

# Untersuchung der Schweißbarkeit eines Schichtverbundwerkstoffes der Fa. Thyssen Krupp

Bearbeiter: Dipl. Ing. Klaus Kerschbaumer

Graz, 10.01.2012

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>MAG SCHWEIßUNTERSUCHUNG AN EINEM BONDAL ® BLECH.....</b>	<b>3</b>
1.1	Aufgabenstellung .....	3
<b>2</b>	<b>VERWENDETE WERKSTOFFE .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>VERSUCHSAUFBAU UND SCHWEIßPARAMETER.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>5</b>
4.1	Makroskopische Untersuchung.....	5
4.1.1	Variante 1 .....	5
4.1.2	Variante 2 .....	6
4.1.3	Zusammenfassung .....	7
4.2	Mikroskopische Untersuchungen.....	7
<b>5</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>10</b>

# 1 MAG Schweißuntersuchung an einem Bondal ® Blech

## 1.1 Aufgabenstellung

Mittels MAG Schweißversuchen soll festgestellt werden, ob der Schichtverbund Bondal®<sup>1</sup> mittels eines Lichtbogenverfahrens ffügbar ist. Hierbei wurde das MAG-Verfahren, mit seinen Unterverfahren CMT und Puls, angewendet.

## 2 Verwendete Werkstoffe

Als Werkstoffe wurde der Stahl DD11 und der Schichtverbundwerkstoff Bondal® [1] von der Fa. Thyssen Krupp verwendet. Bei Bondal handelt es sich um einen DX53D [2] bzw. DX51D [2] mit einer Zink-Aluminium Auflage von 255g/m<sup>2</sup>. Laut DIN EN 10327 [2] bedeutet dies eine Schichtdicke von ca. 20µm. Rechnerisch (mit reinem Zink) ergibt sich eine Schichtdicke von ca. 36µm. Als Kernschicht zwischen den 2 Stahlblechen wird Polyacrylatharz teilvernetzt verwendet [1 S. 2], Abbildung 1a.

Die Dicke der Stahlfolie des Bondableches beträgt ca. 0,2mm, Abbildung 1b. Zwischen den Folien befindet sich der Dämpfungswerkstoff. Diese hat eine Dicke von ca. 1mm, Abbildung 1a. Dies ergibt eine Gesamtlechstärke von etwa 1,4mm.

Als Zusatzwerkstoff wurde EMK6 [3] der Fa. Böhler Schweißtechnik mit einem Drahtdurchmesser von 1,2mm verwendet.

Die chemischen Zusammensetzungen der einzelnen Werkstoffe sind in Tabelle 1 zusammengefasst. DD11 und die beiden DX Bleche haben fast idente chem. Zusammensetzungen. Als Schutzgas wurde reines Argon mit einer Literleistung von 16lt/min verwendet.

Bezeichnung	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Ti [%]	P [%]	S [%]	Fe [%]
DD11 [4]	0,12	0,60			0,045	0,045	Rest
Bondal[2] DX51 D	0,12	0,60	0,50	0,30	0,10	0,045	Rest
Bondal[2] DX53 D	0,12	0,60	0,50	0,30	0,10	0,045	Rest
EMK 6[3]	0,08	1,45	0,9				Rest

Tabelle 1 Verwendete Grund- und Zusatzwerkstoffe mit den max. Legierungsanteilen

<sup>1</sup> [http://www.thyssenkrupp-stahl-service-center.com/de/dienstleistungen/produktprogramm/oberflaechenveredeltes\\_feinblech/schmelztauchveredeltes\\_feinblech/bondal.jsp](http://www.thyssenkrupp-stahl-service-center.com/de/dienstleistungen/produktprogramm/oberflaechenveredeltes_feinblech/schmelztauchveredeltes_feinblech/bondal.jsp)

