



Tätigkeitsbericht 2005

Bilder der Titelseite:

links oben: WIG-Schweißen an Versuchsserien von Gusswerkstoffen

links unten: Schweißtrainer in Aktion

rechts oben: Ausbildungsgebäude der SLV Halle

rechts unten: Gebäude des IGZ - Kompetenzzentrum Fügetechnik

Tätigkeitsbericht 2005

der

**Schweißtechnischen Lehr- und
Versuchsanstalt Halle GmbH**

Vorwort



Herr Dr. Steffen Keitel begrüßte zur Festveranstaltung der SLV Halle den Ministerpräsidenten des Landes Sachsen-Anhalt, Herrn Prof. Wolfgang Böhmer, im Beisein von Herrn Dr. Adolf Gärtner, Präsident des DVS, und Herrn Prof. Detlef von Hofe, Hauptgeschäftsführer des DVS (v.r.n.l.)

Firmenjubiläen sind willkommener Anlass, Wirtschaft und Politik auf das Unternehmen und dessen Entwicklung aufmerksam zu machen – ganz in diesem Sinne konnte die SLV Halle das 75. Jahr ihres Bestehens nutzen. Mit dem "Tag der offenen Tür" am 18. Juni 2005 und der Festveranstaltung am 02. November 2005 nahmen viele Gäste die Gelegenheit wahr, um sich mit dem neuen Erscheinungsbild und dem Wirken des Hauses vertraut zu machen. Das betrifft sowohl die Entwicklung in den eigenen Unternehmensbereichen als auch das erste Geschäftsjahr des IGZ – Kompetenzzentrum Füge-technik. Hier haben sich erfreuliche Beziehungen zwischen der SLV und den Mietern entwickelt – ungeachtet dessen ist es wichtig, die geschaffenen Voraussetzungen noch breiter zu nutzen.

Der Rückblick auf das Erreichte vollzieht sich vor dem Hintergrund von Veränderungen im Bereich öffentlich geförderter Qualifizierung und Forschung – wichtigen Tätigkeitsfeldern der SLV Halle. Die neuen Bedingungen betreffen einerseits das wirtschaftliche Ergebnis des abgeschlossenen Geschäftsjahres, zwingen andererseits für die Zukunft zu Lösungen, die auf neuen Ideen und komplexeren Leistungen beruhen müssen. Dabei kommt es darauf an, Partnerschaften noch gezielter im Kundeninteresse zu gestalten, um in fachlicher und regionaler Hinsicht übergreifende Angebote zu machen. Potenziale hierfür bestehen im Ausbau der Zusammenarbeit mit den Niederlassungen der GSI und anderen Einrichtungen im System des DVS e. V.



Dr.-Ing. Steffen Keitel
Geschäftsführer



Dr.-Ing. Martin Ströfer
Leiter

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Die SLV Halle GmbH im Überblick.....	1 - 5
1.1 Allgemeine Entwicklung	1
1.2 Aus- und Weiterbildung	2
1.3 Qualitätssicherung	2 - 3
1.4 Werkstofftechnik	3
1.5 Forschung und Entwicklung	3 - 4
1.6 IGZ – Kompetenzzentrum Fügetechnik an der SLV Halle GmbH	4
1.7 EDV	4
1.8 Beteiligungen	5
1.9 Managementreview zum Qualitätssicherungssystem der SLV Halle GmbH für das Geschäftsjahr 2005	5
2. Übersicht über im Berichtszeitraum bearbeitete Forschungs- und Entwicklungsvorhaben	6 - 16
2.1 Forschungsvorhaben, die 2005 abgeschlossen wurden	6
2.2 Forschungsvorhaben, die 2006 abgeschlossen werden	7
2.3 Forschungsvorhaben, die 2007 abgeschlossen werden	7
2.4 Forschungsvorhaben, die 2008 abgeschlossen werden	7
2.5 Kurzberichte 2005 abgeschlossener Forschungsthemen	8 - 16
3. Höhepunkte des Jahres 2005	17
4. Geschäftsverlauf in Zahlen	18
5. Mitarbeiter	19
6. Organigramm der SLV Halle GmbH	19

1 Die SLV Halle im Überblick

1.1. Allgemeine Entwicklung

Insgesamt konnte im Geschäftsjahr 2005, trotz schwieriger Randbedingungen, ein ausgeglichenes Jahresergebnis erzielt werden.

Verursacht durch die Umstrukturierung im Bereich öffentlich geförderter Ausbildung erfolgte ein dramatischer Rückgang bei den praktischen Lehrgängen. Das betraf die Ausbildung an sich, aber auch, verstärkt durch vergleichbare Entwicklungen im Umfeld, die Prüfungstätigkeit. Damit kam es in einem bislang stabilen Geschäftsfeld zu beträchtlichen Umsatz- und Ergebniseinbrüchen, die sich trotz verschiedener Gegenmaßnahmen bis zum Monat August fortsetzten.

Ein im Vergleich zum Vorjahr ähnlich großer Umsatzrückgang betraf die öffentlich geförderte Forschung in der Abteilung Forschung und Entwicklung sowie der Abteilung Werkstofftechnik. Damit bestand die Aufgabe, die durch deutlich gekürzte öffentliche Mittel geprägten Tätigkeitsfelder durch verstärkte Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zu kompensieren, was zumindest teilweise gelungen ist.

Im Jahr 2005 wurden 18 öffentlich geförderte Projekte (12 BMWA, 2 BMBF, 2 LSA, 2 EU) für Forschung und Entwicklung bearbeitet.

Ein besonderer Höhepunkt im 75. Jahr des Bestehens der SLV Halle war die erfolgreiche Teilnahme an der Internationalen Messe Schweißen und Schneiden in Essen. Außerdem war die SLV Halle auf der Lasermesse in München und der Zuliefermesse Z 2005 in Leipzig vertreten.

Mit gleichem Erfolg wie im vergangenen Geschäftsjahr wurden die 6. Fachtagung „Fügen und Konstruieren im Schienenfahrzeugbau“, das 8. Kolloquium „Werkstoff- und Bauteilprüfung in der Schweißtechnik“ sowie die 15. Schweißtechnische Fachtagung durchgeführt.

In der SLV Halle GmbH waren zum 31.12.2005 90 Mitarbeiter, davon 80 in Vollzeit, 7 in Teilzeit und 3 Auszubildende, beschäftigt. Dies beinhaltet 3 Mitarbeiter in der Betriebsstätte Dresden. 1 Auszubildender beendete im Februar 2005 seine Ausbildung und wurde in ein Arbeitsverhältnis übernommen. 8 Mitarbeiter verließen das Unternehmen bzw. schieden aus.

Anzahl der Veröffentlichungen		47
Anzahl der Vorträge		103
Anzahl der Bescheinigungen über die Herstellerqualifikationen zum Schweißen von Stahlbauten nach DIN 18800-7:2002-09		548
Anzahl der Eignungsnachweise für Betonstahl nach DIN 4099		47
Anzahl der Eignungsnachweise für Aluminiumkonstruktionen nach DIN 4113		36
Anzahl der Bescheinigungen nach DIN 6700		119
Anzahl der Zertifizierungen nach EN 729		100
Anzahl der Zertifizierungen nach ISO 9001		21
Anzahl der Bauüberwachungen		47
Anzahl der Industrieaufträge (Verfahrensprüfungen, Gutachten)		157
Anzahl der Überwachungsverträge Betonstahlprüfungen		40
Anzahl der bearbeiteten Industrieaufträge	größere:	471
	kleinere:	81
Verkauf der Software WPS-Manager		60
	davon Update:	23
Verkauf der Software WinWeld		23
Anzahl der Praktikanten		11

1.2 Abteilung Aus- und Weiterbildung

In den ersten drei Quartalen hat sich der Rückgang bei der praktischen Schweißerausbildung, insbesondere bei den geförderten Teilnehmern, im Vergleich zum Vorjahr nochmals fortgesetzt.

Ab Oktober 2005 konnte aufgrund von intensiven Gesprächen mit der BfA und der ARGE mit einem gemeinsamen Projekt zur Ausbildung von Schweißern in der Spezialisierungsrichtung "Rohrleitungsbau", "Fahrzeugbau" und im "Stahl- und Anlagenbau" über einen Zeitraum von neun Monaten begonnen werden. Die hierfür für Bildungsträger und Bildungsmaßnahmen seitens der BfA geforderte Zertifizierung erfolgte für die SLV Halle im Rahmen einer Vereinbarung von DVS PersZert mit dem Zertifizierer CERT-QUA.

Schulungen von Teilnehmern aus Industrie und Handwerk verliefen auf etwa dem gleichen Niveau wie im Jahr 2004.

Die bei den theoretischen Lehrgängen erwirtschafteten Umsätze erreichten den gleichen Stand wie im Vorjahr. Speziell die Teilnehmerzahl bei den Schweißfachingenieur-Lehrgängen für Studenten ist nochmals gestiegen. Auch die Anzahl der Teilnehmer bei der Schweißfachmann-Ausbildung ist nach den schlechten Zahlen 2004 in Halle wieder angestiegen. Außerdem wurde wieder ein Schweißfachmann-Wochenendlehrgang in Halle durchgeführt.

Die fachliche Weiterbildung in Form von Seminaren und Tagungsbesuchen ist annähernd konstant geblieben.

