

Zerstörungsfreie Eigenspannungsanalyse von der Oberfläche bis ins Bauteilvolumen

Einsatz komplementärer Strahlungsarten

Rainer Schneider Michael Hofmann Christoph Genzel



Zentrum für Eigenspannungs- und Texturanalyse















Synchrotron-Materialforschungs – **Beamline at BESSY** (Chr. Genzel)







Fraunhofer Institut

Zerstörungsfreie Prüfverfahren



EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE GENERAL JRC JOINT RESEARCH CENTRE











Department of Neutron Physics Nuclear Physics Institute, 250 68 Řež near Prague Academy of Sciences of the Czech Republic







Materialforschungs-Diffraktometer E3 + E7 am BER II, x-rays @ HMI-Wannsee (R. Schneider)





Komplementäre Nutzung von Neutronen-Röntgen- und Synchrotronstrahlung





winkeldispersive Röntgenlabormethoden

zweidimensionale Spannungszustände in Oberflächen und dünnen Schichten

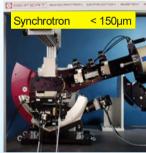
energiedispersive Synchrotrondiffraktion

zerstörungsfreie Ermittlung von Eigenspannungstiefenprofilen nach Oberflächenbehandlung (Einsatzhärten, Strahlen, Schleifen, Beschichten ...)

Neutronendiffraktion

zerstörungsfreie Ermittlung von Eigenspannungstiefenprofilen bis hin zu mehreren Zentimetern unterhalb der Bauteiloberfläche

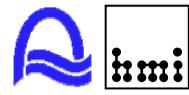


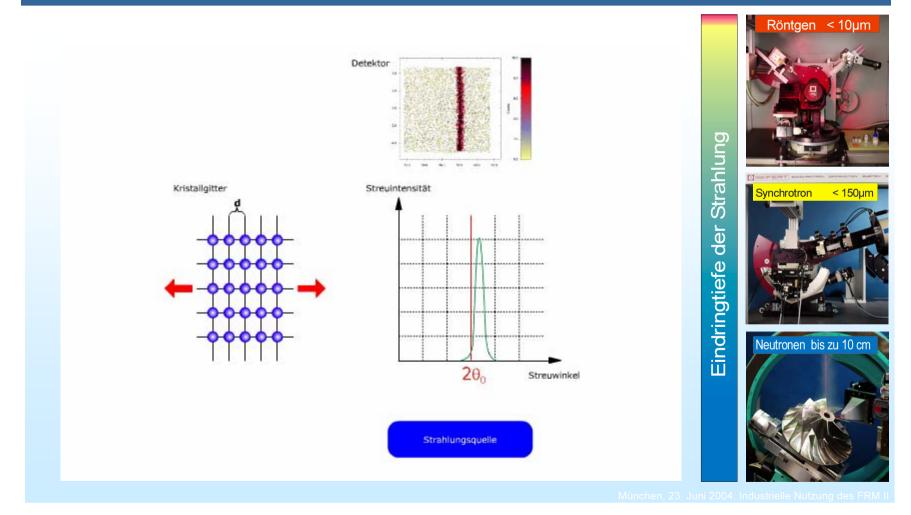




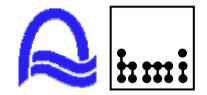
Eindringtiefe der

Diffraktionsprinzip – Messung der Gitterdehnung





Materialforschungsdiffraktometer Stressy@BESSY







Photonenenergie (7T Multipolwiggler): ca. 10 – 80 keV

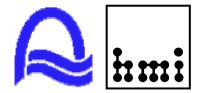
Photonenfluss für 10 / 30 / 60 keV in 30 m Entfernung von Quelle (Pinhole $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$): $3 / 2 / 0.5 \cdot 10^{10}$ Photonen / s / 0.1% BW / 100 mA

Winkelabstand von monochromatischer Beamline: 13 mrad (-12 mrad off-axis)

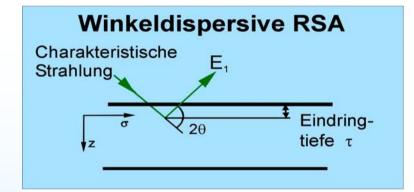
Horizontale Winkelakzeptanz: 0,2 mrad

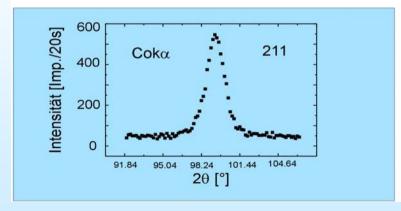
"Optik": Blendensysteme zur Strahlbegrenzung

München, 23 Juni 2004, Industrielle Nutzung des FRM II



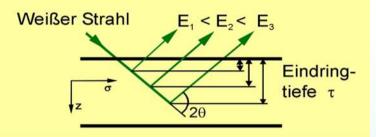
Winkeldispersive gegenüber energiedispersiver RSA

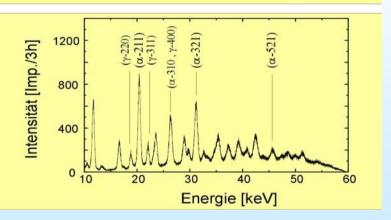




- Geringe Eindringtiefe (niedrige Energien)
- RSA in der Regel nur für eine bzw. wenige Interferenzen

