

# BERICHTE

## AUS DER ANWENDUNGSFORSCHUNG

1/2001

### Ein Informationsdienst für die Anwendungsforschung

Mit der Publikationsreihe "Berichte aus der Anwendungsforschung" informiert die Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V. über neue Forschungsergebnisse in der Stahl-Anwendungsforschung. Dieser Informationsdienst richtet sich an technische Fachleute in der verarbeitenden Industrie und in der Forschung.

#### Inhalt:

- Schichtverbundwerkstoffe**
- Langzeiteigenschaften artgleicher Schweißgüter**
- Schwingfestigkeit hartgedrehter Bauteile**
- Stahlblech-Mehrschichtverbunde**
- Vibrationsüberlagerter Tiefziehprozeß**
- GV-Verbindungen im Stahlbau**
- Stahl im Vergleich zu Konkurrenzwerkstoffen**
- Dresdner Leichtbausymposium 2000**
- Tagung Kunst trifft Stahl**

Interessenten, die die "Berichte aus der Anwendungsforschung" in Zukunft regelmäßig erhalten möchten, werden gebeten, sich schriftlich an die Studiengesellschaft Stahlanwendung e. V. zu wenden.

### Neuer metallischer Schichtverbundwerkstoff für den Großanlagenbau in der Umwelttechnik und chemischen Prozeßindustrie (Projekt 318)

Ziel des hier vorgestellten Forschungsprojektes war die Herstellung und verfahrenstechnische Qualifizierung eines neuen hochkorrosionsbeständigen metallischen Schichtverbundwerkstoffes auf Stahlbasis, auf den eine Nickelbasislegierung mit einer Blechdicke von etwa 1 mm als korrosionsbeständige Auflage geklebt wurde.



Dadurch wurde eine kostengünstigere Alternative zu organisch basierten Korrosionsschutzsystemen bereitgestellt, die sich durch die technischen Vorteile einer metallischen Ausführung - wie Hochkorrosionsbeständigkeit und Verschleißwiderstand - auszeichnet. Möglich wurde diese Lösung durch die betrieblich gesicherte Bereitstellung von 1 mm dicken Blechen und Bändern aus einer Nickelbasislegierung.

Der vorliegende Forschungsbericht beschreibt das Anforderungsprofil an den neuen metalli-

schen geklebten Schichtverbundwerkstoff aus Sicht der Hersteller, Anwender und Verarbeiter. Außerdem wird ein Überblick über die Charakterisierung der verwendeten Klebstoffe sowie Klebstofftechnik im Labor- und betrieblichen Maßstab gegeben. Der geklebte metallische Schichtverbundwerkstoff stellte in unterschiedlichen praxisrelevanten Alterungsbeanspruchungen seine Belastbarkeit unter Beweis.

Neben der Beantwortung verarbeitungstechnischer Fragestellungen wie Kaltumformbarkeit oder Plasmaschneiden wurde ein zerstörungsfreies Ultraschallverfahren zur Prüfung der metallischen Klebverbindung entwickelt. Praktische Erkenntnisse zur Kaltumformbarkeit des geklebten metallischen Schichtverbundwerkstoffes wurden durch FEM-Berechnungen untermauert. Wesentliche Untersuchungen galten auch der Schweißleistung unter Werkstatt- und Baustellenbedingungen

Die in Labor und Werkstatt erhaltenen positiven Ergebnisse mit dem geklebten metallischen Schichtverbundwerkstoff bestätigten sich in Feldversuchen unter Praxisbedingungen. Weiterhin wurde in den beschriebenen Feldversuchen nachgewiesen, daß mit den erarbeiteten Ergebnissen auch ein technisch beherrschbares und kostenmäßig interessantes Konzept vorliegt, geschädigte Gummierungen, organische Beschichtungen oder GFK-Komponenten in der Umwelttechnik metallisch zu sanieren.

Der Schichtverbundwerkstoff ist in die Verarbeitungspalette eines bedeutenden deutschen Anlagenbauers aufgenommen worden; der Apparate- und Kraftwerksbau hat damit sein Werkstoffangebot erweitert. Auf Basis der betriebsreif entwickelten Klebtechnik liegen für zwei Schadensfälle (metallischer Reinigungskanal und organisch innenbeschichteter Abgaskamin) Reparaturangebote vor, über die die Betreiber bei der Vergabe der notwendig gewordenen Reparaturen von Korrosionsschäden zu entscheiden haben.

Das Forschungsprojekt wurde von der Krupp VDM GmbH, Werdohl, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Angewandte Materialforschung, Bremen, der Sika Chemie GmbH, Bad Urach, und der Zeppelin Silo- und Apparatebau GmbH, Fridrichshafen, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfaßt 70 Seiten und enthält 56 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 35,- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-34-3.