1.3 Abteilung Qualitätssicherung

Ein wichtiger Schwerpunkt der Aktivitäten der Abteilung Qualitätssicherung sind die Anerkennung, fachliche Betreuung und Beratung von Schweißbetrieben, die geschweißte Bauteile und Konstruktionen in gesetzlich geregelten und nicht geregelten Anwendungsbereichen herstellen. Der Wirkungsbereich konnte um die Betriebsstätte Dresden erweitert werden und bedeutet eine bessere, weil ortsnahe, Kundenbetreuung.

Im Bereich der PÜZ-Aktivitäten als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Betonstahl und dessen Verarbeitung gelang es, die Anzahl der per Überwachungsvertrag gebundenen Unternehmen von 16 auf 40 zu steigern. Diese Tätigkeiten sind ein Alleinstellungsmerkmal der Betriebsstätte Dresden.

Bezüglich der Zertifizierung von Schweißbetrieben nach DIN EN 729 waren Ende des Jahres 100 Zertifikate bei der SLV Halle GmbH registriert. Hier ist eine rückläufige Entwicklung zu beobachten, die einerseits auf Überführung von Verfahren auf DVS Zert e.V. und andererseits auf weniger Verlängerungsanträge bei Unternehmen zurückzuführen ist.

Auditoren der SLV Halle GmbH führten 21 Audits (Erst-, Überwachungs- und Rezertifizierungsaudits) nach DIN EN ISO 9001 (QM-Systeme) und nach DIN EN 729 im Auftrag von DVS Zert e.V. durch. Letzteres bedeutete eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr, ist jedoch auf die Überführung von Zertifizierungsverfahren von der SLV Halle GmbH auf DVS Zert e.V. im Bereich der DIN EN 729 zurückzuführen.

Höhepunkte waren die von der Abteilung erfolgreich durchgeführten Weiterbildungsveranstaltungen für Schweißaufsichtspersonen. Es konnten Teilnehmerzahlen von 430 im bauaufsichtlichen Bereich und 110 im Schienenfahrzeugbau erreicht werden, was den Vorjahreswerten gleich kommt.

Auch der Tätigkeitsbereich Fertigungsüberwachung von Stahlbau-, Schweiß- und Korrosionsschutzarbeiten in Herstellerwerken und auf Baustellen blieb bezüglich der Anzahl der Projekte auf Vorjahresniveau. Als

markante Beispiele sind hier zu nennen: Berliner Brücke in Halle; Schiffsbrücke Döbeln; Parkhaus Neue Messe Stuttgart; Fertigungsbegleitung Tunnelvortriebstechnik; Metro in Taiwan; Hochstraße Bremen; Fuß- und Radwegbrücke Visbeker Straße, Hempenweg in Bremen; Aussichtsbauwerk Bitterfelder Bogen; Ortsumfahrung Bad Langensalza; Ersatzneubau Brücke über die Flöha in Pockau, Brücke Schwarzer Steg in Plauen; Rohreinbau Kaverne Ellenberg und Muldeflussbrücke Wurzen.

1.4 Abteilung Werkstofftechnik

Die Geschäftstätigkeit 2005 verlief ähnlich wie in den letzten zwei Jahren. Der geplante Umsatz wurde fast erreicht. Besonders auffallend ist die Entwicklung in zwei Teilbereichen. Die Anzahl und der Umfang der Kleinaufträge im Bereich der zerstörenden Werkstoffprüfung sind in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen, der Zuwachs 2005 war dabei besonders zu beachten. Die gleiche Aussage trifft auf den Bereich der Metallographie zu, der Einsatz von zwei Fachkräften war erforderlich und hat sich bewährt.

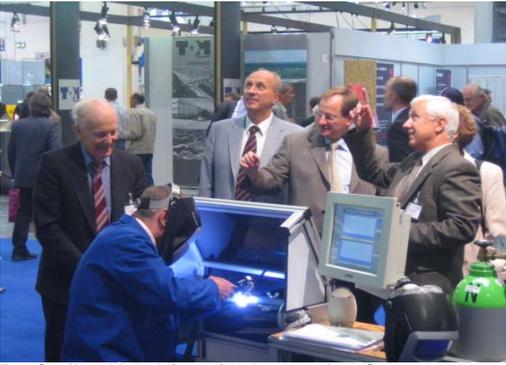
Gleichermaßen gut war die Ausbildung im Bereich der ZfP. Die Ausbildungszahlen im Ausland blieben im Vergleich zu 2004 konstant.

Die Anzahl und der Gesamtumfang der Aufträge zur Auslastung des Prüfstandes zur dynamischen Prüfung von Großbauteilen ist, obwohl neue Auftraggeber gewonnen wurden, annähernd konstant geblieben. Der Umfang der Industrieaufträge im Bereich der ZfP war nicht den Vorgaben entsprechend. Dies konnte zwar durch die guten Ergebnisse bei der Ausbildung von Werkstoffprüfern sowie der ZfP-Ausbildung ausgeglichen werden, sollte aber, trotz der sehr schlechten Auftragslage in Verbindung mit einem Verfall der Preise für Dienstleistungen auf diesem Gebiet, künftig erweitert werden. Der Verlauf der Forschungsarbeiten verlief entsprechend dem Umfang der vorliegenden Projekte. Das umfangreiche Thema "Innovatives Schweißen und Prüfen" (Laufzeit 3 Jahre) wurde auch hinsichtlich des von der Abteilung bearbeiteten prüftechnischen Teiles erfolgreich abgeschlossen.

Der insgesamt hohe Wissensstand und die Art der Bearbeitung von Aufträgen konnte durch ein vom DAP durchgeführtes Audit bestätigt werden. Ohne Probleme verlief die Umstellung auf eine neue Zertifizierungsstelle (CERTQUA) im Rahmen von Ausbildungsmaßnahmen; die vierte Maßnahme zur Ausbildung von Werkstoffprüfern mit IHK-Abschluss wurde kurzfristig geprüft, bestätigt und konnte wie geplant am 12.12.2005 beginnen.

1.5 Abteilung Forschung und Entwicklung

Das markanteste Ereignis des vergangenen Jahres in der Abteilung Forschung und Entwicklung war die Teilnahme auf dem Gemeinschaftsstand der GSI und des DVS an der Messe Schweißen und Schneiden in Essen. Präsentiert wurde ein auf einem handelsüblichen PDA basierender Prototyp zur Sprachsteuerung von Stromquellen. Das rege Interesse, das das System insbesondere bei Herstellern von schweißtechnischer Ausrüstung fand, mündete in Vereinbarungen zur Fortführung der Entwicklungsarbeiten und zum Feldeinsatz unter industriellen Fertigungsbedingungen in einem Werftbetrieb. Ebenfalls großen Anklang fand das ausgestellte System zum mobilen Laserstrahlschweißen mit Faserlasern; hier dokumentierte sich die große Nachfrage nach Technologieentwicklungen unter Nutzung dieser hoch effizienten Laserquelle. Exemplarisch zu nennen ist in diesem Zusammenhang die im ersten Halbjahr durchgeführte Musterfertigung aus dem Bereich des Schienenfahrzeugbaus mittels des Laser-MSG-Hybridschweißens. Hier wurde für diese Technologie in Zusammenarbeit mit Bombardier ein Präzedenzfall für abnahmepflichtige Komponenten geschaffen.



Dr. Steffen Keitel (2.v.r.) erläutert den Gästen vom Paton-Institut in Kiev Prof. Boris Paton (1. v. l.), Prof. Leonid Lobanov (2.v.l.) und Petr Prozenko (1.v.r.) den Schweißtrainer

Zentraler Kern der Messeaktivitäten war jedoch die erfolgreiche Vorstellung des neuen Schweißtrainers, der zum ersten Mal einer breiten Öffentlichkeit präsentiert wurde. Die Fertigung der ersten drei für den Ausbildungsbetrieb bestimmten Trainer wurde noch im November 2005 begonnen. Die Systeme sollen vorzugsweise an Ausbildungseinrichtungen der GSI im Frühjahr 2006 ausgeliefert werden.

Besonderes Augenmerk wurde auch auf die konsequente Einbindung von Industriepartnern in öffentlich geförderte Projekte gelegt. Hervorzuheben sind erste erfolgreiche Schritte zur Zusammenarbeit mit Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie zum Reparaturschweißen hochwertiger Komponenten.

1.6 IGZ - Kompetenzzentrum Fügetechnik an der SLV Halle GmbH

Das Jahr 2005 war für das IGZ-Fügetechnik sowohl durch intensive fachliche Aktivitäten als auch weitere Maßnahmen zur Verbesserung der überregionalen Ausstrahlung gekennzeichnet. So wurde beispielsweise durch eine gezielte Anwenderbefragung eine Analyse zu Stand und Entwicklung der Klebtechnik in Sachsen-Anhalt erarbeitet, deren Ergebnisse interessierten Unternehmen und Institutionen zur Verfügung stehen. Die aus der Durchführung des Innovationsforums "Hybridtechnologien - Fügetechnik für die Fertigung der Zukunft", das im Januar erfolgreich abgeschlossen wurde, resultierenden Kooperationen mit potenziellen Anwendern konnten weiter vertieft werden. Der angestrebten Erhöhung des Bekanntheitsgrades diente die Präsenz des IGZ auf der Zuliefermesse "Z" für den Automobilbau in Leipzig und auf der "Schweißen & Schneiden" in Essen. Darüber hinaus ermöglichte die Mitwirkung in verschiedenen Netzwerken die Realisierung eines effizienten Technologietransfers in KMU unterschiedlichster Branchen. Die entstandenen Kontakte mit Unternehmen und potenziellen Existenzgründern dienen der Vorbereitung zur Ansiedlung weiterer technologieorientierter Unternehmen im IGZ. Neben der aktiven Teilnahme an der Existenzgründeroffensive des Landes Sachsen-Anhalt beteiligte sich Personal des IGZ-Fügetechnik im Rahmen des Businessplanwettbewerbes als Juroren bei der Bewertung mehrerer Wettbewerbsbeiträge.

