Institut für Füge- und Schweißtechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Dilger
Institutsleiter

Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik
Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen
Institutsleiter

AiF-Forschungsvorhaben-Nr. 16.517 N | DVS-Nr. 06.071
Statusbericht zur FA 6-Sitzung am 14.10.2010

Themenlaufzeit: **01.06.2010 - 31.05.2012**
Berichtsdatum: **05.10.2010**

1 Forschungsthema

Einsatz der Mehrfokustechnik beim Laser- und Elektronenstrahlschweißen zur Beeinflussung der Schmelzbaddynamik am Beispiel ausscheidungshärtender heißrissempfindlicher Nickelbasis-Superlegierungen

2 Forschungsziel / Lösungsweg / Ergebnisse

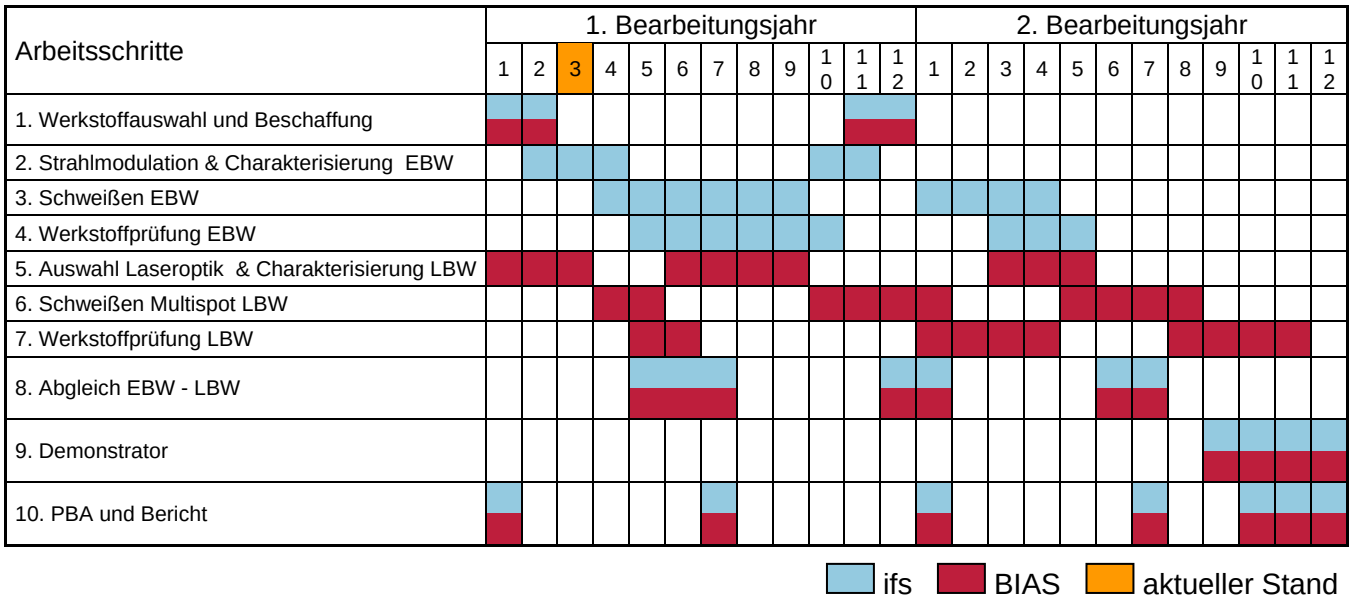
2.1 Forschungsziel

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist der Nachweis, dass beim Laser- und Elektronenstrahlschweißen durch den Einsatz einer Mehrfokustechnik d. h. mehrere in Strahlausbreitungsrichtung angeordnete Fokusse im gleichen Schmelzbad, die Schmelzbaddynamik gezielt beeinflusst wird. Durch Wahl einer geeigneten Schmelzbadmorphologie sollen die vor allem in z-Richtung starken thermischen Gradienten minimiert werden, da hierdurch die auftretenden kritischen Dehnungen bzw. Dehngeschwindigkeiten in der Umgebung der Erstarrungsfront vermieden werden können. Beim Erstarren des Schweißgutes soll so das Aufbrechen niedrig schmelzender Phasen auf den Korngrenzen in der Wärmeeinflusszone verhindert werden.