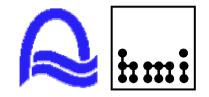


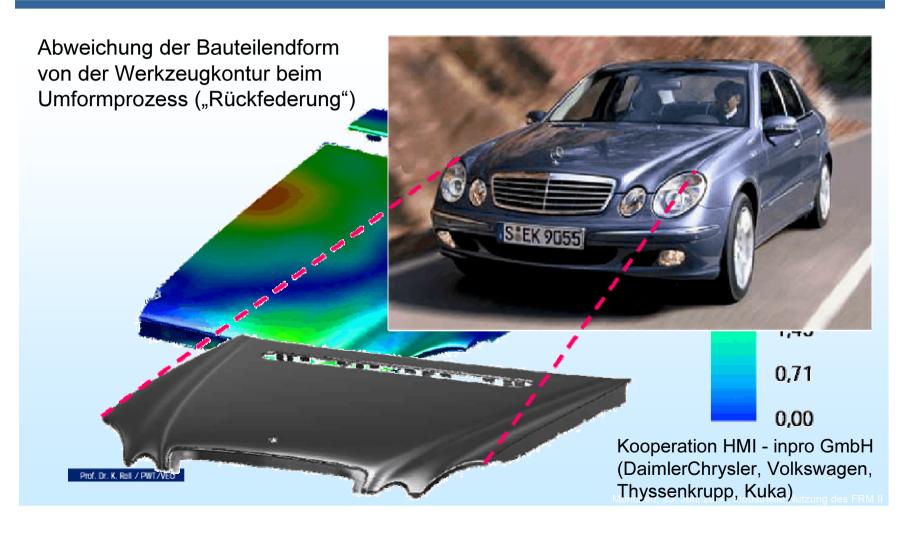




- Höhere Eindringtiefe (höhere Energien)
- Beugungsspektren mit einer Vielzahl von Interferenzen aus unterschiedlichen Tiefen

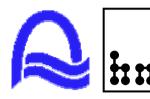
Springback-Effekt





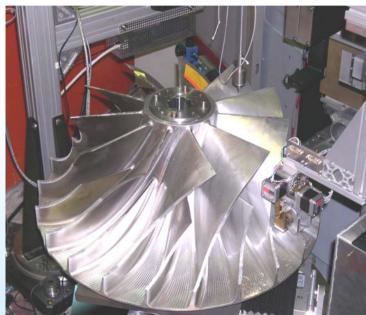


Spannungsverlauf in einem Verdichterrad



Vergleich von FE-Simulationsrechnungen mit neutronendiffraktometrisch bestimmten Eigenspannungsprofilen im achsnahen Bereich eines Verdichterrades (Turbolader Schiffsdiesel)





Verdichterrad: 72cm Durchmesser, 200kg auf dem Probentisch des Neutronendiffraktometers E3 am Forschungsreaktor des HMI, Berlin

München, 23 Juni 2004, Industrielle Nutzung des FRM I

weitere Forschungsaktivitäten in Koop. mit der Industrie





Eigenspannungsprofile nach Oberflächenbearbeitung durch Kugelstrahlen



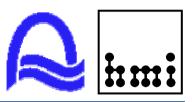
Spannungsverteilungen um Schweißnähte (z.B. Reparaturschweißnähte AKW Druckwasserbehälter)



Spannungsverteilungen in Hartstoffschichten

Walter AG

Zerstörungsfreie 3D-Abbildung des inneren Aufbaus von Objekten im µm-Bereich

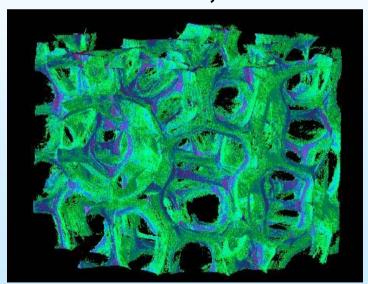


Synchrotron-Computertomographie am BESSY II

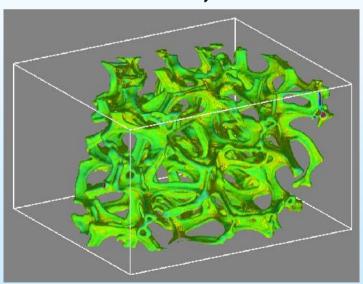


- •Hohes räumliches Auflösungsvermögen (≤ 3.5 µm)
- •Hohe Intensität → rauscharme Bilder innerhalb kurzer Messzeit
- $\bullet \textbf{Monochromatischer Strahl} \rightarrow \textbf{Elementzusammensetzung bestimmbar} \\$
- Energie variabel zwischen 6 und 60 keV

Seifenschaum, E = 6 keV



Nickelschaum, E = 60 keV



Kontakt: Dr. Astrid Haibel, Hahn-Meitner-Institut, Tel: +49 30 8062 2507, haibel@hmi.de





- Der Einsatz von komplementären Strahlungsarten erlaubt die zerstörungsfreie Untersuchung von Eigenspannungsprofilen von der Bauteiloberfläche bis tief im Volumen.
- Die vorgestellten Methoden (Neutronen, Synchrotron) können zur Prozessoptimierung eingesetzt werden. Zur Qualitätssicherung innerhalb der Produktionslinie eignen sie sich nicht. Indirekte Methoden (Mikromagnetik, Ultraschall) müssen zuvor mit diffraktometrischen Messungen kalibriert werden.