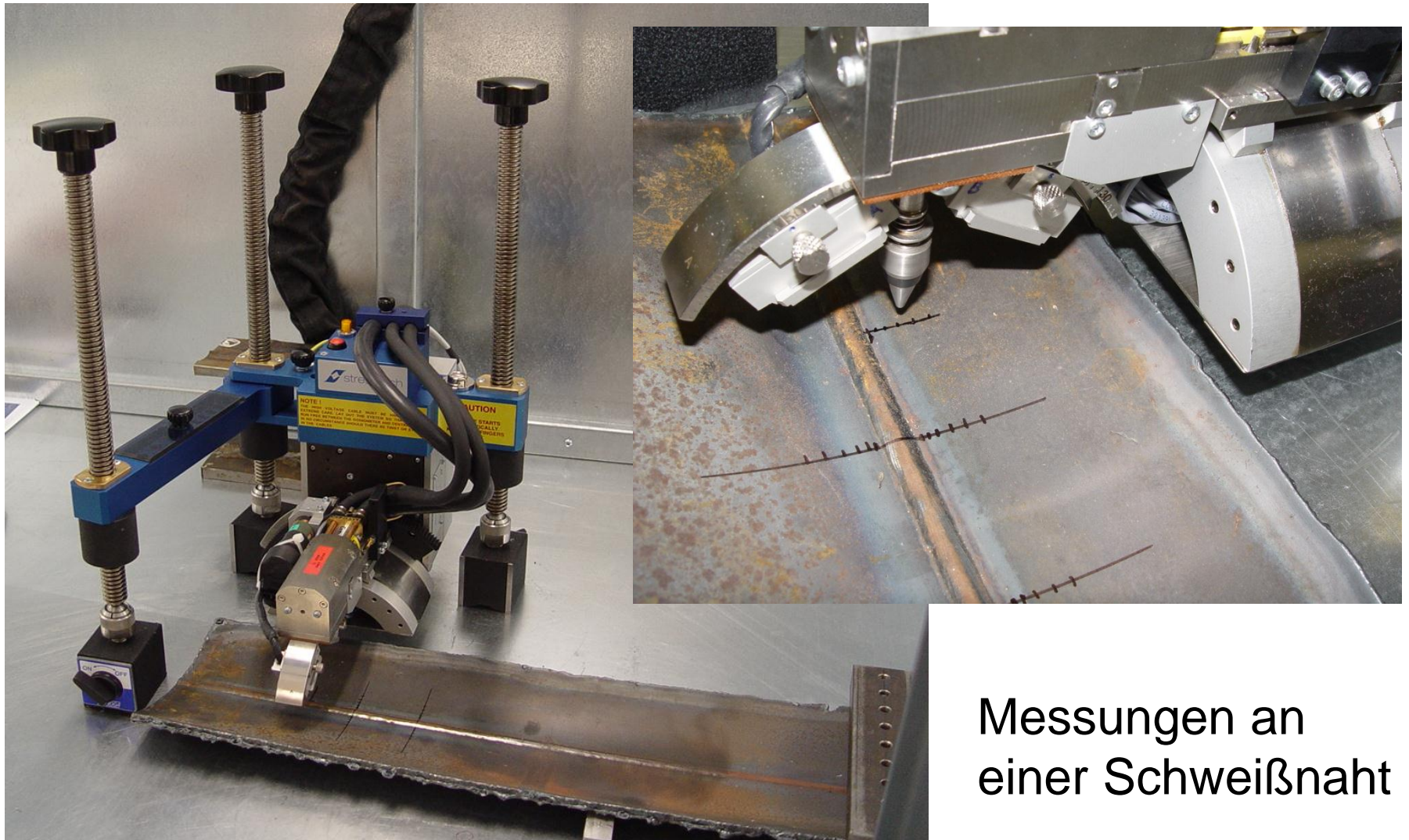


# Beispiele



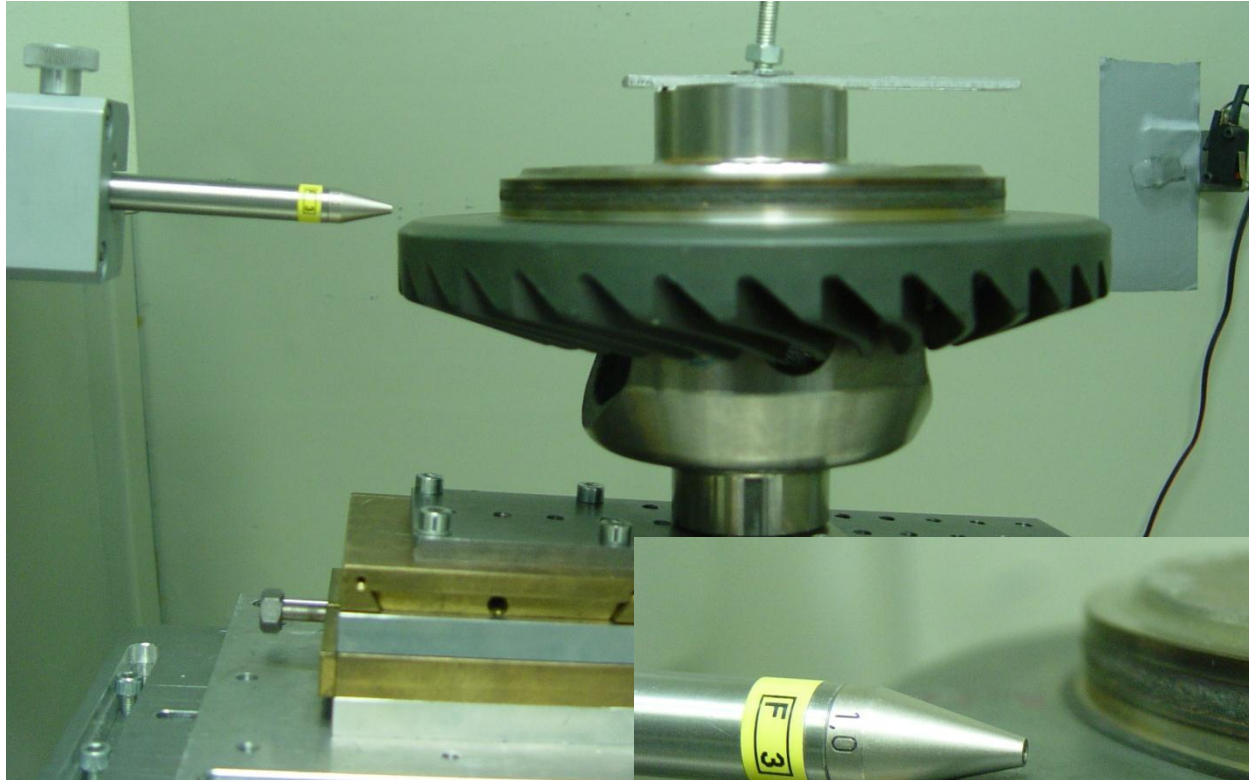


# Beispiele

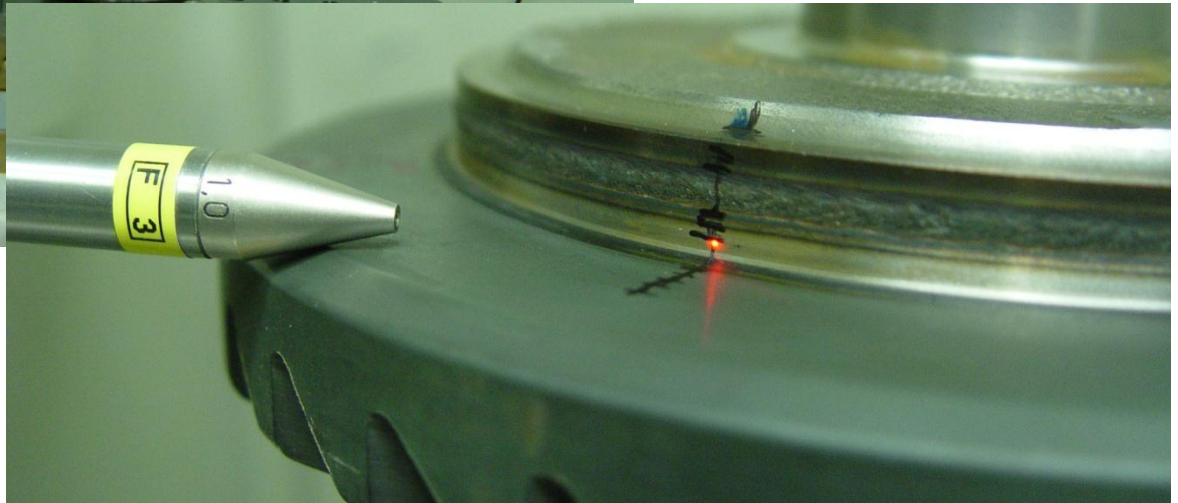


Messungen an  
einer Schweißnaht