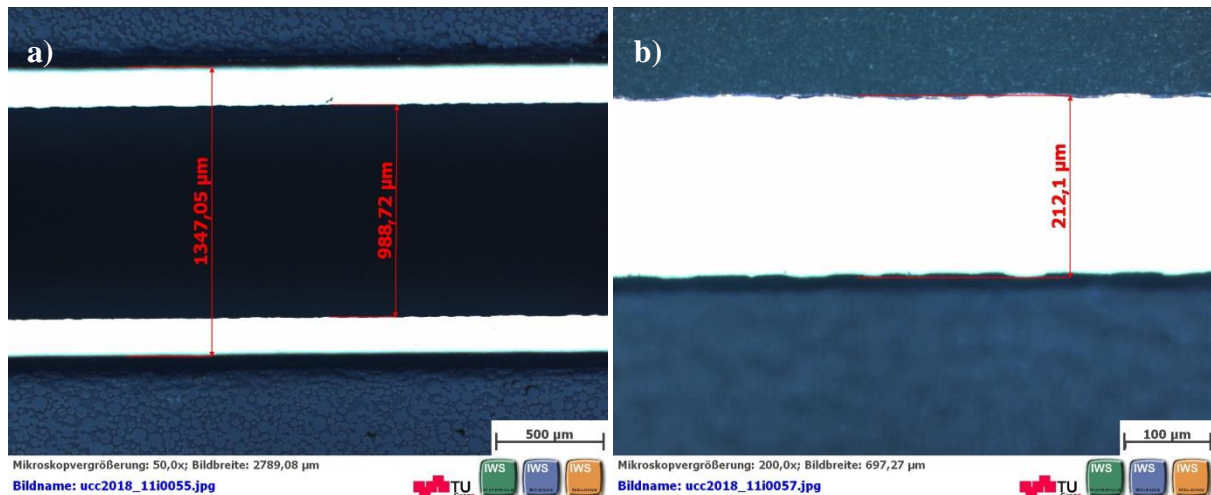


Abbildung 1 Dickenmessung: a) Kunststoffschicht ca. 0,99mm – Blechdicke ca. 1,35mm; b) Blechdicke ca. 0,21mm → errechnete Blechdicke=2x0,21+0,99=1,41

### 3 Versuchsaufbau und Schweißparameter

Es wurden zwei unterschiedliche Versuchsvarianten durchgeführt. Die erste Variante wurde rein auf dem Bondalblech durchgeführt, Abbildung 2a. Im Gegensatz zur ersten Variante wurde bei der zweiten Variante ein Anlaufblech aus DD11 verwendet. Mit diesem wurde versucht die nachteilige Wärmeleitfähigkeit des Bondalbleches zu mindern, Abbildung 2b. Der Kontakrohrabstand beträgt bei allen Versuchen 12mm. Die Schweißungen erfolgten jeweils von rechts nach links Abbildung 2a und b.

