



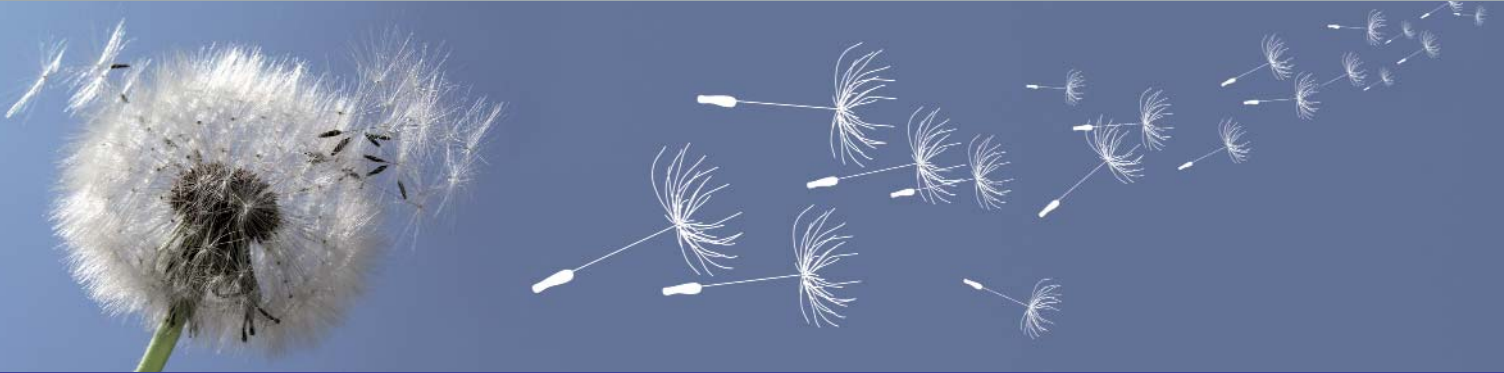
Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



MOBILITÄT GANZ LEICHT

Lasertechnologien für innovative Leichtbaukonzepte

Motivation

Je leichter, desto besser! Dieses Motto ist seit jeher ein treibender Faktor in der Fahrzeugindustrie. Innovativer Leichtbau erfordert eine Gewichtsreduktion ohne die Steifigkeit, zyklische Belastbarkeit und Festigkeit zu vermindern. Neue Materialien, Fügetechniken und Leichtbaukonzepte helfen Fahrzeugen beim Abspecken. Jedes Gramm weniger auf der Waage bedeutet weniger Spritverbrauch und weniger Kohlendioxid-Emissionen.

Die Entwicklung von Fertigungstechnologien und Konzepten zur Bearbeitung neuer Leichtbauwerkstoffe ist wesentlicher Schwerpunkt der Forschungsarbeiten am Fraunhofer IWS Dresden. Ausgewählte Beispiele zeigen Einsatzmöglichkeiten des Lasers bei der Umsetzung von Leichtbaukonzepten.

1. Laserschweißen im Getriebebau

Kraftübertragungselemente, bestehend aus Wellen und darauf befestigten Kraftaufnehmern wie Zahnrädern, Nocken, Kupplungsteilen, Kardan-Gabeln o. ä. sind wesentliche Bauelemente im Getriebebau. Diese Komponenten bestehen häufig aus schwer schweißbaren Vergütungs- bzw. Einsatzstählen.

Die Entwicklung von Fügeverfahren für Vergütungsstähle bzw. Gusseisen-Stahl-Mischverbindungen ist Kernkompetenz des Fraunhofer IWS. Die serientaugliche Technologie zum Laserschweißen von gusseisernen Differentialkörpern mit Differentialrädern aus Vergütungsstählen ermöglicht eine Gewichtseinsparung von 1,2 kg (!) pro Teil. Im Vergleich zum Verschrauben werden durch den Wegfall etlicher Zerspanungs- und Schraubearbeitsgänge zusätzlich erhebliche Kosteneinsparungen realisiert.