### **Ermittlung der Langzeiteigenschaften artgleicher Schweißgüter neuer warmfester Stähle (Projekt 297)**

Die Betreiber fossil befeuerter Kraftwerke sind bestrebt, den Wirkungsgrad ihrer Anlagen u.a. durch Erhöhung von Dampfdruck und -temperatur zu steigern. Hierfür wurden in den letzten Jahren in Europa, Japan und den USA neue warmfeste Stähle entwickelt, die Einsatztemperatu-

ren von 600 bis 625°C im Langzeitbereich erlauben. Der in Europa entwickelte Stahl E 911 mit rd. 9 % Cr, 1 % Mo und 1 % W trägt die Bezeichnung 11CrMoWVNb9-1-1 (Werkstoff-Nr. 1.4905). In Japan ist der Stahl unter der Bezeichnung Nf 616 und in USA unter der Bezeichnung P 92 bekannt (9 % Cr, 2 % W). Zeitgleich zu der Werkstoffentwicklung wurden jeweils artgleiche Schweißgüter entwickelt. Die neuen Werkstoffe werden bereits in den neuen Kraftwerken (Alvedøre, DK und Niederaußem, D) eingesetzt.



Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war die Optimierung der artgleichen Schweißzusätze für die Schweißverfahren WIG (Wolfram-Inertgasschweißen), LBH (Lichtbogenhandschweißen) und UP (Unterpulverschweißen). Vornehmlich sollten die Langzeiteigenschaften im Vergleich zu den beiden Grundwerkstoffen ermittelt werden.

Ausgangspunkt der Untersuchungen waren die Analysenspannen und mechanischen Mindestwerte der beiden Grundwerkstoffe E 911 und P 92. Zur Sicherstellung ausreichender Zähigkeitseigenschaften wurden die Analysenvorgaben für die Schweißzusätze gegenüber den Grundwerkstoffen geringfügig modifiziert. Nachdem ausreichende Zähigkeiten der reinen Schweißgüter (mind. 41 J bei Raumtemperatur) bei möglichst kurzzeitiger Wärmebehandlung (WBH) nach dem Schweißen sichergestellt waren, wurden die Zeitstandeigenschaften sowohl der reinen Schweißgüter als auch der Schweißverbindungen ermittelt. Bis zum Zeitpunkt der Berichterstattung lagen Versuchsergebnisse über Zeitstanduntersuchungen bis zu 18.000 h für die reinen Schweißgüter und von 30.000 h für die Schweißverbindungen vor.

Die Bruchpunkte der Schweißgüter E 911 liegen innerhalb der Streubandkurven der beiden Grundwerkstoffe, während die der Schweißgüter zu P 92 sich bei langen Belastungszeiten z.T. auch unterhalb der unteren Grundwerkstoff-Streubandkurve befinden. Bei den Schweißverbindungen liegen die Bruchzonen überwiegend in der

Erweichungszone der Wärmeeinflußzone (WEZ). Zum Teil wurden bei den P 92-Verbindungen Brüche im Schweißgut ermittelt. Bei den höchsten Temperaturen und längeren Laufzeiten lagen auch hier die Brüche in der WEZ. Umfangreiche metallographische und elektronenmikroskopische Untersuchungen folgten.

Mit den Arbeiten wurde ein Höchstmaß an Sicherheit für die Abschätzung der Lebensdauer geschweißter Komponenten aus warmfesten Stählen im Kraftwerksbereich gewonnen. Hiervon werden neben den Kraftwerksbetreibern auch die Anlagenbauer nebst ihren Zulieferfirmen und die Abnahmeorganisationen profitieren.

Das Forschungsprojekt wurde durch Thyssen Schweißtechnik GmbH, Hamm, unter Mitwirkung der Mannesmann Forschungsinstitut GmbH, der Mannesmannröhren Service GmbH, Duisburg, der Siempelkamp Prüf- und Gutachter-Gesellschaft mbH, Dresden, der Technip Germany GmbH, Wülfrath und des Institutes für Fertigungstechnik, Graz (A), durchgeführt. Die finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen

Der Forschungsbericht umfaßt 190 Seiten und enthält 241 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 70,-- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-21-1.

### **Schwingfestigkeit hartgedrehter/ geschliffener Bauteile (Projekt 337)**

Das Hartdrehen erfüllt im Wettbewerb zum Schleifen die Forderung nach höherer Wirtschaftlichkeit mit einer besseren ökologischen Verträglichkeit. Für einen breiten Einsatz des Hartdrehens wurde bislang nicht der Nachweis erbracht, daß mindestens die Gebrauchseigenschaften, hier vor allem die Schwingfestigkeit von Bauteilen mit geschliffener Oberfläche, erreicht werden. An dieser Stelle setzt das vorliegende Forschungsvorhaben an und untersucht, ob das bisher gängige Schleifen als Hartbearbeitungsverfahren durch das Hartdrehen ersetzt werden kann.

Zur vergleichenden Untersuchung des Schleifens und des Drehens einsatzgehärteter Bauteile wurden gekerbte Rundproben aus Einsatzstahl 16MnCr5 als Werkstoff gewählt und einer Vierpunkt-Wechselbiegung unterzogen. Durch einen genügend kleinen Prüfradius konnte gewährleistet werden, daß die Anrisse nur von der Oberfläche ausgehen. Für die Untersuchung des Einflusses des Werkzeugverschleißes beim Hartdrehen wurden die Versuchsproben sowohl mit neuen als auch mit definiert verschlissenen Schneidplatten gedreht und dies unter zwei Vorschubgeschwindigkeiten. Im Vergleich zu geschliffenen Proben ermittelte man die Schwingfestigkeit im Wöhlerversuch und im Betriebsfestigkeitsversuch. Als Ausfallkriterium galt bei allen Testreihen der Anriß. Begleitend zu den Schwingversuchen kamen metallographische Untersuchungen und Eigenspannungsmessungen hinzu.