Am Beispiel ausscheidungshärtender heißrissempfindlicher Nickelbasis-Superlegierungen soll die Rissempfindlichkeit durch die Anwendung einer Mehrfokustechnik verringert werden. Durch den Einsatz dieser Technik sollen Nickelbasislegierungen auch bei Korngrößen größer 6 ASTM 112 prozesssicher geschweißt werden können. Hierdurch können sowohl im Triebwerks- und Turbinenbau als auch im Kraftwerksbau neue Schweißkonstruktionen ermöglicht werden, mit denen Ressourcen eingespart werden können.

2.2 Lösungsweg

Zum Erreichen des Forschungsziels sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Arbeitsschwerpunkte geplant.



2.3 Ergebnisse

Die erste Sitzung des projektbegleitenden Ausschusses fand am 21.09.2010 in Bremen statt. In Zusammenarbeit mit den beteiligten Industrieunternehmen wurde die einzelnen Arbeitspakete des Forschungsvorhabens vorgestellt und diskutiert. Hierbei stand der AP1 im Vordergrund.

Hinsichtlich der Werkstoffauswahl stellte sich heraus, dass die beiden im Forschungsantrag aufgeführten Nickelbasis-Superlegierungen Inconel 718 und Waspalloy eher ungeeignet sind und nicht verwendet werden sollten. Andere heißrissempfindliche Nickelbasis-Superlegierungen besitzen eine deutlich höhere Relevanz in der Praxis, an denen umfangreiche Untersuchungen durchgeführt werden.

Im Rahmen eines zusätzlichen Arbeitspakets werden alternative Nickelbasis-Superlegierungen von einzelnen PBA-Mitgliedern zur Verfügung gestellt und sollen mit der Standard-Schweißmethode der beiden Schweißverfahren auf ihre Schweißeignung überprüft werden. Hierzu werden für LBW und EBW an 8 mm dicken Proben Durchschweißungen und an 30 mm dicken Proben Einschweißungen der Legierung Alloy 617 durchgeführt. Die Einspannbedingung der Proben soll freies Schrumpfen sicherstellen. Die Unterschiede zwischen LBW und EBW sowie Durch- und Einschweißen sollen geklärt werden.

Darüber hinaus werden drei ausgewählte Nickelbasis-Superlegierungen mit unterschiedlichen γ'-Anteil der Materialdicke 8 mm mit beiden Verfahren untersucht und die unterschiedlichen Rissarten nach dem Schweißen und nach einer nachfolgenden Wärmebehandlung identifiziert werden. Ziel ist es, zwei Legierungen für den gesamten Arbeitsplan festzulegen, die zunächst das Problem der fehlenden Schweißeignung aufzeigen und nach Anwendung der Mehrfokustechnik eine verbesserte Nahtqualität aufweisen. Alle weiteren Untersuchungen werden als Einschweißung an Proben mit einer Dicke von 8 mm durchgeführt.

Die im Forschungsantrag beschriebene Problematik hinsichtlich eines Werkstoffes mit unterschiedlichen Korngrößen soll nicht näher untersucht werden, da eine Lieferung der vorgeschlagenen Legierungen mit unterschiedlichen Korngrößen bezüglich ihrer Verfügbarkeit sehr problematisch ist. Zudem sind die zu erwartenden Effekte der Korngrößenvariation auf die Rissausbildung eher als gering einzustufen.

Des Weiteren wurde festgelegt, dass keine Schweißversuche an Aluminiumlegierungen vorgenommen werden. Die Maßnahmen zur Rissvermeidung sind für diese Legierungen zu unterschiedlich. Zudem besitzen Aluminiumlegierungen keine Relevanz für den pbA.

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

Viele der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse können nach Abschluss des Projektes mit geringem Aufwand von den Anwendern übernommen werden. Dies betrifft die Prozesstechnik beim Schweißen von hochtemperaturbeständigen Bauteilen wie z. B. Turbinenteile, sowie die Fertigung von multifokalen Spiegeln für die Lasertechnik. Weiterhin haben Zulieferer und Anwender anderer Branchen einen direkten Nutzen dieser Technologie. Die für den pbA vorgesehenen Firmen zeigen höchstes Interesse an den zu erwartenden Ergebnissen für die Umsetzung. Anlagenhersteller können sehr einfach die neue Technologie umsetzen. Hersteller von Strahldiagnosegeräten werden einen erweiterten Funktionsumfang mit angepassten Auswertealgorithmen auf den Markt bringen.