1.7 Fachbereich EDV

Das Gebiet der Softwareentwicklung war im Jahr 2005 geprägt von der beginnenden Zusammenarbeit mit der SLV Duisburg. Anfang 2005 wurde das 6. Softwareforum in Duisburg durchgeführt und im September auf der Messe "Schweißen und Schneiden" in Essen gemeinsam schweißtechnische Software auf dem DVS-Stand vorgestellt. Weiterhin kam es zur Zusammenarbeit bei der Weiterentwicklung des Softwareproduktes DIVA. Dabei wurde von der SLV Halle das WPS-Modul übernommen, aber auch der WPS-Manager wurde weiterentwickelt. Hier kam es zu notwendig gewordenen Anpassungen aufgrund normativer Veränderungen. Zu erwähnen ist weiterhin ein neues Forschungsprojekt, das im Februar 2005 begann und bis Juli 2006 läuft. "WESA-WebServices für schweißtechnische Anwender" soll sich an schweißtechnisches Fachpersonal wenden, das eine Empfehlung bzw. einen Ansatz für die Umsetzung eines schweißtechnischen Problems haben möchte.

Das durch den Fachbereich EDV betreute Internetregister für die nach DIN 6700-2 zugelassenen Betriebe im Schienenfahrzeugbau bzw. der -instandhaltung wurde erfolgreich weiterentwickelt. Es bildet heute eine wichtige Basis zur Umsetzung der Qualitätssicherung in diesem Bereich.

1.8 Beteiligungen

Die SLV Halle hält Beteiligungen an der SLV Mecklenburg-Vorpommern sowie der TC Kleben GmbH. Beide Einrichtungen konnten sich in Bezug auf Umsatz und Ertrag im abgelaufenen Geschäftsjahr positiv entwickeln.

1.9 Managementreview zum Qualitätssicherungssystem der SLV Halle GmbH zum Geschäftsjahr 2005

Die Organisationsstruktur (vgl. Pkt. 6) des Unternehmens blieb im Jahre 2005 ohne Veränderungen, wobei eingeschätzt wird, dass sich die Abteilungsstruktur mit Untersetzung in die jeweiligen Fachbereiche für die Abwicklung der spezifischen Dienstleistungen/Aufträge bewährt hat.

Der Geschäftsverlauf 2005 in Zahlen und die Mitarbeiterzahl sind den Punkten 4 und 5 zu entnehmen.

Zu Beginn des Jahres 2005 erfolgte die sachliche und redaktionelle Überarbeitung des Qualitätssicherungshandbuchs Teil 1 (Allgemeiner Teil) sowie Teil 2 Heft 1 (Aus- und Weiterbildung) und Heft 3 (Werkstofftechnik). Ziel hierbei war die Vorbereitung der Reakkreditierung als anerkannte Prüfstelle nach Druckgeräterichtlinie durch die ZLS.

Das Reakkreditierungsaudit durch die ZLS erfolgte vom 16. – 18.03.2005 und konnte mit Erfolg abgeschlossen werden. Die SLV Halle GmbH ist damit weiterhin berechtigt, Personal und Verfahren für die Herstellung dauerhafter Verbindungen im Bereich der Druckgeräterichtlinie zu zertifizieren.

Im Bereich der Aus- und Weiterbildung wurde die SLV Halle GmbH als Maßnahmeträger im Ausbildungs- und Prüfungssystem nach DVS®-IIW/EFW-Richtlinien (DVS-PersZert) am 28. September 2005 durch einen Auditor von CERTQUA (Fachkundige Stelle nach AZWV der Bundesagentur für Arbeit) überprüft. Die SLV Halle GmbH wurde danach als Maßnahmeträger für Richtlinienlehrgänge nach DVS®-IIW/EFW-Richtlinien 1111 (Internationaler Schweißer), 1171 (Internationaler Schweißfachmann), 1172 (Internationaler Schweißtechnologe) 1173 (Internationaler Schweißfachingenieur) sowie DVS®-Richtlinie 1157 (DVS®-Schweißwerkmeister) durch die Fachkundige Stelle zugelassen. Alle Lehrgänge sind inzwischen durch die Arbeitsverwaltung Halle als Maßnahmen der beruflichen Weiterbildung registriert.

Am 29.11.2005 erfolgte durch einen Auditor vom DAP ein Überwachungsaudit zur Aufrechterhaltung der Akkreditierung nach DIN EN ISO/DIS 17025, welches bereits die zukünftige Gemeinschaftsakkreditierung der Prüflabore der GSI-Niederlassungen und seiner kooperierenden Einrichtungen berücksichtigte. Das Überwachungsaudit wurde erfolgreich abgeschlossen.

Die in den Schulungsplänen der Abteilungen für das Jahr 2005 geplanten internen und externen Weiterbildungen, Belehrungen, Qualifizierungen sowie die Mitarbeit in Fachgremien des DIN und des DVS wurden umgesetzt und dienen der Wahrung und Weiterentwicklung der fachlichen Kompetenz der Mitarbeiter.

Zusammenfassend wird eingeschätzt, dass die Festlegungen des QS-Systems für die akkreditierten/anerkannten Bereiche von den Mitarbeitern umgesetzt werden. Dies wurde durch interne und externe Audits nachgewiesen. Beanstandungen/Beschwerden von Kunden zu den Dienstleistungen der SLV Halle in den akkreditierten/anerkannten Bereichen gab es nicht. Die Kundenzufriedenheit als oberstes Qualitätsziel wurde bei unseren Geschäftspartnern erzielt.

2 Übersicht über im Berichtszeitraum bearbeitete Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

Die in den folgenden Tabellen dargestellten Forschungsvorhaben sind öffentlich geförderte Projekte mit Industriepartnerschaft. Deshalb müssen die Forschungsergebnisse so gestaltet sein, dass der entsprechende Industriepartner daraus schnellstmöglich Effekte für seine Fertigung ableiten kann. Üblich ist es auch, dass die Ergebnisse von Projekten in Form von Lizenzvergaben nutzbar gemacht werden.

Während der Antrags- bzw. Bearbeitungsphase kann ein Projekt meist ohne Probleme auf sich verändernde Zielstellungen im Rahmen des Themas angepasst werden. Bisher übliche Praxis ist es, solche Projekte aus der SLV heraus vorzuschlagen. Andererseits können entsprechende Anregungen für längerfristige Arbeitsrichtungen durch den Industriepartner angeregt werden. Empfehlungen hierzu kommen u. a. aus dem Freundeskreis der SLV Halle.

2.1 Forschungsvorhaben, die 2005 abgeschlossen wurden

Projektleiter	Projektbezeichnung	Laufzeit
Dipl.-Ing. H. Butthoff	Innovationsforum Hybridtechnologien, Aufbau Kooperationsnetzwerk	08/04 - 01/05
Dipl.-Ing. J. Neubert	Dock Laser	09/02 - 08/05 verlängert bis 02/06
Dipl.-Ing. J. Herrmann	MSG-Auftragschweißen mit Flachdrahtelektroden	09/02 - 02/05
Dr.-Ing. M. Ströfer / Dipl.-Ing. S. Langrock	Innovative schweißtechnische Fertigung und Prüfung	01/03 - 12/05
Dr.-Ing. G. Sitte	Punktlöt-Kleben	09/03 - 08/05
Dipl.-Ing. H. Butthoff	Simulatorgestützte Schweißerausbildung	02/04 - 06/05
Dipl.-Ing. J. Neubert	Strahlmanipulation beim Schweißen von Festkörperlasern	02/04 - 12/05
Dipl.-Ing. R. Friedrich	Schallemissionsanalyse	07/03 - 02/05

2.2 Forschungsvorhaben, die 2006 abgeschlossen werden

Projektleiter	Projektbezeichnung	Laufzeit
Dipl.-Phys. H. Orlick	MAHREG-Verbundprojekt – Simulationsgestützte Analyse (SIPROKO)	06/05 - 06/06
Dipl.-Inf. M. Schmidt Dipl.-Ing. O. Lange	MoKoBau	01/06 - 12/06
Dipl.-Ing. B. Kranz	Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit von DY-Nähten	10/04 - 09/06
Dipl.-Ing. J. Herrmann	Zerstörungsfreies Prüfen von Beschichtungen mittels Thermographie	09/04 - 08/06
Dipl.-Ing. H. Butthoff	Hochleistungsschweißen komplizierter Konturen an dickwandigen Großbauteilen	01/05 - 09/06
Dipl.-Inf. M. Schmidt	WESA-WebServices für schweißtechnische Anwender	02/05 - 07/06
Dr.-Ing. C. Bruns	Qualitätsgerechtes Schweißen von hochlegierten Stahlgusswerkstoffen	02/05 - 12/06

