

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Ultraschallprüfung zur Bestimmung aller relevanten Qualitätsmerkmale validiert werden konnte. Zusätzlich konnte auch die Eignung des Ultraschallprüfverfahrens zur Detektion typischer Fehlerarten beim Laserstrahlschweißen, wie »falsche Freunde«, »starker Nahteinfall«, »Durchschüsse« (oben links) sowie Poren mit einem minimalen Durchmesser von ca. 0,2 Millimeter (oben rechts) nachgewiesen werden.

Kennen Sie schon unsere industrietauglichen akkreditierten Dienstleistungen?

- Kompetenzbescheinigung des akkreditierten Prüflabors entsprechend DIN EN ISO / IEC 17025, (neue) zerstörungsfreie Prüfverfahren für die industrielle Prüfpraxis zu qualifizieren und validieren
- Schneller Transfer bis zur Marktreife für den qualifizierten, normenkonformen Einsatz in industriellen Anwendungen sowohl für Neuentwicklungen (Eigenentwicklungen) oder für Anpassungen
- Zertifizierung des zugehörigen Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9001

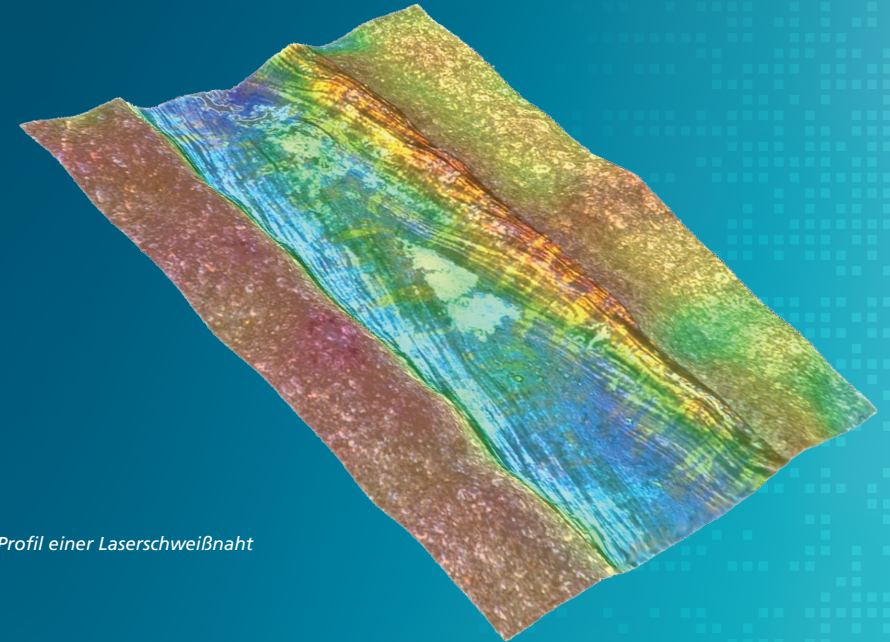
Kontakt

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie
Prüfverfahren IZFP

Campus E3 1
66123 Saarbrücken

+49 681 9302 0

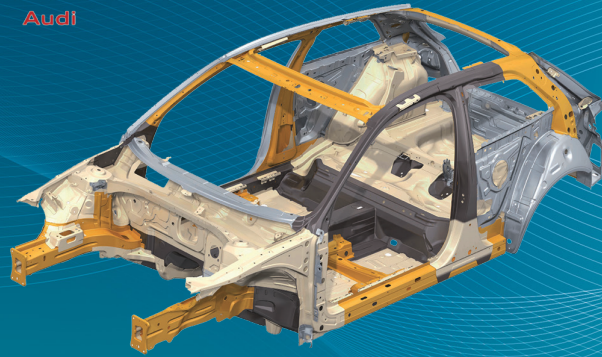
info@izfp.fraunhofer.de
www.izfp.fraunhofer.de



3D-Profil einer Laserschweißnaht

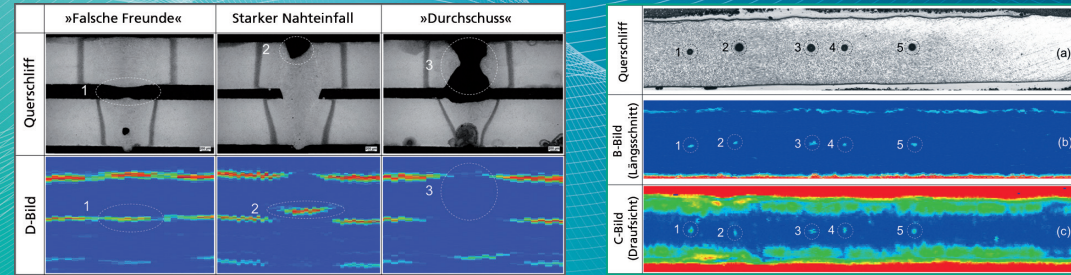
Hochfrequenz-Ultraschallprüfung am Beispiel pressgehärteter Stähle