Die angestrebten Ergebnisse lassen sich zunächst auf alle Bereiche anwenden, bei denen kritisch zu schweißende Werkstoffe schweißtechnisch verarbeitet werden sollen. Mit den neu entwickelten Optiken für das Festkörperlaserschweißen und neuen Strahlmodulationskonzepten für das Elektronenstrahlschweißen wird den Anwendern ein Werkzeug zur Verbesserung fehlerkritischer Schweißaufgaben bereitgestellt, dass sich ohne großen Aufwand in bestehende Anlagen integrieren lässt. Die jetzt mögliche Regenerierung von Triebwerkskomponenten hilft den Herstellern kosten- und ressourcensparend zu arbeiten und eröffnet flexiblen kmU neue Märkte im Dienstleistungsbereich.

4 Transfer und Umsetzung der angestrebten Forschungsergebnisse

Ein schneller Transfer der Forschungsergebnisse in den Markt sowie die Umsetzung und Anwendung dieser ist durch die im projektbegleitenden Ausschuss beteiligten Firmen gewährleistet. Ein besonderes Instrument des Kenntnistransfers sind spezielle Industrieseminare, wie sie am Institut für

Füge- und Schweißtechnik und am BIAS regelmäßig stattfinden und weiter vorgesehen sind. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse in allen üblichen Formen, wie Vorträgen auf Fachtagungen und Veröffentlichungen in Fachzeitschriften sowie bei Firmenberatungen veröffentlicht werden. Der Deutsche Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. bietet hierfür mit seinen Veranstaltungen eine gute Basis.

Beide Forschungsstellen übernehmen die Projektergebnisse in die akademische Lehre und binden auch Studien- und Diplomarbeiter in das Projekt ein, wodurch eine Multiplikation des Ergebnistransfers erreicht wird, da die Studierenden nach Abschluss des Studiums die Ergebnisse in die Industrie tragen.

Die Funktionsmuster, die zur Überprüfung der Projektergebnisse zum Ende des Projekts gefertigt werden, werden in den Forschungsstellen ausgestellt und dienen zur Erläuterung der Technologie für Studierende und Industriekontakte.

Die zweite Sitzung des projektbegleitenden Ausschusses findet am 16.02.2010 im Institut für Füge- und Schweißtechnik in Braunschweig statt.

Mitglieder	Firma (kursiv = KMU)	21.09.2010 Bremen
Dr.-Ing. V. Pavlyk	Eisenbau Krämer mbH, Kreuztal	X
Dipl.-Ing. A. G. Arlt	*ILV Ingenieurbüro für Lasertechnik und Verschleißschutz, Schwalbach am Ts.*	X
Dr. K. H. Richter	MTU Aero Engines GmbH, München	-
Dr. O. Märten	*Primes GmbH & Märten Opto Consulting MOC, Pfungstadt*	X
Dr.-Ing. T. Krüssel	*pro-beam technologies GmbH, Halle (Saale)*	X
Dr. K.-R. Schulze	*PTR Präzisionstechnik GmbH, Maintal / Dörningheim* *Schulze-Consulting, Neuberg*	X X
Dipl.-Ing. T. Melzer-Jokisch	Siemens AG Energy, Sector Fossil Power Generation Division	X
Dr.-Ing. T. Harrer	TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH	X

5 Durchführende Forschungsstellen

Forschungsstelle 1:
Technische Universität Braunschweig
Institut für Füge- und Schweißtechnik
Langer Kamp 8
38106 Braunschweig
Tel.: +49 (0)531 - 391 7820
Fax: +49 (0)531 - 391 5834
Email: ifs-bs@tu-bs.de
Leiter der Forschungsstelle: Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Dilger
Projektleiter: Dr.-Ing. H. Pries
Projektbearbeiter: Dipl.-Wirtsch.-Ing. C. Börner

Forschungsstelle 2:
Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik
Klagenfurter Str. 2
28359 Bremen
Tel.: +49(0)421 - 218 01
Fax: +49(0)421 - 218 5063
E-Mail: info@bias.de
Leiter der Forschungsstelle: Prof. Dr.-Ing. F. Vollertsen
Projektleiter: Dipl.-Ing. T. Seefeld
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. S. Neumann