AiF-Forschungsvorhaben-Nr. 15.201 B / DVS-Nr. 1.058
Zwischenbericht zur FA1-Sitzung am 21.04.2009

Themenlaufzeit: **01.04.2007 – 30.06.2009**
Berichtsdatum: **07.04.2009**

1 Forschungsthema

Metallkundlich-technologische Untersuchungen zur Schweißeignung neuartiger austenitischer Fe-Mn-Stähle

2 Forschungsziel / Arbeitsschritte / Ergebnisse

2.1 Forschungsziel

Das wesentliche Ziel des Forschungsprojektes besteht in der grundsätzlichen Klärung der Schweißeignung der speziell für den Automobilbau neu entwickelten hochfesten hochmanganhaltigen vollaustenitischen Fe-Mn-Stähle, auch in Mischverbindungen mit beschichteten ferritischen Stählen. Im Vordergrund stehen dabei verschiedene Verfahrensvarianten des MAG-Schweißens und das Laserstrahlschweißen unter Berücksichtigung der für den Automobilbau charakteristischen Fertigungs- und Betriebsbedingungen. Bislang fehlende, jedoch im Rahmen dieses Projektes zu erarbeitende Erkenntnisse zu den werkstoffspezifischen und schweißmetallurgischen Vorgängen in Abhängigkeit der für das Schmelzschweißen charakteristischen thermischen Zyklen liefern die dafür notwendige Basis.

2.2 Lösungsweg

Zum Erreichen des Forschungsziels sind die in Tabelle 1 aufgeführten Arbeitsschwerpunkte geplant. Eine beantragte Projektverlängerung bis zum 30.06.2009 wurde Anfang des Jahres durch die AiF genehmigt.

Tabelle 1: Balkenplan über Arbeitsschritte und Personaleinsatz

Arbeitsschritte	**1. Jahr**				**2. Jahr**				**VL**
	2007			**2008**				**2009**	
1. Grundlegende metallkundliche Untersuchungen	X	X	-	-	-	-	-	-	-
2. Heißrissneigung der FeMn-Stähle im PVR-Test	-	X	-	-	-	-	-	-	-
3. MAG-Schweißen und MIG-Löten	-	-	X	X	-	-	-	-	-
4. Hochleistungslaserstrahlschweißen	-	-	X	X	-	-	-	-	-
5. Prüfung und Bewertung der Schweißnähte	-	-	-	X	X	X	X	X	-
6. Zwischenauswertung der Ergebnisse	-	-	-	-	X	X	-	-	-
7. MAG-Schweißen in umgeformten Bereichen	-	-	-	-			X	X	-
8. Umformverhalten von Laserschweißnähten	-	-	-	-	X	X	-	-	-
9. Delayed Fracture	-	-	-	-	-	-	-	X	-
10. Verifikationsschweißungen	-	-	-	-	-	-	-	X	-
11. Schlussbericht	-	-	-	-	-	-	-	-	-

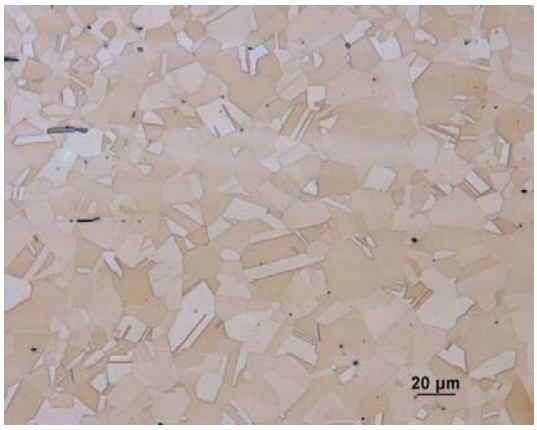
ifs + IWF ifs IWF Bearbeitungszeitpunkt
X in Bearbeitung

