

Ausschreibung Bachelor- oder Masterarbeit

Thema: Implementierung der Steuerung eines automatisierten DCPD-Risslängenmesssystems für Ermüdungsversuche in Python mit einer graphischen Nutzeroberfläche

Kooperative Betreuung durch die HTW Berlin (Prof. Dr. Schulz) und die Bundesanstalt für Materialforschung Berlin (Dipl.Ing. Werner)

Hintergrund: Unter mechanischer Ermüdung eines metallischen Bauteils versteht man die Entstehung und das Wachstum von Rissen bei zyklischer Belastung bis es – im schlimmsten Fall – zum Versagen kommt. Anders als beim Bruch aufgrund von Überlastung, der sich i.d.R. durch starke Deformationen ankündigt, bleibt Ermüdungsrisswachstum häufig unbemerkt. Insbesondere im Leichtbau erfolgt die Auslegung von metallischen Komponenten daher häufig nach der Philosophie der Schadenstoleranz, d.h. es werden Risse bis zu einer unkritischen Größe zugelassen, wobei ihre Entstehung und Größe durch regelmäßige Inspektion überwacht wird. Um die Restlebensdauer der Komponente vorhersagen zu können, muss das lastabhängige Risswachstumsverhalten des verwendeten Werkstoffes bekannt sein.

Versuche zur Ermittlung von Ermüdungsrisswachstum in Werkstoffen erfolgen an gekerbten Proben: Ausgehend von der Kerbe wird zunächst ein Anriss erzeugt. Die Risswachstumsrate wird im folgenden Versuch in Abhängigkeit einer zyklischen Risspitzenlast ermittelt, welche neben Last und Probengeometrie die Risstiefe als Eingangsgröße hat. Eine gängige Methode, um letztere in metallischen Proben zu ermitteln, ist die Messung des elektrischen Spannungsabfalls über die Rissebene bei einem angelegten, konstanten Strom und seiner Korrelation mit der Risslänge (DCPD – *Direct Current Potential Drop*). Vorteile dieses Verfahrens liegen in der Mittelung der Risstiefe über die Rissfront (im Gegensatz zu oberflächlichen Messmethoden), der möglichen hohen Auflösung (Rissinkremente von 10 µm sind messbar), sowie der Möglichkeit zur kontinuierlichen Überwachung der Risslänge während des Versuchs. Um eine hohe Präzision zu erreichen ist es nötig, temperaturbedingte Änderungen der Spannung zu eliminieren und eine Drift des Signals zu verhindern.

Im Rahmen dieser Abschlussarbeit soll ein DCPD-Messsystem softwareseitig umgesetzt werden. Insbesondere soll die Möglichkeit der Triggerung der Spannungsmessung anhand des Lastsignals der Prüfmaschine überprüft werden. Zudem ist ein zentraler Punkt das Erstellen einer graphischen Nutzeroberfläche, die dem Nutzer zur Eingabe von Messparametern dient und ihm diese sowie die laufenden Messwerte anzeigt. Als zentrale Recheneinheit dient ein Raspberry-Pi, der folgende Messgeräte und Sensoren steuern und/oder ihre Messwerte verarbeiten soll:

- Nanovoltmeter zur Messung des Spannungsabfalls über die Rissebene,
- Gleichstromquelle,
- Polwender zum Umkehren der Stromflussrichtung,
- Thermoelemente/Pt100-Temperatursensoren zur Ermittlung der Proben temperatur.

Die Kommunikation mit den Geräten erfolgt über ihre GPIB-Schnittstelle. Zur Ermittlung der Temperatur und zur analogen Übertragung des Risslängensignals an die Prüfmaschine werden Elemente des Baukastensystem Tinkerforge verwendet.

Aufgaben und Arbeitsschritte: (noch abstimmbare)

- Literaturrecherche zum Thema insbesondere hinsichtlich Anforderungen an die Messung von Risslängen mittels DCPD unter zyklischer Belastung;
- Auswahl einer kostengünstigen, hochauflösenden (≥ 16 Bit), Signal-stabilen und zum Raspberry-Pi kompatiblen Lösung zur analogen Signalübertragung an die Prüfmaschine sowie ihre Validierung;
- Umsetzung einer Triggerung des Nanovoltmeters zur Messung bei maximaler Last während eines Belastungszyklus der Probe (maximale Rissöffnung) anhand eines analogen oder digitalen Ausgangssignals der Prüfmaschine;
- Implementierung eines übersichtlichen und gut kommentierten modularen Programmes zur Automatisierung der Risslängenmessung für Ermüdungsversuche unter Nutzung o.g. Hardware:
 - o Steuerung der Stromquelle (Sollwert, Istwert, Spannungsmesswerte),
 - o Steuerung des Nanovoltmeters (Range, Integrationszeit, Messungstriggerung, Messwertübertragung),
 - o Steuerung des Polwenders zur periodischen Umkehrung der Stromflussrichtung,
 - o Temperaturkompensation und Mittelung der gemessenen Spannung über eine Messperiode,
 - o Berechnung der Risslänge,
 - o Signalübertragung an die Prüfmaschine (Risslänge und Programmabbruch),
 - o Kontinuierliches Speichern der Messdaten,
 - o Erstellung einer graphischen Nutzeroberfläche für die Eingabe von Versuchsparametern und deren Veränderung (nur bei pausiertem Programm) und die Darstellung der Messdaten,
 - o Möglichkeit zum Laden von Setup-Dateien.
- Darstellung des Programmablaufs (z.B. mittels Struktogramm);
- Validierung des Messsystems anhand einiger (bis zu drei) Ermüdungsrisswachstumsversuchen mithilfe optischer Risslängenmessung.

