

Rheinisch-Westfälisches Institut  
für Wirtschaftsforschung und  
WSF Wirtschafts- und Sozialforschung

# Erweiterte Erfolgskontrolle beim Programm zur Förderung der IGF im Zeitraum 2005–2009

Forschungsvereinigung:  
DVS – Forschungsvereinigung Schweißen  
und verwandte Verfahren e.V. des DVS

EK-Bericht – Zweite Erhebungswelle  
Projekte mit Laufzeitende im Jahr 2005





Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

WSF Wirtschafts- und Sozialforschung

## **DVS – Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS**

### **EK-Bericht – Zweite Untersuchungswelle Projekte mit Laufzeitende im Jahr 2005**

Projekt-Nr. 131 ZUTECH

#### **Oberflächeneffekte von Komponenten zum bleifreien Löten**

Forschungsstellen:

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), Berlin

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT), Itzehoe

Projekt-Nr. 13568

#### **Vergleichende Untersuchung innovativer Geräte zur Verbesserung der Schweißqualität beim Widerstandspunktschweißen**

Forschungsstelle:

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg (SLV Duisburg), FuE-Abteilung

Projekt-Nr. 13596

#### **Verfahrensentwicklung zum Laserdispargieren von Si-Hartstoffen in Aluminiumlegierungen zum partiellen Verschleißschutz**

Forschungsstellen:

TU Chemnitz – Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe

TU Chemnitz – Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik



Projekt-Nr. 13597

**Optimierung der Verbindungsqualität und Ermittlung von verbesserten Prüfkriterien art-fremder Schwarz-Weiß Bolzenschweißverbindungen**

Forschungsstelle:

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt München (SLV München)

Projekt-Nr. 13598

**Weiterentwicklung des Hochtemperaturlötens mit Ledeburit-Loten**

Forschungsstelle:

Leibniz Universität Hannover – Institut für Werkstoffkunde

Projekt-Nr: 13599

**Herstellung von Mehrblechverbindungen mit Hilfe der Hochleistungslaserstrahltechnik**

Forschungsstelle:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – Lehrstuhl Fügetechnik

Projekt-Nr. 13769:

**Beschichtung von Leichtbaulegierungen auf Magnesiumbasis zum Verschleiß- und Korrosionsschutz**

Forschungsstellen:

Leibniz Universität Hannover – Institut für Werkstoffkunde

RWTH Aachen – Lehrstuhl für Oberflächentechnik im Maschinenbau

Projekt-Nr. 13787:

**Prozesssicheres MSG-Schweißen von hoch legierten Sonderwerkstoffen mit niederfrequent gepulstem Drahtvorschub**

Forschungsstelle:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – Lehrstuhl Fügetechnik

Projekt-Nr. 13788:

**Entwicklung eines Controlled Atmosphere Brazing (CAB) Verfahrens zum Fügen von Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen**

Forschungsstelle:

TU Chemnitz – Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe

Dieser Bericht entstand im Zusammenhang mit einem Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

**Projektleitung:**

Dr. Michael Rothgang  
Dr. Bernhard Lageman

Rheinisch-Westfälisches Institut für  
Wirtschaftsforschung  
Hohenzollernstraße 1-3  
45128 Essen

Tel.: 0201 / 8149 – 248 (Dr. Rothgang)  
Email: [rothgang@rwi-essen.de](mailto:rothgang@rwi-essen.de)

Dr. Werner Friedrich

WSF Wirtschafts- und  
Sozialforschung  
Lörsfelder Busch 1  
50171 Kerpen

Tel.: 02237 / 55 742  
Email: [friedrich@wsf-kerpen.de](mailto:friedrich@wsf-kerpen.de)

**Ansprechpartner zu diesem Bericht:**

Wolfgang Dürig  
Tel.: 0201 / 8149 – 271  
Email: [duerig@rwi-essen.de](mailto:duerig@rwi-essen.de)



## Inhalt

<b>Teil A: Gesamtbewertung .....</b>	<b>3</b>
<b>Teil B: Forschungsvereinigung .....</b>	<b>6</b>
I. Struktur, Aktivitätsspektrum und Entwicklung der Forschungsvereinigung.....	6
II. Forschungsprofil der Forschungsvereinigung.....	20
III. Stellung der Forschungsvereinigung in Forschungsnetzwerken.....	23
IV. Entwicklungsperspektiven der Forschungsvereinigung.....	27
V. Abwicklung von IGF-Forschungsprojekten.....	30
VI. Allgemeine Einschätzung der IGF .....	36
VII. Daten zur Forschungsvereinigung .....	40
<b>Teil C: Ausgewählte IGF-Projekte .....</b>	<b>41</b>
<i>Oberflächeneffekte von Komponenten zum bleifreien Löten.....</i>	<i>41</i>
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	41
II. Projekt .....	52
<i>Vergleichende Untersuchung innovativer Geräte zur Verbesserung der Schweißqualität beim Widerstandsschweißen.....</i>	<i>62</i>
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	62
II. Projekt .....	71
<i>Verfahrensentwicklung zum Laserdispergieren von Si-Hartstoffen in Aluminiumlegierungen zum partiellen Verschleißschutz .....</i>	<i>79</i>
I. Angaben zu den Forschungsstellen.....	80
II. Projekt .....	88
<i>Optimierung der Verbindungsqualität und Ermittlung von verbesserten Prüfkriterien artfremder Schwarz-Weiß Bolzenschweißverbindungen.....</i>	<i>96</i>
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	96
II. Projekt .....	105
<i>Weiterentwicklung des Hochtemperaturlötens mit Ledeburit-Löten.....</i>	<i>115</i>
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	115
II. Projekt .....	123

<i>Herstellung von Mehrblechverbindungen mit Hilfe der Hochleistungslaserstrahltechnik</i> .....	130
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	130
II. Projekt .....	140
<i>Beschichtung von Leichtbaulegierungen auf Magnesiumbasis zum Verschleiß- und Korrosionsschutz</i> .....	150
I. Angaben zu den Forschungsstellen .....	150
II. Projekt .....	160
<i>Prozesssicheres MSG-Schweißen von hoch legierten Sonderwerkstoffen mit niederfrequent gepulstem Drahtvorschub</i> .....	168
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	168
II. Projekt .....	168
<i>Entwicklung eines Controlled Atmosphere Brazing (CAB) Verfahrens zum Fügen von Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen</i> .....	179
I. Angaben zur Forschungsstelle .....	179
II. Projekt .....	179



## **Teil A: Gesamtbewertung**

### ***Forschungsvereinigung:***

Der „DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.“ ist in seiner heutigen Form aus mehreren Einzelverbänden hervorgegangen. 1998 erhielt er seinen heute gültigen Namen, wobei der Zusatz „verwandte Verfahren“ zum Ausdruck bringt, dass ein zunehmend komplexeres Technologiefeld mit einer treffenden Bezeichnung abgedeckt und kommuniziert werden soll. Tatsächlich spiegelt die Entwicklungsgeschichte des Verbandes in gewisser Weise den Wandel eines Technologiefelds wider, das mehr und mehr den Charakter einer branchenübergreifenden Querschnittstechnologie der Verbindungstechnik angenommen hat. Dies zeigt sich – nicht nur, aber in besonderem Maße – an der wachsenden Bedeutung der Klebetechnik.

Die „Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V.“ ist Teil des DVS und damit auch eng mit dessen organisatorischen Strukturen verknüpft. Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung sind das Herzstück der fachtheoretischen und fachpraktischen Diskussion. Hier werden nicht nur technische Entwicklungstrends aufmerksam beleuchtet, sondern auch Forschungsfragen formuliert. Zwei Besonderheiten dieser Ausschüsse sind hervorzuheben: Zum einen sind Wissenschaftler und Mitarbeiter aus den Unternehmen hier gemeinsam vertreten, d.h. es erfolgt ein unmittelbarer Dialog zwischen Forschern und Praktikern. Zum anderen verfolgt die Forschungsvereinigung mit der Aufnahme von Vertretern anderer Forschungsvereinigungen in den Fachausschüssen einen bemerkenswerten Ansatz zur Förderung der Interdisziplinarität. Hier versteht sich die Forschungsvereinigung als Vorreiter innerhalb der AiF.

Die Forschungsvereinigung hat Leitlinien ihrer Arbeit formuliert und verfügt über ein strategisches Konzept, welches in Abständen überarbeitet wird und die Forschungsschwerpunkte festlegt. Die Forschungsvereinigung setzt sich satzungsgemäß ein für Forschung und Entwicklung in Verbindung mit Aus- und Fortbildung, Prüfung, Zertifizierung, Qualitätssicherung, Beratung und Begutachtung, Technologietransfer, Normung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Umwelt- und Ressourcenschutz.

Die Forschungsvereinigung administriert ausschließlich Projekte der IGF. Diese haben erhebliche Bedeutung für die Entwicklung der von der Forschungsvereinigung angesprochenen Technologiefelder des Schweißens, Fügens und verwandter Verfahren, da diese Techniken nicht nur branchenübergreifend, sondern auch von ganz unterschiedlichen Unternehmenstypen (vor allem die Größe betreffend) eingesetzt werden. Die mit der Forschungsvereinigung in Kontakt stehenden Unternehmen reichen vom traditionellen kleinen Handwerksbetrieb bis zu Großunternehmen der Automobil- und Elektroindustrie. Die Zusammenführung dieser in heterogenen Bereichen agierenden Akteure ist als äußerst verdienstvoll zu erachten.

Die Forschungsvereinigung des DVS setzt sich auch intensiv mit der Frage auseinander, wie das Förderinstrument IGF verbessert werden kann. Positiv hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang das Bemühen, andere Forschungsvereinigungen aus benachbarten Disziplinen in die Arbeit der Fachausschüsse zu integrieren. Dieser Ansatz ist auch deshalb zu begrüßen, weil technischer Fortschritt sich vielfach in den Überlappungsbereichen zu anderen Branchen bzw. deren Forschungsfeldern ergibt.

Die Forschungsvereinigung des DVS spielt in dem Technologiefeld auch deshalb eine erfolgreiche und wichtige Rolle, weil das in den Projekten generierte fachliche Wissen in die anerkannten und führenden Ausbildungsstätten für Schweißtechnik (den „Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten“ SLV) transferiert wird. Forschungsergebnisse finden so über die Ausbildung den Weg in die berufliche Praxis.

#### ***Analysierte Projekte:***

Von den 9 seitens der Erfolgskontrolle untersuchten Projekten wurden nur 4 vom Gutachterausschuss ohne Auflagen befürwortet, bei den anderen wurden inhaltliche und finanzielle Nachbesserungen gefordert. Wenn mehr als die Hälfte der Förderanträge erst nach kritischen Anmerkungen durch die Gutachter genehmigt werden, dann könnte man hieraus ableiten, dass die Anträge von den Forschungsstellen nicht sorgfältig genug ausgearbeitet und von der Forschungsvereinigung geprüft werden. Bei der Bewertung dieses Sachverhalts ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Intensität der Begutachtung zwischen den Forschungsvereinigungen sicherlich unterschiedlich ausgeprägt ist. In einem Forschungsfeld, in dem deutlich mehr Anträge zur Auswahl vorliegen als Fördermöglichkeiten gegeben sind, erfolgt der Ausleseprozess zwangsläufig mit härteren Kriterien. Bei näherer Betrachtung der Einwände der Gutachter zu den einzelnen Anträgen zeigt sich, dass die Mehrzahl der Auflagen problemlos und einvernehmlich erfüllt werden konnten. Mehrmaliges Vorlegen war nur in einem Fall erforderlich.

Die Abschlussbewertung der Forschungsprojekte durch die Forschungsstellen selbst war in dem einen oder anderen Fall positiver als es die Schlussgutachter gesehen haben. Generell kann jedoch festgestellt werden, dass die Erfolgsquote der analysierten Projekte – gemessen an der Umsetzung der im Antrag formulierten Ziele – recht hoch ist.

Die Frage der Umsetzung, d.h. der Übertragung der Forschungsergebnisse in die Anwendung durch Unternehmen, ist recht kompliziert zu beantworten. In einigen Projekten wurde die prinzipielle Eignung bestimmter Verfahren bei Verwendung ausgewählter Werkstoffe erfolgreich geprüft. Die tatsächliche Nutzung durch Unternehmen hängt jedoch nicht allein von der grundsätzlichen Eignung des Verfahrens ab, sondern von der technischen und wirtschaftlichen Sinnhaftigkeit der Umstellung der Produktion in einem Betrieb. Trotz anfänglichem Interesse kann dies bedeuten, dass ein Unternehmen sich schließlich doch gegen die Einführung des untersuchten Verfahrens ausspricht. Damit ist aber keineswegs das Projekt gescheitert. Im Werkstoffbereich spielen die Rohstoffpreise eine erhebliche Rolle. Dies kann recht kurzfristig dazu führen, dass auf Werkstoffe ausgewichen werden muss, deren Einsatz bis dahin als wirtschaftlich unver-

tretbar angesehen wurde. Das Wissen um die prinzipiellen Einsatzbedingungen von Werkstoffen, insbesondere Legierungen, kann ein rasches Reagieren der Unternehmen erleichtern.

Die Forschungsstellen taten sich teilweise schwer bei der Rekrutierung von Mitgliedern für den Projektbegleitenden Ausschuss (PA). Neben der grundsätzlichen Barriere einer nicht überzeugenden Relation der Kosten und des Aufwands zu dem erwarteten Nutzen verweigern sich KMU oft dann, wenn das Projekt nicht unmittelbare Vorteile in konkreten Anwendungen verspricht. Forschungsprojekte zu Verfahren oder Werkstoffen mit mittelfristiger Perspektive der betrieblichen Anwendung, finden weniger Interesse. Die Bereitschaft zum Engagement war besonders bei solchen Unternehmen gegeben, die z.B. als Zulieferer unter dem Anforderungsdruck ihrer Auftraggeber standen. Keine Probleme der Rekrutierung gab es auch dort, wo ein zwingender Anpassungsbedarf in den Unternehmen aufgrund gesetzlicher Vorgaben vorlag (z.B. Umstellung auf bleifreies Lötens). Waren allerdings Unternehmen erst einmal als Partner gewonnen, so haben sie überwiegend auch einen positiven Einfluss auf die Forschungsvorhaben ausgeübt.

### ***Empfehlungen:***

Die Forschungsvereinigung des DVS hat die Heterogenität des Forschungsfelds und die Vielfalt des branchenübergreifenden Einsatzes der hier angewandten Technologien zu bewältigen. Auch wenn die Verfahren Gemeinsamkeiten aufweisen, so ist ihr Einsatz in Unternehmen höchst differenziert. Die Fachausschüsse des DVS leisten hier einen bemerkenswert positiven Beitrag, nicht nur durch die organisatorische Zusammenführung der technischen Debatte aus den unterschiedlichen Kontexten, sondern auch durch die Verknüpfung des Dialogs der Fachkräfte mit der Wissenschaft. Die Forschungsvereinigung ist zu ermuntern, in dieser Aufgabe nicht nachzulassen und vor allem den Weg der interdisziplinären Diskussion technischer Fragen durch eine Einbeziehung von Vertretern anderer, benachbarter Forschungsvereinigungen fortzuführen.

Der DVS trägt mit seinen Publikationen (insbesondere den Fachzeitschriften „Schneiden und Schweißen“, „Wedding and Cutting“, „der praktiker“, „Joining Plastics“ und „Thermal Spray Bulletin“), mit seiner Funktion als Bildungsträger sowie durch die Organisation zahlreicher nationaler und internationaler Konferenzveranstaltungen, Kolloquien und Workshops sowie einer Fachmesse zu einer unmittelbaren Weiterleitung der Forschungsergebnisse in die Praxis bei. Die Forschungsvereinigung profitiert dabei von der engen Einbindung in die Verbandsaktivitäten. Trotzdem wird von einigen Forschungsstellen beklagt, dass die IGF unzureichend bei den Unternehmen bekannt sei. Um den Bekanntheitsgrad der Forschungsaktivitäten der Forschungsvereinigung innerhalb des DVS zu erhöhen und damit auch die IGF bekannter zu machen, wären Initiativen zu begrüßen, um den Kreis der aktiven Unternehmen zu vergrößern.

## **Teil B: Forschungsvereinigung**

DVS – Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS  
Aachener Straße 172  
40223 Düsseldorf  
Tel.: 0211-1591 119  
Email: [forschungsvereinigung@dvs-hg.de](mailto:forschungsvereinigung@dvs-hg.de)  
Internet: <http://www.dvs-forschungsvereinigung.de>

Ansprechpartner: Dr. Klaus Middeldorf, Jens Jerzembeck, Ingrid Günther

### **I. Struktur, Aktivitätsspektrum und Entwicklung der Forschungsvereinigung**

#### **Entstehung und Hintergrund der Forschungsvereinigung**

Der „DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.“ ist in seiner heutigen Form aus mehreren Einzelverbänden hervorgegangen, die von verschiedenen Interessengruppen getragen wurden. Nachstehende Chronologie gibt eine zeitliche Übersicht über die Entwicklung der Vorgängerverbände:

- **1897** Calciumcarbid und Acetylenverein, Frankfurt/Main, Deutscher Verein für Acetylen und Carbid, Berlin
- **1898** Deutscher Acetylenverein (DAV)
- **1907** Fachgruppe Autogene Metallverarbeitung
- **1909** Verband für Autogene Metallbearbeitung (VAM), Berlin
- **1925** Fachausschuss für Schweißtechnik beim VDI, Berlin
- **1929** Werbeausschuss für Elektroschweißung, Berlin
- **1930** Deutsche Gesellschaft für Elektroschweißung (DGE), Berlin
- **1932** Vereinigung der Geschäftsführung von DAV und VAM
- **1942** Deutscher Verband für Schweißtechnik und Acetylen (DVSA), Berlin
- **1945** Arbeitsgemeinschaft Schweißtechnik Berlin e.V. (AS)
- **1946** Kammer der Technik (KTD), Berlin
- **1947** DVS – Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V. (DVS), Düsseldorf
- **1948** Fachausschuss Schweißtechnik (FA Schweißtechnik), Berlin
- **1974** Wissenschaftliche Sektion Schweißtechnik (WSS), Berlin
- **1998** DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V., Düsseldorf

Der DVS wurde der DVS am 08. Mai 1947 in Leverkusen gegründet und am 25. Februar 1949 vom Finanzamt Düsseldorf-Altstadt als gemeinnützig anerkannt. Im Jahre 1998 trug der Verband der technologischen Entwicklung Rechnung und benannte sich um in „DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.“.

Tabelle 1:  
**Der DVS in Zahlen (Stand 2008)**

	2003	2004	2005	2006
Mitgliederzahl des DVS insgesamt (Jahresende)	19.470	18.986	18.477	18.162
Einzelmitglieder	16.285	15.909	15.464	15.230
Unternehmen	1.056	1.013	1.002	978
Handwerksbetriebe	1.493	1.453	1.404	1.370
Körperschaften	636	611	608	584
Vom Ausschuss für Technik des DVS gemeinsam mit DIN im Berichtsjahr er- und überarbeitete Manuskripte für Normen	74	42	53	57
DVS-Bildungseinrichtungen (SLV, SL, SK, Außenstellen, KTZ, KTL)	425	416	403	388
Weitergeführte und begonnene Forschungsvorhaben mit Förderung von EU, Bund und Ländern (einschließlich der von der AiF über die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren des DVS finanzierten Vorhaben und der Vorhaben an SLVs und anderen DVS-Forschungsstellen)	135	126	125	120
davon an:				
a) Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten und DVS-integrierten Forschungsstellen (nicht AiF-Vorhaben)	47	47	44	44
b) Forschungsinstitute der Forschungsvereinigung (AiF-Vorhaben)	88	79	81	76
Fördermittel der öffentlichen Hand für die schweißtechnische Gemeinschaftsforschung im DVS (Mill. €)	10,1	8,9	8,1	7,8
Zahl der lieferbaren Fachbuchtitel des DVS-Verlages einschl. DVS-Berichte	335	410	430	455
Zahl der lieferbaren DVS-Merkblätter und Richtlinien	546	550	584	455
Zahl der neu erschienenen oder neu aufgelegten DVS-Fachbuchtitel	11	15	21	25
Zahl der neu erschienenen oder neu aufgelegten DVS-Merkblätter und Richtlinien	59	79	52	52
Schulungsteilnehmer der DVS-Bildungseinrichtungen	189.949 <sup>1</sup>	158.923 <sup>1</sup>	122.215 <sup>1</sup>	130.093 <sup>1</sup>
Prüfungsteilnehmer	118.328 <sup>1</sup>	110.999 <sup>1</sup>	97.015 <sup>1</sup>	108.521 <sup>1</sup>
DVS-Vortragsveranstaltungen, Vorführungen, Werksbesichtigungen, Diskussionsabende	895	1.254	715	669
Teilnehmer der vorgenannten fortbildenden DVS-Veranstaltungen	25.992	24.606	23.709	19.472

Quelle: DVS (2008), Jahresbericht 2008. – <sup>1</sup> Endgültige Zahlen nach Gesamtabrechnung.

Die Chronologie der Entstehungsgeschichte des DVS zeigt deutlich, dass in dieser Organisation unterschiedliche Berufsgruppen zusammengefunden haben, die dadurch vereint sind, weil sie mit den Querschnittstechnologien des Fügens, Trennens und Beschichtens von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen sowie Werkstoffver-

bunden befasst sind. Im Ursprung eher handwerklich geprägt sind nach und nach industrielle Vereinigungen hinzugekommen. Auch Körperschaften (z.B. Berufsgenossenschaften) sind eng mit dem DVS verbunden.

Die Zahl der Mitglieder des Verbands ist nicht zuletzt konjunkturell bedingt in den letzten 4 Jahren zurückgegangen (-6,7%). Der Rückgang der Mitgliedsunternehmen aus dem Handwerk war im selben Zeitraum überdurchschnittlich (-8,2%). Ihr Anteil an der Gesamtzahl der Mitgliedsunternehmen lag in den Jahren zwischen 2003 und 2006 zwischen 7,7% und 7,5%. (vgl. Tabelle 1).

Die „Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS“ ist in den Verband integriert. Sie setzt sich satzungsgemäß ein für Forschung und Entwicklung in Verbindung mit Aus- und Fortbildung, Prüfung, Zertifizierung, Qualitätssicherung, Beratung und Begutachtung, Technologietransfer, Normung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Umwelt- und Ressourcenschutz.

### **Gremien und ihre Aufgaben**

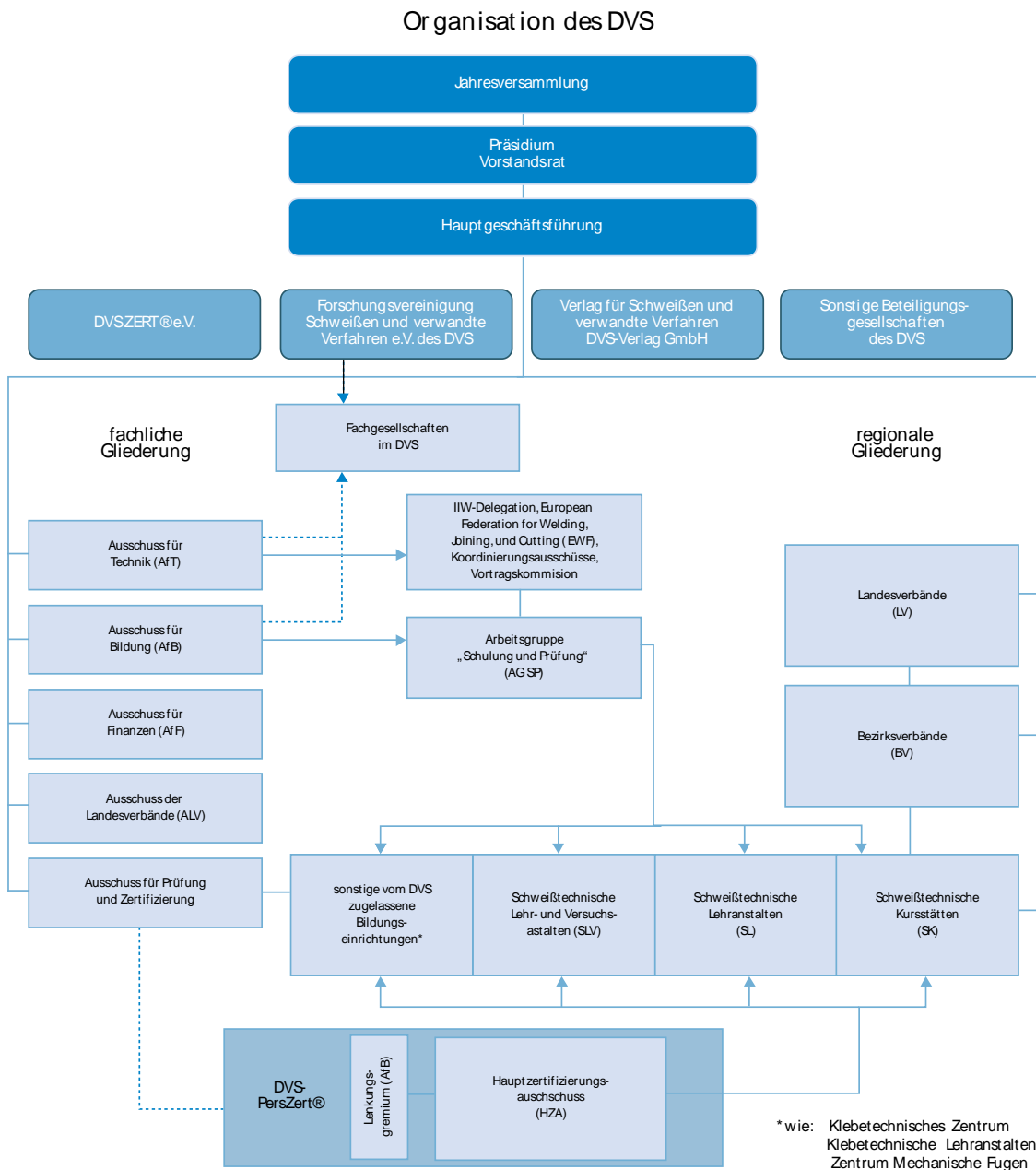
Die Besonderheiten des Technologiefelds, das der DVS vertritt, erfordern eine relativ komplexe Organisation. Es sind im Grunde drei Säulen hervorzuheben:

- die Landes- und Bezirksverbände als regionale Einheiten,
- die Ausschüsse als fachliche Gremien sowie
- die Bildungs- und Serviceeinrichtungen (wie z.B. die schweißtechnischen Lehr- und Versuchswerkstätten oder die Zertifizierungsstellen).

Das Schaubild 1 zeigt die Struktur des Verbandes auf. Ein Netz von 86 Bezirksverbänden (BV), 14 Landesverbänden (LV) sowie ca. 400 DVS-Bildungseinrichtungen tragen zur regionalen Verankerung bei. Ebenfalls zum DVS gehört ein flächendeckendes Netz schweißtechnischer Institute. Namentlich sind dies:

- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Mecklenburg-Vorpommern,
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Nord (Hamburg),
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Berlin-Brandenburg,
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Halle (Thüringen),
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Hannover (Niedersachsen),
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg (NRW),
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt im Saarland (Saarbrücken),
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Fellbach (Baden-Württemberg),
- Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt München (Bayern) sowie
- Günther-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung Jena GmbH.

Schaubild 1:



Quelle: DVS

Die „Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V.“ ist Teil des DVS und organisatorisch unmittelbar mit dessen Gremien verbunden. Dies ist nicht unwichtig, da hierdurch die Forschungsvereinigung über die fachlichen und regionalen Verbindungslinien verfügt, die für die Generierung von Forschungsthemen und die Dissemination von Forschungsergebnissen sehr wichtig sind. Herzstück der Forschungsvereinigung sind 13 Fachausschüsse, in denen sich rund 400 Fachleute aus Industrie und Instituten an der fachlichen Diskussion beteiligen. Durchschnittlich werden 80 Forschungsvorhaben pro Jahr bearbeitet, von denen rund 30 neu begonnen und jeweils 25

weitergeführt bzw. erfolgreich abgeschlossen werden. Die Zusammenarbeit beruht auf engen Kontakten zu 70 Forschungsinstituten und rund 220 Unternehmen.

Tabelle 2:

**Die Fachausschüsse (FA) der Forschungsvereinigung (Stand: 2006)**

1	Metallurgie und Werkstofftechnik
2	Thermisches Beschichten und Autogentechnik
3	Lichtbogenschweißen
4	Widerstandsschweißen
5	Sonderschweißverfahren
6	Strahlverfahren
7	Löten
8	Klebertechnik
9	Konstruktion und Berechnung
10	Mikroverbindungstechnik
11	Kunststofffügen
I2	Anwendungsnahe Schweißsimulation (Fachausschuss mit Querschnittsaufgaben)
Q6	Arbeitssicherheit und Umweltschutz (Fachausschuss mit Querschnittsaufgaben)

Bemerkenswert ist, dass in den Fachausschüssen Klebertechnik (FA 8) und anwendungsnahe Schweißsimulation (FA I2) auch andere Forschungsvereinigungen vertreten sind. Sie sind als Gemeinschaftsgremium mehrerer AiF-Mitgliedsvereinigungen zur Bündelung von Kompetenzen und Aktivitäten konzipiert:

- Im Fachausschuss 8 „Klebertechnik“ sind dies die „Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.“ (DECHEMA), die „Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.“ (FOSTA) und die „Deutsche Gesellschaft für Holzfor- schung e.V.“ (DGfH),
- im Fachausschuss 12 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“ die „Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.“ (DECHEMA) und die „For- schungsvereinigung Stahlanwendung e.V.“ (FOSTA).

Der DVS hat hier eine Vorreiterrolle in der IGF übernommen, nämlich die Kooperation unter den Forschungsvereinigungen auf Fachausschussebene zu intensivieren. Dies bie- tet sich im Falle der Füge- und Verbindungstechnik an, die in zahlreichen Branchen bei



unterschiedlichen Werkstoffen Verwendung findet. Inzwischen wurden im Rahmen des AiF-Wettbewerbsverfahrens Forschungsaktivitäten interdisziplinär, zusammen mit anderen Forschungsvereinigungen geplant und realisiert. An der Organisation ist zudem bemerkenswert, dass auch der Ausschuss für Bildung des DVS sich an den Fachgesellschaften beteiligt. Damit ist die Verbindung zu den Aus- und Weiterbildungseinrichtungen hergestellt, ein wichtiger Kanal, um Forschungsergebnisse weiterzuleiten. Gleiches gilt auch für die Querverbindungen zum Ausschuss für Technik des DVS, der mit über 250 Arbeitsgruppen in denen über 2.000 Experten aktiv sind, Forschungsergebnisse direkt transferieren und in Regelwerke (DVS-Merkblätter und -Richtlinien sowie Normen) einfließen lassen.

### **Beziehung der Forschungsvereinigung zu Verbänden**

Die Forschungsvereinigung ist Teil des dominierenden Fachverbandes im Bereich des Schweißens und der Verbindungstechnik, dem DVS. Der DVS unterhält enge Beziehungen zu anderen Fachverbänden und vor allem zu Handwerksorganisationen. Die Vielfalt der Kontakte beruht auf der Tatsache, dass die Schweiß- und Fügetechnik eine Querschnittstechnologie ist und in zahlreichen Wirtschaftszweigen zur Anwendung kommt.

### **Haupttätigkeitsgebiete der Forschungsvereinigung und Verlagerungen der Aktivitätsschwerpunkte in den letzten Jahren**

Die Forschungsvereinigung widmet sich der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung in Deutschland. Hierzu setzt sich die Forschungsvereinigung in Verbund mit dem Verband DVS für Forschung und Entwicklung, Aus- und Fortbildung, Prüfung, Zertifizierung, Qualitätssicherung, Beratung und Begutachtung, Technologietransfer, Normung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Umwelt- und Ressourcenschutz ein. Ziel ist es, Schrittmacher in Fragen des Fügens, Trennens und Beschichtens von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen sowie Werkstoffverbunden zu sein.

Durch das Aufkommen neuer Werkstoffe und den Bedarf einer Verbindung unterschiedlicher Werkstoffe hat sich die Fügetechnik grundlegend verändert. Stärker in den Vordergrund ist z.B. die Klebtechnik gerückt. Dies hat nicht zuletzt den Verband bewogen, neben „Schweißen“ auch „verwandte Verfahren“ in den Verbandsnamen aufzunehmen. Die Fachausschüsse decken das breite fachliche Spektrum der Fügetechnik ab. Die Hauptbetätigungsfelder der Forschungsvereinigung lassen sich am besten durch die Merkmale dieser Fachausschüsse beschreiben und unterscheiden<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Die folgenden Ausführungen orientieren sich eng an der Darstellung der Fachausschüsse in den Geschäftsberichten des DVS und der Präsentation im Internet: <http://www.dvs-forschungsvereinigung.de/>. Außerdem wurde die Veröffentlichung DVS (2004), Grundsätze der Forschungsplanung, Forschungsfelder und Schwerpunktthemen – Ergebnisse der Strategiediskussionen in den Fachausschüssen (Stand 17. Nov. 2004), Düsseldorf, herangezogen.

**FA 1: Metallurgie und Werkstofftechnik**

Dieser Fachausschuss beschäftigt sich mit lokalen Werkstoffveränderungen, die beim Fügen, Trennen oder Beschichten durch die Werkstoffe auftreten und damit Eigenschaften des Fertigprodukts beeinflussen. Dies beinhaltet die Bewertung von thermischen, metallurgischen und mechanischen Einflüssen unmittelbar vor, während und nach der Ausführung des Prozesses auf die Werkstoffeigenschaften des Produktes. Das Ziel ist es, sichere Aussagen über die im schweißtechnischen Fertigungsprozess beeinflussten Werkstoffe und somit ihrer Anwendbarkeit in bestimmten Produkten zu treffen.

**FA 2: Thermisches Beschichten und Autogentechnik**

Dieser Fachausschuss befasst sich mit den Verfahren zum thermischen Spritzen, zur Autogentechnik und zum PTA-Schweißen (PTA = „Plasma Transfer Arc“, auch Plasma-Pulver Schweißen genannt). Hierbei stehen vor allem Verfahren und deren Optimierung im Vordergrund, die in mittelständischen Unternehmen Anwendung finden. Der Fokus auf diese Unternehmensgruppe findet Ausdruck in dem Grundsatz, dass markt-eingeführte Spritzanlagen, deren Charakteristika bekannt sind, nicht untersucht werden. Die Aktivitäten des Fachausschusses unterstützen vielmehr unter anderem die Darstellung von Einsatzmöglichkeiten thermisch gespritzter Schichten und geben auch eine Hilfestellung bei der Schichtauswahl. Dabei werden auch Kostengesichtspunkte zur Werkstoff- und Verfahrensoptimierung berücksichtigt. Als Beispiel hierfür sind die Werkstoffsubstitution und neue Technologien wie Mikroplasmaspritzen, Kaltgasspritzen, Lichtbogen-Eindrahtspritzen oder reaktives Spritzen genannt. Thermische Spritzverfahren werden dabei in Abgrenzung zu anderen Beschichtungstechniken behandelt.

**FA 3: Lichtbogenschweißen**

Ziel dieses Fachausschusses ist es, die Weiterentwicklung der Effektivität und der Rentabilität der Lichtbogenschweißprozesse zum Fügen in der industriellen Praxis. In den Forschungsarbeiten werden Rand- und Umgebungsbedingungen wie beispielsweise Vorbearbeitung, Nacharbeit, Toleranzen, Verzug, Emissionen, Verunreinigungen und typische Qualitätskriterien der Praxis berücksichtigt. In dem Fachausschuss wird angestrebt, Parameterangaben zu Schweißaufgaben, die eine Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Forschungsprojekte und Praxisaufgaben aufweisen, zu ermitteln. Es soll dazu beigetragen werden, Lichtbogen-Schweißarbeiten planbar, simulierbar, emissionsarm, kontrollierbar, qualitativ bestimmt und fertigungssicher zu machen.

**FA 4: Widerstandsschweißen**

Verfahrensoptimierungen der zahlreichen Schweißmethoden im Widerstandsschweißen bilden einen Schwerpunkt der Arbeit des Fachausschusses, dabei wird die Konkurrenzsituation zu anderen Fügeverfahren, zum Beispiel zum Laserstrahlschweißen und zum Kleben berücksichtigt (z.B. durch kombinierte Fügeverfahren/ Punktschweißkleben). Die Forschungsarbeiten des Fachausschusses werden eng mit den Arbeiten der entsprechenden Arbeitsgruppe des Ausschusses für Technik gekoppelt. Ein gemeinsames Kol-

loquium wird jährlich durchgeführt, in dem ein reger Informationsaustausch zwischen Forschungsinstituten und Industrieunternehmen stattfindet.

#### **FA 5: Sonderschweißverfahren**

Das Schweißen von Stahl-/Edelstahllegierungen (CrNi/CrNiMo), Aluminium, Guss- und Knetlegierungen sowie Titan, die einen sehr hohen Anspruch an die Verbindungsgüte stellen, erfordert den Einsatz innovativer Verfahren, wie z.B. Laserstrahlschweißen, Widerstandsschweißen, Reibschweißen und Robotertechnik. Diese Techniken werden unter dem Begriff Sonderschweißverfahren zusammengefasst. Die stetige Weiterentwicklung im Bereich der Werkstofftechnik, der Verkehrstechnik, der Optik sowie der Mikrotechnologie etc. verlangt nach neuen innovativen Fügeverfahren. In diesem Zusammenhang befasst sich der Fachausschuss mit Themen, bei denen es um eine bestmögliche Abstimmung der Fügeverfahren mit den spezifischen Werkstoffeigenschaften und Produktanforderungen geht. Da konventionelle Fügeverfahren den Anforderungen nicht genügen, kommt Fügeverfahren, die heute als Sonderschweißverfahren bezeichnet werden, eine besondere Bedeutung zu. Der Fachausschuss behandelt sowohl Fügeverfahren, die teilweise schon etabliert sind und ein hohes Anwendungspotenzial aufweisen, als auch neue innovative Technologiekonzepte, bei denen eine wirtschaftliche Anwendbarkeit erkennbar ist oder bereits industriell relevante Nischen existieren.

#### **FA 6: Strahlverfahren**

Gegenstand der Diskussionen dieses Fachausschusses ist es, neu- bzw. weiterentwickelte Strahlschweißprozesse unter anwendungstechnischen Aspekten zu beurteilen und Prozessinnovationen durch unterstützende Forschung beschleunigt in kleine und mittelständische Unternehmen zu transferieren. Es wird auf eine Ausgewogenheit zwischen den beiden Technologien Laser- und Elektronenstrahl geachtet. Hierbei steht die Entwicklung von Prozessen und Verfahren sowie deren Simulation im Vordergrund. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass häufig schon Verbesserungen in der Handhabung, Hilfen für die Vereinfachung und Verfahrens- bzw. anwendungsspezifische Optimierungen von Anlagenkomponenten, z.B. verbesserte Strahlführungs-, Strahlauskopplungssysteme oder Bearbeitungsoptiken, zu umsetzbaren Ergebnissen in klein- und mittelständischen Unternehmen führen. Eine wichtige Hilfestellung für die KMU ist es, im Rahmen von Projekten sinnvolle Prozess- und Anwendungsgrenzen aufzuzeigen. Neben der Prozesstechnik ist das besondere Verhalten der Werkstoffe beim wärmearmen, strahltechnischen Bearbeiten mit hohen Abkühlgeschwindigkeiten zu berücksichtigen. Den Besonderheiten der so genannten Kurzzeitmetallurgie soll ebenso Rechnung getragen werden wie den dadurch bedingten mechanisch-technologischen Werkstoffeigenschaften. Neue Entwicklungen der Technologien Laser- bzw. Elektronenstrahl sowie Werkstoffentwicklungen sollen bereits in einem frühen Entwicklungsstadium durch grundlegende bzw. technologische Untersuchungen begleitet werden.

Das Laserstrahlschweißen findet Anwendung in der Automobilzulieferindustrie, der Feinwerktechnik, der Medizintechnik, der Elektrotechnik und der Elektronik jeweils

mit ganz anderen Anforderungsprofilen. Der Trend geht zu verzugsarmen Schweißen mit weiterentwickelten Lasersystemen und spezieller Optik. In der Elektronik wird zunehmend das Löten durch Laserstrahlschweißen, z.B. bei elektrischen Kontaktierungen, verdrängt. Die Fachausschuss „Strahlverfahren“ arbeitet eng mit den Arbeitsgruppen „Elektronenstrahlschweißen“ und „Laserstrahlschweißen und verwandte Laserstrahlverfahren“ des Ausschusses für Bildung zusammen. Bei Bedarf wird gemeinsam ein Kolloquium durchgeführt, um einen regen Informationsaustausch zwischen Forschungsinstituten und Industrieunternehmen zu gewährleisten.

### **FA 7: Löten**

Die Löttechnik ist in vielen Industriebereichen zum festen Bestandteil der Fügetechnik geworden. Flexible Fertigungsverfahren und Verfahrenskombinationen weisen für die Löttechnik bezüglich der Verfahrensentwicklungen und der Steigerung der Prozesssicherheit ein großes Potenzial auf. Dabei müssen Fragen der Qualitätssicherung und des Umweltschutzes in besonderer Weise berücksichtigt werden. Der Fachausschuss führt daher die Forschung für die umweltschonenden Verfahren (flussmittelfreies Löten, bleifreies Löten) auch in Kooperation mit anderen AiF-Forschungsvereinigungen durch. Er sieht die Notwendigkeit zur Einrichtung von geeigneten Beratungs- und Informationssystemen mit dem Ziel eines schnellen Transfers von Forschungsergebnissen auch in die berufliche Qualifikation. Forschungsfelder sind:

- Lote und Lötverfahren bei niedrigen Temperaturen und gleichzeitig hohen Festigkeiten,
- Applikationstechniken (Atmosphäre, PVD, CVD, thermisches Spritzen, Galvanik),
- Verfahrensentwicklung (verstärkte Lote, Metallisieren),
- Löten von Leichtmetallen (Aluminium, Magnesium, Titan),
- Löten von Keramik,
- Löten von Werkstoffen mit stark unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten,
- Wirkung von diversen Elementen sowie un-/bekannten Rückständen im Lot,
- Ersatzstoffe für teure Legierungselemente,
- Prüfmethode und Qualitätssicherung (Online-Systeme),
- Versagensverhalten / dynamische Prüfung / zerstörungsfreie Prüfung / Zuverlässigkeit sowie
- Korrosionsverhalten.

### **FA 8: Klebtechnik**

Der Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“ wurde am 31. August 2005 gegründet. Hintergrund ist die Zunahme des Klebens als Fügeverfahren in zahlreichen Wirtschafts-

zweigen. Da es sich um eine Querschnittstechnologie handelt, hat man sich auf einen Gemeinschaftsausschuss mit folgenden AiF-Mitgliedsvereinigungen verständigt:

- Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA),
- Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA),
- Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH) sowie
- Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS.

Themenfelder sind:

- Fertigung und Konstruktion,
- Adhäsion und Klebstoffchemie,
- Klebtechnik sowie
- Kleben von verschiedenen Werkstoffen (u.a. Stahl, Holz).

### **FA 9: Konstruktion und Berechnung**

Dieser Fauchausschuss widmet sich der Frage der optimalen konstruktiven Gestaltung von Bauteilen und eine Berechnung ihrer ausreichenden Festigkeit. Hierzu werden folgende Problembereiche und Forschungsvorhaben bearbeitet:

- die konstruktive Ausbildung von gefügten Bauteilen, d.h. Entwicklung bzw. Erweiterung von Vorgehensweisen zur Konstruktion und die Erarbeitung bzw. Ableitung von Gestaltungsgrundsätzen und –regeln,
- die Auslegung gefügter Bauteile, d.h. die Entwicklung von Berechnungsverfahren zur Beanspruchungsermittlung, die Ermittlung von Beanspruchbarkeiten und die Weiterentwicklung von Konzepten für den Festigkeitsnachweis,
- die Simulation von Fügeprozessen zur Ermittlung mechanischer Auswirkungen, welche die prozessbedingte Verformungen, die Eigenspannungen und deren Auswirkung auf die Beanspruchbarkeit sowie mechanische Eigenschaften bzw. Materialkennwerte der Fügezone für die Festigkeitsauslegung umfasst.

### **FA 10: Mikroverbindungstechnik**

Ziel dieses Fachausschusses ist die Entwicklung und Strahlverfahren Bereitstellung von Technologien für die Aufbau- und Verbindungstechnik in den Anwendungsgebieten Telekommunikation, Fahrzeugbau, Automobiltechnik, Mikrosystemtechnik, Medizintechnik und Informationstechnik mit den Schwerpunkten Löten, Kleben (mechanisches Kleben, Leitkleben) Verguss-Packaging (z.B. Chips auf Plastikkarten), Strategien für Diagnosen / Tests / Zuverlässigkeitsnachweise, Modellierung / Simulation von Prozessen, Bauteilverhalten, mechanisches Fügen, Bonden in der Aufbau- und Verbindungstechnik (Drahtbonden, Waferbonden), Schweißen (Widerstandsschweißen, Laserstrahlschweißen). Diese Technologien werden bezüglich zukünftiger Anforderungen und

Weiterentwicklungspotenzial bewertet und Forschungsschwerpunkte daraus abgeleitet. Dabei werden besonders die Belange der Industrie berücksichtigt, um anwendungsnahe Forschung zu betreiben. Die Zukunft in Elektronik, Sensorik und Aktuatorik (Teilgebiet der Antriebstechnik) wird getrieben durch Miniaturisierung, fortschreitende Funktionsintegration, höhere thermische und mechanische Belastungen, steigende Anforderungen an Zuverlässigkeit und Kostenreduktion. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden müssen bestehende Techniken bis an die physikalischen Grenzen ausgereizt und neue Techniken entwickelt werden. Die dem Fachausschuss angehörenden Forschungsstellen und Institute sind in diesen Themengebieten ausgewiesen.

### **FA 11: Kunststofffügen**

In diesem Fachausschuss werden die Anforderungen aus dem Serienschweißen und aus der Halbzeugbearbeitung gleichermaßen aufgenommen und hierzu Forschungsfragen formuliert. Neben dem Schweißen werden auch das Kleben und das mechanische Fügen von Kunststoffen berücksichtigt. Der FA unterstützt das Ziel der Forschung, Lösungen für die Anwendung bereitzustellen und das umfassende Verständnis der Kunststoff- Fügetechnik zu vertiefen. Der Fachausschuss versteht sich als Ideenpool für die Forschung und Anwendung. Hierzu pflegt er eine offene Kommunikation zwischen Unternehmen und Forschungsinstituten. Die Forschungsarbeiten werden eng mit den Arbeiten der DVS-Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“ und deren Untergruppen gekoppelt. Der Ausschuss unterstützt geeignete Maßnahmen zum Transfer der Forschungsergebnisse unter anderem durch Präsentationen von Forschungsinstituten in Industrieunternehmen und auf öffentlichen Fortbildungs- bzw. Technologietransferveranstaltungen. In der einmal jährlich stattfindenden Plenarsitzung der Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“ wird über den Stand der Forschung berichtet. Aktuelle Forschungsfelder sind:

- werkstofftechnische Betrachtung der Fügeverbindungen im Hinblick auf den Herstellungsprozess der Fügepartner,
- neue maschinentechnische Entwicklungen beim Kunststofffügen,
- Simulation von Fügeverfahren und Formteileigenschaften,
- Prozessoptimierung bekannter Fügeverfahren sowie Entwicklung von Verfahrensvarianten und -kombinationen,
- Entwicklung neuer Fügeverfahren und gezielte Untersuchung noch nicht etablierter Fügeverfahren hinsichtlich eines vertieften Verständnisses der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung für einen sicheren Einsatz durch KMU,
- Übertragung etablierter Technologien und Entwicklung neuer Verfahrenskonzepte für bisher nicht untersuchte bzw. bisher als ungeeignet eingestufte Werkstoffe,
- Optimierung von Werkstoffen mit oder ohne funktionelle Zuschlagsstoffe für die Verarbeitung mitetablierten oder neuen Fügeverfahren,
- Miniaturisierung als Anwendungsfeld für das Kunststofffügen,

- Prüftechnik und Qualitätssicherung: Entwicklung geeigneter Beurteilungs- und Prüfverfahren – sowohl für Fügeprozesse als auch für Fertigteile – zur Ermittlung relevanter Qualitätsmerkmale sowie
- Erschließung neuer Anwendungsfelder für das industrielle Fügen von Thermoplasten mit dem Ziel, geeignete Alternativen für bestehende Fügeverfahren zu kreieren.

#### **FA I2: Anwendungsnahe Schweißsimulation**

Der Gemeinschaftsausschuss entstand am 15. März 2006 auf Initiative der Forschungsvereinigung des DVS und der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. – FOSTA in Abstimmung mit den AiF- Mitgliedsvereinigungen GFaI und FAT. Der Gründung war eine vom DVS beim Institut für Füge- und Schweißtechnik an der TU Braunschweig in Auftrag gegebene Studie vorausgegangen, in der der aktuelle Stand der Fügeprozesssimulation festgestellt und daraus resultierender Forschungsbedarf identifiziert wurde. Dieser Bedarf bezieht sich auf die Themen Verifizierung, Software und Werkstoffkennwerte/ Materialmodelle. Der Fachausschuss erfüllt eine Mehrfachfunktion sowohl als Gemeinschaftsausschuss zwischen mehreren Forschungsvereinigungen, als Fachausschuss der Forschungsvereinigung, als auch als Arbeitsgruppe des Ausschusses für Technik des DVS. Neben der Stellung von Forschungsanträgen in der industriellen Gemeinschaftsforschung befasst sich das Gremium auch mit Fragen zur Normungsarbeit und der Erstellung von DVS-Richtlinien und Merkblättern.

#### **FA Q6: Arbeitssicherheit und Umweltschutz (Fachausschuss Querschnittsfragen)**

Dieser Fachausschuss adressiert das wachsende Sicherheitsbewusstsein, die permanenten Bestrebungen zur Verbesserung der Arbeitswelt und das Bemühen der Betriebe ihre Arbeitnehmer zu schützen, führen auch in der Fügetechnik zu verstärkten Anstrengungen auf allen Gebieten des Arbeitsschutzes. Der DVS bündelt seine Aktivitäten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes in der Arbeitsgruppe Q6, die mit Fachleuten aus den verschiedenen Bereichen von Industrie, Instituten, Berufsgenossenschaften und staatlicher Seite besetzt ist. Die Arbeitsgruppe diskutiert ausführlich aktuelle Entwicklungen und Aktivitäten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes. Dabei stehen neben der nationalen und internationalen Gremienarbeit unter anderem auch die aktuelle Gesetzgebung, Normung sowie technische Regelwerke im Fokus der Arbeitsgruppe. Die Diskussion zur Festlegung einer TRGS (Technische Regeln für Gefahrstoffe) „Schweißtechnische Arbeiten“ wird von dem Ausschuss begleitet. Nach Festlegung im Forschungsrat ist es der Arbeitsgruppe Q6 seit dem Jahr 2003 möglich, auch konkrete Forschungsvorhaben zu planen und über Forschungsanträge zu den Themen „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“ zu entscheiden.

Eine Auswertung der Forschungsvorhaben im Zeitraum 2006 bis 2007 durch den DVS hat ergeben, dass 34% die Themen auf Berechnung, Konstruktion, Simulation, 29% auf Verfahren, 19% auf Werkstoffe, 10% auf Automatisierung und 8% auf Arbeitssicherheit entfielen (vgl. DVS-Geschäftsbericht 2007: 20f.).

### **Organisation der Mitwirkung von KMU in den Gremien und bei den Aktivitäten der Forschungsvereinigung**

Im DVS arbeiten Industrie- und Handwerksbetriebe unabhängig von ihrer Größe zusammen. Schweißen ist keine Technologie, die nur in Großunternehmen verwendet wird, im Gegenteil: Schweißarbeiten werden in kleinen Handwerksunternehmen ebenso durchgeführt wie in der Großproduktion. Schweißen und Fügetechnik findet in unterschiedlichen Kontexten Anwendung und ihre Weiterentwicklung ist jeweils sowohl für KMU als auch für Großunternehmen interessant.

Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass sich die Verbindungstechnik derart rasant entwickelt hat, besteht bei den Unternehmen Bedarf, zu erfahren, welche Entwicklungstrends sich abzeichnen. Unternehmen nutzen daher intensiv die Mitarbeit in den entsprechenden Fachausschüssen. Dies gilt besonders für kleine Unternehmen, die hierüber an Informationen gelangen. Es gibt insofern keine besonderen Probleme, KMU zur Mitarbeit zu bewegen. Ein weiterer Grund für das Engagement liegt in der zunehmenden Spezialisierung des Leistungsangebots vieler Unternehmen. Je spezialisierter die Ausrichtung, desto bedeutsamer werden technische Detailfragen, die mitunter Forschungsbedarf hervorrufen. Das Votum der Gutachter der AiF entscheidet aus fachlicher Sicht darüber, ob Vorhaben mit IGF-Mitteln gefördert werden sollen. Hierbei wird nochmals das Kriterium der Berücksichtigung der Belange des Mittelstandes geprüft.

Die zentrale Mitwirkung der KMU in der Forschungsvereinigung erfolgt über die 13 Fachausschüsse. Diese bestimmen die Forschungsplanung und entscheiden auch darüber, welche Projekte verfolgt werden. In einem Strategiepapier der Fachausschüsse (Stand: 17.11.2004) wird beispielsweise in den Fachausschüssen 2 und 8 ausdrücklich die Ausrichtung auf eine mittelstandsorientierte Verfahrens- und Anwendungsforschung festgelegt. Wesentliches Element der Tätigkeit der Fachausschüsse ist der technisch-wissenschaftliche Meinungsaustausch zwischen den Vertretern der Industrie, der Körperschaften und der Forschungsinstitute. Die Identifizierung eines Forschungsbedarfes und die daraus folgende Definition eines Vorhabens ist der erste entscheidende Schritt zur Erarbeitung und Bereitstellung des benötigten Anwenderwissens. Die Institute formulieren Forschungsanträge, die in den Sitzungen der Fachausschüsse diskutiert werden. Anschließend entscheiden die Vertreter aus den Unternehmen, ob die Anträge an die AiF zur weiteren Entscheidung über eine Förderung weitergereicht werden. Die Mitglieder der Fachausschüsse entstammen überwiegend den Arbeitsgruppen des Ausschusses für Technik. Weiterhin sind KMU qua Vorgabe in den PA vertreten. Die KMU-Vertreter werden in der Regel von den Forschungsstellen angesprochen. Es handelt sich dabei häufig um diejenigen, die sich bereits – etwa in den Ausschüssen – für das Projekt interessiert gezeigt haben. Grundsätzlich ist ein Kern an Unternehmen stets zur Teilnahme am PA bereit, während andere unregelmäßig dazukommen. Ein großer Teil der prinzipiell vom DVS erreichbaren KMU ist dagegen nicht in irgendeinem PA vertreten.



