Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen
Institutsleiter

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik
Lehrstuhl Fügetechnik
Hon. Prof. Dr.-Ing. I. Martinek
Lehrstuhlleiter

AiF-Forschungsvorhaben-Nr. 15.816 B / DVS-Nr. 1.062
Statusbericht zur FA1-Sitzung am 10.03.2011

Themenlaufzeit: **01.10.2008 – 31.12.2010**
Berichtszeitraum: **01.09.2010 – 31.12.2010**

1 Forschungsthema

Entwicklung von Verschleißschutzschichten auf Basis von Nickelhartlegierungen auf Aluminiumbauteilen mittels Plasma-Pulver-Auftragschweißen

2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Verschleißschutzschichten auf Nickelbasis eignen sich wegen ihrer im Gegensatz zu Aluminium hohen Härte, Verschleiß- und Warmfestigkeit grundsätzlich hervorragend zum Schutz hoch beanspruchter Al-Bauteile. Die unzureichende Schichthaftung verhindert allerdings ein Auftragschweißen der Ni-Schichten auf das Aluminium.

3 Forschungsziel / Arbeitsplan / Ergebnisse

3.1 Forschungsziel

Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht in der Verbesserung der Härte und Verschleißbeständigkeit von Aluminiumoberflächen u. a. auch unter erhöhten Temperaturbedingungen, um die Einsatzmöglichkeiten von Al-Legierungen auszuweiten bzw. die Substitution von Stahl- durch Al-Bauteile zu ermöglichen. Zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit soll eine Verschleißschutzschicht auf Nickelbasis mit oder ohne Hartstoffverstärkung verwendet werden. Da ein direktes Aufbringen der Nickelschicht auf das Aluminium schweißmetallurgisch nicht sinnvoll ist, werden Cu-basierte Auftragschweißschichten als Haft- bzw. Pufferschichten eingesetzt. Entsprechende Verbundschichtsysteme sind mithilfe des Plasma-Pulver-Auftragschweißens herzustellen und zu untersuchen.

3.2 Arbeitsplan gemäß Forschungsantrag und Arbeitsplanänderungen

Die in Absprache mit dem PbA vorgenommenen Änderungen am Arbeitsplan wurden in den Statusberichten der vorangehenden Sitzungen ausführlich erläutert. Das Projekt ist beendet, derzeit wird der Abschlussbericht verfasst.

3.3 Ergebnisse

Wie im Statusbericht zur letzten Sitzung angekündigt, wurden bis zum Ende der Projektlaufzeit u.a. Verschleißproben angefertigt und verschiedene Verschleißtests durchgeführt. Die Verschleißproben wurden flächig geschweißt, dazu wurden drei Raupen der Haftschicht und zwei der Funktionsschicht überlappend nebeneinander aufgetragen, Abbildung 1. Anschließend wurden die Verschleißproben durch Fräsen, Schneiden und Schleifen aus den geschweißten Schichten herausgearbeitet.