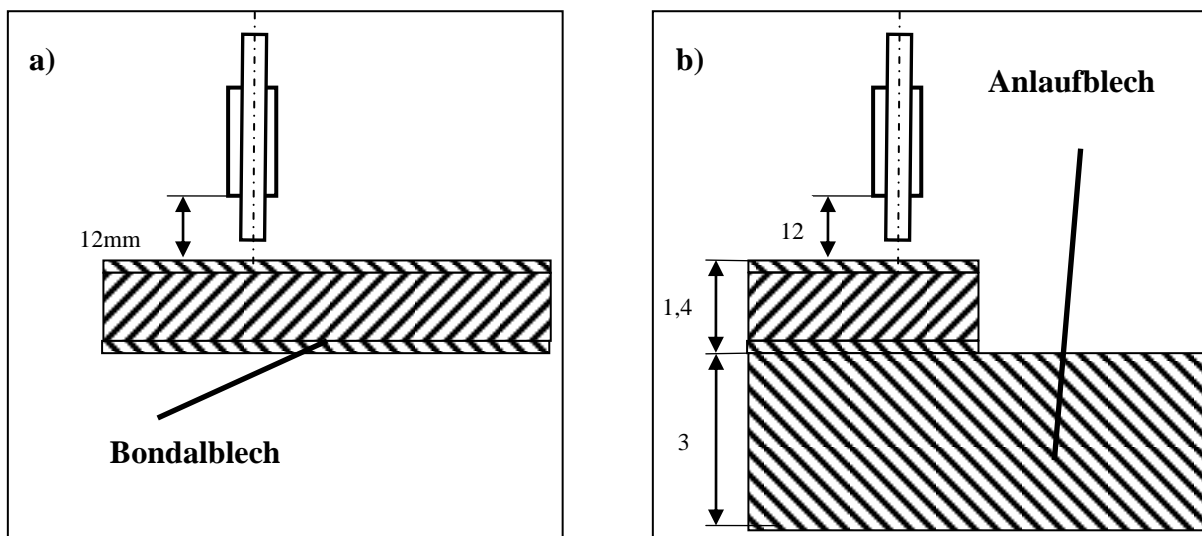


Abbildung 2 Schematischer Versuchsaufbau: a) Variante 1; b) Variante 2 mit Anlaufblech

In Tabelle 2 sind die verwendeten Schweißparameter zu entnehmen.

<b>Schweißparameter</b>	Datum: 6.10.2011						
Variante	Variante 1			Variante 2			
Versuch Nr.:	1	2	1	2	3	4	5
Schweißzusatz	EMK 6						
Verfahren	CMT	Puls	Puls	Puls	Puls	Puls	Puls
Stromquelle / Stromart	TPS 4000 / CMT						
Drahtdurchmesser [mm]	1,2						
Schutzgas / Schutzgasmenge [l/min]	Ar / 16lt						
Grundwerkstoff	Bondal						
Blechdicke [mm]	1,4 (0,2mm Blechstärke)						
Nahtart	Raupe						
Position	Wanne						
Kontaktrohrabstand [mm]	12						
Kennlinie	GiSi3						
Schweißgeschwindigkeit (c) [mm/s]	15	15	15	15	15	15	15
Drahtvorschub [m/min]	2,3	2,3	10,5	10,5	1,5	2,3	2,3
Spannung [V]	18,6	10,8	28,5	28,5	18,1	18,6	18,6
Schweißstrom [A]	74	79	323	323	49	74	74
Stromdichte S [A/mm <sup>2</sup> ]	65,43		285,6	285,6	43,33	65,43	65,43
Wärmeeinbringung $E = [U \cdot I \cdot \eta \cdot 60] / [C \cdot 1000]$ [kJ/cm] / $\eta = 0,8$ gesetzt [5]	0,73		4,91	4,91	0,47	0,73	0,73
Streckenenergie	0,92		6,14	6,14	0,59	0,92	0,92
Bemerkung	Brenner 90° auf Oberfläche						

Tabelle 2 Verwendete Schweißparameter

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Makroskopische Untersuchung

#### 4.1.1 Variante 1

Bei diesen Versuchen wurde mittels CMT- und Puls-Verfahren versucht auf das 0,2mm Stahlblech eine Auftragsraupe zu schweißen. Die Versuche wiesen nicht das gewünschte Ergebnis auf, Abbildung 3. Bei Versuch 1 (Abbildung 3a Kreise) wurden infolge der Stick out Bewegung durch das CMT Verfahren Löcher in das Bondalblech gebrannt. Ein ähnliches Ergebnis wurde mit Versuch 2 erzielt. Bei diesem Versuch entstanden keine Schweißlöcher, Abbildung 3b. Zusätzlich ist in Abbildung 3a und b die Schliff 1 und 2 eingezeichnet



