

Eigenstressanalyse mittels Neutronendiffraktometrie

Dipl.-Ing Matthias Reihle

Im Zuge von Leichtbaumaßnahmen entstehen zunehmend höhere qualitative Anforderungen an Bauteile. Um diese optimal zu gestalten, ist eine genaue Kenntnis über deren mechanische Eigenschaften im Fertigzustand nötig.

In Gussbauteilen ist die Quantifizierung des Eigenstresszustands während und nach der Erstarrung von großer Relevanz. Durch das gezielte Einstellen, die Simulation und die Bewertung der Eigenstressungen kann das Werkstoffpotenzial, insbesondere bei Verbundgussbauteilen, besser genutzt und die erreichbare Dauerfestigkeit erhöht bzw. Verzüge minimiert werden.

Zur Messung der Eigenstressungen werden sowohl zerstörende als auch zerstörungsfreie Messverfahren eingesetzt. Zu den zerstörenden Verfahren zählen beispielsweise das Bohrloch- sowie das Zerlegeverfahren. Bei beiden Verfahren wird das Spannungsgleichgewicht durch einen äußeren Eingriff bewusst gestört.

Mit den mechanischen Verfahren sind Eigenstresszustände oberflächennah bestimmbar. Zur zerstörungsfreien Ermittlung von 3D-Eigenstresszuständen im Bauteilinneren wird das Neutronendiffraktometer Stress-Spec der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) eingesetzt. Die Neutronendiffraktometrie basiert auf der Messung von Gitterebenenabständen in kristallinen Festkörpern (Abb. 1).

Die Neutronen werden über ein Blendsystem auf das zu messende Bauteil fokussiert, an den Gitterebenen gebeugt und schließlich wird der Streuwinkel $2\theta_{hkl}$ gemessen (Abb. 2). Dabei verknüpft die Bragg'sche Gleichung $\lambda = 2d_{hkl} \sin\theta_{hkl}$ die Wellenlänge λ der einfallenden Neutronen mit dem Streuwinkel $2\theta_{hkl}$ und den Abständen der Gitterebenen d_{hkl} , woraus die Eigenstressungen bestimmt werden.

Neben der Ermittlung der räumlichen Eigenstressverteilung bei Raumtemperatur werden in-situ Dehnungsmessungen während der Abkühlung eines Verbundgussprobekörpers nach dem Gießen sowie während einer Wärmebehandlung realisiert. Der hiermit messbare zeit- sowie temperaturabhängige Dehnungsaufbau liefert Erkenntnisse über die Entstehung der Eigenstressungen und kann zur Optimierung der Simulation herangezogen werden.

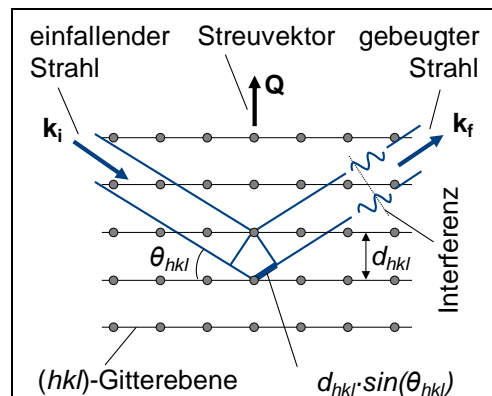


Abbildung 1: Messprinzip Neutronendiffraktometrie

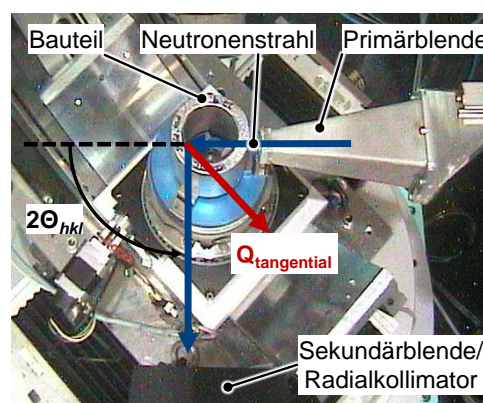


Abbildung 2: Messaufbau zur Eigenstressmessung am Diffraktometer Stress-Spec des FRM II

Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen
Prof. Dr.-Ing. W. Volk

Technische Universität München
Walther-Meißner-Straße 4
85748 Garching

Telefon: +49.89.289-13791
Telefax: +49.89.289-13738
www.utg.de

Dieses Forschungsvorhaben wird gefördert von: