

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

22. Oktober 2025 || Seite 1 | 3

Neue Maßstäbe im Schiffbau: Laserstrahlschweißen für leistungsstarke Stahl-Aluminium-Verbindungen

In dem Forschungsvorhaben FOLAMI wurde die prozesssichere Herstellung von dickwandigen Stahl-Aluminium-Mischverbindungen mittels Laserstrahlschweißen untersucht. Forschende aus dem Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF haben dabei eine Methode zur Bewertung der Stahl-Aluminium-Laserstrahlschweißverbindungen und deren Anwendung in einem Adapter entwickelt. Die Ergebnisse zeigen die Effektivität des Stoff- und Formschlusses bei Laserstrahlschweißverfahren. Das eröffnet Potenzial für Leichtbaukonzepte im Schiffbau und weiteren Branchen, die mit hybriden Werkstoffsystemen arbeiten.

Im Schiffbau, insbesondere im Yachtbau, finden Multimaterialverbindungen verbreitet Einsatz, wenn der Leichtbauwerkstoff Aluminium mit den konventionell verarbeiteten Stahlwerkstoffen kombiniert wird, beispielsweise als Fügetechnik des Aluminiumdeckaufbaus mit dem Stahlrumpf. Realisiert wird diese Stahl-Aluminium-Mischverbindung bislang in Form sogenannter explosionsgeschweißter Adapter. Laserstrahlschweißen kann hier als neuartiges Schweißverfahren zukünftig als alternative Fertigungstechnik dienen. Diese entwickelte Methode erzeugt form- und stoffschlüssige Fügeverbindungen mit deutlich verbesserten Festigkeiten, insbesondere unter Kopfzugbelastung.

Neue Bewertungslösung mit Simulation und Peak-Stress-Methode

In dem Verbundprojekt FOLAMI »Formschlüssiges Laserstrahlschweißen der Mischverbindung aus Stahl und Aluminium für betriebsfeste Halbzeuge im Schiffbau« lieferte das Fraunhofer LBF begleitend zur Schweißprozessentwicklung mit numerischen Belastungssimulationen für die Optimierung der Schweißnahtgeometrien und Schweißprozessparameter maßgeblichen Beitrag. Im Teilvorhaben des Fraunhofer LBF lag der Fokus in der Entwicklung einer Methodik zur Bewertung der Stahl-Aluminium-Laserstrahlschweißverbindungen und deren Umsetzung in einem geschweißten Adapter. Dazu wurde eine lokale Bewertungsmethode, die sog. Peak-Stress-Methode, auf den Anwendungsfall der Stahl-Aluminium-Mischverbindung mit Hilfe der digitalen Bildkorrelation zum Dehnungsabgleich übertragen und eine lokale Schwingfestigkeitsbewertung realisiert. Die experimentellen Ergebnisse zeigen neben gesteigerten Ermüdungsfestigkeiten des entwickelten Adapterhalbzeugs hohe Zugfestigkeiten, die nahe an den Dehngrenzen des Aluminiumreferenzwerkstoffs EN AW-5083 liegen, was auf die Effektivität des Stoff- und Formschlusses hinweist.

Redaktion

Anke Zeidler-Finsel | Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF | Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz |
Bartningstraße 47 | 64289 Darmstadt | www.lbf.fraunhofer.de | anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de | Telefon +49 6151 705-268

KI-gestützte Lebensdauerprognose von Laserstrahlschweißnähten zwischen Aluminium und Stahl

PRESSEINFORMATION22. Oktober 2025 || Seite 2 | 3

Der neu entwickelte Bewertungsablauf sieht vor, die sich einstellenden Schweißnahtparameter, wie bspw. Anbindungsbreite oder Einschweißtiefe der Laserstrahlschweißnaht von EN AW-6082 T6 Aluminium in S355 Stahl, mit der nach der Peak-Stress-Method abgeleiteten und experimentell verifizierten Schwingfestigkeit zu korrelieren. Als Erweiterung der Datenbasis gegenüber den Versuchsergebnissen wurden Parametervariationen der Schweißnahtgeometrien und Finite-Elemente-Belastungssimulationen zur Ableitung von Peak-Stresses durchgeführt, die unterteilt in einen Trainings- und Testdatensatz zur Prognose der Lebensdauer mit einem neuronalen Netzwerk genutzt werden.

Übertragbarkeit auf andere gefügte metallische Multimaterialverbindungen

Mit dem Forschungsergebnis steht ein Bewertungsansatz für diese spezifische Stahl-Aluminium-Mischverbindung zur Verfügung, der auch Potenziale für die Übertragbarkeit auf andere gefügte, metallische Multimaterialverbindungen bietet. Von diesen Ergebnissen profitieren Unternehmen aus dem Schiffbau, Fahrzeugbau sowie Maschinen- und Anlagenbau, die mit hybriden arbeiten. Die neue Bewertungsmethodik ermöglicht es, die Lebensdauer von Produkten präzise vorherzusagen und die strukturelle Integrität zu erhöhen.