Abbildung 3 Variante1: a) Versuch 1 mit Schliff 1; b) Versuch 2 mit Schliff 2

#### 4.1.2 Variante 2

Hierbei wurde unter Zuhilfenahme eines Anlaufbleches versucht eine Auftragsraupe auf das Bondalblech zu fügen, Abbildung 4. Versuch 1 und 2 hatten die gleichen Parameter wie bei dem konventionellen Stahlschweißen der DD11 Bleche. Die Stromstärke lag bei Versuch 1 und 2 bei 323A. Die Schweißgeschwindigkeiten waren bei allen Versuchen mit 15mm/sec konstant. Versuch 3 wurde mit einer möglichst geringen Stromstärke (49A) geschweißt. Bei dieser Schweißung erlosch der Lichtbogen nach 30mm. Makroskopisch konnte kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden. Versuch 4 und 5 wurden mit einer Stromstärke von 74A durchgeführt. Bei keinem Versuch konnte eine Schweißraupe auf dem Bondalblech hergestellt werden. Die Schliffführung ist im Übergangsbereich Anlaufblech Bondalblech gewählt.

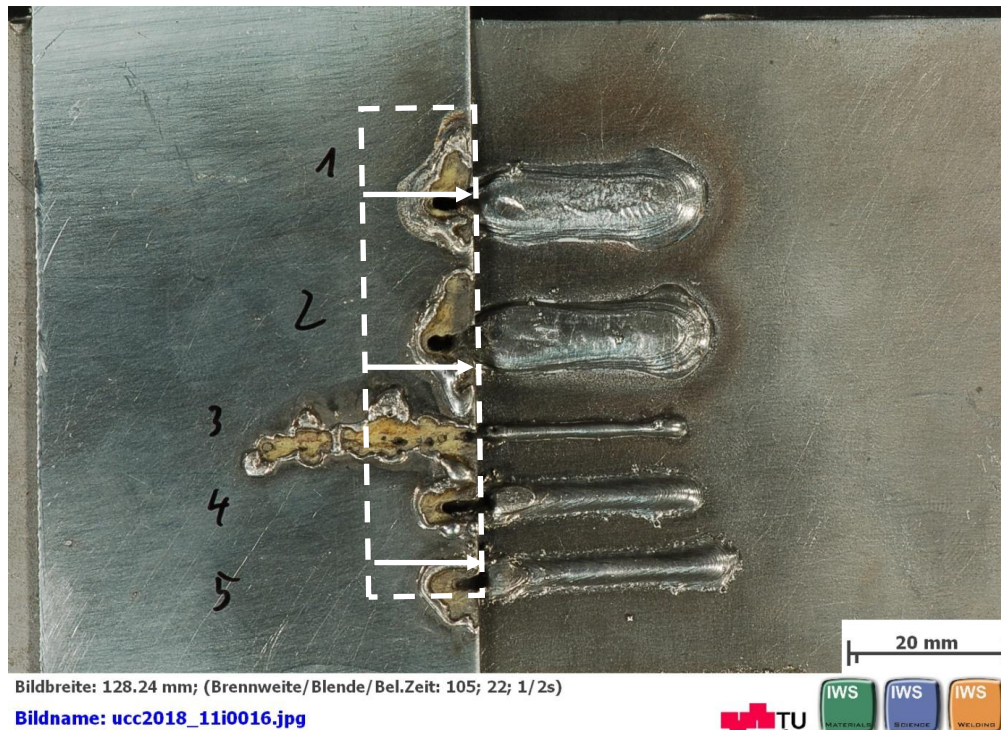


Abbildung 4 Variante 2 geschweißt mit dem Pulsverfahren mit Anlaufblech

### 4.1.3 Zusammenfassung

Optisch konnte bei keinem Versuch das Ziel einer zufriedenstellenden Schweißraupenzeichnung erzielt werden. Infolge der starken Rauchentwicklung, kommt es bei den Schweißversuchen zu einer starken Reizung der Atemwege.