2.3 Forschungsvorhaben, die 2007 abgeschlossen werden

Projektleiter	Projektbezeichnung	Laufzeit
Dipl.-Ing. J. Herrmann	Qualifizierung von Systemen zur Prozessfehlererkennung; Erarbeitung von Methoden und Kriterien zur Bewertung von Systemen	06/05 - 05/07
Dr.-Ing. C. Bruns	Schweißen von Sonderwerkstoffen und Umsetzung innovativer Prüfstrategien und Reparaturverfahren	01/06 - 12/07
Dipl.-Ing. J. Neubert	Leistungssteigerung des MSG-Laserstrahlhybridschweißens in Bezug auf höher feste Stähle	11/05 - 06/07
Dr.-Ing. G. Sitte	Erweiterung der Einsatzgrenzen des Punktlötens für höher feste und austenitische Stähle	11/05 - 10/07
Dipl.-Ing. H. Butthoff	Orbital-MSG-Laserstrahlhybridschweißen von Großrohren	01/06 - 09/07
Dipl.-Ing. J. Herrmann	Schweißparameter und Eigenschaften höherfester Werkstoffe	01/06 - 12/07

2.4 Forschungsvorhaben, die 2008 abgeschlossen werden

Projektleiter	Projektbezeichnung	Laufzeit
Dr.-Ing. C. Bruns	INDUCWELD	07/05 - 06/08

Die Projekte wurden bzw. werden mit Mitteln des BMWA, des BMBF, des Landes Sachsen-Anhalt sowie der EU gefördert. Die SLV Halle bedankt sich an dieser Stelle für die Unterstützung durch die Ministerien und die betreffenden Projektträger.

2.5 Kurzberichte 2005 abgeschlossener Forschungsthemen

Innovationsforum "Hybridtechnologien – Fügetechnik für die Fertigung der Zukunft"

Hybride Schweißtechnologien besitzen ein hohes Potenzial zur Gestaltung wirtschaftlicher Fertigungsabläufe. So entsteht durch die Kopplung von zwei unterschiedlichen Schweißprozessen in einer gemeinsamen Wirkzone ein vollkommen neuer Prozess mit eigenen Merkmalen. Idealerweise kommt es dabei zur Verknüpfung positiver Effekte beider Einzelprozesse bei gleichzeitiger Erweiterung bisheriger Anwendungsgrenzen. Als besonders wirkungsvoll stellen sich solche Hybridprozesse dar, bei denen eine Komponente der Laserstrahl ist und eine weitere das Einbringen von Zusatzwerkstoff unter Lichtbogenwirkung realisiert. So ist zum Beispiel das Laser-MSG-Hybridschweißen durch eine große Einschweißtiefe bei hoher Toleranzverträglichkeit und Schweißgeschwindigkeit gekennzeichnet, also eine hervorragende Möglichkeit zum einlagigen Schweißen großer Blechdicken mit reduzierter Fugenvorbereitung und geringem Verzug.

Um einerseits dem in der Industrie bestehenden Informationsbedarf über neuartige Technologien gerecht werden zu können und andererseits bereits vorhandene Netzwerkstrukturen vertiefen und erweitern zu können, wurde vom Kompetenzzentrum Fügetechnik an der SLV das Innovationsforum "Hybridtechnologien - Fügetechnik für die Fertigung der Zukunft" im Rahmen der vom BMBF geförderten Initiative "Unternehmen Region" für die Neuen Länder durchgeführt. Im Zeitraum von August 2004 bis Januar 2005 dienten dabei Workshops und Spezialistentreffen zur Publizierung neuester Forschungsergebnisse und der Diskussion von Konsequenzen und Effekten beim industriellen Einsatz. Höhepunkt des Projektes war die zweitägige Hauptveranstaltung im November 2004. Dazu konnten weit über einhundert Teilnehmer aus Forschung, Industrie, Kammern und Verbänden begrüßt werden. Im Mittelpunkt der Tagung standen Fachvorträge zu verschiedenen Entwicklungen hybrider Schweißprozesse sowie die Darstellung erster Erfahrungen beim industriellen Einsatz dieser Verfahrensvarianten. Dabei wurden technologische Konsequenzen für den Fertigungsablauf ebenso berücksichtigt wie wirtschaftliche Effekte.



Abgerundet wurde das Programm der Hauptveranstaltung durch praktische Vorführungen im Bereich Strahlschweißen der SLV Halle, wodurch den Tagungsteilnehmern auf eindrucksvolle Weise bestehende technologische Potenziale demonstriert werden konnten.

Damit leistete das Innovationsforum einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung des Wissensstandes über neue Fügetechnologien in der Industrie. Gleichzeitig konnten Technologie- und Ausrüstungsentwickler mit den Bedürfnissen und Anforderungen der industriellen Anwendungen vertraut gemacht werden. Dies sichert auch künftig die

Realisierung bedarfsgerechter Forschungsarbeiten. Im Ergebnis des Projektes konnten weitere Netzwerkpartner gewonnen werden, was sich beispielsweise in einer bilateralen Zusammenarbeit zwischen Technologie- und Ausrüstungsanbietern und Anwendern aus der Industrie dokumentiert.

DOCKLASER: Increasing Efficiency and Quality in Shipbuilding and Shiprepair by Developing Mobile Laser Equipment for Dock-Area

Inhalt des Projektes "DockLaser" ist es, für den Endmontagebereich im Schiffsneubau und in der Reparatur die Produktivität, Flexibilität und Qualität zu erhöhen sowie die Arbeitsbedingungen zu verbessern, indem Lasertechnologien und -ausrüstungen für die Bereiche entwickelt werden, welche derzeit durch wenig produktive Schweißprozesse mit einem hohen Energieeintrag gekennzeichnet sind. Dieser führt zu Verzügen und zu Fehlern an bereits fertig gestellten Komponenten. Zu Beginn des Projektes wurden Applikationen, Anforderungen und Ziele für Laserprozesse im Dockbereich definiert, um die entsprechenden Schweiß-/Schneidtechnologien und Ausrüstungen zu entwickeln. Arbeitssicherheit und Zulassungen sind die Schwerpunkte eines gesonderten Arbeitspaketes. Realitätsnahe Tests und die Umsetzung einer Musterfertigung bei Endnutzern sollen die Wirksamkeit der entwickelten Technologien und Ausrüstungen und deren Potenzial unter Werftbedingungen demonstrieren. Als Partner für die Prozess- und gerätetechnische Entwicklung sind die SLV Halle GmbH und die SLV Mecklenburg-Vorpommern in die Projektbearbeitung involviert.

Die drei Hauptanwendungsgebiete sind:

- MSG-Laserstrahlhybridschweißen von langen linearen Stumpf- und Kehlnähten mit Traktorsystem
- Laserstrahlheftschweißen mit einem mechanisierten System
- manuell geführte Laserstrahlschweiß- und -schneidanwendungen

Das im "DOCKLASER"-Projekt entwickelte Equipment hat sich sowohl im Laborbetrieb als auch im Werfteinsatz bewährt. Weiterhin wurde durch die Tests unter Werftbedingungen die Einsatzfähigkeit der Gerätesysteme im Produktionsprozess nachgewiesen.

In Ergänzung zu den bisher mit einem 4 kW-Festkörperlaser system erzielten Ergebnissen war die letzte Phase der Projektarbeit geprägt durch die Umsetzung von Hybridtechnologien mit traktorgeführten Systemen unter Verwendung eines 10 kW-Faserlasers.

Mit Abschluss des Projektes ist die Weiterführung der Arbeiten zur Etablierung mobiler Laserapplikationen im Schiffbau aber auch in anderen Industriebereichen durch die Zusammenführung der Gerätetechnik in einem Kompetenzzentrum "Mobile Laseranwendungen" in Rostock vorgesehen.



Traktorgeführtes Hybridschweißen



Heftnahtschweißgerät

MSG-Auftragschweißen mit Flachdrahtelektroden

Das gemeinsam mit der SLV München durchgeführte Forschungsvorhaben zum MSG-Auftragschweißen mit Flachdrahtelektroden kann mit den Schwerpunkten der Untersuchung der Anlagenzuverlässigkeit unter praktischen Schweißbedingungen, einer Grundlagenuntersuchung zur Ermittlung der wesentlichen Einflussgrößen auf die Prozessstabilität und den Werkstoffübergang und des Erarbeitens von geeigneten reproduzierbaren Schweißparametern und Arbeitsbedingungen für korrosions- und verschleißbeständige Beschichtungen unter anwendungsnahen Einsatzbedingungen beschrieben werden.

