

## Entwicklung eines ZfP-Verfahrens für ermüdungsbeanspruchte Bauteile

Die Bachelorarbeit hatte die Entwicklung und Validierung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens zur quantitativen Messung des Wachstums von Ermüdungsrissen in Kernkraftwerkstählen unter zyklischer Belastung zum Ziel. Dies geschah in Kooperation mit dem Schweizerischen Verein für technische Inspektionen (SVTI), welcher Kalibrierkörper mit definierten Rissgeometrien für Ultraschall- und Wirbelstromuntersuchungen benötigt. Das Konzept für die Probengestaltung wurde so gewählt, dass es auf einer Resonanzprüfmaschine unter der Verwendung des Konzeptes der 3-Punkt-Biegung durchgeführt werden konnte. Eine Online-Messung zur Verfolgung des Risswachstums mittels Ultraschall war mit dem zur Verfügung stehenden Gerät nicht möglich. Der SVTI arbeitet noch immer an einer realisierbaren Methode.

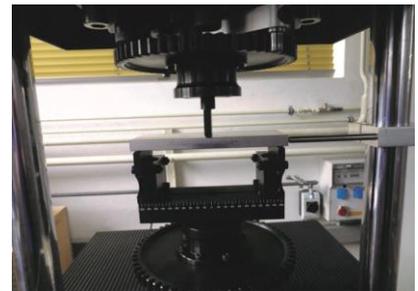
Bei der Entstehung eines Risses ändert sich die Steifigkeit der Probe und demnach auch die Resonanzfrequenz. Durch die Überwachung jener Resonanzfrequenz liess sich die Rissentstehung verfolgen. Es war möglich, Risstiefen von bis zu 1.3 mm bei optimalem Längen-Tiefenverhältnis von 6:1 herzustellen. Bei kleineren Risstiefen überwog der Fehler der Messung den eigentlichen Frequenzabfall, weshalb keine zuverlässigen Resultate möglich waren. Durch eine Verringerung der Breite bzw. Dicke der Proben könnte dies vermindert werden, da der relative Frequenzabfall ansteigen würde.

Der Rissstarter wurde mittels Gravierstichel in den Probekörper eingebracht. Mit der evaluierten äusseren Randzugspannung von 270 MPa konnte gezeigt werden, dass der Riss über eine lange Distanz gleichzeitig startet. Es bildeten sich viele Mikrorisse, welche sich zu einem grossen Riss verbanden. Die Rissstartergeometrie konnte erfolgreich optimiert werden. Durch die richtige Gestaltung des Rissstarters war es möglich, das erforderliche Längen-Tiefenverhältnis und eine halb elliptische Form des Ermüdungsrisses zu erreichen. Zur Entfernung des Rissstarters wurden verschiedene Möglichkeiten untersucht. Am aussichtsreichsten wäre die Entfernung durch elektrochemisches Abtragen (ECM), da dies das einzige Verfahren ohne eine Randschichtbeeinflussung ist. Durch Fräsen wurde der Riss jeweils zugeschmiert und beim Erodieren bedeckten Schmelztropfen den Riss. Deshalb sind diese beiden Verfahren eher ungeeignet.

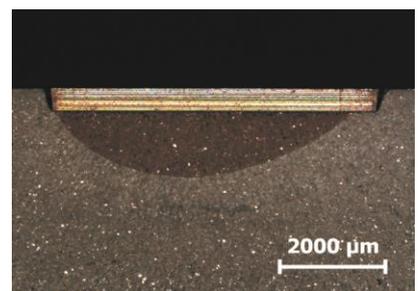


Diplomierende  
Joel Mühlematter  
Remo Zürcher

Dozent  
Arnd Jung



Aufbau der Prüfvorrichtung mit  
eingesetztem Bauteil in einer  
Resonanzprüfmaschine.



Stereomikroskopaufnahme eines  
eingebrachten Ermüdungsrisses. Die  
Rissfläche ist durch Oxidationsfärbem  
hervorgehoben. Der konzipierte  
Rissstarter ist oberhalb der Rissfläche  
zu sehen.