Die Proben aus der Hartdrehbearbeitung mit neuen Werkzeugen zeigen im Einstufenversuch mit konstanter

Amplitude immer eine höhere Schwingfestigkeit als die geschliffenen Proben. Mit steigendem Werkzeugverschleiß gehen die Festigkeiten zurück; sie liegen erst nach längerem Werkzeugeinsatz unter denen geschliffener Proben. In den Betriebsfestigkeitsversuchen mit variabler Amplitude wurde im untersuchten Lastbereich kein Einfluß des Werkzeugverschleißes festgestellt. Die hartgedrehten Proben ergaben stets bessere Schwingfestigkeitswerte als die geschliffenen Proben. Mit Hilfe eines eigens entwickelten Berechnungskonzeptes können die Wöhler- und Betriebsfestigkeitsergebnisse aus den Versuchsreihen mit gedrehten Proben gut abgebildet werden. Dagegen waren die Ergebnisse der Versuchsreihe mit geschliffenen Proben aufgrund der unterschiedlichen Oberflächentopographie - die mit dem verwendeten Oberflächenkennwert  $R_z$  nur unzureichend



erfaßt wird - rechnerisch nicht befriedigend zu bestimmen.

Solange der Werkzeugverschleiß bei der Hartdrehbearbeitung ein bestimmtes Maß nicht übersteigt, ist die Schwingfestigkeit gegenüber geschliffenen Proben in der Regel mindestens gleich oder besser. Erst bei größeren, technisch aber leicht erfaßbaren Verschleißmarkenbreiten fällt die Schwingfestigkeit der hartgedrehten Proben gegenüber den geschliffenen Proben ab. Bis zu dieser Grenze ist Hartdrehen gegenüber dem Schleifen einsatzgehärteter Bauteile in jedem Fall vorteilhafter, eine Feststellung, die insbesondere der klein- und mittelständisch strukturierten verarbeitenden Industrie zugute kommt.

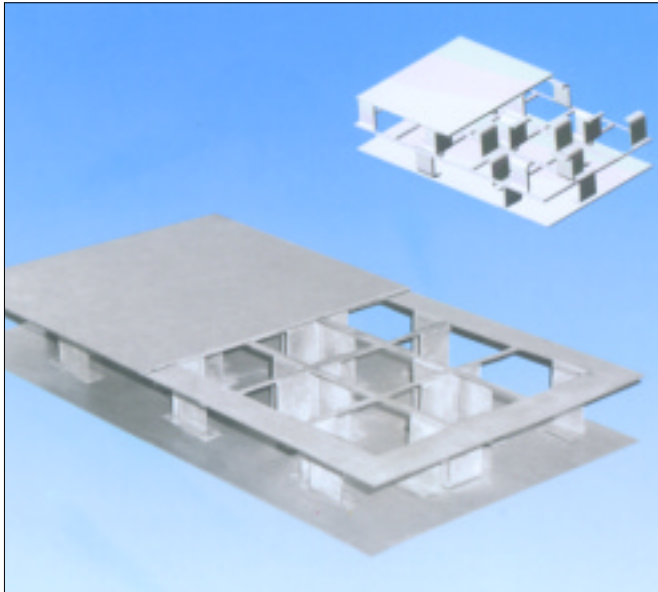
Das Forschungsprojekt wurde am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (IMAB), Technische Universität Clausthal, und am Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen (IFW), Universität Hannover, mit finanzieller Förderung durch die Stiftung Industrieforschung, Köln, durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfaßt 154 Seiten und enthält

123 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 50,- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN-934238-20-3.

### **Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Kraffteinleitung bei dünnwandigen Stahlblech-Mehrschichtverbunden (St-MSV) mit filigranen Stützkernen (Projekt 342)**

Das globale sowie lokale Tragverhalten der noch relativ jungen Halbzeuggruppe der Metall-Mehrschichtverbunde (M-MSV) ist aus strukturmechanischer Sicht bisher nur unzureichend untersucht worden, woraus derzeit wohl auch noch die gewisse Zurückhaltung vieler poten-



tieller Anwender ungeachtet der besonderen Leichtbauvorteile resultiert.

Spannungskonzentrationen etwa im Bereich von Randabschlüssen und Ausschnitten stellen in der konstruktiven Praxis bei Stahlblech-Mehrschichtverbunden besonders hochbeanspruchte Zonen dar. Durch die hier vorliegenden Wechselwirkungen von globalen und verbundspezifischen lokalen Verformungs- und Spannungsfeldern können klassische Verfahren nur in speziellen Fällen zur Analyse von Kerbeinflüssen herangezogen werden. Am Beispiel des Joint Composite und des Noppenblechverbundes werden daher die ungewohnten Strukturphänomene für ausgewählte Rand- bzw. Ausschnittsgeometrien theoretisch und experimentell untersucht. Mit Hilfe strukturgerechter Berechnungsmethoden wurden das Spannungs- und Verformungsverhalten derartig neuer Halbzeuge erfaßt und versagenskritische Zonen infolge von Steifigkeitsunstetigkeiten mit daraus resultierenden Spannungskonzentrationen bestimmt. Aus der umfassenden Kenntnis der Wechselwirkungen einzelner konstruktiver Parameter in Hinblick auf das komplexe Tragverhalten werden konstruktive Vorschläge für geeignete strukturoptimierende Maßnahmen zur beanspruchungsgerechten Gestaltung der Randbereiche abgeleitet. Die experimentelle Verifikation der numerischen Simulation erfolgt sowohl für unverstärkte als auch für ausgewählte randverstärkte Strukturen.