Die Ergebnisse der Schweißversuche zeigen die enorme Leistungsfähigkeit des Verfahrens. Beim Auftragen von korrosionsbeständigen Beschichtungen können Abschmelzleistungen bis zu 15 kg/h mit sehr geringen Aufmischungen der Beschichtung mit dem Trägerwerkstoff und einer ausreichenden Korrosionsbeständigkeit bereits in der ersten Lage realisiert werden. Mit dem MSG-Flachdraht-Auftragschweißen können sowohl kleine als auch größere Flächen an kompliziert geformten Bauteilen in unterschiedlichen Schweißpositionen beschichtet werden. Auftragschweißversuche mit unterschiedlichen Schweißbrenner- und Flachdrahtelektrodenstellungen ergaben, dass sich beim Auftragen der korrosionsbeständigen Beschichtungen eine Brenneranstellung von 100° – 110° (10° – 20° stechend) und ein Brenneranstellwinkel von 35° – 40° bei quer zur Schweißrichtung angestellter Flachdrahtelektrode sehr positiv auf geringe Einbrandtiefen und Aufmischungsgrade auswirkt (siehe Bild 1). Eine Beeinflussung des Aufmischungsgrades kann beim Schweißen mit verschleißbeständigen Flachdrähten durch den Schweißbrenneranstellwinkel erfolgen, der sich mit 45° – 60° in Abhängigkeit vom Legierungstyp als technologisch günstig erwiesen hat. Bild 2 zeigt Auftragschweißungen mit einem gefüllten, verschleißbeständigen Flachdraht (MSG10-GF-60G), die mit einem Schweißbrenneranstellwinkel von 60° , der Schweißgeschwindigkeit angepassten Parametern und einem konstanten Raupenabstand geschweißt wurden. Ein vergleichsweise geringer Aufmischungsgrad von $AG = 18,6\%$ wurde mit einer Schweißstromstärke von $I_s = 371\text{ A}$ und einer Schweißgeschwindigkeit von $v_s = 80\text{ cm/min}$ ermittelt.

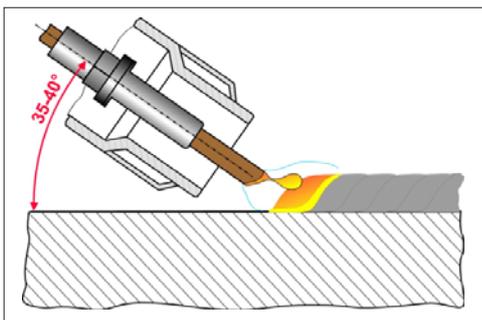


Bild 1: Einbrandtiefe und Aufmischung bei einem Brenneranstellwinkel von 40° und 20° stechender Brenneranstellung

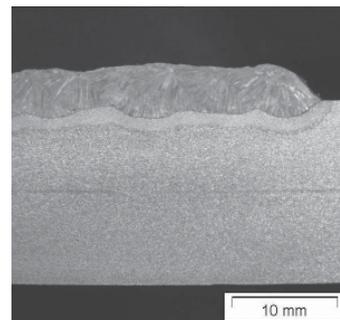
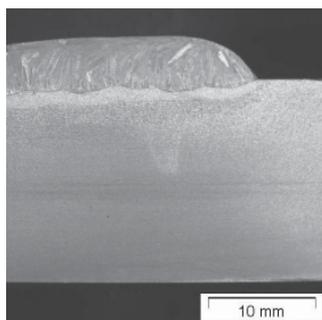
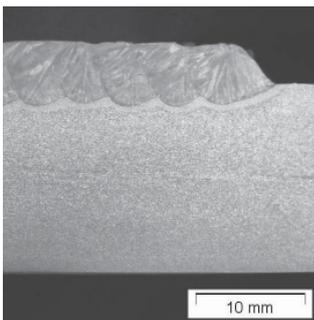
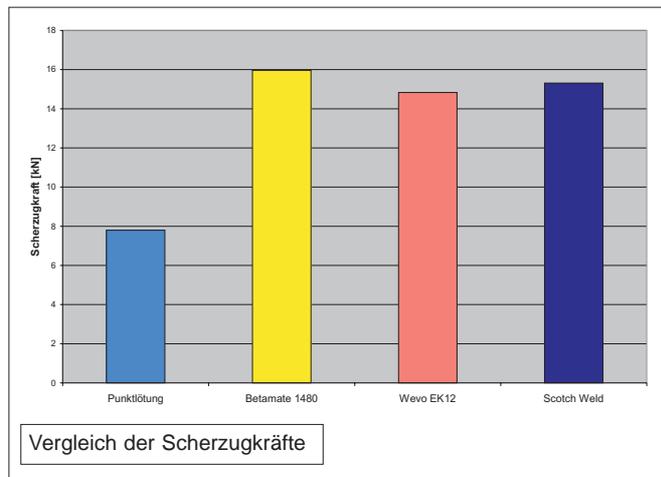


Bild 2: Aufmischungsgrade beim Schweißen mit gefülltem Flachdraht

Punktlot-Kleben



Mit dem Punktloten wurden gute Lösungsansätze geschaffen, einseitig kaum sichtbare Überlappverbindungen zu erzeugen. Eine Applikation besteht bereits mehrere Jahre. Für verschiedene Anwendungen im Automobilbau werden aus Korrosionsschutzgründen abgedichtete Falze gefordert und dafür das Punktschweiß-Kleben angewendet. Dies hat jedoch neben dem auch vom Punktschweißen bekannten Nachteil der beidseitigen Oberflächenschädigung den zusätzlichen Nachteil einer starken Schädigung des Klebstoffs im Bereich des Schweißpunktes.

Mit dem Forschungsvorhaben wurde das Ziel verfolgt, die technologischen Voraussetzungen für die Kombination von Punktloten und Kleben zur Erzeugung von Überlappverbindungen an Stahlblechen zu schaffen.

Die zu lösende Entwicklungsaufgabe bestand darin, einen Kompromiss zwischen den Forderungen des Punktlotens nach sauberen Oberflächen und dem Erfordernis der Klebstoff-Einbringung zu finden. Der Klebstoff muss unter dem Einfluss der Elektrodenkraft möglichst vollständig aus dem Bereich des Lot-Depots verdrängt werden.

An verzinkten Stahlblechen wurde die Realisierbarkeit der neuen Prozesskombination (Punktloten + Kleben) nachgewiesen. Für sie und vier konkurrierende Überlappfügeprozesse wurden statische Festigkeitswerte und Schwingfestigkeitswerte bestimmt. Die statische Schervzugkraft der ausgehärteten Punktlotklebverbindung steigt etwa auf das doppelte Niveau (Bild). Für die Blechdicken-Kombinationen 1+1, 1+2 und 2+1 wurden Prozessparameterwerte ermittelt.

Durch eine modifizierte Prozessführung (Arbeiten mit Stromanstieg) konnten die vom Klebstoff auf den Punktlotprozess einwirkenden Störfaktoren minimiert werden, so dass ein reproduzierbarer Lötprozess stattfinden kann.

Damit können die Vorteile von Punktloten und Kleben (Dichtheit der Verbindung; Erhöhung der Festigkeit, insbesondere der Schwingfestigkeit) kombiniert werden. Die Nachteile – insbesondere die extrem tiefen Elektrodeneindrücke – der bisherigen Alternative Punktschweiß-Kleben werden vermieden.

Die Technologie kann mit modifizierten Parametern auch an Dickenkombinationen angewendet werden.

Potentiellen Nutzern in der Feinblechverarbeitung steht damit eine zusätzliche Verbindungstechnologie insbesondere für Sichtflächen zur Verfügung.

Weitere Angaben in folgenden Publikationen:

- "Kombinierbar: Punktloten/Kleben", Automotive Materials, Isernhagen 02/2005, S. 16 - 18
- "Widerstandspunktloten und -punktlotkleben – Möglichkeit von Überlappverbindungen auf Sichtflächen", der Praktiker, Düsseldorf (2006) 1

Innovative schweißtechnische Fertigung und Prüfung

Als zentraler Beitrag zum Themenschwerpunkt "Innovative schweißtechnische Fertigung" wurde die Anwendung einer neuen Generation von Hochleistungs-Festkörperlasern für ausgewählte Anwendungsbereiche untersucht. Im konkreten Fall kam das MSG-Laserstrahlhybridschweißen mit einem 4,5 kW-Faserlaser zum Einsatz. Dabei standen ausgewählte Baugruppen des Schienenfahrzeugbaus im Mittelpunkt als typische Vertreter dynamisch belasteter Komponenten. Die wirtschaftlichen Ansätze bestehen bei den hier vorliegenden Blechdickenbereichen und konstruktiven Besonderheiten im Wegfall aufwändiger Nahtvorbereitung und in einer drastischen Reduzierung der Lagenanzahl.

Die Ermüdungsfestigkeit wurde im MKJ-Diagramm den Normwerten gegenübergestellt. Dadurch konnte im Zusammenhang mit der Verfahrensprüfung eine umfassende Bewertung der so hergestellten Schweißverbindung erfolgen. Die hierbei erzielten positiven Ergebnisse waren Grundlage für die Entscheidung, als Abschluss der Untersuchungen eine Versuchsfertigung zu organisieren und eine Musterreihe zu schweißen, um damit erstmals mit dem MSG-Laserstrahl-Hybridschweißen gefertigte Baugruppen in Serienfahrzeugen zum Einsatz zu bringen.



