



### Inhalt / Content

#### Neue Forschungsberichte New Research Reports

- P 904** Materialeinsparung bei der Herstellung dünnwandiger Behälter  
**Reducing the material usage for thin-walled basins**
- P 921** Bestimmung der Rissanfälligkeit von hochfesten Stahlblechen  
**Determining the cracking susceptibility of high strength steel sheets**
- P 970** Thermographisches Verfahren zur Punktdurchmesserermittlung von WPS  
**Thermographic method for determination of spot diameter**
- P 983** Eigenspannungen an Montagestößen bei Stahl-Großstrukturen  
**Residual stresses in assembly joint of large steel structures**
- P 993** Simulationsgestützte Optimierung des lokalen Werkstoffzustandes  
**Simulation-based optimization of the local material state**
- P 1008** Thermisches Richten  
**Thermal straightening**
- P 1011** Sprühlichtbogenprozesse zur Optimierung schweißbedingter Beanspruchungen  
**Modified spray arc welding to improve welding-specific stressing**
- P 1073** Thermisches Fügen beschichteter Verbundwerkstoffe  
**Thermal assembling of coated compounds**
- P 1150** Wetterfester Baustahl im Brückenbau  
**Weathering steel in bridge construction**

#### Sehr geehrte Damen und Herren! Liebe Leserinnen und Leser!



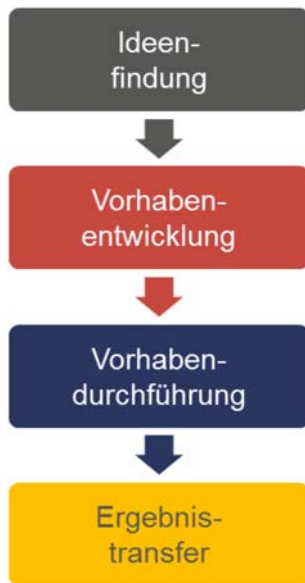
Im nächsten Jahr werden wir das 50-jährige Bestehen der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. feiern. Die Wichtigkeit der gemeinschaftlichen, vorwettbewerblichen Anwendungsforschung für den Werkstoff Stahl hat in dieser Zeit kontinuierlich zugenommen. Die technischen Herausforderungen der heutigen Zeit erfordern ganzheitliche Sichtweisen entlang der breit gefächerten Wertschöpfungsketten des Werkstoffs Stahl. Wir setzen diese Herausforderung in unserem über viele Jahre gewachsenen Netzwerk aus Wissenschaft, Stahlherstellung, Stahlanwendung und öffentlichen Stellen für den vorwettbewerblichen Forschungsbereich um.

Durch die Erarbeitung von praxisnahen Lösungen für grundsätzliche technische Fragestellungen in der Stahlanwendung und deren umfassende Veröffentlichung, erzeugen wir im Innovationsnetzwerk des FOSTA e.V. Synergien, die die Basis für alle interessierten Industrieunternehmen für weiteres individuelles und innovatives Verhalten bilden. Unsere Projekte werden daher auch häufig zu Recht im Bereich der Grundlagen orientierten Anwendungsforschung verortet.

Uns erreichen aktuell immer wieder Fragestellungen zur Einordnung der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. als Organisation sowie zur Bewertung unserer Tätigkeit im Forschungsmanagement aus unterschiedlichen Sichtweisen und nicht zuletzt zur Stellung der Beteiligten in FOSTA-Forschungsprojekten.

Wir möchten daher hier die Gelegenheit nutzen, einige wesentliche Informationen zum FOSTA e.V. zusammenfassend darzustellen:

- Der FOSTA e.V. (früher Studiengesellschaft) wurde 1968 als eingetragener Verein gegründet und ist rechtlich selbständig sowie gemeinnützig.
- Der Zweck des Vereins zielt entsprechend unserer Satzung auf „... die Förderung der Allgemeinheit auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung, insbesondere der Anwendungstechnik von Eisen und Stahl“ ab.



Innovationsphasen im Forschungsmanagement des FOSTA e. V.

– Bei allen Projekten arbeitet der FOSTA e.V. nach einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) vorgegebenen System in der vorwettbewerblichen, gemeinnützigen Gemeinschaftsforschung. Dabei ist eine zentrale Forderung, einen projektbegleitenden Ausschuss aus Industrie und Wissenschaft für jedes vom FOSTA e.V. geleiteten Forschungsvorhaben einzurichten.

– Sowohl unter steuerlichen, vereinsrechtlichen als auch unter kartellrechtlichen Gesichtspunkten, wurde die Vorgehensweise des FOSTA e.V. bei der Bearbeitung der Projekte, also von der Ideenfindung

über die Beurteilung der Forschungsideen, der Durchführung der Projektarbeiten mit Beteiligung von Industrieunternehmen und der abschließenden Verbreitung aller Ergebnisse, mehrfach extern geprüft. Auf Nachfrage stellen wir hierzu gerne weitergehende Informationen zu den Ergebnissen, auf deren Einhaltung wir regelmäßig achten, zur Verfügung.