# Beispiele



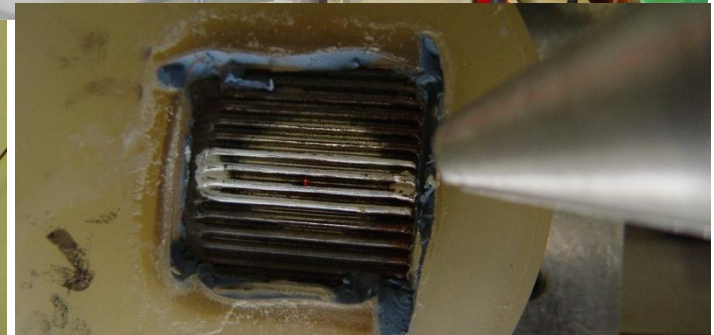
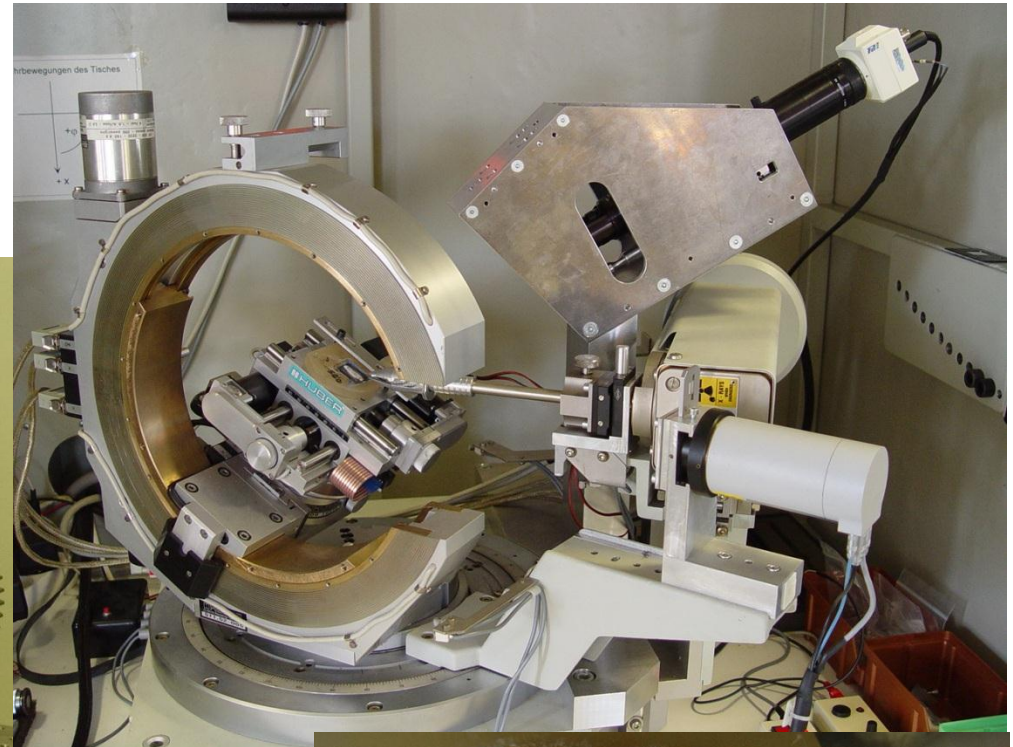
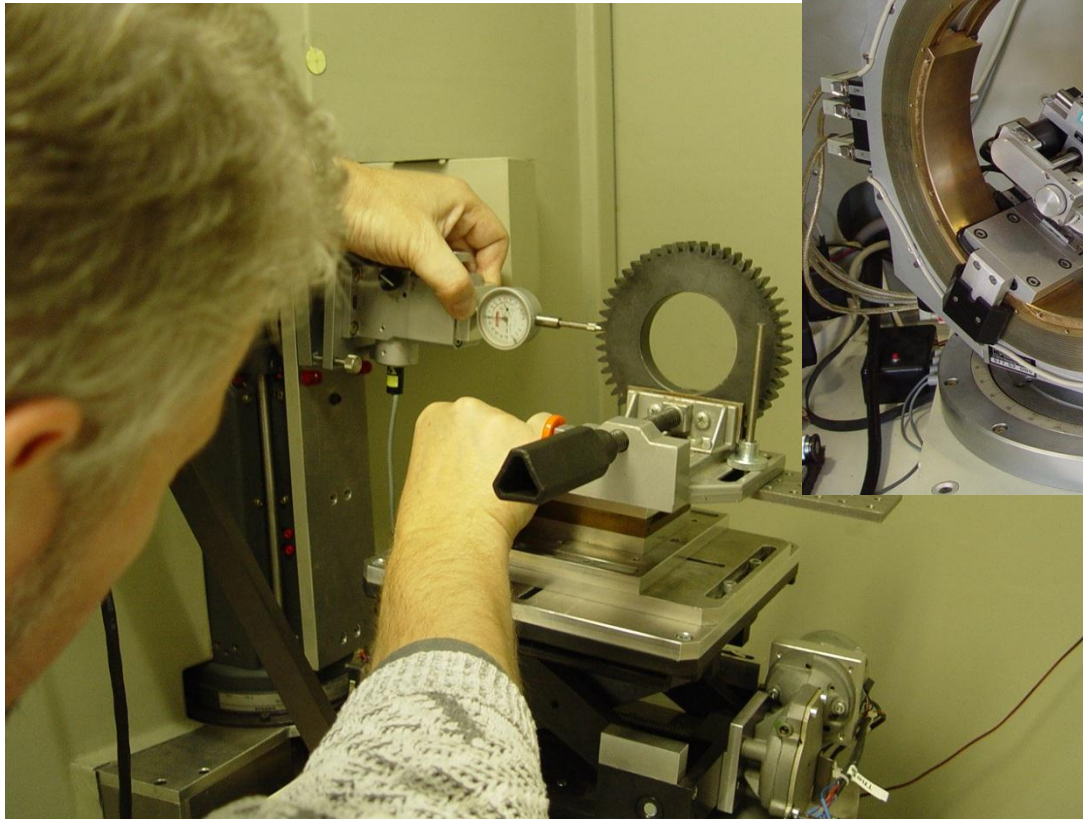
Messungen  
an einem  
Getriebeteil





