

Gruppe

**ERMÜDUNGSVERHALTEN**

Dr. Majid Farajian | Telefon +49 761 5142-268 | majid.farajian@iwm.fraunhofer.de

## WERKSTOFFCHARAKTERISIERUNG FÜR SIMULATIONEN GESCHWEISSTER METALLISCHER KOMPONENTEN

Die Ermüdungsfestigkeit von Schweißverbindungen fällt gegenüber dem unbehandelten Ausgangswerkstoff stark ab. Gründe hierfür sind unter anderem die durch den Schweißauswurf entstehenden geometrischen Kerben sowie die aufgrund von Schrumpfung und Zwängung während des Abkühlvorgangs der Schweißnähte entstehenden lokalen Zugeigenspannungen. Besonders kerb- und eigenspannungsempfindliche hochfeste Stähle weisen im geschweißten Bereich keine wesentlich höheren Ermüdungsfestigkeitswerte gegenüber niederfesten Baustählen auf. Dies bedeutet, dass dadurch Leichtbaukonstruktionen zur Material- und Ressourcenschonung oft nur bedingt als Schweißkonstruktionen ausgeführt werden können. Möglichkeiten zur gezielten Verbesserung dieser Schwachpunkte sind unter anderem Verfahren der mechanischen Oberflächenbehandlung wie Hochfrequenzhämmern, die die Kerbwirkung reduzieren und schädliche Zugeigenspannungen entfernen. Im Rahmen des AiF-Projekts »High Frequency Mechanical Impact – Simulation« (FVS 09.080 / IGF Nr. 19227N/1) erfolgte deshalb eine ausführliche Materialcharakterisierung der Wärmeeinflusszonen von Schweißverbindungen zur numerischen Prozess- und Schädigungssimulation.

### Werkstoffmodellierung für die Prozesssimulation

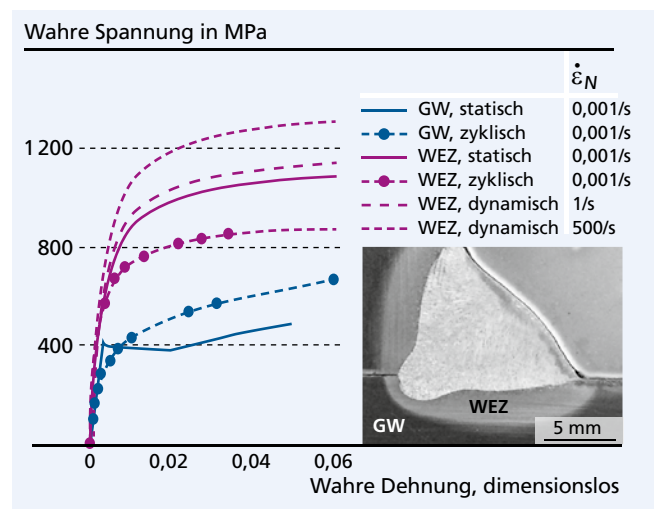
Bei der mechanischen Oberflächenbehandlung von Schweißnähten durch Hochfrequenzhämmern schlägt ein gehärteter Metallmeißel mit hoher Geschwindigkeit auf die Naht. Zur Berücksichtigung der dehnratenabhängigen Streckgrenze der Wärmeeinflusszonen wurden dynamische Zugversuche mit hoher Geschwindigkeit durchgeführt (siehe Abbildung 1). Dabei wurden Stahlproben zuvor mittels Gleeble-Simulator gemäß eines aus dem realen Schweißprozess gemessenen Temperaturprofils aufgeheizt und abgekühlt. Dadurch konnte

das Gefüge im Gleichmaßbereich der Proben exakt an das Gefüge der Wärmeeinflusszone der Naht angepasst werden.

### Werkstoffmodellierung für die Schädigungssimulation

Entfestigungsvorgänge während zyklischer Belastung von harten Werkstoffzuständen führen zu deutlich höheren nicht-linearen Dehnungen während des Ermüdungsvorgangs. Um dies zu berücksichtigen, wurden dehnratenabhängige Low-Cycle-Fatigue-Versuche durchgeführt. Die einzelnen zyklischen Spannungs-Dehnungs-Hysteresen bei Halblebensdauer wurden zur Anpassung eines viskoplastischen Materialmodells verwendet, welches das zyklische Werkstoffverhalten der Wärmeeinflusszonen abbildet.

Jan Schubnell, Dr. Majid Farajian



1 Statische und dehnratenabhängige zyklische und dynamische Spannungs-Dehnungs-Diagramme von S355J2H aus dem Grundwerkstoff (GW) und der Wärmeeinflusszone (WEZ) mit jeweiliger Nenndehnrate  $\dot{\epsilon}_N$ .