



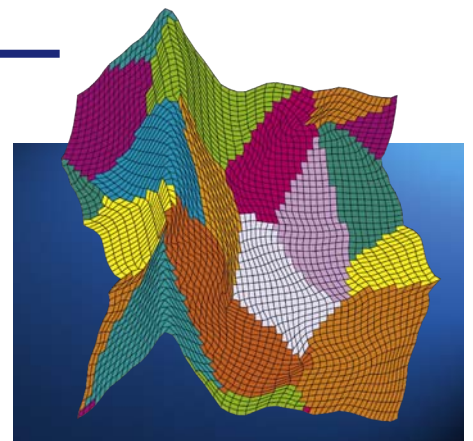
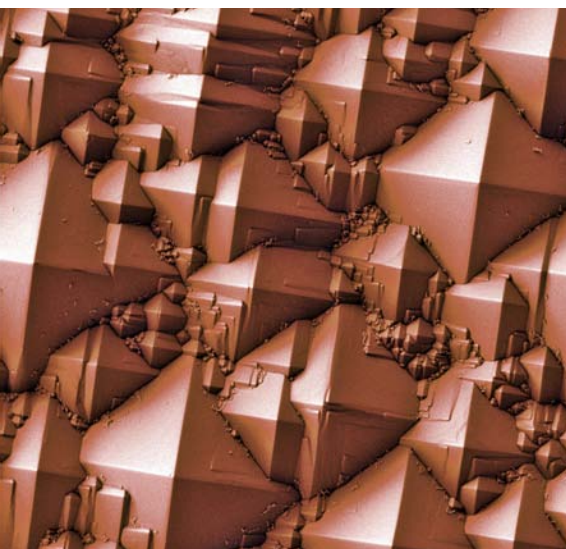
Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2007

Ableitung von Inspektionsintervallen für
Radsatzwellen auf Basis bruchmechanischer
Untersuchungen

Leistungsbereich
Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

Dr. Michael Luke
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49(0)761/5142-338
michael.luke@iwf.fraunhofer.de



Ableitung von Inspektionsintervallen für Radsatzwellen auf Basis bruchmechanischer Untersuchungen

Aufgabenstellung

Radsatzwellen wurden bisher anhand von historisch gewachsenen, auf Erfahrung basierenden Regelwerken erfolgreich ausgelegt. Trotz dauerhafter Bemessung kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass beispielsweise durch Steinschlag oder Korrosion rissähnliche Defekte entstehen, die unter Betriebsbelastung wachsen. Defektbehaftete Radsatzwellen werden zwar grundsätzlich ersetzt, dennoch müssen die Inspektionsintervalle für die im Betrieb verbleibenden Bauteile so gewählt werden, dass ein Versagen durch potenziell vorhandene Defekte mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Dazu sind neben der konventionellen Auslegung verifizierte bruchmechanische Bewertungsmethoden notwendig. Vor diesem Hintergrund werden am Fraunhofer IWM im Rahmen von Forschungs- (BMBF, EU) und bilateralen Industrieprojekten verschiedenste Fragestellungen bearbeitet. Übergeordnete Zielstellung ist es, einen Beitrag zur Weiterentwicklung des technischen Regelwerks, auch innerhalb der EU, zu leisten.

Vorgehensweise

Das zugrunde liegende bruchmechanische Konzept stützt sich im Wesentlichen auf drei Säulen ab:

1. den Werkstoffzustand – das Rissfortschrittsverhalten wird unter Berücksichtigung der für das Bauteil relevanten Fertigungs- und Einsatzbedingungen (Spannungsverhältnisse, Umgebungstemperaturen, etc.) ermittelt,
2. den Defektzustand – die zu bewertenden Defekte entsprechen in Form, Größe, Lage und Orientierung weitgehend den Befunden aus dem Betrieb, bzw. werden aus Befunden der zerstörungsfreien Prüfung abgeschätzt,
3. den Belastungszustand – wesentliche Merkmale der Belastung (Höhe, Verteilung, Reihenfolge) werden berücksichtigt.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Bruchfläche einer bauteilähnlichen Probe, deren Rissfortschrittsverhalten unter zyklischer Biegebelastung bestimmt wurde. Zwischen dem künstlich eingebrachten (erodierten) Rissstarter und der durch das Aufbrechen hervorgerufenen Gewaltbruchfläche sind die Bereiche des zyklischen Risswachstums und der Rissfrontmarken deutlich zu erkennen. Während des Versuchs erzeugte Rissfrontmarken helfen die Rissgeschwindigkeiten abschnittsweise zu bestimmen. Mit diesen Versuchsergebnissen können auf bruchmechanischen Werkstoffdaten (da/dN , ΔK_{th}) und Beanspruchungsanalysen (SIF) basierende Lebensdauerberechnungen verifiziert werden. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse gehen in Berechnungsergebnisse für das zu bewertende Bauteil ein. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Rissfortschrittsentwicklung für verschiedene synthetische Belastungsszenarien. Basierend auf dem Rissfortschrittsverhalten unter Betriebsbelastung können damit die erforderlichen Inspektionsintervalle abgeleitet werden. Nicht immer liegen die notwendigen Informationen im gewünschten Detaillierungsgrad vor. Daher besteht die Herausforderung oft darin, dennoch belastbare Teilaussagen abzuleiten.

Leistungsbereich Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

Der Leistungsbereich entwickelt experimentelle und numerische Methoden zur Festigkeitsbewertung hochbelasteter Werkstoffe und Bauteile und zur Beeinflussung des Eigenspannungszustandes.

Ansprechpartner

Dr. Michael Luke
michael.luke@iwm.fraunhofer.de

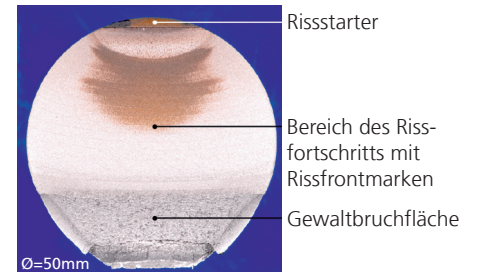


Abb. 1
Bruchfläche einer 1:3 Bauteilprobe aus 25CrMo4.

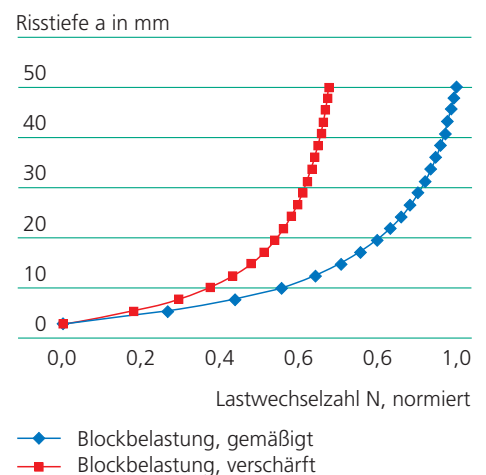
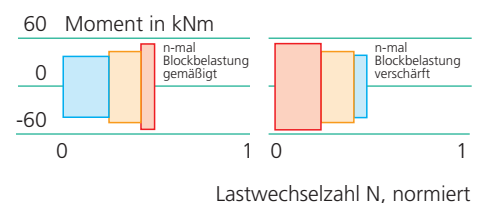


Abb. 2
Vergleich des Risswachstums bei verschiedenen Blockbelastungen.