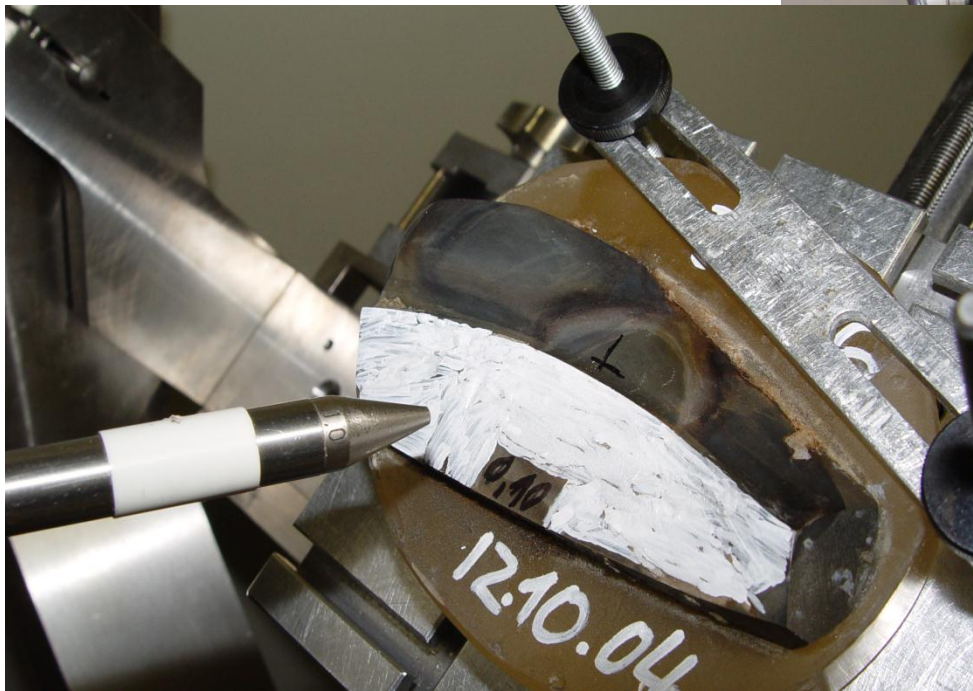
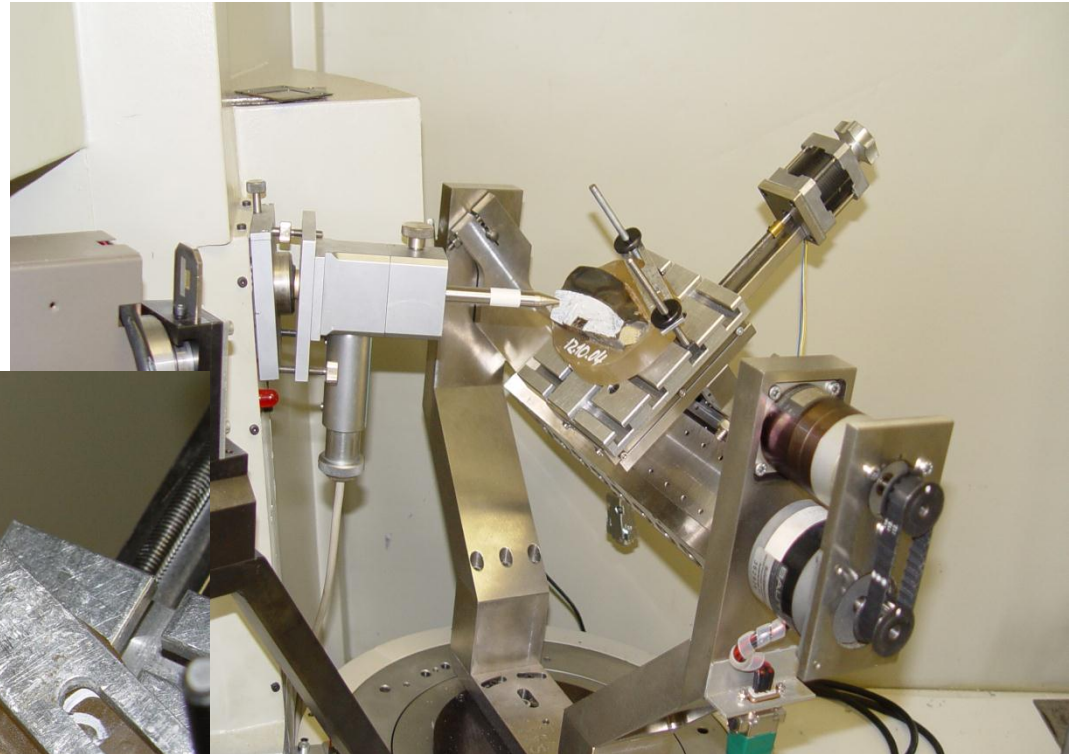
# Beispiele