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3210

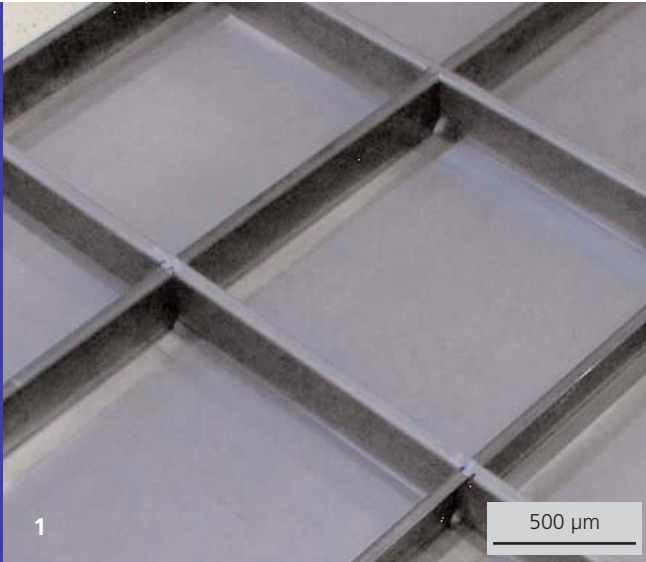
www.iws.fraunhofer.de

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Jens Standfuß

Telefon +49 351 83391-3212

jens.standfuss@iws.fraunhofer.de



2. Lasergeschweißte Leichtbau-Integralstrukturen

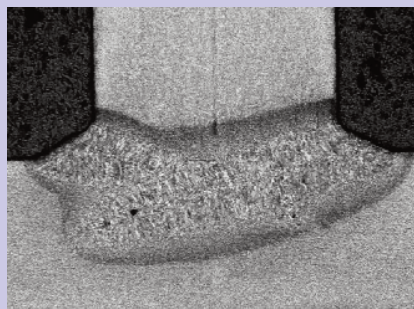
Im Schienenfahrzeugbau werden Baugruppen wie z.B. Waggonseitenwände derzeit in differenzieller Bauweise hergestellt. Die Verbindung zwischen Außenhautblech und Versteifungselementen erfolgt dabei üblicherweise als Punktschweißung im Überlappstoß.

Das Fraunhofer IWS hat auf Grundlage der Integralbauweise eine neuartige Konstruktion mit Vollanschluss der Versteifungselemente entwickelt. Basis der Bauweise ist eine T-Stoß-Verbindung. Damit kann Materialdopplung eliminiert und eine signifikante Gewichtsersparnis realisiert werden.

Zum Einsatz kommen weiterhin L-förmige Versteifungselemente, die eine vereinfachte Auslegung der Integralknoten erlauben. Die Versteifungselemente werden mittels Laserstrahl

unter sehr flachem Einstrahlwinkel von beiden Seiten gleichzeitig, unter bestimmten Umständen auch einseitig, geschweißt. Maßgabe für die Prozessauslegung ist die Realisierung des vollständigen Anschlusses des Stegquerschnittes bei minimaler Wärmeeinbringung. Die exakte Positionierung und Fixierung der Anschweißelemente während des Schweißprozesses wird über eine prozessintegrierte mobile Spanneinrichtung realisiert.

Querschliff eines beidseitig geschweißten T-Stoßes



3. Patchworkstrukturen für leichte Karosserien

Zur Erhöhung der Belastbarkeit und Steifigkeit von Blechbauteilen bei gleichzeitiger Massereduzierung bietet das Patchwork-Verfahren einen neuen Ansatz zur effektiven lokalen Bauteiloptimierung. Das Prinzip beruht auf der Minimierung der Blechdicke und der lokalen Verstärkung der Grundplatte durch das Aufbringen eines kleineren Patchbleches in Bereichen mit hoher mechanischer Beanspruchung. Das Fügen beider Bleche erfolgt im ebenen Zustand, anschließend wird der entstandene Patchverbund umgeformt.