## 4.2 Mikroskopische Untersuchungen

Da es zu keiner zufriedenstellenden Schweißung gekommen ist, wurde nur eine Schweißung aus jeder Variante beispielhaft genauer dokumentiert. Abbildung 5a bis c zeigen Übersichtsbilder über die 7 Schweißversuche. Deutlich erkennbar ist, dass aufschmelzen der Oberschicht und des darunterliegenden Kunststoffes. Bei dem direkten Schweißen auf das Bondalblech kommt es nicht zum Aufschmelzen der unteren Blechfolie, aber es kommt zu starken Problemen bei der Zündung des Lichtbogens. Hingegen weisen alle 5 Versuche aus Variante 2 eine vollkommene Aufschmelzung dieser Folie auf, Abbildung 5c.

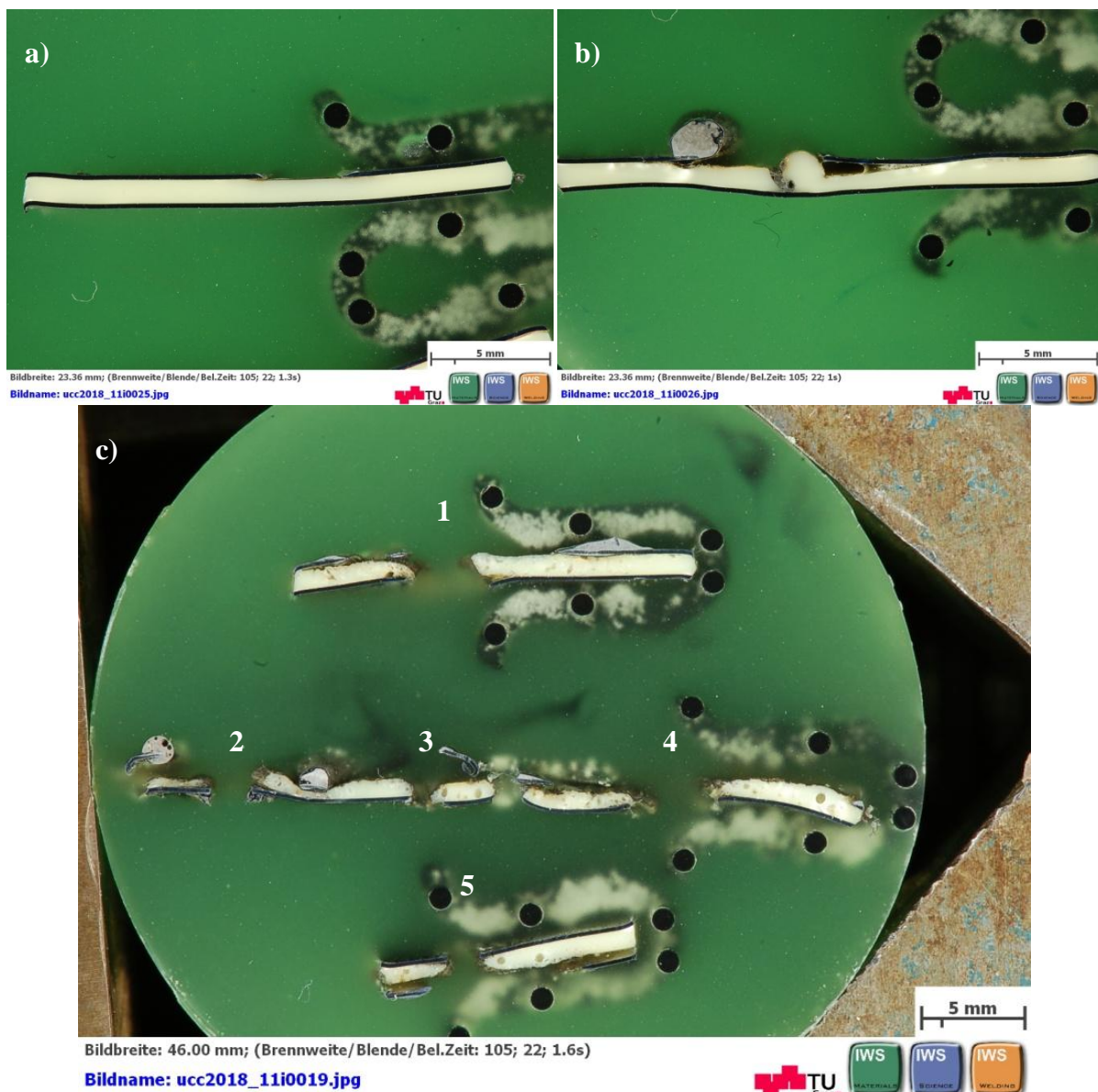
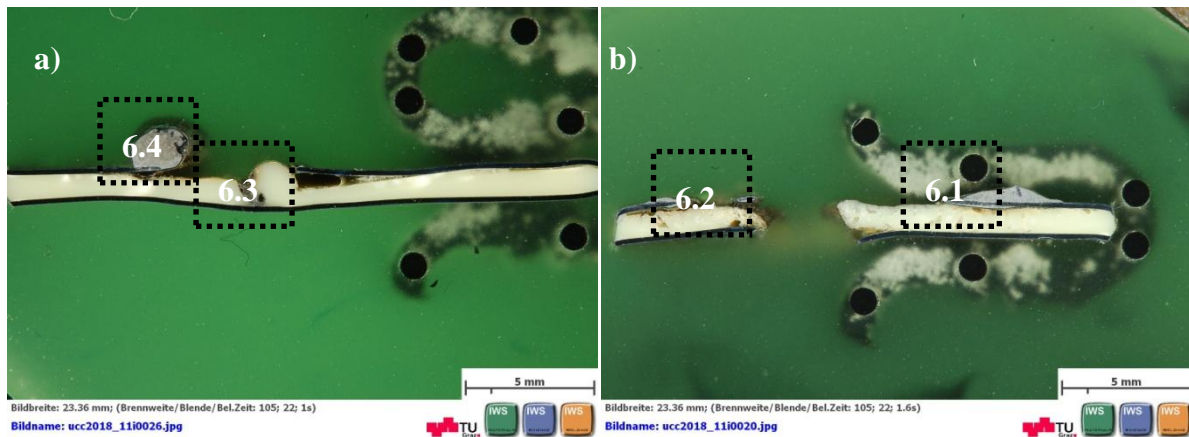


