

Ausgabe 1/2007

### Ein Informationsdienst aus der Anwendungsforschung

In der Publikationsreihe „Berichte aus der Anwendungsforschung“ informiert die FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. über neue Forschungsergebnisse in der Stahlanwendungsforschung. Dieser Informationsdienst richtet sich an technische Fachleute in der Stahl herstellenden und verarbeitenden Industrie sowie in der Forschung.

#### Inhalt:

- Ermüdungsverhalten von Krankonstruktionen
- Kerbdetails Stahlwasserbau
- Laser-MSG-Hybridschweißen
- Werkstoffverhalten und Beschichtungseinfluss im Fahrzeugbau
- Stahlgehäuse für Kfz-Klimaanlagen
- Auslegung eines Prozessfensters für die Umformung von 22MnB5
- Konferenz „Hochfester Stahl im Stahl- und Maschinenbau“
- 7. Kolloquium  
Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik
- 7. Stahl-Symposium  
Simulation als Werkzeug zur Verbreitung von Stahlfeinblechen
- Gemeinsame Forschung in der Stahlindustrie
- Werkstoff-Forschung Stahl
- Stahlforum 2007

### Beurteilung des Ermüdungsverhaltens von Krankonstruktionen bei Einsatz hoch- und ultrahochfester Stähle (P 512)

Die Leistungsfähigkeit der Krane und des Kranbaus wird durch die Anwendung hochfester Stähle erheblich gesteigert. Die zur Zeit bestehenden Normen und Regelungen gehen davon aus, dass hochfeste Stähle bis zu einer Streckgrenze von 460 MPa bezüglich ihres Ermüdungsverhaltens genauso einzuordnen sind wie normalfeste Stähle. Zum Ermüdungsverhalten hochfester Feinkornbaustähle mit Streckgrenzen im Bereich von 460 bis 1100 MPa existieren keinerlei normativen Regelungen.



Die Ausnutzbarkeit der hohen Festigkeit dieser Stähle wird dadurch erheblich eingeschränkt. Daher müssen die Eingangsgrößen für den Ermüdungsnachweis schärfer unter die Lupe genommen werden. Dazu wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens für den Kranbau typische Kerbdetails aus hoch- und ultrahochfesten Stählen theoretisch und versuchstechnisch untersucht. Weiterhin wurde das Konzept der geometrischen Spannungen, das bereits bei Hohlprofilknoten erfolgreich eingesetzt wird, auf kran spezifische Kerbdetails angewandt. Begleitend dazu wurden Messungen an ausgewählten bestehenden Krananlagen durchgeführt, um die tatsächliche Belastungssituation realistisch zu erfassen. Im Vorfeld wurden zusammen mit dem Arbeitskreis „Kran spezifische Kerbdetails“ dieje-

nigen Details abgestimmt, für die der dringlichste Forschungsbedarf gesehen wird. Untersucht wurden folgende Konstruktionsdetails mit Variationen in Geometrie und Werkstoffen:

- Winkelanschlüsse (K-Knoten)
- Aufgeschweißte Längsrippen
- Laser- und plasmageschnittene Ausnehmungen
- Stumpfstoße von Blechen unterschiedlicher Dicke
- Aufgeschweißte Lamellen bzw. Verstärkungsbleche

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen dazu, durch Anpassung der Ermüdungsnachweise eine höhere Ausnutzung der hochfesten und ultrahochfesten Werkstoffe zu erreichen. Durch das eingesparte Konstruktionsgewicht, die geringere Blechdicke und das damit verbundene geringere Schweißvolumen wird eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bzw. eine Steigerung der Leistungsfähigkeit von Kran- und Förderanlagen sowie deren Unterkonstruktionen erreicht.

Der Kerbfallkatalog der neuen europäischen Normung kann um kran-spezifische Kerbdetails erweitert werden.

Weiterhin wird über das Gebiet der Hohlprofilknoten hinaus eine allgemeine Methode zur Ermittlung der Ermüdungsbelastung mit Spannungskonzentrationsfaktoren und unter Anwendung der Finite-Element-Methode angegeben, die dann zum Einsatz kommt, wenn eine eindeutige Zuordnung eines Details zu einem bestimmten Kerbdetail nicht möglich ist.

Das Forschungsvorhaben wurde an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität Karlsruhe, dem Lehrstuhl für Stahlbau und Leichtmetallbau, RWTH Aachen, und dem Labor für Stahl- und Leichtmetallbau, Fachhochschule München, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 370 Seiten und enthält 403 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 46,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-43-7.