Das KMU-Kriterium ist mitunter deshalb nicht leicht einzuhalten, weil es während der Projektlaufzeit durchaus vorkommen kann, dass ein KMU von einem GU aufgekauft wird. Nicht immer ist das sogleich der Forschungsvereinigung des DVS, der Forschungsstelle oder dem Industrievertreter selbst bekannt. Ein „Auffüllen“ eines PA durch ein bis dahin unbeteiligtes KMU ist teilweise eine Herausforderung. Gleichwohl ist für den DVS die KMU-Sensibilität bei Projekten ein besonderes Anliegen. Hinzuweisen ist auf den großen Anteil der Handwerksbetriebe unter den Mitgliedern des DVS. Diese bringen ihre Interessen über die Gremien zur Geltung.

### **Zusammensetzung der Mitglieder der Forschungsvereinigung**

Die Forschungsvereinigung ist zwar Teil des Verbandes, doch nicht alle Mitglieder des Verbandes sind zugleich auch Mitglieder der Forschungsvereinigung. Die Mitglieder der Forschungsvereinigung setzten sich zusammen aus (Stand: 2006):

- 257 Industrie- und Handwerksunternehmen,
- 67 Körperschaften,
- 8 DVS-Forschungsinstitute (5 GSI-Mitglieder / 2 SLV / 1 IfW),
- 33 Hochschulinstitute,
- 8 Fraunhofer-Institute sowie
- 10 sonstige Forschungsinstitute.

Insgesamt zählt die Forschungsvereinigung 383 Mitglieder. Die Zahl der Mitgliedsunternehmen (ohne institutionelle Mitglieder) ist im zurückliegenden Jahrzehnt kontinuierlich von 96 auf 257 gewachsen.

### **Regionale Verteilung der Aktivitäten**

Die Mitglieder kommen aus Deutschland. Ihre Interessen werden über die Landesverbände in den Hauptverband getragen. Regionale Sonderinteressen spielen keine Rolle. Die Forschungsvereinigung arbeitet mit gut 70 Forschungsinstituten zusammen, deren Standorte ebenfalls bundesweit gestreut sind. Der Aspekt Region steht hinter dem fachlichen Anliegen zurück. Dies schließt nicht aus, dass sich in einigen Regionen Unternehmen auf bestimmte Technologien spezialisiert haben und deshalb diese Fachthemen besonders intensiv bearbeitet werden. Einige Landesverbände haben daher Wissensschwerpunkte gebildet, die von ihnen besonders betreut werden (siehe Abschnitt II).

### **Dienstleistungs- und Informationsangebote für direkte und indirekte Mitglieder sowie KMU, die weder direkte noch indirekte Mitglieder sind**

Dienstleistungs- und Informationsangebote bestehen für folgende Gruppen:

- direkte Mitgliedsunternehmen,

- über Verbände organisierte Mitglieder/KMU sowie
- übrige Unternehmen, die weder direkte noch indirekte Mitglieder sind.

Beratungs- und Informationsdienstleistungen werden an alle erbracht. Der zu entrichtende Beitrag ist abhängig davon, ob der Anfragende Mitglied oder Nicht-Mitglied ist. Unterschiede werden auch hinsichtlich der Teilnahmegebühren bei Tagungen gemacht. Die Fachzeitschrift „Schweißen und Schneiden“ bekommen alle Unternehmensmitglieder kostenlos, Externe gegen Abonnementgebühr. Darin sind regelmäßig Rubriken enthalten, in denen über IGF-Projekte berichtet wird. Alle DVS-Mitglieder werden über einen DVS-Newsticker (wöchentlich) und einen DVS-Newsletter (monatlich) fortlaufend auch über Aktuelles aus der Forschungsvereinigung informiert. Die Forschungsvereinigung betreibt die Organisation und Förderung der FuE ausschließlich in enger Verzahnung mit dem Verband DVS-Verband. In diesem Zusammenhang spielt die Aus-, Fort- und Weiterbildung des DVS eine wichtige Rolle. Da der Verband durch seine Lehranstalten dominanter Anbieter für Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen in der Branche ist, werden Forschungsergebnisse hierüber sehr direkt an die Unternehmen bzw. deren Mitarbeiter weitergegeben.

## II. Forschungsprofil der Forschungsvereinigung

### Angesprochene Technologiefelder und Veränderungen in den letzten Jahrzehnten

Die Breite des technologischen Anwendungsgebietes einerseits, aber auch die regionalen Spezialisierungsmuster der Unternehmen andererseits haben eine Koppelung von Wissensschwerpunkten bei einzelnen Landes- oder Bezirksverbänden erforderlich gemacht. Diese Gremien sind nahe bei den Unternehmen, die sich in ihrer Region ganz besonders mit dem jeweiligen Thema befassen. Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick, welches regionale Gremium des DVS sich mit welchem Thema besonders verbunden fühlt und dieses im Verband vertritt.

Tabelle 3:

#### Wissensschwerpunkte nach Regionen

Landes- /Bezirksverband	Wissensschwerpunkt
<b>Baden-Württemberg</b>	
Heilbronn Mannheim-Ludwigshafen Mittelbaden-Rastatt Ulm-Neu Ulm	Werkstofforganisation, Berechnung von Kerbzahlen Hochtemperatur-Verformung, Korrosion Werkstofftechnik, ZfP, Schweißtechnik allgemein Schweißaufsicht - bauaufsichtlicher Bereich DIN 18800 T7 Klasse E / DIN V 4113-3, Roboterschweißen von Stahl/Al-Konstr. Werkstoffe St S235 - S700 ; Aluminiumlegierungen AN AW-6tausend. Schweißverfahren MIG/MAG - WIG Qualitätssicherung in der Schweißtechnik, Schweißerprüfungen EN 729
Ulm-Neu Ulm	Werkstoffkunde (Stahl, Alu, Titan), Schweißtechnik allg., Schadenskunde
<b>Bayern</b>	Verhalten der Werkstoffe beim Schweißen, MIG/MAG, rostfreie Stähle
Nürnberg	Schweißen im Schienenfahrzeugbau

Nürnberg Oberfranken Regensburg Schwaben Unterfranken	Technische Gase Werkstoffe, Berufliche Bildung Automatisierung, Roboterschweißen WIG, Mechanisches Fügen, Kleben, Hochgeschwindigkeitskamera Schadensuntersuchung, Werkstoffprüfung, Qualitätsmanagement, Schweiß- technik allgemein
<b>Berlin-Brandenburg</b>	
Berlin Cottbus	Bauwesen Schweißen in Kraftwerken, Prüfungen, Bau- und Montageüberwachung
<b>Hamburg-/Schleswig-Holst.</b>	Werkstoffe, Korrosion, W-Prüfung, Schiffbau, Windenergie
Flensburg	Schweißtechnik allgemein, Schweißprozesse, Fertigung Schiffbau, Anlagen und Layoutentwicklung
<b>Hessen</b>	Bildung
Kassel	Schweißeigenspannungen, Schwingfestigkeit
<b>Mecklenburg-Vorpommern</b>	Mechanisches Fügen (SRB, Clinchen u.a.), Kleben von Kunststoffen, Bol- zenschweißen, Elektrogasschweißen
Neubrandenburg  Rostock Schwerin	Schweißerausbildung und -prüfung, ( G / WIG / MAG ), hochleg. St- Rohr 1.4301 - 1.4571 Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung, Qualitätsmanagement Schweißtechnik allgemein, Ausbildung, Schweißprozesse E, WIG, MIG, MAG, Werkstoffprüfung
<b>Niedersachsen-Bremen</b>	Schweißerausbildung und -prüfung, Schweißverfahren allgemein
Hameln Hannover	Kraftwerksbau, Projekt-, Dokumentations-, Wissens-, Qualitätsmanagement Werkstoffkunde
<b>Nordrhein</b>	
Düsseldorf Duisburg  Kleve Krefeld  Mönchengladbach Bergisch Land	Schweißerausbildung und -prüfung Schweißtechnik, Aus- und Weiterbildung, Schweißerprüfung, Mechanisie- rung, Werkstoffe, ZfP, Werkstoffprüfung, ZfP Schweißen und Schneiden mit Industrierobotern Werkstofftechnik, Stahl, Prüfung, Reibschweißen, MAG, Kaltpressschwei- ßen Widerstandsschweißen, Mechanische Fügetechnik Schweißen im Stahlbau
<b>Rheinland-Pfalz</b>	Stahlbau
Koblenz Mainz-Wiesbaden Pfalz	Stahlbau Schweißerausbildung und -prüfung Schweißtechnik allgemein, Ausbildung, Schweißprozesse E, WIG, MIG, MAG, Werkstoffprüfung
<b>Sachsen</b>	
Chemnitz	Konstruktion, Laserschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Mechanisches Fügen, FSW
<b>Sachsen-Anhalt</b>	
Halle  Magdeburg	Laserstrahlschweißen, Lichtbogenhochleistungsschweißen, Schweißtechno- logie und Automatisierungstechnik, Metallurgie Schweißbeignung von Werkstoffen
<b>Westfalen</b>	Edelstahl rostfrei, Schadenskunde
Ruhrgebiet-Mitte  Münsterland  Ostwestfalen-Lippe Ruhrgebiet-Ost Sauerland Siegen	Schweißen im Behälterbau, DGRL, AD2000, Werkstofftechnik Schutzgasschweißen, Qualifizierung von Betrieben, Schweißerprüfung, Werkstofftechnik Edelstahl rostfrei, Schadenskunde Schweißzusätze; Warmfeste-, Hochfeste-, Rostfreie Stähle Niedrig legierte Stähle, Leichtmetalle, Mikrofügen Schweißen in Apparate- und Behälterbau, QS Doku, WPS'en nach DGRL und ASME Code

Quelle: <http://www.die-verbindungs-spezialisten.de/index.php?id=vorstandforschung>

In den jeweiligen in der Tabelle und auch zuvor bereits angesprochenen Themenfeldern haben sich in den letzten 10 Jahren unterschiedliche, teils erhebliche Veränderungen vollzogen. Dies hängt beispielsweise mit folgenden Faktoren zusammen:

- gesetzgeberische Einflussnahme (z.B. Verbot der Verwendung von Blei beim Löten),
- Substitutionsprozesse (z.B. Stahl wird durch andere Werkstoffe ersetzt),
- Qualitätsverbesserungen (Kunststoff kann in Qualitäten hergestellt werden, durch die es in zahlreiche neue Bereiche eingesetzt werden kann),
- vermehrte Kombination ganz unterschiedlicher Werkstoffe, die miteinander verbunden werden müssen sowie
- Vordringen neuer Fügetechniken (z.B. Kleben).

Diese wenigen Schlaglichter verdeutlichen, dass in den Technologiefeldern ein bemerkenswerter Wandel vonstatten gegangen ist. Die Entwicklung ist keineswegs zum Stillstand gekommen.

Die Forschungsvereinigung hat für sich ein Leitbild und eine Strategie entwickelt. Demnach will sie als Organisation einen Beitrag zur Sicherung der Innovationskraft und der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen leisten und hierzu effektiv und effizient Wissen zum Fügen, Trennen und Beschichten generieren und transferieren. Im Besonderen wurde festgelegt: Die Forschungsvereinigung ermittelt und strukturiert den Forschungsbedarf und leitet daraus Forschungsschwerpunkte ab. Sie fördert die Spezialisierung ihrer Mitgliedsinstitute und bildet Schwerpunkte der Forschungskapazitäten. Hierzu konstituiert sie interdisziplinäre Forschungsverbände. Die Forschungsvereinigung sichert die Qualität der Forschung durch ein projektorientiertes Qualitätsmanagement mit fachlicher und organisatorischer Betreuung in allen Phasen der Forschung. Die Forschungsvereinigung mit ihren Unternehmen und Forschungsinstituten kooperiert interdisziplinär mit nationalen und internationalen Partnern.

### **Beitrag der IGF zur Entwicklung der angesprochenen Technologiefelder**

Das Technologiefeld „Fügen, Trennen und Beschichten“ ist für sehr unterschiedliche Wirtschaftszweige bedeutsam. Die in diesen Branchen aktiven Unternehmen weisen wiederum differierende Größenstrukturen auf. Großunternehmen ebenso wie kleine Handwerksunternehmen bedienen sich der Technik des Schweißens, Lötens oder Klebens. Dies hat zur Konsequenz, dass die Forschung innerhalb dieses Technologiefelds höchst unterschiedliche Einsatzbedingungen zu berücksichtigen hat. Dieser Heterogenität der Anwender und Anwendungsgebiete kann mittels der Durchführung von IGF-Projekten bestmöglich entsprochen werden.

### **Angewandter bzw. Grundlagencharakter der Projekte der Forschungsvereinigung**

Die Projekte der Forschungsvereinigung sind primär anwendungsbezogen. Mittels einiger Projekte werden die Grundlagen für die praktische Anwendung erforscht.

### **Kriterien zur Prüfung der Vorwettbewerblichkeit der geförderten IGF-Projekte**

Mit dem Kriterium Vorwettbewerblichkeit soll die breite, branchenweite Nutzung der Forschungsergebnisse von IGF-Projekten sichergestellt werden. Dies ist in der Regel gegeben, wenn es sich um Grundlagenforschung handelt. Bei anwendungsbezogener Forschung ist das Kriterium vor allem dann sichergestellt, wenn die Ergebnisse der Forschung allen Interessenten diskriminierungsfrei zur breiten Nutzung zur Verfügung stehen. Im Prozess der Herausarbeitung der Forschungsfrage für ein Projekt, das zur Antragstellung bei der IGF vorgesehen ist, wird bereits in den Fachausschüssen sorgfältig darauf geachtet, dass nicht Forschungsvorhaben durchgeführt werden, die nur dem Interesse einzelner Unternehmen entsprechen.

### **Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den IGF-Projekten und anderweitig geförderter Forschung (z.B. EU-Projekte, BMBF, Landesmittel, DFG, Stiftungen)**

Charakteristisch für die IGF-Projekte ist der Prozess der Themengese, die Projektbegleitung durch Unternehmen und schließlich der Ergebnistransfer. In jeder dieser Phasen sind bestimmte Anforderungen zu erfüllen, die durch das Programm vorgegeben werden. Durch diesen zugegeben aufwändigen Ablauf werden die anwendungsbezogenen und dem Mittelstand dienlichen Förderprinzipien umgesetzt. Die Prozedur (z.B. Antragstellung, Auswahlverfahren, Berichterstattung, Nachweiserbringung usw.) unterscheidet sich aus diesem Grund von dem anderer Projekttypen. Die enge Anbindung der Forschung an die Belange und Bedürfnisse der Unternehmen stellt die Praxisrelevanz sicher und eröffnet damit eine große Chance, mit den Forschungsergebnissen zur Entwicklung neuer Produkte oder Produktionsprozesse beizutragen.

## **III. Stellung der Forschungsvereinigung in Forschungsnetzwerken**

### **Zusammenarbeit mit anderen Forschungsvereinigungen, universitären und außeruniversitären Forschungsstellen und forschungsintensiven Unternehmen**

Die Forschungsgemeinschaft des DVS arbeitet mit rund 70 Forschungsstellen zusammen. Diese sind:

1. Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen,
2. Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der Rheinisch Westfälischen Technischen Hochschule Aachen,
3. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, Institut für Eisenhüttenkunde Aachen,

4. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik, Aachen,
5. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, Institut und Poliklinik für Arbeitsmedizin, Aachen,
6. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, Lehrstuhl für Oberflächentechnik im Maschinenbau, Aachen,
7. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Fachgruppe V.5 - Sicherheit gefügter Bauteile, Berlin,
8. Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration, Berlin,
9. Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF Fachgebiet Füge- und Beschichtungstechnik Technische Universität Berlin, Berlin,
10. SLV Berlin-Brandenburg, Niederlassung der GSI mbH, Berlin,
11. Technische Universität Berlin, Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik und Materialtheorie, Berlin,
12. Technische Universität Braunschweig, Institut für Füge- und Schweißtechnik, Braunschweig,
13. Technische Universität Braunschweig, Institut für Konstruktionslehre Maschinen- und Feinwerkelemente, Braunschweig,
14. Bremer Institut für angewandte Strahltechnik, Bremen,
15. Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung, Bremen,
16. CeWOTec gGmbH, Chemnitz,
17. Technische Universität Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik, Chemnitz,
18. Technische Universität Chemnitz, Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik, Chemnitz,
19. Technische Universität Chemnitz, Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe, Chemnitz,
20. Technische Universität Chemnitz, ZfM - Zentrum für Mikrotechnologien, Chemnitz,
21. Technische Universität Clausthal, Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit, Clausthal-Zellerfeld,
22. Technische Universität Clausthal, Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, Clausthal-Zellerfeld,
23. Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt,
24. Technische Universität Darmstadt, Staatliche Materialprüfungsanstalt (MPA), Institut für Werkstoffkunde, Darmstadt,
25. Technische Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Dortmund,

26. Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Qualitätswesen, Dortmund,
27. Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik, Dresden,
28. IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden,
29. Technische Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik, Dresden,
30. Technische Universität Dresden, Institut für Produktionstechnik/Fügetechnik, Dresden,
31. SLV Duisburg, Niederlassung der GSI mbH, Duisburg,
32. Bayerisches Laserzentrum gGmbH, Erlangen,
33. Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Erlangen,
34. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Erlangen,
35. SLV Fellbach, Niederlassung der GSI mbH, Fellbach,
36. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Mikrosystemtechnik, Aufbau und Verbindungstechnik, Freiburg,
37. Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Freiburg und Halle, Freiburg,
38. Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, Freiburg,
39. Leibniz Universität Hannover, Institut für Werkstoffkunde, Garbsen,
40. Technische Universität München, Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Garching,
41. GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht,
42. SLV Halle GmbH, Halle,
43. Helmut Schmidt Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg Fakultät für Maschinenbau /Institut für Werkstofftechnik, Hamburg,
44. Laserzentrum Hannover e.V., Hannover,
45. SLV Hannover, Niederlassung der GSI mbH, Hannover,
46. Hermsdorfer Institut für Technische Keramik e. V., Hermsdorf,
47. Technische Universität Ilmenau, Fakultät Maschinenbau, Fachgebiet Fertigungstechnik, Ilmenau,
48. Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe,
49. Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Organische Chemie und Makromolekulare Chemie, Jena,
50. Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH, Jena,
51. Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Kaiserslautern,
52. Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Werkstoffkunde, Kaiserslautern,

53. Universität Kassel Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens, Kassel,
54. Universität Kassel, Institut für Werkstofftechnik, Kunststofftechnik, Kassel,
55. Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Institut für Werkstoff- und Füge­technik Lehrstuhl Füge­technik, Magdeburg,
56. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Elektrische Energiesysteme, Magdeburg,
57. FH-Südwestfalen / Meschede, FB IW, Meschede,
58. Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV München, Niederlassung der GSI mbH, München,
59. Technische Universität München, Fachgebiet Leichtmetallbau und Ermüdung, München,
60. Technische Universität München, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, Unternehmensführung, Logistik und Produktion, München,
61. Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Elektrotechnik und Informati­onstechnik, Institut für Plasmatechnik und Mathematik, Neubiberg,
62. Universität Paderborn, Institut für Kunststofftechnik, Lehrstuhl für Kunststofftech­nologie, Paderborn,
63. Universität Paderborn, Laboratorium für Werkstoff- und Füge­technik, Paderborn,
64. SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH, Rostock,
65. Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken,
66. Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V., Schmalkalden,
67. Universität Stuttgart, Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeits­lehre (IMWF), Stuttgart,
68. Universität Stuttgart, Institut für Strahlwerkzeuge, Stuttgart,
69. Süddeutsches Kunststoffzentrum gGmbH, Würzburg sowie
70. STZ Sächsisches Technologie Zentrum gGmbH, Zwickau,

An 17 deutschen Universitäten gibt es schweißtechnische Hochschulinstitute, die alle­sammt in engem Kontakt zum DVS stehen.

Bereits angesprochen wurde die Zusammenarbeit mit den Forschungsvereinigungen DECHEMA, FOSTA, DGfH, CMT, FAT, GFaI und weiteren.

### **Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungspartnern**

Die Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungspartnern erfolgt über direkte Mit­gliedschaften und über internationale Fachtagungen. Der DVS



- ist Mitglied im Internationalen Verband für Schweißtechnik (International Institute of Welding, IIW),
- ist Mitglied im europäischen Verband für Schweißtechnik (European Federation for Welding, Joining and Cutting, EWF),
- arbeitet in der Internationalen Normungsorganisation (ISO) und im Europäischen Komitee für Normung (CEN) mit,
- leistet Entwicklungshilfe im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) (u.a. Ausbildung von schweißtechnischem Personal, Planung von schweißtechnischen Bildungseinrichtungen, Übersetzung von DVS-Lehr- und Lernunterlagen sowie von DVS-Fachliteratur) und
- arbeitet mit der ASM International, der ihr angegliederten „Thermal Spray Society“ (TSS) und der Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V. zusammen.

Über diese Einrichtungen wird der internationale Gedanken- und Erfahrungsaustausch gepflegt. Im Zusammenhang mit EU-Projekten erfolgt auch eine Zusammenarbeit mit internationalen Forschungsstätten.

#### **Unterschiede der Beiträge von ZUTECH- und konventionellen Projekten hinsichtlich der Entstehung und Intensivierung von Forschungsnetzwerken**

Als besondere Variante der branchenweiten industriellen Gemeinschaftsforschung fördert das Initiativprogramm ZUTECH („Zukunftstechnologien für kleine und mittlere Unternehmen“). Besonderer Wert wird dabei auf eine branchenübergreifende, interdisziplinäre Zusammenarbeit von Forschungsvereinigungen und Forschungsstellen sowie auf den Transfer der Ergebnisse in die Unternehmen gelegt. Daher sollen ZUTECH-Vorhaben von mehreren Forschungsvereinigungen der AiF gemeinsam getragen werden und müssen durch mindestens zwei Forschungsstellen mit unterschiedlichen Tätigkeitsprofilen bearbeitet werden. Branchenübergreifende Projekte wie ZUTECH decken sich vollständig mit dem Ziel der Forschungsvereinigung, Forschungsaktivitäten in angrenzenden Technologiefeldern zu intensivieren. Die Forschungsvereinigung des DVS hat daher eine Vielzahl von ZUTECH-Projekten erfolgreich betreut (z.B. mit der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstoff-Technik e.V., FOSTA, EFB).

### **IV. Entwicklungsperspektiven der Forschungsvereinigung**

#### **Erschließung neuer Forschungsthemen und Forschungsfelder**

Die Erschließung neuer Forschungsthemen und Forschungsfelder ist Teil des Leitbilds der Forschungsvereinigung (vgl. <http://www.dvs-forschungsvereinigung.de>). Dieses lautet wörtlich:

### „1. Die Vision der Forschungsvereinigung

Die Forschungsvereinigung sichert als die Organisation für die Forschung in den Bereichen Fügen, Trennen und Beschichten die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Sie ist Partner bei der Gestaltung von Maßnahmen für Forschung und Innovation in Wirtschaft und Staat.

### 2. Die Mission der Forschungsvereinigung

Die Forschungsvereinigung generiert und transferiert effektiv und effizient Wissen zum Fügen, Trennen und Beschichten. Sie ermöglicht Forschung, die sich am Bedarf der Unternehmen orientiert, und sie stellt sicher, dass Unternehmen in allen Phasen der Forschung aktiv beteiligt sind. Die Forschungsvereinigung fördert die Nutzung der Forschungsergebnisse in den Unternehmen. Durch hohe Qualität sichert sie die Finanzierung der fügetechnischen Forschung. Die Forschungsvereinigung bildet ein für die Unternehmen attraktives Netzwerk, das kontinuierlich erweitert wird. An diesem Netzwerk sind Unternehmen jeglicher Größe partnerschaftlich beteiligt. Kleine und mittlere Unternehmen werden besonders gefördert.

### 3. Die Leitlinien der Forschungsvereinigung

Die Forschungsvereinigung

- ermittelt und strukturiert den Forschungsbedarf und leitet daraus Forschungsschwerpunkte ab,
- fördert die Spezialisierung ihrer Mitgliedsinstitute und bildet Schwerpunkte der Forschungskapazitäten,
- bildet interdisziplinäre Forschungsverbände.

Die Forschungsvereinigung sichert die Qualität der Forschung durch ein projektorientiertes Qualitätsmanagement mit fachlicher und organisatorischer Betreuung in allen Phasen der Forschung.

Die Forschungsvereinigung mit ihren Unternehmen und Forschungsinstituten kooperiert interdisziplinär mit nationalen und internationalen Partnern.“

Themenübergreifende Tagungen, Kolloquien, Seminare und Vortragsveranstaltungen werden von dem DVS ebenfalls als Möglichkeit gesehen, neue Forschungsfelder zu erschließen. Die Forschungsinhalte müssen regelmäßig mit den Arbeitsgremien des Ausschusses für Technik kommuniziert werden. Dabei kommt es darauf an, dass sich Hochschul- und Institutsvertreter mit Industrievertretern austauschen. Dies geschieht bereits in erfolgreicher Weise in den Fachausschüssen.

Der gewöhnliche Weg der Generierung von Forschungsthemen lässt sich wie folgt skizzieren: Industrie- bzw. Unternehmensvertreter wenden sich direkt mit einer Fachfrage an eine ihnen bekannte Forschungsstelle oder an den DVS. Das Thema wird (bestenfalls in Begleitung eines Unternehmensvertreters) in dem zuständigen Ausschuss diskutiert. In diesem Ausschuss wird überlegt, welche Forschungsstelle sich am ehesten mit dem

Thema auskennt und weiterhelfen könnte. Sollte sich herausstellen, dass die Untersuchung des Themas ein Forschungsprojekt rechtfertigt, stellt die Forschungsstelle einen Projektantrag.

### **Veränderungen der organisatorischen Strukturen**

Der DVS ist gewillt, die Fachausschüsse noch stärker interdisziplinär zu besetzen und vor allem die Zusammenarbeit mit Fachleuten aus anderen Forschungsvereinigungen zu intensivieren. Der DVS hat deshalb eine Initiative zur Verstärkung der Netzwerkeffekte in der IGF in die Wege geleitet. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wird auch in der Normierungs- und Standardisierungsarbeit immer wichtiger. Hier wird insbesondere die Intensivierung der Mitarbeit in den entsprechenden Gremien auf EU-Ebene angestrebt.

In den Bildungseinrichtungen des DVS soll die Qualität durch Zertifizierungen und Audits sichergestellt und erhöht werden. Die Weiterbildungsträger müssen sich einem verstärkten Wettbewerb stellen und über ihre Leistungsfähigkeit Rechenschaft ablegen. Diese Pläne werden nicht ohne organisatorische Veränderungen vor sich gehen, wenngleich die Grundstruktur der Forschungsvereinigung in der bestehenden Form aufrechterhalten bleiben soll.

In den Fachausschüssen soll nach dem Vorbild der FA 8 und I2 verstärkt der Kontakt zu Ausschüssen anderer Forschungsvereinigungen gesucht werden. Dies ist deshalb erforderlich, weil der rasche technologische Wandel ein Denken über etablierte Fachgrenzen hinaus erfordert. Dies wiederum setzt nach Aussagen der Forschungsvereinigung flexible, grenzüberschreitende Organisationsstrukturen voraus. Der DVS möchte bei der interdisziplinären Kooperation neue Wege beschreiten. In diesem Zusammenhang werden mehr Projekte mit längeren Laufzeiten gefordert. Verbesserungswürdig sei auch die Abstimmung der Forschungskonzepte zwischen den Forschungsvereinigungen. Entlang der Wertschöpfungsketten in der Industrie müssten Forschungspartnerschaften entstehen. Forschung sollte zukünftig stärker in Clustern stattfinden.

### **Künftige Gestaltung der Beziehungen zu Hochschulen und außeruniversitären Wissenschaftseinrichtungen**

Der DVS hat sehr gute Kontakte zu Lehrstühlen und Forschungseinrichtungen in Deutschland, die sich mit der Verbindungstechnik im weiteren Sinne befassen. Die Herausforderung besteht darin, diese Verbindungen zu erhalten, sie auszubauen und diese zu neuen, gemeinsamen Forschungszielen zu führen. Innerhalb des DVS ist Interdisziplinarität ein großes Thema. Dem zugrunde liegt die Erkenntnis, dass die technologische Entwicklung der Verbindungstechnik sich vor allem an den Rändern zu anderen Fachdisziplinen dynamisch entwickelt. Weiterhin wird man auch in der Verbindungs- und Werkstofftechnik zukünftig viel stärker als bisher in den Kategorien des Umweltschutzes über die gesamte Lebensdauer eines Produktes hinweg denken müssen, um zu nachhaltigen Lösungen zu gelangen. In diesem Umfeld ist es auch aus Sicht der Praxis

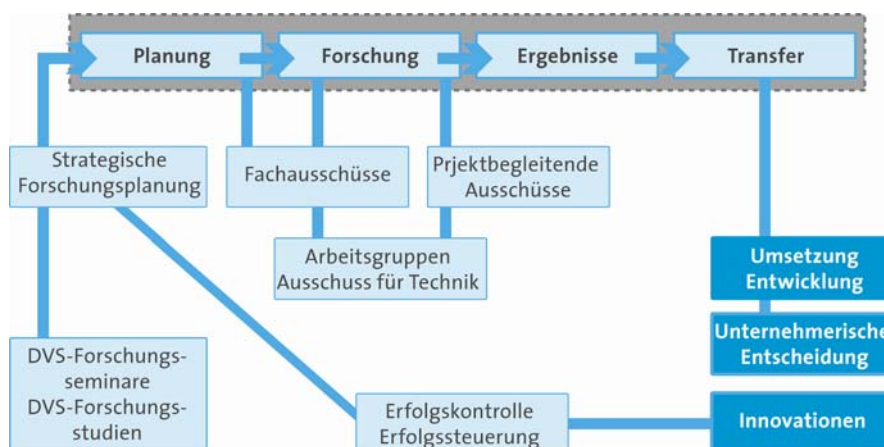
bedeutsam, sich mit wissenschaftlichen Lösungsansätzen zu befassen, die absehbar noch nicht in reale Produkte oder Verfahren umgesetzt werden können.

## V. Abwicklung von IGF-Forschungsprojekten

### Institutioneller Ablauf von der Projektidee bis zum Projektabschluss

Mit ihren dreizehn Fachausschüssen stellt die Forschungsvereinigung im Bereich des Fügens, Trennens und Beschichtens die zentrale Forschungsplattform in Deutschland zur Verfügung, mit deren Hilfe alle Abläufe der IGF, angefangen von der Idee bis zur Anwendung, unter zentraler Mitwirkung von den Akteuren aus Industrie und Forschung organisiert und begleitet werden. Dabei definieren die Unternehmen den Forschungsbedarf, indem sie jene geeigneten Forschungsschwerpunkte festlegen, die Relevanz für ihre praktische Arbeit haben. Von besonderer Bedeutung sind die Fachausschüsse deshalb, weil es hier zu einem unmittelbaren Zusammentreffen von Praktikern und Wissenschaftlern kommt.

Schaubild 2:



Quelle: DVS (vereinfachte und geänderte Abbildung)

Die Mitglieder der Fachausschüsse bestimmen nicht nur die Forschungsthemen, sie nehmen auch unmittelbar Einfluss auf die Forschungsvorhaben, indem sie sich regelmäßig über den Stand der Arbeiten an den Projekten unterrichten lassen.

### Aufgabenteilung zwischen Forschungsvereinigung und Forschungsstellen

Der DVS pflegt den Kontakt zu einschlägigen Forschungsstellen und Lehrstühlen an Hochschulen in Deutschland. Mit vielen von diesen Instituten bestehen Kooperationen, die in gemeinsamen Forschungsprojekten ihren Ausdruck finden. Die Forschungsvereinigung stellt die Plattform für den Wissens- und Erfahrungsaustausch in den Ausschüssen, in denen auch die Forschungseinrichtungen vertreten sind.

### **Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Für den DVS hat der Ergebnistransfer einen hohen Stellenwert. Die Forschungsvereinigung tritt moderierend auf, indem sie bei Veranstaltungen, Fachtagungen oder Workshops den Forschungsstellen immer wieder die Gelegenheit gibt, Forschungsergebnisse zu präsentieren und einem breiten Publikum bekannt zu machen. Im Wesentlichen sind es jedoch die Forschungsstellen selbst, die ein Eigeninteresse an einem erfolgreichen Ergebnistransfer haben, da sie als praxisbezogene Institute den Kontakt zu Unternehmen zwingend benötigen. In besonderem Maße gilt dies für die SLV, die in engem Kontakt mit Unternehmen Aus- und Fortbildungs- und Beratungsdienstleistungen anbieten. Für sie gehört der enge Kontakt zu Unternehmen zur Kundenpflege.

### **Verbesserungspotenziale beim Ergebnistransfer von IGF-Projekten**

Das Engagement der Forschungsstellen beim Ergebnistransfer ist sehr ausgeprägt. Forschungsergebnisse fließen in die Beratungsleistungen ein, die mehr oder minder alle Forschungsstätten für Unternehmen anbieten. Bei den SLV gehen die Erkenntnisse darüber hinaus in die Aus- und Fortbildungskonzepte ein. Somit ist eine recht hohe Aktualität der Lehrinhalte gegeben. Bei der Umsetzung von Forschungsergebnissen in die betrieblichen Prozesse kommt es bei KMU mitunter zu Problemen, weil die Unternehmen die notwendigen Kosten nicht aufbringen können. Eine Förderung dieser Umsetzungs-komponente wäre aus Sicht der Forschungsvereinigung sinnvoll.

### **Organisation des Ergebnistransfers**

Der DVS nutzt intensiv die Möglichkeiten des Internets und hält auf seinen Webseiten umfangreiche Informationen bereit. Alle Projekte sind hier dokumentiert. Eine Kurzdarstellung verschafft dem Interessenten einen Einblick in die jeweilige Fragestellung. Zwischenberichte sind als PDF-Datei abrufbar. Schlussberichte sind per Internet allerdings nur für Mitglieder der Fachausschüsse direkt verfügbar.

Die Arbeitsgruppen des Ausschusses für Technik dokumentieren ausführlich ihre Themen, stellen dort Merkblätter, Richtlinien und Normen zur Verfügung, verweisen auf Fachliteratur, berichten über Forschungsprojekte in ihrem jeweiligen Themenfeld und „verlinken“ diese Hinweise mit den Ausbildungsangeboten des DVS. Über diese Webseiten werben die Arbeitsgruppen auch um Mitarbeit von bislang nicht einbezogenen Unternehmen.

Die Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten sind als Forschungs- und Ausbildungsstätten aus dem DVS hervorgegangen. Sie sind inzwischen überwiegend als Niederlassung in die GSI mbH aufgegangen oder kooperieren mit dieser. Die SLV haben aufgrund ihrer Entwicklungsgeschichte eine besondere Nähe zum DVS. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil des Verfahrens, mit dem Forschungsergebnisse an die Unternehmen transferiert werden.

### **Umsetzung der Anregungen der erweiterten Erfolgskontrolle in der Vergangenheit**

Die Anregungen der früheren erweiterten Erfolgskontrolle wurden aufgegriffen, diskutiert und teilweise umgesetzt. Die Empfehlungen flossen in die Diskussionen des DVS ein, um die Prozesse des Verbandes und der Forschungsvereinigung zu verbessern.

### **Formen gesonderter Informationen über die Forschungsergebnisse für Mitglieder**

Der DVS gibt im eigenen Verlag die Zeitschrift „Schweißen und Schneiden“ heraus. Es handelt sich um ein in der Branche weit verbreitetes Fachblatt, welches regelmäßig Forschungsergebnisse präsentiert und über Forschungsprojekte berichtet. Es gibt weiterhin eine Vereinbarung, wonach die an IGF-Projekten teilnehmenden Forschungsstellen einen Artikel für diese Zeitschrift beisteuern sollen. Dabei wird Wert darauf gelegt, dass der Text allgemeinverständlich abgefasst wird.

Die Zeitschrift „Schweißen und Schneiden“ gehört zu den Fachzeitschriften, die oft von Literaturrecherchedatenbanken ausgewertet werden („Journal Citation Reports“). Daher werden auch in der „Scientific Community“ Artikel dieser Zeitschrift häufig wahrgenommen.

Darüber hinaus versorgt der DVS seine Mitglieder regelmäßig mit Verbandsinformationen. Dazu gehören auch Berichte über Forschungsarbeiten. Veröffentlichungen werden Mitgliedern zu ermäßigten Gebühren überlassen.

Jedem Mitglied steht es frei, sich in den Gremien aktiv zu beteiligen und sich direkt von dort mit Informationen zu versorgen. Dies schließt die Diskussion fachspezifischer Themen ein. Hierzu besteht zudem im Internet ein Mitglieder-Forum, welches zum einen dazu genutzt wird, Fachfragen einer breiten „Community“ zu unterbreiten, und zum anderen Fachthemen kontrovers zu diskutieren.

### **Art der Erfassung der Anwendung der Forschungsergebnisse in Unternehmen**

Die Erfassung der Anwendung der IGF-Forschungsergebnisse in Unternehmen stellt die Forschungsvereinigung vor einige grundsätzliche Probleme. Da es Prinzip der IGF ist, Forschungsergebnisse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen, ist es schwierig zu prüfen und festzuhalten, wer überhaupt die Ergebnisse abrufen, aufnimmt und umsetzt. Die Anwender sind dem DVS nur dann bekannt, wenn sie sich direkt an den Verband oder die Forschungsvereinigung wenden und über die Nutzung bzw. Verwendung von IGF-Forschungsergebnissen berichten. Weiterhin gelangen derartige Informationen zum DVS dadurch, dass im Zuge von Beratungsaktivitäten festgestellt wird, dass in einem Unternehmen Verfahren angewendet werden, die auf ein IGF-Forschungsprojekt zurückzuführen sind. Detaillierte Kenntnisse über die Nutzung der Forschungsergebnisse liegen zumeist von den Unternehmen vor, die auch im PA mitgewirkt haben.

### **Formen der Beteiligung verschiedener Akteure bzw. Gremien an der Abwicklung der Forschungsprojekte**

Der DVS wirbt um eine Mitgliedschaft u.a. mit dem Argument, dass sich hierdurch vielfältige Möglichkeiten der aktiven Mitarbeit in den Gremien des Verbandes eröffnen. Die direkte Ankoppelung an die Forschungsaktivitäten erfolgt gewöhnlich über die Fachausschüsse und über die Mitgliedschaft in einem PA. Jedes Mitglied eines Fachausschusses kann sich an der Diskussion und Formulierung von Forschungsthemen beteiligen. Im PA ist darüber hinaus die direkte Einflussnahme auf den Forschungsprozess möglich.

### **Rolle der Forschungsvereinigung bei der Projektgenese und -auswahl**

Themen werden in den Fachausschüssen vor- und zur Diskussion gestellt. Die Zusammensetzung der Ausschüsse gewährleistet eine fachlich fundierte Auseinandersetzung und Abwägung. Schaubild 2 (siehe oben) zeigt die formale Prozedur. Forschungsfragen werden von den Ausschüssen entweder direkt für ein Forschungsprojekt angenommen oder in die Planung aufgenommen. Inspiriert werden die Fachausschüsse auch und besonders von den Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik. Neue Forschungsthemen kommen darüber hinaus auch von den Mitgliedern im PA. Dies gilt nicht zuletzt für Anschlussprojekte.

Die rückwirkende Betrachtung der Forschungsaktivitäten ist Grundlage für die strategische Forschungsplanung der nächsten Periode. Das bedeutet, dass unerledigte Themen oder zurückgestellte Projektideen erneut dahingehend geprüft werden, ob sie weiterverfolgt werden sollen. Zusätzlich wird Ausschau nach Themengebieten gehalten, von denen angenommen wird, dass sie in mittelfristiger Perspektive die Unternehmen beschäftigen könnten. An diesem Abstimmungsprozess sind auch Vertreter der Forschungsstellen beteiligt.

Die Forschungsvereinigung bietet im Verbund mit dem Verband die notwendige Plattform für die Diskussion über neueste technologische Entwicklungen. Die Fachausschüsse sind der Ort, an dem Vorschläge für Forschungsprojekte unter zentraler Mitwirkung von den Akteuren aus Industrie und Forschung generiert und schließlich für die Antragstellung ausgewählt werden. Für die Forschungsvereinigung lässt sich sagen, dass aus 2,5 bis 3 Vorschlägen schließlich ein Forschungsprojekt wird oder anders formuliert: pro Jahr werden rund 70 bis 80 Projektideen diskutiert und schließlich ca. 30 Projekte neu begonnen.

Die Unternehmen definieren den Forschungsbedarf unter Festlegung geeigneter Forschungsschwerpunkte, die auf den nachfolgenden Transfer und die abschließende Umsetzung der Ergebnisse aus den Projekten in die Unternehmen ausgerichtet sind.

### **Unterstützung der Forschungsstellen in der Antragsphase**

Die Forschungsstellen sind gemeinsam mit Unternehmensvertretern in den Fachausschüssen vertreten. Die fachlichen Diskussionen, die hier geführt werden, bringen es mit sich, dass akademisch-wissenschaftliche Sichtweisen mit den Bedürfnissen der Unternehmen konfrontiert und schließlich zusammengeführt werden. Es obliegt den Forschungsstellen, in der Auseinandersetzung um Themen die Möglichkeiten und Grenzen einer wissenschaftlichen Untersuchung aufzuzeigen, wie umgekehrt die Unternehmensvertreter den Wissenschaftlern die praktischen Anwendungs- und Umsetzungsprobleme verdeutlichen. Die Forschungsstellen übernehmen es dann, das Problem zu beschreiben, die Forschungsfragen zu formulieren und methodische Ansätze zur Untersuchung vorzuschlagen. In Zusammenarbeit mit der Forschungsvereinigung achten die Forschungsstellen auch darauf, die spezifischen Anforderungen an die IGF-Projekte (z.B. Mittelstandsbezug, Transferplanung) zu berücksichtigen. Außerdem stellt die Forschungsvereinigung alle für die Antragstellung erforderlichen formalen Unterlagen bereit.

### **Rolle der Forschungsvereinigung bei der Abwicklung der IGF-Forschungsprojekte**

Die Forschungsvereinigung übernimmt eine Intermediärsfunktion zwischen AiF und Forschungsstellen. Dies bezieht sich zunächst z.B. auf die Einhaltung der formellen Regeln der Beantragung und des Abrufs von Forschungsgeldern, die Einhaltung von Terminen sowie die rechtzeitige Berichterstattung über den Projektverlauf gegenüber Projektträger und PA.

Weiterhin vertritt die Forschungsvereinigung gegenüber der AiF und schließlich auch gegenüber dem BMWi die Interessen der Mitglieder in Bezug auf Ausgestaltung und Abwicklung der IGF-Projekte.

### **Sicherstellung der geforderten KMU-Beteiligung**

Die Forschungsvereinigung achtet darauf, dass bereits bei der Fachdiskussion in den Ausschüssen die Interessen der mittelständischen Unternehmen berücksichtigt werden. Aus diesem Grund haben einige Fachausschüsse ihr Profil und damit ihre inhaltliche Ausrichtung bereits so definiert, dass ausschließlich praxisbezogene Fragestellungen der KMU aufgegriffen werden (so z.B. FA 2, FA 5, FA 6). Hier stehen Hilfen für die Vereinfachung und Verfahrensoptimierung für mittelständische Unternehmen im Vordergrund. Die Forschungsvereinigung achtet darüber hinaus auch darauf, dass die Regeln zur Beteiligung von KMU in den PA eingehalten werden. Die Forschungsvereinigung stellt ferner sicher, dass in den Fachausschüssen Unternehmen ganz unterschiedlicher Größenklassen vertreten sind.

### **Gewährleistung der Einhaltung des Vorwettbewerblichkeitspostulats**

Die Zahl der in den Fachausschüssen beteiligten Unternehmensvertreter gewährleistet, dass kein einzelnes Unternehmen oder auch keine kleine Gruppe von Unternehmen



durch Forschungsprojekte begünstigt werden kann. In den Gremien sind Unternehmen vertreten, die auf dem Markt im Wettbewerb untereinander stehen. Eine wie auch immer geartete Einschränkung des Wettbewerbs durch eine etwaige Bevorzugung bei der Wahl von Forschungsthemen bzw. einer Zuschneidung auf die Bedürfnisse einzelner Unternehmen würde nicht geduldet.

### **Rolle der KMU bei der Projektgenese, bei der Projektdurchführung und beim Ergebnistransfer**

Die konsequente Einbindung von KMU in den fachlichen Diskussionsprozess sowie ihre Beteiligung bei der Festlegung des Forschungsprogramms und der Entscheidung über einzelne Projekte in den Fachausschüssen gewährleistet den geforderten Mittelstandsbezug. KMU schlagen – mitunter auch im Verbund mit Großunternehmen – immer wieder Forschungsthemen vor. Der Diskussionsprozess kann allerdings auch zutage fördern, dass in Forschungsstellen entwickelte Ideen auf das Interesse der KMU stoßen und von diesen unterstützt werden. Einige Projekte werden allerdings auch von der Politik angestoßen, so z.B. durch gesetzgeberische Vorgaben etwa zum bleifreien Lötten. Hier sind insbesondere KMU vor das Problem gestellt, Alternativen in ihrem Anwendungsbereich zu entwickeln.

Die Beteiligung der Unternehmen bei der Projektdurchführung ist grundsätzlich größenunabhängig. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Bereitstellung von Materialien als auch der Genehmigung, in bestimmten Unternehmen Versuchsreihen durchführen zu dürfen. Freilich geschieht dies in den Grenzen der Möglichkeiten eines jeden Unternehmens. KMU bringen ihre Wünsche und Erwartungen in den PA ein und haben hier die Möglichkeit, auf den Projektverlauf Einfluss zu nehmen. Für KMU ist die Beteiligung an einem PA die effektivste und direkteste Form, Wissen und Kenntnisse über relevante Fachfragen zu erlangen. Von diesen aktiven Unternehmen beteiligen sich die meisten auch an Transfermaßnahmen, beispielsweise durch Präsentationen auf Fachveranstaltungen.

### **Formen des Ergebnistransfers**

Die Forschungsvereinigung betont die Bedeutung des Ergebnistransfers und sieht hierin auch ein ganz wesentliches Element der IGF. Das Leitbild beinhaltet hierzu folgendes: „Die Forschungsvereinigung generiert und transferiert effektiv und effizient Wissen zum Fügen, Trennen und Beschichten.“ Die Informationen über Zielsetzungen, Problemstellung und Lösungsansätze werden in den Gremien breit diskutiert und damit schon in der Phase der Projektgenese kommuniziert.

Auf der Internetseite der Forschungsvereinigung gibt es eine Rubrik „Forschungsergebnisse“. Hier werden alle Forschungsvorhaben aufgeführt. Über eine Suchfunktion sind auch Stichwort-/Vorhabenrecherchen möglich. Für Forschungsvorhaben, die ab 2001 bearbeitet wurden, ist eine ausführliche Dokumentation geplant, angefangen von der

Bereitstellung des Kurzantrages über Zwischenberichte bis zum Schlussbericht als PDF-Dateien. Für alle Vorhaben dieses Zeitraumes sind die Abschlussberichte elektronisch bei der Forschungsvereinigung verfügbar. Teilweise werden in der Rubrik „Ergebnistransfer“ beispielhafte Transferergebnisse angeführt. Über einen Link wird man vorhabenbezogen auch zu den jeweils beteiligten Forschungsstellen weitergeleitet. Für die Schlussberichte gilt, dass sie „nur für Mitglieder“ der Fachausschüsse nach Anmeldung am System direkt verfügbar sind. Schlussberichte werden als PDF-Datei bei Anfragen auch an Externe weitergeleitet. Mit gewissem Rechercheaufwand sind allerdings für einige Projekte auch Abschlussberichte auf den Servern der Forschungsstellen zu finden. Eine wesentliche Rolle beim Ergebnistransfer spielen Informationsveranstaltungen (beispielsweise im Rahmenprogramm der Messe) und die Aufnahme neuer Erkenntnisse in das Lehr- und Schulungsprogramm des DVS.

### **Umgang mit Anfragen von Unternehmen bezüglich einzelner Projekte**

Anfragen von Unternehmen werden, egal auf welchem Weg sie die Forschungsvereinigung erreichen, bestmöglich beantwortet. Sofern es um technische oder fachliche Details geht, wird die Anfrage an die entsprechende Forschungsstelle weitergeleitet. Bei weitergehendem Beratungsbedarf wird der Kontakt zu den schweißtechnischen Bildungs- und Beratungsstätten hergestellt.

### **Möglichkeiten für Unternehmen, sich von der Forschungsvereinigung oder der Forschungsstelle vor Ort bei der Umsetzung der Ergebnisse beraten zu lassen**

Der DVS verfügt über zahlreiche Beratungsstellen für den „Technologietransfer Schweißtechnik“. Hierfür steht die GSI-Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH zur Verfügung. Sie wurde 1999 vom DVS unter Zusammenführung von vier schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten gegründet. Die GSI ist auf den Gebieten Ausbildung, Beratung, Gutachten, Forschung, Entwicklung und Erprobung tätig. Darüber hinaus strebt sie einen intensiven Technologietransfer zwischen dem In- und Ausland an. Knapp ein Drittel der Erlöse der GSI entfallen auf den Bereich Beratung und Gütesicherung. Die Unternehmen können sich in technischen Fragen auch bei den übrigen bundesweit verteilten schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten beraten lassen. Diese helfen bei der Zertifizierung, bei der Stellung von Sachverständigen und bei der Begutachtung.

## **VI. Allgemeine Einschätzung der IGF**

### **Stärken und Schwächen der IGF aus Sicht der Forschungsvereinigung**

#### *Stärken:*

- Eine besonders relevante Stärke ist die hohe Breitenwirkung und gute Umsetzbarkeit der Forschungsergebnisse.

- Bedeutsam und positiv zu bewerten ist zudem die Förderung des Wissenstransfers zwischen Hochschule und Industrie. Umgekehrt profitieren die Forschungsstellen von Anregungen der Praktiker.
- ZUTECH-Projekte sind in besonderem Maße geeignet, interdisziplinäre Forschungsvorhaben umzusetzen. Um dies noch stärker zu nutzen, ist eine intensivere Kooperation der Forschungsvereinigungen notwendig.
- Von besonderer Bedeutung ist die konsequente Ausrichtung des Programms auf die Belange des Mittelstands.

#### *Schwächen:*

- Die langen Zeitstrecken zwischen der Antragseinreichung und dem Förderbeginn (bis zu zwei Jahre, während die Antragserstellung selber maximal ein halbes Jahr in Anspruch nimmt) führen dazu, dass die Behandlung einiger Themen nicht mehr über die IGF finanziert werden kann, da der aktuelle Bezug verloren geht.
- Die Vorgaben zur Sicherstellung des KMU-Bezugs sind mitunter problematisch. Die Bereitschaft von KMU-Mitarbeitern, sich zeitlich im PA zu engagieren, ist wegen der geringen Personaldecke in KMU oftmals kaum vorhanden. Außerdem sind die Vorgaben bei der Besetzung des PA ausschließlich größenbezogen und berücksichtigen nicht die unterschiedlichen Akteure entlang der Wertschöpfungsketten.
- Im Zusammenhang mit der Antragstellung entstehen Kosten, die vorfinanziert werden müssen. Dies führt in Einzelfällen zu Problemen.
- Das Gutachterverfahren offenbart zum Teil akademische Animositäten und fördert Auflagen zutage, die nicht unbedingt der Sache dienen.
- Das IGF-Programm sollte ein höheres Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit der Forschungsvereinigungen fördern.

#### **Beurteilung der IGF hinsichtlich der Nutzung von Projektergebnissen und der möglichen wirtschaftlichen Wirkungen der Ergebnisse von IGF-Projekten**

Durch die freie Verfügbarkeit der Erkenntnisse aus IGF-Projekten lässt sich nicht bis ins Detail sagen, durch wen und in welchem Umfang Forschungsergebnisse genutzt werden. Selbst wenn feststünde, wer Projektberichte angefordert oder über das Internet abgerufen hat, wäre die Art der Nutzung und Verwendung weiter unbekannt.

Zu berücksichtigen ist auch, dass zwischen dem Zeitpunkt der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse und der Nutzung durch Unternehmen ein sehr stark variierender Zeitraum liegen kann. Die Rückverfolgbarkeit einer Produktidee hin zu seinen Ursprüngen kann also allein zeitlich schwierig sein. Nicht auszuschließen ist zudem, dass IGF-Forschungsergebnisse Grundlage für weitergehende, nicht IGF-geförderte Forschungsprojekte sind und somit indirekt eine innovative Wirkung aus diesem Programm erfolgt,

die dann jedoch möglicherweise einem anderen Förderprogramm zugeschrieben wird. Somit lässt sich hinsichtlich der Nutzung und der möglichen wirtschaftlichen Wirkung des IGF-Programms weitgehend nur mit Fallbeispielen argumentieren.

Unabhängig von der konkreten Umsetzung ganz bestimmter Ergebnisse in Produkte und Prozesse darf jedoch nicht verkannt werden, dass Unternehmen durch die IGF aktiv in Forschungsprozesse eingebunden werden und hierdurch Anregungen bzw. Impulse erhalten, deren Effekte sich nicht direkt messen lassen, aber dennoch den Unternehmen zugute kommen. Grundsätzlich gehen – nach Meinung der Forschungsvereinigung – von der IGF dynamisierende Effekte aus. In der Forschungsvereinigung des DVS wird dies an der lebhaften fachlichen Diskussion in den Fachausschüssen mehr als deutlich. Konkret werden diese wirtschaftlichen Wirkungen von IGF-Forschungsergebnissen dann, wenn sie Eingang in technische Regeln und Normen finden.

### **Bedeutung der IGF für die Entwicklung verschiedener Technologiefelder**

Die IGF-Projekte lassen sich als Teile eines Puzzles verstehen, dessen letztendliche Größe und Kontur nicht feststehen. Einzelne Forschungsvorhaben im Bereich der Forschungsvereinigung des DVS verzahnen sich mitunter auf wundersame Weise mit Anwendungsgebieten, die vorher gar nicht zur Debatte standen. Dies ist kennzeichnend für ein Technologiefeld, welches nicht einer bestimmten Branche zuzuordnen ist und dessen Techniken in ganz unterschiedlicher Weise und von ganz unterschiedlichen Unternehmen eingesetzt werden. Die Gemeinsamkeit besteht in dem Zweck des Verbindens, Fügens und Beschichtens und diese Aufgabenstellung tritt in unterschiedlichen werkstoffgeprägten Technologiefeldern zutage.

In einem solchen heterogenen Umfeld erweist sich das Konzept der IGF als hinreichend flexibel. Dies gilt hinsichtlich der angesprochenen Themen als auch der jeweiligen Zielgruppen. Die Mittelstandsorientierung ist dabei wichtig, sie darf allerdings auch nicht zum Dogma werden, denn entscheidend ist, wie KMU in die Wertschöpfungsketten eingebunden sind. Innovationsprozesse finden heutzutage mehr denn je in einem Zusammenspiel verschiedenartig spezialisierter und ausgerichteter Unternehmen statt. Hier entfaltet ein flexibles und themenoffenes Förderprogramm wie die IGF eine nicht zu unterschätzende positive Wirkung auf das Technologiefeld.