Durch das Remote-Laserschweißen können an die Beanspruchung und die Patchform angepasste Nahtkonturen effizient erzeugt und Prozessschritte eingespart werden. Die hohe Nahtfestigkeit garantiert dabei eine sichere Übertragung der Umformkräfte und eine einwandfreie Bauteilfunktion im Betrieb. Die Vorteile des Laserschweißens liegen in der Werkstoffeinsparung sowie in der Herstellbarkeit von Strukturen mit hoher Beanspruchbarkeit bei minimiertem Gewicht.

Vorteile geschweißter Integralstrukturen

- reduziertes Bauteilgewicht
- konstant hohe Schweißnahtqualität
- hohe Schweißgeschwindigkeit von derzeit mehr als 4 m / min
- reduzierte Fertigungsnebenzeiten
- verbesserte Struktursteifigkeit und Festigkeit
- geringer Bauteilverzug durch minimale Wärmeeinbringung
- minimaler Winkelverzug durch symmetrisches Schweißen
- verbesserte Korrosionsbeständigkeit durch Vermeidung von Spalten
- minimale Beeinträchtigung der Oberflächenqualität auf der Sichtseite der Außenwand



4. Lasergeschweißte Steg-Schlitz-Verbindungen

Für den Bereich Straßenverkehr kommt neben neuen, energieeffizienten Antriebskonzepten der Reduktion des Gesamtfahrzeuggewichtes eine besondere Bedeutung zu. Die konsequente Umsetzung eines kostenoptimierten und ressourceneffizienten Leichtbaus in der Fertigung erfordert wirtschaftliche, robuste, flexible und skalierbare Lösungen unter Berücksichtigung der hohen Variantenvielfalt in den unterschiedlichen Fahrzeugklassen.

Selbstzentrierende Steg-Schlitz-Bauweisen stellen ein Kernstück für die Umsetzung eines innovativen konstruktiven Leichtbaus dar. In Verbindung mit laserbasierten, wärmearmen Fügeverfahren ermöglicht dieses Fügestellendesign die qualitätsgerechte Realisierung von Mischverbindungen und somit den beanspruchungsgerechten stofflichen Leichtbau.

Der Einsatz flexibler Laserverfahren sowie der drastisch reduzierte Aufwand für Spanntechnik bei Einsatz o. g. selbstzentrierender Steg-Schlitz-Bauweisen ermöglicht im Hinblick auf die zunehmende Variantenvielfalt eine kostengünstige Fertigung.

Durch das Umformen im unverfestigten Zustand und die Integration des Prozessschrittes Laserverfestigung in den Zusammenbau können insbesondere bei paralleler Nutzung vorhandener Laseranlagen die Fertigungskosten deutlich reduziert werden.

5. Lokale Laserverfestigung zur Verbesserung des Crashverhaltens

Im modernen Karosseriebau werden Leichtbaukonzepte häufig über den Einsatz hoch- oder höchstfester Werkstoffe, wie zum Beispiel kaltverfestigter Mehrphasenstähle oder Presshärtestähle realisiert. Die Verarbeitung dieser Werkstoffe stellt wegen der reduzierten Umformbarkeit hohe Anforderungen an die Fertigungstechnik.



Ein neuer Lösungsansatz des Fraunhofer IWS Dresden ist das Einbringen lokaler Verfestigungszonen in Karosseriebauteile. Durch eine lokale Gefügemodifizierung mittels Laserstrahl werden hoch beanspruchte Bauteilbereiche verstärkt. Die damit verbundene Anhebung der lokal ertragbaren Belastung sowie die Realisierung eines kontrollierten Bauteilversagens hat eine signifikante Verbesserung des Crashverhaltens zur Folge.

Im Hinblick auf die notwendige Präzision der Wärmeeinbringung und die erforderliche Modulationsfähigkeit des Temperaturfeldes stellt der Einsatz von Hochleistungslasern mit entsprechender Strahlformung einen technologisch viel versprechenden Ansatz dar. Durch das Umformen im unverfestigten Zustand und die Integration des Prozessschrittes Laserverfestigung in den Zusammenbau können insbesondere bei paralleler Nutzung vorhandener Laseranlagen die Fertigungskosten deutlich reduziert werden.

