Zwischenbericht für das AiF-Forschungsvorhaben - *IGF-Nr: 15.709 BR / DVS-Nr.: I 2002*

Laufzeit: 01.07.2008 bis 31.12.2010

Stand: Februar 2010

Thema

Verzugs- und Eigenspannungssimulation von Al-Stahl-Mischverbindungen

Durchführende Forschungsstelle:

Lehrstuhl Fügetechnik (LFT), BTU Cottbus

1. Einleitung

Das Hauptziel dieses Projektes ist es, verifizierte Lösungsansätze zur numerischen Simulation von thermisch gefügten Mischverbindungen aus Aluminium und Stahl herauszuarbeiten. Die entwickelten Lösungsansätze und Vorgehensweisen sollen den Anwendern aus der Industrie eine effiziente Simulation von Mischverbindungen mit den verbreiteten Simulationsprogrammen ermöglichen, um das Potenzial dieser Verbindungen für den Leichtbau auszuschöpfen. Mit dem geplanten Forschungsvorhaben werden effektive Schlussfolgerungen, Hinweise und Rechenvorschriften bereitgestellt.

Es lassen sich folgende Teilziele dieses Forschungsantrages ableiten:

- Es sollen auf Mischverbindungen angepasste Vorgehensweisen und Wärmequellen entwickelt werden, um exakte und effiziente Vorhersagen der Temperaturverteilung zu ermöglichen. Die Vorgehensweisen berücksichtigen die für Mischverbindungen problematische Tatsache, dass auf der Al-Seite eine Schweiß- und auf der Stahlseite eine Lötverbindung entsteht.
- Ein wesentliches Teilziel des Antrags darin, die bestehenden, unterschiedlichen Gefügemodelle und FE-Systeme hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für Al-Stahl Mischverbindungen zu qualifizieren. Die Herausforderung liegt insbesondere darin, dass die metallurgischen Vorgänge für Stahl und Aluminium auf unterschiedlichen physikalischen Mechanismen beruhen.
- Das dritte Teilziel des Vorhabens besteht darin, die Eigenspannungen und Verzüge von Al-Stahl Mischverbindungen zu bewerten. Durch systematische Simulationen sollen die unterschiedlichen Faktoren und deren Einfluss auf die Eigenspannungs- und Verzugsentstehung herausgearbeitet werden, die für Al-Stahl Mischverbindungen noch weitgehend unbekannt sind. Basierend auf diesen Erkenntnissen werden Lösungsstrategien, z. B angepasste Schweißprozessparameter, Schweißreihenfolgen, Einspannszenarien sowie eine abschließende lokale Wärmebehandlungsprozeduren entwickelt.