### **Beurteilung der Vorgaben seitens des BMWi oder der AiF**

Ein mit öffentlichen Mitteln durchgeführtes Förderprogramm bringt es zwangsläufig mit sich, dass durch das betreuende Ministerium Regeln zur Sicherstellung der angestrebten Ziele aufgestellt und Kontrollen durchgeführt werden. Somit ist es grundsätzlich unstrittig, dass das BMWi ein waches Auge auf die Programmdurchführung hat und hierzu Auflagen vorschreibt, an die alle Beteiligten sich zu halten haben. Dies gilt z.B. sowohl hinsichtlich der Nachweise in Bezug auf die Aktivierung von Eigenmitteln der Unternehmen als auch der Verpflichtung zur Beteiligung von KMU an den PA.

Zu diskutieren sind allenfalls die mit den Regeln verbundenen bürokratischen Prozeduren. Es ist also stets zu fragen, ob der verwaltungstechnische Aufwand möglicherweise negative Rückwirkungen auf das angestrebte Programmziel hat. Dies könnte dann der Fall sein, wenn die Formalien soviel Aufwand und Zeit verschlingen, dass die Beteiligten auf eine Antragstellung verzichten und sich anderen Förderprogrammen zuwenden. Lange Bearbeitungszeiten von Anträgen können dazu führen, dass aktuelle und dringliche Forschungsprojekte nicht durchgeführt werden. Lange Bewilligungszeiten führen mitunter zu personalpolitischen Problemen in den Forschungsstellen (Abwanderung), weil die Gehälter für die vorgesehenen wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter nicht rechtzeitig bereitstehen. Die Forderung nach einem schriftlich bestätigten Nachweis der Unternehmen über die Bereitstellung von Material für das Projekt kann beispielsweise bewirken, dass pragmatische und gut gemeinte Zuwendungen unterbleiben.

Es gibt also genug Anlass, die verwaltungstechnischen Abläufe immer wieder daraufhin zu prüfen, ob sie sachgerecht sind bzw. verkürzt oder vereinfacht werden können. In einigen Fällen könnte auch eine auf Vertrauen gegenüber den Forschungsvereinigungen und Forschungsstellen basierende pauschale Zuweisung angebracht sein (Stichproben könnten engmaschige Kontrollmechanismen ersetzen). Hier eröffnen sich Möglichkeiten, den bürokratischen Aufwand auf ein zwingend erforderliches Maß zurückzuführen. Das könnte helfen, die viel kritisierten langen Bearbeitungszeiten zu verkürzen.

### **Einschätzung der zunehmenden Mittelvergabe im Wettbewerb**

Der DVS begrüßt die Umstellung auf das Wettbewerbsverfahren. Dies erhöht den Druck auf alle Forschungsvereinigungen, Anträge mit hoher Qualität bei der AiF einzureichen. Die Forschungsvereinigung des DVS war bislang im Wettbewerbsverfahren recht erfolgreich und konnte seine Mittelzuweisungen erhöhen. Allerdings ist der Wettbewerb der Forschungsvereinigungen untereinander auch ein Hindernis bei der Gestaltung von interdisziplinärer Kooperation. So ist die Klebtechnik, die zunehmend stärker Bezüge zur Verbindungstechnik aufweist, in verschiedenen Forschungsvereinigungen angesiedelt (u.a. Automobiltechnik, FOSTA). Ein Wettbewerb um Fördermittelanteile könnte somit zu Lasten dieser interdisziplinär ausgerichteten Projekte gehen.

### **Wünsche und Erwartungen an die künftige Entwicklung der IGF**

Ganz besonders wichtig wäre es für die Forschungsvereinigung, frühzeitig zu erfahren, mit welchem Mittelvolumen sie rechnen kann. Dies wäre möglich, wenn man die Abläufe bei der Beantragung vereinfachen würde. Im Begutachtungsverfahren sollte z.B. das Umlaufverfahren die Regel sein. Bei eindeutiger Zustimmung aller Gutachter könnte hierdurch die Zeit verkürzt werden, die bisher benötigt wird, bevor ein Projekt gestartet werden kann. Projekte, bei denen Zweifel bestehen oder bei denen Nachbesserungen gefordert werden, würden dann „eine zweite Schlaufe“ durchlaufen. Eine flexiblere Prozedur könnte demzufolge gewinnbringend sein.

## VII. Daten zur Forschungsvereinigung

### Budget im Jahr 2005 \*)

IGF-Mittel	5,3 Mill. €	Anzahl der Projekte: 81
Eigenmittel der Wirtschaft	6,4 Mill. €	(Mitgliedsbeiträge)

Die Forschungsvereinigung ist eine Organisationseinheit innerhalb des DVS, die ausschließlich IGF Mittel verwaltet.

### Anzahl der betreuten Projekte \*)

	Projekte insgesamt	IGF Projekte	sonst. geförderte Projekte	eigenfinanzierte Projekte
1995	95	95	-	-
2000	98	98	-	-
2004	79	79	-	-
2005	81	81	-	-

### Entwicklung der Mitgliedschaft

	direkte Mitglieder	indirekte Mitglieder
1995	153	-
2000	213	-
2004	368	-
2005	383	-

## Teil C: Ausgewählte IGF-Projekte

Projekt-Nr. 131 ZUTECH

### **Oberflächeneffekte von Komponenten zum bleifreien Löten**

Forschungsstellen:

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), Berlin

Gustav-Meyer-Allee 25

Gebäude 17/2

13355 Berlin

Tel.: +49 30 4 64 03-1 00

Internet: [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de)

Ansprechpartner: Dipl. Ing. Ralf Schmidt

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT), Itzehoe

Fraunhoferstraße 1

25524 Itzehoe

Tel.: ++49(0)4821/17-4605

Internet: <http://www.isit.fraunhofer.de>

Ansprechpartner: Dr. Ing. Thomas Ahrens

Fördervolumen: 170.000 €

Bewilligungszeitraum: 01.11.2003 bis 31.10.2005

## **I. Angaben zur Forschungsstelle**

### **Allgemeine Informationen zu den Forschungsstellen**

#### **Geschichte und Organisation**

##### ***I. Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin***

Die Systemintegration und das Packaging (im Sinne von Gestaltung und Einbau) elektronischer Produkte haben sich zu einer sehr wichtigen Entwicklungsaufgabe von Zulieferern und Anwendern aus den Bereichen Consumer Electronics, Telekommunikation, Maschinenbau und dem Automobilssektor entwickelt.

Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM unterstützt gemeinsam mit dem Forschungsschwerpunkt Mikroperipherik der TU Berlin Unterneh-

men bei entsprechenden Forschungs-, Entwicklungs- und Dienstleistungsaufgaben. Das 1993 in Berlin gegründete Institut hat folgende Forschungsschwerpunkte:

- Chip-Verbindungstechnik,
- Modulintegration und Boardverbindungstechniken,
- High Density Interconnect & Wafer Level Packaging,
- Micro Materials Center,
- Environmental Engineering,
- Advanced System Engineering sowie
- System Design und Integration.

Das Hauptanliegen des Instituts ist es, Unternehmen in der Erforschung, Entwicklung und breiten Anwendung mikroelektronischer und mikrosystemtechnischer Komponenten zu unterstützen.

Das IZM ist an vier Standorten vertreten: Berlin, Aldershof, München und Oberpfaffenhofen. Der frühere Institutsteil Chemnitz des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM wurde mit Wirkung vom 1. Juli 2008 eine selbständige Fraunhofer-Einrichtung. Weiterhin gibt es drei Projektgruppen (Mikro-Mechatronik Zentrum MMZ, Zentrum für Mikrosystemtechnik ZEMI und das Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik ZVE).

Die Arbeiten des Instituts erfreuen sich einer regen Nachfrage. Aufgrund dessen konnte das Institut die Zahl der Beschäftigten in den letzten Jahren regelmäßig erhöhen, sodass zum Ende 2007 an allen IZM Standorten 302 Personen beschäftigt waren.

Zusätzlich bietet das Institut Studentinnen und Studenten die Möglichkeit ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des IZM zu kombinieren. Im Jahre 2007 konnten im Jahresdurchschnitt 170 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut werden.

## ***II. Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT, Itzehoe***

Das Fraunhofer ISIT beschäftigt sich mit der Entwicklung, der Fertigung und dem Entwurf von Bauelementen der Mikroelektronik sowie von Mikrosensoren und anderen Komponenten der Mikrosystemtechnik. Diese miniaturisierten Bauelemente, z. B. Ventile oder Scanner, sind oft nur Bruchteile von Millimetern groß und finden neue Anwendungen in der Medizin, in der Umwelt- und Verkehrstechnik, in der Kommunikationstechnik, im Automobil- und im Maschinenbau. Die Bauelemente können vom ISIT sowohl als Prototypen entwickelt als auch in kundenspezifischen Serien gefertigt werden.

Das Institut betreibt mit dem Unternehmen Vishay Semiconductor Itzehoe GmbH eine professionelle Halbleiterproduktionslinie mit allen erforderlichen Zertifizierungen. Diese Linie wird sowohl für die Produktion von mikroelektronischen Bauelementen (Po-



werMOS) und Mikrosystemen als auch für FuE-Projekte für neue Bauelemente und technologische Prozesse genutzt.

Die Entwicklung, Qualifizierung und Herstellung mikrotechnischer Komponenten erfolgt am ISIT auf der Basis eines zertifizierten Qualitäts-Management-Systems. Darüber hinaus wird, im Hinblick auf laufende und zukünftige Fertigungs- und Entwicklungsaktivitäten für die Automobilindustrie, eine Zertifizierung nach TS 16949 vorbereitet.

Weitere Arbeitsschwerpunkte sind die Analyse und Technologieentwicklung zur Qualität und Zuverlässigkeit von elektronischen Baugruppen, die Gehäuse- und Aufbautechnik für Mikrosysteme, Sensoren und Multichip-Module und die Entwicklung fortschrittlicher Energieversorgungs-komponenten für elektronische Systeme.

Die Arbeitsgebiete lassen sich wie folgt umschreiben:

- IC-Technologie, angewandte Plasmatechnologie, Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP),
- Mikrosystemtechnik,
- Biotechnische Mikrosysteme,
- Design von integrierten Schaltungen und Mikrosystemen,
- Aufbau- und Gehäusetechnik für Mikrosysteme, Sensoren und Multichip-Module, Qualität und Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen sowie
- maßgeschneiderte Energieversorgung in Lithium-Polymer-Technologie

Das Institut beschäftigt einschließlich der zeitlich befristeten Verträge insgesamt etwa 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

### **Organisationsstruktur**

Beide Forschungsstellen gehören der größten Organisation für angewandte Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen in Europa an. Rund 40 % ihrer Aufwendungen erhält die Fraunhofer-Gesellschaft vom Bund (90 %) und von den Ländern (10 %) als institutionelle Förderung, um Vorlaufforschung zu betreiben. Die übrigen etwa 60 % der Aufwendungen müssen durch eigene Erträge gedeckt werden, wobei dies sowohl Aufträge aus der Industrie als auch öffentlich finanzierte Forschungsprojekte (Bund, Länder, EU) einschließt. Die Fraunhofer-Institute sind rechtlich keine selbständigen Einheiten, jedoch verfügen die einzelnen Institute über ein hohes Maß an Unabhängigkeit, was ihre wissenschaftliche Profilierung und ihre Finanzierung anbelangt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute an Standorten in ganz Deutschland und beschäftigt rund 13.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung. In der Abteilung Modulintegration und Bordverbindungstechnik im Berliner IZM sind 50 Mitarbeiter beschäftigt. In der Abteilung Modulintegration und Zuverlässigkeit des ISIT sind 24 Mitarbeiter tätig.

### **Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

Die Fraunhofer-Institute stehen mit zahlreichen Forschungsvereinigungen in enger Verbindung und betreiben mit diesen auch viele gemeinsame IGF-Projekte. Ein Grund hierfür sind einerseits die weitgefächerte natur- und ingenieurwissenschaftliche Schwerpunkte der Institute und die konsequente Ausrichtung auf angewandte Forschung. Das Ziel der Fraunhofer-Gesellschaft ist, anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft durchzuführen. Dies erfordert einen ständigen und engen Kontakt zu Unternehmen. Hinzu kommt, dass die Gesellschaft in den letzten Jahren sich zunehmend als Dienstleister für KMU in Sachen Forschung versteht. Damit gibt es große Schnittmengen zwischen dem Anliegen der IGF und der Forschungsorientierung der Fraunhofer-Institute.

### **Bedeutung der IGF für die Forschungsstellen**

Die Fraunhofer-Gesellschaft kooperiert in starkem Maße mit kleinen und mittelständischen Unternehmen, die sich nur selten eigene Forschung leisten können. Die IGF bietet genau für diese Zielgruppe die Möglichkeit, ihre Forschungsanliegen zu realisieren. Für das Fraunhofer-Institut hat aus diesem Grunde die Teilnahme an IGF-Projekten einen hohen Stellenwert. Finanziell trugen im Jahre 2005 beim IZM Fördermittel aus dem IGF-Programm nur mit 0,2 Mill. € bzw. 1,1% zum Gesamtetat in Höhe von 18,3 Mill. € bei. Beim ISIT sind die Relationen ähnlich: von den 18,0 Mill. € Einnahmen entfielen ebenfalls 0,2 Mill. € auf IGF Projekte.

### **Mitwirkung von KMU bei den Aktivitäten der Forschungsstellen**

KMU stellen eine wichtige Zielgruppe der Aktivitäten beider Forschungsstellen dar. Das Verhältnis ist wechselseitig, d.h. Unternehmen wenden sich mit Beratungsbedarf an das jeweilige Institut, wie auch die Institute sich aktiv um Kontakt zu den KMU bemühen. Eine formalisierte Mitwirkung ist generell nicht vorgesehen, findet jedoch institutionalisiert im Rahmen der IGF-Projekte über den Projektbeirat und die Mitwirkung in den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung des DVS statt.

Das Berliner Institut IZM arbeitete 2005 mit rd. 150 Unternehmen häufig zusammen, von denen 70% KMU waren. Beim ISIT waren es 100 Unternehmen, davon die Hälfte KMU.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

Das Berliner Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM befasst sich schwerpunktmäßig mit der Integration elektronischer Systeme, der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik sowie mit Fragen der Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit. Auf diesen Gebieten werden unter anderem Machbarkeitsstudien, Kostenab-

schätzungen und Technologiebewertungen durchgeführt. Grundlage hierfür ist die umfassende messtechnische Ausstattung der Labore des Instituts, insbesondere im Bereich Hochfrequenztechnik und Elektromagnetismus. Ein Schwerpunkt im Forschungsbereich „Modulintegration und Boardverbindungstechnik“ befasst sich mit dem Lötens von elektronischen Baugruppen. Das Anwendungsfeld des Lötens hat sich auf zwei relativ unabhängig voneinander bestehenden Gebieten entwickelt: einerseits das Lötens in der metallverarbeitenden Industrie und andererseits das Lötens in der Elektronik und Mikroelektronik. Beide Anwendungsgebiete haben unterschiedliche Regeln und Prüfmethoden entwickelt, obwohl der technische Prozess des Lötens gleichartige Gesetzmäßigkeiten aufweist. Die Zusammenführung der Erkenntnisse aus unterschiedlichen Anwendungen ist eine Zielsetzung des Forschungsbereichs „Modulintegration und Boardverbindungstechnik“.

Das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie in Itzehoe entwickelt und fertigt Bauelemente der Mikroelektronik und der Mikrosystemtechnik, angefangen beim Entwurf einschließlich der Systemsimulation, über Prototyping, Bemusterung bis hin zur Serienherstellung. Die Bauelemente, beispielsweise Ventile, Ablenkspiegel oder Bewegungssensoren, wie sie im Fraunhofer ISIT entstehen, sind oft nur Bruchteile von Millimetern groß und ihre Einsatzgebiete sind vielfältig: In der Medizin werden sie gebraucht, in der Umwelt- und Verkehrstechnik, in der Kommunikationstechnik, im Automobil- und im Maschinenbau (vgl. Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Achievements and Results. Annual Report 2005: 16). Gegenwärtig bilden folgende Arbeitsfelder den Schwerpunkt der Forschung: MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) und IC-Design (Integrated Circuit), Biotechnische Mikrosysteme sowie Packaging, Qualität und Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

Die rasche technologische Entwicklung macht eine Spezialisierung erforderlich. Dynamisch sich entwickelnde Forschungsfelder werden in der Fraunhofer-Gesellschaft in die Selbständigkeit „entlassen“. So geschah es mit dem Technologiefeld Mikrosystemtechnik des Berliner Instituts, das nun als eigenständige Einrichtung für Elektronische Nanosysteme in Chemnitz geführt wird. Bestehende Fraunhofer-Institute intensivieren ihre Forschungsaktivitäten in den angestammten Feldern, sind jedoch zugleich bemüht, neue Forschungsbereiche zu erschließen. In Berlin steht die Systemintegration, die Auf- und Verbindungstechnik in der Elektronik sowie Fragen der Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit im Vordergrund.

In Itzehoe gehört ebenfalls die Mikrosystemtechnik - allerdings mit anderer inhaltlicher Ausrichtung – zum Forschungsprogramm. Zudem befasst man sich mit integrierten Schaltkreisen, Halbleitern sowie Antriebs- und Regelungselektronik. Das Institut wendet sich mit seinem Dienstleistungsangebot an Unternehmen der unterschiedlichsten Branchen: etwa der Medizintechnik, der Kommunikationstechnik, dem Automobilbau

oder der Industrieelektronik. Das Technologiefeld gilt als noch relativ jung und bietet eine Vielzahl von Entwicklungsperspektiven. Neue Forschungsfragen generieren sich aus aktuellen Projekten wie auch aus Anfragen von Unternehmen.

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Die Dienstleistungen der beiden Fraunhofer-Institute sind für verschiedene Wirtschaftszweige von Interesse. Hervorzuheben sind die Medizintechnik, die Kommunikationstechnik, der Automobilbau, die Umwelt- und Verkehrstechnik, Akkumulatorenbau sowie die Industrieelektronik. Im Prinzip sind die Forschungsergebnisse überall dort interessant, wo Sensoren Halbleiter und Aktuatoren zum Einsatz kommen. In Berlin beträgt der Anteil der Industrieforschung an den Forschungsleistungen insgesamt 43%. In Itzehoe liegt in der Abteilung Modulintegration der Industrieanteil bei 40%.

### **Charakter des Beitrags der Forschungsstellen zum Technologiefeld**

Beide Fraunhofer-Institute betätigen sich auf Technologiefeldern, die sich dynamisch entwickeln und denen ein hohes Potenzial technischer Neuerung zugesprochen wird. Grundlegend sind alle Erkenntnisse der Mikrosystemtechnik und Elektronik, die zur Optimierung bestimmter Anwendungsgebiete nützlich sind. Die Forschungsstelle ist nicht nur Entwickler sondern auch Hersteller. So werden z.B. in Itzehoe auf einer Siliziumproduktionslinie hochwertige Bauteile hergestellt, teilweise im Auftrag von Unternehmen. Die Herstellung dient dem Bestreben, Forschung von der Idee über die Umsetzung bis hin zur Produktionsreife ganzheitlich zu betreiben und die Implikationen zu verstehen.

### **Klassifizierung der Projekte als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Die Fraunhofer-Institute verstehen sich gemäß ihrem Leitbild als Dienstleistende für Unternehmen. Dies impliziert eine starke Anwendungsorientierung der Forschungsaktivitäten. Die Forschungsprojekte haben durchgängig zum Ziel, Produkte oder Produktionsverfahren nach bestimmten Vorgaben aus der Praxis zu optimieren. Die Grundlagenforschung nimmt jedoch einen leicht wachsenden Anteil in den Forschungsaktivitäten der Fraunhofer-Institute ein. Hierbei geht es vor allem um die Entwicklung nachhaltiger Technologien (z.B. Denken in technischen Lebenszyklen, Berücksichtigung von Materialkreisläufen).

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

Die wichtigsten Wettbewerber der Fraunhofer-Institute sind insbesondere Institute an den technischen Universitäten sowie private Entwicklungslabore der Wirtschaft. Der Wettbewerb bezieht sich auf die Akquisition von Drittmitteln. Fachlich wird überwiegend eine enge Zusammenarbeit und ein intensiver Austausch gepflegt.

## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Das Institut wendet sich mit seinen Dienstleistungen an Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen. Die industriellen Kunden spezifizieren ihre Anforderungen an die Bauelemente und Systeme. Die Leistungen der beiden Fraunhofer-Institute werden in enger Zusammenarbeit mit den Auftraggebern realisiert. Diese umfassen den Prozess vom Entwerfen, Modellieren, Simulieren bis hin zur Gestaltung der Fertigung.

Das Berliner Institut hatte im Jahre 2005 Kontakt zu rund 150 Unternehmen, von denen 70% KMU waren. Diese kamen aus der Automobilindustrie, der Kommunikationstechnik, der Mikrosystemtechnik, der Leiterplatten- und Baugruppenteknik sowie der Sensorik. Es werden den Unternehmen auch Beratungsleistungen angeboten. Hiervon haben in 2005 ca. 50 Unternehmen Gebrauch gemacht, davon waren die Hälfte KMU.

Das Fraunhofer-Institut in Itzehoe arbeitete in 2005 mit gut 100 Unternehmen zusammen, von denen die Hälfte klein –und mittelbetrieblich strukturiert war. Auch in Itzehoe werden Beratungen durchgeführt. Im Jahre 2005 waren es 40, von denen 50% KMU waren.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

Die Forschungsarbeit erfolgt in enger Zusammenarbeit und in Absprache mit den beauftragenden Unternehmen. Hierbei stehen der Erfahrungsaustausch, die Weiterleitung von Messergebnissen und technischen Daten aus der betrieblichen Produktion sowie gegebenenfalls auch die Zuwendung von Material im Vordergrund. Ganz wesentlich für eine erfolgreiche Kooperation ist die Vertraulichkeit, da es nicht selten um wegweisende Neuerungen für die Unternehmen bzw. deren Produkte geht.

### **Nutzen der Forschung für Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Projekte, die für die Unternehmen in beiden Fraunhofer-Instituten durchgeführt werden, orientieren sich strikt an den Vorgaben der beauftragenden Unternehmen. Diese Vorgaben sind freilich eng gekoppelt an deren Nutzenerwartungen, sei es bezüglich der durch technische Neuerungen erhofften Kostenreduktion oder hinsichtlich des Erfolges der angestrebten Produkt- bzw. Prozessinnovation.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

Die Forschungsergebnisse der IGF Projekte sind meistens nicht unmittelbar in einem einzelnen Unternehmen anwendbar. Eine Forschung zugunsten eines Unternehmens würde gegen das Gebot der Wettbewerbsneutralität verstoßen. Nach Vorliegen der For-

schungsergebnisse bedarf es stets der Spezifikation auf die Bedürfnisse des einzelnen Unternehmens.

Nicht zu vernachlässigen ist der indirekte Nutzen, den Unternehmen durch Beteiligung an der fachlichen Diskussion in den Ausschüssen beziehen. Hier erhalten sie nicht nur einen komprimierten Überblick über den Stand der Forschung sondern auch Anregungen für die Gestaltung ihres Produktportfolios. Die Ergebnisse der IGF Projekte haben durchweg einen hohen Nutzen für KMU. Dies gilt insbesondere auch im Vergleich mit anderen Projekten, in denen der Mittelstandsbezug eine nicht so große Rolle spielt. Die Beteiligung der KMU an den Projekten wird von beiden Instituten als hoch bzw. sehr hoch eingeschätzt.

## **Teilhabe der Forschungsstelle an Forschungsnetzwerken**

### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration in Berlin arbeitet mit ca. 50 Forschungseinrichtungen im Inland zusammen. Beim Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie in Itzehoe sind es 13 Forschungseinrichtungen.

Die Kontakte bestehen im fachlichen Austausch auf Tagungen und Veranstaltungen aber auch in direkter Zusammenarbeit.

### **Beziehungen zu Forschungsstellen bzw. Forschungsvereinigungen unter dem Dach der AiF**

Unter dem Dach der AiF arbeiten die Institute mit folgenden Forschungsvereinigungen zusammen:

IZM Berlin: DVS (13 Projekte), DVEU (1 Projekt), GFaI (1 Projekt)

ISIT Itzehoe: DVS (6 Projekte)

Insgesamt sind die Institute nicht nur in das Netzwerk der Fraunhofer-Forschungseinrichtungen eingebunden, sondern es bestehen auch vielfältige Verbindungen insbesondere zu den einschlägigen Lehrstühlen der Universitäten.

Im Rahmen von IGF Projekten hat IZM zwischen 2000 und 2007 mit 20 weiteren Forschungsinstituten zusammengearbeitet. Beim ISIT waren es 6 Forschungsstellen.

### **Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen**

Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration in Berlin arbeitet mit ca. 15 Forschungseinrichtungen im Ausland zusammen. Beim Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie in Itzehoe sind es 25 Forschungseinrichtungen. Beide Institute kooperieren mit namhaften Unternehmen im In- und Ausland. Insbesondere die Forschung im Bereich der Siliziumtechnologie hat eine ausgesprochen internationale Ausrichtung.

## **Generelle Einschätzungen**

### **Planungen für neue Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

Nach wie vor sind in dem Forschungsfeld der Mikrosystemtechnik und der Verbindungstechnik zahlreiche Forschungsfragen unbeantwortet. Insbesondere die Kombination unterschiedlicher Systeme wirft eine Menge an Fragestellungen in der Praxis auf, deren Beantwortung für die Unternehmen zur Weiterentwicklung ihrer Produkte bedeutsam ist. Grundsätzlich gilt, dass ein Bestreben der Fraunhofer-Institute darin besteht, Ideen bis zur praktischen Anwendung zu begleiten und hierzu Lösungsansätze bereitzustellen. Die Themen werden also ganz überwiegend von den Praktikern bestimmt.

### **Planungen zu Veränderungen in den organisatorischen Strukturen**

Die Fraunhofer-Institute versuchen Flexibilität und Kontinuität organisatorisch zu vereinbaren. Um neue Felder zu erschließen, werden zunächst kleine Teams gebildet, die Forschungsgebiete ausloten. Derartige Gruppen können auch wieder aufgelöst werden, wenn die Ergebnisse (Nachfrage, Erfolge) nicht den Erwartungen entsprechen.

### **Beurteilung des Nutzens der geförderten und der nicht geförderten IGF für KMU**

Beide Institute stellen fest, dass IGF Projekte generell für KMU einen hohen Nutzen haben. Sie gehen auch davon aus, dass IGF-geförderte Projekten einen größeren Nutzen für KMU erbringen als andere Projekttypen. Das Berliner Institut merkt jedoch an, dass ein Nutzenvergleich schwierig sei. Letzteres reflektiert das Problem, die Nutzenvorstellungen eines Unternehmens sowohl in wirtschaftlicher als auch in technischer Hinsicht eindeutig zu bestimmen.

### **Bedeutung der IGF für die Entwicklung der Technologiefelder**

Das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie spricht dem IGF Programm eine sehr wichtige Rolle bei der Entwicklung des Technologiefeldes bzw. Forschungsbereichs zu, das Berliner Institut eine wichtige Rolle. Wesentlich sei die fachliche Einbindung der entsprechenden Unternehmen, wobei deren Rolle und Bedeutung im Technologiefeld sich – unabhängig von der Größe - unterscheide.

### **Stärken und Schwächen der IGF aus Sicht der Forschungsstellen**

#### *Stärken:*

- Die KMU-Orientierung ist nach Ansicht der Forschungsstelle eine Stärke der IGF und erzeugt bei dieser Zielgruppe einen hohen Nutzen.

- Die IGF-Projekte sind mit einer nützlichen und fruchtbaren Netzwerkbildung verbunden. Es entstehen Kontakte zwischen Forschung und Wirtschaft, die zur kontinuierlichen Generierung von Ideen beiträgt.
- Im Vergleich zu anderen Programmen werden bei IGF die Forschungsfragen nicht vorgegeben, sondern dem Prozess der Abstimmung zwischen Unternehmen, Forschungsstellen und Forschungsvereinigungen überlassen.

#### *Schwächen:*

- Als größte Schwäche wurde die in der Regel lange Dauer zwischen der Antragseinsreichung und dem Förderbeginn hervorgehoben.
- Ferner wurde die häufig zu geringe Mittelausstattung der Projekte bemängelt. Vor dem Hintergrund der sehr hohen Anschaffungskosten für Geräte – beispielsweise optische Messeinrichtungen – wird zudem ein Schwachpunkt darin gesehen, dass zurzeit nur eine vergleichsweise geringe Sachmittelförderung gewährt werden kann.
- Die Personalkostenhöchstsätze der IGF-Förderung entsprechen nicht den heute üblichen Standards. Die Forschungsstelle muss die Differenz überbrücken. So werden Lohnkosten nach IGF nur für 12 Monate gefördert, obwohl üblicherweise 13 Monatsgehälter gewährt werden. Die Overhead-Kosten werden von der IGF nur mit 7% veranschlagt. Dies deckt nicht die realen Kosten.

#### **Wünsche bzw. Erwartungen hinsichtlich der künftigen Entwicklung der IGF**

Die Programmstruktur sowie die Programmorganisation über Forschungsvereinigungen sind für das Ziel der IGF passend, auch wenn die Abläufe aufwändig sind. Straffung in der Antrags- und Bewilligungsphase wären wünschenswert.

### **Daten zu den Forschungsstellen**

#### *1. Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin*

##### **Budget im Jahr 2005**

Einnahmen insgesamt	18,3 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,2 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	8,4 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	3,8 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	0,1 Mill. €
sonstige Mittel	5,8 Mill. €



**Personalentwicklung**

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	k.A.	119
Jahresdurchschnitt 2005	k.A.	138

**Anzahl der laufenden Projekte**

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	k.A.	2
in 2005	k.A.	4

**II. Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe****Budget im Jahr 2005**

Einnahmen insgesamt	18,0 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,2 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	14,1 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	3,7 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	0,0 Mill. €
sonstige Mittel	0,0 Mill. €

**Personalentwicklung**

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	46	39
Jahresdurchschnitt 2005	50	49

**Anzahl der laufenden Projekte**

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	70	5
in 2005	58	2

## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts

Die Verwendung von Blei beim Löten ist seit dem 1.7.2006 verboten. Das Projekt hat im Vorgriff auf die gesetzliche Regelung das Thema aufgegriffen, um die Unternehmen bei der Umstellung auf bleifreie Weichlote zu unterstützen. Die Substitution auf bleifreie Lote wirft zahlreiche neue Fragen in einem über Jahrhunderte angewandten und an sich vertrauten Segment der Verbindungstechnik auf.

In vielen Anwendungsfällen wurde die Zuverlässigkeit von bleifreien Lötverfahren nachgewiesen. Jedoch zeigen Anfragen aus der Industrie, dass bei Leiterplattenoberflächen mit Nickel-Gold-Veredelung sogenannte „Black Pads“ auftreten, also dunkle Flächen, die eine geringe Haftung signalisieren. Sie werden sichtbar, wenn nach dem Abheben der Lotfüllung die Anschlussfläche unter der abgehobenen Lotfüllung eine dunkle Verfärbung zeigt. Diese Stellen weisen eine geringe Belastbarkeit auf und können ein hohes Zuverlässigkeitsrisiko darstellen. Zwar werden in der Literatur einige Gründe für das Entstehen der „Black Pads“ diskutiert, jedoch erschwert das unregelmäßige Auftreten in der Praxis eine eindeutige Ursachenzuweisung.

Ein zweites Problem wird bei der Verwendung von Weichlötverbindungen in der Industrie thematisiert: die Whisker-Bildung. Dies sind Ausfransungen an der Lötstelle die aus sehr feinen Zinn-Einkristallen mit einem Durchmesser von bis zu 1  $\mu\text{m}$  und teilweise mehreren Millimetern Länge bestehen und sich auf der Oberfläche spontan ausbilden können. Insbesondere Reinzinnbeschichtungen sind für die Whisker-Bildung anfällig. Hierdurch können unerwünschte Kurzschlüsse und Lotbrücken entstehen.

Das Projekt setzte an diesen beiden Fragestellungen an. Es galt die Ursachen der Bildung von „Black Pads“ unter kontrollierten Bedingungen zu ermitteln und aus diesen Erkenntnissen Empfehlungen für die Unternehmen abzuleiten.

In dem zweiten Untersuchungskomplex waren die Einflussparameter zu ermitteln, die zur Whisker-Bildung beitragen. Hier waren insbesondere Zug- oder Druckspannungen in der Beschichtung zu berücksichtigen, um Konstruktionselemente für Lötverbindungen aufzuzeigen, welche die Entstehung von Whisker-Kristallen vermeiden. Im Ergebnis sollte ein Handbuch für die Unternehmen zur Vermeidung von „Black Pads“ und Whisker-Erscheinungen zusammengestellt werden.

#### Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation

Das Projekt beinhaltet zwei unterschiedliche Fragestellungen im Zusammenhang mit dem bleifreien Löten. Das IZM Berlin war im Rahmen des Forschungsprojektes für die

Untersuchung der Entstehungsursachen von „Black Pads“ zuständig. Das ISIT in Itzehoe hat sich mit der Frage der Whisker-Bildung beschäftigt.

Die Kooperation bot sich an, weil die beteiligten Institute über die für das jeweilige Thema relevante Kompetenz verfügen. Außerdem handelte es sich um ein ZUTECH Projekt. Die Zusammenarbeit wird von beiden Forschungsstellen vorteilhaft gewertet.

### **Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes**

Löten ist eine der grundlegenden Verbindungstechniken, die nachweislich schon um 5000 v. Chr. eingesetzt wurde und bis heute in vielen Unternehmen ganz unterschiedlicher Branchen verwendet wird. Durch die in 2003 sich abzeichnenden Vorgaben des Gesetzgebers – nämlich die Verwendung bleihaltiger Lötverfahren einzuschränken bzw. zu verbieten – mussten sich die Unternehmen auf den Einsatz alternativer Verfahren einstellen. Als Ersatz kommen zum Beispiel Legierungen der Gruppen Sn/Ag, Sn/Cu oder Sn/Ag/Cu in Frage. Diese haben jedoch meist einen weniger universellen Einsatzbereich und bringen z. T. technische Probleme wie Verspröden und Whisker-Bildung mit sich. Es liegt auf der Hand, dass die Unternehmen ein hohes Interesse haben, möglichst schnell für ihre Bedürfnisse zuverlässige Verfahren zur Verwendung bleifreier Elektroniklote kennenzulernen bzw. neu auftretende Probleme auszuräumen.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt ist eindeutig anwendungsorientiert und ist aus den drängenden Fragen der Wirtschaft an die Forschungsvereinigung und die Forschungsstellen hervorgegangen. Es ging um die Weiterentwicklung eines bekannten Verfahrens.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Löten ist ein technisches Verfahren, das in zahlreichen Unternehmen unterschiedlicher Branchen Verwendung findet. Ein Forschungsprojekt, welches die Einsatzbedingungen bleifreier Lote untersucht, entspricht damit den Interessen und Bedürfnissen einer ansehnlichen Zahl von Unternehmen. Eine Wettbewerbsverzerrung ist damit ausgeschlossen.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Wegen der Gesundheitsgefahren und der Risiken für die Umwelt durch Blei hat der Gesetzgeber die Verwendung von Blei und anderen Schwermetallen, wie Cadmium und Quecksilber, in Elektro- und Elektronikgeräten ab 1.7.2006 untersagt. Im Jahr 2003 war es ein Anliegen der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle, die Unternehmen auf diese Maßnahme vorzubereiten. Für die Mehrzahl der Unternehmen gibt es alternative Verfahren zum bleihaltigen Löten die unproblematisch sind. In einigen Fällen treten jedoch Probleme auf, nämlich die „Black Pads“ und die Whisker-Bildung. Hiermit sind erhebliche Zuverlässigkeitsrisiken verbunden. Zur Sicherung der Qualität ihrer Lötver-

bindungen sind die Unternehmen auf Parameter angewiesen, die ihnen angeben, unter welchen Bedingungen eine Lötung sicher und zuverlässig erfolgen kann.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstellen**

Löten ist ein recht häufig wissenschaftlich untersuchtes Fügeverfahren. Mit dem Verbot der Verwendung von Blei traten jedoch neue Fragen auf, über die man sich bis dahin keine Gedanken zu machen brauchte. Mit Aufkommen der Diskussion um die Gefahren des Bleis in Elektrolöten haben auch die Institute sich dem Thema „bleifreies Löten“ zugewendet. Bestimmte Fragestellungen treten jedoch erst dann richtig ans Tageslicht, wenn ein technisches Verfahren durchgängig in unterschiedlichen Fertigungsprozessen und unter unterschiedlichen Bedingungen zur Anwendung kommt.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Das IGF Programm erleichtert die unmittelbare Konfrontation der Forschungsinstitute mit Problemen aus der Praxis in den Fachausschüssen. Die Unternehmen wenden sich mit der Beschreibung ihrer Schwierigkeiten beim Einsatz von bleifreiem Lötverfahren an den DVS bzw. die Forschungsvereinigung. Sie erwarten von ihnen Hilfe und Unterstützung. Die Dringlichkeit des Problems wurde auch bei diesem Projekt in der Diskussion in den Fachausschüssen transparent. Somit trägt die Organisationsstruktur des IGF-Programms dazu bei, ein Problem der Praxis relativ rasch an die Institute heranzutragen wird. Es wird damit zu einer für viele Unternehmen bedeutsamen Fragestellung, die auf einer unternehmensübergreifenden Ebene zu lösen ist. Ein einzelnes Unternehmen hätte einen erheblichen Aufwand zu treiben, um derartige Fragestellungen abzuklären. Ohne IGF-Förderung wäre das Thema möglicherweise von großen Unternehmen in Eigenregie untersucht worden, doch die Ergebnisse hätten nicht der Vielzahl der mittelständischen Unternehmen zur Verfügung gestanden, in denen Löten eine gängige technische Verbindungstechnik darstellt.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Im Vorfeld des Verbots haben zahlreiche Unternehmen ihre Lötverfahren umgestellt. Im Fachausschuss haben sie dann von Problemen berichtet, wonach unkontrollierbare Ausfälle bei bleifreiem Löten aufgetreten seien. Grundsätzlich wird bei bleifreiem Löten eine höhere Temperatur benötigt, was wiederum Wirkungen auf die zu verbindenden Oberflächen hat. Das Temperatur-Zeitfenster zum Löten unterscheidet sich bei den jeweiligen Werkstoffen erheblich. Für die Unternehmen bestand mithin ein drängendes Problem, da die Lastenhefte der Automobilhersteller für die Zulieferer mit knallharten Bedingungen verknüpft sind. Technisch bedingte Verzögerungen oder Probleme werden

als Entschuldigung selten akzeptiert. Viele zuliefernden KMU haben die Schwierigkeiten bei der Umstellung auf bleifreies Löten unterschätzt.

Das Thema für das Forschungsprojekt hat sich aus zahlreichen Anfragen herausgebildet, die im Zusammenhang mit bleifreiem Löten an die Fraunhofer-Gesellschaft und an die Forschungsvereinigung des DVS herangetragen wurden.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Es brauchte 15 Monate von der Idee bis zum Projektstart. Dies ist erfahrungsgemäß eine relativ kurze Zeit. Der Fachausschuss 7 des DVS hatte an dem Projekt großes Interesse und hat Druck auf eine beschleunigte Begutachtung ausgeübt. Von der Projektidee bis zur Antragstellung vergingen 9 Monate, weitere 6 Monate von der Antragstellung bis zur Bewilligung durch die AiF. Mit der Arbeit wurde unmittelbar nach Bewilligung begonnen.

Hinzu kommt ein branchenstrukturelles Problem. Zahlreiche Unternehmen der Galvanotechnik wurden in den letzten Jahren in Deutschland an ausländische Unternehmen verkauft. Diese haben die Produktion ins Ausland verlagert und unterhalten im Inland nur noch Distributoren. Dies führt unter anderem auch dazu, dass sich die Galvanotechnik in Deutschland kaum noch weiterentwickelt. Mit dem Aufgreifen des Forschungsthemas wurde auch ein kleiner Ansatzpunkt gesehen, technologisch die deutschen Unternehmen wieder nach vorne zu bringen.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

Das Löten wird als Verbindungstechnik in zahlreichen Unternehmen eingesetzt. Größenunterschiede spielen hier keine Rolle. In den Fachausschüssen des DVS sind Vertreter unterschiedlicher Größen und Branchen vertreten. KMU waren also in der Diskussion über Probleme des Einsatzes bleifreier Lötverfahren involviert. Sie konnten durch die Beschreibung der Probleme und durch Vorschläge von Projektinhalten zum Projekt-design beitragen. In der Antragsphase waren auf Seiten des IZM 5 Unternehmen beteiligt, darunter 4 KMU. Im ISIT waren 13 Unternehmen involviert, darunter 6 KMU. Die Zielstellung des Projektes wurde im Fachausschuss 7 des DVS erarbeitet.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Die Forschungsergebnisse zielten darauf ab, Parameter zu definieren, die beim bleifreien Löten die Bildung von „Black Pads“ und Whisker-Kristallen vermeiden helfen. Es ging also um ganz praktische Anwendungsregeln, deren unmittelbarer Nutzen für die Unternehmen auf der Hand liegt. Eine andere Frage ist, ob die Unternehmen in der Lage sind, die jeweiligen Einsatzbedingungen der Lötvorgänge so zu gestalten, dass die Parameter eingehalten werden können. Grundsätzlich war absehbar, dass ein Projekterfolg die Zuverlässigkeit von Lötverfahren erhöhen würde.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Der Antrag auf Forschungsförderung wurde am 31.01.2003 gestellt und bei der Frühkoordinierung der Länder am 11.3.2003 nach Diskussion ohne Auflage angenommen. Der Gutachterausschuss tagte am 05.09.2003 und hat das Projekt ebenfalls ohne Auflagen befürwortet. Besonderheiten im Begutachtungsverfahren sind nicht aufgetreten. Die Begründung des Forschungsvorhabens wie auch die Kostenkalkulation wurden als angemessen akzeptiert. In einer zusätzlichen Stellungnahme der Gutachtergruppe zu den Kriterien des Initiativprogramms „Zukunftstechnologien für kleine und mittlere Unternehmen“ wurde die branchenübergreifende Bedeutung des Projektes bestätigt. Außerdem wurde anerkannt, dass mit der Projektdurchführung Innovations- und Nutzungspotentiale sowie Effekte für eine strukturelle Erneuerung in der mittelständischen Wirtschaft verbunden seien. In der Gesamtbewertung wird bestätigt, dass das Projekt den ZUTECH-Kriterien in hohem Maße entspricht.

In der Schlussbegutachtung zu dem Forschungsprojekt wird festgestellt, dass lediglich bei den „Black-Pads“-Effekte auf NiP/Au-Oberflächen die angestrebten Erkenntnisse gewonnen wurden. Hingegen sei die Whisker-Problematik nicht hinreichend untersucht worden, vielmehr habe sich die Forschungsstelle ISIT nur auf das Literaturstudium beschränkt. Die Literatursichtung habe ergeben, dass die Whisker-Frage bereits umfassend untersucht worden sei. Die Entscheidung zum Verzicht auf die im Antrag vorgesehenen praktischen Laborversuche zur Bildung und Auswirkung von Zinn-Whiskern sei mit Zustimmung des PA zustande gekommen. Das Schlussgutachten kritisiert vor allem, dass der Beschluss ohne Zustimmung des Fördermittelgebers erfolgt sei und ein Literaturstudium an sich vor der Antragstellung erfolgen solle.

Die Forschungsstelle hat auf diese Einlassung hin eine Stellungnahme abgegeben. Demnach sei ein ausführliches Literaturstudium vor der Antragstellung erfolgt, doch habe zum Zeitpunkt der Antrags- und Bewilligungsphase des Projektes eine international operierende Task Group (die iNEMI Tin Whisker User Group) ihre Arbeit mit dem Ziel umfangreicher Qualitäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen aufgenommen. Eine Parallelforschung erschienen ISIT und dem PA nicht sinnvoll. Zugleich wurde auf einer Sitzung des PA bekannt, dass die im Antrag aufgeworfenen Probleme der Whiskerbildung und der Texturanalyse an SN-beschichteten Proben gelöst seien.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die Forschungsarbeiten rund um das Thema der Bildung von „Black Pads“ konnten erwartungsgemäß bearbeitet werden. Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde nach Einschätzung des IZM erreicht. Die Bedeutung der Ergebnisse hinsichtlich des wissenschaftlich-technischen und des wirtschaftlichen Nutzens für KMU wurde im abschließenden Bericht als hoch eingestuft.

Die vorgesehenen labortechnischen Untersuchungen zu den Entstehungsbedingungen von Whiskern auf reinen SN-Schichten wurden nicht in dem ursprünglich geplanten Umfang durchgeführt, weil das Literaturstudium ergab, dass hier bereits wesentliche Erkenntnisse vorlagen und sich eine internationale Forschergruppe des Themas angenommen hatte. Anders als die Schlussgutachter hat ISIT das Ziel des Vorhabens als erreicht angesehen. Die Forschungsstelle bewertet den wissenschaftlich-technischen und den wirtschaftlichen Nutzens für KMU ebenfalls als hoch.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Die KMU sind in den Fachausschüssen des DVS sowie im PA vertreten. Sie haben den Fortgang der Projektdurchführung mit Interesse und Aufmerksamkeit verfolgt sowie sich an den Diskussionen beteiligt.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstellen**

Im PA waren 13 Unternehmen vertreten, darunter 6 KMU. Der PA hat bereits zu Beginn des Forschungsvorhabens Testlayouts vorgeschlagen, die dann in der Durchführung berücksichtigt wurden. Die PA wurde durch die Forschungsstellen gemeinsam zusammengestellt und organisiert. Probleme, KMU für den PA zu gewinnen, gab es nicht. Insgesamt trat der PA siebenmal zusammen.

Die Unternehmen im PA haben sich mit der Bereitstellung von Materialien und Ausrüstungen engagiert. Sie waren bei der Durchführung von Versuchen behilflich (Berlin) und haben durch Vorschläge die Projektarbeit positiv beeinflusst.

Ein engagierter Vertreter des PA zu diesem Projekt war Herr Bernd Endres, Geschäftsbereichsleiter Edelmetalltechnik des Unternehmens Gramm Technik GmbH in Ditzingen-Heimerdingen mit 300 Beschäftigten. Das Unternehmen betätigt sich auf dem Gebiet der Oberflächentechnik und ist unter anderem Zulieferer für die Automobilindustrie. Herr Endres brachte zum Ausdruck, dass sich die Industrie immer stärker aus der Forschung zurückziehe. Begründet wird dies mit den immensen Kosten sowie der zunehmenden Komplexität und Spezialisierung der Forschung. Unternehmen sind aus eigenen Kräften zunehmend weniger in der Lage, hochkomplexe Forschungsfragen zu ergründen. Daraus folgt, dass die Unternehmen immer weniger eigene, große FuE Abteilungen vorhalten.

Großunternehmen konzentrieren sich vielmehr in ihren Forschungsabteilungen auf die Entwicklung von Visionen und Zukunftsentwürfen (z.B. Daimler-Chrysler). Die konkreten Forschungsfragen werden externalisiert oder aber Forschungsergebnisse extern eingekauft. Konkret geschieht das in der Form, dass die Großindustrie – im Gegensatz zur früheren Praxis – keine Spezifizierungen in ihren Aufträgen vornehmen, sondern nur die Funktion beschreiben (z.B. Teile sollen wärmeresistent, bleifrei und verwindungssteif sein). Die Umsetzung der Aufgabe wird den Zulieferern überlassen, die sich vor die Frage gestellt sehen, wie die geforderten Eigenschaften mit welchen Werkstoff-

fen und mit welchem Herstellungsverfahren realisiert werden können. Herr Endres sieht hier die wachsende Bedeutung von IGF-Projekten, nämlich den überwiegend mittelständischen Unternehmen bei der Bewältigung dieser Aufgaben behilflich zu sein.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Es traten weder bei ISIT noch bei IZM ungewöhnliche Probleme bei der Durchführung des Projektes auf.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die ursprünglichen Projektziele wurden aus Sicht der beteiligten Forschungsstellen grundsätzlich erreicht. Es konnte gezeigt werden, dass bestimmte Zusätze im Galvanisierbad wesentlichen Einfluss auf die Korrosionsneigung und den P-Gehalt der Ni-Schichten haben. Diese Erkenntnis führte zu der Empfehlung den P-Gehalt zu kontrollieren und in bestimmten Grenzen zu halten. Zudem sollte ein Bad max. sechsmal zum Einsatz kommen und dann ausgetauscht werden. Hierdurch kann das Entstehen von „Black Pads“ vermindert werden. Allerdings konnte der „Black-Pads“-Mechanismus.

In der Frage der Gründe für die Whisker-Bildung konnten die Ziele nur zum Teil erreicht werden. Es wurde herausgefunden, dass sie wesentlich durch die Druckspannungen in der Sn-Schicht verursacht sind. Diese entstehen wiederum durch den unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizient. Ein Vermeiden von Whisker-Bildung ist nicht möglich, jedoch können bestimmte Whisker-Längen innerhalb der Lebensdauer eines Produktes als unkritisch angesehen werden. Ein Standard für Zuverlässigkeitsprüfungen konnte nicht ermittelt werden. Es kann also nur um eine Verminderung der Whisker-Bildung durch Prüfung und Qualifizierung der Sn-Schichten gehen.

### **Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

In dem Projekt ging es um die Weiterentwicklung eines bekannten Verfahrens durch Spezifikation der Einsatzbedingungen zur Vermeidung bestimmter Probleme. Eine Patentanmeldung oder die Festlegungen von Normen war nicht Absicht des Vorhabens. Jedoch wurde die Erstellung eines empfehlenden Regelwerkes angestrebt, was teilweise in Form eines Handbuches für Hersteller und Zulieferer erreicht werden konnte (Forum Verlag). In der Antragsphase kam es zu einem Personalwechsel eines Mitarbeiters, der an der Beantragung zunächst maßgeblich beteiligt war.



### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstellen**

Die Forschungsstelle glaubt im Rahmen des Projektes Erkenntnisse herausgearbeitet zu haben, die den Unternehmen helfen, das Auftreten von „Black Pads“ und Whisker-Bildung zu verringern. Der praktische Nutzen besteht für die Unternehmen darin, beim Lötten auf jene Parameter zu achten, die sich im Rahmen des Projektes als ursächlich für die beschriebenen Probleme erwiesen haben.

### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Der tatsächliche und potenzielle Nutzerkreis ist bekannt und umfasst Unternehmen verschiedener Branchen und unterschiedlicher Größe, die bleifreies Lötten einsetzen. Vorrangig sind die Ergebnisse für die Leiterplattenindustrie sowie die Elektrotechnik (Aufbau- und Verbindungstechnik) bzw. Elektronik von Interesse.

### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Das Problem der „Black Pads“ ist weitgehend gelöst, bei der Whisker-Bildung bestehen weiterhin offene Fragen. Im letzteren Fall sollte es bei weiteren Forschungsbemühungen um eine Präzisierung der Einsatzbedingungen gehen. Hierzu sind Prüfbedingungen und Zuverlässigkeitsuntersuchungen erforderlich, für die derzeit noch nicht die erforderlichen Methoden verfügbar sind. Die Ergebnisse des Projektes mündeten in Berlin in ein AiF – Folgeprojekt mit dem Titel „Black-Pads“-Entwicklung einer Prüfmethode für den Nachweis von „Black-Pads“-Strukturen bei der Nickel-Gold-Abscheidung“ (Projekt-Nr.: KAO 138001DA5).

### **Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Die Fragestellung, die Inhalte und die Ergebnisse des Projektes sind weit gestreut worden. Dies geschah zum einen durch die Forschungsvereinigung und zum anderen durch die Forschungsstellen. Über den Stand der Untersuchung wurde regelmäßig nicht nur dem PA, sondern auch den Ausschüssen berichtet. Zwischenberichte wie auch der Abschlussbericht sind im Internet verfügbar:

([www.dvs-kleben.de/fv/neu/vorhaben/vorhabeninfo/223/SB\\_00.131ZN.pdf](http://www.dvs-kleben.de/fv/neu/vorhaben/vorhabeninfo/223/SB_00.131ZN.pdf))

An der Verbreitung der Projektergebnisse haben sich auch die PA-Mitglieder beteiligt.

### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Die Berichte (auch Zwischenstände) sind in gedruckter und elektronischer Form bereitgestellt worden. Die Forschungsstellen haben gemeinsam mit den PA-Mitgliedern ein

Tutorium auf der Messe in Nürnberg besucht. Außerdem nahmen sie an der GMM-Tagung (Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik) sowie diversen Veranstaltungen des DVS sowie des ZVEI teil. Am 5. Oktober 2005 wurden die Ergebnisse dieses sowie weiterer IGF-Vorhaben zum Thema „Bleifreies Löten“ auf dem „2. Kolloquium Bleifreies Löten – Ergebnisse aus der aktuellen Forschung“ des DVS und ZVEI vorgestellt. Die Mitgliedsunternehmen der Forschungsvereinigung des DVS wurden in den Fachaussitzungen umfassend unterrichtet.

Einige Mitglieder haben bei anderen Unternehmen das Projekt und seine Ergebnisse präsentiert. Projektberichte wurden teilweise auch an Kunden weitergereicht.

In Berlin wurden von IZM die Erkenntnisse des Projektes bei einem Seminar zum Thema „Umstellung auf bleifreies Löten“ eingesetzt. Bei allen diesen Aktivitäten waren KMU beteiligt, insbesondere bei den Schulungen. Es sind zwei Artikel in Fachzeitschriften zu den „Back Pads“ von IZM erschienen.

In Itzehoe fanden die Ergebnisse des Projektes Eingang in die Lötseminare und wurden auf einem Treffen des Hamburger Lötzirkels präsentiert. Von Seiten ISIT wurde ein Artikel sowie eine sonstige Publikation veröffentlicht. Beide Institute waren mit dem Thema auf drei Kongressen vertreten.

### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Die Forschungsstellen fühlen sich ebenso wie die Forschungsvereinigung gleichermaßen verantwortlich für den Ergebnistransfer. Von den Forschungsstellen selbst wird allerdings ein höheres Maß an Verantwortlichkeit reklamiert.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Fraunhofer-Institute haben wegen ihres Dienstleistungsauftrages einen hohen Anreiz, Kontakte zu Unternehmen zu pflegen. Damit ist es ihnen möglich, praktische Kompetenz in dem Technologiefeld zu beweisen. Die Forschungsvereinigung des DVS ist ganz überwiegend in IGF-Projekte involviert und hat von daher Interesse, Erfolge von Forschungsprojekten zu präsentieren.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Projektergebnisse wurden mit Interesse zur Kenntnis genommen. Einige haben das Interesse bekundet, die Ergebnisse im Unternehmen umzusetzen. Der Charakter der Fragestellung des Projektes war nicht direkt für die Weiterentwicklung in den Unternehmen geeignet. Freilich werden die Unternehmen weiter versuchen, die Rahmenbedingungen des bleifreien Lötens so zu gestalten, dass „Black Pads“ und Whisker-Bildung vermieden werden.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

IZM: Es gab Anfragen von 15 Unternehmen, von denen 10 KMU waren. Von zwei Unternehmen (beide KMU) ist bekannt, dass sie die Forschungsergebnisse in ihren Betriebsablauf aufgenommen haben. Von anderen ist diesbezüglich nichts bekannt. Die genannten anfragenden 15 Unternehmen wurden auch beraten.