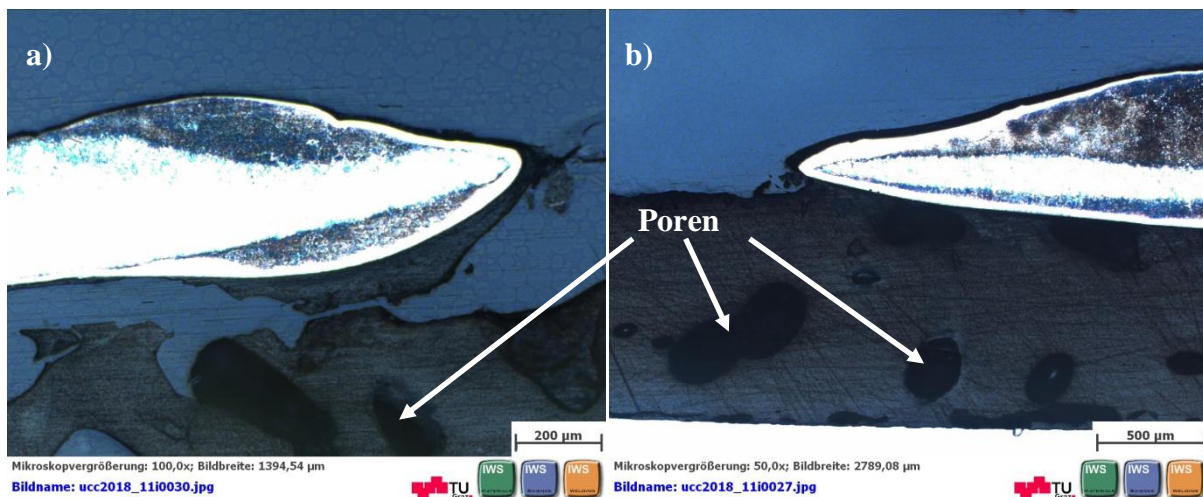
Abbildung 5 Übersicht der Versuche nach der Probenfertigung: a) Variante 1 Versuch 2; b) Variante 1 Versuch 1; c) Variante 2 Versuche 1-5