### **Klassifizierung stahlwasserbautechnischer Kerbdetails (P 589)**

An geschweißten Stahlwasserbaukonstruktionen wie Schleusentore, Längskanal- oder Sparbeckenverschlüsse wurden in der Vergangenheit Risschäden festgestellt. Diese Schäden ergaben sich letztlich aus der Tatsache, dass der Einfluss der Ermüdungsbeanspruchungen auf geschweißte Verschlusskonstruktionen in der Bemessung im Stahlwasserbau unterschätzt wurde.

Durch die Einführung der neuen Stahlwasserbaunorm DIN 19704, die in ihrer Nachweisform auf DIN 18800 und DIN EN 1993 beruht, nimmt auch der Teil 1.9 des Eurocode 3 „Ermüdungsbeanspruchung“ eine besondere Stellung ein.

In diesem Regelwerk werden für den Stahlwasserbau relevante Details behandelt. An stahlwasserbaulichen Ver-



schlussbauwerken können jedoch Konstruktionsformen und Kerbfälle auftreten, die mit den zur Verfügung stehenden Regelwerken nicht ausreichend bemessen werden können.

Aufgrund dieser Tatsache wurde dieses Forschungsvorhaben durchgeführt. Zwei für Verschlussbauwerke typische Kerbfälle wurden sowohl theoretisch mit Hilfe der Finiten Elemente Methode als auch experimentell untersucht. Die Kerbdetails wurden im Vorfeld zusammen mit der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe (BAW) festgelegt um die Anwendungsorientierung des Versuchsprogramms sicher zu stellen.

In dem Forschungsvorhaben wurden Wöhlerlinien aufgestellt und ein Vorschlag zur Klassifizierung der untersuchten Details entsprechend dem Kerbklassenkonzept der DIN EN1993-1-9 vorgenommen. Weiterhin wurden die Versuchsergebnisse auf andere Abmessungsverhältnisse durch Einsatz von FEM Parameterstudien übertragen. Zusätzlich wurde das SCF-Konzept für die praktische Anwendung im Stahlwasserbau beurteilt.

Das Forschungsvorhaben wurde an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität Karlsruhe, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 156 Seiten und enthält 129 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-49-6.

### **Laser-MSG-Hybridschweißen von innovativen Stahlwerkstoffen (P 613)**

Ziel des Forschungsvorhabens war es, mit dem Laser-MSG-Hybridverfahren dem Kran-, Fahrzeug- und Anlagenbau ein Werkzeug in die Hand zu geben, mit dem hochfeste Feinkornbaustähle wirtschaftlich und sicher geschweißt werden können. Dazu wurden zusammen mit dem Prozess für diese Stähle geeignete Schweißzusätze und die dazugehörigen Temperaturzyklen qualifiziert.

Interessant ist das Verfahren besonders für den erst seit kurzem in der Erprobung befindlichen Stahl S1300QL, welcher hinsichtlich Festigkeit die gegenwärtige Obergrenze der wasservergüteten, schweißgeeigneten Feinkornbaustähle darstellt. Seine Eignung für das Hybridschweißen konnte in diesem Projekt erstmals nachgewiesen werden.

Bei dem einzigen untersuchten Vertreter der thermo-mechanisch gewalzten Stähle, dem Stahl S700MC (1.8974), wurden zusammen mit einem Schweißdraht vom MoNi-Typ Verbindungen erzeugt, die den Anforderungen hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit genügten. Im Zugversuch trat der Bruch im Schweißgut auf, da die Härte des Schweißgutes niedriger lag als die des Grundwerkstoffes.

Die wasservergüteten Feinkornbaustähle S690QL (1.8928) und S960QL (1.8933) erwiesen sich hinsichtlich des Verhaltens der Schweißverbindung als vergleichbar. Da die Härte von Wärmeeinflusszone und Schweißgut deutlich über dem Niveau des Grundwerkstoffes lag, erfolgte der Bruch im nicht beeinflussten Blech. Ein „Härtesack“ in der Wärmeeinflusszone konnte sowohl bei extrem kurzen als auch bei längeren Abkühlzeiten nicht beobachtet werden. Die in den Lieferbedingungen geforderten Werte für die Kerbschlagarbeit wurden auch bei niedrigen Temperaturen bis  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  eingehalten.

Es konnte nachgewiesen werden, dass das Laser-MSG-Hybridschweißen für das Schweißen von hochfesten Feinkornbaustählen im Blechdickenbereich zwischen 5 und 7 mm für den Fahrzeug- und Kranbau mit Nennstreckgrenzen von 690 MPa bis zu 1300 MPa geeignet ist. Die für das MAG-Schweißen entwickelten Massiv- und Metallpulverdrähte können dabei ohne Probleme mit dem Laser-Hybridschweißprozess verarbeitet werden.

Das Forschungsvorhaben (AiF-Nr. 14114 N) wurde vom Laser Zentrum Hannover e.V., Hannover, und der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Hannover Niederlassung der GSI GmbH, Hannover, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die

Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.