## Messungen an Verzahnungen



# Beispiele

Antriebskegelrad,  
gemessen im  
geschliffenen  
Zahnfußbereich

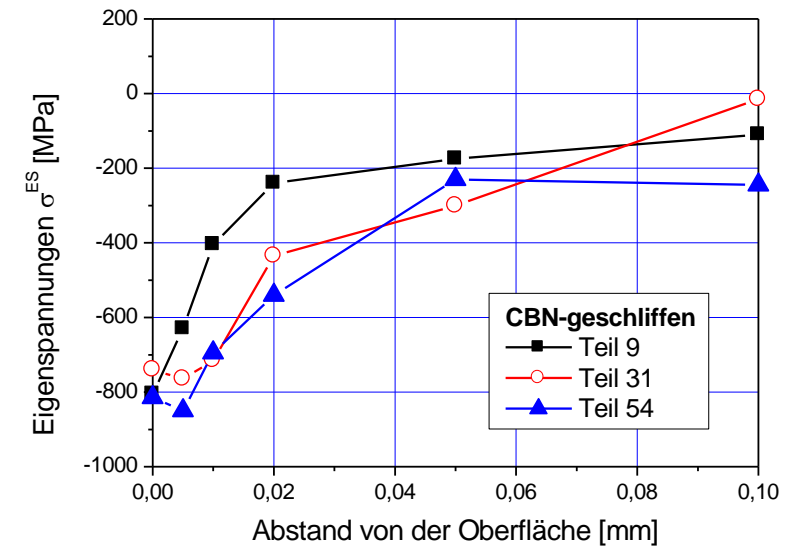
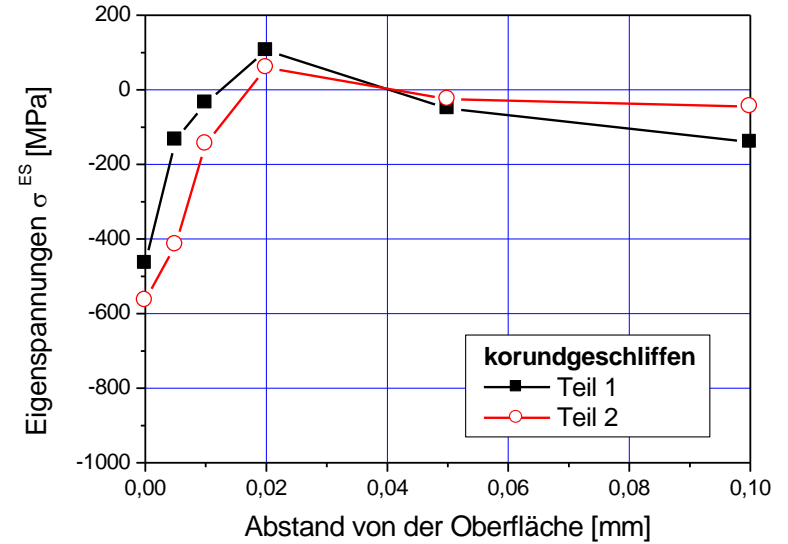




# Beispiele

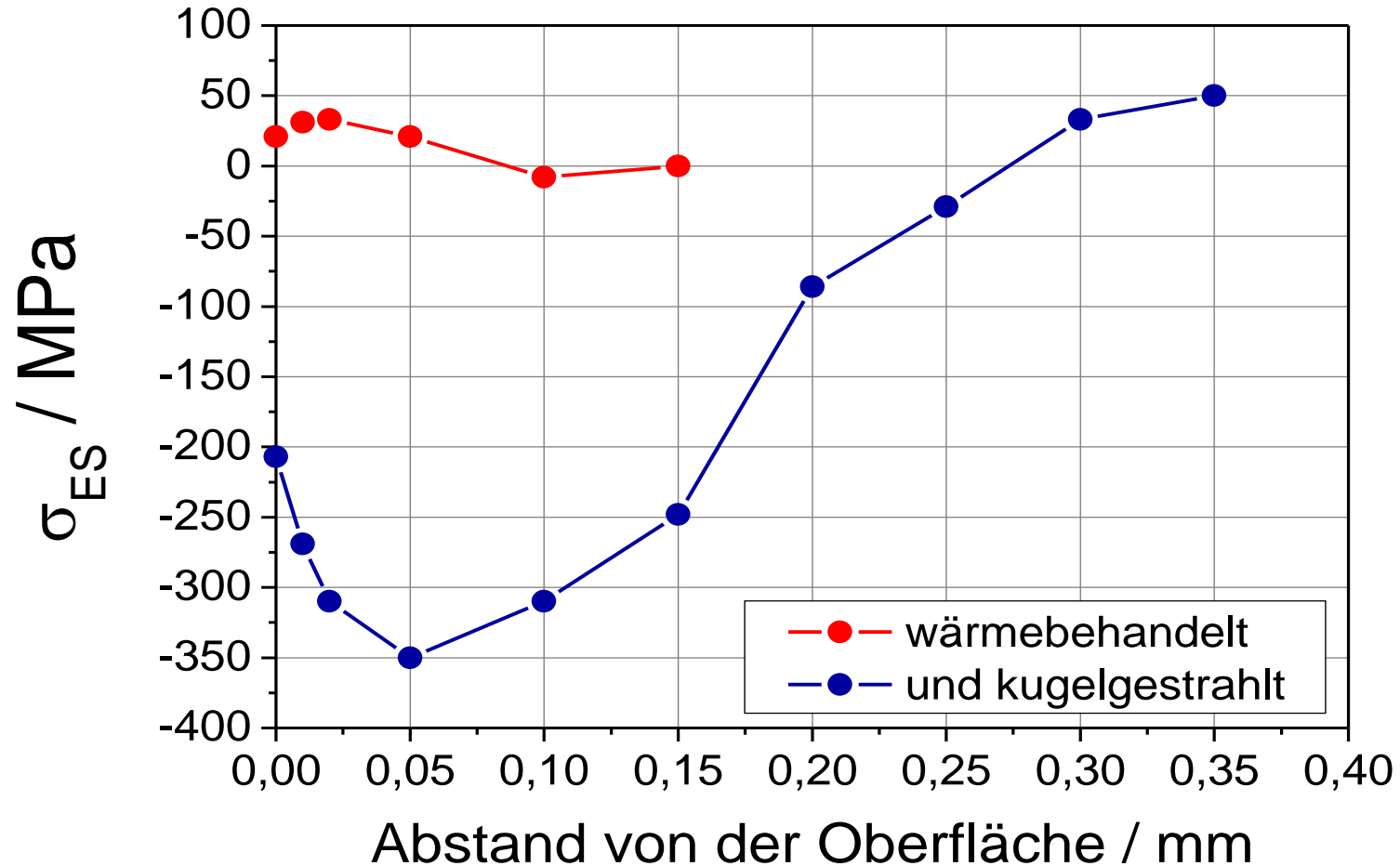


Prüfräder mit unterschiedlich geschliffenen Zahnflanken und Eigenspannungsverteilungen