Die Kerbspannungsanalyse anisotroper Metall-Mehrschichtverbunde wird durch den dreidimensionalen heterogenen Strukturaufbau und die oft komplexe Gestaltung der Nebenformelemente noch weiter verkompliziert. Kerbausschnitte und diskontinuierliche Verstärkungselemente induzieren dabei ein Störspannungsfeld, das je nach Lage der lokalen Forminhomogenitäten zum Kerbrand hin stark beeinflußt wird.

Durch die hier vorgestellten Näherungslösungen für die Berechnung von Stahlblech-Mehrschichtverbunden und deren experimentellen Stützung mittels eigens entwickelter strukturgerechter Prüfverfahren liegen grundlegende Erkenntnisse zur Abhängigkeit von Lage und Gestaltung der Kraffteinleitungs- sowie der Randbereiche auf das globale und lokale Strukturverhalten vor.

Die exemplarisch an Noppenblechverbunden und Joint Composites erarbeitete Lösungsstrategie erlaubt abgesichert durch die gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment eine einsatzorientierte Bewertung der Strukturtauglichkeit neuartiger St-MSV. Hiermit wird dem Berechnungsingenieur dafür ein leistungsfähiges Handwerkszeug für die Gestaltung und Auslegung bereitgestellt.

Das Forschungsprojekt wurde am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der Technischen Universität Dresden durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfaßt 90 Seiten und enthält 74 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 35,- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-33-5.

### **Erweiterung umformtechnischer Grenzen durch vibrationsüberlagerten Tiefziehprozeß (Projekt 383)**

Die Vibrationsüberlagerung von Prozeßkräften, wie Niederhalter- oder Stempelkraft, ist eine technologische Möglichkeit zur Erweiterung des Gutteilfensters beim Tiefziehen. Dabei werden die Kontaktverhältnisse zwischen Werkstück und Aktivteilen über Frequenz- und Amplitudenvariationen der wirkenden Prozeßkräfte eingestellt. Dies führt zu einem verbessertem Werkstofffluß und zu lokal günstigeren Werkstoffbeanspruchungen. Damit lassen sich höhere Ziehverhältnisse und verbesserte Umformbarkeit sowohl bei konventionellen als auch bei höherfesten Materialien erreichen. Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war der quantitative Nachweis der technologischen Vorteile, die Abschätzung anlagenseitiger Voraussetzungen sowie die Erarbeitung verfahrensspezifischer Parameterspektren für die Varianten vibrationsüberlagerte Niederhalter- und Stempelkraft. Die Untersuchungsergebnisse sollten Entscheidungskriterien für den werkstückbezogenen Einsatz dieser Ziehverfahren liefern.

Ausgehend von den Ergebnissen des konventionellen Tiefziehprozesses wurden Untersuchungen im Grenzbe-

reich der Umformung durchgeführt. Neben der bereits vorhandenen technischen Möglichkeit, die Ziehpinolen hydraulisch anzuregen und damit eine Schwingung des Niederhalters zu erzeugen, wurde im Projekt erstmals konstruktiv und baulich die Vibration des Ziehstempels auf einer einfach wirkenden Presse ermöglicht. Durch die Variation der mit unterschiedlichen Amplituden- und Frequenzwerten überlagerten Prozeßkräfte wurde der Bereich verbesserter Tiefziehfähigkeit sowohl für rotations-symmetrische als auch für nicht rotations-symmetrische Werkstücke ermittelt. Als Versagenskriterien galten klassischer Bodenreißer, Faltenbildung und Beeinträchtigung der Oberflächenqualität. Versuchsmaterialien waren Tiefziehstahl DC 04 als Referenz und H 320 als höherfeste Stahlsorte. Die durchgeführten Untersuchungen standen in engem Zusammenhang mit einer möglichen

gerung der Prozeßkräfte. Die Nutzung dieser Ziehtechnologie auf neuer oder vorhandener Technik bietet Pressen- und Werkzeugbauern, Anlagenbetreibern und Stahlverarbeitern gleichermaßen die Möglichkeit, noch anspruchsvollere Umformaufgaben zu bewältigen.

Das Forschungsprojekt wurde vom Fraunhofer Institut Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen .

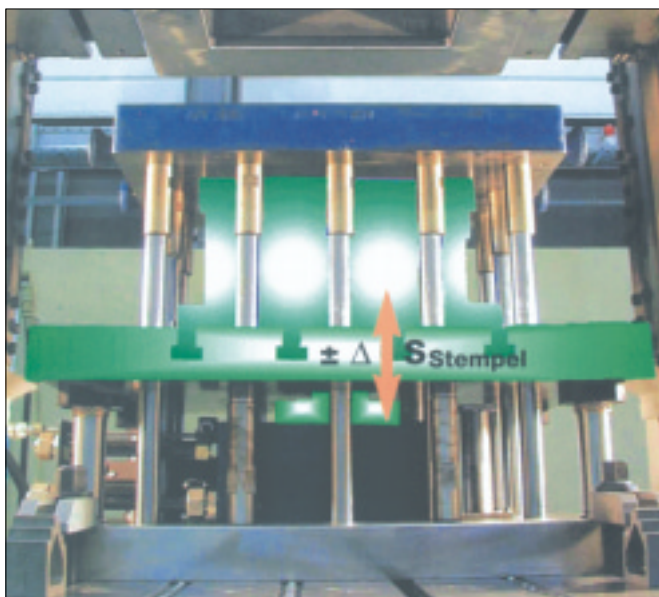
Der Forschungsbericht umfaßt 78 Seiten und enthält 71 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 35,- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-26-2.

## Dauerverhalten von GV-Verbindungen bei verzinkten Konstruktionen im Freileitungs-, Mast- und Kaminbau (Projekt 409)

Ausgangspunkt der Untersuchungen waren die bei Mastbauwerken beobachteten Klemmkraftverluste an scherbeanspruchten GV(gleitfest vorgespannten) Verbindungen, die mit verzinkten, hochfest vergüteten (HV)-Schraubengarnituren ausgeführt werden. Diese bislang nicht bauaufsichtlich geregelte Konstruktionstechnik ist im Funkmastbau weit verbreitet. Ziel des Forschungsvorhabens war die Ermittlung gesicherter Aussagen über Klemmkraftverluste und Änderungen der Reibungseigenschaften der Klemmpaketbeschichtungen über einen langen Zeitraum. Aus den Untersuchungsergebnissen sollte für die verwendete Konstruktionstechnik eine im Hinblick auf dauerhafte Sicherheit verbesserte Handhabung abgeleitet werden.

Die Vorgehensweise bei den Untersuchungen war dreigeteilt: Zum einen wurden Feldversuche an scherbeanspruchten Eckstielstößen eines in Stahlgitterbauweise errichteten Funkmastes der Firma Mannesmann Mobilfunk unter Betriebsbedingungen, zum anderen Laborversuche an gleichartigen unbelasteten Eckstielstoß-Probekörpern durchgeführt. Ergänzend schlossen sich Laborversuche an zweischneittigen, zugscherbeanspruchten Prüfkörpern an. Sie wurden u.a. als Dauer-schwing- sowie Dauerstandsversuche mit anschließender statisch zügiger Prüfung durchgeführt. Das Anziehen der Schraubenverbindungen erfolgte mittels Drehmomentverfahren. Untersucht wurden jeweils vier unterschiedliche Reibflächenbehandlungsarten, darunter zwei Duplex-Beschichtungssysteme.

Es zeigte sich, daß stets Vorspannkraftverluste auftreten. Sie sind dort am größten, wo die Kontaktflächenbeschichtung (Verzinkung und/oder Alkalisilikat-Zinkstaub-anstrich) die größte Dicke aufweist und die Korrosionsschutzanforderungen am besten erfüllt werden. Die Vorspannkraftverluste lagen in einer Größenordnung, die eine rechnerische Berücksichtigung, z.B. durch den Ansatz einer reduzierten Grenzgleitkraft, nahelegten. Die vorgefundenen Reibungsverhältnisse bzw. Gleittragfähigkeiten in den Klemmpaketen waren z.T. ungünstiger,



Reduktion von Schmiermittelmengen durch verbesserte tribologische Bedingungen bei Vibrationsüberlagerung. Im Forschungsprojekt konnte eine Erweiterung der umformtechnologischen Grenzen bei Vibrationsüberlagerung der Niederhalterkraft für die untersuchten Werkstoffe und Formen nachgewiesen werden. Ähnliche Tendenzen konnten auch bei Vibration des Ziehstempels gefunden werden, wobei hier noch zusätzliche Möglichkeiten in der Werkzeug- und Anlagentechnik liegen. Als Ursache für eine verbesserte Tiefziehbarkeit wurde die Verringerung der prozeßkraftwirksamen Kontaktzeiten zwischen Werkzeugaktivteilen und Werkstück ermittelt. Dies führt sowohl zu günstigeren tribologischen Bedingungen, als auch zu höheren erreichbaren Formänderungen im Werkstoff. Hierfür ist das Erreichen der Ergebnisse ohne zusätzlichen Schmierstoffauftrag ein weiteres Indiz. Für die effiziente Nutzung des Verfahrens im industriellen Einsatz wurde ein entsprechendes FEM-Modell entwickelt und erprobt, welches sowohl die Niederhaltervibration, als auch die Stempelvibration berücksichtigen kann.