Bild 1: Bauteilvorrichtung der Roboterzelle

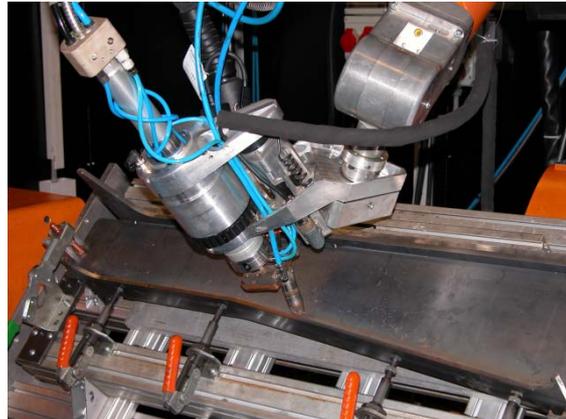


Bild 2: MSG-Laserstrahlhybridschweißen trägerförmiger Schienenfahrzeugkomponenten

Im zweiten Schwerpunkt „Innovative Prüfung“ standen komplizierte räumliche elektronenstrahlgeschweißte Nähte im Mittelpunkt. Trotz der Vorteile des Elektronenstrahlschweißens und der hohen Nahtqualität werden damit meist nur geometrisch einfache Bauteile hergestellt. Typisch sind Rund- und Längsnähte, die durch die Bewegung des Werkstücks in einer Achse entstehen. Den Bewegungsmöglichkeiten des Werkzeuges, d. h. des Strahlerzeugers, sind Grenzen gesetzt, nicht jedoch der Bewegung des Werkstückes. Mit der Konzeption, dem Bau und der industriellen Nutzung einer mit neun numerisch gesteuerten Achsen ausgestatteten Elektronenstrahlanlage bei der JOSCH Strahlschweißtechnik GmbH (Kooperationspartner im Projekt) wurden Voraussetzungen geschaffen, um auch räumlich geformte Nahtgeometrien herstellen zu können. Standardmäßig werden Flanschverbindungen, also Rundnähte mittels Elektronenstrahl geschweißt und mittels Ultraschall geprüft. Für die automatisierte Ultraschallprüfung wurde eine geeignete Prüfvorrichtung entwickelt, gebaut und dazu die erforderliche Software entwickelt (Bild 3). Diese Software dient einerseits der Steuerung, andererseits lieferte sie eine bildhafte Darstellung ermittelter Fehlstellen in Form eines C-Scan. Diese Versuchsanordnung bildete eine Vorstufe für die zweite Aufgabe, also für die Prüfung weitaus komplizierterer Geometrien.



Bild 3: Prüfanlage für Flanschverbindungen

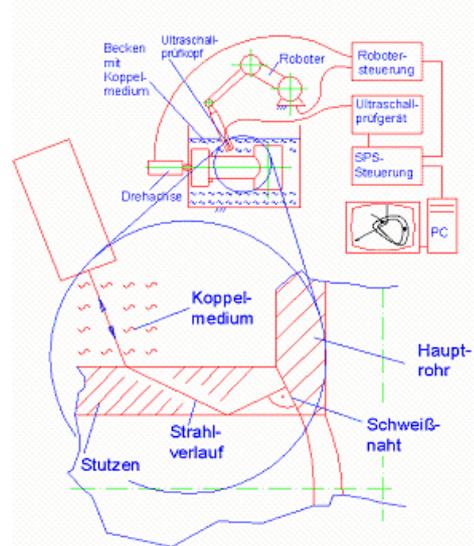


Bild 4: Prüfung räumlicher Nahtverläufe mit Roboter

Schwerpunkt der Versuche und Entwicklungen bildeten dickwandige Hochdruckarmaturen. Dabei kann der Stutzen bezogen auf das Hauptrohr aufgesetzt oder eingesetzt sein. In beiden Fällen wird zwischen Stutzen und Hauptrohr eine Regelfläche konstruiert, die von der Verschneidungskurve zwischen den beiden Mantelflächen der beteiligten Rohre gebildet wird und sich dann entlang eines Vektors im Raum aufspannt. Neben der Sichtprüfung und einer Oberflächenrissprüfung ist nur die Ultraschallprüfung zum Nachweis innerer Fehlstellen geeignet. Diese geometrischen Verhältnisse erzwingen dabei ein rechtwinkliges Auftreffen des Schallimpulses auf die Regelfläche und mindestens eine Totalreflexion des Schallimpulses auf seinem Weg innerhalb des Bauteiles. Mit Suchbewegungen des Prüfkopfes lässt sich bei einer manuellen Prüfung die Nahtgeometrie nicht lokalisieren. Es gibt für jeden Punkt auf der Schweißnaht genau einen zugehörigen Punkt und einen zugehörigen Richtungsvektor zur Einkopplung des Schallimpulses in das Bauteil. Die Verhältnisse sind komplex und nichtlinear. Das heißt: Einzig möglich ist eine geometrisch definierte Bewegung des Prüfkopfes mittels einer geeigneten Führung – z. B. einem Roboter – unter Nutzung des mit mathematisch-geometrischen Methoden vorab berechneten Schallwegverlaufes. Die grundsätzliche Lösung ist in Bild 4 dargestellt. Die Stutzen-Rohr-Verbindung taucht in ein Becken mit dem Koppelmedium und wird programmgesteuert gedreht, während der Industrieroboter simultan den Ultraschall-Prüfkopf so auf einer Bahn führt, dass sich der im Detail dargestellte Strahlverlauf ergibt. Das Roboterprogramm hierfür basiert auf einer Rückwärtstransformation. Die aktuellen Positionsdaten der Roboterachsen und die vom Ultraschall-Prüfgerät gelieferten Informationen über aktuelle Echohöhe und Echolaufzeit werden von einer Steuerung verknüpft und an einen PC gesendet. Dort erfolgt eine Vorwärtstransformation und in einer Computergrafik werden eventuell gefundene Unregelmäßigkeiten dargestellt. Die Ergebnisse an Armaturen mit künstlichen und natürlichen Fehlstellen zeigen, dass eine durchgängige Anwendung einer Software zur einheitlichen Generierung von Maschinenprogrammen sowohl für die mechanische CNC-Bearbeitung als auch zum Schweißen mit NC-gesteuertem Werkzeug- und Bauteilhandling und zum zerstörungsfreien Prüfen geeignet sein kann. Dies ermöglicht die Anwendung des Elektronenstrahlschweißens zum Herstellen von Stutzen-Rohr-Verbindungen mit einem hohen qualitativen Standard und beträchtlichen wirtschaftlichen Effekten bei einer durch zerstörungsfreie Prüfung nachgewiesenen hohen Qualität.

Schweißtrainer für die praktische Ausbildung



Gesamtansicht Schweißtrainer

Die derzeitige praktische Ausbildung von Schweißern ist durch einen hohen personellen und Materialaufwand gekennzeichnet. Dies hat seine Ursache in der notwendigen intensiven Betreuung der Lehrgangsteilnehmer insbesondere in der Anfangsphase der Ausbildung sowie in der großen Anzahl von begangenen Fehlern bei der Führung des Schweißwerkzeuges, welche in der Regel nicht nur zu Unterbrechungen des Prozesses führen, sondern vielfach auch Beschädigungen am Werkzeug nach sich ziehen – z. B. Beschädigungen der Wolframelektrode beim WIG-Schweißen.

Vor diesem Hintergrund wurde als Zielstellung formuliert, einen rechnergestützten Trainingsarbeitsplatz für die Schweißerausbildung zu entwickeln, der dazu geeignet ist, die Koordinationsfähigkeit der motorischen Abläufe beim Schweißen zu erlernen, ohne dass hierzu ein realer Schweißprozess mit den genannten Konsequenzen erforderlich ist. Neben einer Senkung des Materialverbrauches sollte hierdurch auch eine effizientere Nutzung der Ausbildungszeit erreicht werden.

Hierzu wird ein Lichtbogen mit einer minimalen Stromstärke erzeugt, welcher einerseits reale Bedingungen abbildet, also das Arbeiten mit abgedunkeltem Schutzschild erfordert, andererseits jedoch keine signifikanten Beeinträchtigungen am Probekörper (Blech oder Rohr) hervorruft. Wesentlicher Bestandteil des Arbeitsplatzes sind integrierte Sensoren im Schweißwerkzeug, die die Einhaltung vorgegebener Parameter wie Brennerabstand (Lichtbogenlänge), Anstellwinkel und Schweißgeschwindigkeit überwachen. Wird ein oder mehrere Parameter über individuell einstellbare Grenzwerte hinaus verändert, erfolgt eine Information (optisch und akustisch) an den Schweißer ohne Unterbrechung des Prozesses. Darüber hinaus werden Fehlerarten und -häufigkeiten gespeichert, um im Anschluss eine Auswertung und Fehleranalyse zu ermöglichen. Durch unterschiedliche Schweißwerkzeuge können bei gleichem Funktionsprinzip verschiedene Prozesse nachgebildet werden.

Neben den angestrebten Kostenreduzierungen konnte nachgewiesen werden, dass das Erlernen grundsätzlicher Bewegungsabläufe am Trainingsarbeitsplatz zu Beginn der Ausbildung zweckmäßig ist und bei Integration in den regulären Ausbildungsbetrieb auch eine Reduzierung der Gesamtdauer durch deutlich geringere Nebenzeiten bewirken kann. Zusätzlich wurden fachkundliche Inhalte in die Bedienoberfläche integriert, die dem Teilnehmer durch Fragestellungen theoretisches Wissen am PC vermitteln.