2.3 Forschungsergebnisse

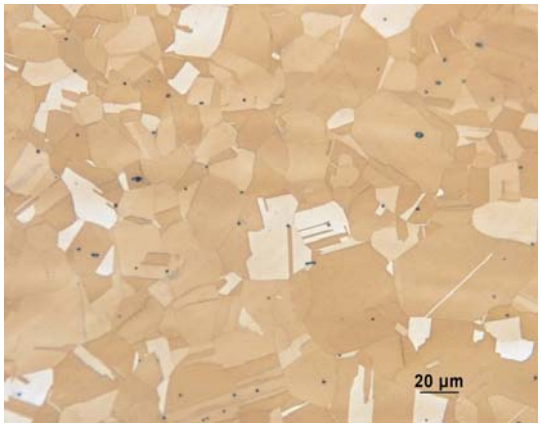
Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die vier in diesen Forschungsvorhaben im Hinblick auf ihre Schweißeignung untersuchten FeMn-Stähle mit TWIP-Effekt und die daraus resultierenden Festigkeits- und Bruchdehnungswerte.

Tabelle 2: Chemische Zusammensetzung und mechanisch-technologische Eigenschaften der untersuchten Legierungen (Mittelwerte aus 3 Messungen)

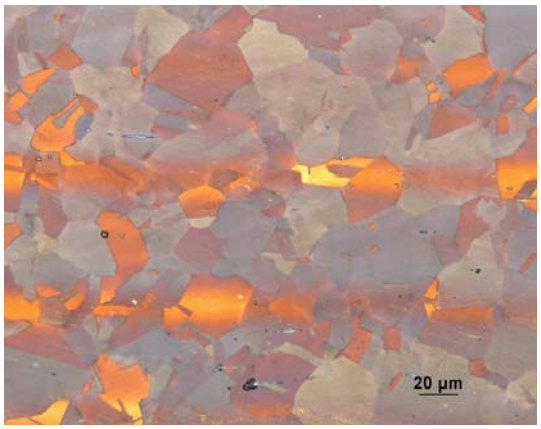
FeMn-Stahl	Bez.	s [mm]	Chem. Analyse [%] C	Mn	Si	Al	R_m [MPa]	$R_{P0,2}$ [MPa]	A_{50mm} [%]
X5MnAlSi25-3-3	FeMn-1	1,6-1,8	0,05	25	3,0	3,0	698	356	57
X35MnAlSi24-3-3	FeMn-2	1,6-1,8	0,35	24	3,0	3,0	758	448	55
X70MnAlSi15-2,5-2,5	FeMn-3	1,6-1,8	0,70	15	2,5	2,5	828	490	47
X60MnAl18-1,5	FeMn-4	1,7	0,60	18	-	1,5	966	490	61



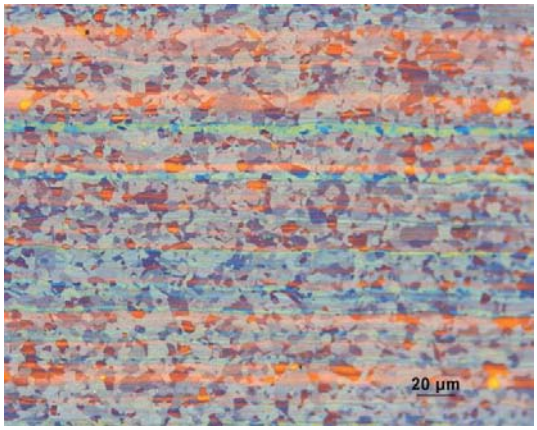
X5MnAlSi25-3-3



X35MnAlSi24-3-3



X70MnAlSi15-2,5-2,5



X60MnAl18-1,5

Bild 1: Gegenüberstellung der Ausgangszustände der untersuchten Grundwerkstoffe (Ätzmittel Klemm I)

Arbeitsschwerpunkt 7:

Der Arbeitsschwerpunkt 7, der sich mit dem MAG-Schweißen in umgeformten Bereichen der FeMn-Stähle befasst, ist mit zeitlicher Verzögerung begonnen worden und derzeit noch nicht vollständig abgeschlossen. Diese Untersuchungen konzentrieren sich auf die industriell gefertigten Bleche des X60MnAl18-1,5 (FeMn-4). Die gewählten Stoßanordnungen zeigt das Bild 2. Die Umformung der Bleche erfolgte durch Gesenkbiegen mit einem Biegeradius von 5 mm.

