

Numerische Simulation schweißtechnischer Fertigungsschritte

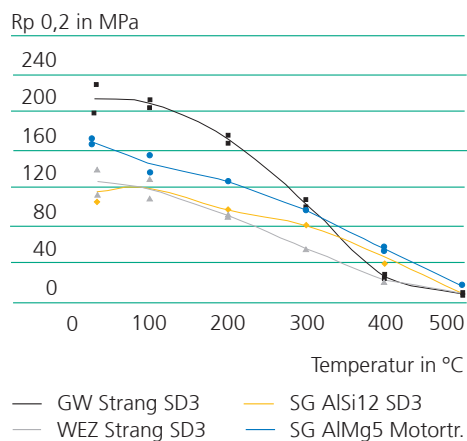


Abb. 1
Temperaturabhängige Streckgrenzen der einzelnen Werkstoffzonen.

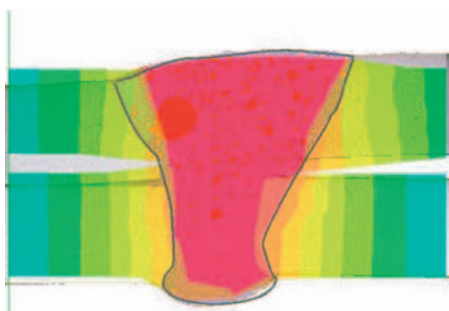


Abb. 2
Berechnete und gemessene Schmelzbadbreite, rot: Schmelzisoothermen oberhalb 600 °C, graue Linie: 618 °C Schmelzisoothermen aus Makroschliffbild.

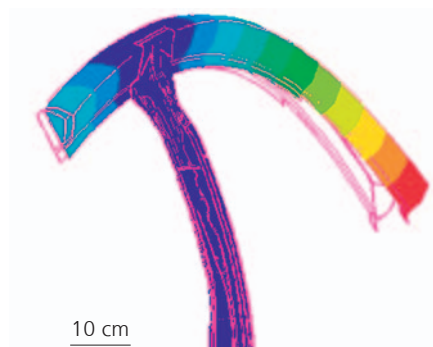


Abb. 3
Verformungen nach dem Entspannen des geschweißten Bauteils (Ausgangsgeometrie: transparent).

Aufgabenstellung

Als Folge des Schweißens entstehen durch die verfahrensabhängige Wärmeeinbringung lokale Werkstoffinhomogenitäten, Verzug und Eigenspannungen, die sich sowohl in der Produktion als auch bei der Festigkeit und Lebensdauer der Bauteile nachteilig auswirken können. Diese Nachteile zu minimieren bzw. bereits in der Entwicklungsphase zu berücksichtigen, ist Ziel der numerischen Schweißsimulation.

Vorgehensweise

Im Rahmen eines AiF-Vorhabens wurde für eine Fahrzeugkomponente der Schweißprozess numerisch simuliert und an experimentellen Ergebnissen verifiziert.

Zur Ermittlung der thermomechanischen Werkstoffeigenschaften für die jeweiligen Materialzonen werden Miniaturzugproben direkt aus dem Bauteil funkenerosiv entnommen und daraus die temperaturabhängigen mechanischen Kennwerte bestimmt. Abb. 1 zeigt beispielhaft die Streckgrenzen für die einzelnen Materialzonen der untersuchten Al-Legierung als Funktion der Temperatur. Die unterschiedlichen Festigkeiten verdeutlichen den großen Einfluss der Wärmewirkung auf den Al-Grundwerkstoff, der beim Schweißen in der Wärmeeinflusszone entfestigt.

Der Schweißprozess wird über eine bewegte Ersatzwärmequelle modelliert, deren Geometrie, Intensitäts- und Verteilungsfunktion an Messergebnisse aus dem Schweißprozess (Schmelzbadgeometrie, Temperaturverläufe) angepasst werden.

Ergebnisse

Als Berechnungsbeispiel wird die Verbindung von Dachträger und B-Säule einer Automobilkonstruktion betrachtet, die mit drei Schweißnähten verbunden wird. Abb. 2 zeigt im Vergleich die gemessene (farbig) und

berechnete Schmelzbadgeometrie (grau hinterlegt) für eine Schweißnaht. Die gute Übereinstimmung der Ergebnisse belegt die Qualität der numerischen Simulation.

Die Konstruktion ist während des Schweißprozesses durch Spannvorrichtungen gehalten, welche nach Abkühlung gelöst werden. In Abb. 3 sind als Ergebnisse der thermomechanischen Berechnung die Verformungen vor und nach dem Entspannen dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die Verformungen an den Enden des Bauteils aufgrund der Wirkung der Schrumpfkkräfte. Die berechneten Verformungen liegen in der Größenordnung der gemessenen Verzüge. Mit den Untersuchungen konnte ein wichtiger Beitrag zur Validierung der numerischen Schweißsimulation an einem realen Bauteil geleistet werden.

Marcus Brand
marcus.brand@iwm.fraunhofer.de

Dr. Wulf Pfeiffer
wulf.pfeiffer@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Schweißverbindungen

Schwerpunkte sind die Bewertung der Mikrostruktur und Lebensdauer von Schweißverbindungen und die experimentelle und rechnerische Analyse von Verzug und Eigenspannung während des Schweißprozesses. Mit einer Schweißsimulationsanlage können Gefügestände gezielt eingestellt und die Werkstoffeigenschaften zonen-spezifisch bestimmt werden.

Ansprechpartner:

Dr. Dieter Siegele
dieter.siegele@iwm.fraunhofer.de