ISIT: Es gab 5 Anfragen, darunter 3 KMU. 2 Unternehmen haben Ergebnisse des Projektes umgesetzt, davon ein KMU. Es wurde ein KMU-Unternehmen in Zusammenhang mit der Umsetzung von Projektergebnissen beraten.

Eine systematische Nachverfolgung, ob und von wie vielen Unternehmen Forschungsergebnisse angewendet werden, erfolgt bei beiden Forschungsstellen nicht.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Das Wettbewerbsverfahren wird von beiden Forschungsstellen positiv bewertet. Beide Institute sehen sich stark genug, um mit Projekten in einem solchen Wettbewerb zu bestehen.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Auf die Projektdurchführungen haben sich bislang die Verfahrensänderungen nicht spürbar ausgewirkt.

### **Potenzial für Veränderungen**

Neben den üblichen Wünschen nach Beschleunigung des Antrags- und Bewilligungsverfahrens werden keine Potenziale zur Veränderung genannt.

Projekt-Nr. 13568

## **Vergleichende Untersuchung innovativer Geräte zur Verbesserung der Schweißqualität beim Widerstandsschweißen**

Forschungsstelle:

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg (SLV Duisburg), FuE-Abteilung  
Niederlassung der GSI mbH  
Bismarckstraße 85  
47057 Duisburg

Tel.: +49 203 3781-0

Internet: <http://www.slv-duisburg.de/>

Ansprechpartner: Dr. Ing. Reinhard Winkler  
Dipl. Ing. Stefan Schreiber

Weiterer Gesprächspartner (als Mitglied des PA):

Dipl. Ing. Hansjörg Müller  
Gruppenleiter: Technik und Innovation  
H.A. Schlatter AG  
Schlieren / Schweiz

Fördervolumen: 180.950 €

Bewilligungszeitraum: 01.02.2003 bis 31.01.2005

### **I. Angaben zur Forschungsstelle**

#### **Allgemeine Informationen zur Forschungsstelle**

##### **Geschichte und Organisation**

Die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalten bietet seit Jahrzehnten ein umfassendes Dienstleistungsangebot für kleine, mittlere und große Betriebe in allen Bundesländern, Europa und weltweit auf den Gebieten Forschung und Entwicklung, Ausbildung und Technologietransfer, Werkstoffprüfung sowie Qualitätssicherung an. Der Mangel an qualifizierten Schweißern und Lehrschweißern, insbesondere im Steinkohlenbergbau, war Anlass für die Gründung der „Schweißlehr- und Versuchsanstalt“ im Ruhrgebiet. Die Duisburger Lehr- und Versuchsanstalt gehört nach Berlin zu der zweitältesten Einrichtung dieser Art und wurde 1928 gegründet.

Die SLV Duisburg ist inzwischen die größte von 10 Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten in Deutschland und eines der größten und bedeutendsten schweiß-

technischen Institute in Europa. Rund 215 Mitarbeiter, darunter 31 Ingenieure, sind hier beschäftigt. Der Jahresumsatz 2006 der SLV Duisburg beträgt 16 Mill. € und verteilt sich wie folgt:

- 50 % Ausbildung und Prüfung,
- 30 % Qualitätssicherung, Bauüberwachung, Herstellerqualifikationen, zerstörende und zerstörungsfreie Prüfung sowie
- 20 % Forschung und Sonstiges.

Für die Ausbildung stehen in Duisburg rd. 200 praktische Schulungsplätze und über 600 Plätze in 16 Hörsälen zur Verfügung. Weitere fünf Schweißlehrwerkstätten mit zusätzlichen 300 Schulungsplätzen und Hörsälen befinden sich in Essen, Gelsenkirchen, Kamen-Heeren-Werve, Oberhausen, Wesel und Wuppertal.

In allen Werkstätten werden im Jahresdurchschnitt ständig 400 Teilnehmer im praktischen Schweißen und der Metallbearbeitung unterwiesen.

Im Jahr 2006 wurden ausgebildet:

- 177 Schweißfachingenieure,
- 106 Schweißfachleute,
- 25 Schweißtechniker,
- 24 Schweißwerkmeister sowie
- 33 Schweißgüteprüfingenieure/-techniker und –fachleute.

In über 100 Lehrgängen wurde schweißtechnisches Spezialwissen an rd. 1400 Teilnehmer aus dem In- und Ausland vermittelt. Die SLV Duisburg ist eine Niederlassung der GSI-mbH und ist Mitglied im DVS e.V. und im DVS ZERT e.V.

### **Organisationsstruktur**

Die Abteilung Forschung und Entwicklung der SLV Duisburg besteht aus ca. 25 Mitarbeitern, überwiegend Ingenieuren, Technikern und Schweißfachleuten. Alle wichtigen Schweißverfahren werden in den gut ausgestatteten Werkstätten eingesetzt, sodass den Kunden ein umfassender Service geboten werden kann.

Der Arbeitsbereich umfasst:

- Beratung in allen Schneid- und Fügeverfahren,
- Beratung bei der Auslegung von Schweißanlagen,
- Optimierung der Fertigung im Auftrag von Unternehmen,
- Aus- und Weiterbildung, auch in speziellen Verfahrenstechniken (nach Vorgabe und Richtlinien bspw. der Berufsgenossenschaften oder des DVS),

- vertrauliche Vertragsforschung,
- öffentlich geförderte Forschung,
- Prototypen- und Nullserien-Fertigung sowie
- neutrale Investitionsberatung.

Dieses Aufgabenspektrum verdeutlicht, dass Forschung und Entwicklung in ein umfassendes Beratungs- und Ausbildungsprogramm für anfragende und Aufträge vergebende Unternehmen eingebunden ist. Bei den SLV laufen mehrere „Fäden“ zusammen, da sie die wichtigsten und anerkannten Ausbildungsstätten für alle Formen der Schweißtechnik sind, weil sie an der Erarbeitung von Normen und Regelwerken beteiligt sind, weil sie Gutachten erstellen sowie zerstörende bzw. zerstörungsfreie Material- und Werkstoffprüfungen (Zugprüfung, Bruchprüfung, Biegeprüfung, Kerbschlagbiegeprüfung, metallographische Prüfungen, Härteprüfung und sonstige Prüfungen) vornehmen. Dieses Profil verlangt, dass sie auf dem neuesten Stand der Schweißtechnik sind. Somit liegt es nahe, dass sie sich auch ingenieurwissenschaftlich an der Weiterentwicklung des Technologiefeldes beteiligen.

### **Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

Die SLV Duisburg ist in das Netzwerk der 8 Niederlassungen, 3 kooperierenden Einrichtungen und 5 sonstigen Einrichtungen eingebunden. Diese sind unter dem Dach der GSDI mbH (Gesellschaft für Schweißtechnik international) vereint.

Niederlassungen sind:

SLV Berlin-Brandenburg,

SLV Duisburg,

SLV Fellbach,

SLV Hannover,

SLV München,

SLV im Saarland,

SK Bielefeld sowie

BZ Rhein-Ruhr.

Zu ihren kooperierenden Einrichtungen zählen:

SLV Halle GmbH,

SLV Nord sowie

SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH.

Außerdem sind ebenfalls folgende weiteren (internationalen) Einrichtungen eng mit GSI verbunden:

MPA Kalibrierdienst GmbH,

SVV Praha,

TC Kleben,

SLV-GSI Polska Sp. z. o. o. sowie

GEWC Egypt.

Die Abteilung Forschung und Entwicklung der SLV steht in enger Verbindung zu dem DVS in Düsseldorf. Hierüber bestehen auch Kontakte zu anderen Forschungsvereinigungen. Weiterhin kooperieren alle SLV mit den entsprechend fachlich ausgerichteten Lehrstühlen an den Fachhochschulen, Universitäten sowie den einschlägigen außeruniversitären Forschungsstätten. Hervorzuheben sind Kontakte zur Universität Magdeburg. Innerhalb der AiF bestehen Verbindungen zu FOSTA. Die SLV ist zudem als Unterauftragnehmer in EU-Projekten involviert.

### **Bedeutung der IGF für die Forschungsstelle**

Die SLV Duisburg ist die zentrale Ausbildungsstätte für Schweißer. Die Teilnehmer an den Lehrgängen und Prüfungen kommen ganz überwiegend aus den kleinen und mittelgroßen metallverarbeitenden Handwerks- und Industriebetrieben.

In 2004 und 2005 wurden in der SLV Duisburg umfangreiche Restrukturierungsmaßnahmen vorgenommen (Geschäftsbericht GSI 2005). Im Jahre 2005 entfielen auf die Forschungsstelle 0,2 Mill. € Fördermittel der IGF. Die GSI hat im selben Geschäftsjahr Umsatzerlöse in Höhe von 32,4 Mill. € erzielt. Eine Aufschlüsselung nach Niederlassungen liegt nicht vor. Für die Forschungsstelle spielt die IGF eine wichtige Rolle.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

Derzeit werden in der Forschungsstelle schwerpunktmäßig folgende Themen behandelt:

Elektromagnetische Felder,

Schutzgasschweißen,

Laserlöten sowie

Arbeitsschutz.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

Die Planungen sind vorrangig darauf ausgerichtet, in den genannten Forschungsgebieten Fortschritte bei der Entwicklung praxisnaher Lösungen zu machen. Eine Ausdehnung des Forschungsgebietes ist zurzeit nicht vorgesehen.

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Die Forschungsprojekte der SLV Duisburg sind für folgende Branchen von besonderer Relevanz:

- Automobilindustrie und Zulieferer,
- Hausgeräteindustrie,
- Blechverarbeiter,
- Hersteller von Hochregallagern, Armierungsgittern sowie
- Schienenschweißen.

Insgesamt sind die Forschungsfelder branchenübergreifend und daher für zahlreiche Wirtschaftszweige relevant.

### **Charakter des Beitrags der Forschungsstelle zum Technologiefeld**

Die Forschungsthemen orientieren sich an dem Bedarf der Unternehmen. Die SLV versteht sich als Scharnier zwischen wissenschaftlicher Erforschung der Schweißtechnik und Vermittlung in Ausbildung und Beratung.

### **Klassifizierung der Projekte der SLV Duisburg als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Die Projekte sind vorrangig anwendungsorientiert.

### **Charakter der Projekte**

Die Themen der IGF-Projekte unterscheiden sich von den aktuellen Forschungsschwerpunkten des Instituts. Ihr Anwendungsbereich ist breiter definiert als gemeinhin die spezifisch ausgerichteten Aufträge von Unternehmen.

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

Forschung nimmt einen wichtigen aber den größten Teil der Aktivitäten der SLV ein. Der Schwerpunkt liegt in der Aus- und Weiterbildung. Im Forschungsbereich besteht eine Wettbewerbsbeziehung mit anderen Forschungsstellen und Hochschulinstituten bei der Akquisition von Drittmitteln. Im Zusammenhang mit der Auftragsforschung für Unternehmen geht es um die Kompetenz und fachlichen Zuständigkeit im Vergleich zu anderen Forschungseinrichtungen.



## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Die SLV hat ein Zentralregister mit insgesamt rund 8.200 Unternehmenseinträgen eingerichtet, welches die Betriebe mit Herstellerqualifikation (Eignungsnachweis) im bauaufsichtlichen Bereich erfasst. In der Vergangenheit war es für Stahl/Aluminiumbauunternehmen und Auftraggeber schwierig neue Geschäftsbeziehungen zu knüpfen, da keine zentrale Übersicht des Angebots für diese Nachfragergruppe existierte. Betriebe hatten keine Möglichkeit sich zielgruppenorientiert mit Ihrem besonderen Leistungsspektrum möglichen neuen Geschäftspartnern im Internet zu präsentieren. Das internetbasierte Verzeichnis stellt umfangreiche Suchmöglichkeiten zur Verfügung. Auftraggeber wie Architekten, Bauherren, öffentliche Hand, Bauunternehmen usw. haben die Möglichkeit, gezielt Auftragnehmer zu suchen. Die Suche kann z.B. nach Verfahren, Werkstoff, Entfernung von einem bestimmten Ort usw. erfolgen. Die Unternehmen mit Herstellerqualifikation haben die Möglichkeit einen Link auf Ihre Homepage setzen zu lassen. Das Zentralregister erfüllt hier eine wichtige Lücke. Es ist zugleich ein Medium, um den Kontakt zu den Unternehmen herzustellen und zu pflegen.

Für eine Vielzahl von Unternehmen übernimmt die SLV die Aus-, Fort- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter und ist anerkannte Prüfungsstelle für Schweißerlehrgänge. Weiterhin ist die SLV gutachterlich tätig und erstellt bspw. Schadensberichte. Die SLV bietet auch Sicherheitsüberprüfungen des geschweißten Bauwerks durch Bauüberwachung, Erteilung von Herstellerqualifikationen (Eignungsnachweisen), Korrosionsschutz und Qualitätssicherung, z.B. durch die Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 an.

Einen großen Stellenwert nimmt die Beratung von Unternehmen beim Einsatz von Schweißverfahren, bei der Werkstoffauswahl sowie der Konstruktion und Fertigung ein.

Die SLV Duisburg arbeitet bei Forschungsprojekten häufig mit Unternehmen zusammen. Im Jahre 2005 fanden Kooperationen mit ca. 20 Unternehmen statt, von denen die Hälfte KMU waren. Die Unternehmenskontakte sind bundesweit gestreut.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

Die Mitarbeit der Unternehmensvertreter in den Fachausschüssen des DVS sowie ihr Engagement im PA ist die wichtigste Unterstützung der Forschungsarbeit. Die Unterstützung erfolgt durch Berichte aus der Praxis, durch Bereitstellung von Daten und Informationen sowie die intensive Auseinandersetzung mit den Fachthemen.

Generell ist die Beteiligung der KMU an IGF Projekten steigerungsfähig.

### **Nutzen der Forschung für Unternehmen, insbesondere KMU**

Die SLV Duisburg bietet Beratung beim Einsatz der Schweißverfahren, bei der Werkstoffauswahl, der Konstruktion, der Fertigung und Vorbereitung von Investitionen an. In diese Leistungen fließen die Ergebnisse der Forschung der SLV ein und kommen somit den Unternehmen unmittelbar zugute.

Zum Angebot der SLV gehören auch die Anfertigung von Gutachten, Schadensfalluntersuchungen, zerstörende und zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen und Grundwerkstoffen sowie Korrosionsschutzprüfungen. Diese Vorgänge sind ganz überwiegend nicht ohne die Anwendung wissenschaftlich-forschender Methoden zu erbringen.

Zu dem Kundenkreis des SLV gehören ganz überwiegend kleine und mittlere Unternehmen. Die Forschungsergebnisse kommen ihnen vor allem durch Beratung zugute. Es wird den Unternehmen auch Beratung bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse angeboten. Für dieses Angebot wird auch Werbung betrieben. Im Jahre 2005 wurden ca. 200 Unternehmen beraten, davon 80 KMU.

Der Forschungsleiter der SLV weist auf den immer wieder thematisierten Widerspruch zwischen wissenschaftlichem Anspruch und praktischem Nutzen hin. Forschungsstätten müssen einerseits ihre Wissenschaftlichkeit unter Beweis stellen, andererseits unspektakuläre Probleme im technischen Alltag von KMU lösen. Hier bestehe mitunter ein Spannungsverhältnis. Dieses drücke sich auch in manchen Gutachteranmerkungen zu den Anträgen aus.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

IGF-geförderte Projekte zeichnen sich dadurch aus, dass die Vorgaben der Projektabläufe sicherstellen, dass KMU-Interessen berücksichtigt werden. Dies geschieht zum einen durch die unmittelbare Beteiligung in den PA sowie durch den Ergebnistransfer. Grundsätzlich variiert der Nutzen stark je nach Projekt. Ob der Nutzen von IGF Projekten höher ist als in sonstigen Projekten lässt sich schwer beurteilen.

## **Teilhabe der Forschungsstelle an Forschungsnetzwerken**

### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

Die SLV ist als Kompetenzzentrum für Schweißtechnik Ansprechpartner für viele technische Forschungsstellen, die sich mit dieser Verbindungstechnik befassen. Es bestehen daher Kontakte zu den entsprechenden Lehrstühlen an den Universitäten sowie zu den einschlägigen außeruniversitären Forschungsstätten. Im Inland verteilen sich die Verbindungen im Forschungsnetzwerk nach regionalen Gesichtspunkten. Grundsätzlich bestehen jedoch deutschlandweite Kontakte.

Die SLV Duisburg arbeitet mit ca. 10 Forschungseinrichtungen im Inland zusammen. Im Zeitraum 2000 bis 2007 hat die SLV im Rahmen von IGF-Projekten mit 6 Forschungsinstituten zusammengearbeitet.

### **Beziehungen zu Forschungsstellen bzw. Forschungsvereinigungen unter dem Dach der AiF**

Die SLV Duisburg arbeitet u.a. in dem DVS/DIN-Gemeinschaftsausschuss DIN AG V 2.2 / NA 092-00-16 AA „Bolzenschweißen“ mit. In dieser Arbeitsgruppe werden einschlägige technologische Probleme durch Fachleute aus Unternehmen der Geräte- und Zusatzhersteller, von Anwendern sowie Instituten Lichtbogen-Bolzenschweißprozesse, -verfahren und -geräte diskutierte (z.B. Bolzenschweißen mit Hubzündung; Bolzenschweißen mit Spitzenzündung/Kondensatorentladung).

Aktuelle Aufgabenstellungen sind

- die Überarbeitung der Normen DIN EN ISO 13918 und DIN EN ISO 14555,
- die Erstellung von DVS-Merkblättern über den schweißtechnischen Umgang mit einzelnen Werkstoffen wie Stählen in verschiedener Anwendungsgruppen, Aluminium, Anlagentechnik sowie
- Automatisierung.

In diesem Ausschuss arbeiten derzeit 27 Vertreter von Unternehmen, Behörden (wie z.B. Eisenbahn-Bundesamt) und Forschungsstätten zusammen. Die Zusammensetzung des Ausschusses deckt den Personenkreis und die Institutionen ab, die sich mit diesem Technologiefeld auseinandersetzen.

Seit dem Jahr 2000 wurden 10 Projekte durchgeführt, u.a. mit der Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden, dem Deutschen Ausschuss für Stahlbau DASt und dem Verband Deutscher Ingenieure sowie dem Verband der Elektrotechnik VDI/VDE.

### **Kontakte zu staatlichen Transfereinrichtungen**

Technologietransferstellen sind überwiegend an Universitäten angesiedelt. Sie vermitteln in erster Linie Forschungsergebnisse ihrer jeweiligen Universität an das anfragende Unternehmen. In diesem Zusammenhang werden auch Anfragen an die SLV landesweit weitergereicht.

### **Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen**

Die GSI mbH hat enge Beziehungen zu Gesellschaften der Schweißtechnik in Tschechien, Polen und Ägypten. Darüber hinaus ergeben sich regelmäßig auf Tagungen und Fachveranstaltungen zu ausländischen Schweißinstituten.

## Generelle Einschätzungen

Das IGF Programm wird als eines der wichtigsten Förderinstrumente in der deutschen Innovationspolitik angesehen. Kein anderes Programm vermag in diesem Umfang Technologietransfer vor allem in kleine und mittlere Unternehmen zu gestalten wie die IGF.

## Daten zur Forschungsstelle

### Budget im Jahr 2005

Einnahmen insgesamt	k.A.
davon: IGF-Mittel	0,2 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	k.A.
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	k.A.
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	k.A.
sonstige Mittel	k.A.

### Personalentwicklung

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	7	30
Jahresdurchschnitt 2005	6	30

### Anzahl der laufenden Projekte

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	3	3
in 2005	4	4

## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts

Ein drängendes Problem der Unternehmen ist die Sicherung der Qualität bei Schweißkonstruktionen. Die Unternehmen müssen bei vermindertem Aufwand in verkürzter Zeit unter Verwendung neuer Werkstoffkombinationen komplexe Produkte herstellen und zugleich die Qualität und Funktionsfähigkeit garantieren. In diesem Zusammenhang ist das Bestreben, Qualitätsmängel möglichst frühzeitig im Produktionsprozess zu detektieren, um durch Nacharbeiten die Fehler noch im Herstellungsverfahren korrigieren zu können. Neben dem zeitigen Erkennen sollen Störgrößen noch während des laufenden Schweißprozesses ausgeregelt werden können.

In der Schweißtechnik werden verschiedene Arten der Stromsteuerung eingesetzt. Hierbei helfen Strom-, Spannungs-, Elektrodenweg-, Elektrodenkraft- oder Widerstandsmessgeräte die Qualität des Vorgangs zu überwachen. Die Parameter geben zwar wichtige Hinweise für die Prozesssteuerung, sind aber nicht aussagekräftig hinsichtlich der Qualität der Schweißnaht.

Nun sind in den vergangenen Jahren vermehrt Versuche unternommen worden, intelligente Techniken zu entwickeln, mit denen fehlerhafte Schweißnähte erkannt und gemeldet werden können: die Qualitätsprüfung, die Qualitätsüberwachung und die Qualitätsregelung. In diesen drei Gruppen werden unterschiedliche Geräte mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit angeboten. Ziel des Forschungsvorhabens war es, am Markt befindliche Qualitätssicherungsgeräte aus den Bereichen Prüfen, Überwachen und Regeln hinsichtlich ihrer Installation, Handhabung, Gebrauchseigenschaften und Zuverlässigkeit der Aussage über das Schweißergebnis vergleichend zu bewerten. Es sollten mit diesem Forschungsprojekt den Unternehmen Einsatzgrenzen und Verlässlichkeit der Geräte aufgezeigt werden. Eine Auswahlmatrix soll den Anwendern die Möglichkeit geben, das für sie geeignete Gerät auszuwählen.

#### Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation

Es handelt sich nicht um ein Kooperationsprojekt.

#### Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes

Das Projekt strebt eine praktische Entscheidungshilfe für Unternehmen bei der Auswahl von Qualitätssicherungsgeräten an. Es schafft zunächst einmal einen Überblick über den Stand der Technik der Qualitätssicherung in diesem Technologiefeld. Hierbei werden wissenschaftliche Methoden eingesetzt, um die Bewertungsparameter zu bestimmen.

Darüber hinaus wurde mit den Herstellern der Qualitätssicherungsgeräte zusammengearbeitet. Es ging also auch um die Weiterentwicklung von Produkten gemäß den Bedürfnissen der KMU. Letztlich ging es aber auch um die Erarbeitung von Informationen als Grundlage für die Beratung und die Lehre.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt hat eindeutig anwendungsorientierten Charakter. Es ist von hoher Relevanz für KMU, da es unabhängige Informationen für die Auswahl, Eignung und Güter von Qualitätssicherungsgeräten zur Verfügung stellt.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Durch das Projekt erhalten einzelne Unternehmen keine Informationen, die ihnen Wettbewerbsvorteile gegenüber anderen verschaffen. Die angestrebte Ergebnismatrix steht allen interessierten Unternehmen zur Verfügung. Der Lösungsansatz des Projektes sieht keine „Praxistests“ vor, die möglicherweise ein Unternehmen begünstigen könnten.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Die Unternehmen wollen ihre Produktionsprozesse gegen Reklamationen und Haftungsansprüche sichern. Hierzu investieren sie in Überwachungstechniken, die möglichen Fehler im Schweißprozess detektieren. Diese Systeme unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihrer Spezifikation und ihrer Einsatzmöglichkeiten. Eine wissenschaftlich vergleichende und bewertende Analyse ist diesbezüglich mit erheblichen Informationsvorteilen verbunden und hilft, Fehlinvestitionen zu vermeiden.

Interesse an dem Projekt bestand freilich auch bei den Herstellern der Qualitätssicherungsgeräte, die von dem Versuchsverlauf unterrichtet wurden und denen die Möglichkeit zur Nachbesserung von Hard- und Software eingeräumt wurde.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstelle**

Das Projekt baut auf frühere Projekte auf, ist aber kein direktes Anschlussprojekt.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Mit dem Projekt wurde ein unternehmensübergreifender Vergleich von Qualitätssicherungssystemen angestrebt, der vor allem für KMU von Interesse ist, die sich keine langwierigen, selbstfinanzierten Auswahlverfahren und schon gar nicht Fehlinvestitionen leisten können. Zwar sind die betreffenden KMU insbesondere durch ihre Auftraggeber und die Haftungsbedingungen gezwungen, Qualitätssicherung zu betreiben, doch ohne das Projekt wäre der Auswahlprozess für sie viel riskanter. Eine anderweitige Finanzierung eines solchen Projektes ist nicht erkennbar.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Die Frage nach der Optimierung technischer Qualitätssicherungssysteme beim Widerstandspunktschweißen stellt sich vor dem Hintergrund des intensiven Wettbewerbs sowie umfassenderer Anforderungen und Auflagen der den Auftrag erteilenden Unternehmen. Die Diskussion um die Eignung der am Markt befindlichen Geräte wurde in dem zuständigen Fachausschuss 4 des DVS diskutiert. Die Automobilhersteller haben offenbar Vorprojekte zu dem Thema durchgeführt, legen die Ergebnisse aber nicht offen. Eine Projektinitiierung wurde im Ausschuss zunächst abgewiesen. Das spätere PA-Mitglied Marc Müller ergriff aber erneut die Initiative hinsichtlich der Konzipierung eines Forschungsvorhabens. Das Thema wurde auch schon seit längerem bei der SLV diskutiert. Die Idee für das Forschungsprojekt kam somit dann letztendlich von der SLV Duisburg. In der Planungs- und Antragsphase waren keine Unternehmen beteiligt.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Die Projektidee wurde zu einem Antrag verdichtet und im DVS zur Diskussion gestellt. Die SLV hat die Akquisition der am PA beteiligten Unternehmen organisiert. Es war schwer, Vertreter von KMU für die Mitarbeit am PA zu gewinnen.

Von der Projektidee bis zur formellen Antragstellung dauerte es 6 Monate. Weitere 18 Monate folgten zwischen der formellen Antragstellung und der Bewilligung durch die AiF. Bis zum Beginn der Projektfinanzierung vergingen weitere 12 Monate.

Nach den Unterlagen der AiF ging der Antrag am 28.09.2001 bei der Geschäftsstelle ein. Die Frühkoordinierung wurde am 05.12.2001 abgeschlossen. Am 11.3.2002 erfolgte die Bewilligung mit Auflagen durch den Gutachterausschuss. Am 20.08.2002 schließlich die uneingeschränkte Befürwortung.

Dies ist in der Summe ein Zeitraum von 3 Jahren. Dies läge deutlich über dem Durchschnitt der sonst bei AiF Projekten festzustellen ist.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

KMU waren an der Projektgenese nicht beteiligt. Die Projektidee stammt von der Forschungsstelle, die hierbei freilich Informationen von Unternehmen aufgenommen hat.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Der potenzielle Nutzen der Untersuchung war mit Projektbeginn an klar und eindeutig: es ging um die Transparenz des Angebots von Qualitätssicherungsgeräten und gleichzeitig deren Optimierung hinsichtlich der Bedarfe von KMU. Eine Bewertungsmatrix ist

auf jeden Fall für alle Unternehmen von Vorteil, die in derartige Geräte investieren wollen oder müssen.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Die Stellungnahme des Gutachterausschusses hat den Projektantrag mit inhaltlichen Auflagen befürwortet. Es sind insgesamt 5 Punkte, für die vom Ausschuss Nachbesserungen beim Antrag gefordert wurden:

1. Der Ausschuss hat kritisiert, dass unter den vorgesehenen Mitgliedern des PA keine Anwender des Widerstandspunktschweißens vorgesehen seien.
2. Außerdem wird zur Auflage gemacht, dass Geräte aus allen Gruppen zu untersuchen seien.
3. Es sollen nur Geräte untersucht werden, die direkt auf der Oberfläche funktionieren.
4. Der Ausschuss möchte nicht, dass die Lernphase der Hersteller verkürzt wird. Dies sei Sache des Wettbewerbs.
5. Die Geräte sollen auf Auditierbarkeit und Zertifizierbarkeit geprüft werden.

Nachdem die SLV umfassend auf die Einwände eingegangen ist, wurde mit Votum vom 20.8.2002 der Antrag uneingeschränkt befürwortet.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die Vorstellungen der Forschungsstelle konnten im Rahmen des Projektes weitgehend umgesetzt werden. Das Forschungsziel wurde erreicht. In der Schlussbegutachtung wird hervorgehoben, dass das Projekt „einen wertvollen Beitrag zur Steigerung der der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der KMU“ darstellt. Die Zwischenergebnisse des Projektes führten dazu, dass auf Anregung der Forschungsstelle die Bediensoftware und Auswertung einzelner Geräte modifiziert und verbessert wurden.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

In der Antrags- und Bewilligungsphase waren die Unternehmen nicht beteiligt. Während der Projektdurchführung haben sich die Unternehmen aktiv durch Bereitstellung von Materialien und Ausrüstungen beteiligt. Sie haben zudem Unterstützung bei der Durchführung der Versuche geleistet und mit ihren Vorschlägen Einfluss auf die Forschungsarbeiten genommen.



### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstelle**

Im PA waren insgesamt 11 Unternehmen vertreten, davon 8 KMU. Der Ausschuss tagte vielmal im Rahmen des Projektes. Er hat auf den Projektverlauf Einfluss genommen. Interessanterweise haben weitere Unternehmen während der Laufzeit der Projektes Vertreter in die Sitzungen des PA entsendet, um sich zu informieren.

Im PA waren auch Vertreter der Unternehmen vertreten, die Qualitätssicherungsgeräte herstellen. Hierfür sprachen zwei Gründe: zum einen wollte man von vornherein Kritik der Hersteller an der Forschungsmethode ausräumen und zum anderen sollten die Unternehmen angeregt werden, ihre Geräte den Bedürfnissen der KMU entsprechend zu modifizieren. Zu diesem Punkt gab es einen kleinen Dissens mit den Gutachtern, die eine stärkere Berücksichtigung der Anwenderseite im PA durchsetzen wollten.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Gravierende Probleme sind nicht aufgetreten, auch ein Personalwechsel im projektteam fand nicht statt.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die angestrebten Ziele des Projektes wurden vollständig erreicht. Der wissenschaftlich-technische Nutzen sowie der wirtschaftliche Nutzen für KMU werden in der Schlussbegutachtung als hoch eingestuft. Einige Hersteller der Qualitätssicherungsgeräte haben aufgrund der Projektergebnisse Modifikationen an ihren Produkten vorgenommen.

### **Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

Die Forschungsergebnisse fanden keinen Eingang in Regelwerke oder Normen. Es wurde allerdings eine Matrix bereitgestellt, die den Unternehmen in ihren Entscheidungen bei der Investition in Qualitätssicherungsgeräte helfen kann. Außerdem ist eine Überarbeitung eines Merkblattes vorgesehen, welches den Regelstandard im Widerstandsschweißen regelt.

Personaltransfers und Ausgründungen fanden nicht statt. Patente waren nicht angestrebt und sind in diesem Fall auch nicht sinnvoll.

### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstelle**

Der potenzielle praktische Nutzen der Projektergebnisse besteht darin, dass den Unternehmen nun ein Überblick über das Angebot und die technischen Spezifikationen von

Qualitätssicherungsgeräten zur Verfügung steht, der ihnen Fehlinvestitionen vermeiden hilft und sie bei der Auswahl eines geeigneten Produktes unterstützt.

#### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Einige Unternehmen haben bekundet, die Forschungsergebnisse in ihren Unternehmen zu verwenden. Dabei handelt es sich vornehmlich um solche Unternehmen, die Widerstandsschweißverfahren verwenden. Der potenzielle und tatsächliche Nutzerkreis besteht aus solchen Unternehmen, für die es wichtig ist, die Qualität des Schweißergebnisses unmittelbar im Produktionsverfahren zu messen. Diese Unternehmen sind vornehmlich im Automobilbau, den Herstellern von Hausgeräten und in der Blech verarbeitenden Industrie zu finden. Die Zahl der anwendenden Unternehmen ist nicht bekannt.

#### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Über das Projekt hinausgehende Forschungsergebnisse wurden nicht erzielt. Ein Anschlussprojekt wurde auch nicht aufgelegt. Es gab jedoch ergänzende Untersuchungen in der Automobilindustrie zu dem Thema.

#### **Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Für die Verbreitung der Forschungsergebnisse ist nach Meinung der SLV Duisburg in erster Linie die Forschungsstelle verantwortlich. Die Forschungsvereinigung hat an die Mitgliedsunternehmen gesondert vor und während der Projektdurchführung über das Forschungsvorhaben informiert. Es wurden Vorträge in den Untergruppe des DVS gehalten und ein Kolloquium durchgeführt.

#### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Von der Forschungsstelle wurden 2 Beiträge in Fachzeitschriften eingereicht und veröffentlicht. Außerdem erschienen drei sonstige Veröffentlichungen in Printform zu diesem Thema. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden in das Internet eingestellt. Außerdem wurden die Erkenntnisse auf 2 Kongressen bzw. Tagungen präsentiert. Anlässlich einer Messe wurden die Qualitätssicherungsgeräte ausgestellt und hierbei deren Einsatzbereiche und Bewertungen vorgestellt. Nicht zuletzt fanden die Projektergebnisse teilweise Eingang in die Unterrichtsmaterialien der SLV-Lehrgänge.

#### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Innerhalb der Forschungsstelle ist der jeweilige Projektleiter verantwortlich für den Ergebnistransfer. Dieser wird zum Teil aber auch von Unternehmen selbst übernommen.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Es gehört zum grundsätzlichen Auftrag und Selbstverständnis der SLV, Dienstleistungen und Beratungen auf dem neuesten Stand der Technik zu erbringen. Daher ist die Vermittlung von neuen Erkenntnissen aus der Forschung ein selbstverständlicher Teil der Tätigkeit. Er mündet schließlich auch in Beratungsaufträgen zugunsten der SLV.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

In diesem Projekt ging es vor allem um Transparenz der Eigenschaften gängiger Produkte für eine technische Qualitätsprüfung. Eine Weiterentwicklung auf Unternehmensebene kommt nur insofern in Frage, als die Bewertungsparameter durch solche des eigenen Unternehmens angewendet werden. Unternehmen, die gerade diesbezügliche Investitionsentscheidungen zu treffen haben, haben die Bewertungsmatrix dankbar und interessiert aufgenommen. Die Forschungsstelle hält nicht nach, ob und wie viele Unternehmen die Ergebnisse ihrer Forschungsprojekte einsetzen.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Die SLV Duisburg bestätigt, dass es Anfragen von Unternehmen zu dem Projekt und den Projektergebnissen gegeben habe. Ihre Zahl ist jedoch nicht bekannt. 5 Unternehmen haben die Beratung der SLV bei der Auswahl der Geräte in Anspruch genommen. Darunter allerdings kein KMU.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Die Verfahrensänderungen haben sich bisher noch nicht spürbar auf die Beantragung und Abwicklung der Projekte ausgewirkt.

### **Potenzial für Veränderungen**

Die SLV hat zahlreiche Vorschläge, an welchen Punkten Veränderungen vorzunehmen sind. Die in diesen Vorschlägen möglicherweise enthaltene Kritik an bestehenden Zuständen gelten allgemein und sind nicht auf das hier in Rede stehende Projekt zu beziehen.

Die SLV wünscht sich

- eine Verkürzung der Antragsphase,
- eine Beschleunigung der Bereitstellung von Geldern nach der Bewilligung,
- eine Beschleunigung des Gutachterverfahrens (Befürwortung im ersten Durchgang sollte ausreichend sein),

- eine stärkere Orientierung der Projektlaufzeiten an den Inhalten. Das bedeutet auch, dass Kurzzeitprojekte ermöglicht werden sollten,
- dass der Nachweis industrielle Eigenmittel erst ab einem bestimmten Schwellenwert erbracht werden muss.

Die starre KMU Vorschrift sei mitunter ärgerlich, da

- KMU oft nur formal dabei sind und nicht erscheinen,
- fachlich kompetente KMU-Vertreter für eine Mitarbeit im PA schwer zu gewinnen sind und
- KMU-Vertreter häufig Probleme haben, die wissenschaftlich-technischen Implikationen eines Projektes nachzuvollziehen („Übersetzungsarbeit“).

In den Instituten bestehe das Problem, dass Professoren, Oberingenieure und auch Assistenten so gut wie keine Kontakte zur Praxis hätten und somit eine Kommunikationsbarriere insbesondere zu KMU bestünde. Wissenschaftlern in AiF-Projekten haftet schnell der Verdacht an, dass ihre Arbeit weniger wissenschaftlich sei. Dies sei jedoch kein Problem der IGF, sondern ist im allgemeinen Wissenschaftsbetrieb tief verankert. Die AiF sollte hier viel offensiver auftreten und den Wert praxisorientierte Forschung propagieren.

Projekt-Nr. 13596

## **Verfahrensentwicklung zum Laserdispergieren von Si-Hartstoffen in Aluminiumlegierungen zum partiellen Verschleißschutz**

Forschungsstellen:

Technische Universität Chemnitz

Fakultät für Maschinenbau

Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe

Reichenhainer Straße 70

09126 Chemnitz

Tel.: +49 371/531-23000

Internet: [www.mb.tu-chemnitz.de](http://www.mb.tu-chemnitz.de)

Ansprechpartner: Prof. Dr. Bernhard Wielage

Dipl. Ing. Thomas Grund

Dr. Ina Hoyer

Technische Universität Chemnitz

Fakultät für Maschinenbau

Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik

Reichenhainer Straße 70

09126 Chemnitz

Tel.: +49 371/531-23720

Internet: <http://www.tu-chemnitz.de/mb/SchweiTech/>

Ansprechpartner: Dr. Ing. Mario Kusch

Gesprächspartner aus dem PA:

Dr. Lothar Marcus

Forschung und Entwicklung

AKG Verwaltungsgesellschaft mbH

Hofgeismar

Fördervolumen: 128.550 €

Bewilligungszeitraum: 01.03.2003 bis 28.02.2005

## I. Angaben zu den Forschungsstellen

### Allgemeine Informationen zu den Forschungsstellen

#### Geschichte und Organisation

##### a. Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz

Die historischen Wurzeln der TU Chemnitz reichen bis 1836 zur „Gewerbeschule“ zurück. Nach wechselhafter Geschichte wurde sie nach Zusammenschluss mehrere Bildungsstätten zu einem Schulverbund 1929 in „Staatliche Akademie für Technik“ umbenannt und erlangte hohe Anerkennung als Ausbildungsstätte im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. Nach dem Zweiten Weltkrieg sie als reine Fachschule unter dem Namen „Technische Lehranstalten“ 1947 wieder eröffnet. 1953 wurde aus ihr die Hochschule für Maschinenbau. Die Hochschule für Maschinenbau wurde 1963 in den Status einer Technischen Hochschule und 1986 in den Status einer Technischen Universität erhoben. 1992 erfolgten die Eingliederung der ehemaligen „Pädagogischen Hochschule Zwickau“ und die Umbenennung der Hochschule in „Technische Universität Chemnitz-Zwickau“ (vgl. Hermes, H.-J., Lambrecht, W. und S. Luther (2003), Von der Kgl. Gewerbschule zur Technischen Universität. Die Entwicklung der höheren technischen Bildung in Chemnitz 1836-2003. Eigenverlag TU Chemnitz: Chemnitz).

Im Jahr 1994 wurde Prof. Dr. Bernhard Wielage auf die Professur Verbundwerkstoffe in der Fakultät Maschinenbau der TU Chemnitz berufen. Seit 2004 ist er gewählter Kollegiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft und seit 2006 Sprecher des Sonderforschungsbereiches "Hochfeste aluminiumbasierte Leichtbauwerkstoffe für Sicherheitsbauteile" an der TU Chemnitz. Im Januar 2006 wurde er zum Dekan der Fakultät für Maschinenbau gewählt.

Die Schwerpunkte in Lehre und Forschung des Institutes sind:

- Verbundwerkstoffe (MMC, CMC, PMC),
- Elektrochemische und chemische Beschichtungsverfahren,
- Thermisches Spritzen (VPS, HVOF, FS, LS),
- Verschleiß- und Korrosionsprüfung, Messung und Schutz,
- Fügetechnik (Weich- und Hartlötten, Vakuumlöten, Aktivlötten, Leichtmetalle, Keramiken, Diamant, Verbundwerkstoffe),
- Simulation und Berechnung (FEM, Prozessoptimierung),
- Werkstoffcharakterisierung (REM, TEM, LM, Thermische Analyse) sowie
- Schadensdiagnostik.

Der Lehrstuhl arbeitet eng mit dem DVS zusammen und hat mit der Forschungsvereinigung bereits mehrere IGF Projekte durchgeführt.

#### b. Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik an der TU Chemnitz

Die schweißtechnische Ausbildung und Forschung in Chemnitz kann auf eine über 85-jährige Tradition zurückblicken und ist eng mit der Geschichte der TU Chemnitz verbunden. Bereits 1922 wurde dort eines der ersten Schweißlaboratorien in Deutschland errichtet. Schwerpunkte lagen in der Ausbildung von Autogen- und Elektroschweißfachleuten sowie der Berechnung und dem Entwerfen von Schweißkonstruktionen.

Nach dem zweiten. Weltkrieg erfolgte mit der Gründung der Technischen Lehranstalten Chemnitz ein Neuanfang. Die Schweißtechnik wurde unter dem Dach des Institutes für Technologie des Maschinenbaus gelehrt. 1962 erhielt die Abteilung Schweißtechnik den Status einer eigenständigen Professur. Mit dem Ausbau der Hochschule für Maschinenbau zur Technischen Hochschule 1963 und dann zur Technischen Universität 1986 verbesserten sich die Lehr- und Forschungsbedingungen. Seit 1973 wurden Studenten im neugegründeten Wissenschaftsbereich Füge- und Montagetechnik im Direktstudium zu Schweißkonstrukteuren oder -technologien ausgebildet. Die Forschungsschwerpunkte lagen in den Bereichen Schweißkonstruktion, Schweiß- und Löttechnologien, Montageprozesse sowie montagegerechte Gestaltung.

In Zuge der Wiedervereinigung wurden Anfang der 90er Jahre die Strukturen der Hochschulen im Freistaat Sachsen neu geordnet. 1992 wurde Professor Matthes auf die neu gegründete Professur Schweißtechnik berufen. Noch im selben Jahr wurde das Institut für Füge- und Schweißtechnik an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Chemnitz etabliert. 1999 wurde das Institut zum Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik (IFS Chemnitz) mit den Professuren Schweißtechnik und Fertigungslehre erweitert. Neben den traditionellen Lehr- und Forschungsgebieten Schweißkonstruktion und Schweißtechnologie wurden auf fuge- und montagetechnischer Seite die Fachgebiete mechanisches Fügen, Beschichtungstechnik, Lasertechnik, Automatisierung und numerische Simulation neu installiert. (vgl. Matthes, K.-J. (2002), 80 Jahre Schweißtechnik in Chemnitz. Festschrift. Schwarz Druck: Meerane).

### **Organisationsstrukturen**

#### a. Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz

Der Lehrstuhl ist in vier Forschungsgruppen unterteilt: (1) Galvanotechnik, Anodisieren, Verschleiß- und Korrosionsforschung; Mikrowellen-Hybrid-Sintern, (2) Herstellung, Charakterisierung und Auslegung von polymeren, keramischen und metallischen Verbundwerkstoffen, (3) Füge- und Montagetechnik, Hart- und Weichlöten, Aktivlöten, Schadensanalyse und (4) Thermisches Spritzen, Synthese in thermischen Plasmen, Plasmacharakterisierung und Prozessdiagnostik, Strahltechnik.

Mitarbeiter:

- 26 wissenschaftliche Mitarbeiter
- 12 technische Angestellte sowie
- 10 studentische Hilfskräfte.

b. Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik an der TU Chemnitz

Die Forschungsaktivitäten des Institutes sind aktuell in 10 Arbeitsgruppen strukturiert. Bearbeitet werden Problemstellungen der Grundlagenforschung und Themen im Bereich der angewandten Forschung. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt sind Auftrags- und/oder Kooperationsprojekte direkt mit der Industrie.

Die Arbeitsgruppen sind (1) Lichtbogenschweißen, (2) numerische Simulation, (3) Laserstrahltechnik (4) mechanische Fügetechnik, (5) Beschichtungstechnik, (6) Konstruktion / Berechnung, (7) Automatisierung / Sensorik, (8) Widerstandsschweißtechnik, (9) Prüftechnik und (10) Lichtbogenphysik.

Zwischen beiden hier genannten Forschungsstellen bestehen enge Kontakte und ein reger fachlicher Austausch.

### **Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

a. Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz

Beide Forschungsstellen sind in den Gremien des DVS bzw. der Forschungsvereinigung vertreten und arbeiten in den Fachausschüssen mit. Mit folgenden Forschungseinrichtungen wurden seit dem Jahr 2000 gemeinsame Projekte durchgeführt:

- Stiftung Industrieforschung (1 Projekt),
- DGO Deutsche Gesellschaft für Oberflächentechnik (1 Projekt),
- Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS (28 Projekte),
- FEM Forschungsinstitut Edelmetalle Metallchemie (1 Projekt) sowie
- FOGI Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau (3 Projekte),

In dem gleichen Zeitraum wurden im Rahmen von IGF-Projekten mit 7 weiteren Forschungsinstituten zusammengearbeitet.

b. Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik an der TU Chemnitz

Der Lehrstuhl war bereits in zahlreiche AiF-Projekte involviert. Folgende Projekte wurden in jüngster Zeit durchgeführt:

- Untersuchungen an MSG-Absaugbrennern (AiF, 14436 B),
- Plasma-MIG-Löten von verzinkten Stahlwerkstoffen (AiF 13862 B).



- Schweißrauchemissionen bei Anwendung moderner Schutzgasschweißverfahren,
- MIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen mit gepulstem Schutzgasstrom (AiF 13384 BR),
- MSG-Tandemschweißen mit hoch legierten Fülldrähten (AiF 13004 BR),
- Plasma-MIG-Schweißen von Aluminiumlegierungen (AiF 12240 BG) sowie
- Brennerentwicklung zum Plasma-MIG-Schweißen (Stiftung Industrieforschung).

### **Bedeutung der IGF für die Forschungsstellen**

Beide Institute arbeiten eng mit dem DVS zusammen und beteiligen sich intensiv an der IGF. Rund 28% der Einnahmen des Instituts für Verbundwerkstoffe entfielen im Jahre 2005 auf IGF-Mittel. Beim Institut für Schweißtechnik verteilen sich 50% der Projekte auf IGF, 20% auf DFG und der Rest auf Industrieprojekte. Im Drittmittelbereich hat also die IGF Forschung für die beteiligten Forschungsstellen einen hohen Stellenwert.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

#### a. Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz

Mitarbeiter des Lehrstuhls betreiben Forschung auf folgenden Gebieten:

- Verbundwerkstoffe,
- Elektrochemische und chemische Beschichtungsverfahren,
- Thermisches Spritzen,
- Verschleiß- und Korrosionsforschung,
- Fügetechnik, Löttechnik,
- Simulation und Berechnung,
- Werkstoffcharakterisierung sowie
- Schadensdiagnostik.

#### b. Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik an der TU Chemnitz

Das Forschungsspektrum des Lehrstuhls deckt folgende Themen ab:

- Lichtbogenschweißen,
- numerische Simulation,
- Laserstrahltechnik,
- mechanische Fügetechnik,

- Beschichtungstechnik,
- Konstruktion / Berechnung,
- Automatisierung / Sensorik,
- Widerstandsschweißtechnik,
- Prüftechnik sowie
- Lichtbogenphysik.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

Die Forschungsthemen sind in der gegenwärtigen Struktur beider Lehrstühle abgebildet. Innerhalb dieser Themenfelder gilt es, Impulse für neue und weiterführende Entwicklungen zu setzen. Das Forschungsgebiet ist kontinuierlich im Wandel und hat sich hierbei auch Entwicklungen in anderen Technologiefeldern (z.B. Werkstoffe) anzupassen. Zukünftig werden umweltverträgliche Flussmittel sowie energiesparsame Applikationen eine wichtige Rolle im Forschungsfeld spielen.

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Die Forschungsarbeiten beider Forschungsstellen stehen in engem Zusammenhang mit folgenden Branchen:

- Allgemeiner Maschinenbau (z.B. Papierindustrie),
- Automobilbau,
- Luft- / Raumfahrt,
- Geräte- und Apparatebau sowie
- Gebrauchsgüterindustrie.

### **Charakter des Beitrags der Forschungsstellen zum Technologiefeld**

#### **a. Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz**

Der Lehrstuhl vertritt das Technologiefeld vornehmlich aus der Sicht der Werkstoffe, ihre Anwendungs- und Verwendungsmöglichkeiten sowie ihre spezifischen Eigenschaften. Außerdem geht es darum, Werkstoffe zu verändern und zu kombinieren.

#### **b. Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Schweißtechnik an der TU Chemnitz**

Die Professur Schweißtechnik widmet sich vor allem der Frage der Verbindungstechnik. Es geht um die Frage, welche Werkstoffe mit welchen Verfahren zusammengefügt werden können bzw. welche Verbindungsmethode wie angewendet werden sollte. Hierbei geht es auch um die Veränderung von Werkstoffe im Zuge der Anwendung bestimmter Fügeverfahren.

### **Klassifizierung der Projekt der Forschungsstellen als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Beide Lehrstühle arbeiten sowohl grundlagenorientiert als auch praxisorientiert. Im akademischen Bereich geht es unter anderem um die Weiterentwicklung von theoretischen Erklärungsmustern, während die Anwendungsorientierung bei Versuchen und Tests im Vordergrund steht. Eine exakte Abgrenzung zwischen den Klassifikationen ist ohnehin nicht möglich.

### **Charakter der Projekte**

Projekte – sofern sie für die IGF durchgeführt werden – sind stets anwendungsbezogen und stellen das Interesse bzw. die Bedürfnisse der Unternehmen in den Mittelpunkt.

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

Lehrstühle von Universitäten stehen in Bezug auf ihre wissenschaftliche Reputation im Wettbewerb. Diese spiegelt sich wieder im Forschungsbeitrag und in der Attraktivität der Lehre. Eine andere Seite des Wettbewerbs betrifft die Drittmittelinwerbung. Diese ist gerade für technisch ausgerichtete Lehrstühle von großer Bedeutung. In diesem Segment steht das Institut im Wettbewerb mit allen technischen Universitäten, die die Fachrichtung Maschinenbau vertreten, aber auch mit außeruniversitären Forschungsstätten (z.B. Fraunhofer, SLV).

## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Die technisch ausgerichteten Lehrstühle sind alle auf Kontakte zu Unternehmen angewiesen, da diese Praktika für Studenten anbieten, Absolventen der Universitäten aufnehmen und auch den einen oder anderen Forschungsauftrag erteilen. Die Universität bietet für die Mitarbeiter Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen an. Dieser wechselseitige Austausch ist für beide Seiten von Vorteil. Im Jahr 2005 haben die Institute mit ca. 30 Unternehmen zusammengearbeitet. Von diesen waren 90% KMU. Die Unternehmenskontakte erstrecken sich auf die gesamte Bundesrepublik.

Beide Forschungsstellen bieten Unternehmen Beratungsdienstleistungen an. Im Jahre 2005 haben rund 30 Unternehmen von diesem Angebot Gebrauch gemacht, darunter rd. 20 KMU. Für diese Dienstleistungen betreiben die Institute aktiv Werbung.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

Die Unternehmen unterstützen die Forschungsarbeit der Forschungsstellen durch Teilnahme an fachlichen Diskussionen, an Fachveranstaltungen und mitunter durch For-

schungsaufträge. Im Rahmen von Projekten beteiligen sie sich als Mitglieder in den Beiräten. Außerdem stellten sie für das vorliegende Projekt Material zur Verfügung.

### **Nutzen der Unternehmen – insb. KMU – von der Forschung der Forschungsstellen**

Die Schweiß- und Verbindungstechnik findet in Unternehmen unterschiedlicher Größe und unterschiedlicher Branchen Anwendung. Auch wenn die Grundzüge der Technik bekannt sind, so gibt es doch eine Vielzahl von Spezifikationen für ganz bestimmte Anwendungsbereiche. Je ausgefeilter die Einsatzmöglichkeiten beschrieben sind und je präziser die jeweiligen Parameter bekannt sind, desto vorteilhafter ist es für die Unternehmen, die passende und geeignete Technik einzusetzen. Dies beeinflusst nicht nur die Produktivität positiv sondern hilft auch Schäden oder Fehlleistungen zu vermeiden.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

KMU haben selten die Kapazität und das Kapital, aus eigenen Kräften Forschungsprojekte zu initiieren und zu bezahlen. Sie sind es jedoch, die oft technischen Beistand benötigen, weil sie häufig Nischenmärkte mit sehr speziellen Anforderungen bedienen. IGF-Projekte sind geeignet, diesen Unternehmen Zugang zu Forschungsergebnissen zu ermöglichen, die sie auf anderem Wege nicht erhalten würden. Den Wissensvorsprung größerer Unternehmen können sie so zumindest verringern.

## **Teilhabe der Forschungsstelle an Forschungsnetzwerken**

### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

Die Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz arbeitet mit 20 Forschungseinrichtungen aus dem Inland und 10 aus dem Ausland zusammen. Seit dem Jahre 2000 kam es mit 7 weiteren Forschungseinrichtungen im Rahmen von IGF-Projekten zu Kooperationen. Es bestehen Kontakte zu Lehrstühlen in Aachen, Hannover, Bremen, München und Hamburg. Es erfolgt ein fachlicher und offener Austausch.

### **Beziehungen zu Forschungsstellen bzw. Forschungsvereinigungen unter dem Dach der AiF**

Die Forschungsstellen arbeiten beide in den Ausschüssen der Forschungsvereinigung DVS mit. Außerdem bestehen Kontakte zur DGO Deutschen Gesellschaft für Oberflächentechnik und der Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau.

### **Kontakte zu staatlichen Transfereinrichtungen**

Das Institut für Schweißtechnik betreut das Projekt Kompetenzzentrum Fügetechnik für die Industrieregion Südwestsachsen. Beide Forschungsstellen verstehen sich zunächst einmal als eigenständige Technologievermittler. Kontakte bestehen zu der Technologietransferstelle der Chemnitzer Handwerkskammer.

### Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen

Beide Institute sind in das internationale Forschernetzwerk der Schweiß- und Verbindungstechnik eingebunden.