Der Forschungsbericht umfasst 128 Seiten und enthält 87 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-44-5.

## **Ermittlung des Werkstoffverhaltens und des Beschichtungseinflusses durch rechnerische Methoden zur Verkürzung der Entwicklungszeiten im Fahrzeugbau mit Stahl (P 603)**

Kürzere Entwicklungszeiten und steigende Variantenvielfalt in der Automobilindustrie führen zunehmend zu virtuellen Prototypen. Diese werden für die Crashberechnung und Lebensdauerabschätzung sowie der Herstellbarkeitsanalyse eingesetzt. Die hierfür notwendige Datenbasis sowie das Verständnis der Verformungs- und Versagensmechanismen fließen in die Simulation ein. Im Vergleich zu unbeschichteten bzw. elektrolytisch beschichteten Feinblechen im Vorgängerprojekt wurde in diesem Projekt das mechanische Werkstoffverhalten von feuerverzinkten Stahl-Feinblechen untersucht.

Bei der Ermittlung der elastisch-plastischen Kennwerte im Zugversuch wurde der E-Modul für den Anlieferungszustand, vorverformt sowie vorverformt und wärmebehandelt ermittelt. Anhand der Richtungsabhängigkeit der E-Moduln konnten Werkstofffamilien für die einzelnen Stahlsorten gebildet werden. Die Richtungsabhängigkeit der E-Moduln bleibt mit der Vorverformung erhalten. Nach einer anschließenden Wärmebehandlung, wie sie beim Lackeinbrennen erfolgt, wird der E-Modul des Ausgangszustandes unabhängig vom Reckgrad annähernd wieder erreicht.

Für die numerische Beschreibung des Verfestigungsverhaltens wurden Fließkurven und Breitenänderungskurven bei unterschiedlichen Prüfrichtungen und Prüftemperaturen aufgenommen. Das Niveau der Spannungs-Dehnungs-Kurve fällt mit zunehmender Prüftemperatur ab.

Zur Charakterisierung der Dehnratenabhängigkeit wurden dynamische Zugversuche bei unterschiedlichen Dehnraten und Temperaturen durchgeführt. Um die experimentelle Basis für die Modellierung zu erstellen wurden jeweils die Kennwerte sowie die Fließkurven ermittelt.

Frühzeitig auftretende Einschnürungen im Zugversuch erlauben die Bestimmung von Fließkurven nur bis zur Gleichmaßdehnung. Bei höherfesten mehrphasigen Stählen treten jedoch werkstoffkundliche Besonderheiten auf, die eine Ergänzung erfordern. Daher wurde eine Messeinrichtung für den hydraulischen Tiefungsversuch entwickelt, die eine Fließkurvenaufnahme bis zum Werkstoffversagen und eine praxisnahe Prüfung unter mehrachsigen Spannungszuständen ermöglicht.



Bei der Aufnahme der Grenzformänderungsschaubilder zeigte die Auswertemethode einen äußerst großen Einfluss auf das ermittelte Formänderungsniveau. Die Auswertung paralleler Linienschnitte (ISO-Entwurf) wurde mit einer einfachen Messung der maximalen Formänderung des letzten Bildes vor Riss- bzw. Einschnürungsbeginn verglichen. Im Bereich des einachsigen Zugs liefern beide Verfahren ähnliche Formänderungen, im Gegensatz zum plane-strain Bereich, wo deutliche Abweichungen zwischen beiden Verfahren auftreten.

Zyklische Werkstoffkennwerte dienen zur Bewertung der Lebensdauer von Feinblechstrukturen bei schwingender Beanspruchung auf der Basis von lokalen Dehnungen aus FEM-Rechnungen. Rechnerische Näherungslösungen ermöglichen die Abschätzung der zyklischen Kennwerte aus Daten eines Zugversuchs und ein experimentelles Kurzverfahren ermöglicht dies in kürzester Zeit. Aufgrund der durchgeführten Arbeiten stehen für viele Werkstoffe bzw. Werkstoffgruppen die zyklischen Werkstoffkennwerte zur Verfügung bzw. können einfach abgeschätzt werden.

Aufbauend auf den experimentellen Untersuchungen wurde ein Materialgesetz zur Beschreibung der Fließkurven der untersuchten Werkstoffe bei verschiedenen Temperaturen in einem weiten Dehngeschwindigkeitsbereich entwickelt. Zur Reduzierung der Parameterzahl der Materialbeschreibung wurden die untersuchten Werkstoffe zu Familien gruppiert und innerhalb dieser Korrelationen ermittelt. Der Übergangsbereich vom isothermen zum adiabatischen Materialverhalten wurde lokalisiert und die Abhängigkeit des in Wärme umgewandelten Anteils der Verformungsarbeit von der Dehnrates beschrieben.