2. Stand der Bearbeitung

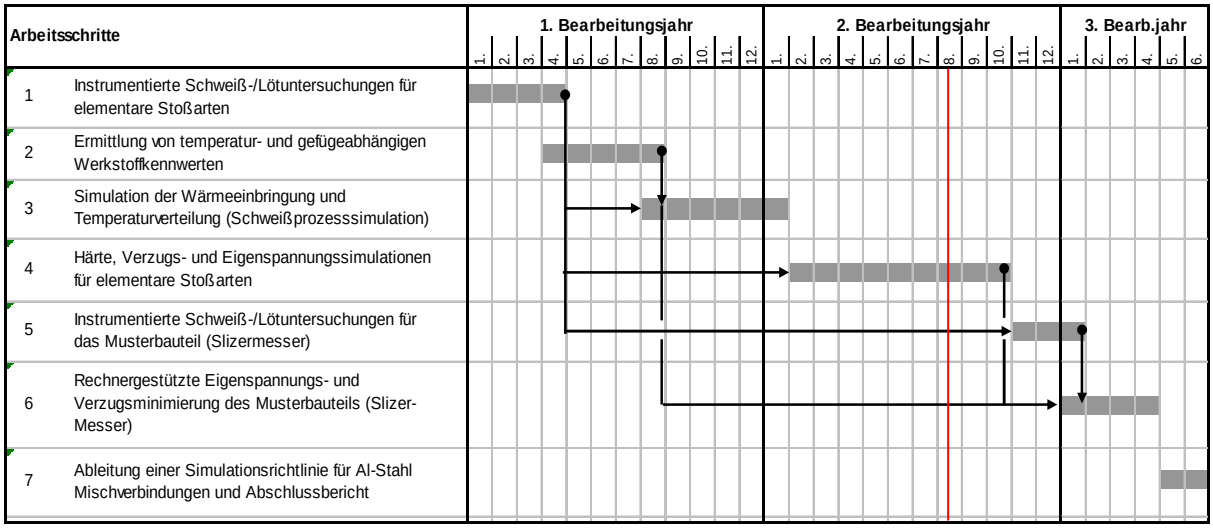


Abbildung 1: Arbeitsplan

Die Projektbearbeitung der Arbeitspakete 1 und 3 im Zeitraum vom 01.07.2008 bis zum 31.08.2009 ist abgeschlossen. Arbeitspaket 2 wurde in dem Zeitraum vom 01.10.2009 bis 10.01.2010 für Aluminium abgeschlossen. Offen sind hier noch die Werte für die Musterbauteilwerkstoffe. Das Arbeitspaket 4 konnte nach Auswertung der Ergebnisse aus dem Arbeitspaket 2 fortgeführt werden. Insgesamt liegt der Projektstand etwa drei Monate hinter dem Plan. Dieser Rückstand wird bis Projektende ausgeglichen. Die rote Linie kennzeichnet den Februar 2010.

Bis dato fanden eine Veröffentlichung in Verbindung mit einem Vortrag auf der GST des DVS 2009 und zwei FAI2-Vorträge in 2009 statt. Des Weiteren wurden ein Poster auf der Blech-Expo in Stuttgart 2009 und drei Vorträge im Rahmen des Seminars Fügetechnik am Lehrstuhl Fügetechnik der obigen Forschungsstelle präsentiert, einer davon im Januar 2010. Die Projektbegleitende Ausschüsse trafen im Dezember 2008 und Oktober 2009 zusammen. Der folgende wird im April 2010 sein.

Arbeitspaket 2

Im Arbeitspaket 2 „Ermittlung von temperatur- und gefügeabhängigen Werkstoffkennwerten“ werden die nötigen Werkstoffkennwerte für die Simulation des transienten Temperaturfeldes zusammengestellt und mit den Angaben aus der Literatur verglichen. Dieses Arbeitspaket steht kurz vor dem Abschluss.

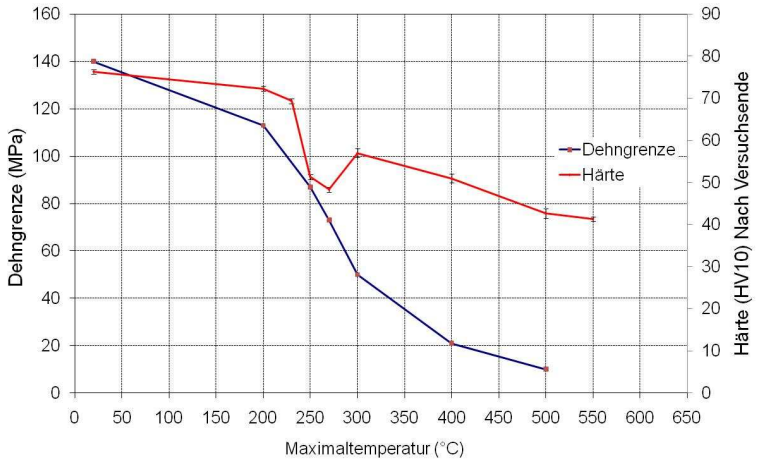


Abbildung 2: Abfall der Dehngrenze $R_{p0,2}$ und Härte des Aluminium mit steigender Maximaltemperatur

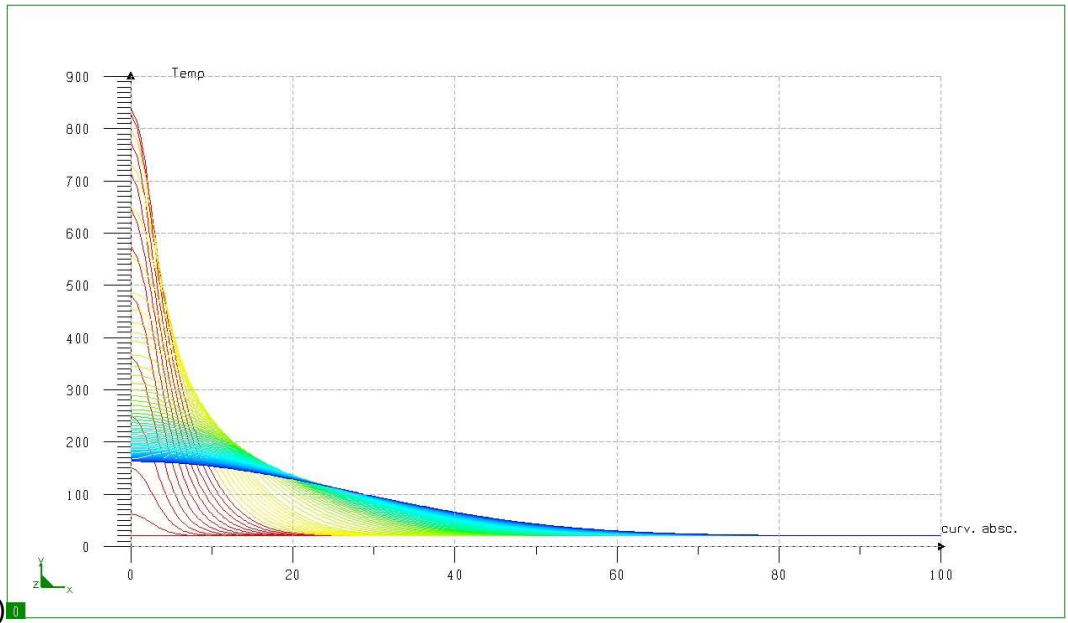
Das Einspannsystem für die Gleeble-Untersuchungen wurde angepasst. Eine geeignete Probe wurde entwickelt und alle Probekörper gefertigt. Die optimalen Versuchsparameter wurden in Vorversuchen ermittelt. Es sind noch Versuche zur Absicherung bestimmter Wertepaare für Al-Legierung in Bearbeitung (siehe Härte zwischen 200 und 300℃ in Abbildung 2).