Die vorliegende Arbeit zeigt das Spektrum und die Grenzen technologischer Möglichkeiten bei Vibrationsüberla-

als in DIN 18800 vorausgesetzt wird. Einzig bei der gemäß Standardspezifikation ausgeführten Reibflächenbehandlung (feuerverzinkt + gesweept + alkalisisilicatbe-



schichtet) wurden die Mindestwerte der Gleittragfähigkeit im statisch zügigen Versuch erreicht.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollten als Anregungen in Ergänzung zu den neuen Normentwürfen DIN V 18800, Teil 7, und EN V 1090 beachtet werden. Ihre Berücksichtigung macht Klemmkraftverluste beherrschbarer und führt zu einer verbesserten dauerhaften Gebrauchstauglichkeit von verzinkten Bauwerken, die konstruktiv mit gleitfest vorgespannten Schraubenverbindungen ausgeführt werden.

Das Forschungsprojekt wurde am Lehrstuhl für Stahlbau der RWTH Aachen mit finanzieller Förderung und organisatorischer Begleitung durch die Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V., Düsseldorf, durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfaßt 206 Seiten und enthält 206 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 70,- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-36-X.

## Der Werkstoff Stahl im Vergleich zu Konkurrenzwerkstoffen in wichtigen Anwendungsgebieten (Projekt 472)

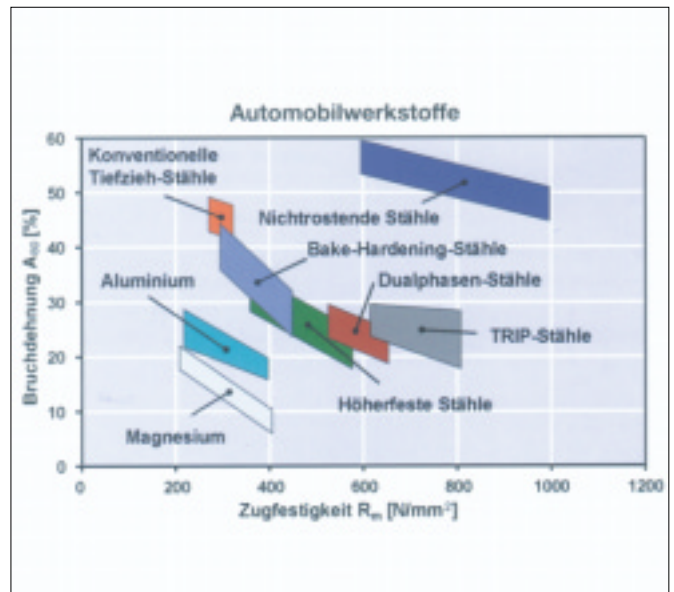
In öffentlich geförderten Forschungsprogrammen ist oft eine grundsätzliche Fehlentwicklung zu beobachten: Sehr häufig wird nur eine einzige Werkstoffeigenschaft, nämlich das spezifische Gewicht, als zukunftsfähiges Kriterium angesehen. Diese einseitige Beurteilung ist nicht nur grob unvollständig, sondern mit Blick auf die dem Stahl eigenen Innovationspotentiale falsch. Die vorliegende Untersuchung als ein erster Zwischenbericht stellt in einer objektivierenden Betrachtung Stahl als vielseitigen, qualitativ hochwertigen, innovativen Werkstoff heraus und gibt umfassende Hinweise auf seine Vorteile im Vergleich zu anderen Werkstoffen.

Bei den bauteilneutralen Werkstoffeigenschaften wird gezeigt, daß das Leichtbaupotential, das Energieabsorptionsvermögen, das Korrosionsverhalten und die Verschleißbeständigkeit von Stahl im Vergleich zu konkurrierenden metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen deutlich besser ausgeprägt ist.

Für die Untersuchung der Werkstoffeigenschaften in der Weiterverarbeitung wurde eine Fülle von Forschungsergebnissen gerade zu den innovativen Werkstoffen ausgewertet. Das Ergebnis: Die Verarbeitung, insbesondere das Umformverhalten, die Möglichkeiten zum mechanischen Fügen und zum Kleben von Stahl, die Schweißleistung und letztlich die hervorragende Lackierfähigkeit von Stahloberflächen macht Stahl den Vergleichswerkstoffen deutlich überlegen.

Im einzelnen sind Bauteileigenschaften aus unterschiedlichen Werkstoffen miteinander verglichen worden. Die betrachteten Beispiele für Pkw-Räder, Schutzplanken, Rohre für Pipelines, Rohre für die Haustechnik, Tailored Blanks für den Automobilbau, Leichtbaukonstruktionen, Architektur und Wohnungsbau, sowie Seile zeigen, daß die für diese Bauteile beanspruchungsgerecht eingesetzten Stahlwerkstoffe in jedem Falle das gestellte Ziel erfüllen.

Optimal ausgeführte Technik muß auch Forderungen der Wirtschaftlichkeit, der Ressourcenschonung und der



Ökologie erfüllen. Die innovativen Stahlwerkstoffe entsprechen diesen Vorgaben in beinahe idealer Weise. Ein Ausblick schließt die Untersuchungen ab. Dort werden voraussehbare Weiterentwicklungen des Werkstoffs Stahl und die darin enthaltenen Potentiale vorgestellt.

Das Forschungsprojekt wurde federführend am Betriebsforschungsinstitut VDEh-Institut für angewandte Forschung GmbH (BFI) in enger Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (MPI), der

IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, der Arbeitsgruppe Werkstoff- und Oberflächentechnik der Universität Kaiserslautern sowie dem Laboratorium für Werkstoff- und Füge­technik der Universität Paderborn aus der Sonderfinanzierung Stahlanwendung '98 der deutschen Stahlindustrie durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfaßt 46 Seiten und enthält 19 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 35,-- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-30-0.