In einem Nachfolgeprojekt soll anhand weiterer Stahlsorten die Verifizierung sowie die Grenzen des entwickelten Materialgesetzes überprüft bzw. bestimmt werden.

Das Forschungsvorhaben wurde an am Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen (IEHK), Aachen, am Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffkunde der RWTH Aachen (LFW), Aachen, an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, am Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF), Darmstadt, am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der TU Clausthal (IMAB) sowie bei der ARCELOR Bremen GmbH, Bremen, der Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter, der ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg, der voestalpine Stahl GmbH, Linz, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen, sowie mit Mitteln der Adam Opel AG, der Audi AG, der BMW AG, der DaimlerChrysler AG, der Wilhelm Karmann GmbH, der Ford Werke GmbH, der Dr.-Ing. h. c. F. Porsche AG und der Volkswagen AG.

Der Forschungsbericht umfasst 142 Seiten und enthält 80 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 36,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-48-8.

## Qualifizierung von Stahlgehäusen für Verdichter einer neuen Generation von Kfz-Klimaanlagen (P 619)

Für eine neue Generation von umweltneutralen mit CO<sub>2</sub> als Kältemittel betriebenen Kfz-Klimaanlagen wurde ein Verdichter entwickelt und erprobt, dessen Gehäuse aus Stahl hergestellt ist. Sämtliche derzeitigen mit dem konventionellen Kältemittel R134a betriebenen Verdichtern in Kfz für Klimaanlagen sind mit einem Aluminium-Druckgussgehäuse ausgeführt, ebenso wie die für erste Tests im Rahmen von Machbarkeitsstudien zu CO<sub>2</sub>-Systemen gebauten Verdichter. Mit dem Gehäuse aus dem Werkstoff Stahl wurde somit ein neuer Weg beschritten. Der Grund hierfür war, dass bei den neuen Verdichtern mit deutlich höheren Gehäuseinnendrücken bis 132 bar und Temperaturen bis 150 °C für Klimaanlagen zu rechnen ist, die eine Zeitstandsbeanspruchung des Aluminiums bewirken dürften, mit der ein mögliches Dauerfestigkeitsproblem und nicht tolerierbare Kriechdehnungen zu erwarten sind. Bei Stahl hingegen ist Kriechen im Temperaturbereich bis 300 °C zu vernachlässigen.

Für das Stahlgehäuse bot sich im Hinblick auf eine möglichst kostengünstige Fertigung eine zylindrische Form an. Um die mechanische Bearbeitung auf ein Minimum zu reduzieren, wurde diese über Kaltfließpressen vorgeformt. Im Rahmen des Vorhabens wurden mehrere Entwicklungsstufen des Gehäuses erprobt. Die letzte stellt eine Schweißkonstruktion dar. Der zylindrische Bereich des Gehäuses mit Boden (Housing Tube) ist aus Werkstoff S420NL (1.8912) kaltfließgepresst, das sogenannte Insert, das im Wesentlichen die Lagerung der Antriebswelle übernimmt, ist aus Werkstoff S460N (1.8901) spanend gefertigt und über eine Laser-Rundnaht in den Gehäuseboden eingeschweißt.

Das Festigkeits- und Lebensdauerpotential des Gehäuses wurde sowohl experimentell anhand von Berst- und Schwingversuchen als auch numerisch über Finite Elemente Analysen untersucht. Die Charakterisierung des Gehäusewerkstoffes, der Nahtqualität und des



Zustandes der Gehäuse nach den experimentellen Erprobungen erfolgte über mechanisch-technologische, zerstörungsfreie, metallografische und fraktografische Prüfmethode. Parallel hierzu wurde vom Verdichterhersteller die in den R134a-Anlagen bewährte Verdichtertechnik an die zylindrische Gehäuseform angepasst, für die wesentlich höheren Betriebsdrücke und -temperaturen neu ausgelegt und in Prüfstandsuntersuchungen erprobt und ertüchtigt.