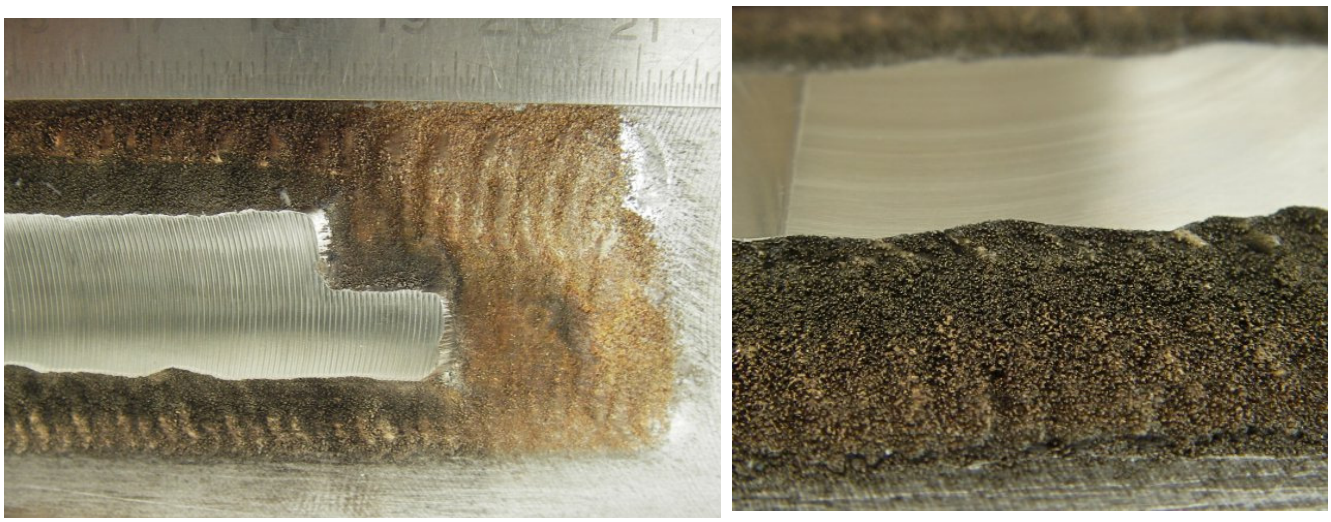

Abbildung 1: flächig geschweißte Proben für die Verschleißuntersuchungen

Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine Probe für den Reibrad-Verschleißtest in Anlehnung an ASTM G65. Gegenüber dem genormten Test wurden die Abmessungen der Proben geringfügig verkleinert (58 mm x 11 mm). Des Weiteren wurde die Testzeit von 30 auf fünf Minuten reduziert, da die zu testende Nickelfunktionsschicht vergleichsweise dünn war. Abbildung 2 zeigt den Reibrad-Prüfstand, sowie die Probe vor und nach dem Test. Beim Reibradtest wird die Verschleißprobe über einen Hebel unter Gewichtsbelastung gegen das gummierte Reibrad gedrückt. Während des Tests wird Sand zwischen das sich drehende Reibrad und die Probe geleitet. Bei der dargestellten Verschleißprobe ist in der Seitenansicht noch einmal gut der Aufbau der Schicht gut zu erkennen: ganz oben befindet sich die Nickelfunktionsschicht, darunter (rötlich) die Cu-Haftschicht. Im Übergang zum Grundwerkstoff ist farblich abgesetzt der Aufmischungsbereich zu sehen. Die Probe weist nach dem Test starke Riefen auf, die beim Abtrag der Nickelschicht durch die als unbestimmte Schneiden wirkenden Sandkörner entstanden sind.

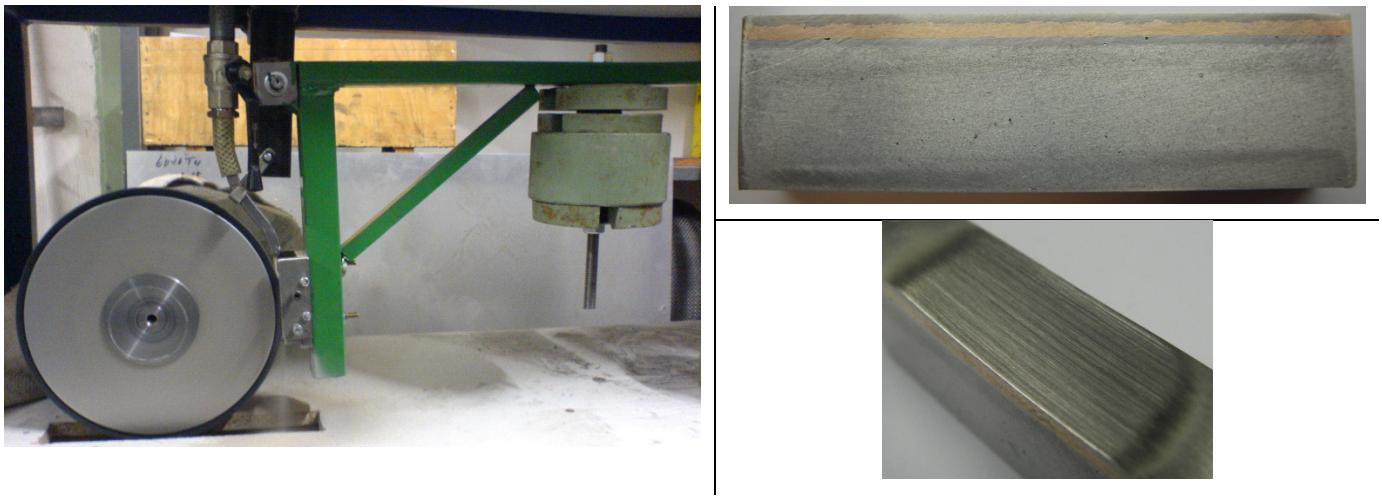

Abbildung 2: Reibrad-Verschleißtest mit Quarzsand als Abrasivmedium (links: Verschleißprüfstand; rechts oben: Verschleißprobe vor dem Test; rechts unten: Verschleißprobe nach dem Test)

