

# Neue Möglichkeiten der Materialanalyse durch hochenergetische Synchrotronstrahlung

**Hochenergetische Synchrotronstrahlung ist ein neues, sehr vielseitiges Instrument zur Materialanalyse und der zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen aller Art. Von einer Arbeitsgruppe der TU Clausthal, der Universität Göttingen und des HASYLAB Hamburg wurden spezielle Methoden zur Orientierungsabbildung des Werkstoffinneren entwickelt. Die neuen Techniken wurden in einem internationalen Workshop im April 2003 in Hamburg vorgestellt.**

Seit der Entdeckung der Beugung von Röntgenstrahlen durch Friedrich, Knipping und von Laue im Jahre 1912 hat sich die Röntgenfeinstrukturanalyse zu einer unverzichtbaren Methode der Materialuntersuchung entwickelt.

Insbesondere wird sie benutzt um:

- den atomaren Aufbau unbekannter Stoffe aufzuklären (Strukturanalyse)
- die Volumenanteile verschiedener Phasen in Stoffgemischen zu bestimmen (Phasenanalyse)
- innere Spannungen in Werkstoffen und Werkstücken zu ermitteln (Spannungsanalyse)
- Orientierungsverteilungen der Kristallite und Richtungsabhängigkeiten von Werkstoffeigenschaften zu analysieren (Texturanalyse)

Als Strahlungsquelle standen dafür bisher

hauptsächlich Röntgenröhren zur Verfügung. Sie liefern „charakteristische“ Strahlungen mit Wellenlängen um  $1\text{\AA}$  herum ( Längeneinheit:  $10^{-10}$  Meter, benannt nach dem schwedischen Physiker Anders Jonas Ångström, 1814–1874). Diese relativ „weichen“ Röntgenstrahlen dringen in die meisten Materialien nur etwa  $0,1\text{ mm}$  tief ein. Die eigentlichen Stoffuntersuchungen finden daher nur in einer dünnen oberflächenschicht dieser Größenordnung statt, von der man dann auf den gesamten Werkstoff oder das gesamte Werkstück schließen muß. Eine Strahlungsquelle ganz anderer Art ist das Synchrotron. Es liefert „weiße“ Röntgenstrahlen sehr hoher Intensität, die bisher ebenfalls im „weichen“ Bereich am  $1\text{\AA}$  herum zur Verfügung standen. Erst seit einigen Jahren kann man hochenergetische, harte Synchrotronstrahlung mit Wellenlängen in der Größenordnung von  $0,1\text{\AA}$  mit genügender Intensität erzeugen. Eine solche Strahlquelle steht am Strahlrohr BW5 im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB am Deutschen Elektronen Synchrotron DESY zur Verfügung. Verglichen mit der konventionellen Röntgenstrahlung aus Röntgenröhren besitzt diese hochenergetische Synchrotronstrahlung eine Reihe hervorragender Eigenschaften,

die neue Untersuchungsmöglichkeiten in den Materialwissenschaften eröffnen.

Das sind insbesondere:

- Die Eindringtiefe der Strahlung in praktisch allen Materialien beträgt mehrere Zentimeter, vergleichbar mit Neutronen. Das erlaubt die direkte Untersuchung des Werkstoffinneren massiver oder gekapselter Proben oder ganzer komplexer Baugruppen.
- Extrem hohe Strahlparallelität im Bereich von einigen Hundertstel Grad. Das erlaubt Texturanalysen mit höchstem Winkelauflösungsvermögen, z.B. in HTc-Supraleiter Schichten oder Einzelkornauflösung.
- Die Strahlintensität ist mehr als tausendfach höher als bei Röntgenröhren. Das erlaubt sehr kurze Belichtungszeiten, z. B. zur Untersuchung der Prozesskinetik oder zur schnellen zerstörungsfreien Inspektion von Werkstücken.
- Es können extrem feine Strahlquerschnitte im Bereich einiger Mikrometer ausgeblendet werden. Das erlaubt eine orts aufgelöste Materialanalyse, z. B. die Messung lokaler Texturen infolge inhomogener Umformprozesse oder Gefügeanalysen (Orientierungsstereologie) im Werkstoffinneren.