### Generelle Einschätzungen

Beide Institute stellen dem IGF-Programm ein gutes Zeugnis aus. Grundsätzlich sei es richtig, weitgehend themenoffen Forschung zu fördern, die vornehmlich KMU zugute kommt. KMU spielen in den Wertschöpfungsketten eine wichtige Rolle als Zulieferer. In dieser Funktion sind sie auf technische Kompetenz angewiesen, die von ihren Auftraggebern erwartet wird. Den Forschungsstellen ermöglicht die IGF einen Zugang zu KMU und damit ein besseres Verständnis der praktischen Probleme der Unternehmen.

### Daten zu den Forschungsstellen

a) Institut für Verbundwerkstoffe an der TU Chemnitz

#### Budget im Jahr 2005

Einnahmen insgesamt	1,4 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,4 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	0,3 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	0,3 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	0,4 Mill. €
sonstige Mittel	

#### Personalentwicklung

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	26	12
Jahresdurchschnitt 2005	25	12

#### Anzahl der laufenden Projekte

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	30	7
in 2005	25	7

## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts

Aluminiumlegierung finden über den Strukturleichtbau hinaus Anwendung in Konstruktionen mit hoher Verschleißbeanspruchung, für die sie nicht ausreichend geeignet sind. Versuche, durch Aufbringung von härteren Schichten die Aluminiumlegierungen vor Abrieb zu schützen haben gezeigt, dass diese keine ausreichende Stützwirkung aufweisen. Bei zyklischer Beanspruchung kommt es hierdurch zum Bauteileversagen.

Erfolgversprechend scheint eine Oberflächenbehandlung zu sein, bei der die Duktilität (Verformung des Materials bei Überlastung) der Matrix, in der die Hartstoffe metallurgisch eingebunden sind, erhalten bleibt. Es hat sich gezeigt, dass sich Silizium-Hartstoffe am besten zur Verstärkung von Aluminium-Silizium-Legierungen eignen. Die Dispergierung soll mit einem Lasersystem erfolgen.

Mit dem Projekt wurde angestrebt:

- Das Zeit- und Temperaturverhalten beim Laserdispergieren von SiC-Partikeln in Al-Werkstoffe zu untersuchen,
- Die Auflösungskinetik der Hartstoffe bei verschiedenen Legierungselementen hierbei zu analysieren,
- Bestimmung von Optimierungskriterien bei der Einbindung der Hartstoffe in die Aluminium-Matrix sowie
- Entwicklung von Leitlinien zum sicheren Einsatz des Laserdispergierens.

#### Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation

Es handelt sich um ein Kooperationsprojekt zweier Universitätslehrstühle an der TU Chemnitz: das Institut für Verbundwerkstoffe sowie das Institut für Fertigungstechnik / Schweißtechnik. Es handelt sich um Nachbarinstitute derselben Fakultät. Die Beweggründe für die Kooperation liegen in der Verfügbarkeit der erforderlichen Anlagen für die Versuche sowie der sich ergänzenden Kompetenz zu den technischen Aspekten dieses Projektes. Beide Institute haben bereits zuvor in Projekten kooperiert. Für das Forschungsprojekt war die Zusammenarbeit von Vorteil.

#### Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes

Die Variation der Werkstoffe sowie die Erforschung der Auflösungskinetik von Siliziumpartikeln in Aluminiumwerkstoffen bei der Laserdispergierung erweitern die Erkenntnisse hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit zur Härtung von Verschleißflächen an

Aluminiumbauteilen. Der Einsatz von Lasersystemen ist wegen ihrer guten Steuer- und Regulierbarkeit und wegen der relativen kurzen Bearbeitungszeit wirtschaftlich vorteilhaft.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt ist in Hinblick auf die Erforschung der Reaktion unterschiedlicher Materialien während des Laserdispergierens als Grundlagenforschung zu qualifizieren. In seinem zweiten Teil, nämlich die Untersuchung der praktischen Umsetzung anhand von Praxisbauteilen, ist es zudem auch ein anwendungsorientiertes Forschungsprojekt.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

In dem Antrag wird ausgeführt, dass durch begleitende anwendungsorientierte Untersuchungen an Praxisbauteilen erste industrielle Umsetzungen bereits während der Projektlaufzeit angestrebt werden. Dies wirft die Frage auf, inwieweit derartige Praxistests dazu beitragen können, einzelnen Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Hierzu hat das Ministerium inzwischen (2008) eine Klärung herbeigeführt und Kriterien festgelegt, unter welchen Bedingungen Praxistests in Unternehmen statthaft sind. Grundsätzlich geht es jedoch in diesem Projekt um ein Verfahren, das für eine Vielzahl von Unternehmen insbesondere im Zulieferbereich von hohem Interesse ist. Eine breite Streuung der Forschungsergebnisse relativiert den Vorteil, den möglicherweise einzelne Unternehmen dadurch erlangen, dass Versuchsreihen in ihren Unternehmen, an ihren Anlagen und mit ihren Produkten durchgeführt werden.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Aluminiumbauteile neigen an solchen Stellen zu versagen, wo sie hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Die Härtung dieser Flächen ist ein für die Sicherung der Qualität und Haltbarkeit eine eminent wichtige Frage, an deren Beantwortung viele metallverarbeitenden Unternehmen Interesse haben.

Für KMU ist das Projekt von besonderer Relevanz, weil es zur Erweiterung der Einsatzgebiete von Produkten und zur Erhöhung der Sicherheit (Bestandsfestigkeit) beiträgt.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstellen**

Im weiteren Umfeld dieser Fragestellung wurden bereits Vorarbeiten und andere Forschungsvorhaben durchgeführt, allerdings nicht mit der spezifischen Zielrichtung dieses IGF-Projektes.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Für die Realisierung es Projektes gab es keine Alternative. Hätte es den Förderansatz nicht gegeben, wäre das Projekt nicht durchgeführt worden.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Die Forschungsfrage wurde in einem umfänglichen Kommunikationsprozess entwickelt, an dem die Institute, Industrie und die Anwender beteiligt waren. Hierzu wurden Tagungen, Gesprächskreise und die Fachausschüsse genutzt. Die Problembeschreibung entspringt einem gemeinsamen „Brainstorming“ vieler Beteiligter. Die Ausformulierung der Forschungsfrage erfolgte bei den Forschungsstellen.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Die Projektidee wurde von den Forschungsstellen ausformuliert und dem Fachausschuss vorgestellt. Die Projektskizze stieß auf lebhaftes Interesse, auch und besonders bei den Industrievertretern. Anschließend wurde die Projektskizze zum Antrag ausgebaut und zur Rückkopplung nochmals mit dem Ausschuss abgestimmt. Der DVS hat dann den Antrag an die AiF weitergeleitet.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

KMU waren an den Diskussionen im zuständigen Fachausschuss beteiligt und haben somit auf die Ausgestaltung der Forschungsfrage Einfluss genommen. Konkret waren 4 Unternehmen an der Konzeption beteiligt, darunter 3 KMU.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Die Forschungsfrage entsprach einem Anliegen der metallverarbeitenden und der elektrotechnischen Industrie, die schon länger sich mit dem Problem konfrontiert sieht, dass Aluminiumbauteile ausfallen, weil sie den Beanspruchungen nicht gerecht werden. Alle bisherigen Versuche, durch Legierung das Problem zu mindern, waren nicht erfolgversprechend. Im expandierenden Markt der Leichtmetallanwendungen sind zuverlässige Legierungen eine wichtige Voraussetzung, um den Qualitätsanforderungen der Anwender und Nutzer zu entsprechen.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Der Antrag auf Begutachtung erreichte die AiF am 28.03.2001. Im Rahmen der Frühkoordinierung wurde das Projekt ohne Bemerkungen angenommen. Nachdem der Gutachterausschuss am 11.10.2001 das Projekt mit inhaltlichen und finanziellen Auflagen befürwortet hatte, beschloss der Bewilligungsausschuss der AiF am 23.7.2002 das Gutachten zu fördern.

Der Gutachterausschuss hatte eine Reihe von kritischen Anmerkungen an den Antrag: Der Stand der Forschung sei nicht ausreichend beschrieben, die Literatur nicht ausrei-



chend recherchiert worden. Außerdem wird festgestellt, dass der Aufwand an Personal nicht angemessen kalkuliert sei. Die Höhe der beantragten Fördermittel sei nicht angemessen. Diese Kritik wird im Einzelnen begründet. Grundsätzlich erkennt der Gutachterausschuss aber an, dass es sich um ein wirtschaftlich für KMU bedeutsames Projekt handle und der beabsichtigte Lösungsansatz geeignet sei, Antworten auf die Forschungsfragen zu erhalten.

Die inhaltlichen Auflagen lauteten wie folgt:

1. Bei der Charakterisierung der erzeugten Gefüge ist in Verschleißuntersuchungen besonders auf die Haftung und das Reißen von SIC-Partikeln zu achten. Die in den Gefügekarten aufzunehmenden Parameter sind auf deren industrielle Verwertbarkeit zu prüfen.
2. Der Stand der Technik ist nicht hinreichend dargestellt.
3. Die Entwicklungsarbeiten sollten von Anfang an konkrete praxisbezogene Bauteile und Anforderungen einbeziehen, zumindest einen konkreten Anwendungsfall.
4. Im PA ist mindestens ein potentieller Anwender aufzunehmen, der an der zu schaffenden Lösung interessiert und praktisch in der Lage ist, diese in einer Auswahlvariante zu realisieren.
5. Die angesetzten Personalausgaben sind nicht nachzuvollziehen und sind entsprechend zu reduzieren.

Neben den kritischen fachlichen Anmerkungen ist an dieser Stelle die Auflage bemerkenswert, es soll mindestens ein Anwender gefunden werden, der interessiert und in der Lage ist, die Auswahlvariante umzusetzen. Hier gibt es ein Spannungsverhältnis zum Postulat der Vorwettbewerblichkeit.

Die Forschungsstellen haben den Auflagen entsprochen und ihren Antrag korrigiert. Bei den Personalkosten wurden die Ansätze neu begründet und schließlich akzeptiert. Der Antrag wurde am 23.7.2002 vom Gutachterausschuss abschließend bewilligt.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die Vorstellungen der Forschungsstellen konnten vollständig umgesetzt werden.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Die im PA vertretenen Unternehmen haben das Forschungsprojekt mit Interesse und Engagement begleitet. Eines dieser Unternehmen hat ihr besonderes Anwenderinteresse bekundet. Die Erwartungen bezogen sich auf einen verbesserten Verschleißschutz von Funktionsflächen sowie auf eine kostengünstigere Verfahrensweise.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstellen**

Im PA waren 6 Unternehmen vertreten, darunter 4 KMU. Der PA hat zweimal getagt. Unternehmen des PA haben für das Projekt u.a. Flussmittel zur Verfügung gestellt. Außerdem hatten sie durch Vorschläge nachhaltigen Einfluss auf die Forschungsarbeiten. Der PA hat aktiv und engagiert an dem Forschungsvorhaben mitgewirkt.

Organisiert wurde der PA durch die Forschungsstellen. Bei der Gewinnung von Mitgliedern gab es keine Schwierigkeiten. Im PA waren Unternehmen vertreten, die auf dem Markt untereinander im Wettbewerb stehen. Es erfolgte jedoch eine fachliche und offene Diskussion.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Es traten keine Probleme bei der Projektdurchführung auf.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die angestrebten Ergebnisse wurden in vollem Umfang erreicht. Dies wird auch von dem Schlussgutachten bestätigt. Dort wird auch attestiert, dass die Ergebnisse von wissenschaftlich-technischem und wirtschaftlichem Nutzen für KMU seien. Da das untersuchte Verfahren bisher nicht genutzt wurde, seien durch die neue Technik des Verstärkens von Aluminiumbauteiloberflächen den Dienstleistern auf dem Gebiet der Lasertechnik neuer Anwendungsfelder erschlossen worden.

### **Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

Den Untersuchungsergebnissen werden praktische Relevanz für Unternehmen, insbesondere KMU zugesprochen. Gleichwohl, so sagt der abschließende Fragebogen der Forschungsstellen, sei eine industrielle Anwendung nicht absehbar. Es wird aber nicht ausgeschlossen, dass in weniger als 3 Jahren vielleicht eine Innovation daraus werden kann.

Zu den Forschungsergebnissen zählt auch eine Übersicht, die es KMU erleichtert, die Eignung des untersuchten Verfahrens im konkreten Fall zu bewerten. Die Handreichungen hierzu kann man als Regelwerk bezeichnen. Zu Patenten oder veränderten Normen hat das Projekt nicht beigetragen, das war auch nicht beabsichtigt. Ein Personalwechsel oder eine Ausgründung in Zusammenhang mit diesem Projekt erfolgte nicht.

### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstellen**

Die Ergebnisse können vorwiegend im Maschinenbau, im Apparatebau, in der Automobilbranche, in der Energietechnik, von Werkzeugmaschinenherstellern und von Papierverarbeitern eingesetzt werden. Sie sind für alle Unternehmen der genannten Branche von Interesse, freilich auch für Forscher in diesem Fachgebiet.

Die Forschungsstellen benennen drei Unternehmen, welche die Forschungsergebnisse hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit geprüft bzw. eingesetzt haben.

### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Der Nutzerkreis ist bereits weitgehend durch die Branchenzugehörigkeit der Unternehmen beschrieben, die das Verfahren einsetzen bzw. die Einsetzung geprüft haben. Ein Kompaktkälteanlagenbauer hat sich ebenfalls für das Verfahren interessiert, das Unternehmen wurde jedoch inzwischen geschlossen.

### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Es wurde ein Beitrag zur Charakterisierung metallurgischer Prozesse während des Laserdispergierens von SiC in Aluminium geleistet. Ein Anschlussprojekt wurde nicht durchgeführt. Der Projektbericht gibt allerdings Hinweise auf weiteren Forschungsbedarf.

### **Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Nach Meinung beider Forschungsstellen sind es vor allem die Institute, die für eine Verbreitung der Projektergebnisse zuständig sind. Die Rolle der Forschungsvereinigung im Rahmen der IGF ist klar definiert. Sie stellt die Plattform dar, auf der Diskussionen und Projektvorschläge generiert werden. Die Forschungsvereinigung informiert dann ihre Mitgliedsunternehmen und leitet Anfragen an die Forschungsstellen weiter. Eine verstärkte Unterstützung bei der Dissemination durch die Forschungsvereinigung wird von den Forschungsstellen nicht erwartet.

### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Die Projektberichte und auch Kurzfassungen zu den Projektergebnissen wurden sowohl in Printform als auch elektronisch weit gestreut. Es erschienen 3 wissenschaftliche Beiträge in Fachzeitschriften und zwei sonstige Veröffentlichungen zu diesem Thema. Neben der Publikation im Internet wurde das Projekt auf 4 Kongressen bzw. Tagungen („7. Internationales Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen“,

kurz LÖT 2007 und Löttechnisches Forum der Fachgesellschaft Löten im DVS) vorgestellt. Auf einer wichtigen Messe wurden die Ergebnisse ebenfalls präsentiert.

Die Mitgliedsunternehmen der Forschungsvereinigung wurden gesondert über das Forschungsvorhaben vor Projektstart und während der Projektbearbeitung unterrichtet. Sie erhielten die Projektergebnisse kostenlos zugestellt. Der Projektbericht ist Mitgliedern im geschützten Internetbereich des DVS zugänglich.

### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Die Forschungsstellen fühlen sich besonders für den Ergebnistransfer zuständig. Sie sprechen sowohl die Interessenten aus der Wissenschaft als auch aus der Wirtschaft an. Die Forschungsvereinigung leitet Anfragen an die Forschungsstellen weiter.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Für die Forschungsstellen besteht ein hoher Anreiz, sich dem akademischen Wettbewerb mit ihren Projekten zu stellen. Darüber hinaus sind sie auch darauf aus, die Unternehmen von der Praxisrelevanz ihres Wirkens zu überzeugen. Beide Forschungsstellen verstehen sich als anwendungsorientierte Forschungsstätten.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Ergebnisse des Projektes wurden mit Interesse aufgenommen. Einige haben die Anwendung der Ergebnisse in ihrem Unternehmen geprüft. Ein Unternehmen (ein KMU) hat das Verfahren, so wie es in dem Projekt präzisiert wurde, umgesetzt.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Es gab zwei Anfragen zu dem Projekt, die gewissenhaft beantwortet wurden. Beide Anfragen kamen von KMU. Darüber hinaus wurden 4 Unternehmen bei der Umsetzung des untersuchten Verfahrens beraten. Von diesen waren 3 KMU. Allerdings hält das Institut nicht regelmäßig und systematisch nach, welche Unternehmen letztendlich die Forschungsergebnisse umsetzen und anwenden.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Jegliche Verfahrensänderungen, die der Beschleunigung des Bewilligungsverfahrens dienen, werden von den Forschungsstellen begrüßt.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Die Verfahrensänderungen haben sich nur geringfügig bemerkbar gemacht. Eine wirkliche Beschleunigung der Verfahren hat es nicht gegeben. Bisherige Modifikationen des Prozedere haben zu keinen wirklich spürbaren Entlastungen oder Vereinfachungen geführt.

### **Potenzial für Veränderungen**

Die Durchschnittsdauer der Bewilligung von IGF-Projekten ist zu lang. Die Forschung lebt von der Kontinuität und der schrittweisen Kumulation von Wissen. Letzteres ist überwiegend personengebunden. Dauert die Bewilligung eines Projektes zu lange, dann besteht die Gefahr, dass qualifizierte Mitarbeiter das Institut verlassen und Know-how verloren geht. Es ist daher aus Sicht der Forschungsstellen dringend erforderlich, eine Lösung zu finden, um Zeiten zwischen Antragstellung und Bewilligung überbrücken zu können. Denkbar wäre, dass nach erster positiver Sichtung des Antrages der Zugang zu einem Fonds freigemacht wird, aus dem Überbrückungsgelder bezogen werden können. Besonders kritisch war die Situation 2004/2005 als eine Haushaltssperre erlassen wurde und fest eingeplante Projekte nicht durchgeführt werden konnten. Dieses Ereignis hat dazu geführt, dass viele Wissenschaftler in den Instituten nicht weiterbeschäftigt werden konnten und implizites Wissen verloren ging. Es geht in vielen Projekten um sehr spezifisches Wissen, das nicht ohne weiteres und schon gar nicht in kurzer Zeit von einer anderen Person beherrscht werden kann. Bei Neueinstellungen zu Projektbeginn ist eine längere Vorlaufzeit zur Einweisung bis hin zur kreativen Eigenarbeit des Bearbeiters oder der Bearbeiterin vonnöten.

Die Praxis zeigt, dass der bürokratische Ablauf von der Antragstellung bis zur Bewilligung zu kompliziert ist. Es kommen – trotz aller Sorgfalt bei der Antragstellung - immer wieder Rückfragen und es werden auch während der Projektbearbeitung Nachweise verlangt. Äußerst kompliziert erweist sich z.B. ein Mitarbeiterwechsel im Projektteam. Es gibt einfach zu viele Prüfroutinen und zu wenig Vertrauen. Helfen könnten hier pauschale Zuweisungen in begrenztem Umfang, bei denen unterstellt wird, dass die Institute damit sachgemäß umgehen. Zeitweilig wird zu viel Zeit und Konzentration auf die Befriedigung der Bedürfnisse der Bürokratie verwendet statt für die Forschung.

Projekt-Nr. 13597

## **Optimierung der Verbindungsqualität und Ermittlung von verbesserten Prüfkriterien artfremder Schwarz-Weiß Bolzenschweißverbindungen**

Forschungsstelle:

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt München (SLV München)

Niederlassung der GSI mbH

Schachenmeierstraße 37

80636 München

Tel.: +49 89 126 805-57

Internet: <http://www.slv-muenchen.de/>

Ansprechpartner: Prof. Dr. Ing. Dieter Böhme

Dr. Ing. Heidi Cramer

Dipl. Ing. Andreas Jenicek

Vom Projektbeirat: Rainer Trillmich (Köster & Co GmbH, Ennepetal)

Fördervolumen: 178.300 €

Bewilligungszeitraum: 01.06.2003 bis 31.05.2005

### **I. Angaben zur Forschungsstelle**

#### **Allgemeine Informationen zur Forschungsstelle**

##### **Geschichte und institutionelles Profil**

1950 wurde die SLV München vom Deutschen Verband für Schweißtechnik (DVS) als eigenständiges Institut gegründet, um gemeinnützig, neutral und wirtschaftlich unabhängig die Anwendung der Schweißtechnik zu fördern. 1996 wurde die SLV München in eine gemeinnützige GmbH umgewandelt und im Januar 2000 als Niederlassung in die Gesellschaft für Schweißtechnik International (GSI mbH) verschmolzen, die 1999 vom DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. zunächst unter Zusammenführung von vier Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten gegründet wurde. Inzwischen gehören 8 Niederlassungen zur GSI.

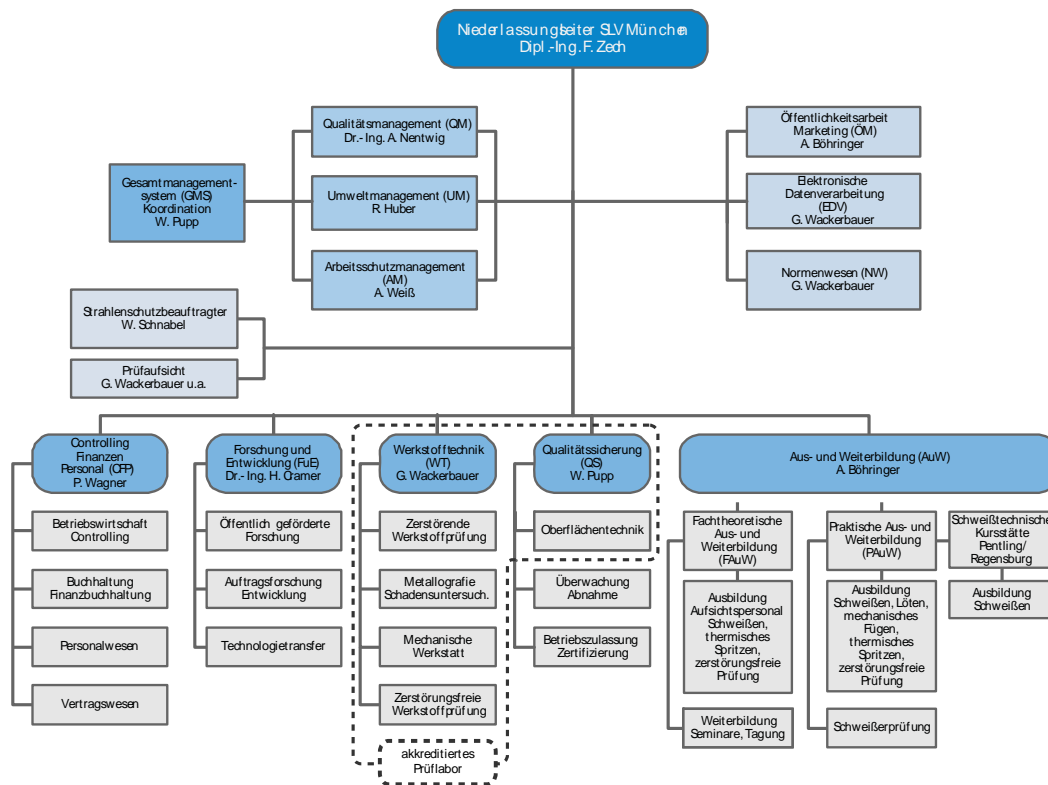
Das Institut ist eine (durch DVS-PersZert®, Land Bayern, DAP, EBA und ZLS) akkreditierte und anerkannte Ausbildungs-, Überwachungs-, Prüf- und Zertifizierungsstelle. Weiterhin ist die SLV München als Überwachungsstelle für die Fremdüberwachung von Bauprodukten nach der Bauregelliste sowie als Überwachungs- und Zertifizierungs-

rungsstelle von Bauprodukten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung nach dem Deutschen Institut für Bautechnik DIBT anerkannt.

Die SLV München widmet sich schwerpunktmäßig der Ausbildung und ist anerkannte Ausbildungs- und Prüfstätte zur Abnahme von Schweißerprüfungen.

**Organisationsstruktur**

Die Schwerpunkte der Tätigkeiten der SLV München liegen in der Aus- und Weiterbildung, die Prüfung und Zertifizierung von Personal auf allen Gebieten der Schweißtechnik und verwandter Verfahren sowie der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung sowie die Implementierung von Qualitätssicherungssystemen nach nationalen und internationalen Richtlinien. Auf den Gebieten der Werkstoffuntersuchungen, Schadensfällen und Gutachten werden jährlich mehr als 500 Vorgänge bearbeitet.



Quelle: SLV München

Die SLV München hat 76 Mitarbeiter. Auf einer Gesamtfläche von 10.200 m<sup>2</sup> werden 10 Werkstätten betrieben, 10 Forschungslabore und 8 Prüflabore. Für die Lehrgänge stehen 5 Hörsäle sowie 150 Schweißplätze zur Verfügung.

Das Organigramm zeigt, dass Forschung und Entwicklung eine Abteilung der SLV München ist. Schwerpunkt ist die Neu- und Weiterentwicklung von Verfahren und Ge-

räten auf vielen schweißtechnischen Gebieten im Unternehmensauftrag und im öffentlichen Auftrag. Zahlreiche Forschungsfragen entwickeln sich aus der Beratungstätigkeit, weil spezifische Probleme der Kunden spezifische Lösungen erfordern, die häufig nicht ohne Einsatz von Forschung herausgefunden werden können. Forschungs- und Entwicklungsaufgaben werden in folgenden Kontexten vorgenommen:

- Lösung von schwierigen Schweißaufgaben,
- Auswahl des richtigen Schweißverfahrens und Optimierung der Parameter,
- Auswahl der Gerätetechnik,
- Festlegung der Schweiß- und Randbedingungen,
- Analyse von betrieblichen Fertigungsbedingungen,
- Optimierung des betrieblichen Fertigungsablaufs,
- Entwicklung neuer Schweißverfahren und Schweißgeräte,
- Optimieren einzelner Bauelemente,
- Verbesserung der Messtechnik,
- Untersuchung mit Hochgeschwindigkeitsfotografie,
- Prüfen und Beurteilen von Schweißgeräten und Stromquellen,
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen (Lüftung, Schadstoffe, Lärm) sowie
- Ausbildung in Sonderverfahren.

Die SLV München ist somit keine ausschließliche Forschungsstätte, sondern nimmt im Rahmen ihrer sonstigen beratenden, ausbildenden und prüfenden Tätigkeit für Unternehmen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben wahr. Diese Konstellation gewährleistet den im Rahmen der IGF geforderten Praxisbezug. Darüber hinaus ist sie über die GSI in den DVS eingebunden.

### **Bedeutung der IGF für die Forschungsstelle**

Die Forschungsvorhaben der SLV München werden gefördert durch:

- die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF).
- das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie (StMWVT),
- die Bayerische Forschungstiftung,
- das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF),
- die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie
- die Europäische Union (EU).



Für die Forschungsstelle spielt die IGF eine sehr herausgehobene Rolle, nicht zuletzt deshalb, weil es sich bei der SLV München um eine Einrichtung handelt, die eng mit dem DVS und damit mit der Forschungsvereinigung verbunden ist. Die Mehrzahl der Projekte der SLV München wird durch die IGF gefördert. Für das Forschungsfeld ist das Förderprogramm von großem Nutzen.

### **Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

Die SLV München arbeitet im DVS unter anderem in dem Gemeinschaftsausschuss DIN AG V 2.2 / NA 092-00-16 AA „Bolzenschweißen“ mit. In dieser Arbeitsgruppe werden durch Fachleute aus Unternehmen der Geräte- und Zusatzhersteller, von Anwendern sowie Instituten Lichtbogen-Bolzenschweißprozesse, -verfahren und -geräte behandelt (Bolzenschweißen mit Hubzündung; Bolzenschweißen mit Spitzenzündung/Kondensatorentladung).

Aktuelle Aufgabenstellungen sind:

- die Überarbeitung der Normen DIN EN ISO 13918 und DIN EN ISO 14555,
- die Erstellung von DVS-Merkblättern über den schweißtechnischen Umgang mit einzelnen Werkstoffen wie Stählen in verschiedener Anwendungsgruppen, Aluminium, zur Anlagentechnik sowie
- die Automatisierung.

In diesem Ausschuss arbeiten derzeit 27 Vertreter von Unternehmen, Behörden (wie z.B. Eisenbahn-Bundesamt) und Forschungsstätten zusammen. Die Zusammensetzung des Ausschusses deckt den Personenkreis und die Institutionen ab, die sich mit diesem Technologiefeld auseinandersetzen.

Die SLV München hat Kontakt zu allen Forschungs- und Hochschuleinrichtungen in Deutschland, die sich mit dem Thema Schweißtechnik und Werkstoffe befassen. Der Meinungs- und Erfahrungsaustausch erfolgt über die zahlreichen Tagungen und Workshops sowie durch Kooperation in bestimmten Projekten.

Es wurden und werden teilweise Projekte gemeinsam mit der Forschungsvereinigung FOSTA durchgeführt. Projektkooperationen erfolgten auch mit dem VDI.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

Die Verbindungstechnik befindet sich im Wandel. Gesetzliche Vorschriften, neue Normen und Standards sowie der technische Fortschritt in der Fügetechnik eröffnen den Unternehmen zusätzliche Möglichkeiten, stellt sie aber auch vor neue Herausforderungen. Die SLV München ist Anlaufstelle für Unternehmen, die sich mit diesen Problemen konfrontiert sehen. Dabei bringt die Technologie mit sich, dass sie keineswegs

auf eine bestimmte Branche beschränkt ist, sondern sich zunehmend als Querschnittstechnologie präsentiert. Auch die Einsatzbedingungen der jeweiligen Schweißtechniken unterscheiden sich und erfordern meistens spezielle Lösungs- und Umsetzungswege.

Die SLV München befasst sich vorrangig mit folgenden Schweißtechnologien: Bolzenschweißen, Laserstrahlschweißen, Reibschweißen, Schutzgasschweißen, Simulation und Widerstandsschweißen. In diesem Zusammenhang werden Machbarkeitsstudien erstellt und Hilfe für die Optimierung der Schweißparameter, der Prozessrandbedingungen, der Bauteilüberwachung und der Werkstoffauswahl bereitgestellt. Unternehmen lassen Bauteile, Musterteile und Nullserien prüfen. Die hierfür vorgenommenen Versuche werden dokumentiert und sind Belege für eine möglicherweise zu beantragende Zulassung. Unterstützung erfahren die Unternehmen auch bei der Serienapplikation neuer Schweiß- und Fügeverfahren.

Folgende Forschungsthemen stehen derzeit im Vordergrund der Forschungsaktivitäten der SLV München:

- MSG-Löten (neue Drahtwerkstoffe, hochfeste Werkstoffe, Lötrissigkeit),
- neu entwickelte Fügeverfahren (kalte Verfahren) sowie
- Reib-, Lichtbogenbolzen-, Widerstands- und Laserstrahlschweißen.

Es geht in diesem Forschungsbereich vor allem um die Fortentwicklung bekannter Verfahren.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

Die SLV München deckt aufgrund der technischen Ausstattung ein breites Feld der Schweißtechnik ab, ist jedoch in ausgewählte Technikfelder besonders spezialisiert. Die FuE Abteilung ist bemüht, ihr Forschungsprofil gerade in diesen speziellen Themenbereichen zu schärfen.

Neben den Entwicklungsarbeiten für die Industrie führt die SLV München auch Forschung im öffentlichen Auftrag durch.

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Die auftraggebenden Unternehmen der SLV München kommen aus recht unterschiedlichen Branchen. Es sind Unternehmen aus dem Leichtmetallbau, Hydraulik, Armaturenbau, Turbotechnik, Elektrotechnik, Motorenbau, Flugzeugbau, Metallbau, Maschinenbau, Wälzlagerbau, Nutzfahrzeugbau, Montagetechnik Industriebau und anderen metallverarbeitenden Wirtschaftszweigen. Forschungsthemen ergeben sich unter anderem aus den Kontakten zu diesen Unternehmen. Darüber hinaus wird die Branchenrelevanz durch die Teilnahme an den Fachausschusssitzungen des DVS gesichert.

### **Charakter des Beitrags der Forschungsstelle zum Technologiefeld**

Die Forschungsstelle befasst sich mit Fragestellungen aus dem Technologiefeld des Schweißens und Verbindens. Hier prüft sie die Anwendungsbedingungen zumeist bekannter Verfahren und entwickelt für sie Anleitungen bzw. Regeln zum optimalen Einsatz im industriellen Herstellungsprozess. Hierbei geht es auch um die Zuordnung von Werkstoffen zu bestimmen Fügeverfahren.

### **Klassifizierung des Projekts als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Die Forschungsarbeiten nehmen stets konkreten Bezug auf Problemstellungen der Unternehmen im (vornehmlich) metallverarbeitenden Gewerbe. Sie sind anwendungs- und praxisorientiert.

### **Charakter der Projekte**

Mit Grundlagen- und Anwendungsforschung ist die SLV München bestrebt, Lösungsansätze zu allgemeinen schweißtechnischen Problemstellungen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zu erarbeiten.

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

Die SVL bietet technische Dienstleistungen für Unternehmen an, vornehmlich KMU, und betreibt auf dem Gebiet der Schweißtechnik im weiteren Sinne Forschung, um praxisgerechte Lösungen für die Unternehmen zu erarbeiten. In dieser Hinsicht steht sie im Wettbewerb um Beratungs- bzw. Forschungsaufträge von Unternehmen von allen privatwirtschaftlichen und öffentlich-rechtlichen Einrichtungen, die ein ähnliches Angebotsprofil aufweisen. Darüber hinaus gibt es ein Wettbewerb um Fördermittel. In diesem Segment sind alle universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen Wettbewerber der SLV München.

## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Die SLV München ist als Dienstleistungsanbieter für Unternehmen auf einen engen Kontakt zu technologieorientierten Unternehmen angewiesen. In diesem Zusammenhang kooperiert die Forschungsstelle intensiv mit dieser Zielgruppe. Die Zusammenarbeit bezieht sich auf Aus- und Weiterbildung, Beratung sowie FuE-Dienstleistungen.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

Die Unternehmen unterstützen die Forschungsarbeit durch ihre Anfragen bzw. ihre Bereitschaft, technische Probleme mit der SLV München zu diskutieren. Die Kommunikation ist die Grundlage dafür, praxisrelevante Forschungsprojekte zu generieren.

Die Unternehmen unterstützen die Forschung durch Eigenaufträge oder aber auch durch Bereitstellung von Materialien und Informationen (z.B. Messdaten). Daher kann das Engagement der KMU als zufriedenstellend klassifiziert werden.

### **Nutzen der Forschung für Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Unternehmen profitieren von der Forschung direkt, wenn sie Untersuchungen in Auftrag geben. Sie erlangen einen indirekten Vorteil von der Forschung der SLV München dadurch, dass der aktuelle Stand des Wissens über die Ausbildungs- und Beratungsangebote an die Unternehmen transferiert werden. Forschungsergebnisse erreichen die Unternehmen auch durch Publikationen oder sonstige Veröffentlichungen, aus denen die Unternehmen Wissen und Anregungen beziehen.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

Die Forschungsaktivitäten der SLV München befassen sich in erster Linie mit technischen Problemstellungen von KMU, denn die Anwender von Schweißtechnik sind ganz überwiegend kleine und mittlere Unternehmen. Die IGF sorgt durch die Förderbedingungen dafür, dass KMU in den Forschungsprozess eingebunden sind und somit ihre Forschungsinteressen zur Geltung kommen. KMU beziehen hohen Nutzen aus IGF-Projekten, weil sie auf diesem Weg zu Wissen gelangen, das sie sonst nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen sich aneignen könnten, weil ihnen häufig die Mittel fehlen, selbst FuE zu betreiben. Im Vergleich zu anderen Projekttypen sind zwei besondere Vorteile des IGF-Programms hervorzuheben: die Offenheit für unterschiedliche Themen und die konsequente Orientierung an die Problemlagen mittelständischer Unternehmen. Für die SLV München ist der Nutzen für KMU von IGF Projekten höher als bei anderen Projekten.

## **Teilhabe der Forschungsstelle an Forschungsnetzwerken**

### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

Die SLV München arbeitet mit gut 120 anderen Forschungseinrichtungen in Deutschland zusammen. Darüber hinaus bestehen Kooperationen zu zwei ausländischen Forschungsstätten.

### **Beziehungen zu Forschungsstellen bzw. Forschungsvereinigungen unter dem Dach der AiF**

Seit 2000 hat die SLV München 17 Projekte über die DVS durchgeführt, darunter eins in Kooperation mit der Forschungsvereinigung FOSTA. Im gleichen Zeitraum fanden Kooperationen mit 6 anderen Forschungsinstituten im Rahmen der IGF statt.

### **Kontakte zu staatlichen Transfereinrichtungen**

Es bestehen enge Kontakte insbesondere zu technischen Betriebsberatungsstellen der Handwerkskammern.

### **Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen**

Die SLV München ist weltweit tätig und hat in vielen Ländern Partner durch gemeinsame Unternehmen oder in Kooperationsformen:

- Bulgarien SLV München-Bulgarien GmbH, Sofia
- Kroatien Fakultät Strojarstva I, Brododgradnje, Sveucilista u. Zagrebu,
- Rumänien ISIM, Institute of Welding and Material Testing, Timisoara,
- Slowakei TÜV Slovakia s.r.o., Bratislava,
- Slowenien INSTITUT ZA VARILSTVO ZAVAR d.o.o., Ljubljana,
- Slowenien TÜV Bayern SAVA d.o.o., Ljubljana,
- Türkei METU, Middle East Technical University, Ankara,
- Tschechien TÜV CZ s.r.o., Prag sowie
- Ungarn Magyar Hegesztестechnikai, Egyesüles Budapest.

Darüber hinaus sind die bestehenden Aktivitäten in Vietnam (über die Einbindung eines EU-Projekts), China (thermisches Spritzen) und die Beziehungen zu Brasilien erwähnenswert.

Verbindungen bestehen auch in die Niederlande und nach Dänemark (DWI Danish Welding Institute).

### **Generelle Einschätzungen**

Grundsätzlich wird das IGF Programm von der Forschungsstelle als sehr erfolgreich und wertvoll angesehen. Der Förderansatz und die Zielgruppe sind geeignet, Innovationspotenziale zu aktivieren. Ganz wesentlich sei jedoch, dass es der besonderen Rolle der KMU als Bindeglied zwischen den Branchen und den Großunternehmen Rechnung trägt. Es ist auch unkritisch, z.B. Unternehmen aus Österreich mit in den PA aufzunehmen. Wertschöpfungsketten machen innerhalb Europas nicht an den Grenzen halt. Ein gesamtwirtschaftlich bedeutsamer technologischer Wettbewerbsnachteil ist durch eine

Kooperation mit einem Unternehmen aus einem europäischen Nachbarstaat nicht zu erwarten.

Ansonsten wurde kritisiert, dass die bürokratischen Abläufe zu aufwändig und zu langwierig seien. Insbesondere bei aktuellen, drängenden Problemen sei ein beschleunigtes Verfahren wünschenswert. Im Begutachtungsverfahren treffen öfter akademischer Anspruch und Praxisnähe aufeinander. Vielfach sind Zugeständnisse hinsichtlich der wissenschaftlichen Anforderungen zu machen, sofern sie für die Anwendung und den KMU-Nutzen unerheblich sind. Der Forschungsanspruch der Gutachter sei mitunter praxisfern und spiegelt häufig akademische Auseinandersetzungen wider.

Aus Sicht der Forschungsstelle wäre es sinnvoll, in besonders begründeten Fällen längere Projektlaufzeiten zuzulassen.

## Daten zur Forschungsstelle

### Budget im Jahr 2005

Einnahmen insgesamt	6,5 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,2 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	0,6 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	0,2 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	
sonstige Mittel	5,5 Mill. €

### Personalentwicklung

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	14	60
Jahresdurchschnitt 2005	12	65

### Anzahl der laufenden Projekte

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	8	4
in 2005	6	3

## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts<sup>2</sup>

In dem Projekt wurden die Schweiß- und Rahmenbedingungen bei Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen mit unterschiedlichen Bolzendurchmessern (13, 16 und 19 mm) hinsichtlich Tragfähigkeit, Belastbarkeit, Hitzebeständigkeit und Qualität mit Hilfe geeigneter Prüfmethode untersucht. Dieses Thema ist für Unternehmen deshalb von Interesse, weil derzeit noch eine Zulassungsbeschränkung bei der Anwendung im Bauwesen durch das Deutsche Institut für Bautechnik besteht. Ziel des Projektes war es u.a., die Unbedenklichkeit einer Erweiterung der Zulässigkeit bei der Anwendung im Bereich der Bauaufsicht zu belegen.

Zu der Aufgabenstellung des Projektes gehörten:

- die Ermittlung der Bedingungen für eine sichere Anwendung von Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen bei artfremden Verbindungen,
- die Optimierung der Schweißqualität bei artfremden Bolzenschweißungen,
- die Untersuchung der Einflüsse der Schweiß- und Randbedingungen auf das Tragverhalten sowie
- die Ermittlung der Rissanfälligkeit bei unterschiedlichen Schweiß- und Randbedingungen.

Die Technik der Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen kommt häufig im Bauwesen, im Fassadenbau und bei Windkraftanlagen zum Einsatz. Im Bauwesen ist es das wirtschaftlichste Fügeverfahren, im Fassadenbau ist hiermit eine hohe Kraftübertragung bei geringer thermischer Belastung möglich und in Wärmekraftanlagen bewährt sich das Verfahren bei Feuerfestverbindungen wegen seiner hohen thermischen Belastung bei geringem Krafteinsatz. Die DIN EN ISO 14555 erschwert den KMU die Anwendung der Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen wegen des hohen Prüfumfanges.

Die Untersuchungen an Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen mit Edelstahlbolzen in den Durchmessern von 13 bis 19 mm haben ergeben, dass

- fehlerarme Schweißverbindungen mit hoher Belastungsfähigkeit bei geeigneter SchweißEinstellung möglich sind,
- die Bolzenschweißungen die Forderungen für die Biegeprüfung mit einem Biege Winkel über 60 Grad erfüllen,

---

<sup>2</sup> Vgl. Jenicek, A. und Cramer, H. (2006), Verbesserung des Tragverhaltens artfremder Bolzenschweißverbindungen. Schweißen und Schneiden 58, H. 10, Düsseldorf: 542-549.

- dass die Einbrandformen – mit Ausnahme mittiger Bolzenanschmelzung - keine Makrorisse aufweisen,
- dass mit der Wärmebehandlung der Nachweis des Wasserstoffeinflusses auf das Bruchverhalten erbracht werden kann,
- dass bei 16 mm Bolzen die Bruchlage mit Anschmelzen und mit einem Keramikring erreicht werden kann.

Die Forscher kommen letztendlich zu dem Ergebnis, dass die Beschränkung des Zulassungsbescheides des Deutschen Instituts für Bautechnik aufgehoben werden kann.

### **Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation**

Bei dem Forschungsprojekt 13597 handelt es sich nicht um ein Kooperationsprojekt. Es wurde in alleiniger Verantwortung der Schweißlehr- und Versuchsanstalt München durchgeführt.

### **Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes**

In diesem Fall ging es in erster Linie um eine Erweiterung von Kenntnissen innerhalb des Technologiefeldes. Es wurden bisher angenommene Grenzen der Einsetzbarkeit der Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen hinterfragt und überprüft. Das Wissen wurde insofern vermehrt, als nun feststeht, dass bisherige Beschränkungen des Einsatzes aufgehoben werden können. Hierbei wurden die Zusammenhänge zwischen Werkstoff, Einflussgrößen und Schweißergebnis aufgearbeitet und Prüfkriterien für die mechanische und thermische Belastung ermittelt.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt ist eindeutig der praxisbezogenen, experimentellen Forschung zuzurechnen, mit dem die bislang gültigen Beschränkungen beim Einsatz von Schwarz-Weiß-Bolzenschweißungen in Frage gestellt wurden. Es fand also eine experimentelle Überprüfung von technischen Regeln mit dem Ziel statt, die bislang geforderten Prüfungen reduzieren zu können, um die Anwendung der Technik durch KMU attraktiver zu machen.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Vorwettbewerblichkeit heißt, dass im Rahmen der AiF-Förderung nur Produkte oder Verfahren entwickelt werden dürfen, die kurz vor der Entwicklungsphase stehen und somit nicht unmittelbar einzelnen Unternehmen zugute kommen dürfen. In diesem Projekt ging es darum, die Breite der Anwendungsmöglichkeit einer bestimmten Schweißtechnik zu erweitern. Das Kriterium der Vorwettbewerblichkeit war erfüllt.



### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Das Projekt war darauf ausgerichtet, den Anwendungsbereich von Schwarz-Weiß-Bolzenschweißverbindungen zu erweitern und zwar gerade dort, wo insbesondere für KMU der Einsatz dieser Technik interessant ist. Die Ermittlung von Prüfkriterien und Fehlergrenzen sollte zeigen, dass in bisher baurechtlich unerlaubten Fällen durchaus Schwarz-Weiß-Bolzenschweißverbindungen zum Einsatz kommen können. Damit werden für die Unternehmen die in diesen Fällen geforderten aufwändigen Verfahrensprüfungen erleichtert, vor denen bislang insbesondere KMU zurückgeschreckt sind. Anwendungsbereiche bestehen vorrangig im Bauwesen und im Kraftanlagenbau. Das Interesse der Unternehmen ist aus diesen Gründen offensichtlich.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstelle**

Das Thema des Projektes fügt sich ein in eine Reihe von Untersuchungen der SLV München auf dem Gebiet des Bolzenschweißens. Es handelt sich somit nicht um ein grundsätzlich neues Themengebiet, jedoch ging es in dem hier behandelten Projekt um die Verbindung artfremder Werkstoffe unter besondere Berücksichtigung des Tragverhaltens und der Rissanfälligkeit. Vorläufer war ein AiF Projekt mit der Nr. 6320, es handelt sich aber nicht um ein direktes Anschlussprojekt.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

In der Fragestellung des Projektes geht es vor allem um die Verbreiterung der Anwendung einer Technik vornehmlich durch KMU in unterschiedlichen Branchen. KMU haben erfahrungsgemäß zum einen nicht die Finanzkraft, ein Forschungsprojekt alleine in Auftrag zu geben und zum anderen scheuen sie verständlicherweise das Risiko eines Projektes, bei dem nicht von vornherein feststeht, dass es erfolgreich und von den Unternehmen gewinnbringend umsetzbar ist. Daher ist die Chance für ein Forschungsprojekt in dieser Konstellation gering, wenn es nicht öffentlich gefördert werden würde.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Das Thema im weiteren Sinne war schon länger vor der Antragstellung in der SLV München beheimatet. Beim Bolzenschweißen konnten durch den Einsatz neuer Stromgeneratoren die Möglichkeiten des Einsatzes dieses Fügeverfahrens insbesondere im Bausektor erweitert werden. Diese Perspektive hat das Interesse mehrerer Unternehmen geweckt. Die Idee zur Durchführung des Projektes kam von der SLV München. Weitere Akteure waren die Mitglieder des Arbeitskreises 2.2 „Bolzenschweißen“ des DVS sowie Industrievertreter.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Die Fragestellungen für die Projekte werden von den Unternehmen aufgeworfen. Sie kommen zum Vorschein, wenn Unternehmen sich Ratsuchende an die SLV München wenden oder aber in Fachdiskussionen zwischen Unternehmern und Technikern praktische Probleme debattiert werden. Die SLV München wiederum greift diese Themen auf und leitet aus ihnen gegebenenfalls Forschungsfragen ab, die wiederum Gegenstand eines Projekts sein können. Es wird als Aufgabe angesehen, in den Problemstellungen der Unternehmen den Forschungsbedarf zu sehen und hieraus ein wissenschaftlich vertretbares Untersuchungskonzept zu entwickeln. Aus Sicht der SLV München ist ganz wesentlich, dass es sich stets um praxisrelevante Fragestellungen handeln muss, die auch in einem späteren Projekt ihre Praxisrelevanz bewahren müssen. Eine Umdeutung in ein eher theoretisch akademisches Problem entspricht nicht dem SLV-Aufgabenprofil und wird auch durch die regelmäßige Berichterstattung und die PA verhindert.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

Unter den zahlreichen Unternehmen, die mit der SLV München zusammenarbeiten, sind rund 60% als KMU zu bezeichnen. Im Jahre 2005 kooperierte die Abteilung Forschung und Entwicklung mit schätzungsweise 40 Unternehmen im Rahmen von Forschungsprojekten. Diese Unternehmen kamen aus allen Teilen der Bundesrepublik und hatten ihren Tätigkeitsschwerpunkt in unterschiedlichen Branchen, wie z.B. Fahrzeugbau und Zulieferindustrie, allgemeiner Maschinenbau, Werkzeugbau, Bauwesen, Stahl- und Verbundbau sowie Haushaltsgerätebau. In der Planungs- und Antragsphase waren 8 Unternehmen beteiligt, davon 6 KMU. Sie boten fachliche Hilfestellung bei der Erstellung des Arbeitsplanes und stellten Geräte und Material für Untersuchungen zur Verfügung.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Es war absehbar, dass sich die Einsatzmöglichkeiten des Bolzenschweißens im Bau-sektor deutlich vergrößern würden, wenn die Ausgangsthese des Projektes sich bestätigen sollte.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Der Antrag auf Begutachtung erreichte die AiF am 28.3.2002. Auf der Sitzung der Frühkoordinierung am 28.05.2002 wurde der Antrag ohne Bemerkungen angenommen. Am 22.10.2002 nahm der Gutachterausschuss Stellung und befürwortete die Förderung des Forschungsvorhabens mit inhaltlichen und finanziellen Auflagen.

In der Stellungnahme des Gutachterausschusses wird das Forschungsvorhaben grundsätzlich positiv bewertet. Die wirtschaftliche Bedeutung wird im Falle erfolgreicher Ergebnisse insbesondere für KMU recht hoch eingeschätzt. In der Industrie wird eine Erweiterung der bisherigen Zulassungsbestimmungen seit längerem vehement gefordert.

Der Gutachterausschuss wertete auch die im Antrag vorgesehenen Transfermaßnahmen positiv.

Es werden folgende kritische Anmerkungen gemacht:

Der Projektantrag stützt sich nach Auffassung des Ausschusses auf das AiF-Vorhaben mit der Nr. 6320, welches auch von der SLV München bearbeitet wurde. Demnach liegen Vorerkenntnisse vor, die im neuen Projekt genutzt und berücksichtigt werden sollten. Daher wird gefordert

1. den Personalkostenansatz um bis zu 6 Mannmonate zu kürzen,
2. eine Abgrenzung zu dem Vorläuferprojekt vorzunehmen und jene Erkenntnisse zu nutzen, die seinerzeit erzielt wurden,
3. die Kurzbeschreibung des Vorhabens zu ergänzen.

In dem Maße, wie Vorerkenntnisse nutzbar gemacht werden können, sollte die Projektlaufzeit bis zu einem halben Jahr gekürzt werden. Es wird ein Nachweis gefordert, wenn die angesprochenen Erkenntnisse nicht genutzt werden können.

Die SLV München hat hierzu Stellung bezogen und ausgeführt, dass es um eine Erweiterung der Ergebnisse auf dem Projekt 6320 ginge. Es sollen in dem beantragten Projekt Untersuchungen an Bolzen mit anderem Durchmesser durchgeführt werden, als seinerzeit im Vorläuferprojekt. Die im Jahre 1991 gemachten Erfahrungen – so die SLV München – reichten nicht aus, die Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung zu erwirken. Außerdem seien Untersuchungsschritte vorgesehen, die erstmals durchgeführt würden. Es wurde festgestellt, dass nur in geringem Maße auf Erkenntnisse und Erfahrungen des Vorgängerprojektes zurückgegriffen werden könnte. Abschließend wurde zugestanden, die Projektlaufzeit um 2 Mannmonate zu kürzen. Daraufhin wurde das Projekt schließlich am 22.10.2002 ohne Auflagen bewilligt.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die Vorstellungen der SLV München konnten vollumfänglich umgesetzt werden. Die Ausgangshypothese hat sich bestätigt. Die Grundlagen für die Zulassung von Schwarz-Weiß-Bolzenverbindungen in der genannten Art konnten geschaffen werden.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Unternehmensvertreter wurden regelmäßig über den Projektfortschritt informiert. Ihnen wurden Zwischenergebnisse mitgeteilt. Durch den PA kam es auch zum gewünschten Feed-back.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstelle**

Während im Antragsverfahren für den PA noch 5 Unternehmen genannt wurden, darunter 4 KMU, war der PA schließlich mit Vertretern von 10 Unternehmen besetzt:

Dipl. Ing. I. Möhring, Gumba, Grasbrunn,

Dipl. Ing. K. Jost, Nelson GmbH, Gevelsberg (Hersteller von Schweißstromquellen),

Dipl. Ing. R. Trillmich, Köster, Ennepetal (Hersteller von Schweißstromquellen),

Dipl. Ing. O. Reuter, BSK Bolzenschweißtechnik GmbH, Köln,

Dipl. Ing. E. Miklos, Linde, Unterschleißheim,

Dr. Ing. W. Welz, Johannesbrunn,

Heinz Soyer, Fa. Heinz Soyer (Hersteller von Schweißstromquellen),

Herr Schramm, BTH-Tech GmbH,

Herr Böswald, Gartner sowie

Herr Klier, HBS.

Es fanden insgesamt 5 Sitzungen des PA statt (15.06.2004, 16.10.2004, 11.03.2005, 31.05.2005, 02.12.2005).

Es gab keine Probleme, Mitglieder für die Teilnahme am PA zu finden. Die Akquisition des PA erfolgte durch die SLV München. Das Unternehmen Linde als einziges Großunternehmen im PA war für die Durchführung des Projektes deshalb wichtig, weil sie die erforderlichen Gase und Schutzgase bereitgestellt hat. Die Zahl der beteiligten Unternehmen deutet auf ein besonderes Interesse der Unternehmen an dem Thema hin. Herr Dipl. Ing. Rainer Trillmich hat sich als Vertreter des PA an dem Gespräch mit der Forschungsstelle am 06.02.2007 in Düsseldorf beteiligt.

Die Unternehmen beteiligten sich aktiv an den Forschungsarbeiten, u.a. durch Bereitstellung von Materialien. Außerdem machten sie konstruktive Vorschläge, die nachhaltigen Einfluss auf die Forschungsarbeiten hatten.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Probleme oder besondere Vorkommnisse traten bei der Durchführung des Projektes nicht auf. Es war auch kein Personalwechsel von projektverantwortlichen Mitarbeitern zu verzeichnen.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die ursprünglich anvisierten Projektziele wurden vollständig erreicht.

**Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

Die Ergebnisse fanden Eingang in eine DIN – Norm (DIN EN ISO 14555). Außerdem erlangte das Verfahren den Zulassungsbescheid für nichtrostenden Stahl Z30.3-6 durch die Bauaufsicht. Patentanmeldungen erfolgten nicht.

**Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstelle**

Der auch schon bei der Antragstellung erkennbare potenzielle Nutzen hat sich durch die Forschungsergebnisse bestätigt. Einige der PA-Mitglieder haben bekundet, die Ergebnisse in ihren Unternehmen umzusetzen und zu nutzen. In Unternehmen folgender Branchen können die Ergebnisse des Projektes zur Anwendung kommen: Stahlbau, Maschinenbau, Kesselbau, Ofenbau, Wärmekraftanlagen, Fassadenbau und Befestigungstechnik.

**Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Die Forschungsergebnisse tragen zur Erweiterung bestehender Anwendungen bei, sie bewirken eine höhere Wirtschaftlichkeit und gestatten sichere Verfahrensanwendungen. Die Qualitätsprüfung des Schweißergebnisses wird vereinfacht. Die Ergebnisse sind vorwiegend für KMU der genannten Branchen von Interesse.

**Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Ein Anschlussprojekt wurde nicht durchgeführt. Allerdings kam es zu einem späteren Zeitpunkt zu einer weiteren Untersuchung mit dem Titel „Qualitätsbeurteilung von Bolzenschweißverbindungen mit Hubzündung durch Prozessüberwachung“ (AiF Nr. 14881 N; Bewilligungszeitraum 01.07.2006 bis 30.06.2008; Bearbeitung: Andreas Jenicek.)

**Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Die Forschungsvereinigung ist ein wichtiges Verbindungsglied zwischen Forschungsstelle und Wirtschaft. Die Ausschüsse des DVS bieten das Forum, fachliche Fragen aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht zu beleuchten. Über diesen Weg werden nicht nur Forschungsfragen generiert, sondern auch Forschungsergebnisse verbreitet. Den externen Ergebnistransfer übernehmen Forschungsvereinigung und Forschungsstelle gemeinsam, wobei allgemeine Informationen von der Forschungsvereinigung verbreitet werden. Diese gibt der Forschungsstelle auch die Möglichkeit, über Messeveranstaltungen und Fachtagungen über die Forschungsergebnisse zu berichten. Spezielle Anfragen beantwortet die Forschungsstelle und nimmt auch ggf. Kontakt zu den anfragenden Un-

ternehmen auf. Die SLV München verbreitet die Forschungsergebnisse darüber hinaus über eigene Kanäle (Informationsschriften, Vorträge etc.).

### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Der Abschlussbericht des Projektes ist im Internet verfügbar. Auf dem Server des DVS steht auch eine Kurzfassung bereit, die Unternehmen zum Anlass nehmen können, sich direkt an die Forschungsstelle zu wenden. Das Institut hat zum Thema einen Beitrag in einer Fachzeitschrift veröffentlicht sowie zwei sonstige Publikationen hierzu gemacht. Die SLV München war mit der Vorstellung der Projektergebnisse auf einer Tagung und auf drei Messen vertreten. Die Ergebnisse haben auch Eingang in die Lehrgangskonzepte der SLV München gefunden.

### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Die Forschungsstelle fühlt sich in erster Linie für die Verbreitung der Forschungsergebnisse verantwortlich. Über die Maßnahmen der Forschungsvereinigung zur Verbreitung der Projektergebnisse ist die Forschungsstelle nicht informiert.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Auf Seiten der SLV München besteht ein großes Interesse am Ergebnistransfer, weil sie sich nicht zuletzt hiervon weitere Beratungsaufträge erhofft. So bietet die SLV München Beratung bei der Umsetzung an und wirbt auch aktiv hierfür. Im Jahre 2005 haben 90 Unternehmen von diesem Beratungsangebot Gebrauch gemacht, davon 22 KMU.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Projektergebnisse sind von den im PA beteiligten Unternehmen positiv aufgenommen worden. Einige bekundeten Interesse an der Umsetzung der Ergebnisse in ihrem Unternehmen. Pläne zur Weiterentwicklung durch Unternehmen sind nicht bekannt, sind auch im Rahmen der Fragestellung dieses Projektes nicht zu erwarten.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Es kamen 3 Anfragen von Unternehmen, davon 2 KMU, die sich für die Projektergebnisse interessiert haben. Ob Unternehmen die Projektergebnisse tatsächlich umgesetzt haben, ist nicht bekannt. Es gab allerdings 2 Unternehmen (darunter 1 KMU), die von der SLV München bei der Umsetzung beraten wurden. Es wird aber nicht regelmäßig nachgehalten, wie viele Unternehmen die Ergebnisse der Projekte umsetzen.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Bisher durchgeführte Verfahrensänderungen waren ohne nachhaltige Wirkung, da neue Regulierungen im Verfahren wieder hinzugekommen sind.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Die Projektdurchführung wird immer dann gehemmt, wenn Zeit für Anfragen, Nachfragen oder Nachweise seitens der AiF bzw. der Forschungsvereinigung aufgewendet werden muss. Da hierbei oft auch fachliche Aspekte eine Rolle spielen, können diese Formalien nicht einem Sekretariat allein überlassen werden.

### **Potenzial für Veränderungen**

Nach Ansicht der SLV München ist das Antrags- und Durchführungsverfahren bei AiF-Projekten sehr aufwändig. Insgesamt vergingen 22 Monate zwischen der Projektidee und dem Beginn der Forschungsarbeiten. 3 Monate lagen zwischen Fixierung der Projektidee bis zur formellen Antragstellung, 19 Monate zwischen Antragstellung und Bewilligung durch die AiF. Die Projektfinanzierung erfolgte unmittelbar nach der Bewilligung.

Hingewiesen wird von der SLV München, dass die Gremiensitzung mit erheblichen Reisekosten sowie Arbeitszeitausfall verbunden sind. Dies gilt für die Sitzung des

- Technischen Ausschusses als vorgeschaltetes Gremium zum Antragsverfahren,
- die Fachausschusssitzungen, die zweimal pro Jahr tagen, um neue Anträge vorzustellen und über laufende Projekte zu berichten sowie
- die Zusammenkünfte der Mitglieder im PA, die zweimal pro Jahr und Projekt stattfinden.

Kritisiert wird auch der Aufwand, der hinsichtlich bestimmter Nachweise zu erbringen ist. So wird ein schriftlicher Nachweis über kostenlose Materiallieferungen durch die Unternehmen gefordert. Hierdurch werden die Entscheidungsspielräume der Mitarbeiter auf fachlicher Ebene tangiert, die in diesen Fällen den Dienstweg einhalten und um schriftliche Erlaubnis bitten müssen. Die SLV München sieht auch in der Verpflichtung, dass drei KMU-Vertreter im PA vertreten sein müssen, ein Hindernis. Die abnehmende Beteiligung von KMU-Vertretern in den PA und die vermehrte Präsenz der Großunternehmen in den PA wird unter anderem auch auf diese Kostenbelastung zurückgeführt.

Die Forschungsstelle hat eine Übersicht zusammengestellt, mit der der Ressourcenaufwand bei Antragstellung unterschiedlicher Projektträger verglichen wird. Diese wird nachstehend wiedergegeben.

Tabelle  
**Vergleichende Darstellung des Aufwandes für die Antragstellung bei  
 unterschiedlichen Projektträgern**

<b>AiF</b>	<b>DFG</b>	<b>Bayerische Projektförderung</b>
1. Technischer Ausschuss	1. Antrag	1. Antrag
2. Kurzantrag	2. Ggf. Reaktion auf Auflagen	2. Bewilligung
3. Fachausschüsse beraten	3. Bewilligung	3. Zwischenbericht / Jahr
4. Langantrag	4. Abschlussbericht	4. Abschlussbericht
5. Befürwortung durch die Gutachter	5. Veröffentlichung	5. Veröffentlichung
6. Ggf. Auflagen		
7. Gutachterausschuss		
8. Bewilligung		
9. Einberufung des PA 2 x pro Jahr		
10. Präsentation 2 x pro Jahr im Fachausschuss		
11. Zwischenbericht / Jahr		
12. Schlussbericht		
13. Veröffentlichung		

Quelle: SLV München

Demnach erweist sich das IGF-Antrags- und Bewilligungsverfahren als besonders aufwändig.



Projekt-Nr. 13598

## **Weiterentwicklung des Hochtemperaturlötens mit Ledeburit-Loten**

Forschungsstelle:

Leibniz Universität Hannover

Institut für Werkstoffkunde

An der Universität 2

30823 Garbsen

Tel.: +49 511 762-4311 / 4312

Internet: [www.iw.uni-hannover.de](http://www.iw.uni-hannover.de)

Ansprechpartner: Prof. Dr. Friedrich-Wilhelm Bach

Dr. rer. nat. Ullrich Holländer

Dr. Ing. Kai Möhwald

Fördervolumen: 230.050 €

Bewilligungszeitraum: 01.03.2003 bis 28.02.2005

### **I. Angaben zur Forschungsstelle**

#### **Allgemeine Informationen zur Forschungsstelle**

##### **Geschichte und Organisation**

Im Jahre 1831 wurde in Hannover die Polytechnische Anstalt gegründet; Karl Karmarsch war ihr erster Direktor. Im Jahre 1835 wurde der Betrieb in die Höhere Gewerbeschule überführt, aber erst 1905 mit Prof. Nachtweh der erste etatmäßige Professor für spezielle mechanische Technologie, Maschinenzeichnen und landwirtschaftlichen Maschinenbau ernannt. Die speziellen mechanischen Technologien entsprechen heute den Gebieten Werkstofftechnik und Materialwissenschaften. Schon damals beschäftigten sich die Mitarbeiter mit Fragestellungen wie der Materialprüfung und der Metallurgie, wobei eine Ausrichtung auf die heutigen Schwerpunkte unter der Leitung von Professor Alexander Matting erfolgte. Die Geschichte des Instituts ist im Internet ausführlich dokumentiert (vgl. <http://www.iw.uni-hannover.de/geschichte.0.html?&L=0>).

Das 1905 gegründete Institut für Werkstoffkunde sieht seine Aufgaben neben der Grundlagenforschung besonders auch in der Vermittlung zwischen Forschung und Anwendung, Es steht interessierten Unternehmen für Dienstleistungen in den Bereichen Entwicklung, Prüfung und Beratung zur Verfügung. 2004 wurden die produktionstechnischen Maschinenbau-Institute im Produktionstechnischen Zentrum Hannover zusammengefasst. Dies diente vorzugsweise der stärkeren Vernetzung der Technologiegebiete

aber auch, um Unternehmen umfassend als Ansprechpartner gegenüberzutreten zu können.

Neben der umfangreichen Grundlagenforschung, die industriell zum Teil erst in einigen Jahren Anwendung finden wird, widmet sich das Institut auch aktuell industriell relevanten Forschungsthemen. Diese industrienahen Forschung wird einerseits durch spezielle Fördermaßnahmen (u.a. BMBF, AiF) oder auch bilateral mit den Unternehmen durchgeführt. Das Institut verfügt über eine umfangreiche technische Ausstattung, die es erlaubt, Dienstleistungsaufträge für die Industrie durchzuführen.

### **Organisationsstruktur**

Das Institut für Werkstoffkunde untergliedert sich in insgesamt sechs Bereiche, die sich in ihren jeweiligen Spezialgebieten mit wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Fragestellungen befassen:

- BML - Biomedizintechnik und Leichtbau
  - Biomedizintechnik,
  - Strukturwerkstoffe sowie
  - Magnesium- und Aluminiumtechnologie.
- Fortis - Füge-, Oberflächentechnik und Mikrosysteme
  - Löt-, PVD, Galvanik,
  - Simulation, Diagnostik, Mikrosystem sowie
  - Beschichtungsservice.
- MiMo - Mikrostruktur und Modellbildung
  - Mikrostrukturanalyse,
  - Gefügemodellierung sowie
  - Numerische Gefügesimulation.
- TW - Technologie der Werkstoffe
  - Mechanische Prüfung und Korrosion,
  - Stahlmetallurgie sowie
  - Schweißtechnik.
- UWTH - Unterwassertechnikum Hannover
  - Schneid- und Strahltechnik,
  - Handhabungs- und Steuerungstechnik sowie
  - Wasserstrahllabor.

- ZFP - Zerstörungsfreie Prüfverfahren
  - Ultraschall- und elektromagnetische Prüfverfahren,
  - Schwingungsüberwachung und Schadensdiagnose sowie
  - Radio- und Thermographie.

Das Institut deckt damit einen weiteren Bereich der Werkstoffkunde ab. Hierfür beschäftigt es 150 Mitarbeiter.

Tabelle  
**Zahl der Mitarbeiter am Institut für Werkstoffkunde der  
 Leibniz Universität Hannover**

Mitarbeiter	BML	UWTH	ZfP	TW	Fortis	IW
Wissenschaftliche Mitarbeiter	11	12	5	8	11	47
Technischer Dienst	-	9	3	2	4	23
Auszubildende	-	-	-	-	-	10
Studentische Hilfskräfte	20	20		19	11	70
Gesamt	-	-	-	-	-	150

Quelle: Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover (Stand: 2006)

Das Institut hat Rechte über eine Vielzahl von Patenten: 2 CA-Patente, 29 DE-Patente, 5 US-Patente und 5 Wo-Patente (vgl. <http://www.iw.uni-hannover.de/patentierungen.0.html?&L=0>).

### **Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

Das Institut gilt als international anerkannt und verfügt über zahlreiche nationale und internationale Kontakte. Das Institut für Werkstoffkunde arbeitet mit 15 Forschungseinrichtungen in Deutschland zusammen. Über den DVS hinaus steht das Institut mit der FV Fosta (Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.) und EFB (Europäische Forschungsvereinigung für Blechverarbeitung e.V.) in Verbindung. Mit beiden Forschungsvereinigungen hat das Institut für Werkstoffkunde jeweils 1 Projekt seit dem Jahr 2000 durchgeführt. Die überwiegende Mehrzahl der Projekte wurde allerdings in Kooperation mit dem DVS durchgeführt (16 Projekte). Seit dem Jahr 2000 hat das Institut im Rahmen von IGF-Projekten mit 6 Forschungsinstituten zusammengearbeitet.

### **Bedeutung der IGF für die Forschungsstelle**

8,4% der Einnahmen des Instituts entfallen auf AiF-Projekte. Einen deutlich größeren Anteil an der Institutsfinanzierung hat die DFG (47,6%). Zweitgrößter Auftraggeber ist das BMBF, welches mit 19,5% an den Einnahmen des Instituts beteiligt ist. Die Industrie trägt mit 16,9% zu den Einnahmen bei. 4% kommen vom Land Niedersachsen und 2,6% entfallen auf EU-Projekte. Die Finanzierungsstruktur des Instituts zeigt, dass die IGF einen wichtigen Part spielt, keineswegs jedoch die Einnahmeseite dominiert.

Im Jahre 2005 wurden im Institut 53 Forschungsprojekte betreut, davon 6, die durch die IGF gefördert wurden.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

Wesentliche Forschungsgebiete am Institut für Werkstoffkunde sind:

*Biomedizintechnik:* In der Biomedizintechnik werden Lösungen für Fragestellungen aus der aktuellen klinischen Praxis erarbeitet. Als Teilgebiet des Maschinenbaus bietet die Biomedizintechnik interdisziplinäre Berührungspunkte zu Medizin- und Naturwissenschaften.

*Strukturwerkstoffe:* Hierzu gehören Verbundwerkstoff- und GFK-Formteile, aber auch Hochleistungs-Strukturwerkstoffe aus Titan und Titanlegierungen.

*Magnesium- und Aluminiumtechnologie:* Bei diesem Forschungsfeld geht es darum, die Legierungen so fortzuentwickeln, dass sie als extrem leichte, gut verarbeitbare und zugleich recyclingfreundliche Konstruktionswerkstoffe dienen können.

*Löten, PVD und Galvanik und Thermisches Spritzen:* Mit der Weiterentwicklung dieser klassischen Fügeverfahren befasst sich die Abteilung FORTIS. Ein wichtiges Aufgabengebiet ist zudem die *Simulation und Diagnostik* im Zusammenhang mit Schadensbewertungen oder Eignungsprüfungen.

*Mechanische Werkstoffprüfungen und Untersuchung zum Korrosionsverhalten:* Hiermit befasst sich die Abteilung TW (Technologie und Werkstoffe). Ein weiteres Forschungsgebiet dieser Gruppe ist die *Schweißtechnik* sowie die *Stahlmetallurgie*.

*Mikrostruktur und Modellbildung:* Aufgabe der Abteilung MiMo ist die Analyse und Bewertung von mikrostrukturellen Vorgängen in reinen Metallen und Metalllegierungen unter dem Einfluss von thermomechanischen Bearbeitungsvorgängen im Vordergrund. Diese Gefügeänderungen treten in Form von Phasenumwandlungen, Versetzungsstrukturen, Kornwachstum und Korndeformation auf und bestimmen die Einsatzparameter der Werkstoffe.

*Untersuchung von Bearbeitungsverfahren im und unter Wasser:* Hierauf ist das UWTH (Unterwassertechnikum Hannover) ausgerichtet. Dieses Themenfeld ist für Werften, Hafен- und Kaianlagenbau und maritime Technik von Bedeutung. Besonderes Augenmerk wird auf die Schneid- und Strahltechnik, die Handhabungs- und Steuerungstechnik und die Wasserstrahlschneidtechnik gerichtet.

*Ultraschall- und elektromagnetische Prüfverfahren:* Diese werden in der Forschungsgruppe Zerstörungsfreie Prüfverfahren (ZFP) eingesetzt, um Bauteilefehler zu identifizieren. Je nach Bauteil werden auch Schwingungsüberwachungen und Schadensdiagnostiken durchgeführt. Zum Einsatz kommt auch die Radio- und Thermographie.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

Bei der Entwicklung neuer Werkstoffe waren in den letzten Jahren besonders weitreichende Fortschritte zu verzeichnen. Insbesondere bei Legierungen sind neue Kombinationen entwickelt worden, deren Einsatzmöglichkeiten längst nicht ausgeschöpft sind. Innerhalb der sechs Forschungsabteilungen stellt sich die Dynamik der Fortentwicklung unterschiedlich dar. Im Vordergrund stehen immer die praktische Anwendbarkeit und der praktische Nutzen für Unternehmen.

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Die Forschungsfelder sind vor allem für den Maschinenbau, Automobilbau (einschließlich der Zulieferer), die Energietechnik und die Luftfahrtindustrie von Interesse. Es gibt jedoch auch Spillover-Effekte in andere technikorientierte Branchen.

### **Charakter des Beitrags der Forschungsstelle zum Technologiefeld**

Der Beitrag besteht in der Neuentwicklung und Weiterentwicklung von Be- und Verarbeitungsverfahren sowie Prüfverfahren von metallischen Werkstoffen. Außerdem besteht der Beitrag des Instituts zum Technologiefeld in der Auslotung der praktischen Einsatzmöglichkeiten von Werkstoffen.

### **Klassifizierung der Projekt der Forschungsstelle als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Am Institut für Werkstoffkunde werden dazu sowohl Projekte der Grundlagenforschung, als auch anwendungsorientierte Forschungsprojekte in interdisziplinären Teams bearbeitet. Dies geschieht gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern aus der Industrie, den Universitäten sowie in Kooperation mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Der Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Instituts liegt im Wesentlichen bei den metallischen Werkstoffen.

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

Auf dem Gebiet der Werkstoffkunde besteht ein internationaler Wettbewerb, da Werkstoffe die Grundlage für viele Bereiche der industriellen Produktion sind. Somit wird weltweit an der Entwicklung neuer Werkstoffe gearbeitet. Zugleich steigen die Anforderungen an die Eignung und Qualität der Werkstoffe. Dies gilt nicht zuletzt hinsichtlich ihrer Umwelteigenschaften.

In Deutschland gibt es eine Vielzahl von Hochschulinstituten, die sich mit den Themenbereichen Maschinenbau und Werkstoffe beschäftigen. Zu nennen sind sowohl universitäre (z.B. Aachen, Karlsruhe, Braunschweig, Magdeburg etc.) als auch außeruniversitäre Forschungsinstitute (z.B. Fraunhofer). Innerhalb der Themenfelder gibt es Spezialisierungen, sodass der Wettbewerb sich in Teilsegmenten des Forschungsgebiets ab-

spielt. Hierbei geht es um Drittmittelaufträge, um Reputation im akademischen Diskurs, aber auch um die Qualität der Kontakte zu Unternehmen.

## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Das Produktionstechnische Zentrum Hannover, in dem alle Institute der Fakultät Maschinenbau zusammengefasst sind, bemüht sich um enge Kontakte zur Industrie. Der 2004 durchgeführte Zusammenschluss diente unter anderem dazu, für Unternehmen eine zentrale Einheit zu schaffen, in der kooperativ den wissenschaftlichen Belangen der Industrie entsprochen werden kann.

Einige Institute, so auch das Institut für Werkstoffkunde, bieten Dienstleistungen für Unternehmen an. Hier werden im Auftrag von Unternehmen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben durchgeführt, aber auch Eignungsgutachten für bestimmte Werkstoffe angefertigt sowie Bewertungen von Schadensfällen vorgenommen. Die Kontakte zu Unternehmen sind ein ganz wesentliches Element der Arbeit des Instituts. So gab es im Jahr 2005 mit 40 Unternehmen Kooperationen im Zusammenhang mit Forschungsprojekten. Davon waren gut die Hälfte KMU. Die Unternehmenskontakte erstrecken sich auf die ganze Bundesrepublik, eine regionale Konzentration gibt es nicht.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

Die Unternehmen unterstützen die Forschungsarbeiten durch ihre Anfragen und Aufträge, die vom Institut als Anregung für Forschungsaktivitäten aufgegriffen werden. Sie gewähren den Forschern Einblick in ihre Produktionsprozesse und stellen mitunter Daten und Material zur Verfügung.

### **Nutzen der Forschung für Unternehmen, insbesondere KMU**

Direkten Nutzen erzielen die Unternehmen, die mit konkreten Forschungsanliegen an das Institut herantreten und vom Institut individuelle Lösungen bekommen. Bei Beratungsleistungen profitieren die Unternehmen zudem vom Know-how der Mitarbeiter des Instituts. Indirekt ziehen die Unternehmen Nutzen aus den Forschungsergebnissen, die beispielsweise in Regelwerke eingehen und somit zum Allgemeingut der Branchen werden.

Das Institut wirbt bei den Unternehmen mit seinem Beratungsangebot. Im Jahre 2005 haben 15 Unternehmen davon Gebrauch gemacht, darunter 10 KMU.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

Die IGF-Projekte unterscheiden sich nicht von den aktuellen Forschungsschwerpunkten des Instituts. Es kommt hier also zu wertvollen Synergieeffekten. Den IGF-Projekten kann grundsätzlich eine wichtige Bedeutung für die Entwicklung des Technologiefeldes zugesprochen werden. Die Rolle der KMU innerhalb der industriellen Wertschöpfungsketten ist vielfach die Belieferung von Großunternehmen mit Bauteilen, die hohen qualitativen Ansprüchen genügen müssen. IGF-Projekte unterstützen KMU, diese Anforderungen erfüllen zu können. Das Ausmaß des Nutzens für KMU variiert stark je nach Projekt. Grundsätzlich wird der Nutzen von IGF-Projekten für KMU im Vergleich zu sonstigen Projekten von der Forschungsstelle als größer eingeschätzt.

### **Teilhabe der Forschungsstelle an Forschungsnetzwerken**

#### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

Das Institut für Werkstoffkunde arbeitet mit 15 Forschungseinrichtungen in Deutschland zusammen. In den letzten 7 Jahren kam im Rahmen von IGF-Projekten zu Kooperationen mit 6 weiteren Forschungsinstituten.

#### **Beziehungen zu Forschungsstellen bzw. Forschungsvereinigungen unter dem Dach der AiF**

Das Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover hat jeweils ein Forschungsprojekt mit FOSTA und eines mit der EFB durchgeführt. Die Mehrzahl der IGF-Projekte erfolgt jedoch über den DVS.

#### **Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen**

Das Institut ist in den internationalen Diskurs seines Fachgebietes eingebunden und unterhält weltweite Kontakte zu Forschergruppen der Werkstoffkunde und angrenzender Gebiete.

### **Generelle Einschätzungen**

Das IGF-Programm erfreut sich beim Institut für Werkstoffkunde hoher Wertschätzung. Besonders positiv werden die Spinoff-Effekte bewertet, die durch die Diskussionen in den Fachausschüssen des DVS ausgelöst werden. Hier werden Ideen an den Schnittstellen zwischen Praxis und Wissenschaft generiert und umfassend diskutiert. Durch die Weitergabe von Forschungsideen auch an andere Fachausschüsse innerhalb des DVS zur Kommentierung wird der Interdisziplinarität der Fragestellungen Rechnung getragen. Der Austausch ist auch dadurch gewährleistet, dass einige Ausschussmitglieder in mehreren Fachausschüssen tätig sind.

Kritisch sei der bürokratische Aufwand zu sehen, der höher als in anderen Förderprogrammen ist. Auch wenn grundsätzlich die Ausrichtung des IGF-Programms auf KMU richtig ist, so ist doch auch die Schwierigkeit in den Blick zu nehmen, diese Zielgruppe zur Mitarbeit zu bewegen. KMU müssen umworben werden, damit sie sich an PA beteiligen. Selbst eine Zusage garantiert nicht, dass sie tatsächlich zu den Sitzungen erscheinen. Dies ist ein Problem, für das keine einfachen Lösungen vorliegen.

## Daten zur Forschungsstelle

### Budget im Jahr 2005

Einnahmen insgesamt	6,3 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,5 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	1,1 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	1,2 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	3,0 Mill. €
sonstige Mittel	0,5 Mill. €

### Personalentwicklung

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	k.A.	K,A.
Jahresdurchschnitt 2005	47	33 (+70 stud. Hilfskräfte)

### Anzahl der laufenden Projekte

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	k.A.	k.A.
in 2005	53	6



## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts

Als Ledeburitlote werden Lotlegierungen aus Gusseisen bezeichnet. Sie werden im Wesentlichen für das Lötens von Schnellarbeitsstählen (HSS), Hartmetallen, Stellite und hoch legierten ferritischen Stahlgusslegierungen angewendet. Die Ledeburitlote zeichnen sich durch gute Benetzungs- und Fließereigenschaften, Breitspalteigenschaften, hohe Festigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit aus und sie weisen im Lotnahtgefüge keine Sprödphasenbänder auf.

Die Technologie des Lötens mit Ledeburitloten hat bisher in der Literatur kaum Beachtung gefunden, weil ihre Bedeutung von Nickelbasisloten überdeckt wird, die wesentlich geringere Löttemperaturen aufweisen. Ledeburitlote werden heute kaum noch am Markt angeboten, obwohl es für KMU Einsatzbereiche gibt, für die sie sich auch aus wirtschaftlicher Sicht besonders gut eignen.

Mit dem Projekt wurde angestrebt, borfreie Hochtemperaturlote auf Ledeburitbasis in ausgewählten Systemen für Vakuum- und Schutzgaslötprozesse zum Fügen von Schnellarbeitsstählen, Hartmetallen, Stellite und hoch legierten ferritischen Stahlgusslegierungen zu entwickeln. Hierbei sollten bestimmte Parameter eingehalten werden, die näher spezifiziert wurden.

Mit den Lötversuchen sollten Benetzungsverhalten, Spaltfüllungsvermögen und Phasenbildung in unterschiedlichen Zusammensetzungen untersucht und beschrieben werden. Ziel war es, die Eignung der Ledeburitlote für die Fertigung von Werkzeugen aus Schnellarbeitsstählen zu prüfen, wobei die notwendigen Anforderungen hinsichtlich Härte, Zähigkeit, Belastbarkeit und Wärmefestigkeit einzuhalten waren.

#### Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation

Das Projekt wurde eigenständig vom Institut für Werkstoffkunde durchgeführt. Es wurde von der Fachgruppe Lötens, PVD, Galvanik betreut.

#### Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes

Das konkrete Projekt bezieht sich auf die Anwendung von Ledeburitbasislote, die gegenüber herkömmlichen Lotsystemen erhebliche Vorteile aufweisen. Ihre Anwendung kann insbesondere bei KMU Produktivitätsvorteile bewirken. Es ging um die Charakterisierung und Verbesserung von mechanisch-technologischen Eigenschaften dieser Lötverbindungen. Hier ist die Fragestellung geeignet, einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Technologiefeldes zu leisten.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt ist in Teilen grundlagen-, aber auch anwendungsorientiert. Bei der Einschätzung des praktischen Nutzens der angestrebten Forschungsergebnisse waren die Meinungen unterschiedlich. In der Schlussbegutachtung heißt es, „bereits bei der Antragstellung (sei) abschätzbar (gewesen), dass die hier entwickelten Lote in der Praxis kaum zum Einsatz kommen werden“. Das Institut sah jedoch bei der Antragstellung durchaus technischen und praktischen Nutzen.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Gegen das Gebot der Vorwettbewerblichkeit wird immer dann verstoßen, wenn einzelne Unternehmen aus einem Forschungsprojekt spezifische Vorteile im Wettbewerb ziehen können. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn im Rahmen des Projektes Untersuchungsschritte durchgeführt werden, die genau die Anwendungsbedingungen eines einzelnen Unternehmens (oder einer kleinen Gruppe von Unternehmen) berücksichtigt. In dem vorliegenden Projekt ist nicht ersichtlich, dass gegen das Gebot der Vorwettbewerblichkeit verstoßen worden wäre. Die Untersuchungen wurden in den institutseigenen Laboren durchgeführt.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Bei der Fertigung von Werkzeugen aus Schnellarbeitsstählen kann auf das Fügen von Bauteilekomponenten mittels Löten nicht verzichtet werden. Für die Unternehmen ist von Interesse, welche Lote die hohen Anforderungen an Härte, Zähigkeit, Belastbarkeit und Wärmefestigkeit erfüllen. Da Ledeburitbasislote gemeinhin beachtliche Vorteile gegenüber den weiter verbreiteten Nickelbasisloten aufweisen, ist es für die Unternehmen wichtig, welche Lote in welchen Bereichen am besten geeignet sind.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstelle**

Es besteht eine thematische Nähe zu einem AiF-Projekt, welches Prof. Lugscheider und Prof. Wielage von der TU Chemnitz mit dem Titel „Entwicklung neuer Lote für das Hochtemperaturlöten mechanisch hochbeanspruchter Stahlkomponenten“ durchgeführt haben. Im Gegensatz zu diesem Projekt zielte das Vorhaben des Instituts für Werkstoffkunde in Hannover auf borfreie Eisenbasislote mit höheren Löttemperaturen, als dies in dem Chemnitzer Projekt der Fall war.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Es handelt sich um eine Forschungsfrage zur Weiterentwicklung eines Verfahrens, das möglicherweise eine größere Rolle als bisher in der Fertigung von Werkzeugen spielen könnte. Da dieses Thema in den Unternehmen nicht ein drängendes Problem darstellt, ist ihre Bereitschaft hierzu Forschung zu betreiben bzw. Forschungsprojekte in Auftrag

zu geben gering. Somit wäre ohne Förderung durch die IGF das Projekt nicht durchgeführt worden.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Die Forschungsfrage wurde im Rahmen von Gesprächen in den Fachausschüssen aufgeworfen. Die Idee eines Forschungsprojektes wurde dann von der Forschungsstelle aufgegriffen, die Zielsetzung formuliert und im Fachausschuss 7 zur Diskussion gestellt. Die Industrievertreter haben sich interessiert an dem Thema gezeigt und einer Antragstellung bei der AiF zugestimmt.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Die Idee wurde im Juli 2001 entwickelt. Im Oktober 2001 erfolgte die Befürwortung der Antragstellung durch den Fachausschuss 7. Der Langantrag wurde am 19.4.2002 bei der AiF eingereicht. Bei der Frühkoordinierung am 21.06.2002 wurde der Antrag ohne Bemerkungen angenommen. Das abschließende Votum des Bewilligungsausschusses erfolgte am 22.07.2002.

Von der Projektidee bis zur formellen Antragstellung vergingen nach Aussagen der Forschungsstelle 7 Monate. Weitere 4 Monate vergingen bis zur Bewilligung der AiF. 8 Monate nach der Bewilligung begann die Projektfinanzierung.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

In der Planungs- und Antragsphase waren keine Unternehmen an dem Projekt beteiligt.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Das Projekt wurde mit der Vorstellung begonnen, ein inzwischen an den Rand gedrängtes Hochtemperaturlötverfahren für bestimmte Anwendungen wieder zu praktischem Einsatz zu verhelfen. Eine betriebliche Verwertbarkeit war zu Beginn des Projektes nicht abzusehen und hierbei ist es auch nach Abschluss des Forschungsvorhabens geblieben. Mitglieder des PA hatten allerdings bekundet, die Anwendung in Erwägung zu ziehen.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Das Begutachtungsverfahren weist keine Besonderheiten auf. Der Antrag wurde am 22.7.2002 ohne Auflagen und von allen Gutachtern befürwortet.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die Umsetzung des Forschungsvorhabens erfolgte ohne besondere Vorkommnisse. Die Vorstellungen des Instituts konnten erwartungsgemäß realisiert werden. Es musste allerdings eine kostenneutrale Verlängerung beantragt werden.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Es ist schwer, Unternehmen - insbesondere KMU – für eine Beteiligung an Forschungsprojekten zu begeistern. Das ist teilweise aus der Sicht der KMU auch verständlich, denn der Nutzen ihrer Teilnahme ist nicht unmittelbar absehbar und sie müssen für die Zeit der Projektmitarbeit auf Mitarbeiter verzichten, die üblicherweise überdurchschnittlich entlohnt werden. Hinzu kommt möglicherweise Reiseaufwand.

Für größere Unternehmen sind dies offenbar weniger große Hemmnisse, denn sie erhoffen sich zumindest mittelfristig Know-how-Erträge aus dem Engagement in den Ausschüssen.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstelle**

Die Mitglieder des PA wurden vom Institut für Werkstoffkunde akquiriert. Im PA waren 6 Unternehmen vertreten, darunter 3 KMU. Der PA tagte zweimal.

Die Unternehmen, die im PA vertreten waren, haben sich aktiv beteiligt, u.a. mit der Bereitstellung von Materialien (hier: Lote und Musterbauteile).

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Nennenswerte Probleme während der Projektdurchführung sind nicht aufgetreten.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die ursprünglich angestrebten Projektziele wurden vollständig erreicht.

### **Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

Ein Personalwechsel im Projektteam erfolgte während der Bearbeitungszeit des Forschungsvorhabens nicht. Patentanmeldungen waren nicht angestrebt und auch nicht zu erwarten. Offizielle Normen und Regelwerke wurden ebenfalls von den Ergebnissen nicht beeinflusst. Die Ergebnisse schlagen sich in solchen Richtlinien nieder, die über

den Einsatz von Ledeburitloten informieren. Zu einer Ausgründung in Folge des Projektes kam es nicht.

### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstelle**

Der praktische Nutzen der Projektergebnisse ist eher gering zu veranschlagen. Der Stand der Forschung erlaubt es noch nicht, das Lötverfahren in verstärktem Maße einzusetzen. Diese Feststellung wird auch in der Schlussbegutachtung gemacht. Dort heißt es: „Es war bereits bei der Antragstellung abschätzbar, dass die hier entwickelten Lote in der Praxis kaum zum Einsatz kommen werden. Der wirtschaftliche Nutzen wird gering bleiben.“

### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Potenzielle Nutzerkreise sind Unternehmen, die Werkzeuge aus Schnellarbeitsstählen fertigen (Maschinenbau, Automobilbau / Zulieferer). Beim gegenwärtigen Stand der Forschung lässt aber noch nicht absehen, ob das Verfahren wirtschaftlich sinnvoll einzusetzen ist.

### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Die positive Rolle von Cu-Zusatz zur Lotlegierung konnte festgestellt werden. Hieraus leiten sich weitergehende Forschungsfragen ab.

### **Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Die Forschungsvereinigung und die Forschungsstelle fühlen sich gleichermaßen verantwortlich für die Verbreitung der Projektergebnisse. Während die FV naturgemäß stark ihre Mitglieder im Blickwinkel hat, muss die Forschungsstelle auch den akademischen Anforderungen genügen und wissenschaftliche Publikationen vorweisen. Die FV hat ihre Mitglieder gesondert in den einzelnen Stadien der Projektdurchführung über den Verlauf und die Ergebnisse informiert. Im passwortgeschützten Bereich des Internets steht der Projektbericht den Mitgliedern zur Einsicht zur Verfügung. Die Forschungsstelle sieht sich ausreichend durch die Forschungsvereinigung bei der Verbreitung der Projektergebnisse unterstützt.

### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Die Forschungsvereinigung hat 2 Beiträge in Fachzeitschriften initiiert. Außerdem trug sie dafür Sorge, dass die Projektergebnisse auf 2 Kongressen bzw. Tagungen und an-

lässlich einer Messe (Posterpräsentation) vorgestellt wurden. Die Forschungsstelle hat ihrerseits ebenfalls 2 Beiträge in Fachzeitschriften veröffentlicht und einen Artikel in einer allgemeinwissenschaftlichen Publikation. Mitarbeiter des Projektteams haben auf einer Tagung und anlässlich einer Messe die Projektergebnisse vorstellen können.

Der Projektbericht wurde unter dem Titel „Weiterentwicklung des Hochtemperaturlötens mit Ledeburitloten“ als DVS-Berichte Band 231, Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen, Vorträge und Posterbeiträge des 7. Internationalen Kolloquiums in Aachen vom 15. bis 17. Juni 2004 im DVS-Verlag GmbH Düsseldorf im Jahre 2004 veröffentlicht (ISBN 3-87155-685-8).

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Für die Forschungsvereinigung ist der Ergebnistransfer ein Nachweis für das Engagement in der Forschung gegenüber den Mitgliedern. Je besser die Forschung Themen aufgreift, die den Bedürfnissen der Unternehmen entsprechen, desto mehr darf sie sich der Unterstützung aus der Wirtschaft gewiss sein. Die Forschungsstelle hat einerseits akademischen Ansprüchen zu genügen, andererseits möchte sie auch ihre Praxisnähe beweisen. Dem wissenschaftlichen Diskurs dient sie durch Veröffentlichungen in referierten Fachzeitschriften, der Praxis durch verständliche, komprimierte Präsentationen der umsetzbaren Ergebnisse in branchenüblichen Medien.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Projektergebnisse wurden von den beteiligten Unternehmen wohlwollend aufgenommen. Eine Weiterentwicklung der Forschungsfrage durch Unternehmen ist nicht zu erwarten.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Die Forschungsstelle berichtet von neuen Industriekontakten nach Abschluss des Forschungsprojektes. Speziell zu diesem Projekt gab es 4 Anfragen, darunter von einem KMU. Zwei Unternehmen baten um Beratung zur Umsetzung der Ergebnisse, darunter ein KMU. Es ist allerdings nicht bekannt, ob Unternehmen die Forschungsergebnisse bereits umgesetzt haben. Das Institut hält nicht nach, ob und in welchem Umfang Forschungsergebnisse von den Unternehmen genutzt werden.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Bisherige Verfahrensänderungen haben vorteilhaft gewirkt, insbesondere die Umstellung auf das Wettbewerbsverfahren. Sie haben sich allerdings kaum auf die Beschleunigung der formalen Prozeduren des Förderweges ausgewirkt.

**Potenzial für Veränderungen**

Der Zeitraum zwischen Projektbewilligung durch die AiF und dem Start der Projektfinanzierung ist eindeutig zu lang. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Institute Mitarbeiter vorhalten müssen, die für die Projektbearbeitung vorgesehen sind. Eine Zwischenfinanzierung der Personalkosten durch die Institute ist problematisch und eine Verschiebung von wissenschaftlichen Mitarbeitern zwischen den Projekten nur begrenzt möglich.

Projekt-Nr. 13599

## **Herstellung von Mehrblechverbindungen mit Hilfe der Hochleistungslaserstrahltechnik**

Forschungsstelle:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik

Lehrstuhl Fügetechnik

Universitätsplatz 2

39106 Magdeburg

Tel.: +49 391 67-18537 / 18613

Internet: [www.mb.uni-magdeburg.de](http://www.mb.uni-magdeburg.de)

Ansprechpartner: Dr. Jörg Jens Pieschel

Dr. Ing. Manuela Zinke

Fördervolumen: 169.550 €

Bewilligungszeitraum: 01.06.2003 bis 31.05.2005

### **I. Angaben zur Forschungsstelle**

#### **Allgemeine Informationen zur Forschungsstelle**

##### **Geschichte des Instituts**

Magdeburg schaut auf eine erst relativ kurze akademische Tradition zurück. Anders als bei anderen Universitätsstädten mit langer Geschichte stammen die ersten Hochschulgründungen in Magdeburg aus der noch jungen DDR der 1950er Jahre. Am 12.12.1955 wurde die Fakultät für Maschinenbau gegründet. Das Promotions- und Habilitationsrecht wurde der Fakultät für Maschinenbau am 08.12.1960 übertragen.

1956 erfolgte die Gründung des Instituts für Schweißtechnik (Einrichtung der Fachrichtung Schweißtechnik) / Ernennung von Prof. Hans Neese zum Institutsdirektor und zum Fachrichtungsleiter / Beginn der Oberstufenausbildung (Hauptstudium) mit 40 Studenten.

1958: Beginn der Forschungstätigkeit am Institut (Prof. Neese wird Präsidiumsmitglied der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse und Vorsitzender des Bezirksvorstandes dieser Gesellschaft) / Beginn der internationalen Zusammenarbeit.

1960: Übernahme des Instituts durch Prof. Manfred Beckert / Recht zur Erteilung des Titels „Schweißfachingenieur“ nach DIN 4100 und DV 8484.



1963: I. Internationales Studentenkolloquium der RGW-Mitgliedsländer in Magdeburg auf Initiative von Prof. Beckert (turnusmäßige Weiterführung in vierjährigem Abstand bis zur Beendigung im Jahr 2000 mit dem XIV. Internationales Studentenkolloquium in Magdeburg).

1968: I. Assistentenseminar der Hochschulen Magdeburg, Chemnitz mit Gästen anderer schweißtechnischen Hochschul- und Forschungseinrichtungen (im Jahr 2007 fand das 29. Assistentenseminar wieder in Magdeburg statt unter Teilnahme von 6 Hochschuleinrichtungen Deutschlands) / Prof. Beckert (Magdeburg) und Prof. Neumann (Chemnitz) erarbeiteten die aus 10 Bänden bestehende Hochschul-Lehrbuchreihe: Grundlagen der Schweißtechnik.

1987: Gründung der Technischen Universität Otto-von-Guericke Magdeburg.

1988: Berufung von Prof. Herold zum Leiter des Instituts.

1991: Mitglied der Forschungsvereinigung des DVS.

1993: Gründung der Universität Otto-von-Guericke Magdeburg.

1995: Eröffnung des Laserlabors.

2006: Zusammenschluss des Instituts für Füge- und Strahltechnik (IFST) und des Instituts für Werkstofftechnik und Werkstoffprüfung (IWW) zum Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF), geschäftsführender Leiter: Prof. Herold.

Die Fakultät für Maschinenbau besteht inzwischen aus 6 Instituten: Institut für Mechanik, Institut für Maschinenkonstruktion, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik, Institut für Arbeitswissenschaften, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung und Institut für Logistik und Materialflusstechnik.

### **Organisationsstruktur**

Das Institut für Werkstoff- und Fügetechnik ist in drei Forschungsschwerpunkte (Lehrstühle) untergliedert: Fügetechnik, Werkstoffprüftechnik und Werkstofftechnik. Jede dieser Abteilungen hat sich auf bestimmte Themen spezialisiert. Insgesamt sind 4 Universitätsprofessoren an dem Institut tätig. Hinzu kommen 5 weitere außerplanmäßige Professoren. 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und 20 technische Mitarbeiter und Verwaltungsmitarbeiter ergänzen das Team. 11 Mitarbeiter sind in Drittmittelprojekten tätig. Zudem werden 5 Doktoranden betreut.

Das Institut betreut 22 Labore, die ein breites Spektrum an Analysemöglichkeiten abdecken. Innerhalb der Universität ist das Institut der Fakultät für Maschinenbau angegliedert. Durch den Zusammenschluss der Lehrstühle Werkstofftechnik, Werkstoffprüfung und Fügetechnik entstand bereits Anfang 2006 eine neue Organisationsstruktur, die aber nur nach einer Einarbeitungsphase endgültig zum Tragen kommen kann. Geplant ist der Ausbau der gemeinsamen Forschung der genannten Lehrstühle.

1. Beschichtungslabor	2. Chemische Analytik
3. Durchstrahlungsprüfung	4. Elektromagnetische Prüfung
5. Festigkeitslabor	6. Konstruktionslabor
7. Konventionelles Schweißlabor	8. Korrosionsuntersuchungen
9. Kunststoffprüfung	10. Laserbeschichten und Laserdiagnostik
11. Laserschweißen	12. Mechanische Prüfung
13. Metallografie	14. Orbitalschweißlabor
15. Rastermikroskopie / Stereologie	16. Röntgendiffraktometrie
17. Scanning Laser Vibrometrie	18. Schliffanalytik
19. Schweißmetallurgielabor	20. Softwareberatungszentrum des DVS
21. Ultraschallprüfung	22. Ultraschallschweißlabor

### **Stellung im Wissenschaftsbetrieb**

Mehr als 1.000 Publikationen aus dem Institut sind bisher in wissenschaftlichen Zeitschriften und Fachbüchern im In- und Ausland erschienen. Über 170 Dissertationen wurden von Hochschullehrern des Instituts betreut. Davon konnten über 150 Kandidaten des In- und Auslands an dieser Universität den akademischen Grad Dr.-Ing. oder Dr.-Ing. habil. erwerben. Mehr als 1.500 Vorträge zu Tagungen und Kolloquien wurden von den Wissenschaftlern des Instituts bisher gehalten. Fast 1.200 Absolventen des Direktstudiums und Fernstudiums erwarben ihr Diplom auf füge- und schweißtechnischem Gebiet. Die Fakultät Maschinenbau rangiert unter den ersten drei von sieben Instituten in der Drittmittelforschung (Umsätze von 2000 bis 2005: 3 Mill. EUR). Das Institut mit 12 Forschungseinrichtungen im Inland und 8 im Ausland zusammen.

### **Mitgliedschaften in Forschungsverbänden, Verbänden oder internationalen Vereinigungen**

Das Institut für Werkstoff- und Fügetechnik ist in den internationalen wissenschaftlichen Diskurs eingebunden. Es ist Mitglied bzw. arbeitet mit in folgenden Einrichtungen:

- Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS,
- Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Sachsen-Anhalt Automotive e.V. (Kompetenznetz MAHREG Automotive),
- Industrie- und Automobilregion Westsachsen (IAW) e.V.,
- Otto-von-Guericke-Gesellschaft e.V. Mitarbeit/Beziehung: International Institute for Welding (IIW),
- European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) sowie
- JOM Institute for the Joining of Materials.

**Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

- o Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik Aachen,
- o Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Fachgruppe Sicherheit gefügter Bauteile Berlin,
- o Technische Universität Braunschweig; Institut für Füge- und Schweißtechnik Braunschweig,
- o Technische Universität Chemnitz,
- o Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik Chemnitz,
- o Technische Universität Clausthal,
- o Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren Clausthal-Zellerfeld,
- o Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF Darmstadt,
- o Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik Dresden,
- o Technische Universität Dresden,
- o Institut für Produktionstechnik/Fügetechnik Dresden,
- o SLV Halle GmbH Halle,
- o Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Institut für Elektrische Energiesysteme Magdeburg,
- o SLV München Niederlassung der GSI mbH München,
- o Universität Paderborn,
- o Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik Paderborn,
- o STZ Sächsisches Technologie Zentrum gGmbH für Bildung und Innovation Zwickau sowie
- o Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) Chemnitz.

**Bedeutung der IGF für die Forschungsstelle**

Die IGF stellt die tragende Säule der Forschungsstelle dar, gefolgt von der Landesforschung Sachsen-Anhalt, DFG und direkter Industrieförderung. Das Gesamtvolumen an Fördermitteln seit 1990 betrug ca. 7,8 Mill. € Davon entfielen 46% der Fördermittel auf IGF, 38% waren Landesfördermittel und 16% sonstige Mittel. Seit dem Jahre 2000 hat das Institut 11 IGF-Projekte mit dem DVS durchgeführt. Im Rahmen dieser Forschungen kam es zur Zusammenarbeit mit 5 weiteren Forschungsinstituten.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

Die Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls liegen bei der Entwicklung von Verfahrensvarianten zum Fügen schwer schweißbarer Werkstoffe, von Werkstoffverbunden und von neuen metallischen Werkstoffen für extreme Anforderungen der Energie-, Chemie- und Umwelttechnik, für Anwendungen in der Medizin- und Mikrosystemtechnik und im Automobilbau.

Folgende Themen stehen im Mittelpunkt des Forschungsschwerpunkts „Fügetechnik“ des Instituts:

- Anwendungserprobung von Schmelz- und Pressschweißprozessen für ihren jeweiligen praktischen Einsatz unter Berücksichtigung der Mechanisierung und Automatisierung und unter Sicherung der geforderten Qualität,
- Untersuchungen zur Schweißbarkeit metallischer Werkstoffe beim Einsatz von Schmelz- und Pressschweißverfahren,
- Auswahl, Test und Empfehlungen für den aufgabenangepassten Einsatz der verschiedensten Schweißeinrichtungen, einschließlich der Bewegungsapparate, Steuerungen und peripheren Einrichtungen,
- technologische und werkstoffliche Untersuchungen zur Weiterentwicklung thermischer Schneidverfahren,
- Softwareentwicklungen für Schweiß- und Schneidprozesse einschließlich der rechnerischen Modellierung von Schweißprozessen und -verbindungen sowie
- Schadensfallsuntersuchungen.

Der Forschungsschwerpunkt „Werkstoffprüftechnik“ befasst sich mit folgenden Themen:

- zerstörungsfreie Strukturcharakterisierung adaptiver Verbundwerkstoffe,
- integrierte Prozesskontrolle mit Verfahren der zerstörungsfreien Diagnostik,
- Weiterentwicklung von Geräten zur Wirbelstromprüfung,
- mechanische und bruchmechanische Werkstoffcharakterisierung,
- röntgenografische Spannungs- und Phasenanalyse sowie
- Überwachung von Laserschweißprozessen mit zerstörungsfreien Prüfverfahren.

Der dritte Forschungsschwerpunkt befasst mit „Werkstofftechnik“ und darin speziell mit folgenden Themen:

- moderne Leichtmetalllegierungen und Verbundwerkstoffe für den Fahrzeugbau,
- Herstellung, Optimierung und Charakterisierung von Sensor-Schichtmaterialien,

- chemische und topographische Charakterisierung von Werkstoff- und Fertigungsoberflächen,
- quantifizieren von Oberflächentopographien sowie
- Korrosionsverhalten von Leichtmetalllegierungen, hoch legierten Stählen und Sonderwerkstoffen.

### **Derzeitige Forschungsgebiete**

#### 1. Schweißprozessentwicklung:

- Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Schmelz- und Pressschweißprozessen sowie Prüfen dieser Prozesse für ihren jeweiligen praktischen Einsatz unter Berücksichtigung der Mechanisierung und Automatisierung.
- Kostenanalyse und Wirtschaftlichkeitsvergleiche zur Auswahl geeigneter Schmelz- und Pressschweißprozesse.
- Qualitätssicherung in der schweißtechnischen Fertigung.
- Weiterentwicklung und Anwendung von Sonderverfahren der Fügetechnik (Löten; Ultraschallschweißen; Beschichten von Oberflächen zum Schutz vor Korrosion und Verschleiß; Flammrichten).

#### 2. Prüfung des Verhaltens der Werkstoffe beim Schweißen:

- Untersuchung zur Schweißbarkeit und zur Schweißmetallurgie metallischer Werkstoffe beim Einsatz von Schmelz- und Pressschweißprozessen.
- Erprobung und Untersuchung von Schweißzusätzen in Kombination mit verschiedenen Schweißhilfsstoffen.
- Ermittlung von Wärmeausbreitungsvorgängen beim Schweißen und der dadurch bedingten Werkstoff- und Bauteilveränderungen.
- Erarbeitung von Verfahrensgrundlagen für das Schweißen von Hochleistungswerkstoffen auf Eisen- und Nickelbasis sowie von NE-Metallen.

#### 3. Schweißeinrichtungen:

- Funktionstests und Ableitung von Empfehlungen für den schweißaufgabenangepassten Einsatz der verschiedensten Schweißeinrichtungen, einschließlich der Führungs- und Bewegungsapparate, Steuerungen und peripheren Einrichtungen.

#### 4. Thermische Schneidverfahren:

- technologische Untersuchungen zur Weiterentwicklung thermischer Schneidverfahren für metallische und nichtmetallische Werkstoffe.
- Untersuchung der Werkstoffbeeinflussung durch den thermischen Schneidprozess.

### **Entwicklung des Themenspektrums in den letzten Jahren (Jahrzehnten)**

In den letzten Jahren ist eine zunehmende Spezialisierung der Forschungsstelle in der Forschung zu beobachten. Dies ist in erster Linie der wachsenden Konkurrenz durch andere Forschungsstellen geschuldet. Des Weiteren kam es aus Altersgründen und der wirtschaftlichen Situation der Hochschullandschaft in Sachsen-Anhalt zu starken Fluktuationen sowohl im Stamm- als auch Drittmittelpersonal. Dadurch sind der Forschungsstelle wichtige Wissensträger ersatzlos verloren gegangen.

In den letzten Jahrzehnten wurde die Forschung in der US-Schweißtechnik, Laser- und Plasmatechnik bzw. in der Schweißbarkeitsforschung auf dem Gebiet hoch legierter nichtrostender Werkstoffe (Edelstähle, Sonderedelstähle und Nickelbasislegierungen) stark vorangetrieben. Die geografische Nähe zu VW ermöglichte weiterhin den Ausbau der Forschung auf dem Gebiet der neu entwickelten hoch- und höherfesten Stähle des Automobilbaus.

Demgegenüber sind die Forschungsarbeiten auf den Gebieten der schweißtechnischen Konstruktion und Simulation rückläufig und durch die Forschungsstelle nicht mehr vollständig abzudecken.

### **Stellung der Forschungsarbeiten der Forschungsstelle auf dem Technologiefeld**

Die Forschungsarbeiten spielen für das Technologiefeld insbesondere in Deutschland eine wichtige Rolle, da sich die industrielle Zusammenarbeit bisher auf deutsche Unternehmen beschränkt. Hierbei stehen die Forschungsarbeiten im Kontext mit dem Forschungsschwerpunkt „Werkstoffinnovationen - eine Zukunftsinvestition“ der Bundesregierung. Aufgrund der notwendigen Literaturrecherchen für die Forschung lässt sich abschätzen, dass die Forschung – auch im europäischen Maßstab – eine bedeutende Rolle spielt.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

- o IGF-Forschung (Absaugbrenner, Beschichtung, Magnesium, Heißbrisse),
- o DFG-Forschergruppe „Fügen hochfester feinststrukturierter Stähle“ (Nano),
- o Exzellenz-Förderung LSA (Automotive, Nano).

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Die Forschungsaktivitäten der Forschungsstelle sind branchenübergreifend relevant. Bei den Interessenten handelt es sich zu 90% um Automobilzulieferer. Aber auch im Waggonbau, Haushaltsgerätebau, Maschinenbau und in der Flugzeugindustrie finden die Forschungsergebnisse Anwendung.