# Beispiele

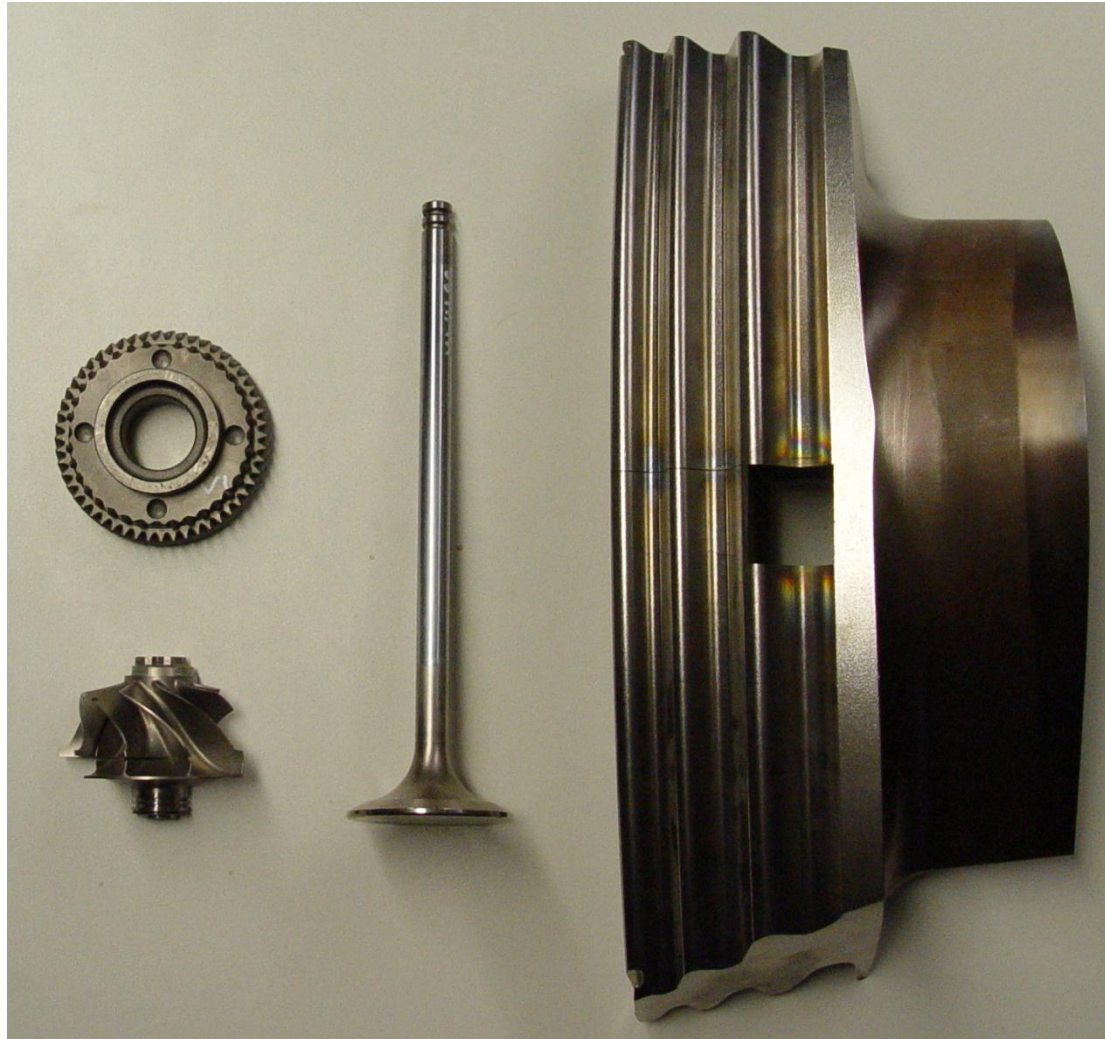


# Betriebliche Normungen



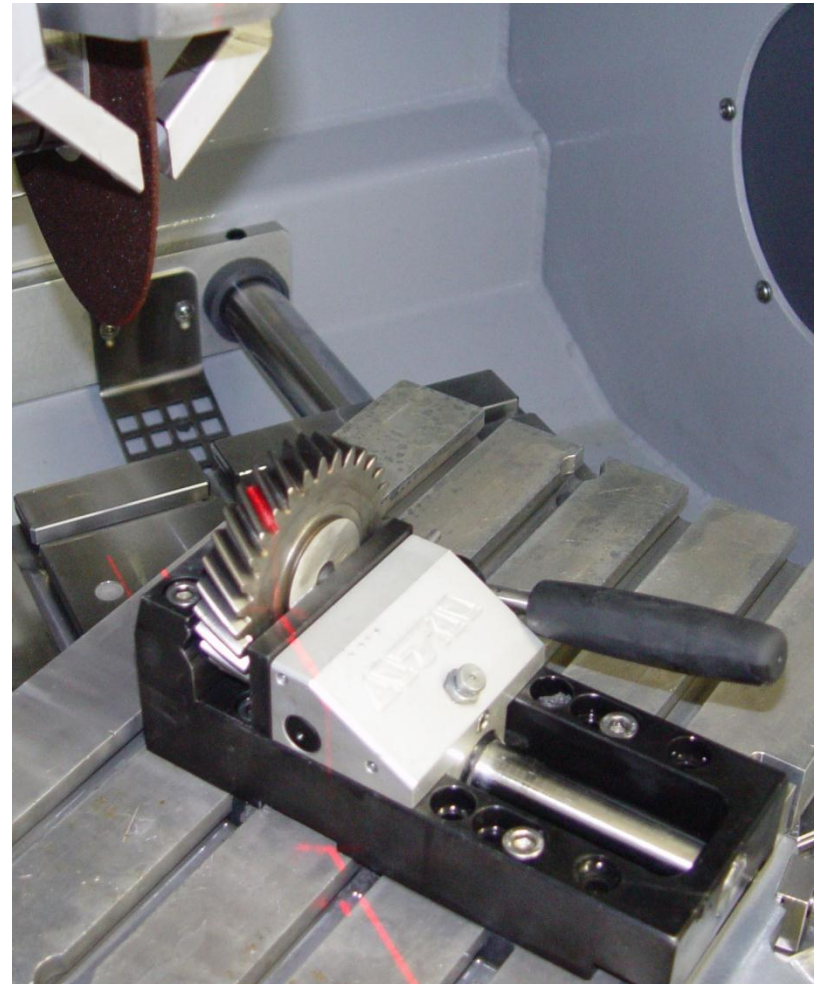
# Beispiele

---





# Probenentnahme



# Probenentnahme





# Probenentnahme



# Probenentnahme



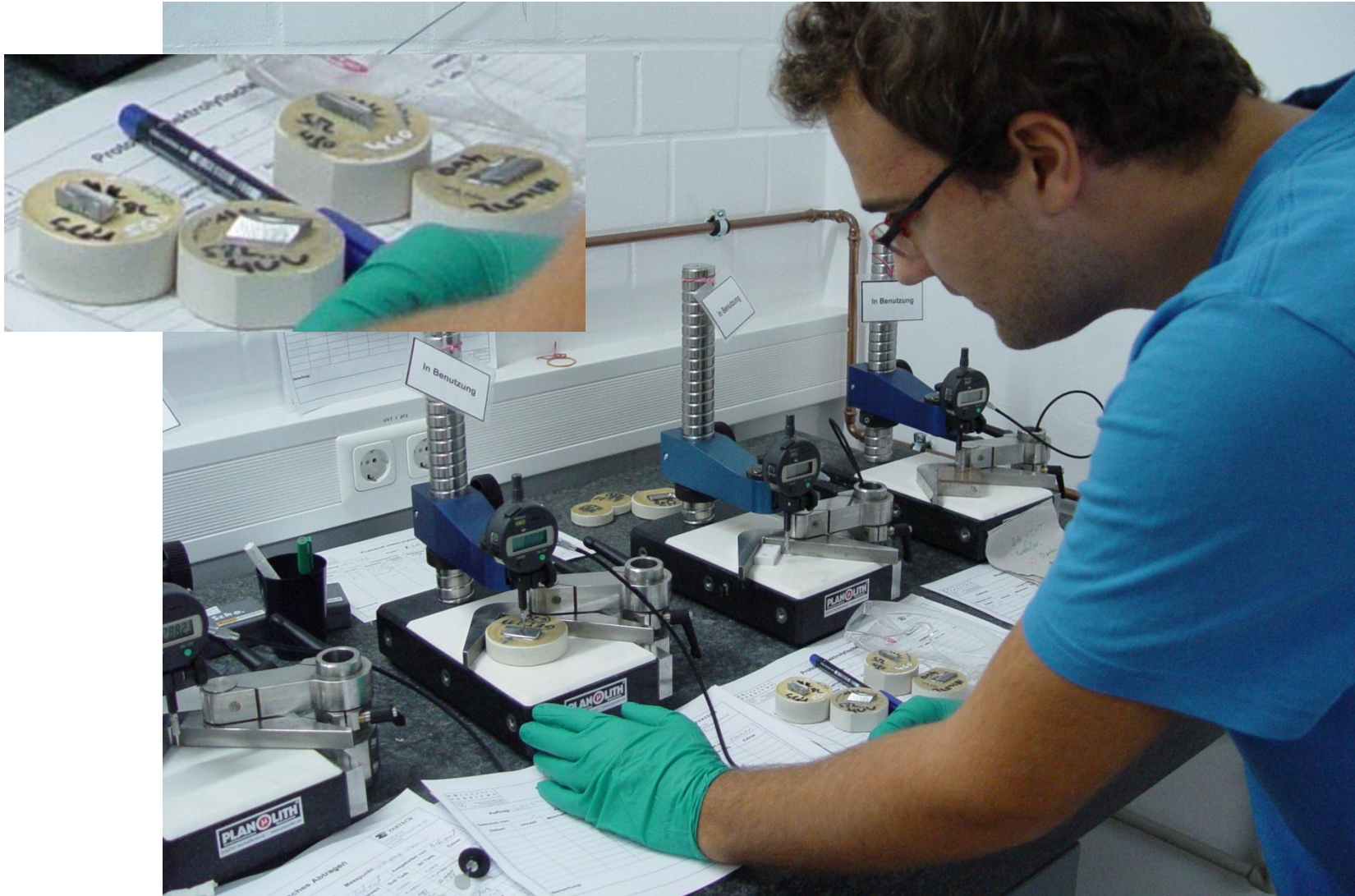


# Elektrolytisches Abtragen





# Elektrolytisches Abtragen



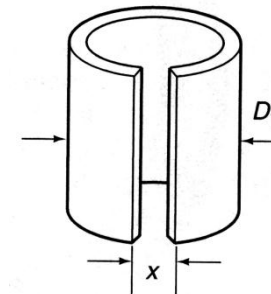
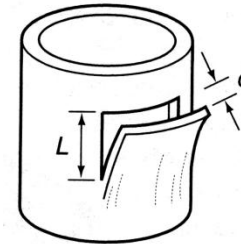
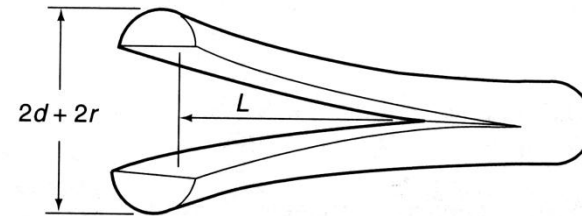