Arbeitspaket 4

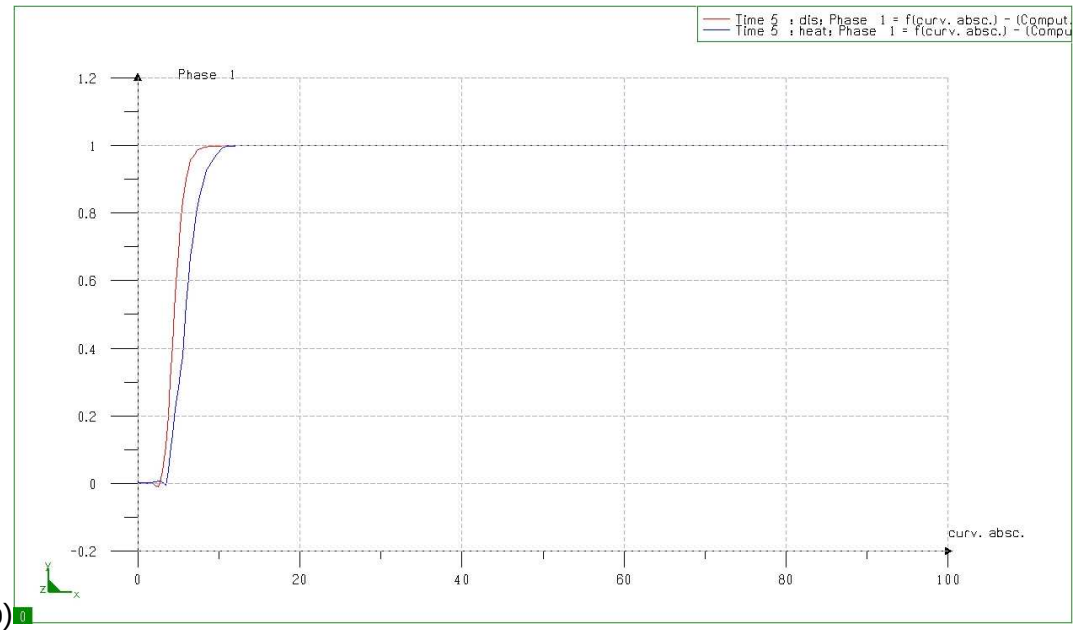
Mit Hilfe von metallurgischen Daten von Grong[1] und der Datenbank in Sysweld® werden das modifizierte LeBlond-Modell und daraufhin das Modell zusätzlich in Abhängigkeit der Ausscheidungsrate nach Grong umgesetzt.

[1] O. R. Myhr, Ø. Grong, Acta metall. 39, S. 2693 (1991)

Das Grong- sowie das modifizierte LeBlond-Modell sind geeignet sowohl für die Simulation von Aluminium- als auch für die Mischverbindungen. Jedoch sind Konvergenzprobleme bei der Anwendung des Grong-Modells auf die Mischverbindungen aufgetreten. Deshalb ist noch die Kalibrierung der Phasenverteilungen anhand der Umwandlungstemperaturen durchzuführen. Weiterhin sind Solver-Einstellungen für das Grong-Modell aufgrund dieser Konvergenzprobleme im Falle der Simulation der Al-Stahl-Mischverbindungen zu ermitteln.