Für die das Vorhaben abschließenden Gehäuseuntersuchungen wurden zwei Erprobungsreihen zu je zwanzig Gehäusen gefertigt. Hiervon wurden neun vor allem in dem mit besonderem Augenmerk zu betrachtenden Bereich der Laser-Rundnaht zerstörungsfrei und metallografisch untersucht. Bis auf Poren, die primär im Nahtauslauf auftraten, ergaben sich keine Befunde, die negativ zu bewerten waren. Bei den durchgeführten Berst- und Schwingversuchen trat in keinem Fall ein durch die Poren initiiertes Versagen auf. Die Lebensdauerbewertung der Gehäuse erfolgte anhand der aus Finite Elemente Analysen und Bauteil-Schwingversuchen erzielten Ergebnisse. Hierzu herangezogen wurden die zwei Betriebslastfälle "Extrembetrieb" (Einschalten der Klimaanlage unter sehr hohen Umgebungstemperaturen) und "AC-Normalbetrieb". Für ersteren ergab sich auf der Basis der vorgegebenen Betriebszyklen eine Schwingungsspielsicherheit von  $S \geq 300$ . Für den "AC-Normalbetrieb" ist unter der Maßgabe der Definition der Gehäusedauerfestigkeit mit  $N \geq 107$  Schwingspielen bei einer Betriebsdauer von 5000 h eine Gehäuseausfallwahrscheinlichkeit von 0,1 bis 1,0 % anzusetzen. Mit zwei Gehäusen, die für den Belastungsfall "Extrembetrieb" erprobt wurden und hierbei  $N \geq 107$  Schwingspiele ertrugen, was quasi gleichzusetzen ist mit dem Betriebsende (Ende of Life, EOL), wurden bei 150 °C und -40 °C Berstversuche durchgeführt. Die erzielten Maximaldrücke lagen jeweils über den von SAE für die Gehäuse im EOL-Zustand geforderten Mindest-Versagensdrücken. In keinem Fall trat Versagen durch Bersten auf, sondern jeweils infolge Undichtheit an der Abdichtung der Schraubverbindung zwischen Gehäuse und Zylinderkopf.

Die erzielten Untersuchungsergebnisse beschreiben somit einen Stand des Verdichtergehäuses aus Stahl, der als gute Basis für die Optimierung des Gehäuses hin zur Serienreife betrachtet werden kann. Gegenüber Aluminiumgehäusen dürfte sich hierbei als Vorteil erweisen, dass ein mögliches, die Lebensdauer beeinflussendes Kriechverhalten bei den gegebenen Betriebstemperaturen beim Werkstoff Stahl nicht zu erwarten ist.

Das Forschungsvorhaben wurde an der Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 192 Seiten und enthält 124 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 46,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-45-3.

## **Auslegung eines Prozessfensters für die Blechumformung höchstfester Vergütungsstähle bei erhöhten Temperaturen (P 644)**

Die Gewichtsreduzierung bei gleichzeitiger Einhaltung der steigenden Sicherheitsanforderungen ist ein zentrales Thema im Automobilbau. Dies führt zu den unterschiedlichsten Lösungsansätzen seitens der Automobil- und Zuliefererindustrie. In den vergangenen Jahren hat sich die Technologie des Presshärtens als gute Möglichkeit zur Herstellung von crashrelevanten Karosseriebauteilen gezeigt. Hierbei handelt es sich um eine Kombination aus Warmumformung und Härten, die simultan in einem Prozessschritt erfolgen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens war die Zielsetzung, einen Beitrag zum besseren Verständnis des Prozesses und zur robusteren Prozessauslegung zu leisten. Für die Untersuchungen wurde der Presshärtprozess in die vier Prozessschritte Austenitisieren, Transfer, Formgebung und Härten unterteilt.

Das Prozessfenster für das Austenitisieren wurde im Hinblick auf eine obere und eine untere Grenze für die Austenitierungsdauer untersucht. Es zeigte sich, dass der Werkstoff unabhängig von der Glühdauer ähnliche Härtewerte aufwies. Auch eine schnellere Aufheizgeschwindigkeit, die durch konduktive Probenerwärmung realisiert wurde, hatte keinen Einfluss auf die Härtewerte.

Speziell zur Bestimmung der prozesstypischen Abkühlgeschwindigkeiten während des Härten wurde ein Versuchsaufbau entwickelt, mit dem das Abkühlen durch beidseitigen metallischen Kontakt ermittelt werden kann. Die resultierenden Abkühlgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Anpressdruck konnten so bestimmt werden. Diese Kontaktbedingung wurde zudem in Finite-Elemente-Simulationen abgebildet und der jeweils auftretende Wärmeübergangskoeffizient anhand eines Vergleichs zwischen den Ergebnissen aus Experiment und Finite-Elemente-Simulation detektiert.

Zur Aufnahme der thermo-mechanischen Kenngrößen des allgemein für das Presshärten verwendeten Stahls 22MnB5 (1.5528) wurden Warmzugversuche durchgeführt. Mit Hilfe der Universalprüfmaschine Gleeble, die mit einer konduktiven Erwärmungseinheit ausgestattet ist, konnte der für das Presshärten typische Zeit-Temperatur-Verlauf eingehalten werden. So wurde der Einfluss der Temperatur, Dehnrate, der Abkühlgeschwindigkeit und Charge bzw. Blechdicke ermittelt.