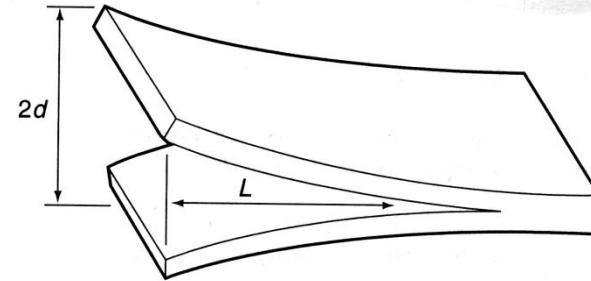
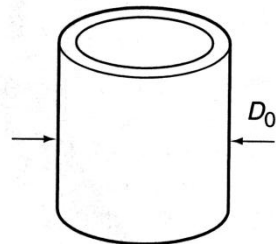
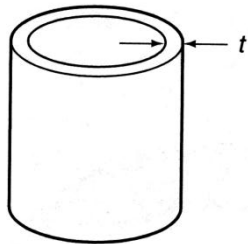
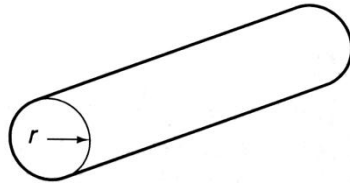
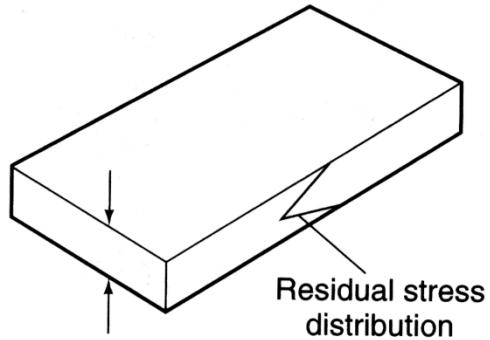
- Die Nachfrage nach Eigenspannungsmessungen steigt (immer noch) an
- Wir stellen fest, dass immer mehr größere Firmen selber Eigenspannungen messen
- Bei uns überwiegen serienbegleitende Qualitätskontrollen gefolgt von schadensbegleitenden Untersuchungen