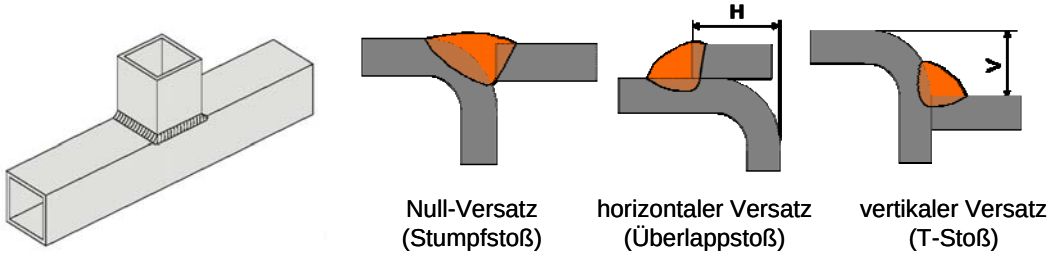


Bild 2: Gestaltungsmöglichkeit eines Knotens

Die metallographischen Untersuchungen im umgeformten Bereich wiesen eine Zunahme an Verformungszwillingen auf (Bild 3). Die Härtemessungen ergaben im Maximum einen Anstieg um ca. 150 HV0,2 im Vergleich zum unverformten Grundwerkstoff.

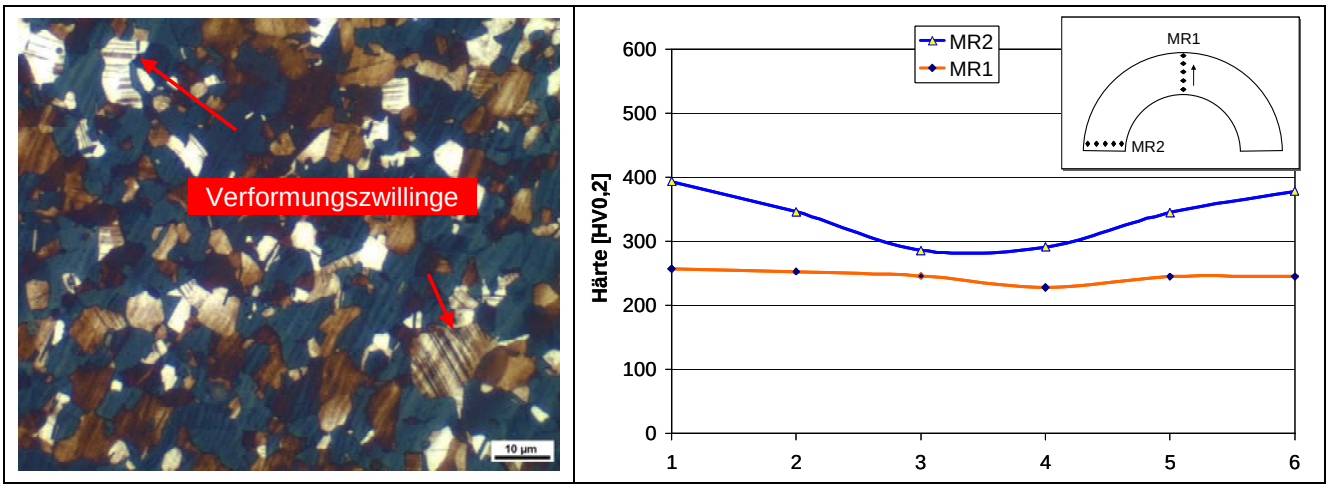
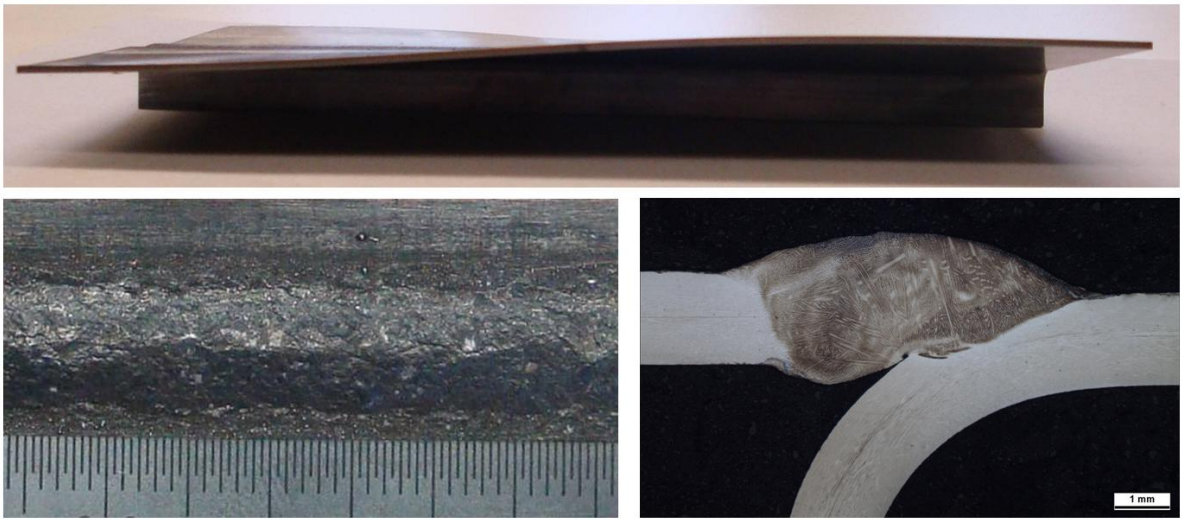