Abbildung 6a zeigt Schliff 1 von Versuch 1 aus Variante 1 (Abbildung 3). Abbildung 6b zeigt den Schliff 2 von Versuch 1 aus Variante 2 (Abbildung 4). Deutlich erkennbar ist, dass beide Fügevarianten nicht lichtbogentechnisch ansprechend gefügt sind.



**Abbildung 6 a) Schliff 1 (Variante 1/Versuch 1); b) Schliff 2 (Variante 2/Versuch 1)**

Abbildung 7 zeigt Detail 6.1 und 6.2 aus Abbildung 6b. Erkennbar ist das Rückbrennen des oberen Stahlbleches, Abbildung 7a und b.



**Abbildung 7 a) Detail 6.1 aus Abbildung 6; b) Detail 6.1 aus Abbildung 6**

Im Dämpfungsmaterial sind deutlich Poren erkennbar, welche durch den Lichtbogen und das aufschmelzen des Kunststoffes entstanden sind. Diese Poren sind schwarz belegt, was auf Verkohlung des Kunststoffes hin deutet, Abbildung 8a und b zeigen Schliff 1. Wiederum ist das Rückbrennen des Oberbleches erkennbar. Deutlich erkennbar ist das Abheben des Oberbleches vom Dämpfungsmaterial, Abbildung 8a. Zusätzlich ist hier ein Schweißtropfen des EMK 6 Schweißzusatzes zu erkennen. In der Mitte wo direkter Kontakt zwischen Lichtbogensäule und Dämpfungsmaterial herrscht, kommt es zum aufwerfen des flüssigen Kunststoffes und dessen Verkohlung, Abbildung 8b.



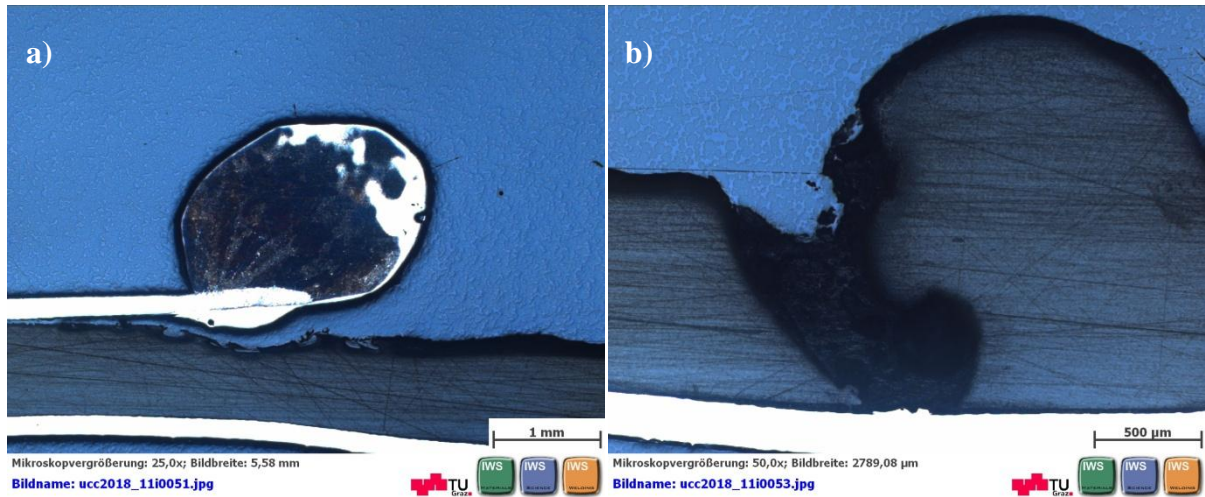


Abbildung 8 Details aus Abbildung 6: a) Detail 6.4 Tropfen EMK 6 Schweißgut, b) Detail 3.3 Verkohlung Dämpfungsmaterial