# Ende

---

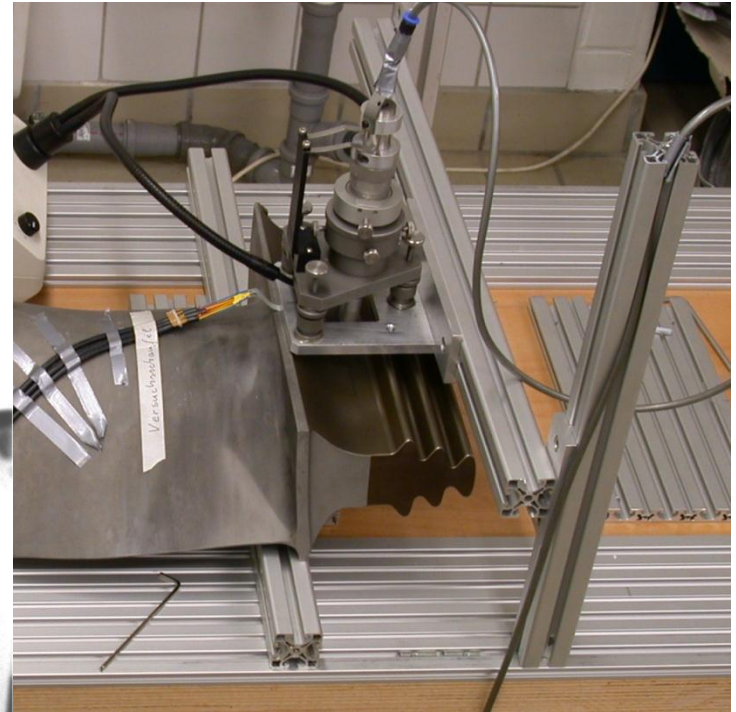
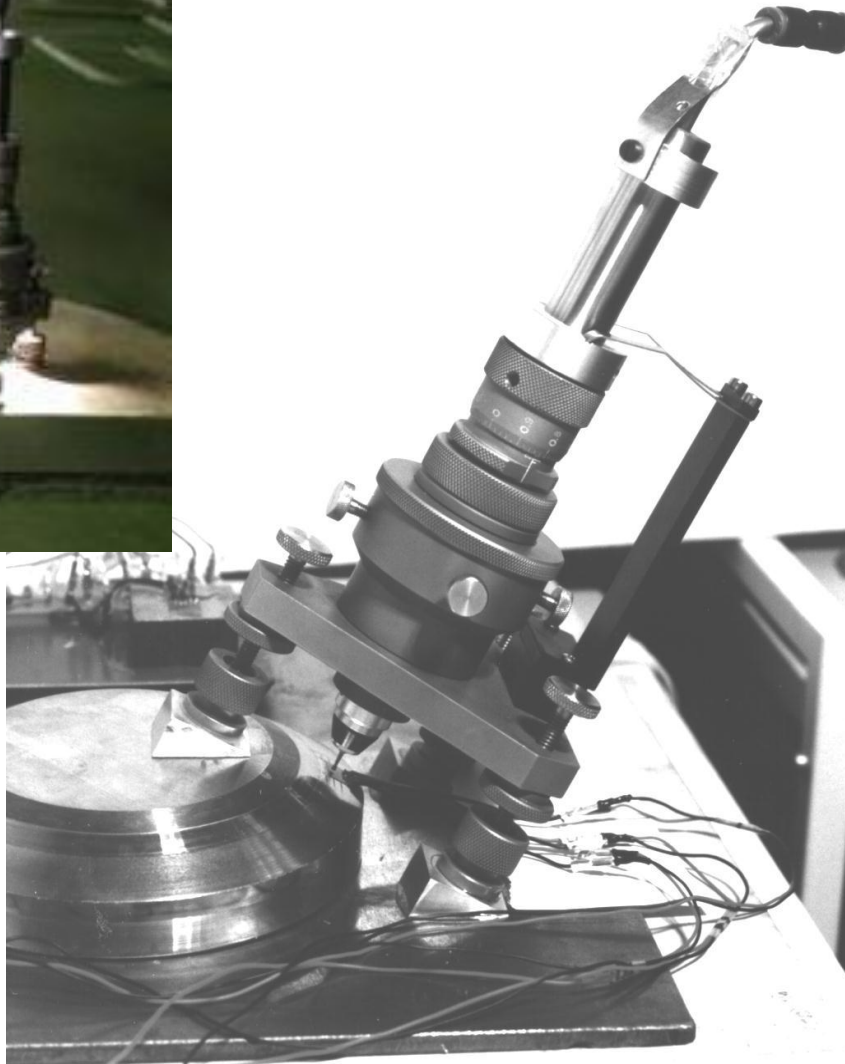
Danke für Ihre Aufmerksamkeit