Bild 3: Detailaufnahme des X60MnAl18-1,5 mit Verformungszwillingen und Härtemessung (Ätzmittel Klemm I)

Die durch die Umformung erzeugten Spannungen im Werkstoff, erzeugten nach dem Schweißen einen starken Verzug der Proben, die durch das nachfolgende Schweißen freigesetzt wurden. Die Schweißungen erfolgten mit den im Arbeitspunkt 5 optimierten Schweißparametern. Das Bild 4 zeigt exemplarisch eine MAG-CMT-P-Schweißung am Stumpfstoß mit Null-Versatz. Problematisch sind hierbei die Positionierung des Brenners und der entsprechende Energieeintrag, da die durch die Umformung dünneren Bereiche zum Durchschweißen neigen. Trotz der vorhergehenden Kaltverfestigung der Bleche in den Randbereichen sind am Stumpfstoß keine Risse in den Schweißnähten bzw. in den angrenzenden Grundwerkstoffbereichen zu verzeichnen. In der WEZ tritt eine Auflösung der Verfestigung auf.



MAG-CMT+P-Schweißung; X60MnAl18-1,5; ZW: Ø 1,2 mm (Drahtzug Stein)
E_m = 2,81 kJ/cm E_{eff} = 3,57 kJ/cm

Bild 4: MAG-CMT+P-Schweißung des X60MnAl18-1,5 im umgeformten Bereich (Ätzmittel Nital)

<u>Arbeitsschwerpunkt 9:</u>

Da die im Projektantrag vorgesehen verzinkten FeMn-Stähle nicht zur Verfügung gestellt werden konnten (siehe Zwischenbericht 29.04.2008) und somit auch die Schweißungen bzw. Korrosionsprüfungen mit diesen Werkstoffen wegfallen, wurde das Arbeitprogramm durch den Arbeitsschwerpunkt 9 zum Thema “Delayed Fracture“ erweitert. Motivation hierfür war das vermehrte zum Teil zeitlich verzögerte Auftreten von Kaltrissen durch Wasserstoffversprödung an umgeformten Blechen. Das Untersuchungsprogramm wurde mit dem PBA abgestimmt und konzentriert sich auf die Legierungsvarianten FeMn-3 und FeMn-4. Hierfür werden Grundwerkstoffproben und Schweißnähte als Bügelproben mit unterschiedlichen Vorreckungen mit Wasserstoff beladen und im Hinblick auf das Rissverhalten analysiert. Dieser Untersuchungsschwerpunkt befindet sich aktuell in der Bearbeitung.

