Forschungsvorhaben:	AIF N 08383 / 08 bzw. IGF 16216 N
Thema:	Schnelle und automatisierte Temperaturfeldgenerierung für die Schweißverzugssimulation
Laufzeit	01.09.2009 – 31.08.2011

1 Forschungsziel

Das Ziel der Untersuchungen ist die Entwicklung einer schnellen und automatisierten Temperaturfeldgenerierung für die Berechnung schweißbedingter Bauteilverzüge. Dies stellt einen der Kernpunkte des im FAI2 von den Mitgliedern erarbeiteten Forschungsbedarfes in der Schweißsimulation dar. Der Vorteil der Methodik besteht in der automatisierten Bereitstellung des Temperaturfeldes binnen weniger Minuten bis Stunden. Das Verfahren soll ohne ausgewiesenes Expertenwissen des Anwenders auskommen und das hohe Fehlerpotential einer manuellen Anpassung der Modellparameter ausschließen. Seine Anwendbarkeit ist unabhängig von dem zu berechnenden Schmelzschweißverfahren (z.B. Lichtbogenschweißen, Strahlschweißen), der Blechdicke und von kommerziell verfügbarer FEM-Software. Weiterhin soll die Anwendbarkeit dieser Methodik anhand verschiedener klassifizierter Bauteilkategorien, abgeleitet aus Demonstratoren der Industrie, nachgewiesen und ihr Einfluss auf die Ergebnisse quantifiziert werden.

2 Forschungsergebnisse

Die Untersuchungen am Demonstrator-Bauteil Rohr sind begonnen worden. Dazu sind bereits einige Orbital-Schweißungen durchgeführt worden. Es handelte sich dabei um einen Laser-Lichtbogen-Hybrid-Prozess. Gefügt wurden Rohrsegmente mit den Abmessungen 136,6 mm x 14,5 mm x 200 mm (Außendurchmesser x Wandstärke x Länge). Der dazugehörige Messaufbau ist in Abbildung 1 dargestellt. Bei den Schweißungen wurden die Positionen der Schweißquellen nicht verändert, sondern die Probe gedreht.

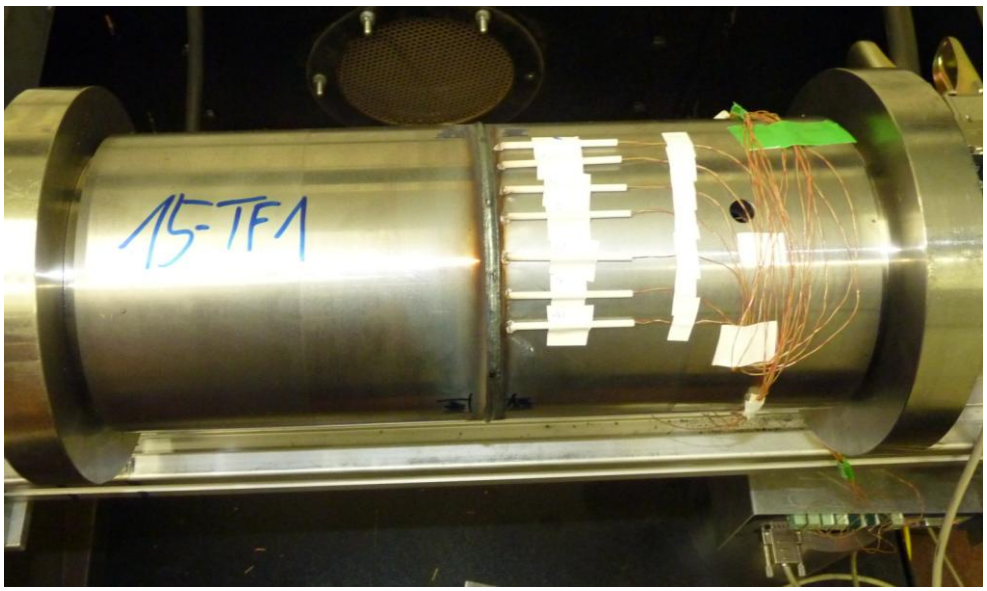

Abbildung 1: Messaufbau für Rohrschweißungen

Wie man in Abbildung 1 erkennen kann, sind zur Messung der Temperaturen Thermoelemente in der Umgebung der Fügestelle appliziert worden. Diese sind sowohl am Rohr außen als auch vereinzelt im Innenbereich (dazu diente die in Abbildung 1 dargestellte Bohrung) angebracht worden.
Zur Simulation des Temperaturfeldes mittels FEM wurde ein Modell des Rohres in Ansys erstellt. Die Vernetzung der Rohrgeometrie ist in Abbildung 2 exemplarisch dargestellt.