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse getesteter Schichtsysteme im Vergleich zu Baustahl dargestellt. Die Verschleißwerte der beiden getesteten Nickelfunktionsschichten unterscheiden sich nicht nennenswert. Auffällig ist, dass ein Zusatz von Wolframschmelzkarbid zum Nickel keine Verbesserung im Verschleißverhalten bewirkt. Dies liegt vermutlich daran, dass der Wolframschmelzkarbidgehalt der getesteten Probe mit 20-Gew.% vergleichsweise gering war und die umgebende Matrix durch den Sand relativ schnell abgetragen wurde, sodass es bei dieser Art des Verschleißes zu einer Art „Auswaschen“ kommt.

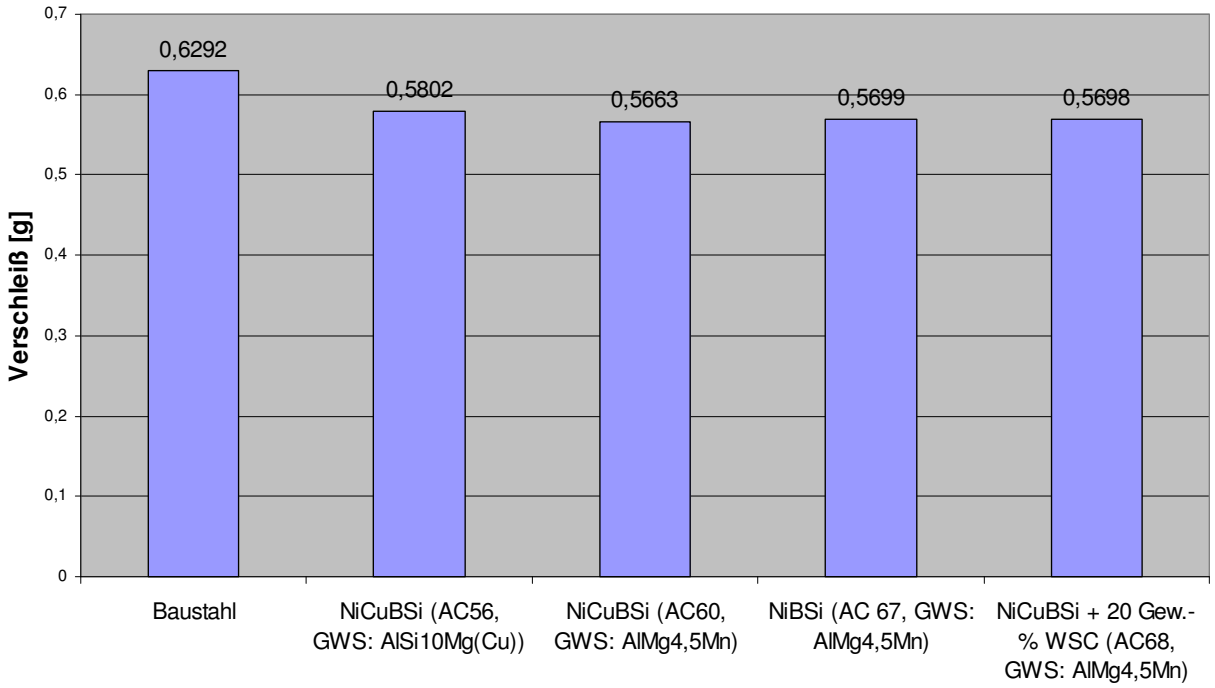

Abbildung 3: Ergebnisse des Reibrad-Verschleißtests

Auch beim Miller-Verschleißtest in Anlehnung an ASTM G 75 wurde die Probenbreite geringfügig gegenüber der Normbreite verkleinert (11 mm). Der Test wurde mit Quarzsand und destilliertem Wasser durchgeführt. Die Verschleißwerte der beiden getesteten Nickelfunktionsschichten liegen auf einem ähnlichen Niveau und sind nur ca. halb so hoch wie bei Baustahl. Wegen der geringfügig größeren Dichte der Nickelfunktionsschichten vergrößert sich dieser Abstand weiter, wenn als Maß für den Verschleiß nicht der Masse- sondern der Volumenabtrag herangezogen wird.