## **Dresdener Leichtbau-Symposium 2000 Innovationsquelle Leichtbau - Fakten - Trends - Visionen (Tagungsband 737)**

Vom 15. bis 17. Juni 2000 fand das Dresdner Leichtbau-Symposium des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Werner Hufenbach in der Kunsthalle des art'otel in Dresden statt. Beteiligt waren der Materialforschungsverbund Dresden (MFD), die Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V., Düsseldorf, sowie der VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik (VDI-K), Düsseldorf. Etwa 160 Teilnehmer bildeten das Auditorium für die 25 Vorträge während der zweitägigen Veranstaltung.

Dem ausrichtenden Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik ist mit dieser Veranstaltung die selbstgestellte Aufgabe, Wissen in die Wissensgesellschaft zu tragen, vollauf gelungen. Das von den Forschern generierte Wissen bietet hier, so Prof. Hufenbach, Lösungen für heute und morgen. Durch Mitwirkung namhafter Experten aus Industrie und Forschung wird der Wissenskreislauf zwischen Hochschule, Nachwuchsausbildung und Weitergabe in die Gesellschaft geschlossen. Wissenschaft und Wirtschaft bilden für das Überleben in der Zukunft und die Generierung des dafür nötigen Wissens enge Verbündete. Hier nimmt die TU Dresden inzwischen mit ihren zahlreichen Industrieverzahnungen eine starke Position ein.

Der von der Studiengesellschaft Stahlanwendung erstellte Tagungsbericht enthält neben einer zusammenfassenden Information über alle Vorträge die schriftliche Fassung der den Werkstoff Stahl besonders hervorhebenden Beiträge. Es handelt sich um insgesamt acht Fachbeiträge, zwei aus der Stahlindustrie, fünf aus der Automobilindustrie bzw. der Anwendung im Automobilbau und ein Beitrag aus dem modernen Industriebau.

Der Tagungsband umfaßt 178 Seiten und enthält 120 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 50,-- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten ISBN 3-934238-28-9.

## **Kunst trifft Stahl (Tagungsband 738)**

Moderne Verarbeitungstechniken für Stahl, gezielte Produktauswahl, Formgebung, Fügen, Trennen, Oberfläche gestalten - viel Neues für Künstler, Designer, Architekten, aber auch Handwerker, die schon lange mit Stahl arbei-

ten. In Anbetracht der stürmischen technischen Entwicklungen mit zahlreichen Innovationen für Stahl in jüngster Zeit war diese Informationsveranstaltung der Studiengesellschaft Stahlanwendung in Düsseldorf hoch willkommen. Sie stand unter folgendem Motto:

*Künstlerisches Schaffen sucht immer wieder nach neuen Ausdrucksformen und bedient sich dabei häufig zeitgemäßer Werkstoffe. Stahl ist der meistverwendete metallische Produktions-Werkstoff unserer Zeit. Allerdings sind moderne Stahlsorten und neuentwickelte Be- und Verarbeitungstechniken bei Künstlern und Architekten noch zu wenig bekannt. Hier setzt das Künstlerkolloquium an: Mit der Veranstaltung soll durch Unterrichtung über neuartige technische Möglichkeiten der Umformung, des Trennens und Fügens sowie der Oberflächengestaltung von Stahl die künstlerische Kreativität unterstützt werden. Die für industrielle Anwendung entwickelten technischen Innovationen sollen den Kunstschaffenden bekannt und verfügbar gemacht werden. Außerdem können gegebenenfalls entsprechende Versuchs- und Produktionsanlagen bei Forschungsinstituten oder Industrieunternehmen vermittelt werden.*

180 Teilnehmer hatte diese Ankündigung neugierig gemacht. Viele kamen mit gewissen Zweifeln, ob die hochkarätigen Wissenschaftler und Techniker die richtigen Informationen „überbringen“ würden. Die Veranstaltung stand unter der moderierenden Leitung von RA Klaus Frizen, Vorstandsmitglied der Rasselstein Hoesch GmbH, Andernach. Im Verlauf der Veranstaltung gaben Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck (Moderne Stahlsorten und -produkte), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner (Traditionelles und innovatives Umformen), Karl-Heinz Schweitzer (Hydrostatische Streckumformung), Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Draugelates (Fügetechniken und Werkstoffkombinationen), Dr.-Ing. Klaus Endres, Dipl.-Chem.-Ing. Ernst-Hermann Timmermann (Oberflächengestaltung mit neuen Techniken), Dr. Gottlieb Leinz (Kunst und Kulturschaffen mit modernen Werkstoffen) zu, daß sie sich bei der Vorbereitung der Vorträge schwer getan haben. Sie konnten sich kein konkretes Bild über den Wissensstand und die Interessenslage der Zuhörer machen. Trotzdem konnte eine ganze Menge von bisher nur wenig bekannten Informationen vermittelt werden. In Ergänzung dazu gelang es den Teilnehmern in der Diskussion, durch gezielte Fragen ihre Interessens-Schwerpunkte darzustellen und ihre Kenntnisse zu vertiefen.