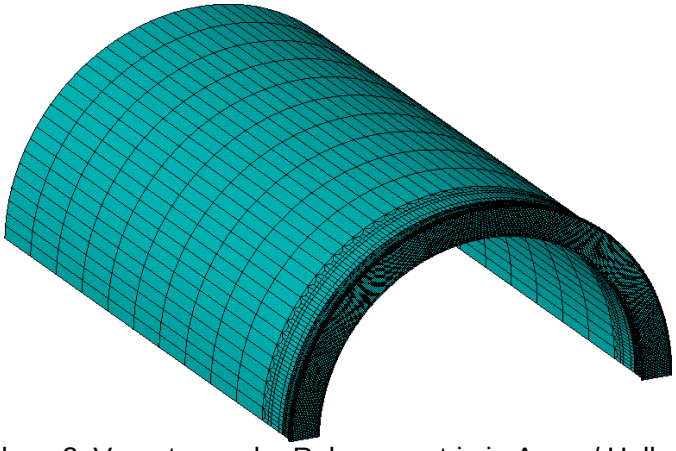

Abbildung 2: Vernetzung der Rohrgeometrie in Ansys/ Halbmodell

Dabei ist Wert darauf gelegt worden, dass die Geometrie in der Umgebung der Schweißnaht besonders fein aufgelöst wird, um die durch den Laser induzierten hohen Temperaturgradienten auflösen zu können.
Zur Erweiterung der Analytischen Berechnungsgrundlagen wurde eine Mapping-Funktion von der Rechteckgeometrie auf die Rohrgeometrie implementiert. Mit Hilfe dieser Abbildung können beliebige Punkte auf der Rechteckgeometrie Punkten auf der Rohrgeometrie eindeutig zugeordnet werden. Die Mapping-Funktion ist in Abbildung 3 dargestellt.

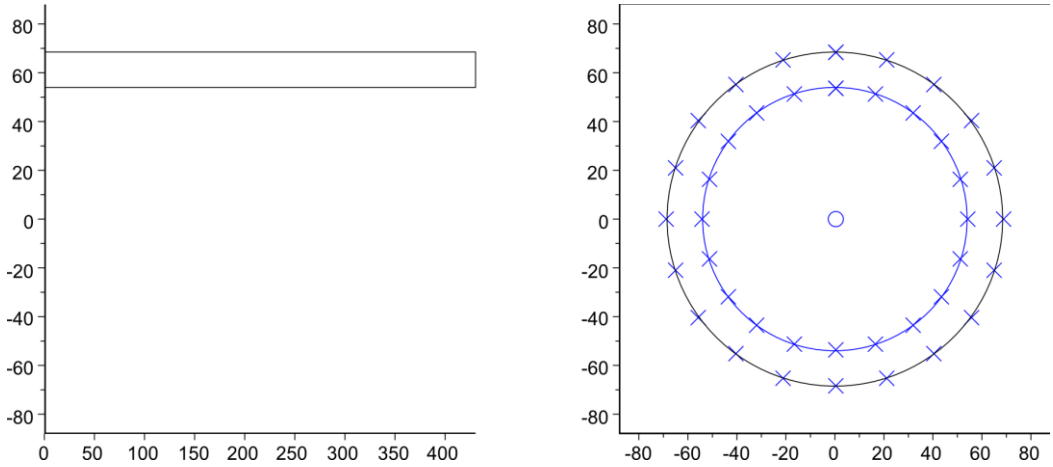

Abbildung 3: Mapping-Funktion von Rechteck auf Rohrquerschnitt

Da bei dieser Abbildung die Querschnittsfläche durch die Abbildung verkleinert wird, entsteht dabei immer ein gewisser Fehler, der vom konkreten Rohrquerschnitt abhängig ist. Dieser Fehler muss noch näher quantifiziert werden.

Die Nächsten anstehenden Arbeitspunkte sind:

- Auswertung vorhandener Messdaten für die Rohrgeometrie
- Ermittlung der Grenzen der Anwendbarkeit der Mapping-Methode
- Kalibrierung der Temperaturfelder am Rohr mit Hilfe der Analytik und vorhandener Messdaten
- Berechnung des Verzuges am Rohr mit Hilfe des kalibrierten Temperaturfeldes.

3 Zeitplanung

Die ursprüngliche Zeitplanung ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Monate mit durchgeführten PBA-Sitzungen sind grün, die weiteren geplanten PBA-Sitzungen sind grau markiert.

Arbeitsschritte	2009				2010												2011							
	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08
experimentell																								
Analyse und Charakterisierung vorhandener Fügestellenarten	x	x	x																					
Auswahl geeigneter Demonstratoren	x	x	x																					
Schweißversuche mit Temperaturfeld- /Verzugsmessungen				x	x	x	x	x	x															
numerisch																								
Entwicklung der automatisierten Methode	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Vernetzung der Bauteile und Modellgenerierung				x	x	x																		
Abgleich der Temperaturfelder (per Hand)				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Abgleich der Temperaturfelder (automatisiert)										x	x	x	x	x	x									
Verzugsberechnungen										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Analyse der Sensitivität der Temperaturfelder																			x	x	x	x	x	x

Tabelle 1 Zeitplanung

4 Sitzung des PBA

Die zweite PBA-Sitzung war für den April 2010 geplant, fand aber aus organisatorischen Gründen erst am 23.09.2010 in Berlin auf dem Gelände der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung statt. Es nahmen u.a. Vertreter der Firmen Trumpf GmbH, Siemens AG, Daimler AG, EWM Hightech Welding GmbH, CADFEM GmbH, VW AG, IAG Magnum und der Robert Bosch GmbH teil.

Ansprechpartner ist der Projektsachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Peter Wyrwich
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
5.5 Sicherheit gefügter Bauteile
Unter den Eichen 87
D-12205 Berlin

Tel.: 030 / 8104 4602
Fax: 030 / 8104 1557

E-Mail: peter.wyrwich@bam.de

Berlin, 01.03.2011

i. A. Dr. C. Schwenk

Ort, Datum

Projektleiter (Dr. C. Schwenk)