### **Klassifizierung der Projekte der Forschungsstelle als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Die Projekte der IGF, von Stiftungen und vom BMBF/BMWA sind entsprechend anwendungsorientiert, wohingegen die Landesforschungs- und DFG-Projekte eher grundlagenorientiert sind und der Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses dienen.

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

- o Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik Aachen,
- o Technische Universität Clausthal,
- o Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, Clausthal-Zellerfeld sowie
- o Technische Universität Braunschweig Institut für Füge- und Schweißtechnik Braunschweig.

## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Das Institut kann eine Liste von knapp 60 Unternehmen vorweisen, mit denen es in Kontakt steht. Ein nicht unerheblicher Teil dieser Unternehmen sind KMU. Weitere 14 Kontakte bestehen zu ausländischen Unternehmen.

Die Forschungsstelle arbeitet häufig mit Unternehmen im Rahmen von Forschungsprojekten zusammen. Allein im Jahre 2005 kam es zu 30 Kooperationen, wobei die Hälfte davon mit KMU eingegangen wurde. Die Standorte der Unternehmen sind bundesweit gestreut.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

KMU wirken unterstützend bei der Einwerbung von Drittmittelprojekten mit. Des Weiteren erfolgt eine direkte Unterstützung der Forschungsstelle durch:

- kostenlose oder kostengünstige Bereitstellung von Technik,
- unentgeltliche Bereitstellung von Material für Forschung und Lehre,
- Unterstützung bei der Durchführung von Lehrveranstaltungen und Fachexkursionen in den Unternehmen,
- Betreuung von Studien- und Diplomarbeiten sowie
- Bereitstellung von Praktikumsplätzen.

### **Nutzen der Forschung für Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Forschung des Instituts kommt bei Industrieaufträgen den Unternehmen unmittelbar zugute. Staatliche Drittmittelforschungsprojekte erzeugen Informationen, die für Unternehmen wertvoll sind und von ihnen für konkrete Anwendung aufgegriffen werden können. Die Forschungsergebnisse gehen auch in die Beratungsleistungen des Instituts ein.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

Der Nutzen der erzielten Forschungsergebnisse variiert stark nach Projekt. In den meisten Fällen erfolgt keine direkte Umsetzung der Ergebnisse in die Fertigung. Dies trifft sowohl für KMU als auch Großunternehmen zu. Vielmehr werden Teilergebnisse bzw. Anregungen in den Produktionsprozess übernommen. Des Weiteren erfordert der Einsatz neuer bzw. variiertes Technologien in den KMU hohe Investitionskosten, die nicht wirtschaftlich durch diese unmittelbar zu erbringen sind, obwohl sich langfristig Wettbewerbsvorteile ergeben könnten.

## **Teilhabe der Forschungsstelle an Forschungsnetzwerken**

### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

Es bestehen Kontakte zu den einschlägigen Forschungseinrichtungen in Deutschland. Über Tagungen und Kongresse kommt es regelmäßig zum Austausch der Erkenntnisse und Forschungsfragen.

### **Kontakte zu staatlichen Transfereinrichtungen**

- o Technologie-Transfer-Zentrum (TTZ) der OvG-Uni MD,
- o Sachsen-Anhalt Automotive e.V. (Träger des Kompetenznetzes MAHREG Automotive) sowie
- o Industrie- und Automobilregion Westsachsen (IAW) e.V.

### **Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen**

- o Perm State University (Russland),
- o University of Miskolc (Ungarn),
- o Tomsk Polytechnic University (Russland),
- o Moscow State Technical University n.a. Baumann (Russland),
- o The EOPaton Electric Welding Institute - PEWI (Ukraine),
- o National R&D Institute for Welding and Material Testing - ISIM (Rumänien),



- o University of Bologna - Sciences of Metals, Electrochemistry and Chemical Techniques (Italien),
- o Heavy Engineering Research Association - Hera (Neuseeland),
- o Welding Technology Institute of Australia,
- o Australian Research Council,
- o Fronius International GmbH (Österreich),
- o Böhler Schweißtechnik Austria GmbH,
- o PLANSEE SE (Österreich) sowie
- o LASAG AG (Schweiz).

### **Generelle Einschätzungen**

Für das Technologiefeld „Schweißen und verwandte Verfahren“ spielt die IGF aus Sicht der Forschungsstelle eine sehr wichtige Rolle, weil durch sie eine sehr praxisrelevante und industrienahere Forschung ermöglicht wird.

Die Einbindung von KMU in IGF-Projekte muss sowohl unter positiven als auch negativen Aspekten betrachtet werden. Zum einen äußern die Unternehmen in der Anlaufphase Interesse an den Projekten. Während der Bearbeitung vermisst die Forschungsstelle oft die aktive Beteiligung an der Forschung. Dies ist nach Ansicht des Instituts in fast allen Fällen der notwendigen Zeit, den Kosten sowie dem Konkurrenzdenken zwischen den KMU geschuldet. Hinzu kommen oft plötzliche Veränderungen im Produktionsalltag, die anderen Problemen Vorrang geben.

Stärken der IGF aus Sicht der Forschungsstelle:

- o praxisrelevante, industrienahere Forschung,
- o Sicherung einer öffentlichen Forschung für alle Unternehmen (Vorwettbewerblichkeit) sowie
- o Gewährleistung eines unmittelbaren Ergebnistransfers.

Schwächen der IGF aus Sicht der Forschungsstelle:

- o hoher Verwaltungsaufwand,
- o alle Unternehmen profitieren im gleichen Maße von den Forschungsergebnissen,
- o lange Antragsphasen und rückwirkende Anfinanzierung von Projekten sowie
- o geringer Bekanntheitsgrad für einen Großteil der KMU.

## Daten zur Forschungsstelle

### Budget im Jahr 2005

Einnahmen insgesamt	1,3 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,2 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	0,2 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	0,2 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	0,0 Mill. €
sonstige Mittel	0,7 Mill. €

### Personalentwicklung

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	19 inkl. Stipendiaten	17
Jahresdurchschnitt 2005	14 inkl. Stipendiaten	10

### Anzahl der laufenden Projekte

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	16	8
in 2005	8	4

## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts

Die Leistungslaserstrahltechnik konnte in den letzten Jahren erfolgreich weiterentwickelt und die Strahlleistung und die Strahlqualität erhöht werden. Dies gab Anlass über neue Anwendungsmöglichkeiten nachzudenken, da der Einsatz dieser Verfahren eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Qualität in der schweißtechnischen Verarbeitung erwarten ließ.

Im Leichtbau vieler Industriebetriebe stellt sich die Aufgabe, Bleche mit unterschiedlicher Dicke und Oberflächenbeschaffenheit zu verbinden. Bisherige Schweißverfahren

ließen wegen der hierbei entstehenden Schweißnaht ausschließlich nur die Verbindung zweier Bleche zu. Dies ist nicht die optimale Lösung, zumal für viele Konstruktionen zunehmend 3 und mehr Bleche miteinander gefügt werden müssen.

In der Automobilindustrie werden zwar bei der Herstellung von Abgassystemen bereits Mehrblechverbindungen mit Hochleistungslasern hergestellt, jedoch treten hierbei Qualitätsprobleme in Erscheinung, deren Ursachen weitgehend unbekannt sind. Da zu dieser Fragestellung keine Veröffentlichungen über die Grundlagen zur Herstellung von Mehrblechverbindungen vorlagen und auch Testuntersuchungen nicht durchgeführt worden waren, war es ein Anliegen dieses Forschungsprojektes, diese Lücke zu schließen.

Das Ziel des Projektes war es, grundlegende Kenntnisse für den Einsatz der Hochleistungslaserstrahltechnik zur Herstellung von Mehrblechverbindungen bei unterschiedlichen Qualitätsauflagen zu erarbeiten und den Anwendern – insbesondere KMU - entsprechende Leitlinien zur Anwendung zur Verfügung zu stellen.

### **Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation**

Es handelt sich um kein Kooperationsprojekt.

### **Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes**

Große Bedeutung, da sich die Thematik erstmals mit der Mehrblechverbindung verzinkter Dünobleche mittels Schmelzschweißen befasste. Dadurch ergibt sich eine Erweiterung für das Technologiefeld Laserstrahlschweißen hinsichtlich seiner Anwendungsvielfalt.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt weist grundlagenorientierte Aspekte (Einfluss der Einspannung, magnetische Beeinflussung des Schmelzbades etc.) auf, ist aber aufgrund der erreichten Forschungsergebnisse (Schweißbedingungen, Probleme und Angebot einer Lösung, konkrete Schweißparameter für bestimmte Werkstoffe und Blechdicken etc.) eher anwendungsorientiert.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Der „vorwettbewerbliche Raum“ ist insofern gegeben, dass verzinkte Mehrblechverbindungen bisher keine wissenschaftlichen Untersuchungen erfuhren und sich nicht in der Anwendung befinden. Dies erschwerte die wissenschaftliche Einbeziehung von Unternehmen, erhöhte aber gleichzeitig deren Interesse an der Erarbeitung einer Lösung der schweißtechnischen Probleme. Eine „schlagartige“ Umsetzung der Ergebnisse ist deshalb und aufgrund der notwendigen konstruktiven Umstellung der Produkte nicht zu

erwarten. Das Forschungsprojekt hat einzelnen Unternehmen zu keinem Wettbewerbsvorteil verholfen. Die Ergebnisse wurden allgemein zugänglich gemacht.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Die Ergebnisse des Projektes ermöglichen in erster Linie die Entwicklung neuer Konstruktionskonzepte für verzinkte Dünobleche in den verschiedensten industriellen Anwendungen (Automobilindustrie, Maschinenbau, Haushaltsgerätechnik, Umwelttechnik etc.). So können bisher aufwändig gefertigte Schweißstöße mehrerer Bleche durch eine zu fertigende Schweißnaht gefertigt werden. Unter Voraussetzung des Vorhandenseins leistungsstarker Lasertechnik können KMU insofern von den Ergebnissen profitieren, da neue konstruktive Lösungen angeboten und die Fertigungszeiten für Produkte gesenkt werden können.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstelle**

Bisherige Untersuchungen der Forschungsstelle beschränkten sich lediglich auf Verbindungen gleichartiger verzinkter Bleche zwischen zwei Fügeteilen. Diese Untersuchungen hatten vertraulichen Status im Rahmen von Industriaufträgen. Es gibt keine Hinweise, dass die vorliegenden Untersuchungen im Mehrblechschweißen mittels Hochleistungslasertechnik von anderen Stellen wissenschaftlich untersucht wurden. Es wurden lediglich vom ursprünglichen Antragsteller (TU Clausthal) Vorversuche hinsichtlich der Antragstellung durchgeführt.

Bisherige Mehrblechverbindungen wurden mittels Widerstandsschweißen durchgeführt, dass aber offensichtliche Nachteile hinsichtlich der produktionstechnischen Realisierung aufweist.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Ohne die finanzielle Unterstützung der IGF wäre eine Realisierung der Forschung in diesem Umfang nicht möglich gewesen. Das Interesse der Unternehmen hätte wahrscheinlich lediglich zu einer Unterstützung bei der Lösung spezifischer technologischer Probleme des jeweiligen Unternehmens geführt.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Die ursprüngliche Projektidee entstand ursprünglich an der TU Clausthal am Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (ISAF). Die näheren Umstände der Entstehung der Idee sind nicht bekannt.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Aufgrund der Emeritierung von Prof. Dr. Draugelates (Projektleiter-ISAF) wurde der Forschungsvereinigung vorgeschlagen, die durch den Fachausschuss positiv bewertete Projektskizze dem damaligen IFST der OVG-Universität Magdeburg zur endgültigen Antragstellung und Bearbeitung zu übergeben. Seitens des IFST erfolgte daraufhin die Ausarbeitung der Projektskizze zum Antrag, die Formierung eines entsprechenden PA und schließlich die Einreichung des Projektes an die Forschungsvereinigung.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

Die KMU waren insoweit an der Projektgenese beteiligt, dass sie die technische Machbarkeit der Realisierung des Projektes garantierten und anwendungstechnische Aspekte der Untersuchungsschwerpunkte gemeinsam mit der Forschungsstelle festlegten. Des Weiteren unterstützten sie unter Hinweis der wirtschaftlichen Relevanz die Forschungsstelle gegenüber der Forschungsvereinigung.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Die spätere rein technologische Nutzung der Forschungsergebnisse war, unter Notwendigkeit der Schaffung neuer konstruktiver Grundlagen, bereits in der Antragsphase abzusehen. Die genannten notwendigen konstruktiven Innovationen waren allerdings nicht Gegenstand des Forschungsvorhabens (notwendige personeller und finanzielle Grundlagen nicht gegeben).

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Besonderheiten in dem Sinne gab es nicht. Das Projekt wurde am 28.4.2001 bei der AiF eingereicht und auf der Sitzung der Frühkoordination am 27.06.2001 ohne Bemerkungen angenommen. Der Gutachterausschuss hat am 22.8.2002 getagt und den Antrag mit inhaltlichen und finanziellen Auflagen befürwortet. So wurde beispielsweise die Analyse bekannter auftretender Schweißnahtunregelmäßigkeiten gefordert sowie die Aufnahme bestimmter KMU (Abgassystemhersteller) in den PA nahe gelegt. Des Weiteren wurde von den Gutachtern angeregt neben der CO<sub>2</sub>-Lasertechnik auch die Festkörperlasertechnik in die Untersuchung mit einzubeziehen.

Im Einzelnen formulierte der Gutachterausschuss in seiner Stellungnahme von 11.10.2001 folgende Auflagen:

1. Die Formulierung des Forschungsziels sei zu überarbeiten.
2. Es soll das Mehrblechschweißen mit CO<sub>2</sub>-Lasern einbezogen werden.
3. An dem PA soll ein Unternehmen – vorzugsweise ein KMU – beteiligt sein, das die Technik anwendet.

4. Die Einsatzzeit des vorgesehenen wissenschaftlichen Mitarbeiters soll von 22 MM auf 18 MM gekürzt werden.

Den Auflagen konnte durch die Forschungsstelle entsprochen werden. In der abschließenden Stellungnahme des Gutachterausschusses vom 22.08.2002 wurde das Projekt befürwortet. Eine weitere „Besonderheit“ im Gutachterverfahren war die Zustimmung zum Wechsel der Forschungsstelle (ISAF - IFST).

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Das Projekt wurde hinsichtlich der Vorstellungen der Forschungsstelle in sehr guter Kooperation mit einigen Mitgliedern des PA bezüglich der Forschungsschwerpunkte als auch der technischen Realisierung durchgeführt.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Mitarbeit der Unternehmen im PA war gut. Von den acht beteiligten Unternehmen nahmen drei an allen vier PA-Sitzungen, zwei an drei PA-Sitzungen, ein Unternehmen an zwei PA-Sitzungen und zwei Unternehmen an keiner PA-Sitzung teil. Insbesondere während der PA-Sitzungen wurden erreichte Ergebnisse sofort hinsichtlich der Weiterverfolgung gemeinsam klassifiziert. Dadurch war die wirtschaftliche Relevanz und technische Umsetzung der Forschung zu jedem Zeitpunkt gewährleistet, wobei sich die Unterstützung der KMU vorrangig auf fachliche Hinweise und die der übrigen Unternehmen auf fachliche und technische Unterstützung beschränkte. Zwischen den PA-Sitzungen gab es bilaterale Kontakte.

Die Unternehmen haben das Vorhaben mit der Bereitstellung und dem Probenzuschnitt von verschiedenen hochfesten, mit unterschiedlichen Oberflächenzuständen versehenen Versuchswerkstoffen und Bauteilen unterstützt. Sie haben die Kosten technologischer Prüfungen (ca. 69.000 €) übernommen. Für Bratungen, Durchführung von Versuchen, PA-Arbeit waren kalkulatorische Kosten in Höhe von ca. 104.000 € anzusetzen. Probeschweißungen an einem Test-Schweller aus verzinktem hochfestem Stahl (ca. nach einem Drittel der Laufzeit des Projektes) fanden in einem Unternehmen statt.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstelle**

Im PA waren 8 Unternehmen vertreten, darunter 3 KMU. Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich KMU nur in zufriedenstellendem Maße in IGF-Projekten engagieren. Für die Forschungsstelle ist es vor allem schwierig, KMU dauerhaft und kontinuierlich zur Mitarbeit zu bewegen. Einige Mitglieder kamen aus Clausthal, weil dort seinerzeit die Idee des Projektes entstand.

PA-Mitglied	Sonstige	KMU	PA-	PA-	PA-	PA-	Motivation	
			Sitzung	Sitzung	Sitzung	Sitzung	allg.	konkret
			02.10.03	26.05.04	02.11.04	12.04.05		
pro-beam AG & Co. KgaA		X	X	-	X	X	X	
CIF GmbH Grünstadt		X	-	-	-	-		
Laserzentrum Schorcht GmbH		X	X	X	-	-		X
J. Eberspächer GmbH – Abgas- technik Fabriken	X		-	-	-	-		
Thyssen Krupp Stahl AG	X		X	X	X	X		X
Volkswagen AG	X		X	X	X	X		X
Fraunhofer-Institut Werkstoff- und Strahltechnik	X		X	-	X	X	X	
SLV Halle GmbH	X		X	X	X	X		X

### Probleme bei der Durchführung des Projekts

Probleme gab es bei der Durchführung des Projekts keine.

## Ergebnisse und Ergebnistransfer

### Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte

Das Ziel des Forschungsprojektes bestand darin, das Schweißen von Mehrblechverbindungen aus oberflächenveredelten Dünoblechen mit der Hochleistungslasertechnik zu realisieren, wobei insbesondere verzinkte Bleche zum Einsatz kamen. Grundlegende Kriterien bildeten die Gewährleistung eines stabilen Prozessablaufs bei ausreichender Abfuhr der gasförmigen Beschichtungsbestandteile. Als Versuchswerkstoffe kamen verzinkte bzw. ZE-Mg-beschichtete Dünobleche der Stähle H220Y, DC04, DC06 sowie DX 53D zum Einsatz. Die Schweißuntersuchungen wurden vorwiegend mit einem diodengepumpten Nd:YAG-Laser DY 044 (4,4 kW) und einem axial geströmtem CO<sub>2</sub>-Laser TLF 12000 (12,0 kW) realisiert. Die ursprünglichen Ziele des Forschungsprojektes wurden vollständig erreicht.

### Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)

Es wurde kein Patent angemeldet; Normen oder Regelwerke wurde aufgrund der Ergebnisse nicht geändert. In der Antragsphase kam es allein schon durch den Wechsel der Forschungsstelle zu einem Personalwechsel. Ein derartiger Wechsel erfolgte auch im ersten Jahr nach Abschluss des Projektes.

### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstelle**

Einer praktischen Anwendung steht bisher nur die Untersuchung der konstruktiven Lösung des Einzelfalles im Wege. Technologisch ist die Problematik aufgrund des durchgeführten Projektes hinreichend geklärt. Als möglicher Anwendungsfall wäre beispielsweise die Verbindung Säule-Dachkonstruktion oder Säule-Schweller im Karosseriebau denkbar. Andere Anwendungsfälle ergeben sich beispielsweise im Maschinenbau oder Haushaltsgerätebau (Dünnblechbereich). Eine konkrete Anwendung in der Serien- oder Massenproduktion ist derzeit nicht bekannt. Ein Hochleistungslaser kostet immerhin 450 000 € was insbesondere für KMU ein beträchtlicher Investitionswert ist.

### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Prinzipiell ist die Technologie für alle dünnblechverarbeitenden Unternehmen, unabhängig vom Status, von Interesse. Für KMU wiederum sind der Realisierung (tatsächliche Herstellung von Mehrblechverbindungen) Grenzen gesetzt, da die Technologie das Vorhandensein von Hochleistungslasertechnik (mind. 5kW-Laser, besser eine noch höhere Leistung) voraussetzt. Diese Technik ist aufgrund des hohen Investitionsaufwandes größtenteils den Großunternehmen vorbehalten. Vorbehaltlich der Weiterentwicklung der Lasertechnik und dem damit zu erwartenden Preisrückgang der derzeitigen Hochleistungslasertechnik, wird das Interesse an der Mehrblechtechnologie zukünftig bei KMU wachsen. Zum derzeitigen Stand ergeben sich aber für alle befassten KMU Möglichkeiten der Neugestaltung von Produkten bzw. die Einsparung von Fertigungszeiten. Eine lokale Konzentration dieser Unternehmen kann nicht bestätigt werden. Hauptnutznießer der Technologie werden kurzfristig Zulieferer im Fahrzeugbau sein, da diese erfahrungsgemäß auch über eine moderne Maschinenausrüstung verfügen. Aber auch für die Herstellung von Metallerzeugnissen, im Maschinenbau, in der Dünnblech- und -verarbeitung und im Haushaltsgerätebau dürften die Ergebnisse interessant sein.

### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Im Verhältnis zu den unter gleichen Beanspruchungsbedingungen geprüften Grundwerkstoffproben wurde deutlich, dass eine Dreifachüberlappung beschichteter Dünnbleche eine ungünstige Stossauslegung für schwingend beanspruchte Bauteile ist. Letztendlich hat also die konstruktive Auslegung derartiger Überlappverbindungen entscheidenden Einfluss auf den Gebrauchswert der Gesamtkonstruktion. Eine Untersuchung dieses konstruktiven Einflusses war leider nicht Gegenstand (Zeit und Mittel) des Projektes und sollte gesondert untersucht werden. Ein Anschlussprojekt wurde allerdings nicht durchgeführt.

Über das Projekt hinausgehende Forschungsergebnisse betrafen in negativer Hinsicht das unerwartete Auftreten mikrorissartiger Werkstofftrennungen beim Schweißen von



Blechen mit neuartiger Mg-ZE-Beschichtung. Positiv hingegen war die Erkenntnis des förderlichen Einflusses von Magnetfeldern auf das Schweißergebnis.

### **Verbreitung der Projektergebnisse**

Die Verbreitung der Forschungsergebnisse erfolgt vorrangig über die Forschungsstelle selbst, da nur diese hinreichend auskunftsfähig hinsichtlich des Projektes ist. Als Ausgangsbasis diente der zu erstellende Forschungsbericht nach Abschluss des Vorhabens. Hinweise zum Vorhaben wurden auf der Homepage der Forschungsstelle und schließlich im Internetauftritt „Forschungsportal Land Sachsen-Anhalt“ (einschließlich Abstract) gegeben. Konkret zu diesem Projekt erfolgte eine schrittweise Bekanntgabe der Forschungsergebnisse (je nach Bearbeitungsstand) auf den Sitzungen des FA 6. Des Weiteren wurden die erreichten Ergebnisse ständig an den PA weitergeleitet, deren Mitglieder am Ende auch der entsprechende Bericht zur Verfügung gestellt wurde.

### **Verbreitung der Projektergebnisse: Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Nach ca. der Hälfte der Laufzeit des Projektes wurden erste Ergebnisse auf einem hochschulübergreifenden Assistentenseminar „Fügetechnik und Schweißtechnik“ (18. Assistentenseminar, Kerkrade April 2005) vorgestellt. Es erfolgte weiterhin eine Veröffentlichung der Ergebnisse in der Fachzeitschrift „Schweißen und Schneiden“ (Heft 6/2006); zum „2. Strahltechnischen Kolloquium des DVS“ in Halle (Oktober 2006) und zur „Großen Schweißtechnischen Tagung“ (September 2006) in Aachen. Eine Dissertation, die sich mit großen Teilen des Projektes befasst, wurde von einem Projektbearbeiter bereits an der Fakultät für Maschinenbau der Magdeburger Universität eingereicht und trägt nach der erfolgten Verteidigung nicht unerheblich zur Verbreitung der Ergebnisse bei. Nicht zuletzt fließen Ergebnisse auch in die Lehre ein, sodass hier ebenfalls (wenn auch indirekt) ein Ergebnistransfer stattfindet (LV „Laserfertigung“).

Wissenschaftlich fand das Projekt seinen Niederschlag in der besagten Dissertation. Außerdem wurde ein Beitrag in einer Fachzeitschrift und in zwei anderen Printmedien publiziert. Die Forschungsergebnisse wurden auf der Internetseite des Instituts, im Forschungskatalog der Universität und im Forschungsportal des Landes Sachsen-Anhalt veröffentlicht.

Die Forschungsvereinigung hat das Projekt auf der Homepage des DVS, im Geschäftsbericht und auf den Sitzungen der Fachausschüsse vorgestellt. Außerdem wurden die Mitglieder des DVS auf verschiedenen Wegen gesondert informiert. Die Mitglieder müssen allerdings bei Interesse selbst aktiv werden und entsprechende Informationen anfordern.

### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Die Verbreitung der Forschungsergebnisse erfolgt vorrangig über die Forschungsstelle selbst, da nur diese hinreichend auskunftsfähig hinsichtlich des Projektes ist. Sie konzentriert sich vor allem auf die Publikation in Form von Hinweisen zur eigenen Forschung im Internet. Dies stellt die kostenoptimale Lösung für die Forschungsstelle dar. Gäste und Forschungspartner der Forschungsstelle werden ständig sowohl auf laufende als auch abgeschlossene Projekte hingewiesen. Bei Anfragen etc. erfolgt die Abgabe eines Gesamtberichtes an die anfragende Stelle als PDF-Datei oder in Papierform. Die Forschungsstelle spielt so eine sehr aktive Rolle beim Ergebnistransfer.

In erster Linie sind Projektleiter und Projektbearbeiter für den Ergebnistransfer verantwortlich. Eine Unterstützung erfolgt seitens der Forschungsstelle durch Bereitstellung von finanzieller und zeitlicher Kapazität anderer nicht unmittelbar beteiligter Mitarbeiter, beispielsweise Forschungs- oder Laboringenieure. Es werden dazu erfolgreich erscheinende Dienstreisen zu Tagungen oder nicht involvierten aber interessierten Unternehmen oder Forschungsstelle organisiert und finanziert.

Die Forschungsvereinigung unterstützt die Forschungsstelle insofern beim Ergebnistransfer, dass sie die Möglichkeit der Präsentation im FA und auf Tagungen bietet. Des Weiteren wird die Möglichkeit geboten, Ergebnisse über die Dachorganisation DVS zu publizieren.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Der Anreiz des Ergebnistransfers besteht in erster Linie in der Fortführung des Forschungsthemas im Rahmen eines Folgeprojekts, da in einem Projekt zwar Zielstellungen erfüllt werden, jedoch während der Bearbeitung neue, das Projekt nur tangierende Problemstellungen aufgedeckt werden, sich aber nicht umfassend klären lassen und somit unberücksichtigt bleiben müssen. Zudem ergibt sich durch den Ergebnistransfer mitunter die Möglichkeit der Einwerbung von Industrieaufträgen.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Resonanz der beteiligten aktiven Unternehmensvertreter auf die erzielten Ergebnisse war einstimmig positiv. Das resultiert letztendlich aus dem ständigen gemeinsamen Informationsaustausch mit dem PA von Anfang bis Ende der Projektlaufzeit, der Berücksichtigung von Hinweisen des PA und der gewissenhaften Projektbearbeitung durch den Projektbearbeiter.

Es ist nicht bekannt, ob die Projektergebnisse in Unternehmen bisher umgesetzt wurden. Es kamen auch keine diesbezüglichen Beratungsanfragen. Allerdings werden im Institut auch nicht Informationen über die Umsetzung von Forschungsergebnissen systematisch registriert.

### **Beratung von Unternehmen bei der Umsetzung**

Das Institut bietet Unternehmen Beratungsleistungen an und betreibt für dieses Angebot auch Werbung. Im Jahre 2005 haben sich 16 Unternehmen von dem Institut beraten lassen, davon 10 KMU.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Im Allgemeinen gehen nach Bekanntgabe der Forschungsergebnisse interessierte Unternehmen auf die Forschungsstelle zu und es kommt dann in den meisten Fällen zu einer Zusammenarbeit auf der Basis von Industrieaufträgen. Konkrete Nachfragen insbesondere nichtbeteiligter Unternehmen zu diesem Projekt sind noch nicht erfolgt.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Die Verfahrensänderungen betrafen offenbar vor allem Vorgänge in der AiF. Für die Forschungsvereinigung und Forschungsstelle wirkt sich die Umstellung auf das Wettbewerbsverfahren aus. Hierüber liegen aber noch keine Erfahrungen vor.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Die Projektdurchführung ist durch Verfahrensänderungen bislang nicht beeinflusst worden.

### **Potenzial für Veränderungen**

- o direkte Förderung von KMU als Forschungspartner,
- o mehr Fördermittel (mehr Projekte),
- o Kontinuität sowie
- o Erhöhung der Öffentlichkeitswirksamkeit.

Projekt-Nr. 13769

## **Beschichtung von Leichtbaulegierungen auf Magnesiumbasis zum Verschleiß- und Korrosionsschutz**

Forschungsstellen:

Leibniz Universität Hannover

Institut für Werkstoffkunde

An der Universität 2

30823 Garbsen

Tel.: +49 511 762-4311 / 4312

Internet: [www.iw.uni-hannover.de](http://www.iw.uni-hannover.de)

Ansprechpartner: Prof. Dr. Friedrich-Wilhelm Bach

Dr. rer. nat. Ullrich Holländer

Dr. Ing. Kai Möhwald

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen)

Lehrstuhl für Oberflächentechnik im Maschinenbau

Augustinerbach 4-22

52062 Aachen

Tel.: +49 241 809-5329

Internet: [www.iot.rwth-aachen.de](http://www.iot.rwth-aachen.de)

Ansprechpartner: Prof. Dr. Kirsten Bobzin

Dr. Ing. Felix Ernst

Fördervolumen: 282.700 €

Bewilligungszeitraum: 01.06.2003 bis 31.05.2005

### **I. Angaben zu den Forschungsstellen**

#### **Allgemeine Informationen zu den Forschungsstellen**

##### **Geschichte und Organisation**

a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

Im Jahre 1831 wurde in Hannover die Polytechnische Anstalt gegründet, Karl Karmarsch war ihr erster Direktor. Im Jahre 1835 wurde der Betrieb in die Höhere Gewerbeschule überführt, aber erst 1905 mit Prof. Nachtweh der erste etatmäßige Professor für spezielle mechanische Technologie, Maschinenzeichnen und landwirtschaftlichen Maschinenbau ernannt. Die speziellen mechanischen Technologien entsprechen heute

den Gebieten Werkstofftechnik und Materialwissenschaften. Schon damals beschäftigten sich die Mitarbeiter mit Fragestellungen wie der Materialprüfung und der Metallurgie, wobei eine Ausrichtung auf die heutigen Schwerpunkte unter der Leitung von Professor Alexander Matting erfolgte. Die Geschichte des Instituts ist im Internet ausführlich dokumentiert (vgl. <http://www.iw.uni-hannover.de/geschichte.0.html?&L=0>).

Das 1905 gegründete Institut für Werkstoffkunde sieht seine Aufgaben neben der Grundlagenforschung besonders auch in der Vermittlung zwischen Forschung und Anwendung, Es steht interessierten Unternehmen für Dienstleistungen in den Bereichen Entwicklung, Prüfung und Beratung zur Verfügung. 2004 wurden die produktionstechnischen Maschinenbau-Institute im Produktionstechnischen Zentrum Hannover zusammengefasst. Dies diente vorzugsweise der stärkeren Vernetzung der Technologiegebiete aber auch, um Unternehmen umfassend als Ansprechpartner gegenüberzutreten zu können.

Neben der umfangreichen Grundlagenforschung, die industriell zum Teil erst in einigen Jahren Anwendung finden wird, widmet sich das Institut auch aktuell industriell relevanten Forschungsthemen. Die industriennahe Forschung wird einerseits durch spezielle Fördermaßnahmen (u.a. BMBF, AiF) oder auch bilateral mit den Unternehmen durchgeführt. Das Institut verfügt über eine umfangreiche technische Ausstattung, die es erlaubt, Dienstleistungsaufträge für die Industrie durchzuführen.

b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Das Institut für Oberflächentechnik (IOT) ist ein Teil der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH), zugehörig der Fakultät für Maschinenwesen.

Das IOT geht ursprünglich zurück auf das Institut für Werkstoffkunde B (IWK B) bzw. den Lehrstuhl für Werkstoffkunde B, den Prof. Otto Knotek seit 1970 leitete. Im Februar 1980 erfolgte die Gründung des Lehr- und Forschungsgebietes Werkstoffwissenschaften unter Prof. Erich Lugscheider. Einhergehend mit der Umbenennung in das „Institut für Oberflächentechnik“ (IOT) übergab Prof. Lugscheider zum 1. April 2005 die Leitung an Prof. Kirsten Bobzin, die seit diesem Zeitpunkt den Lehrstuhl für Oberflächentechnik im Maschinenbau an der RWTH Aachen inne hat.

### **Organisationsstruktur**

a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

Das Institut für Werkstoffkunde untergliedert sich in insgesamt sechs Bereiche, die sich mit ihren jeweiligen Spezialgebieten mit wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Fragestellungen befassen:

- BML - Biomedizintechnik und Leichtbau
  - Biomedizintechnik,
  - Strukturwerkstoffe sowie
  - Magnesium- und Aluminiumtechnologie.
- FORTIS - Füge-, Oberflächentechnik und Mikrosysteme
  - Löten, PVD, Galvanik,
  - Simulation, Diagnostik, Mikrosystem sowie
  - Beschichtungsservice.
- MiMo - Mikrostruktur und Modellbildung
  - Mikrostrukturanalyse,
  - Gefügemodellierung sowie
  - Numerische Gefügesimulation.
- TW - Technologie der Werkstoffe
  - Mechanische Prüfung und Korrosion,
  - Stahlmetallurgie sowie
  - Schweißtechnik.
- UWTH - Unterwassertechnikum Hannover
  - Schneid- und Strahltechnik,
  - Handhabungs- und Steuerungstechnik sowie
  - Wasserstrahllabor.
- ZFP - Zerstörungsfreie Prüfverfahren
  - Ultraschall- und elektromagnetische Prüfverfahren,
  - Schwingungsüberwachung und Schadensdiagnose sowie
  - Radio- und Thermographie.

Das Institut deckt damit einen weiteren Bereich der Werkstoffkunde ab. Hierfür beschäftigt es 150 Mitarbeiter.

b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

An zwei Standorten im Stadtgebiet Aachen wird Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf den Gebieten der thermischen Beschichtungstechnik (PVD/CVD-Technologie und Thermisches Spritzen), dem Hart-, Hochtemperatur- und Auftraglöten sowie der Modellierung und Simulation dieser Prozesse betrieben.

Zu den einzelnen Technologien werden werkstoffwissenschaftliche Grundlagen erarbeitet und in angewandte Werkstofftechnologien von der Projektidee über komplette Systemlösungen bis hin zur Nullserienfertigung umgesetzt. Dies geschieht stets in enger Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen. Zu den Dienstleistungen gehören neben der Werkstoffentwicklung, der Prozessoptimierung, der Verfahrens- und Qualitätssicherung vor allem die Entwicklung und Applikation von Beschichtungs- und Lötssystemen. Das Spektrum der zu verarbeitenden Werkstoffe erstreckt sich von Reinmetallen, Metall-Legierungen, intermetallischen Werkstoffen und Hartmetallen über Oxid- und Sonderkeramiken, Cermets, Hartstoffen, Hartlegierungen, faserverstärkten Materialien bis hin zu Polymeren.

Das Institut umfasst insgesamt fünf Forschungs- und Entwicklungsbereiche, die sich auf die beiden Standorte aufteilen:

1. Modellierung und Simulation,
2. PVD-Technologie – Werkzeuge,
3. PVD – Bauteilbeschichtung,
4. Löttechnologie sowie
5. Thermisches Spritzen.

Aufbauend auf die universitäre, interdisziplinäre Grundlagenforschung dient vor allem die nationale und internationale anwendungsorientierte Forschung, zusammen mit einer Vielzahl applikationsnaher Industrieprojekte, als Grundlage für die Lehre. Neben den Vorlesungen, Übungen und Praktika werden außeruniversitäre Weiterbildungsveranstaltungen, Kolloquien und Seminare angeboten. Aus der Mitarbeit in interdisziplinären Foren der RWTH Aachen und der Mitarbeit in Verbänden, Arbeitskreisen und Normungsausschüssen ergeben sich ständig neue Impulse sowohl für Lehre und Forschung als auch für die Industrieforschung. Im Institut sind 1 Professorin, 20 wissenschaftliche Mitarbeiter, 12 nichtwissenschaftliche Mitarbeiter, 28 studentische Mitarbeiter tätig.

### **Beziehungen zu Forschungsvereinigungen und anderen Forschungseinrichtungen**

Beide Institute gelten als international anerkannt und verfügen über zahlreiche nationale und internationale Kontakte.

Das Institut für Werkstoffkunde arbeitet mit 15 Forschungseinrichtungen in Deutschland zusammen. Über den DVS steht das Institut mit der FV FOSTA (Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.) und EFB (Europäische Forschungsvereinigung für Blechverarbeitung e.V.) in Verbindung. Mit beiden Forschungsvereinigungen hat das Institut für Werkstoffkunde jeweils 1 Projekt seit dem Jahr 2000 durchgeführt. Die überwiegende Mehrzahl der Projekte wurde allerdings in Kooperation mit dem DVS durchgeführt (16 Projekte). Seit dem Jahr 2000 hat das Institut im Rahmen von IGF-Projekten mit 6 Forschungsinstituten zusammengearbeitet.

Das Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen ist Antragsteller unter anderem bei folgenden Einrichtungen: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), VolkswagenStiftung, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und bei der EU-Kommission. Im Rahmen von IGF-Projekten arbeitet das Institut mit der Forschungsvereinigung DVS zusammen.

### **Bedeutung der IGF für die Forschungsstellen**

#### a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

8,4% der Einnahmen des Instituts entfallen auf AiF-Projekte. Einen deutlich größeren Anteil an der Institutsfinanzierung hat die DFG (47,6%). Zweitgrößter Auftraggeber ist das BMBF, welches mit 19,5% an den Einnahmen des Instituts beteiligt ist. Die Industrie trägt mit 16,9% zu den Einnahmen bei. 4% kommen vom Land Niedersachsen und 2,6% entfallen auf EU-Projekte. Die Finanzierungsstruktur des Instituts zeigt, dass die IGF einen wichtigen Part spielt, keineswegs jedoch die Einnahmeseite dominiert. In 2005 wurden im Institut 53 Forschungsprojekte betreut, davon 6, die durch die IGF gefördert wurden.

#### b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Die IOT hat seit seiner Gründung 1980 mehrere AiF-Projekte durchgeführt. Das vorliegende hat seine Ursprünge in der Zeit, als Prof. Lugscheider den Lehrstuhl innehatte. Dieser Projekttypus spielt eine wichtige, aber keine dominierende Rolle in der Finanzierung des Instituts. DFG-Projekte, Stiftungsprojekte und solche für Ministerien (BMWi und BMBF) haben in der Bilanz ein höheres Gewicht.

## **Forschungsprofil im Branchen- und Technologiefeldkontext**

### **Forschungsthemen und angesprochene Technologiefelder**

#### a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

Das Institut untergliedert sich in insgesamt sechs Bereiche, die sich mit ihren jeweiligen Spezialgebieten mit wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Fragestellungen befassen

- BML - Biomedizintechnik und Leichtbau,
- Fortis - Füge-, Oberflächentechnik und Mikrosysteme,
- MiMo - Mikrostruktur und Modellbildung,
- TW - Technologie der Werkstoffe,



- UWTH - Unterwassertechnikum Hannover sowie
  - ZFP - Zerstörungsfreie Prüfverfahren.
- b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Die Oberflächentechnik ist in Aachen seit mehr als 25 Jahren etabliert. Am Institut für Oberflächentechnik (IOT) der RWTH Aachen, einem der führenden Forschungsinstitute auf dem Gebiet der Oberflächentechnik, stehen gleich mehrere Beschichtungsmethoden im Mittelpunkt: Die PVD-Technologie (Physical Vapour Deposition, dt.: physikalische Abscheidung aus der Dampfphase) bezeichnet ein Vakuumverfahren, mit dem dünne Schichten hergestellt werden. Hier arbeitet das IOT mit modernen Anlagen, die Pioniercharakter besitzen, so zum Beispiel von der CemeCon AG aus Deutschland. Außerdem wird mit Anlagen des schwedischen Unternehmens Chemfilt Ion Sputtering in Form hoch energetischer Pulsleistungsversorger gearbeitet. Das IOT zählt zu den ersten Instituten Europas, die auf diese neuartige Weise ausgestattet sind. Weitere Forschungsschwerpunkte sind das Thermische Spritzen zur Beschichtung von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen sowie die Löttechnologie. Die Forschungsgruppe Modellierung und Simulation leistet in allen aufgezeigten Bereichen wichtige Unterstützungsarbeit, indem sie reale Entwicklungen virtuell vorzeichnet und dabei aktiv an der Erforschung neuer Oberflächentechnologien mitwirkt.

### **Planung neuer Forschungsthemen und Forschungsgebiete**

- a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

In seinen Spezialgebieten der Entwicklung neuer Legierungen und Werkstoffkombinationen arbeitet das Institut an innovativen Fragestellungen stets mit der Zielrichtung der praktischen Verwertbarkeit in der Industrie.

- b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Das Institut für Oberflächentechnik ist Wegbereiter für neue, bisher am Markt kaum oder gar nicht erhältliche Technologien. Dazu zählen HPPMS (High Power Pulse Magnetron Sputtering) oder HIPIMS (High Impact Power Impulse Magnetron Sputtering), die die Vorteile bisher bekannter Technologien vereinen. Es können völlig neue Werkstoffkombinationen hergestellt werden und jede beliebige Kontur gleichmäßig beschichtet werden.

### **Branchenrelevanz der Forschungsfelder**

Neben den öffentlich geförderten Vorhaben werden in beiden Instituten auch bilaterale Forschungsprojekte in Kooperation mit Industriepartnern durchgeführt. Dank der modernen Ausstattung und der industriellen Anlagentechnik konnten beide Forschungsstel-

len in den zurückliegenden Jahren zahlreiche Problemstellungen aus der Industrie erfolgreich bearbeiten oder zur Lösung beitragen. Die angebotenen Leistungen gehen von der Hilfestellung und Beratung bis hin zur serienreifen Entwicklung eines Produktes. Mit vielen namhaften Unternehmen verbindet die Institute eine jahrelange Kooperation. Angesprochene Branchen sind: Maschinenbau, Automobilbau (Zulieferer), Energie- und Umwelttechnik und Luftfahrtindustrie.

### **Charakter des Beitrags der Forschungsstellen zum Technologiefeld**

#### a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

Das Institut bemüht sich um neue Verfahren des Beschichtens tribologisch hoch beanspruchter Bauteiloberflächen. Außerdem erforscht es die Technologie des Lötens von Metall und Keramik sowie des Metall-Mikrogießens. Hier sind Übergänge zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung teilweise fließend. Vorrangig wird jedoch praxisrelevante Forschung betrieben.

#### b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Auch beim IOT Aachen werden sowohl Grundlagen neuer Werkstoffe erforscht aber auch anwendungsbezogenen, industriellen Themen nachgegangen. Ingenieurwissenschaftliche Forschung ist selten reine Grundlagenforschung, sondern hat immer Bezüge zur Anwendung.

### **Klassifizierung der Projekte der Forschungsstellen als eher anwendungs- oder eher grundlagenorientiert**

Beide Institute verstehen ihre Forschungsarbeit sowohl als anwendungs- als auch grundlagenorientiert.

### **Wettbewerber im Hauptforschungsgebiet in Deutschland**

Auf dem Gebiet der Werkstoffkunde besteht ein internationaler Wettbewerb, da Werkstoffe die Grundlage für viele Bereiche der industriellen Produktion sind. Somit wird weltweit an der Entwicklung neuer Werkstoffe gearbeitet. Zugleich steigen die Anforderungen an die Eignung und Qualität der Werkstoffe. Dies gilt nicht zuletzt hinsichtlich ihrer Umwelteigenschaften.

In Deutschland gibt es eine ganze Reihe von sowohl universitären (z.B. Aachen, Karlsruhe, Braunschweig, Magdeburg etc.) als auch außeruniversitären Forschungsinstituten (z.B. Fraunhofer). Innerhalb der Themenfelder gibt es Spezialisierungen, sodass der Wettbewerb sich in Teilsegmenten des Forschungsgebiets abspielt. Hierbei geht es um Drittmittelaufträge, um Reputation im akademischen Diskurs, aber auch um die Qualität der Kontakte zu Unternehmen.

## **Unternehmensbezogene Forschung; Zusammenarbeit mit Unternehmen**

### **Ausmaß und Form der Kooperation mit Unternehmen**

Beide Institute können eine Liste namhafter Unternehmen vorweisen, mit denen sie zusammenarbeiten, darunter auch einige zum Teil hoch spezialisierte KMU. Da beide Forschungsstellen sowohl Beratung als auch FuE für Unternehmen anbieten, sind sie stets um Kontakt zu Unternehmen bemüht, die in den Technologiefeldern tätig sind, für die auch die Institute forschen. Im Zusammenhang mit industrieller Kooperation kommt es zu einem fruchtbaren Austausch von Ideen.

### **Unterstützung der Forschungsarbeit durch Unternehmen**

Die Forschungsarbeiten der Institute erhalten durch Anfragen, Beratungen und Forschungsaufträge der Industrie Anregungen und Impulse. Umgekehrt vermitteln die Institute den Unternehmen Einsicht in neue Werkstoffkombinationen und ihren Eigenschaften. Es ist eine beidseitige Unterstützung.

### **Nutzen der Forschung für Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Unternehmen erfahren nicht nur über die Entdeckung bzw. Entwicklungsfortschritte auf dem Gebiet neuer Werkstoffe, sondern sie erhalten auch Informationen über deren Eignung und Einsatzmöglichkeiten. Die Zusammenarbeit mit KMU führt dazu, dass diese von Wissen profitieren, das sie sich andernfalls nicht oder nur mit erheblichen Aufwand erschließen könnten. Die Vermittlung von Know-how und Wissen auf dem Gebiet der Werkstoffe hilft insbesondere den KMU, Anschluss an die technologische Entwicklung zu halten. Grundsätzlich ist jedoch festzustellen, dass es eher die großen Unternehmen sind, die Wissen über neue Werkstoffe aus der Forschung abgreifen und auch anwenden. KMU sind allerdings in der Oberflächentechnik stark – sie scheuen aber vor einem Engagement wegen der Unkalkulierbarkeit des Nutzens zurück.

### **KMU-Nutzen der IGF-geförderten Projekte**

Die Zusammenarbeit mit KMU ist in IGF-Projekten angelegt und trägt dazu bei, einen noch größeren Kreis an mittelständischen Unternehmen an aktuelles Wissen heranzuführen. Für viele KMU ist die Mitarbeit in PA eine günstige Möglichkeit, sich den Stand des Wissens in einem Fachgebiet zu erschließen. Der Nutzen ist vor allem für solche KMU besonders groß, wenn sie im Rahmen dieser Projekte für ihre Bedürfnisse Lösungen entdecken, die sie anschließend mit beratender Hilfe der Forschungsstellen umsetzen.

## **Teilhabe der Forschungsstellen an Forschungsnetzwerken**

### **Kontakte zu anderen Forschungsstellen im Inland**

- a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

Das Institut für Werkstoffkunde arbeitet mit 15 Forschungseinrichtungen in Deutschland zusammen. In den letzten 7 Jahren kam im Rahmen von IGF-Projekten zu Kooperationen mit 6 weiteren Forschungsinstituten.

- b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Das IOT pflegt den Kontakt zu gut 20 Forschungseinrichtungen, davon sind 5 im Ausland. Im Rahmen von Kooperationsprojekten kam es zur Zusammenarbeit mit 2 bis 3 weiteren Forschungsstellen.

### **Beziehungen zu Forschungsstellen bzw. Forschungsvereinigungen unter dem Dach der AiF**

- a) Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover

Das Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover hat jeweils ein Forschungsprojekt mit FOSTA und eines mit der EFB durchgeführt. Die Mehrzahl der IGF-Projekte erfolgt jedoch über den DVS.

- b) Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen)

Das IOT arbeitet vor allem mit dem DVS zusammen.

### **Kontakte zu staatlichen Transfereinrichtungen**

Gelegentliche Kontakte bestehen zu der universitären Technologietransferstelle sowie zu Beratungseinrichtungen, bspw. Schweißlehr- und Versuchsanstalten (SLV).

### **Kontakte zu ausländischen Instituten und Unternehmen**

Beide Institute sind in ihren Gebieten international renommiert und in die wissenschaftliche Debatte eingebunden. Institutsvertreter sind regelmäßig auf Konferenzen, Tagungen und Seminaren im Ausland eingeladen. Die Forschungsstellen werden auch von Wissenschaftlern aus dem Ausland aufgesucht.

## **Generelle Einschätzungen**

Beide Institute schätzen den Wert des IGF-Programms insbesondere für KMU hoch ein. Gemeinhin verfügen große Unternehmen gegenüber KMU einen Wissensvorsprung. Doch die zunehmende Einbindung von selbständigen KMU in Produktionsketten macht

es erforderlich, dass diese den Anschluss an die technologische Entwicklung behalten. Das IGF-Programm bietet hierfür besonders gute Möglichkeiten.

KMU können über die Fachausschüsse ihre Probleme, Anliegen und Forschungswünsche artikulieren und diskutieren. Hier ist auch der Ort, um Forschungsprojekte in die Wege zu leiten. Das Unternehmen erfährt, welche Forschungseinrichtung sich mit welchen Fragen befasst und von welchem Institut es geeignete Beratung erwarten kann.

Freilich gibt es auch Kritik am IGF-Programm, wobei es vor allem um die Beschleunigung der Bewilligungsverfahren und um die Entlastung von Nachweis- und Berichterstattungspflichten geht. Kritisch wird auch die damalige Haushaltssperre bewertet, die die Institute vor schwerwiegende Probleme stellte.

## Daten zu den Forschungsstellen

Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover:

### Budget im Jahr 2005

Einnahmen insgesamt	6,3 Mill. €
davon: IGF-Mittel	0,5 Mill. €
Eigenmittel der Wirtschaft	1,1 Mill. €
Mittel aus anderen staatlichen Programmen	1,2 Mill. €
Mittel aus Stiftungsmitteln (z.B. DFG, VW-Stiftung)	3,0 Mill. €
sonstige Mittel	0,5 Mill. €

### Personalentwicklung

	Zahl der FuE-Mitarbeiter	andere Mitarbeiter
Jahresdurchschnitt 2000	k.A.	k.A.
Jahresdurchschnitt 2005	47	33 und 70 Hilfskräfte

### Anzahl der laufenden Projekte

	Projekte insgesamt	IGF Projekte
in 2000	k.A.	k.A.
in 2005	53	6

Zum Institut für Oberflächentechnik (IOT) liegen keine Angaben vor.

## II. Projekt

### Generelles zum Projekt, Projektadministration

#### Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts

Leichtbauwerkstoffe wie Magnesium haben in den vergangenen Jahren eine Renaissance erfahren. Man spricht von einer Verdoppelung des Angebots an Magnesiumlegierungen in Europa. Vorteilhaft sind Eigenschaften wie geringes Gewicht, eine gute Be- und Verarbeitbarkeit, interessantes Eigenschaftsprofil und gute Recyclingeigenschaften. Nachteilig ist jedoch, dass Magnesium in wässrigen Lösungen nicht beständig ist und korrodieren kann. Eine weitere Problematik für Magnesium ist der Kontakt zu anderen Metallen wie z.B. Nickel, Eisen und Kupfer. Bisher findet Magnesium vor allem in der Elektronik und im Automobilbau Verwendung (z.B. Gehäusedeckel, Armaturenbretthalterungen, Getriebegehäuse Zylinderkopfhäube, Lenkradschlösser, Tankabdeckungen, Hutablage, Rahmenteile für Dach und Heckklappe).

Wegen des günstigen Massenträgheitsmoments von Magnesium eignet sich der Werkstoff aber auch für rotierende oder sich linear bewegende Bauteile. Allerdings haben bisher die kritischen Eigenschaften in der Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit eine breitere Anwendung dieses Werkstoffes verhindert. Mit dem Projekt wurde angestrebt, mit Hilfe der Oberflächentechnik das weitere Potenzial von Magnesium zu erschließen. Es war zu Projektbeginn bekannt, dass sich Magnesium für Beschichtungen mit thermischen Spritzverfahren eignet. Hierbei sind jedoch folgende Probleme zu beachten:

- geringe Haft- und Scherzugfestigkeit verbreiteter Spritzverfahren auf Magnesium,
- recht hohe Porosität führt in wässrigen Medien zur Korrosion in der Grenzschicht.

Ziel des Projektes war es daher, ein thermisches Spritzverfahren für Magnesium zu entwickeln, bei dem die bekannten Nachteile nicht auftreten. Neben dem Spritzverfahren soll auch ein Ansatz mit Lichtbogendrahtspritzen verfolgt werden. Ein dritter Lösungsweg führt über die Plasmabeschichtung. Das Projekt baut darauf auf, dass zunehmend hitzebeständigere Magnesiumlegierungen entwickelt werden, die den Einsatz der Thermischen Spritztechnik zur Aufbringung von Verschleißschutzschichten erlauben. Als Anwendungsfelder kommen der Anlagenbau, der Fahrzeugbau sowie die Luft- und Raumfahrt in Betracht.

#### Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation

Die Kompetenzen beider Institute ergänzten sich sinnvoll für die Durchführung dieses Projektes. Hierbei spielte auch die jeweilige Laborausstattung eine Rolle. Außerdem waren die Chancen im Genehmigungsverfahren mit beiden Instituten höher. Beide Institute hatten bereits zuvor zusammengearbeitet.

### **Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes**

Werkstoffe wie Magnesium weisen spezifische Vorteile auf, die jedoch in bestimmten Kontexten nicht eingesetzt werden können, weil sie bestimmten Belastungen nicht standhalten. Um dennoch diese Werkstoffe nutzen zu können, sind Beschichtungen ein vielfach geeigneter Weg, um etwaige Nachteile auszugleichen. Dieses Projekt bemüht sich um diesen Sachverhalt, nämlich einen an sich idealen Werkstoff auch dort einsetzbar zu machen, wo er bislang wegen bestimmter Schwächen nicht eingesetzt werden konnte. Somit wird hier ein Schritt zur Weiterentwicklung des Technologiefeldes unternommen. Außerdem stehen die Werkstoffe Magnesium und Aluminium in einigen Einsatzfeldern im Wettbewerb. Die hohen Energiepreise wirken sich auch auf die Aluminiumpreise aus. Dadurch werden Ersatzwerkstoffe interessant.