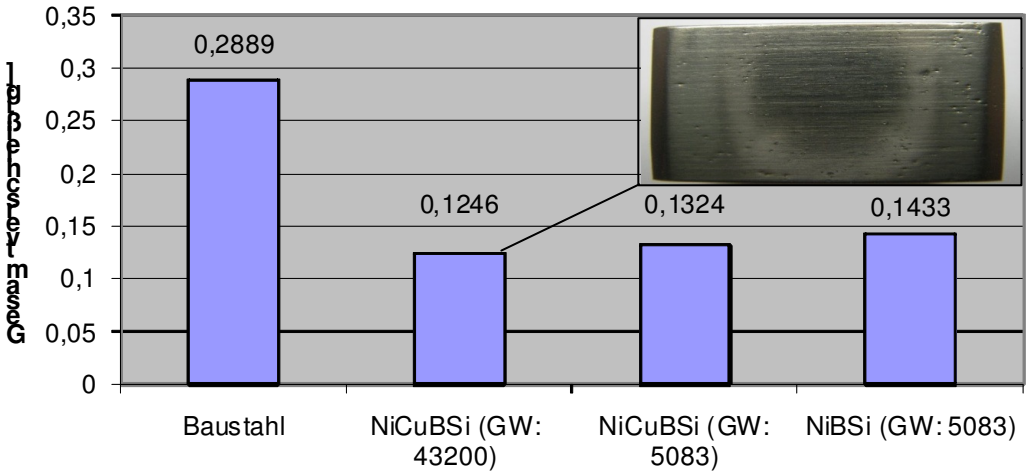

Abbildung 4: Verschleißergebnisse des Miller-Verschleißtests

Auch an der getesteten Miller-Probe, Abbildung 4, sind Verschleißriefen zu erkennen. Die Riefen sind jedoch weniger stark ausgeprägt als beim Reibradtest, da die (abrasive) Verschleißbelastung beim Miller-Test deutlich geringer ist. Dies zeigt sich auch beim Vergleich des Masseabtrags unter Berücksichtigung der stark unterschiedlichen Testdauern (Reibrad: 5 Minuten, Miller-Test: 3 x 2 Stunden). Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass durch die entwickelten Schichtsysteme der Verschleiß z.T. wesentlich verringert werden kann.

4 Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)

Die Forschungsergebnisse können generell von allen Herstellern auf dem Gebiet der Beschichtungen von Aluminiumlegierungen oder anderen Leichtmetallen genutzt werden (z. B. Hersteller von Schweißzusatzwerkstoffen, Jobshops etc.), ebenso wie von der Vielzahl Aluminium verarbeitender Unternehmen (Maschinen- und Anlagenbauer), deren Produkte mithilfe der neuen Technologie weiterentwickelt werden können. Die Mehrzahl dieser potenziellen Nutzer sind kmU.