Als Demonstratorbauteil wurde von der DaimlerChrysler AG das Werkzeug zum Abpressen einer B-Säule zur Verfügung gestellt. Der Einfluss des Niederhalterabstands und der Zuhaltezeit auf das Formgebungsergebnis wurde sowohl während der Abpressens als auch danach anhand von Thermographieaufnahmen, Härte- und Blechdickenmessungen bestimmt. Mit den zuvor in den experimentell ermittelten Prozess- und Werkstoffdaten

wurde das Demonstratorbauteil mit der Finite-Elemente-Software LS Dyna modelliert. Die Versagensorte des Bauteils und die Temperaturverteilung konnten damit gut wiedergegeben werden.

Das Forschungsvorhaben wurde am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie (LFT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg zusammen mit der DaimlerChrysler AG, Sindelfingen durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 96 Seiten und enthält 72 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-42-9

### **Konferenz „Hochfester Stahl im Stahl- und Maschinenbau – Neues aus Forschung und Anwendung“ (Tagungsband 757)**

Am 12./13. Dezember 2006 wurde im Hotel Scheidberg in Wallerfangen-Kerlingen die Konferenz „Hochfester Stahl im Stahl- und Maschinenbau – Neues aus Forschung und Anwendung“ mit 172 Teilnehmern durchgeführt. Die Konferenz bot ein Forum zum Austausch für alle Beteiligten und gab den Teilnehmern zudem die Möglichkeit zur Diskussion aktueller Forschungsthemen zur Stahlanwendung in dieser Branche. Die auf der CD veröffentlichten Vorträge sind:

- Neueste Entwicklungen von thermomechanisch gewalzten Feinkornbaustählen -Erfahrungen aus Offshore-Industrie und Stahlwasserbau, Dr.-Ing. F. Schröter, AG der Dillinger Hüttenwerke
- Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten von Konstruktionsteilen für Mobilkrane, Dr. H. Hummel, Liebherr-Werk Ehingen GmbH,
- Normativer Hintergrund für Entwurf und Berechnung von Krankonstruktionen, Prof. Dr.-Ing. G. Sedlacek, Lehrstuhl für Stahlbau, RWTH Aachen
- Schweißen hochfester Stähle - aktuelle Entwicklungen und Trends, Dipl.-Ing. H.-J. Weber, Böhler Thyssen Schweisstechnik Deutschland GmbH, Hamm
- Schweißnahtnachbehandlung bei hochfesten Stählen, Dr.-Ing. T. Nitschke-Pagel, Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig
- Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit durch Anwendung von Ultrasonic Impact Treatment (UIT), Dr.-Ing. H.-P. Günther, Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart
- Beulverhalten kaltgeformter und geschweißter Rechteckhohlprofile aus hochfesten Stahl, Dipl.-Ing. B. Völling, Lehrstuhl für Stahlbau, RWTH Aachen
- Beurteilung des Ermüdungsverhaltens von Krankonstruktionen bei Einsatz hoch- und ultrahochfester Stähle, Dr.-Ing. S. Herion, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität Karlsruhe
- Die Lösung von Ermüdungsfragen am Beispiel eines Prozesskrans in der Stahlindustrie, Dipl.-Ing. H. Strohbach, Kranbau Köthen GmbH



Der Tagungsband als CD kann gegen eine Schutzgebühr von € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten bestellt werden.

### **7. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ Interessante Ansätze für erfolgreichen Technologietransfer**

Bereits zum siebten Mal fand am 27. und 28. Februar 2007 im DECHEMA-Haus in Frankfurt/M das Kolloquium zur gemeinsamen Forschung in der Klebtechnik statt. Präsentiert wurden interessante Ansätze, die einmal mehr deutlich machten, dass nur die Forschungsergebnisse der Wirtschaft dienen können, die dort auch ankommen.

215 Forscher, Klebstoffhersteller und Klebtechnik Anwender aus der Industrie kamen ins DECHEMA-Haus nach Frankfurt, um sich über den aktuellen Stand der Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Klebtechnik zu informieren oder geplante Vorhaben mitzugestalten bzw. den Transfer von klebtechnischen Forschungsergebnissen in die verschiedenen Branchen zu fördern. Gemeinsame Veranstalter waren wieder die Fachsektion Klebtechnik der DECHEMA e.V., die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH), die Forschungsvereinigung e.V. des DVS und die FOSTA-Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.

AiF-Präsident Johann Wilhelm Arntz bescheinigte den Initiatoren des Kolloquiums in seinem Eröffnungsvortrag wertvolles Zukunftspotenzial, zumal die derzeitige Basis durch die Einbeziehung weiterer Forschungsvereinigungen der AiF ausbaufähig ist und eine weitere Stärkung des Gemeinschaftsausschusses Klebtechnik angestrebt wird. Dr. Uwe Sukowski aus dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) referierte über die geplante Umstrukturierung der BMWi-Programme für den Mittelstand und nannte in seinem Vortrag neue erfreuliche mittelfristige Haushaltszahlen des BMWi für die industrielle Gemeinschaftsforschung.