### **Klassifizierung des Projektes**

Das Projekt strebt an, die Eignung eines Werkstoffes durch Beschichtung in bestimmten Anwendungen zu untersuchen. Es geht damit einem praktischen Anliegen nach und kann daher als anwendungsbezogen klassifiziert werden.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Im Begutachtungsverfahren wurde ausführlich der Frage nachgegangen, ob die Erprobung des Verfahrens und Fertigung von Demonstratoren und Prototypen gegen das Gebot der Vorwettbewerblichkeit verstoßen würde. Die Diskussion führte zu dem Ergebnis, dass keine Unternehmen durch das Forschungsvorhaben einseitig bevorzugt werden, weil die Erkenntnisse breit gestreut und zugänglich gemacht werden.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt, insbesondere von KMU**

Unternehmen sehen, dass in bestimmten Anwendungsbereichen (z.B. bei bestimmten Teilen im Automobilbau) Magnesium ein idealer Werkstoff ist. Die Grenzen der Anwendbarkeit und die Probleme einer dauerhaft zuverlässigen Qualität macht es den Unternehmen schwer, Magnesium häufiger zu verwenden. Die Unternehmen sind daher lebhaft daran interessiert Verfahren kennenzulernen, die ihnen einen problemlosen Einsatz des Werkstoffes Magnesium ermöglichen.

Unternehmen, die thermische Spritzverfahren anwenden, sind in der Regel KMU. Die Frage der Anwendung dieser Verfahren zur Beschichtung von Magnesium-Bauteilen wurde in diesem Projekt mit der Zielrichtung bearbeitet, die Einsatzbedingungen näher zu untersuchen. Es lag damit im besonderen Interesse von KMU.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstellen**

Das Institut für Werkstoffkunde hatte sich schon früher intensiv mit dem Werkstoff Magnesium befasst und hierzu diverse Untersuchungen durchgeführt. Ein direktes Vorgängerprojekt gab es jedoch nicht.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Die Aussichten, die Fragestellung ohne staatliche Förderung zu untersuchen, sind gering. Der praktisch verwertbare Teil des Forschungsprojektes ist aus Sicht von Unternehmen zu ungewiss, als dass sie hier Forschungsgelder aufwenden würden. Dies gilt ganz besonders für KMU.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Die Idee für dieses Forschungsprojekt kam von den Instituten. Es wurde eine Forschungsfrage weiterentwickelt, die an frühere Projekte anschloss. Es handelt sich aber nicht um ein Anschlussprojekt. Das Thema wurde in den entsprechenden Ausschüssen des DVS vorgestellt und diskutiert.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Die Forschungsstelle hat den PA akquiriert. Es konnte 6 Unternehmen gewonnen werden, darunter 3 KMU. Es gab keine nennenswerten Schwierigkeiten Mitglieder für den PA zu gewinnen. Gut drei Monate wurde das Thema in den Ausschüssen und Gremien diskutiert. Am 28.10.20021 erreichte der Antrag die AiF.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

An der Projektgenese waren insgesamt 6 Unternehmen beteiligt, darunter 3 KMU. Sie haben anwendungsrelevante Schicht- und Grundwerkstoffe benannt und breit gestellt.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Ein Antrag auf Förderung dieses Projektes wurde auch deshalb bei der AiF gestellt, weil es einen absehbaren Nutzen insbesondere für KMU versprach. Das Thermische Spritzverfahren findet besonders in KMU Anwendung.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Der Antrag auf Begutachtung ging am 28.10.2001 bei der AiF ein und wurde am 28.11.2001 auf der Übersichtsliste für die Frühkoordinierung vermerkt. Diese wurde am 08.01.2002 ohne Bemerkungen abgeschlossen.



Der Gutachterausschuss befürwortete in seiner Prüfung des Antrages das Projekt am 15.10.2002 mit inhaltlichen und finanziellen Auflagen. Der Ausschuss bestätigte, dass die Fragestellung und der methodische Ansatz des beantragten Projektes sinnvoll seien. Außerdem wäre überzeugend die wirtschaftliche Bedeutung des Themas für KMU dargelegt. Die Gutachter hatten allerdings Einwände gegen die Vorgehensweise erhoben.

Aus dem Antrag wurde nach ihrer Meinung nicht deutlich, wie die Eignung der applizierten Schichten nachgewiesen werden soll. Die Haftung der Schichten sei ebenso wie die Korrosion ein wesentlicher Aspekt des Forschungsvorhabens. Es würde nicht klar gesagt, wie die Verschleißbeständigkeit nachgewiesen werden soll. Es wird vorgeschlagen, hierzu ein zusätzliches Arbeitspaket mit in den Antrag aufzunehmen.

Die beantragten Personalkosten seien nach Meinung der Gutachter viel zu hoch angesetzt. Sie haben eine Kürzung um die Hälfte empfohlen. Auch sollten die Kosten für die geplanten „Demonstratoren“ als Ausgaben für Dritte gestrichen werden.

Auf die Einwände haben die beiden Institute am 18.11.2002 geantwortet, allerdings aus Sicht der Gutachter nicht zufriedenstellend. Nach ihrer Ansicht wurden die finanziellen Auflagen erfüllt, jedoch bei der inhaltlichen Überarbeitung wurden, trotz Einfügung des vorgeschlagenen Arbeitspakets, die einzelnen Schritte nicht erläutert. Dies wurde von dem Gutachterausschuss als unzureichend bewertet und erneut lediglich eine Befürwortung mit Auflagen ausgesprochen.

Mit Schreiben vom 20.12.2002 haben die Institute wieder geantwortet und sind nun auch auf die inhaltlichen Auflagen eingegangen, sodass der Gutachterausschuss schließlich am 25.02.2003 das Projekt uneingeschränkt befürwortete.

Der Bewilligungsausschuss war am 04.11.2002 zu einer Beratung zusammengetreten, weil aufgrund von Formulierungen im Antrag Zweifel hinsichtlich der unternehmensübergreifenden Nutzbarkeit der Ergebnisse aufkamen. Außerdem wurde vermutet, dass das Vorhaben wegen der beabsichtigten Fertigung von Demonstrationen und Prototypen das Gebot der Vorwettbewerblichkeit verletze.

Die Diskussion ergab schließlich, dass eine breite Wissensstreuung und damit eine breite Nutzung der Ergebnisse angestrebt werden. Allen Unternehmen sollte diskriminierungsfrei der Zugang zu den Forschungsergebnissen gewährt werden. Die Demonstration und die Fertigung von Prototypen sollten nicht zu einer unmittelbaren Übernahme der Ergebnisse in die Produktion führen. Ziel ist vielmehr, die grundsätzlichen Anwendungsmöglichkeiten zu demonstrieren und ihre Eignung für die Übernahme in Arbeitsblätter, technische Regelwerke und Normen zu prüfen. Damit waren die Zweifel an der Vorwettbewerblichkeit des Projektes ausgeräumt.

In einer Anmerkung der Hauptgeschäftsstelle der AiF vom 25.02.2003 wird nochmals unterstrichen, dass die Diskussion mit den Antragstellern die Zweifel an der Vorwettbewerblichkeit des Vorhabens ausgeräumt habe.

Insgesamt hat die Prozedur der Antragsbewilligung 2 Jahre in Anspruch genommen. Zwischen Annahme des Antrages und erster Befassung des Gutachterausschusses lagen 10 Monate. Die Institute haben auf die Einwände relativ rasch reagiert (1 Monat). Der Gutachterausschuss hat dann im Dezember – also ziemlich schnell danach - sich nochmals mit dem Antrag befasst (03.12.2002). 17 Tage später antworten die Institute auf die erneuten Einwände, weitere 2 Monate später erfolgte die uneingeschränkte Bewilligung. Kritisch ist der Zeitraum von 10 Monat zwischen Antragseingang und erstmaliger Befassung durch den Gutachterausschuss zu sehen.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die vorgesehenen Untersuchungsschritte konnte wie geplant durchgeführt werden. Es kam zu keinen besonderen Vorkommnissen.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Die Unternehmen haben aktiv an der Fortentwicklung des Projektes teilgenommen. Sie haben Materialien, Ausrüstungen und Laborleistungen zur Verfügung gestellt und Vorschläge unterbreitet, die Einfluss auf die Forschungsarbeiten hatten.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstellen**

Im PA waren 6 Unternehmen vertreten, darunter 3 KMU. Die PA hat sich viermal getroffen. Es gab jedoch auch zwischen den Zusammenkünften immer wieder Kontakte. Die Sitzung des PA wurde mit dem Termin der Sitzung des Fachausschusses kombiniert. Dies hatte den Vorteil, dass die am PA beteiligten Unternehmen zugleich einen Überblick über parallel laufende Projekte anderer Forschungsstellen erhielten.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Nennenswerte Probleme bei der Durchführung traten nicht auf.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die ursprünglich angestrebten Projektziele wurden vollständig erreicht. In dem Schlussgutachten wird bestätigt, dass der wirtschaftliche und wissenschaftlich-technische Nutzen als hoch einzustufen ist. Eine industrielle Anwendung sei nach Meinung der Gutachter aber noch nicht absehbar.

**Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

Die Ergebnisse fanden Eingang in die Diskussion im Normenausschuss AGV 7 „Thermisches Spritzen“. Patente wurden nicht angemeldet. Die Ergebnisse trugen nicht dazu bei, dass Normen und Richtlinien verändert wurden. Personaltransfers oder die Gründung eines eigenen Unternehmens fand aufgrund dieses Projektes nicht statt.

**Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstellen**

Der hauptsächliche Nutzen des Forschungsprojektes besteht in der Erweiterung des Wissens über den Werkstoff Magnesium bei der Anwendung des Thermischen Spritzverfahrens.

**Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Der Nutzerkreis wird in der Chemie, in der Verfahrenstechnik, in der Konstruktion und in der Produktion gesehen. Bezogen auf Wirtschaftszweige sind die Ergebnisse besonders für die Metallerzeugung, den Fahrzeugbau und das Transportwesen interessant. Nutznießer können aber auch das Papier- und Druckgewerbe (Druckmaschinen), die Chemische Industrie, der Maschinenbau sowie der Bereich Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte, Elektronik, Feinmechanik und Optik sein. Anwendungsmöglichkeiten bestehen auch in der Verkehrsindustrie sowie der Luft- und Raumfahrttechnik.

**Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Über das Projekt hinausweisende Erkenntnisse sind nicht zustande gekommen. Ein Anschlussprojekt wurde nicht durchgeführt.

**Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Die Institute haben die Ergebnisse in drei Beiträgen zu Fachzeitschriften präsentiert. Außerdem wurden vier Artikel für sonstige - populärwissenschaftliche - Printmedien veröffentlicht. Der Endbericht wurde ins Internet eingestellt. Die Institute haben das Projekt auf drei Tagungen bzw. Kongressen vorgestellt und auch auf zwei Messen die Praktiker über die Ergebnisse informiert.

Die Forschungsvereinigung hat anlässlich zweier Tagungen und auf einer Messe auf das Forschungsprojekt hingewiesen.

### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Neben den genannten Veröffentlichungsformen (Internet, Projektbericht, Artikel und Beiträge in Fachzeitschriften und Vorträge) gehörte zum Projekt auch die Demonstration des Verfahrens in einem Unternehmen. Diese Pilotanwendung diente nur zur praxisnahen Erprobung des Forschungsansatzes. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens haben auch Eingang in die Lehre gefunden.

Die DVS hat ihre Mitglieder über das Forschungsprojekt, seine Fragestellung, seine Methode und seine Ergebnisse fortlaufend informiert.

### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Aus Sicht der Forschungsstellen sind es in erster Linie die Institute, die für den Ergebnistransfer verantwortlich sind. Sie sind am ehesten in der Lage, das Anliegen des Forschungsprojektes zu vermitteln und auf konkrete Fragen sachgerechte Antworten zu geben.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Motive und Motivationen sich für den Ergebnistransfer zu engagieren speisen sich aus zwei Quellen: 1. Mehrung der Reputation der Forschungsstelle und der Forscher und 2. Herstellung von Kontakten zu Unternehmen zum Zwecke der Beratung, der Kooperation in Projekten und möglicherweise der Bereitstellung von Arbeitsplätzen für Absolventen der Hochschule.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Eine Umsetzung der Forschungsergebnisse durch Unternehmen ist nicht absehbar. Es war auch bei den PA Mitgliedern nicht zu beurteilen, ob diese die gewonnenen Erkenntnisse in ihren Unternehmen tatsächlich nutzen werden.

Die Ergebnisse sind in der Wissenschaft auf Beachtung gestoßen.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Die Institute erhielten drei Anfragen von Unternehmen, die sich für das Projekt interessierten. KMU waren nicht darunter. Es ist nicht bekannt, ob und wie diese Unternehmen die Informationen, die sie von den Forschungsstellen bekamen, genutzt haben. Es ist nicht bekannt, ob Unternehmen die Ergebnisse des Projektes umgesetzt haben, obwohl beide Institute sich darum bemühen, dies nachzuhalten.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Verfahrensänderungen sind immer dann willkommen, wenn sie entlastend, beschleunigend und vereinfachend wirken. In dem vorliegenden Projekt waren die Zeiten zwischen Antragstellung und Bewilligung deutlich zu lang. Dies ist insbesondere deshalb ein Problem, weil auf aktuelle Forschungsfragen nicht reagiert werden kann. Außerdem drohen die als Kooperationspartner angesprochenen Unternehmen aus dem Projekt auszusteigen, wenn über 2 Jahre keine Klarheit über das Projekt herrscht.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Die bisherigen Verfahrensänderungen hatten keine spürbaren Wirkungen auf die Projektdurchführungen.

### **Potenzial für Veränderungen**

Die Erstellung von Demonstrationsbauteilen sollte ermöglicht werden, ohne gleich zu unterstellen, das Postulat der Vorwettbewerblichkeit würde nicht eingehalten. Insbesondere KMU sind am ehesten zu überzeugen, wenn ihnen eine Technik vorgeführt wird und sie die Effekte anschaulich verfolgen können.

Themen sollten auch über einen längeren Zeitraum verfolgt werden können. Das bedeutet, es sollte möglich sein, mehrere Projekte zu einem Thema hintereinander durchzuführen.

Projekt-Nr. 13787

## **Prozesssicheres MSG-Schweißen von hoch legierten Sonderwerkstoffen mit niederfrequent gepulstem Drahtvorschub**

Forschungsstelle:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik

Lehrstuhl Fügetechnik

Universitätsplatz 2

39106 Magdeburg

Tel.: +49 391 67-18537 / 18613

Internet: [www.mb.uni-magdeburg.de](http://www.mb.uni-magdeburg.de)

Ansprechpartner: Dr. Jörg Jens Pieschel

Dr. Manuela Zinke

Fördervolumen: 153.600 €

Bewilligungszeitraum: 01.08.2003 bis 31.07.2005

### **I. Angaben zur Forschungsstelle**

Siehe hierzu die Darstellung der Forschungsstelle im Zusammenhang mit Projekt-Nr. 13599 (Seite 131-141).

### **II. Projekt**

#### **Generelles zum Projekt, Projektadministration**

##### **Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts**

Beim Metall-Schutzgasschweißen mit Massivdrahtelektroden aus hoch legierten Eisen- und Nickelbasiswerkstoffen kommt es verschiedentlich unkontrolliert zu Prozessstörungen, die sich u.a. in starken Lichtbogenbewegungen, Einbrüchen des Schweißstroms und Spritzerbildung äußern. KMU weichen deshalb bei der Verarbeitung derartiger Werkstoffe häufig auf das als prozessstabil bekannte manuelle Wolfram-Intergasschweißen aus, mit dem aber nur geringe Schweißleistungen erreichbar sind. Dies führt insbesondere bei schweißintensiven Erzeugnissen zu erhöhten betrieblichen Aufwendungen. Das Vorhaben zielte darauf ab, die Drahtpulstechnik in Verbindung mit modernen Schweißstromquellen für ein prozesssicheres MSG-Schweißen von hoch legierten Sonderwerkstoffen anwendbar zu machen. Das MSG-Schweißen ist zwar bekannt, doch

wurde dieses noch nicht für Massivdrahtelektroden aus hoch legierten Eisen- und Nickelbasiswerkstoffen systematisch untersucht.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, gut handhabbare Daten bereitzustellen, auf deren Grundlage KMU verstärkt das MSG-Schweißen mit überlagertem Drehimpuls als Technologie einsetzen können, um ihre Position im Wettbewerb zu verbessern.

### **Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation**

Es handelt sich nicht um ein Kooperationsprojekt.

### **Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes**

Hoch (nach Projektabschluss)

1) Es wurden bestehende Kenntnislücken zum Einsatz des Drahtpulsens beim MSG-Schweißen hoch legierter Materialien geschlossen. In Verbindung damit wurde ein neuer Weg zur Einsatzerweiterung von computergestützten Inverterschweißstromquellen mit niederfrequentem Drahtpuls eröffnet.

Mittel (aus heutiger Sicht)

2) Zwischenzeitlich sind neuere Verfahrensvarianten mit höheren Drahtpulsfrequenzen in Verbindung mit geregelter Kurzlichtbogentechnik für das Schweißen im Dünnblechbereich auf dem Markt gekommen, die ein höheres Innovationspotential aufweisen.

### **Klassifizierung des Projektes**

Obwohl das Projekt zum Teil grundlegende Untersuchungen zu den Auswirkungen der Drahtpulsation auf die Fertigungs- und Schweißnahteigenschaften beinhaltete, ist das Projekt als anwendungsorientiert einzustufen, da die Untersuchungen unter praxisrelevanten Rahmenbedingungen realisiert werden sind.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Die Vorwettbewerblichkeit war gewährleistet, da die Fragestellung des Forschungsvorhabens für eine große Zahl von Unternehmen von Interesse ist und die breite Streuung der Ergebnisse sichergestellt war.

Die Vorwettbewerblichkeit des Projekts ermöglicht eine unternehmensübergreifende breite Nutzung der Ergebnisse. Die zweckorientierte Anwendung der Erkenntnisse aus dem Projekt bietet für KMU eine gute Basis zur Stärkung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit bei der Verarbeitung von hoch legierten Sonderwerkstoffen. In den PA wurden 8 Unternehmen einbezogen, von denen 4 Unternehmen KMU waren. Das Produktionsprofil dieser 8 Unternehmen spiegelte die breite Nutzungspalette wider: Gerä-

teentwickler und -hersteller, Werkstoffentwickler und -hersteller (Grund- und Zusatzwerkstoffe), Schutzgasentwickler und -hersteller, Dienstleistungs- und Großhandelsunternehmen, Edelstahlverarbeitungsunternehmen (Schwimmbäder, Stahlbau) sowie Blechbearbeitungsunternehmen.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Das im Forschungsprojekt für erweiterte Einsatzmöglichkeiten untersuchte MSG-Schweißen mit niederfrequent gepulstem Drahtvorschub stellt eine innovative Schweißtechnologie dar, die in einer Vielzahl der heute zur Verfügung stehenden Inverterschweißstromquellen optional anwählbar ist. Sie eignet sich gleichermaßen für den Impuls-, Sprüh- und den Kurzlichtbogenbereich beim MSG-Schweißen. Bis dahin wurde diese Technologie nur für das Schweißen von Aluminiumlegierungen angewendet. Ferner erbrachte das Forschungsprojekt neue Erkenntnisse zum MSG-Schweißen mit hoch legierten Massivdrahtelektroden, die relativ hohe Fremdstoffanteile auf der Oberfläche aufweisen. Durch die Anwendung des Drahtpulsens verringern sich die durch sie hervorgerufenen unkontrollierten Prozessstörungen und in Folge dessen auch die negativen Auswirkungen auf die Schweißnahtqualität.

Für alle Unternehmen, die Metallerzeugnisse aus hoch legierten Legierungen schweißtechnisch produzieren, sind die Ergebnisse von Interesse. Dazu gehören der chemische Apparate- und Anlagenbau, der Maschinenbau, der Fahrzeugbau und das Bauwesen. Insbesondere für KMU bieten die Forschungsergebnisse einen produktivitätsorientierten Nutzen. So kann bei hoch legierten Bauteilen durch das MSG-Schweißen mit Drahtpulsens auf das leistungsschwächere WIG-Schweißen verzichtet werden, ohne Verluste in der Schweißnahtqualität befürchten zu müssen. Durch die Einsparung von manuellen Schweißzeiten stärken die Unternehmen ihre Wettbewerbsposition.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstelle**

Es gibt eine Affinität zu den Ergebnissen aus dem an der Forschungsstelle bearbeiteten AiF-Projekt 12.473 B „Erhöhung der Prozessstabilität beim MSG-Schweißen von hoch legierten Werkstoffen über die Drahtelektrode“ (LZ: 01.05.2000-31.04.2002).

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Ohne die finanzielle Unterstützung der IGF wäre eine Realisierung der Forschung in diesem Umfang nicht möglich gewesen. Das Interesse der Unternehmen hätte lediglich zu einer Unterstützung bei der Lösung unternehmensspezifischer technologischer Probleme geführt.



## Planungs- und Antragsphase

### Generierung der Forschungsfrage

Die Projektidee wurde von der Forschungsstelle generiert. Die Projektidee entstand aus einer Kopplung von an der Forschungsstelle gewonnenen Erkenntnissen aus dem AiF-Projekt 12.473 B und der Auswertung der Fachliteratur über innovative Entwicklungen bei modernen Inverterschweißstromquellen bzw. Anregungen von der Messe „Schweißen und Schneiden 2001“ in Essen.

#### a) Erkenntnisse aus dem AiF-Projekt 12.473 B:

Die aus der Schweißpraxis empirisch bekannten Qualitätsprobleme beim MSG-Schweißen bestimmter hoch legierter Sonderwerkstoffe (sporadische Instabilitäten des Schweißlichtbogens, lokale Bindefehler in der Schweißnaht) haben eine eindeutige Ursache. Anteile von herstellungsbedingten lokalen Fremdstoffbelägen auf hoch legierten Schweißdrähten setzen sich beim Schweißen im Stromkontaktröhre ab. Nach stochastischen Prozessen werden sie in den Kontaktröhrenkanal hineingezogen, wo sie den Stromübergang unterschiedlich beeinträchtigen. Dadurch bewirken sie sporadische Instabilitäten beim MSG-Schweißen.

#### b) Erkenntnisse aus der Auswertung der Fachliteratur:

Die in vielen computergestützten Inverterschweißstromquellen vorhandene Einstelloption eines gepulsten Drahtvorschubs erfordert zur optimalen Nutzung eine hohe technologische Disziplin beim Anwender. Deshalb und wegen fehlender konkreter Einstellwerte ist die Option für das MSG-Schweißen hoch legierter Sonderwerkstoffe noch völlig unerschlossen.

Projektidee: Ausschaltung der unter a) genannten Nachteile des MSG-Schweißens, indem gerätetechnisch gezielt in den Prozess von Fremdstoffablagerungen im Stromkontaktröhre eingegriffen wird. Der Eingriff soll in Form eines pulsierenden Drahtvorschubs erfolgen, der sich mit modernen handelsüblichen Inverterstromquellen realisieren lässt. Durch die mechanische Beeinflussung soll erreicht werden, dass sich keine kompakten Ablagerungen im Stromkontaktröhre bilden.

Projektziel: Prozesssicherere Verarbeitung von oberflächenverunreinigten hoch legierten Massivdrahtelektroden auf Fe- und Ni-Basis.

### Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung

1. Ausformulierung der Projektidee zu einer Projektskizze.
2. Telefonische Anfrage bei verschiedenen Unternehmen, ob Interesse an der Projektskizze besteht.
3. Bei vorliegendem Interesse Zusenden der Projektskizze mit der Bitte des Äußern sachdienlicher Hinweise bzw. notwendiger Änderungen und Anfrage, ob das Projekt

im Falle einer Befürwortung durch eine Mitarbeit im PA und durch die Bereitstellung von Materialien (Grundwerkstoff, Zusatzwerkstoff, Hilfsstoff) und Gerätetechnik unterstützt werden würde.

4. Präsentation und Diskussion des Kurzantrages im Fachausschuss 3 „Lichtbogenschweißen“ der Forschungsvereinigung.
5. Information über die Befürwortung durch die Industrievertreter des Fachausschusses.
6. Erarbeitung der Antragsunterlagen (Kurzantrag und ausführlicher Antrag), Zusenden der Antragsunterlagen an die Unternehmen, die sich bereit erklärt haben, im PA mitzuwirken und Abforderung der Einverständniserklärungen zur PA-Mitarbeit.
7. Abgabe der Antragsunterlagen bei der Forschungsvereinigung.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

Es waren keine KMU an der Projektgenese beteiligt. Allerdings in der Planungs- und Antragsphase sehr wohl. In der Antragsphase waren 2 Unternehmen involviert, darunter 1 KMU.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Ja, für verschiedene Teilergebnisse (Ergebnisse der grundlegenden Untersuchungen zu den Auswirkungen des Drahtpulsens) war eine spätere Nutzung der Ergebnisse absehbar.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Der Antrag auf Förderung nach dem IGF-Programm ging am 13.05.2002 bei der AiF ein. Es wurde auf die Übersichtsliste für die Frühkoordinierung gesetzt, die am 26.07.2002 abgeschlossen wurde. Am 27.1.2003, also reichlich 8 Monate später nach Einreichung des Antrags, wurde dieser Antrag vom Gutachterausschuss ohne Auflagen befürwortet.

Die Gutachter bestätigen die Relevanz der Forschungsthemas und bewerteten den vorgeschlagenen Lösungsweg als geeignet. Auch die im Antrag ausgeführten Gründe, weshalb das Projekt für KMU von Bedeutung sei, wurden von den Gutachtern anerkannt. Die angestrebten Transferleistungen wurden als ausreichend bewertet, die angesetzten Personalausgaben als angemessen anerkannt. Der Antrag wurde ohne Auflagen befürwortet.

Die Schlussbegutachtung bestätigte, dass die angestrebten Forschungsergebnisse vollständig erreicht wurden und mit der ursprünglichen Zielsetzung übereinstimmten. In folgenden Punkten wich das Votum der Gutachter von der Einschätzung des For-

schungsstelle ab: Es wurde kein „hoher“ allenfalls ein „mittlerer“ Nutzen für KMU erkannt, da auch in den Unternehmen des PA keine industrielle Anwendung zu erwarten war. Die Gutachter widersprachen auch der Auffassung, es sei ein neues Verfahren entwickelt worden. Ihrer Ansicht nach konnte man nur von einer Weiterentwicklung eines Verfahrens sprechen.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Die Forschungsstelle konnte alle im Lösungsweg geplanten Untersuchungsschritte umsetzen.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Auf der 1. Sitzung des PA erfolgte durch die Forschungsstelle eine Vorstellung des Antrages. Gemeinsam mit dem PA wurde der im Antrag dargelegte Arbeitsplan diskutiert und entsprechend dem Stand der Forschung und den Bedürfnissen der Praxis aktualisiert. Auf den nächsten beiden Sitzungen wurden den anwesenden Industrievertretern des PA die Zwischenergebnisse präsentiert und offen diskutiert. Bei der letzten Sitzung erfolgte eine Abschlusspräsentation und -diskussion aller Ergebnisse.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstelle**

Im PA beteiligten sich 8 Unternehmen, davon 4 KMU. Die Konstituierung erfolgte bei der Erstellung der Antragsunterlagen durch das Institut. Es wurden Unternehmen angeschrieben, die potenziell Interesse haben könnten. Probleme bei der Rekrutierung der Mitglieder gab es nicht. Von nahezu allen Unternehmen wurden Ressourcen zur Verfügung gestellt. Hier sind zu nennen:

- Sachleistungen im Wert von 58.000 €
- Bereitstellung der Schweißstromquelle PRO 4200 für das Forschungsvorhaben,
- Bereitstellung von speziellen werkstoffabhängigen Kennlinien für die genutzten Schweißstromquellen,
- Bereitstellung einer neuen Software für das Drahtpulsen im Synergic-MIG, Bereitstellung von diversen hoch legierten nicht rostenden Grund- und Zusatzwerkstoffen,
- Bereitstellung von Schutzgasen, Übernahme der Flaschenmiete sowie
- Dienstleistungen im Wert von 83.000 € (Teilnahme an den PA-Sitzungen, Durchführung von Testschweißungen im Unternehmen und an der Forschungsstelle, Aufspielen von Kennlinien an der Forschungsstelle, Projektgespräche an der Forschungsstelle, telefonische Beratungen).

Der Informationsaustausch erfolgte in den PA-Sitzungen, per E-Mail und Telefon oder z.T. durch zusätzliche Projektgespräche in den Unternehmen bzw. Forschungsstelle. Alle Mitglieder des PA erhielten von den Sitzungen Protokolle und eine CD-ROM mit den Powerpoint-Präsentationen.

Unternehmensvertreter Ort des Zusammentreffens	KMU	05.11.03 MD	20.04.04 MD	09.11.04 MD	01.07.05 MD
Dipl.-Ing. U. Hoepfel, Kemppi GmbH, Butzbach	X	X	X	X	
Dipl.-Ing. V. Jank, Fronius International GmbH, Wels-Thalheim		X	X	X	X
Dipl.-Ing. B. Hoberg, ThyssenKrupp VDM, Altena		X		X	X
Dipl.-Ing. T. Hoffmann, ThyssenKrupp VDM, Altena		X	—	—	,
Dipl.-Ing. H.-J. Weber, BöhlerThyssen Schweißtechnik, Hamm		X		X	
Dipl.-Ing. U. Jenter, Westfalen AG, Münster		—			X
Dipl.-Ing. A. Heydenreich, MSS Magdeburger Schweißtechnik GmbH, Magdeburg	X	X	X		
Dipl.-Ing. H. Kriese, Bäderbau Burg GmbH, Burg	X	X		—	—
Dipl.-Ing. Ebersbach, GraepelSTUVGmbH, Seehausen (Altmark)	X				

Es erfolgte eine Einflussnahme der Unternehmensvertreter auf Anlage und Fortgang des Projektes. Auf der 1. PA-Sitzung wurde gründlich über Mitteilungen einiger Schweißgerätehersteller diskutiert, wonach durch die Anwendung einer Drahtpulsation bei hoch legierten Stählen ähnliche Effekte wie beim MSG-Schweißen von Aluminium-Legierungen erzielbar sind. Da die diesbezüglichen Darlegungen in der Fachpresse nicht mit überzeugenden experimentellen Daten gestützt waren, wurden sie mit gebotener Skepsis registriert. Dies war auch deshalb angeraten, weil beide Werkstoffgruppen in den schweißtechnisch relevanten thermo-physikalischen Materialeigenschaften gravierende Unterschiede aufweisen. In Anbetracht dieser Situation wurde von den PA-Mitgliedern vorgeschlagen, einen zusätzlichen größeren Arbeitsschwerpunkt in das Projekt aufzunehmen. Noch vor den ursprünglich geplanten Untersuchungen zum Schweißverhalten von hoch legierten Massivdrahtelektroden mit relativ hohem Fremdstoffgehalt auf der Oberfläche sollte systematisch geprüft werden, wie sich ein pulsierender Drahtvorschub auf grundlegende schweißtechnische Merkmale auswirkt, wenn gut schweißgeeignete hoch legierte Stähle bzw. hoch legierte Sonderwerkstoffe zu ver-

arbeiten sind. Das Projektziel war hierbei die Bereitstellung von Grundlagendaten für das Drahtpulsen mit hoch legierten Drähten.

Während der Laufzeit musste ein Unternehmen aus Magdeburg Konkurs anmelden. Der Geschäftsführer der Nachfolgeunternehmen war an der Mitarbeit im PA nicht interessiert.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Probleme bei der Durchführung des Projektes traten nicht auf.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

Die definierten Projektziele wurden erreicht. In einem ersten Untersuchungsschwerpunkt wurden umfassende schweißtechnische Grundlagendaten für das Drahtpulsen mit hoch legierten Schweißdrähten erarbeitet und anwendungsgerecht aufbereitet. In einem weiteren Untersuchungsschwerpunkt entstanden konkrete technologische Parametersätze für die Nutzung des MSG-Schweißens mit gepulstem Drahtvorschub bei solchen hoch legierten Schweißdrähten, die einen hohen Marktanteil erreichen und damit auch von KMU kostengünstig eingekauft werden können.

### **Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

Eine Patentanmeldung erfolgte nicht. Auf Regelwerke, Normen oder Richtlinien hatten die Projektergebnisse keinen Einfluss.

Im ersten Jahr nach Abschluss des Projektes kam es zu einem Personalwechsel. Ausgründungen erfolgten nicht.

### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstelle**

Eine praktische Nutzung der Projektergebnisse ist möglich. Der Abschlußbericht enthält entsprechende anwendungsorientierte Grundlagendaten für den Einsatz des Drahtpulsens beim MSG-Schweißen hoch legierter Legierungen (bislang nur für Al-Legierungen nutzbar). Die Vorteile dieser Technik wurden deutlich herausgearbeitet.

### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Alle Unternehmen, die hoch legierte Legierungen, speziell davon auch Sonderlegierungen, schweißtechnisch verarbeiten, können potentiell die Projektergebnisse nutzen. Für KMU bieten die Projektergebnisse Möglichkeiten zu Kosteneinsparungen bei der Ver-

arbeitung der genannten Werkstoffgruppe. So kann in manchen Fällen auf das leistungsschwächere WIG-Schweißen verzichtet werden, ohne Verluste in der Schweißnahtqualität befürchten zu müssen. Gemäß Angaben eines Mitgliedes des PA gewährleistet die Funktion niedrig gepulster Drahtvorschub (SynchroPuls) einen Produktivitätsvorsprung bei gleicher Qualität und gleichem Nahtaussehen gegenüber MSG-Anlagen von ca. 30-40%. Dies wurde bei dem Unternehmen Vink Systemen (Katwijk, Niederlande) ermittelt.

### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Ein Folgeprojekt wurde nicht durchgeführt. Die bestehenden Kontakte wurden im Rahmend des Projektes gestärkt. Forschungsergebnisse, die über das Projekt hinausgingen, wurden nicht erzielt.

### **Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Durch Hinweise zum Vorhaben auf der Homepage der Forschungsstelle bzw. den dort verfügbaren Abschlußbericht und der Veröffentlichung im „Forschungsportal Land Sachsen-Anhalt“ sind gute Voraussetzungen für eine weite Verbreitung der Forschungsergebnisse gegeben. Die für die Forschungsstelle ausführbaren Transfermöglichkeiten (Fachzeitschrift, Tagung, Messe, Lehrveranstaltungen, Fachausschusssitzungen, PA) wurden hinreichend genutzt.

Die Forschungsstelle spielt eine sehr aktive Rolle beim Ergebnistransfer. Sie nutzt generell Fachzeitschriften, Kongresse, Tagungen und ggf. Messen und schweißtechnische Anfragen von Unternehmen zur Darstellung eigener Forschungsergebnisse. Darüber nutzt die Forschungsstelle ihre Homepage und das Forschungsportal des Landes Sachsen-Anhalt zum Ergebnistransfer, da dies eine kostenoptimale Lösung für die Forschungsstelle darstellt.

Gäste und Forschungspartner der Forschungsstelle werden ständig sowohl auf laufende als auch abgeschlossene Projekte hingewiesen. Bei Anfragen erfolgt die kostenlose Zusendung des Schlussberichtes an die anfragende Stelle als PDF-Datei oder in Papierform. Außerdem befinden sich verschiedenen Unternehmen im lehrstuhlspezifischen Verteiler der Dissertationen der Forschungsstelle, die häufig öffentlich geförderte Projekte als Grundlage genutzt haben.

Die Forschungsvereinigung hat auf ihrer Homepage über das Projekt unterrichtet. In den Fachausschusssitzungen wurde ausführlich Bericht erstattet. Das Projekt fand auch Erwähnung im Geschäftsbericht der Forschungsvereinigung. Es wurden zudem den Mitgliedern die Forschungsergebnisse kostenlos zugestellt.

**Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Internet: Forschungsportal des Landes Sachsen-Anhalt (<http://www.forschung-sachsen-anhalt.de/>).

Homepage des IWF (<http://www.uni-magdeburg.de/iwf/forschung/projekte/projekte.htm>).

Fachartikel: Zinke, M; Schröder, J.: Metall-Schutzgasschweißen hoch legierter Werkstoffe mit pulsierender Drahtfördergeschwindigkeit. Der Praktiker. Das Magazin für Schweißtechnik und mehr. Band 57 (2005) Heft 10: 304-306.

Sonstige Veröffentlichung in Printform:

Schröder, J., Zinke, M; Herold, H.: Einfluss der Oberflächenausführung von hoch legierten Massivdrahtelektroden auf die Prozessstabilität beim MSG-Schweißen. DVS-Berichte, Bd. 232 (2004), S. 243/248.

Tagungsbeiträge:

Schröder, J., Zinke, M; Herold, H.: Einfluss der Oberflächenausführung von hoch legierten Massivdrahtelektroden auf die Prozessstabilität beim MSG-Schweißen. Große Schweißtechnische Fachtagung (2004, Magdeburg). Zinke, M.: MSG-Schweißen hoch legierter Werkstoffe mit pulsierender Drahtführung. 2. Kolloquium „Lichtbogenschweißen" (2006, SLV Duisburg).

Präsentation im Rahmen der Lehre:

Diplomanden- und Doktorandenkolloquium in den Forschungsbereichen Fertigungstechnik sowie Werkstoffe und Schweißen.

Messen:

16. Internationale Messe Schweißen und Schneiden 2005 in Essen im Rahmen des Innovationsforums am Stand der Forschungsstelle (Powerpoint-Präsentation).

**Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Primär: Projektleiter und Projektbearbeiter. Sekundär: Eine Unterstützung erfolgt seitens der Forschungsstelle durch zur Verfügungstellung von finanzieller und zeitlicher Kapazität weiterer Mitarbeiter, beispielsweise Forschungs- oder Laboringenieur. Es werden dazu erfolgreich erscheinende Dienstreisen zu Tagungen oder nicht involvierten, aber interessierten Unternehmen oder Forschungsstellen organisiert und finanziert.

**Anreize für den Ergebnistransfer**

Anreize zum Ergebnistransfer gibt es aus Sicht der Forschungsstelle wenige, außer der individuellen Verantwortung des Wissenschaftlers für die Verbreitung neuen Fachwis-

sens im Sinne des technischen Fortschritts und der Möglichkeit der Einwerbung aufbauender Industrieaufträge.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Resonanz der beteiligten aktiven Unternehmensvertreter auf die erzielten Ergebnisse war positiv. Zwei Hersteller von computergestützten Inverterschweißstromquellen nutzten einen Teil der Projektergebnisse als Basisdaten für die Einführung und Anwendung der Drahtpulstechnik beim Kunden.

### **Anfragen von (nicht beteiligten) Unternehmen zum Projekt**

Es erreichten das Institut keine weiteren Anfragen von Unternehmen.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Verfahrensänderungen können das IGF-Programm noch attraktiver und damit bekannter machen. Abschreckend wirken umständliche und aufwändige bürokratische Verfahren. Kontroll- und Nachweisaufgaben sollten auf ein notwendiges Maß beschränkt werden.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Verfahrensänderungen können dazu beitragen, mehr Unternehmen zu einem Engagement in IGF-Projekten zu bewegen. Dies könnte auch helfen, den Bekanntheitsgrad des IGF-Programms zu erhöhen. Angesichts des Umfangs und der Bedeutung der IGF in der Technologiepolitik ist der Kenntnisstand hierüber in den Unternehmen erstaunlich gering.

### **Potenzial für Veränderungen**

Wünsche, Erwartungen der Forschungsstelle an die künftige Entwicklung der IGF und der Forschungsvereinigung:

- o direkte Förderung von KMU als Forschungspartner,
- o mehr Fördermittel (mehr Projekte),
- o Kontinuität,
- o Erhöhung der Öffentlichkeitswirksamkeit,
- o höhere Flexibilität bei der PA Besetzung sowie
- o realistische Einschätzung der Mitwirkungsfähigkeit von KMU.



Projekt-Nr. 13788

## **Entwicklung eines Controlled Atmosphere Brazing (CAB) Verfahrens zum Fügen von Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen**

Forschungsstelle:

Technische Universität Chemnitz

Fakultät für Maschinenbau

Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe

Reichenhainer Straße 70

09126 Chemnitz

Tel.: +49 371/531-23000

Internet: [www.mb.tu-chemnitz.de](http://www.mb.tu-chemnitz.de)

Ansprechpartner: Prof. Dr. Bernhard Wielage

Dipl. Ing. Thomas Grund

Dr. Ina Hoyer

Fördervolumen: 204.450 €

Bewilligungszeitraum: 01.08.2003 bis 31.07.2005

### **I. Angaben zur Forschungsstelle**

Siehe hierzu die Darstellung der Forschungsstelle im Zusammenhang mit Projekt-Nr. 13596 (Seite 81-88).

### **II. Projekt**

#### **Generelles zum Projekt, Projektadministration**

##### **Kurzdarstellung des Inhalts und des Ziels des Projekts**

Das Bestreben, das Gewicht von Bauteilen zu minimieren, ohne die Funktion zu beeinträchtigen, bei gleichzeitig erhöhter Wirtschaftlichkeit der Fertigung führt immer häufiger dazu, dass bei Aluminiumbauteilen verschiedene Legierungen eingesetzt werden. Dabei spielen Gusslegierungen eine wesentliche Rolle. Aufgrund der Solidustemperatur können diese Grundwerkstoffe nur mit Weichloten gefügt werden. Eutektische Lote sind wegen des Preises und der Verfügbarkeit nur begrenzt einsetzbar. Hingegen sind zinkhaltige Lote auch in größeren Mengen erhältlich und in der Serienproduktion einsetzbar. Das Ziel des Forschungsvorhabens war es, den sicheren Einsatz zinkhaltiger Lote und die entsprechenden Verfahren sowie die notwendigen Flussmittel bei Alumi-

nium-Bauteilen zu qualifizieren. Es wird auf fluorhaltige Flussmittel zurückgegriffen, die korrosionsbeständige Verbindungen ermöglichen.

Durch das vollautomatische Löten von Serien mit Zn-Al öffnet sich ein breites Spektrum an Möglichkeiten, wirtschaftliche Fügeverfahren auch bei solchen Werkstoffkombinationen anzuwenden, die bisher als nicht lötlbar galten. Mit der vorgeschlagenen Technik könnten viele der eutektischen oder übereutektischen Aluminiumlegierungen gefügt werden. Hiervon könnten vor allem KMU profitieren.

### **Sofern es sich um Kooperationsprojekte handelt: beteiligte Forschungsstellen, Regelung der Federführung, Beweggründe für die Kooperation**

Bei dem vorliegenden Forschungsvorhaben handelt es sich nicht um ein Kooperationsprojekt.

### **Bedeutung des Projektes für die Entwicklung des Technologiefeldes**

Das Projekt ist darauf angelegt, die Möglichkeit der Anwendung eines spezifischen Verfahrens in einem neuen Bereich zu untersuchen. Im Erfolgsfall wäre es möglich, Werkstoffe zu fügen, die bisher als nicht lötlbar galten bzw. bisher nur mit einem nicht optimalen Verfahren bearbeitet wurden. Dies wäre ein wichtiger Beitrag zur Fortentwicklung des Technologiefeldes.

### **Klassifizierung des Projektes**

Obwohl das Projekt zum Teil grundlegende Untersuchungen zu den Einsatzmöglichkeiten des CAB-Verfahrens unter Verwendung von Zinkbasisloten für das Löten von Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen beinhaltete, ist das Projekt als anwendungsorientiert einzustufen, da die Untersuchungen unter praxisrelevanten Rahmenbedingungen realisiert worden sind.

### **Vorwettbewerblichkeit des Projektes und die daraus folgenden Implikationen**

Die Zahl der Unternehmen, die mit Aluminiumbauteilen arbeiten ist groß. Alle setzen in irgendeiner Weise Lötverfahren ein und müssten daher an den Projektergebnissen interessiert sein. Da eine Verbreitung der Ergebnisse des Projektes gewährleistet wird, ist die Vorwettbewerblichkeit gesichert.

### **Gründe für das Interesse der Unternehmen an dem Projekt**

Der Einsatz des CAB-Verfahrens unter Verwendung von Zinkbasisloten für das Löten von Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen verspricht erhebliche technische und wirtschaftliche Vorteile. Aus diesem Grunde ist das Interesse der Unternehmen an dem Ergebnis dieses Projektes groß gewesen.

Insbesondere für KMU ist dieses Projekt aus drei Gründen von besonderer Relevanz:

- niedrigere Löttemperaturen ermöglichen Kleinserienfertigungen,
- Erweiterung der Produktpalette sowie
- Kostenersparnis.

### **Affinitäten zu vorausgegangenen Projekten der Forschungsstelle**

Das Projekt baute auf ein früheres Forschungsvorhaben auf. Es handelte sich jedoch um kein Anschlussprojekt.

### **Realisationschance des Projektes ohne IGF-Förderung**

Ohne IGF Förderung wäre das Thema sehr wahrscheinlich nicht Gegenstand eines Forschungsprojektes geworden.

## **Planungs- und Antragsphase**

### **Generierung der Forschungsfrage**

Die Idee für dieses Projekt wurde sowohl von KMU als auch von größeren Unternehmen an das Institut herangetragen. Die Forschungsstelle hat die Vorschläge aufgegriffen und zu einer Forschungsfrage und Forschungsansatz verdichtet.

### **Von der Projektidee bis zur formellen Antragseinreichung**

Die Forschungsstelle hat zunächst einen PA zusammengestellt. Hierbei gab es keine Probleme, weil die Initiative von Unternehmen ausging. Bis zur formellen Antragstellung vergingen 6 Monate.

### **Beteiligung von KMU an der Projektgenese**

In der Planungs- und Antragsphase waren 5 Unternehmen beteiligt, darunter 3 KMU. Sie haben nicht nur das Problem in die Diskussion eingebracht, sondern auch zur Aufgabenkonkretisierung beigetragen. Zudem haben sie Material zur Verfügung gestellt und bei der Evaluierung der Ergebnisse mitgewirkt.

### **Absehbarkeit der späteren Nutzung der Forschungsergebnisse in der Antragsphase**

Die Forschungsfrage versprach auf den ersten Blick eine interessante Perspektive und ließ bei erfolgreicher Durchführung des Projektes auf eine breite spätere Nutzung der Forschungsergebnisse hoffen.

### **Besonderheiten im Begutachtungsverfahren**

Der Antrag des Instituts für Verbundwerkstoffe der Universität Chemnitz erreichte die AiF am 18.10.2002. Am 27.01.2003 befürwortete der Gutachterausschuss die Durchführung dieses Forschungsvorhabens ohne Auflagen. In ihrer Stellungnahme erklärten die Gutachter, dass mit dem Projekt eine hochaktuelle Problematik aufgegriffen würde und der vorgeschlagene Untersuchungsweg aussichtsreich sei. Auch die wirtschaftliche Bedeutung für KMU wurde vom Ausschuss als außerordentlich hoch eingeschätzt. Er sah großes wirtschaftliches Potenzial in der Entwicklung dieses serientauglichen Verfahrens. Der Plan zur Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis wurde als erfolversprechend gewertet. Sowohl die beantragten Personalmittel als auch die Mittel für die Anschaffung von Geräten wurden als angemessen angesehen. Damit ist der Antrag ohne Komplikationen vom Gutachterausschuss gebilligt worden.

## **Projektdurchführung**

### **Umsetzung der Vorstellungen der Forschungsstelle im Rahmen der Projektarbeit**

Das Institut konnte die im Lösungsweg aufgezeigten Untersuchungsschritte weitgehend planmäßig durchführen. Einzig die Demonstratoren konnten nicht wie vorgesehen angefertigt werden.

### **Art und Umfang der Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU**

Die KMU waren im PA gut vertreten und haben sich aktiv an der Projektdurchführung beteiligt. Die Interessen der KMU sind im Projekt ausreichend zur Geltung gekommen.

### **Rolle des PA und dessen Einfluss auf das Projekt aus Sicht der Forschungsstelle**

Im PA waren 9 Unternehmen vertreten, darunter 5 KMU. Insgesamt trat der PA fünfmal zu seinen Sitzungen zusammen. Die Unternehmen haben sich aktiv an dem Forschungsprojekt beteiligt. Sie stellten Materialien zur Verfügung, unterstützten die Durchführung von Versuchen und unterbreiteten Vorschläge, die nachhaltig Einfluss auf die Forschungsarbeiten genommen haben. Der PA hat also eine sehr positive Rolle gespielt. Einige Unternehmen des PA bekundeten Interesse, die Forschungsergebnisse in ihren Unternehmen umzusetzen.

### **Probleme bei der Durchführung des Projekts**

Besondere Vorkommnisse sind bei der Durchführung des Projektes nicht aufgetreten.

## **Ergebnisse und Ergebnistransfer**

### **Ausmaß und Realisierung der ursprünglichen Projektziele sowie unerwartete Nebeneffekte**

In dem Projekt wurde wissenschaftlich nachgewiesen, dass sich mittels handelsüblicher Zink-Aluminium Lote und fluorhaltiger Flussmittel Aluminiumlötverbindungen im Schutzgasofen herstellen lassen. Das wissenschaftliche Ziel wurde erreicht. Die praktische Anwendbarkeit ist jedoch umstritten. Während das Institut zumindest von einer teilweisen Lösung spricht, die durchaus in Unternehmen zur Anwendung kommen könnte, gehen die Schlussgutachter davon aus, dass es vermutlich zu keiner praktischen Anwendung kommen dürfte. In dem Projektbericht wird angeregt, eine weiterführende Studie durchzuführen. Die Gutachter bemerken dazu, dass dies nur dann sinnvoll ist, wenn ein Industrieunternehmen beteiligt wird, welches konkrete Vorstellungen hat, das Verfahren zur Nutzung zu bringen.

Die Forschungsstelle erklärt die nicht vollständige Erreichung des Projektzieles damit, dass keine Demonstratoren angefertigt werden konnten, da sich die Herstellung von vorbeloteter Proben verzögert hatte und somit Korrosionsversuche nicht in der geplanten Form durchgeführt werden konnten. Ersatzweise wurde stattdessen mit Standardproben im Salzsprühnebeltest gearbeitet, was für die Unternehmen offenbar nicht überzeugend genug war.

### **Nutzung der Projektergebnisse (Patentanmeldungen, Gestaltung von Regelwerken, Normen oder Richtlinien, Personaltransfers, Ausgründungen)**

In der Durchführungsphase gab es einen Personalwechsel, der jedoch keine nennenswerten Auswirkungen auf die Durchführung des Projektes hatte. Ein Patent wurde nicht angemeldet. Die Ergebnisse fanden auch keinen Eingang in Richtlinie, Regelwerke oder Normen.

### **Potenzieller praktischer Nutzen der Projektergebnisse auf Unternehmensebene aus Sicht der Forschungsstelle**

Die Forschungsstelle sah und sieht – ebenso wie übrigens die Gutachter im Bewilligungsausschuss – ein Anwendungspotenzial insbesondere für KMU. Die Ergebnisse sind aus wissenschaftlicher Sicht erfolgversprechend. Es bedarf aber noch weiteren praktischen Demonstrationen, um Unternehmen davon zu überzeugen.

### **Absehbarer potenzieller oder tatsächlicher Nutzerkreis (insbesondere KMU)**

Der Nutzerkreis setzt sich zusammen aus Unternehmen aus Branchen, in denen das CAB-Verfahren zum Fügen von Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen eine Alternative zum herkömmlichen Lötverfahren darstellt. Der Nutzerkreis setzt sich aus den im Folgenden genannten Branchen zusammen:

- allgemeiner Maschinenbau (z.B. Hersteller von Druckmaschinen),
- Automobilbau,
- Wärmetauscherbau,
- Unternehmen, die im Bereich Löttechnik agieren,
- Luft- und Raumfahrt,
- Geräte- und Apparatebau,
- Chemische Industrie (z.B. Flussmittelhersteller) sowie
- Gebrauchsgüterindustrie und, Hersteller von Haushaltswaren.

### **Über das realisierte Projekt hinausweisende Forschungsaufgaben bzw. -projekte (z.B. Bildung von Netzwerken, Folgeprojekte)**

Das Projekt bedarf der Ergänzung durch praktische Demonstrationen. Dies war im Projekt vorgesehen, konnte jedoch nicht durchgeführt werden.

### **Verbreitung der Projektergebnisse: Rolle der Forschungsvereinigung und der Forschungsstelle beim Ergebnistransfer**

Von Seiten des Instituts wurde ein Beitrag in einer Fachzeitschrift veröffentlicht. Darüber hinaus wurde das Forschungsvorhaben auf 5 Tagungen und einer Messe vorgestellt.

Die Forschungsvereinigung hat ihre Mitgliedsunternehmen umfassend unterrichtet. Projektergebnisse wurde auf Anfrage zugeschickt, im geschützten Internetbereich stand der Projektbericht den Mitgliedern zum Download zur Verfügung. In der Forschungsgemeinschaft Löten wurde das Thema ausführlich behandelt. Der DVS hat in seiner Fachzeitschrift einen Beitrag zum Projekt publiziert.

### **Formen und Umfang des Ergebnistransfers (z.B. Veröffentlichungen im Internet und in gedruckter Form, Demonstrations- und Pilotanwendungen, Präsentation im Rahmen der akademischen Lehre und auf Konferenzen, Dissertationen)**

Der Ergebnistransfer erfolgte auf elektronischem Wege über das Internet, über Printmedien (Aufsätze, Berichte, Infoblätter) und auf verbalem Wege durch Vorträge. In der Lehre und in der industriellen Beratung wurden die Ergebnisse berücksichtigt.

### **Zuständigkeit für den Ergebnistransfer**

Nach Meinung des Instituts ist die Forschungsstelle primär für den Ergebnistransfer zuständig. Die Verbreitung allgemeiner Projektinformationen übernimmt die Forschungsvereinigung in ausreichender Weise.

### **Anreize für den Ergebnistransfer**

Der Anreiz besteht insbesondere dann, wenn ein Projekt vollständig zum Erfolg geführt wurde und überraschende Ergebnisse mitzuteilen sind. Hierbei geht es um wissenschaftliche Reputation einerseits und Kontaktherstellung bzw. Kontaktbewahrung zur Wirtschaft andererseits.

### **Aufnahme der Projektergebnisse durch die beteiligten Unternehmensvertreter und mögliche Planungen der Unternehmen, diese weiterzuentwickeln**

Die Resonanz war positiv, jedoch verhalten. Zwei Unternehmen, beides KMU, haben Anfragen an das Institut gerichtet. Weitere 4 Unternehmen, von denen allerdings keines den KMU zuzurechnen war, wurden vom Institut beraten. Es gibt Informationen, wonach 2 Unternehmen (darunter ein KMU) die Forschungsergebnisse bereits umgesetzt haben. Das Institut ist bemüht nachzuhalten, ob und wer die Forschungsergebnisse des Hauses nutzt.

## **Veränderungen in Abläufen und Verfahren der IGF Förderung**

### **Einschätzung der Bedeutung von Verfahrensänderungen**

Die Umstellung der Projektauswahl auf das Wettbewerbsverfahren wird grundsätzlich positiv gesehen. Für die Institute bedeutet dies, die Anträge noch sorgfältiger vorzubereiten und die Forschungsidee argumentativ überzeugend zu vermitteln.

### **Auswirkungen der Verfahrensänderungen auf die Projektdurchführung**

Die Verfahrensänderungen hatten bislang keine unmittelbaren Wirkungen auf die Projektdurchführung.