5 Bisherige Umsetzung der angestrebten Forschungsergebnisse

5.1 Durchgeführt spezifische Transfermaßnahmen während der Laufzeit

Ziel	Rahmen	Datum / Zeitraum
Information über laufende Forschungsarbeiten, Gewinnung zusätzlicher PA-Mitglieder	Information über Projekt mit Kurzbeschreibung und Ansprechpartner im Internetauftritt des ISF und im Forschungsportal Sachsen-Anhalt	Während des gesamten Projektes. Als weiteres PA-Mitglied konnte zu Beginn des Projektes die Firma Kjellberg gewonnen werden
Information über laufende Forschungsarbeiten, Gewinnung zusätzlicher PA-Mitglieder	Aufnahme in den Tätigkeits-bericht der Antragsteller	Jeweils im Dezember
Nutzung von Herstellern von Schweißanlagen und Schweißzusatzwerkstoffen als Multiplikatoren, die die Ergebnisse in der Kundenberatung nutzen und damit transferieren	Einbeziehung von Herstellern von Schweißanlagen und Schweißzusatzwerkstoffen in den PA	Während der Projektlaufzeit waren sowohl Anlagen- als auch Schweißzusatzwerkstoffhersteller im PA vertreten.
Projektsteuerung / Transfer von Zwischenergebnissen zu den Mitgliedern des PA	Vorstellung des Projekts, der erzielten Ergebnisse und Diskussion der geplanten Arbeiten Abschlusspräsentation und Diskussion aller Ergebnisse	- 12.11.2008, Aachen - 12.05.2009, Magdeburg - 20.11.2009, Aachen - 07.07.2010, Magdeburg - 08.12.2010, Aachen
Transfer und Diskussion der Forschungsergebnisse an Unternehmen	Vorträge über die Ergebnisse auf Tagungen/Kongressen	DVS-Forum zum Schweißen von Aluminiumwerkstoffen auf der ALUMINIUM 2010 in Essen
Transfer und Diskussion von Zwischenergebnissen an die Unternehmen des Arbeitskreises	5 Zwischenberichte vor dem FA1 des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik und verwandte Verfahren	- 02.12.08, Universität Bremen - 21.04.09, DVS Düsseldorf - 09.12.2009, RWTH Aachen - 19.05.2010, SLV Halle - 16.09.2010, DVS Düsseldorf
Transfer von Ergebnissen an interessierte Personen	Dissertation von Herrn Dr. Shirinov zu der Thematik des Forschungsprojektes	Anfang 2011

5.2 Geplante spezifische Transfermaßnahmen nach der Laufzeit

Ziel	Rahmen	Datum / Zeitraum
Dokumentation der Forschungsergebnisse	Ausführlicher Abschlussbericht	30.04.2011
Breite Streuung der Forschungsergebnisse	Veröffentlichung des Abschlussberichtes auf den Internetseiten der Forschungsvereinigung	Nach Fertigstellung des Abschlussberichts
Information der industriellen Anwender, breite Streuung der Forschungsergebnisse	Kurzbeschreibung der Ergebnisse im Tätigkeitsbericht des ISF mit Ansprechpartner und Bezugsquelle des Abschlussberichtes	Dezember 2011
Transfer und Diskussion der Forschungsergebnisse an die Unternehmen des Arbeitskreises	Abschlusspräsentation vor dem FA 1 des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik und verwandte Verfahren	10.03.2011, Dresden
Diskussion der Forschungs-ergebnisse und Transfer an Unternehmen	Präsentation der Ergebnisse auf der Tagung Verbundwerkstoffe/ Werkstoffverbunde in Chemnitz und Veröffentlichung eines referierten Artikels im Tagungsband	30.03. – 01.04.2011, Chemnitz
Transfer der Ergebnisse an die persönlichen und industriellen Mitglieder des DVS	Veröffentlichung der Ergebnisse in den Fachzeitschriften des DVS	Geplante Veröffentlichung in der Zeitschrift Schweißen und Schneiden, 2011
Ausbildung von Ingenieurstudenten	Nutzung der Projektergebnisse in der akademischen Lehre	Nach Projektende fortlaufend
Transfer der Ergebnisse in kmU	Nutzung der Projektergebnisse bei der Beratung von Unternehmen	Fortlaufend

6 Durchführende Forschungsstellen

Forschungsstelle 1:
RWTH Aachen
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik
Pontstraße 49, 52062 Aachen
Tel.: 02 41/80-93 870
Fax: 02 41/80-92 170
E-Mail: office@isf.rwth-aachen.de
Leiter der Forschungsstelle:
Herr Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen
Projektleiter: Herr Dr.-Ing. L. Stein
Projektbearbeiter: Herr Dipl.-Ing. Ch. Geffers

Forschungsstelle 2:
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF)
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel.: +49 (0) 391 / 67- 18613
Fax: +49 (0) 391 / 67- 12037
E-Mail: iwf@uni-magdeburg.de
Leiterin der Forschungsstelle:
Frau Prof. Dr.-Ing. I. Martinek
Projektleiterin: Frau Dr.-Ing. M. Zinke
Projektbearbeiter: Herr Dr..-Ing. E.. Shirinov