Geschlitztes Deckblech aus Aluminium mit eingeschweißtem Steg aus verzinktem Stahlblech



- 1 Laserstrahlgeschweißte Integralstruktur der Abmessung 1,25 m x 1,25 m für Schienenfahrzeuge
- 2 Demonstrator Motorhaube mit randentspanntem Patch
- 3 laserstrahlgeschweißte Steg-Schlitz-Konstruktion aus verzinktem Blech
- 4 durch Einschweißen laserverfestigte Rohre zeigen im Stauchversuch ein besseres Versagensverhalten

6. Maßgeschneiderte Bimetall-Verbinder

Multimaterial-Systeme mit maßgeschneiderten Werkstoffkombinationen sind der Schlüssel für ressourceneffiziente Leichtbaulösungen zukünftiger Verkehrssysteme. Ihr Einsatz wird durch das Fehlen effizienter flächiger Fügeverfahren für nicht schmelzschweißbare metallische Werkstoffkombinationen erheblich behindert.

Dieses Anwendungshemmnis wird mit der industriellen Einführung eines neuartigen Fügeverfahrens, des sogenannten Laserinduktionswalzplattierens beseitigt. Das Prinzip beruht auf einem Kurzzeit-Diffusionspressschweißen, das durch das gleichzeitige sehr kurze Einwirken einer hohen Tempera-

tur und einer mechanischen Spannung an der Fügegrenzfläche erreicht wird. Technisch wird das Prinzip durch das gleichzeitige Einkoppeln von induktiver und Laserenergie in die zu fügenden Blechbänder und den Walzspalt einer Walzapparatur erreicht.

Mit dem Verfahren können sehr effizient, mit Geschwindigkeiten von 10 bis 30 m/min, 5 bis 20 mm breite, hochbelastbare Fügeflächen in den für den Leichtbau wichtigsten Werkstoffkombinationen Stahl/Aluminium, Aluminium/Titan und Aluminium/Magnesium erzeugt werden.

Die entstehenden Bimetall-Verbinder werden in nachfolgenden Bearbeitungsschritten umform- und/oder fügetechnisch weiter verarbeitet.

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

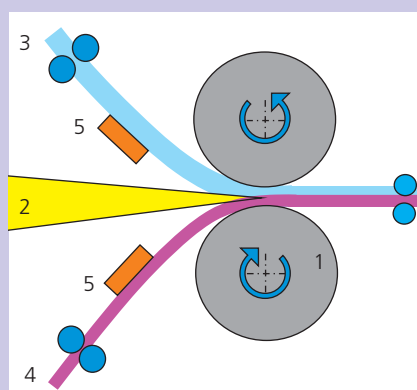
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3210
www.iws.fraunhofer.de

Ansprechpartner

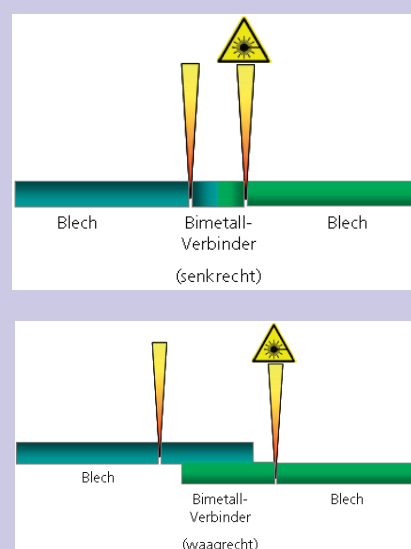
Dr.-Ing. Jens Standfuß
Tel. +49 351 83391-3212
jens.standfuss@iws.fraunhofer.de

Schema des Laserinduktionswalzplattierens



- 1 Walzenstock
- 2 Laser
- 3/4 Bandmaterial (Al, Ti, Mg, ...)
- 5 Induktor

Schema des Laserschweißens mit Bimetall-Verbindern



5 Bimetall-Verbinder mit lasergeschweißtem Aluminium- und Stahlblech