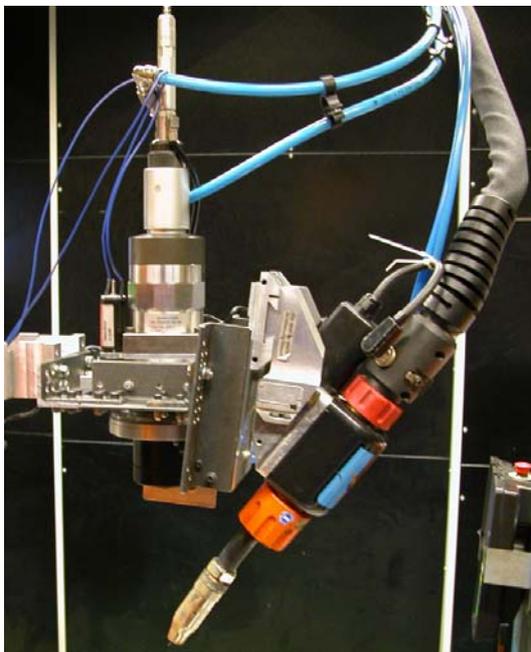
Bewertung und Umsetzung von Varianten zur Strahlmanipulation beim Schweißen mit Festkörperlaser

Die Entwicklung der schweißtechnisch dominierten Fertigungsbereiche in den letzten Jahren ist durch eine stetig wachsende Anzahl von Strahlschweißanwendungen gekennzeichnet. Dabei rücken neuere Generationen von Festkörperlaser-Systemen, welche sich durch eine hervorragende Strahlqualität auszeichnen, immer weiter in den Fokus. Die Strahlqualität beeinflusst das Ergebnis bei der Materialbearbeitung insbesondere beim Schweißen nachhaltig. Neben den positiven Aspekten einer hohen Strahlqualität, wirken sich bedeutend höhere Anforderungen an die Toleranzen der zu fügenden Bauteile nachteilig aus. Im Ergebnis eines unter praxisnahen Bedingungen durchgeführten Feldversuchs trat dieses Defizit sehr deutlich zu Tage. Neben den positiven Aspekten im Verlauf des Einbrandprofils in Abhängigkeit zur Schweißgeschwindigkeit lag die Hauptursache für Unregelmäßigkeiten in der Toleranzanfälligkeit des Festkörperlaser gegenüber Fehlpositionierung und daraus resultierenden Flankenbindefehlern.

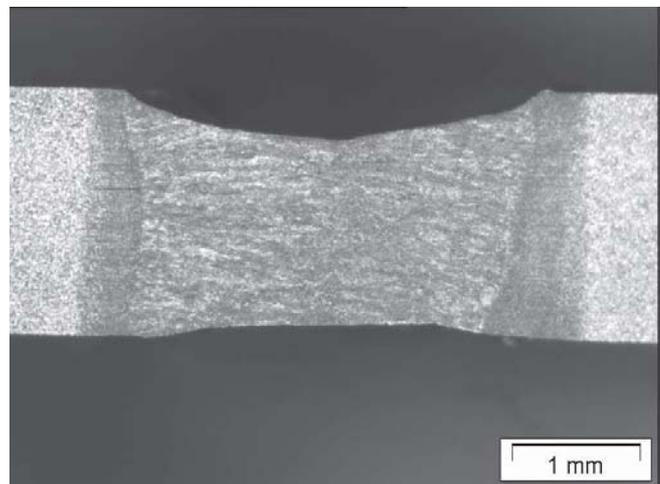
Aus diesen Gründen wurde untersucht, ob sich unter Nutzung der Strahlqualität Möglichkeiten ergeben, durch eine Manipulation des Laserstrahls über optische Komponenten größere Schmelzbäder zu erzeugen und in welcher Form sich diese Manipulation auf das Schweißergebnis auswirkt.

Basierend auf den Kenntnissen der Strahlmanipulation beim Elektronenstrahlschweißen wurde ein System zur Manipulation des Festkörperlaserstrahls entwickelt, welche die Grundlage zur technischen Umsetzung darstellt. Basierend auf einem existierenden optischen System wurde ein Versuchsaufbau konzipiert, welcher die Realisierung der Pendelbewegung über Elemente der Strahlführung ermöglicht.

Bei der Analyse der Versuche wurde ermittelt, dass bei nahezu allen Parametereinstellungen eine deutliche Erhöhung der Schweißnahtbreite über die gesamte Einschweißtiefe erzielt wurde.



Einrichtung zur Strahlmanipulation mit Hybridoption



Laserleistung:	PL = 3 kW
Schweißgeschwindigkeit:	vs = 1,7 m/min
Pendelradius:	r = 0,8 mm
Pendelfrequenz:	f = 13,89 Hz
Spaltbreite:	bs = 0,5 mm
Schweißnahtbreite:	b = 2,95 mm

Anwendung der Schallemissionsanalyse an geschweißten Stahlkonstruktionen

Ziel des Projektes war es, eine neue Prüfstrategie bei der Überwachung von Bau- und Tragwerken zu entwickeln. Diese setzt sich aus statischen Berechnungen und Spannungsanalysen in Kombination mit Schallemission zusammen. Ansatz der neuen Strategie war, bereits bei der Planung und Konstruktion gefährdete Bereiche zu lokalisieren und diese nach der Errichtung zu überwachen. Spannungsberechnungen liefern dabei Aussagen über auftretende Kräfte und werden als Grundlage für Belastungsversuche einzelner Elemente der Konstruktion verwendet. Diese Versuche liefern dabei die Parameter, die eine Beurteilung im Bauwerk ermöglichen und haben als weiteren Aspekt die Einschätzung der Eignung der verwendeten Schweißtechnologien. Unter Verwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren kann dabei ein direkter Vergleich von aufgebrachtener Last, Schallemissionsaktivität und entstandener Schädigung dokumentiert werden.

Daraus ergeben sich die Hauptschwerpunkte der Untersuchung wie folgt:

- Realisierung eines Versuchsstandes
- Überwachung im realen Bauwerk (Simulationstragwerk)
- Entwicklung einer Überwachungsstrategie

Zur Umsetzung dieser Zielstellung wurden u. a. drei Knotenverbindungen im entwickelten Prüfstand in mehreren Messreihen bis zum Versagen statisch belastet und die Haltephasen (Zeitspannen mit konstanter Belastung) ausgewertet. Aus den analysierten Schallemissionsdaten konnte kein typisches Versagensverhalten in diesem Sinne ermittelt werden. Es zeigte sich keine Möglichkeit, aus dem Schallemissionsverhalten auf den Belastungszustand bzw. auf ein mögliches Versagen mit Sicherheit zu schließen.

Die Differenzierung zwischen verschiedenen stark beanspruchten Zonen im Knotenbereich (durch Verwendung mehrerer Sensoren mit Ortung über die Schalllaufzeit) ermöglicht eine Abgrenzung gefährdeter Bereiche untereinander. Basierend auf diesen Erkenntnissen ist eine Dauerüberwachung eines Knotensegmentes im Simulationstragwerk der SLV Halle GmbH realisiert worden.



In Kombination mit Dehnungsmessungen am Knotenprofil und unter Einbeziehung der am Tragwerk aufgenommenen Daten wie Windgeschwindigkeit und Richtung sowie Temperatur erhalten die registrierten Schallemissionsdaten einen Bezug zur Beanspruchung des Segmentes. Eine zeitlich begrenzte Überwachung kann mit der zur Verfügung stehenden Gerätetechnik durchgeführt werden. Geschieht diese unter zusätzlicher Lastaufbringung, so gestaltet sich die Überwachung in Form von Prüfeinsätzen,

bei denen die Last- und Messzyklen koordiniert werden müssen. Erfolgt die Überwachung während des laufenden Betriebes und ohne zusätzliche Last, ist nach Anbringung der Sensoren die Datenauswertung Hauptbestandteil der Überwachung. Eine Prüfung und Charakterisierung von Knotenverbindungen, bei der von Testverbindungen ausgegangen wird, ist allein mit der Schallemissionsanalyse, basierend auf den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen, nicht möglich. Die kommerzielle Umsetzung der Prüfstrategie im Sinne einer Eingrenzung gefährdeter Bereiche und einer gegebenenfalls genaueren Einschätzung dieser Stellen durch andere ZfP-Verfahren ist eine Möglichkeit, die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse umzusetzen. Weiterhin ist der Einsatz der Schallemissionsanalyse als begleitende Messtechnik in der zerstörenden Prüfung möglich.