Der technische Programmteil dieses Kolloquiums bot anschließend neben dem fortgeführten Schwerpunkt „Kleben im Fahrzeugbau“ Fachinformationen zu den Themenbereichen „Kleben in der Fertigung“, „Prüftechnik“ und „Kleben im Bauwesen“. Auch die diesjährige Veranstaltung verdeutlichte den wachsenden Einsatz der industriellen Klebtechnik über alle Branchen sowie das Potenzial, das insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen hinsichtlich des Einsatzes neuer Werkstoffe in der Klebtechnik steckt.

Mit Mitteln aus wirtschaftlich erfolgreich durchgeführten Veranstaltungen konnten die Veranstalter erstmals die Gelegenheit geben, Diplomanten und studentische Hilfskräfte kostenlos am Kolloquium teilnehmen zu lassen. Damit sollen die eingeladenen Studierenden motiviert werden, sich auch zukünftig mit Engagement der industriellen Klebtechnik zu widmen und interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Dass die Nachwuchspflege für die Klebtechnik ein wichtiges Anliegen sein muss, wurde durch die Verabschiedung von drei „Klebpäpsten“ auf der Abendveranstaltung des ersten Kongresstages deutlich. Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn (Uni Paderborn), Prof. Dr. Otto-Diedrich Hennemann (Fraunhofer IFAM) und Prof. Dr.-Ing. Michael Schlimmer (Uni Kassel) wurden anlässlich ihrer Pensionierung um ihre Verdienste für klebtechnische Forschung gewürdigt.

Das **8. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“** wird am **26. und 27. Februar 2008** wieder in Frankfurt/M stattfinden.

Die Kurzfassungen der Vorträge sind erhältlich bei: DEHEMA e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt/M, Tel. 069/7564-235, klebtechnik@dechema.de, www.klebtechnik.org

## 7. Stahl-Symposium „Simulation als Werkzeug zur Verarbeitung von Stahlfeinblech“ (Tagungsband 758)

„Simulation als Werkzeug zur Verarbeitung von Stahlfeinblech“ war das Thema des 7. Stahl-Symposiums am 25. April 2007 in Düsseldorf. 105 Teilnehmer, davon mehr als 70 aus der Stahl herstellenden und der Stahl

verarbeitenden Industrie, verfolgten und diskutierten die Vorträge der von der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. und dem Werkstoffausschuss des Stahlinstituts VDEh gemeinsam durchgeführten Veranstaltung. Die auf der CD veröffentlichten Vorträge sind:

- Verkürzung der Markteinführung neuer Stähle durch Definition eines Werkstofffreigabeprozesses, Dr.-Ing. Thomas Heller, ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg;
- Werkstoffkennwerte für die Simulation, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck, Institut für Eisenhüttenkunde, RWTH Aachen
- Umformsimulation im Bereich der Verfahrensentwicklung und -auslegung, Dr.-Ing. Alexander Brosius, Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Universität Dortmund
- Umform- und Rückfederungssimulation in der industriellen Anwendung, Prof. Dr.-Ing. Karl Roll, DaimlerChrysler AG, Sindelfingen
- Numerische Abbildung der Martensitevolution, Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens, Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Modellierung des Verformungs- und Versagensverhalten von Punktschweißverbindungen unter Crashbelastung, Dipl.-Phys. Silke Sommer, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg
- Systematik zur Vorgehensweise bei der Schweißsimulation, Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, TU München
- Charakterisierung und praxisnahe Ersatzmodellierung des Versagensverhaltens von stanzgenieteten Stahlblechverbindungen, Dipl.-Ing. Matthias Wißling, Laboratorium für Werkstoff- und Füge-technik, Universität Paderborn
- Methodenentwicklung zur Berechnung von höherfesten Stahlklebverbindungen des Fahrzeugbaus unter Crashbelastung, Dr.-Ing. Olaf Hesebeck, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Bremen
- Dynamische Grenzformänderungsdiagramme, Prof. Dr.-Ing. Thomas Tröster, Fakultät für Fahrzeugsysteme und Produktion, Fachhochschule Köln

Der Tagungsband als CD kann gegen eine Schutzgebühr von € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten bestellt werden.

## Gemeinsame Forschung und Entwicklung in der Stahlindustrie in Deutschland

Die Stahlforschung hat in Deutschland einen hohen Stellenwert. Das Land hat die höchste Rohstahlerzeugung in der EU und leistungsfähige Wertschöpfungsketten für wichtige exportorientierte Branchen, wie u. a. den Maschinenbau, die Automobilindustrie, die Energietechnik.