Qualitätsoptimierung der Laserschweißnaht



Audi A3 Karosseriematerialien

- Ultrahochfeste Stähle (warmumgeformt)
- Höchstfeste Stähle
- Hochfeste Stähle
- Weiche Stähle



Links: Typische Fehlstellen beim Laserstrahlschweißen im Querschliff und im Ultraschall-D-Bild; rechts: Porenzeile ($\varnothing 0,2 - 0,4 \text{ mm}$) Fügeebene im Querschliff, im Ultraschall B-IC-Bild

Hochfrequenz-Ultraschallprüfung am Beispiel pressgehärteter Stähle

In der Automobilproduktion verschärft sich das Spannungsfeld zwischen steigenden Sicherheitsanforderungen, der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und dem kundenseitigen Interesse an maximalem Komfort. Alle Automobilhersteller sind daher gefordert, individuelle Leichtbaustراتيجien zu entwickeln. Eine Facette ist dabei der stark zunehmende Einsatz pressgehärteter Stähle (22MnB5) für Crash-stabile Strukturbauteile (Stoffleichtbau). Etablierte Fügeverfahren sind bisher das Widerstandspunktschweißen sowie punktuelle mechanische Fügeverfahren. Das Laserstrahlschweißen bietet hierzu im Vergleich erhebliche Vorteile, insbesondere durch linienartige Fügeverbindungen mit reduzierten Schweißflanschen bei gleichzeitig optimiertem Kraftfluss. Diese

Vorteile können derzeit nicht vollständig ausgeschöpft werden. Das Laserschweißen ultrahochfester Stähle stellt aufgrund bisher nicht überwindener Restriktionen einen nicht vollständig beherrschbaren Prozess dar. Einen wertvollen Beitrag können hierzu ein lückenloses Prozessmodell, die Qualitätssicherung mittels ZfP über den gesamten Fügeprozess sowie ein spezifisches Steuerungs-/Regelkonzept leisten, um qualitätsgesicherte, stabile Produktionsprozesse bei voller Ausschöpfung des Leichtbaupotenzials zu gewährleisten.

Zur Umsetzung vollständig beherrschbarer Prozesse sollen neue Lösungsmöglichkeiten erarbeitet werden, wie durch Integration weiterentwickelter Hochfrequenz-Ultraschallprüfung eine schnelle und effiziente

Post-Process-Überwachung, Dokumentation und Optimierung der Laserschweißnahtqualität erreicht werden kann. Dadurch soll im Vergleich zu herkömmlich eingesetzten metallographischen Quer-/Längsschliffen die Schweißnahtqualität deutlich schneller und effizienter bestimmt werden können.

Im ersten Schritt wurden mittels Festkörperscheibenlaser (siehe Tabelle) Mutterschweißproben aus ultrahochfestem Karosseriestahl im Überlappstoß durch eine linienförmige I-Naht hergestellt. Dabei wurden verschiedene Schweißparameter (Laserleistung, Schweißgeschwindigkeit, Fokusslage, Einstrahlwinkel etc.) variiert, wodurch sich bei diesen Untersuchungen über 170 Einzelschweißproben ergaben.

Anhand zerstörender Prüfungen (Scherzugversuche, Härteverlaufsprüfungen, Metallographie) konnte im zweiten Schritt eine qualitative Bestimmung der relevanten Qualitätsmerkmale erfolgen. Die

quantitative Bestimmung erfolgte mittels gängiger Referenzverfahren und mittels der zu validierenden Hochfrequenz-Ultraschallprüfung (Nennfrequenz 75 MHz). Im dritten Schritt konnten mit Hilfe des Ultraschallverfahrens schnell und effizient die optimalen Schweißparameter ermittelt werden.

Wellenlänge λ	Laserleistung P_L	Strahlqualität SSP	Durchmesser Laserlichtkabel
1030 nm	2000 W	8 mm-mrad	200 μm
Kollimationsbrennweite	Objektivbrennweite	Fokussdurchmesser d_f	Arbeitsabstand
200 mm	200 mm	200 μm	167,5 mm

Daten der verwendeten Laserstrahlquelle (oben) und Laserschweißoptik (unten)

Als relevante Qualitätsmerkmale bzgl. der Belastbarkeit konnten u. a. die Breite des Anbindequerschnitts und die Schweißnahtlänge ermittelt werden. Weitere relevante Merkmale sind die Schweißnaht-/Wurzelgeometrie, Fehlstellenexistenz/-lage sowie Schweißnahtverlauf.