## 5 Schlussfolgerung

Bei dieser Untersuchung konnte folgendes festgestellt werden:

- Weder mit Variante 1 bzw. 2 wurde eine brauchbare Schweißraupe erzielt.
- Das Deckblech schmilzt und hinterlässt eine klaffende Stelle.
- Dämpfungsmaterial schmilzt und bildet Poren.
- Es kommt beim Schmelzvorgang zu einer starken Bildung von reizendem Rauch.
- Es kommt zum Aufschmelzen des Dämpfungsmaterials welches dem Lichtbogen ausgesetzt ist.
- Infolge der Temperaturen kommt es zum Abheben des Bleches vom Dämpfungsmaterial.

Der untersuchende Werkstoff eignet sich nicht zum Fügen mittels eines Lichtbogenprozesses.

## 6 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 DICKENMESSUNG: A) KUNSTSTOFFSCHICHT CA. 0,99MM – BLECHDICKE CA. 1,35MM ; B) BLECHDICKE CA. 0,21MM → ERRECHNETE BLECHDICKE=2X0,21+0,99=1,41.... 4

ABBILDUNG 2 SCHEMATISCHER VERSUCHSAUFBAU: A) VARIANTE 1; B) VARIANTE 2 MIT ANLAUFBLECH..... 4

ABBILDUNG 3 VARIANTE1: A) VERSUCH 1; B) VERSUCH 2..... 6

ABBILDUNG 4 VARIANTE 2 GESCHWEIßT MIT DEM PULSVERFAHREN MIT ANLAUFBLECH..... 6

ABBILDUNG 5 ÜBERSICHT DER VERSUCHE NACH DER PROBENFERTIGUNG: A) VARIANTE 1 VERSUCH 2; B) VARIANTE 1 VERSUCH 1; C) VARIANTE 2 VERSUCHE 1-5 ..... 7

ABBILDUNG 6 A) SCHLIFF 1 (VARIANTE 1/VERSUCH 1); B) SCHLIFF 2 (VARIANTE 2/VERSUCH 1) 8

ABBILDUNG 7 A) DETAIL 6.1 AUS ABBILDUNG 6; B) DETAIL 6.1 AUS ABBILDUNG 6..... 8

ABBILDUNG 8 DETAILS AUS ABBILDUNG 6: A) DETAIL 6.4 TROPFEN EMK 6 SCHWEIßGUT, B) DETAIL 3.3 VERKOHLUNG DÄMPFUNGSMATERIAL ..... 9

## 7 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 VERWENDETE GRUND- UND ZUSATZWERKSTOFFE MIT DEN MAX. LEGIERUNGSANTEILEN .....	3
TABELLE 2 VERWENDETE SCHWEIßPARAMETER .....	5

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Thyssen Krupp Stahl-Service-Center. *Datenblatt Bondal(R): Verbundwerkstoff zur Lärmbekämpfung von Körper- und Luftschall*. bochum : Thyssen Krupp Niederlassung Bochum, 2010.
- [2] ÖNORM EN 10327. *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen - Technische Lieferbedingungen*. Wien : Österreichisches Normungsinstitut, 2004.
- [3] Böhler WELDING. *Wissenswertes für den Schweißer*. Kapfenberg : Böhler welding, 09/2010.
- [4] voestalpine. *alform(R)-Stähle*. Stahl. Linz : voestalpine stahl GmbH, 2011. Technische Lieferbedingungen.
- [5] Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 088. *Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, Richtlinien für die Verarbeitung, besonders für das Schweißen, 4. Ausgabe*. s.l. : Verlag StahleisenDüsseldorf, 1993.