# Eigenstressbestimmung an einfacher Geometrie

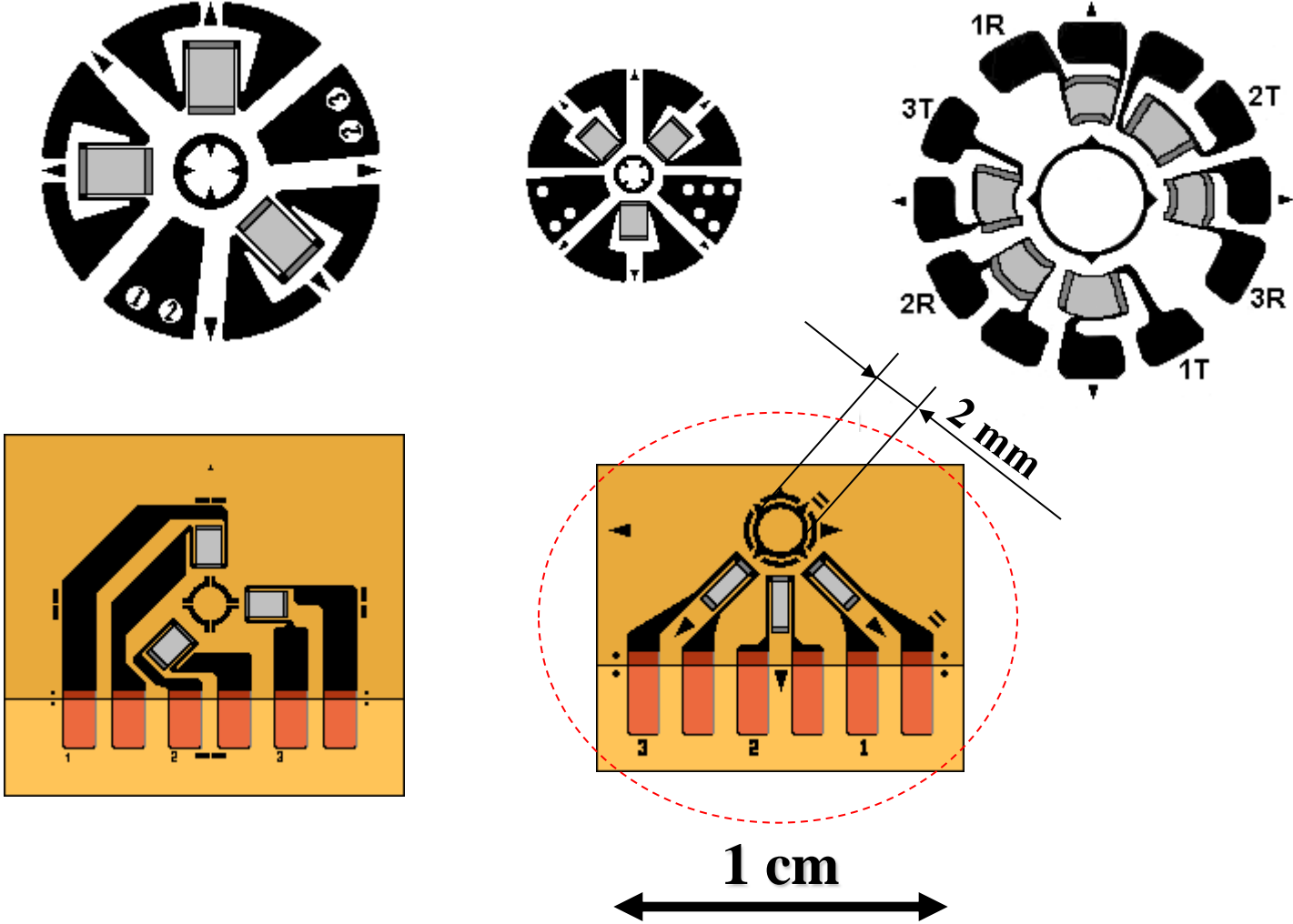




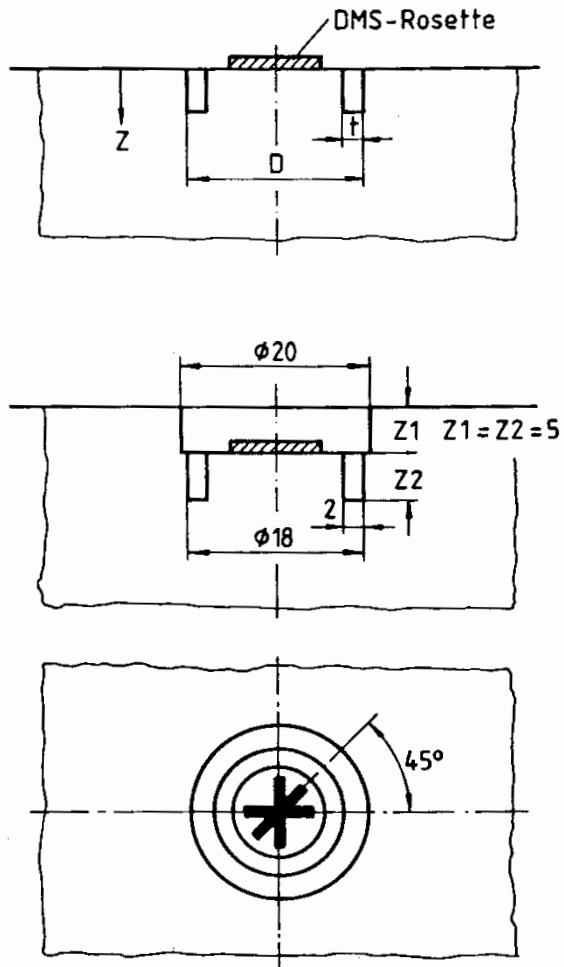
# Bohrlochverfahren



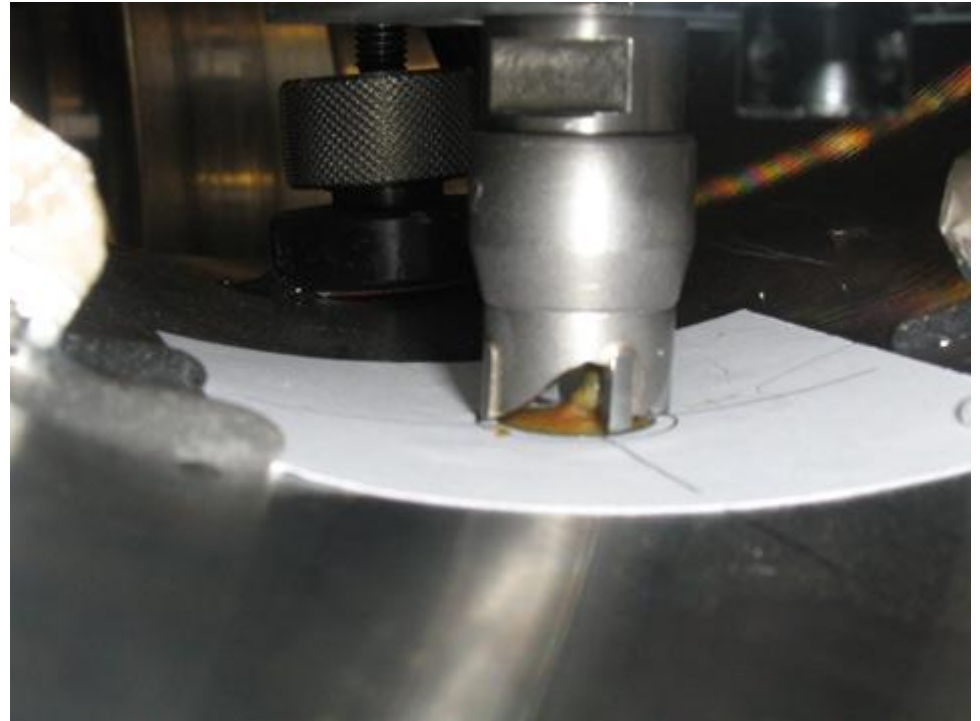
# Bohrlochrosetten



# Ringkernverfahren

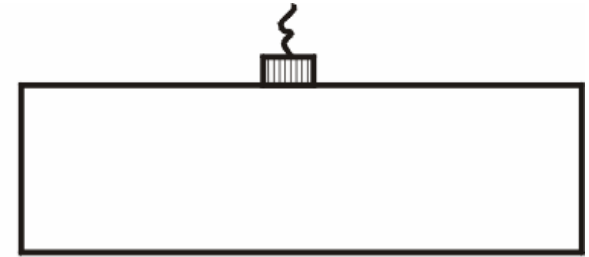


/nach Wolf/

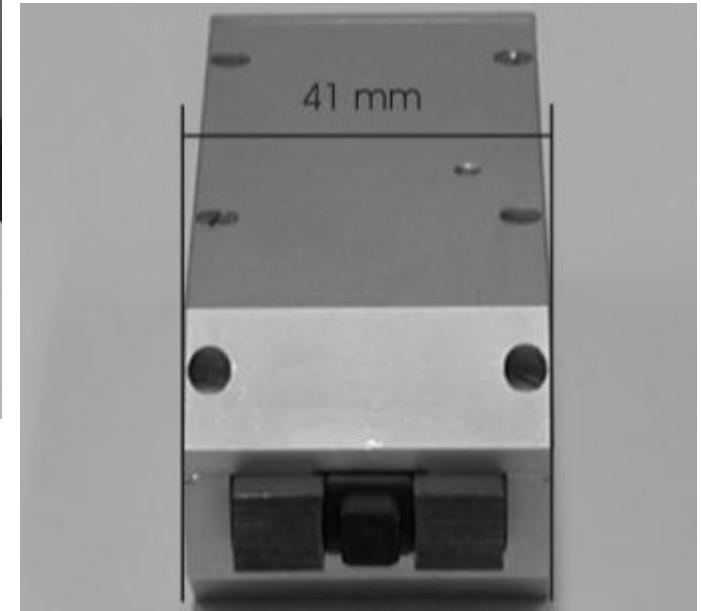


<http://www.sint-technology.com/misuratensioni1.jpg>

# Mikromagnetische Verfahren



verschiedene  
magn.  
Kenngrößen   $\sigma_{ES}$



Junker, Schumacher, Szielasko, Altpeter, Kröning



# Ultraschallverfahren

Longitudinal- und linear polarisierte Transversalwellen im einaxialen Zugspannungsfeld