Die Leistungsfähigkeit und damit Wettbewerbsfähigkeit dieser Industrien und deren Produkte braucht eine zukunftsfähige Werkstoffbasis, die die Entwicklung von Innovationen zur zentralen Aufgabe macht.

Die gemeinsam von Stahlinstitut VDEh und FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. erarbeitete Publikation zeigt die zahlreichen Betätigungsfelder der deutschen Stahlforschung auf und gibt Beispiele für wichtige Innovationen. Sie informiert über das Forschungsnetzwerk der Stahlindustrie und über Möglichkeiten zur öffentlichen Forschungsförderung. Insbesondere die relevanten Forschungsinstitute der Stahlindustrie werden ausführlich porträtiert und wichtige Ansprechpartner genannt.

Die Zusammenstellung soll helfen, die Ziele zur Weiterentwicklung der Herstellung und zur Ausweitung der Anwendung von Stahl gemeinschaftlich anzugehen und zu erreichen.

## **Werkstoff-Forschung Stahl an den wissenschaftlichen Hochschulen in Deutschland**

In Fortsetzung der Ausarbeitung zur Gemeinsamen Forschung und Entwicklung in der Stahlindustrie in Deutschland stellt das Stahl-Zentrum eine zweite für die Stahl-Forschung wichtige Bestandsaufnahme über an der Werkstoff-Forschung Stahl in Deutschland beteiligten wissenschaftlichen Hochschulen vor. Neben den einschlägigen Instituten an der RWTH Aachen, der TU Clausthal und der TU Bergakademie Freiberg, die im Wesentlichen Forschungsthemen zur Entwicklung, Herstellung und Verarbeitung von Stahlwerkstoffen bearbeiten und im sehr engen Kontakt zur Stahlindustrie und zum Stahl-Zentrum in Düsseldorf und hier insbesondere zum Stahlinstitut VDEh und der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. stehen, gibt es an den deutschen wissenschaftlichen Hochschulen über 30 auf metallische Werkstoffe bezogene Institute, Lehrstühle oder Professuren, an denen zum Teil auch eine große Fachkompetenz auf dem Gebiete des Werkstoffs Stahl vorliegt. Hingewiesen sei besonders auf die Universitäten Bochum, Darmstadt, Erlangen, Hannover und die Technische Universität München sowie in speziellen Teilgebieten auf die Technischen Universitäten Chemnitz und Kaiserslautern sowie die Universitäten Bremen, Dortmund, Karlsruhe, Paderborn und Stuttgart. Es kann aber festgestellt werden, dass fast alle hier aufgeführten 37 wissenschaftlichen Hochschulen, die sich mit metallischen Werkstoffen befassen, Berührungspunkte zum Werkstoff Stahl besitzen. Eine Zusammenstellung ausgewählter Kompetenzen und Tätigkeitsschwerpunkte der Stahlforschung an den Hochschulinstiuten erleichtert die Orientierung in der Vielfalt der Forschungslandschaft.

In Einzelexemplaren kann die Broschüre kostenfrei bestellt werden beim Stahlinstitut VDEh unter [info@vdeh.de](mailto:info@vdeh.de) oder bei der FOSTA unter [fosta@stahlforschung.de](mailto:fosta@stahlforschung.de)

## **Veranstaltungen**

### **Stahlforum 2007**

#### **Höchstleistungen im Schwermaschinenbau**

Im Rahmen der internationalen Jahrestagung STAHL 2007 veranstalten die FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. und der Werkstoffausschuss des Stahlinstituts VDEh am 8. November 2007 das Stahlforum „Höchstleistungen im Schwermaschinenbau“. Als Kooperationspartner konnte der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) gewonnen werden.

In acht Fachvorträgen werden die Eigenschaften und Einsatzbereiche von Stahl im Tunnelbau, Tagebau, bei Baggern, Muldenkippern und Großlagern vorgestellt und diskutiert. Das endgültige Programm mit den entsprechenden Anmeldeunterlagen für das Stahlforum 2007 ist in Vorbereitung.



**SCT2008**  
**June 01-04, 2008,**  
**Wiesbaden, Germany**



#### **Bringing the automotive, supplier and steel industries together**

Future trends in steel development, processing technologies and applications

#### **Main Topics:**

Steel components in Cars and Trucks: Body structure - Stamped parts - Engine - Suspension - Power train - Steering - Wheels - Brakes - Accessories - Other topics

Alle Forschungsberichte 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  
E-mail: [verlagvertrieb@stahl-zentrum.de](mailto:verlagvertrieb@stahl-zentrum.de)

#### **Impressum**

Herausgeber:  
FOSTA - Forschungsvereinigung  
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: [fosta@stahlforschung.de](mailto:fosta@stahlforschung.de)