3 Höhepunkte des Jahres 2005



Teilnehmer der Fachtagung „Fügen und Konstruieren im Schienenfahrzeugbau“



Zum Tag der offenen Tür der SLV Halle präsentierten sich auch Metallbauer aus Sachsen-Anhalt



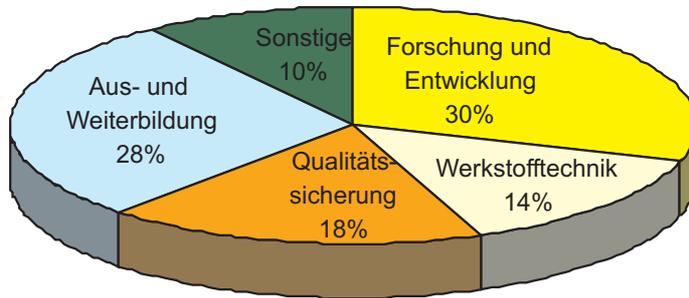
Besucher der Festveranstaltung beim Rundgang durch die SLV



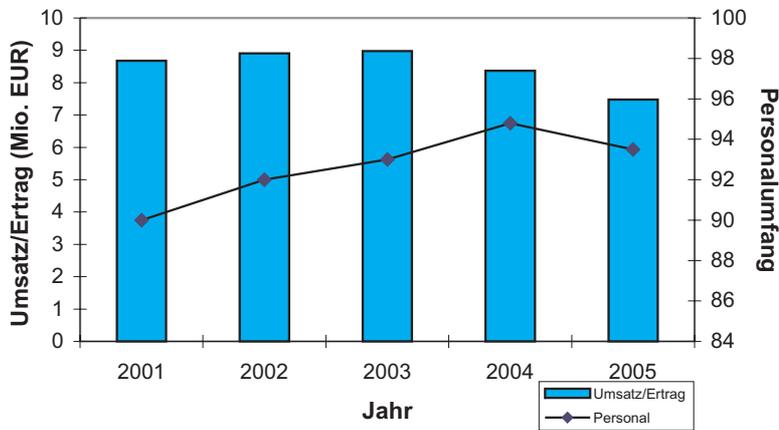
Herr Dr. Keitel informiert den Direktor des chinesischen Schweißinstituts über die Arbeit der SLV Halle

- | | |
|----------------------------|---|
| 19. Januar | 6. Software-Forum „StarWeld“ in Duisburg |
| 27. Januar und 24. Februar | Erfahrungsaustausch und Weiterbildung von Schweißaufsichtspersonal im bauaufsichtlichen Bereich |
| 22. und 23. Februar | 2. Kongress „JOIN-TEC - Fügen mit minimaler Grundwerkstoffbeeinflussung“ |
| 16. März | 8. Kolloquium „Werkstoff- und Bauteilprüfung in der Schweißtechnik“ |
| 11. und 12. Mai | 6. Fachtagung „Fügen und Konstruieren im Schienenfahrzeugbau“ |
| 08. Juni | 10. Fachtagung Schweißwerkmeister/Schweißlehrer |
| 13. bis 16. Juni | Lasermesse in München |
| 18. Juni | Tag der offenen Tür in Verbindung mit dem Tag der Technik 2005 |
| 21. bis 23. Juni | Zuliefermesse Z 2005 in Leipzig |
| 07. September | 9. Kolloquium „Reparaturschweißen“ |
| 12. bis 17. September | Messe Schweißen und Schneiden in Essen |
| 28. September | 7. Kolloquium „Widerstandsschweißen und mechanisches Fügen“ |
| 02. November | Festveranstaltung 75 Jahre SLV Halle |
| 09. November | 15. Schweißtechnische Fachtagung |
| 7. November | Besuch des Direktors Prof. Xie des WTI Harbin/China in der SLV Halle |
| 12. Dezember | Beginn der 4. Maßnahme zur Ausbildung von Werkstoffprüfern mit IHK-Abschluss |
| 14. Dezember | Erfahrungsaustausch und Weiterbildung von Schweißaufsichtspersonen im Schienenfahrzeugbau |

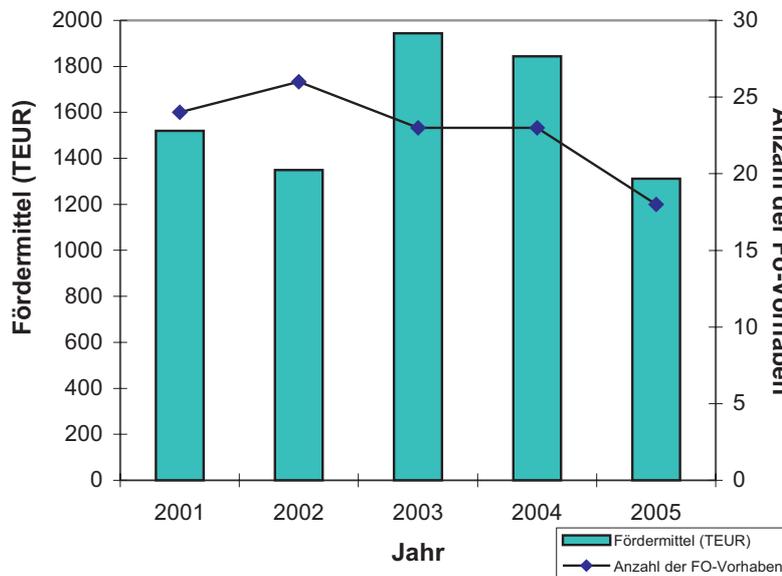
4 Geschäftsverlauf in Zahlen



Prozentualer Umsatz/Ertrag je Abteilung 2005



Umsatz und Ertragsentwicklung der SLV Halle GmbH



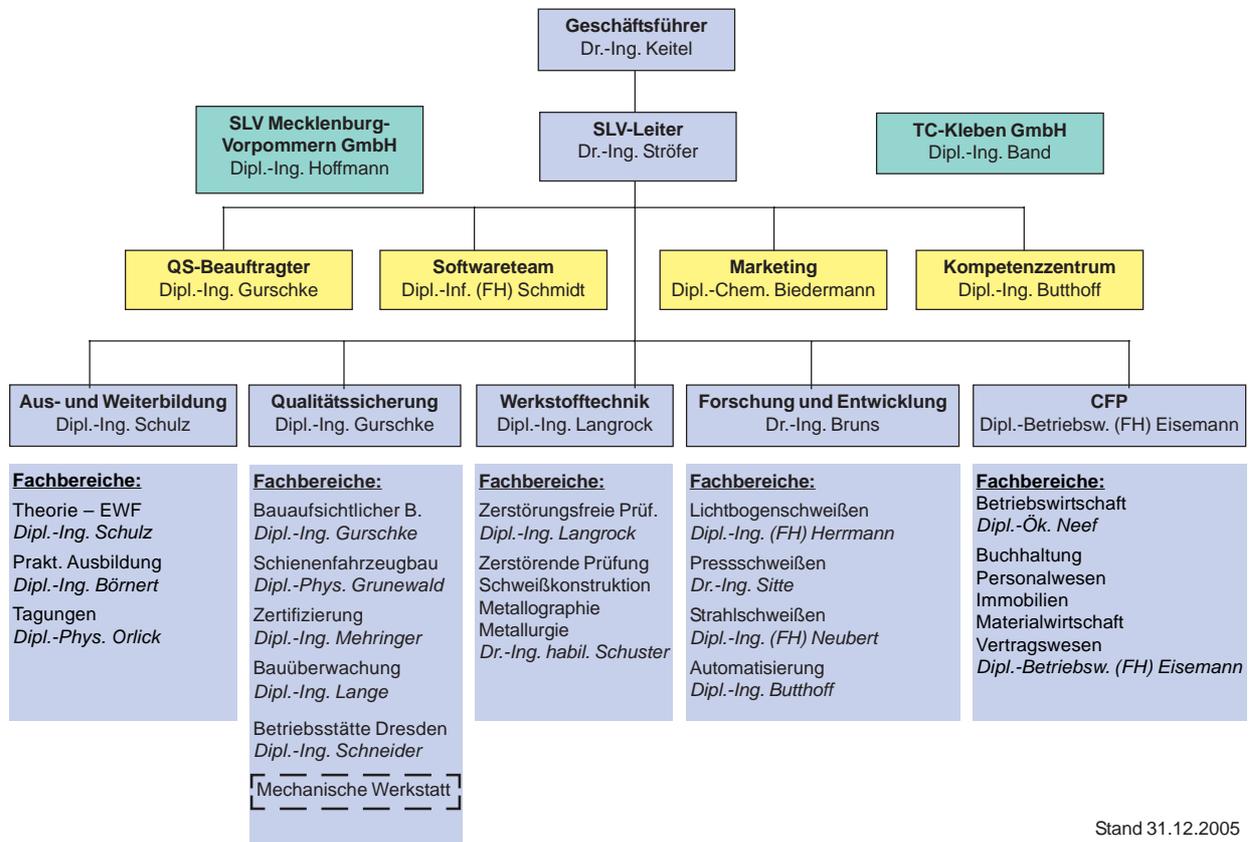
Öffentliche Zuwendungen für Forschung

5 Mitarbeiter

Die nachfolgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die Personalzusammensetzung der SLV Halle GmbH sowie deren Aufschlüsselung in die einzelnen Abteilungen nach der Struktur von 2005.

per 31.12.	gesamt	Abteilungen				
		Forschung und Entwicklung	Werkstofftechnik	Qualitätssicherung	Ausbildung	GF / CFP
Personalumfang	90	21	13	18	21	17
davon Hoch- und Fachschulabsolventen	45	10	9	8	6	12
davon technische Fachkräfte	13	2	-	3	8	-
davon Facharbeiter	29	8	4	4	7	6
davon Azubis	3	-	-	3	-	-

6 Organigramm der SLV Halle GmbH



Stand 31.12.2005