Hintergrund zum Projekt

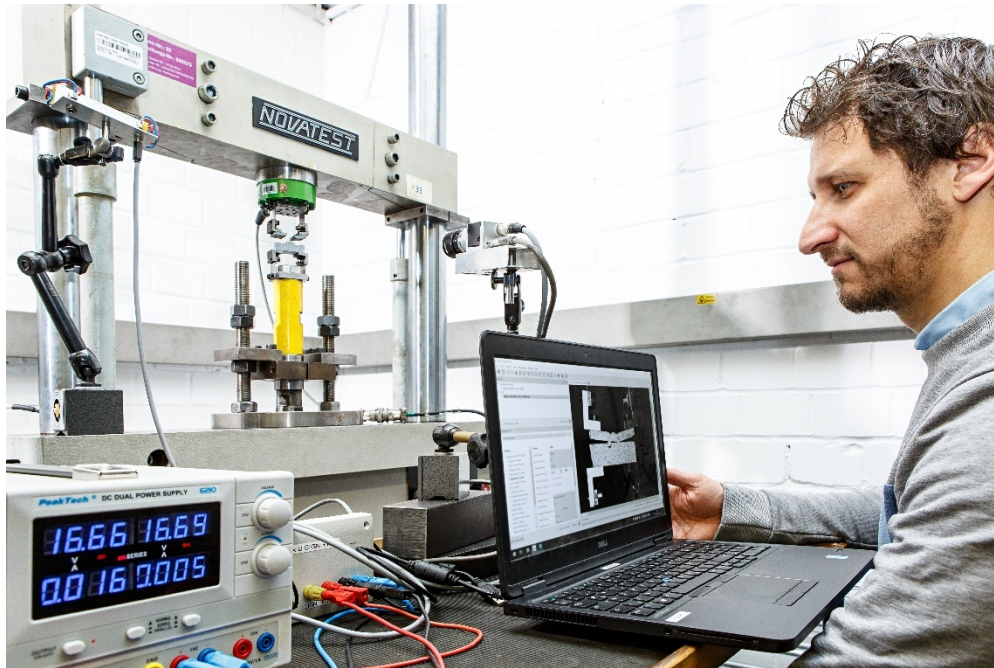
Das Projekt „Formschlüssiges Laserstrahlschweißen der Mischverbindung aus Stahl und Aluminium für betriebsfeste Halbzeuge im Schiffbau“ (FOLAMI), des Forschungszentrum Jülich GmbH (PtJ), wurde im Rahmen des Programms »Maritime Technologien der nächsten Generation« durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

#Schwingfestigkeitsbewertung, #Stahl-Aluminium-Schweißverbindung, #Schiffbau

Mehr zum Projekt: www.lbf.fraunhofer.de/folami

Wissenschaftlicher Kontakt:

Dr. Benjamin Möller, benjamin.moeller@lbf.fraunhofer.de
Tim Korschinsky M. Sc., tim.korschinsky@lbf.fraunhofer.de



PRESSEINFORMATION22. Oktober 2025 || Seite 3 | 3

Experimentelle Schwingfestigkeitsanalyse zur lokalen Schwingfestigkeitsbewertung von Stahl-Aluminium-Schweißnähten mithilfe digitaler Bildkorrelation. Foto: Fraunhofer LBF

Das **Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF** in Darmstadt steht seit 1938 für Sicherheit und Zuverlässigkeit von Leichtbaustrukturen. Mit seinen Kompetenzen auf den Gebieten Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Schwingungstechnik und Polymertechnik bietet das Institut heute Lösungen für drei wichtige Querschnittsthemen der Zukunft: Systemleichtbau, Funktionsintegration und cyberphysische maschinenbauliche Systeme. Im Fokus stehen dabei Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen, wie Ressourceneffizienz und Emissionsreduktion sowie Future Mobility, wie die Elektromobilität und das autonome, vernetzte Fahren. Die Auftraggeber kommen u.a. aus dem Fahrzeugbau, der Luftfahrt, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Energietechnik, der Elektrotechnik, der Medizintechnik sowie der chemischen Industrie. Sie profitieren von ausgewiesener Expertise der rund 400 Mitarbeitenden und modernster Technologie auf mehr als 17 900 Quadratmetern Labor- und Versuchsfläche. www.lbf.fraunhofer.de

Pressekontakt: Anke Zeidler-Finsel | anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de | Telefon +49 6151 705-268

Wissenschaftlicher Kontakt: Dr. Benni Möller | Telefon +49 6151 705-501 | benjamin.moeller@lbf.fraunhofer.de