

Schlussbericht

zu IGF-Vorhaben Nr. 19091 N

Thema

Thermomechanische Ermüdung geschweißter Blechstrukturen – Erstellung eines Bemessungs- und Lebensdauerkonzepts mit Richtliniencharakter unter Berücksichtigung elastisch-plastischer Deformationen

Berichtszeitraum

01.04.2016 - 30.06.2019

Forschungsvereinigung

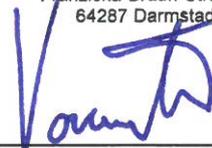
Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V. - FVV
Lyoner Straße 18, 60528 Frankfurt/Main

Forschungsstelle(n)

Forschungseinrichtung 1/2: Technische Universität Darmstadt - Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik - Fachgebiet Werkstoffmechanik
Franziska-Braun-Straße 3, 64287 Darmstadt

Forschungseinrichtung 2/2: Technische Universität Darmstadt - Materialprüfanstalt und Institut für Werkstoffkunde
Grafenstraße 2, 64283 Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Michael Vormwald
Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Werkstoffmechanik
Franziska-Braun-Straße 3
64287 Darmstadt





Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde
Postfach 11 14 82 • 64229 Darmstadt
Grafenstraße 2 • 64283 Darmstadt

Darmstadt, 28.08.19

Ort, Datum

Name und Unterschrift aller Projektleiter der Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:

TMF-Schweißnähte

Vorhaben Nr. 1224

Thermomechanische Ermüdung geschweißter Blechstrukturen - Erstellung eines Bemessungs- und Lebensdauerkonzepts mit Richtliniencharakter unter Berücksichtigung elastisch-plastischer Deformationen

Abschlussbericht

Kurzfassung:

Abgasführende Komponenten werden im Betrieb zyklischen thermomechanischen Belastungen ausgesetzt. Daraus folgen lokale plastische Verformungen des Werkstoffs, die zur Anrissbildung führen können. Ausgangspunkt für ein Versagen ist oft eine Kerbe an einer Schweißnaht der Bauteile. Etablierte Bewertungsansätze sind in diesem Fall jedoch entweder nicht anwendbar oder erfordern einen hohen Rechen- und Modellierungsaufwand.

Aus diesem Grund wurde ein Strukturdehnungskonzept entwickelt, das die Beurteilung von thermomechanisch beanspruchten Schweißverbindungen im Kurzzeitfestigkeitsbereich erlaubt. Um die praktische Anwendung des Ansatzes zu ermöglichen und reproduzierbare Ergebnisse zu gewährleisten, wurden Vorschriften für die Modellierung und Vernetzung des FE-Modells sowie für die Berechnung von Hot-Spot-Strukturdehnungen formuliert. Entsprechende Strukturdehnungswöhlerlinien zur Bewertung dieser Hot-Spot-Strukturdehnungen wurden aus Experimenten abgeleitet.

Das experimentelle Programm umfasste Dehnwechselversuche mit geschweißten und ungeschweißten Flachproben aus den beiden artverschiedenen Werkstoffen 1.4301 (X5CrNi18-10) und 1.4509 (X2CrTiNb18) unter isothermen und thermozyklischen Bedingungen. Aus den Prüfungen resultierten neben Informationen über das zyklische Werkstoffverhalten und die Ermüdungsfestigkeit der Werkstoffe auch Informationen über Schadensmechanismen unter verschiedenen thermischen Bedingungen. Darüber hinaus wurde der Versuchsstand erweitert und verbessert, so dass aus den aufwendig durchzuführenden thermomechanischen Ermüdungsversuchen an Flachproben ein möglichst hoher Erkenntnisgewinn resultieren kann.

Validierungen an vier Überlappungsstößen und zwei generischen Bauteilen unter thermomechanischer Beanspruchung haben gezeigt, dass es möglich ist, die Ermüdungslebensdauer von Schweißverbindungen mit Hilfe des Strukturdehnungskonzepts mit hinreichender Genauigkeit vorherzusagen. Die Validierung hat aber auch gezeigt, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, um diese Ergebnisse weiter abzusichern und um Einflüsse wie Kriechen und Mehrachsigkeit zu berücksichtigen.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist erreicht worden.

Berichtsumfang: 143 S., 139 Abb., 21 Tab., 61 Lit.

Laufzeit: 01.04.2016 - 30.06.2019

Zuschussgeber: BMWi / AiF-Nr. 19091 N

Forschungsstellen: Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik (IFSW),
Technische Universität Darmstadt
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Michael Vormwald

Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde (IfW),
Technische Universität Darmstadt
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechner

Bearbeiter und Verfasser:

Simon Moser, M.Sc. (IFSW)
Prof. Dr.-Ing. Michael Vormwald (IFSW)
Dr.-Ing. Heinz Thomas Beier (IFSW)

Alexander Erbe, M.Sc. (IfW)
Dr.-Ing. Falk Müller (IfW)
Dr.-Ing. Christian Kontermann (IfW)

Vorsitzender projekt-
begleitender Ausschuss:

Frank Schilling, M.Eng. (MTU Friedrichshafen)

Weitere Berichte zum
Forschungsvorhaben:

R582 (2018) Zwischenbericht
R590 (2019) Abschlussbericht

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 19091 N der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen (FVV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.