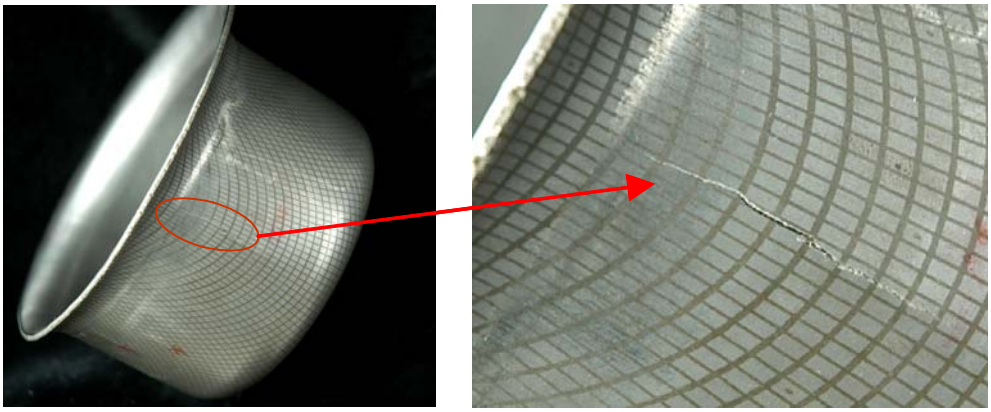


Bild 5: Delayed Fracture am Näpfchen aus FeMn-4 nach Auslagerung an Luft

3 Transfer und Umsetzung der angestrebten Forschungsergebnisse speziell in kleine und mittlere Unternehmen

Die Kurzfassung des Vorhabens wurde in das Internet-Forschungsportal Sachsen-Anhalt (http://www.forschung-sachsen-anhalt.de) aufgenommen. Die Zwischenergebnisse sind auf den Sitzungen des FA1 den dort anwesenden Industrievertretern präsentiert bzw. auf den Sitzungen des PBAs vorgestellt und diskutiert worden. Des Weiteren erfolgte am 15. Mai 2008 auf der Schweißtechnischen Fachtagung in Magdeburg ein Vortag über Teilergebnisse des Forschungsprojektes. Weitere Teilergebnisse werden in einem Vortrag auf der diesjährigen Tagung „Fügen im Automobilbau 2009“ in Bad Nauheim vorgestellt. Die Ergebnisse fließen außerdem aktuell in die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Rahmen der akademischen Lehre ein. So wurden an beiden Forschungseinrichtungen verschiedenen Studien- und Diplomarbeiten zur Forschungsthematik durchgeführt.

4 Sitzungen des projektbegleitenden Ausschusses

Bislang fanden drei pbA-Sitzungen statt. Die nächste Sitzung ist am 28.04.09 in Magdeburg geplant.

Mitglieder	Firma / Institution	KMU	23.05.07	10.01.08	18.11.08
Dr. Jüttner	Volkswagen AG, Wolfsburg	-	X	X	X
Dr. Fabre	Arcelor Auto, Berlin	-	-	-	-
Dr. Höfemann/Dr. Otto	Salzgitter AG, Salzgitter	-	-	-	X/X
Dipl.-Ing. Matschke	FTD Fahrzeugtechnik Dessau AG, Dessau	-	-	-	-
Dr. Rosert	Drahtzug Stein GmbH, Altleiningen	X	-	-	X
Dipl.-Ing. Pelz	Corodur Verschleiß-Schutz GmbH, Thale	X	-	X	-
Dipl.-Ing. Paulinski	Hans Georg Nussbaum GmbH, Seehausen	X	-	X	X
Dipl.-Ing. Krüger	MSZ GmbH, Blankenburg	X	X	X	-
Dipl.-Ing. Giggel	Vorrichtungsbau Giggel GmbH, Bösdorf	X	X	X	X
Dipl.-Ing. Scholz	CiF GmbH, Grünstedt	X	X	X	X
Dr.-Ing. Rablbauer	MPI für Eisenforschung, Düsseldorf	-	X	X	-
Dipl.-Ing. Queller	Thyssen Krupp Steel AG	-	-	-	X

5 Durchführende Forschungsstellen

Forschungsstelle 1:
Technische Universität Braunschweig
Institut für Füge- und Schweißtechnik (ifs)
Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig
Leiter der Forschungsstelle: Univ. Prof. Dr.-Ing. K. Dilger
Projektleiterin: Dr.-Ing. H. Pries

Forschungsstelle 2:
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF)
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Leiter der Forschungsstelle: Hon. Prof. Dr.-Ing. Irmhild Martinek
Projektleiterin: Dr.-Ing. M. Zinke

Magdeburg und Braunschweig, 08.04.2009