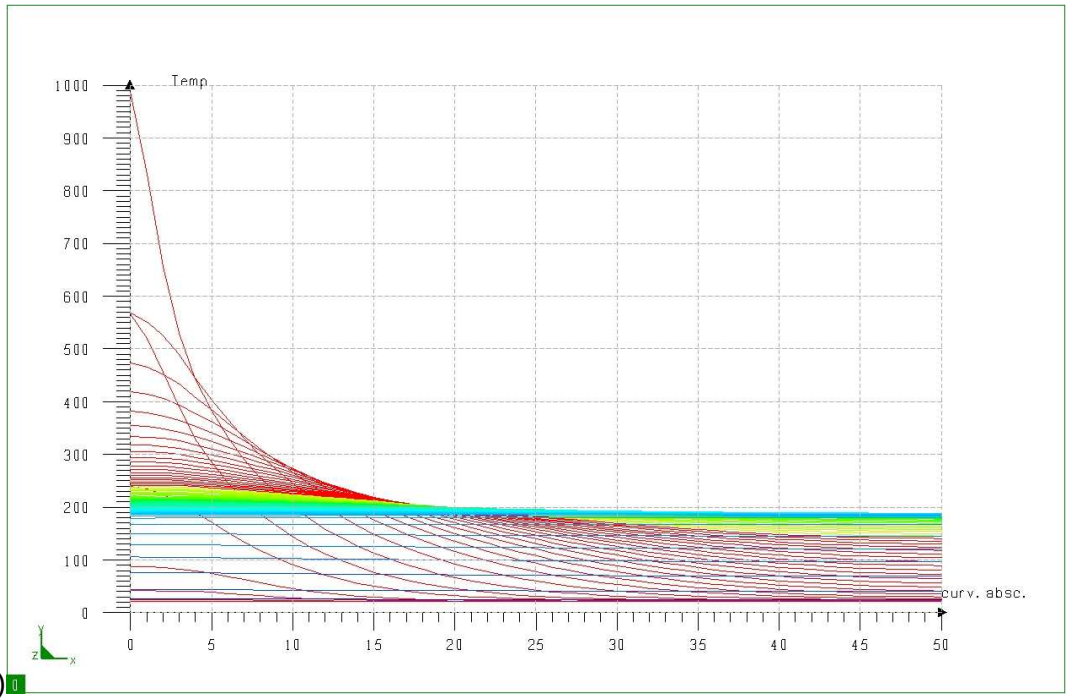


a)

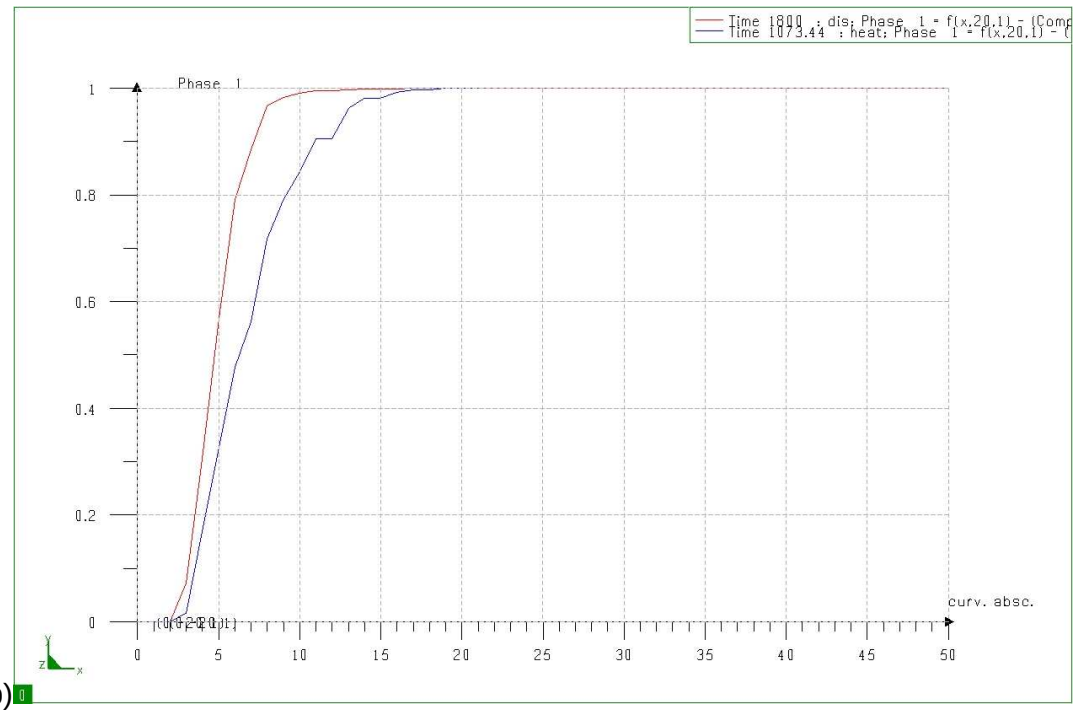


b)

Abbildung 3: 2D-Modell AlMgSi a) Verteilung der Maximaltemperaturen;
b) zugehörige Phasenverteilung nach Schweißende für Modell 1 und 2



a)



b)

Abbildung 4: Mischverbindung a) Verteilung der Maximaltemperaturen;
b) zugehörige Phasenverteilung nach Schweißende für Modell 1 und 2