Fazit: Ein mutiger und sinnvoller Schritt der Studiengesellschaft im Stahl-Zentrum. Allerdings müßten die wichtigen Themen noch präziser herausgearbeitet werden. Die Idee, für spezielle Künstler-Arbeiten technische und technologische Partnerschaften mit Industrie- und Forschungseinrichtungen zu vermitteln, ist ein guter Ansatz. Daraus sollten für zukünftige Kolloquien „Fallbeispiele“ entwickelt werden, die auch andere Gestalter übernehmen könnten.

Gerade für die Anwendung der neuen Techniken ist jedoch eine künstlerische Betrachtung kaum von Bedeutung. Vielmehr kommt es auf pragmatische gegenseitige Zielbeschreibung und das Experiment an. Neue Anwen-

dungen resultieren ausschließlich aus praktischen Versuchen und nicht aus der Theorie. Das Kolloquium verlangt eine Fortsetzung. Der erste Schritt ist getan. Es ist



allerdings auch die Mitarbeit der Kunst-, Planungs- und Handwerksseite gefordert.

Diese Kurzdarstellung gibt auszugsweise die Berichterstattung in Heft 11/12 2000 von HEPHAISTOS wider, die der verantwortliche Redakteur, Herr Peter Elgaß, freundlicherweise für diesen Zweck freigegeben hat.

Der Tagungsband umfaßt 200 Seiten und enthält 145 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 50,- inkl. MWSt zzgl. Versandkosten ISBN 3-934238-29-7.

### Zur Information:

### Wechsel in der Geschäftsführung der Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V.

Dr.-Ing. Richard A. Weber, seit 1994 Geschäftsführer der Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V., wurde Ende Mai 2001 in den altersbedingten Ruhestand verabschiedet. Bereits am 01.01.2001 hat Dr.-Ing. Franz-Josef Floßdorf seine Nachfolge als alleiniger Geschäftsführer der Studiengesellschaft angetreten und konnte sich seit dieser Zeit mit der kollegial und bereitwillig gewährten Hilfe seines Vorgängers in die Aufgaben der Gesellschaft einarbeiten. Dr. Weber hat in den Jahren seiner Tätigkeit für die Studiengesellschaft deren Aktivitäten erheblich und erfolgreich ausgeweitet und sie auf eine breitere und bei Stahlherstellern und -anwendern allseits anerkannte Basis gestellt. Dr. Floßdorf wird die Arbeiten der Studiengesellschaft in diesem Sinne fortsetzen.

Der neue Geschäftsführer, Jahrgang 1939, studierte nach Abitur und Grundwehrdienst bis 1966 Eisenhüttenkunde an der RWTH Aachen. Er trat anschließend in die Geschäftsführung des Fachbereiches Werkstofftechnik

im Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) ein. Im Jahre 1982 erfolgte die Promotion und 1994 die Ernennung zum Hauptabteilungsleiter. Dr. Floßdorf wird die Geschäftsführung des Fachbereiches Werkstofftechnik auch weiterhin wahrnehmen, um damit Synergien zwischen den beiden Tätigkeitsfeldern zu nutzen. Für die neue Aufgabe werden ihm seine großen Erfahrungen im Rahmen der innerbetrieblichen Aufgaben der Abteilungen des Werkstoffbereiches sowie der außenwirksamen Koordination des fachlichen Erfahrungsaustausches und von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zwischen den Mitgliedsunternehmen des VDEh und den Kunden der Stahlindustrie in der Anwender- und Verbraucherschaft helfen. Mit Dr. Floßdorf als ausgewiesenem Werkstoffachmann wird die Kompetenz der Studiengesellschaft im Hinblick auf die Stahlanwendungsforschung noch weiter verstärkt. Stahlanwender gewinnen damit als Forschungspartner oder Mitglieder in projektbegleitenden Arbeitskreisen unmittelbaren Zugriff auf aktuellste Informationen über Stahlwerkstoffe und ihre auf das Forschungsziel ausgerichtete optimale Nutzung.



Dr.-Ing. Hans-Georg Hoff

### Hinweis:

Dieser Ausgabe der "Berichte aus der Anwendungsforschung" liegt die Ankündigung der internationalen Jahrestagung STAHL 2001 "Stahl trägt Verantwortung" am 15. und 16. November 2001 in Düsseldorf bei. Besonders ist auf das im Rahmen dieser Veranstaltung stattfindende Stahlforum "Stahl zur umweltschonenden Energieerzeugung" hinzuweisen. Das Stahlforum wird vom Werkstoffausschuß des VDEh und von der Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V. organisiert.

Die zu den beschriebenen Forschungsthemen wie auch alle anderen bisher herausgegebenen Berichte können gegen Entrichtung einer Schutzgebühr bezogen werden von:

Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH  
Postfach 10 51 27  
40042 Düsseldorf  
Fax-Nr. +49(0)211-6707-129

### Impressum

Herausgeber:  
Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V.  
Postfach 10 48 42  
40039 Düsseldorf  
Tel.: +49(0)211-6707-856  
Fax: +49(0)211-6707-840  
Internet: [www.stahlforschung.de](http://www.stahlforschung.de)  
E-mail: [stud.ges@stahlforschung.de](mailto:stud.ges@stahlforschung.de)