– Fördermittel für die Durchführung von Forschungsprojekten erhält der FOSTA e.V. überwiegend aus dem BMWi-Programm zur „Industriellen Gemeinschaftsforschung“ (IGF), der Stiftung Stahlanwendungsforschung und aus eigenen Mitteln. Zur Erlangung der Fördermittel im IGF-Programm ist eine Mitgliedschaft des Vereins in der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), Köln, erforderlich. Der FOSTA e.V. ist unter den 101 Mitgliedsforschungsvereinigungen der AiF, die ebenfalls alle an das BMWi-Projektsystem gebunden sind, mit einem Fördervolumen von nahezu 9 Mio. € im Jahr 2016 eine der größeren Forschungsvereinigungen. Im Jahr 2017 wird das Fördervolumen voraussichtlich über 10 Mio. € betragen.

– Bei allen geförderten Projekten ist eine Einbindung der Industrie durch inhaltliche Unterstützungsleistungen erforderlich, die als „Vorhabenbezogene Aufwendungen der Wirtschaft“ (vAW) bezeichnet werden und klar definiert sind. Diese vAW sind Dienstleistungen (Beratungsleistung u.ä.), Sachleistungen, (Materialbereitstellung u.ä.), Bereitstellung von Versuchsanlagen und Geräten (Überlassung von z.B. Schweißquellen, Umformwerkzeugen durch die Industrie für die Forschungsstelle), Aufwendungen für den projektbegleitenden Ausschuss (Beratung der Forschungsstellen während der Projektlaufzeit). Die vAW sind keine Forschungstätigkeit der Unternehmen und liegen zwischen 10 % bis ca. 50 % der Fördersumme eines Forschungsprojektes.

## Dear Ladies and Gentlemen! Dear Readers!

Next year we will be celebrating 50 years of the Research Association for Steel Application. The importance of the precompetitive, collaborative application research on steel has continued to increase. The technical challenges at the moment require complete perspective along the widely ranged, valued chain of steel. We are implementing this challenge with our many years of network of science, steel production, steel application and public authorities for the pre-competitive research area.

Through the development of practical solutions for basic technical questions in steel application and their complete publication, we generate synergies in the FOSTA innovation, which form the basis for all interested companies in the industry for further individual original behavior. Our projects are therefore often rightly classified in the area of basic application research.

Currently we are being repeatedly asked questions regarding the classification of the Research Association for Steel Application e.V. as an organisation as well as to evaluate our activities in research management from various perspectives and last but not least, the position of the stakeholders in FOSTA projects.

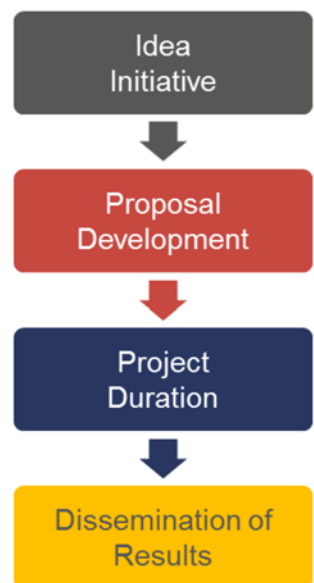
For this reason, we would like to take this opportunity to summarise some essential information about FOSTA.

– FOSTA e.V. (once Studiengesellschaft) was founded in 1968 as a registered association and is legally independent as well as non-profit.

– The purpose of the association is, according to our statutes “... to promote the public in the field of research and development, in particular the application of iron and steel”.

– In all projects, the FOSTA e.V. operates according to a pre-competitive, non-profit community pre-eminence system, which is set by the Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi). A key requirement is to set up a project-accompanying committee from industry and science for each research project launched by FOSTA e.V.

– Both from the point of view of taxation, association law and anti-trust law, the FOSTA eV's approach to the implementation of the projects, with the participation of industrial enterprises and the final distribution of all the results, is repeatedly externally checked. On request, we will gladly provide you with more detailed



Innovation phases in the Research Management of the FOSTA e. V.



Aktuelle Themenmatrix in FOSTA-Forschungsprojekten, generiert nach dem Bottom-Up-Prinzip

- Alle Fördermittel, die der FOSTA e.V. erhält, gehen ohne Abzüge zu 100 % an die Forschungsstellen, die in den unterschiedlichen Forschungsvorhaben arbeiten. In Anlehnung an die Höhe der ausbezahlten Fördermittel vom BMWi, ist jährlich ein Mitgliedsbeitrag aus dem Haushalt des FOSTA e.V. an die AiF zu zahlen. Sowohl dieser Mitgliedsbeitrag als auch die Finanzierung der Geschäftsstelle des FOSTA e.V. werden durch die Mitgliedsbeiträge der ordentlichen und fördernden Mitglieder des Vereins getragen.
- Als Mitglieder hat der FOSTA e.V. Stahlhersteller mit Sitz in Deutschland, den Niederlanden, in Österreich und in Spanien. Außerdem unterstützen diverse Unternehmen aus der Stahl verarbeitenden Industrie sowie Forschungseinrichtungen und -institute aus der Stahlanwendungsforschung die Arbeit des FOSTA e. V. Unsere Aktivitäten bekommen zunehmend auch eine europäische Komponente.

Der FOSTA e.V. richtet sich bei allen Forschungsprojekten, bei Anträgen sowie bei der Durchführung und Veröffentlichung nach folgenden Kriterien:

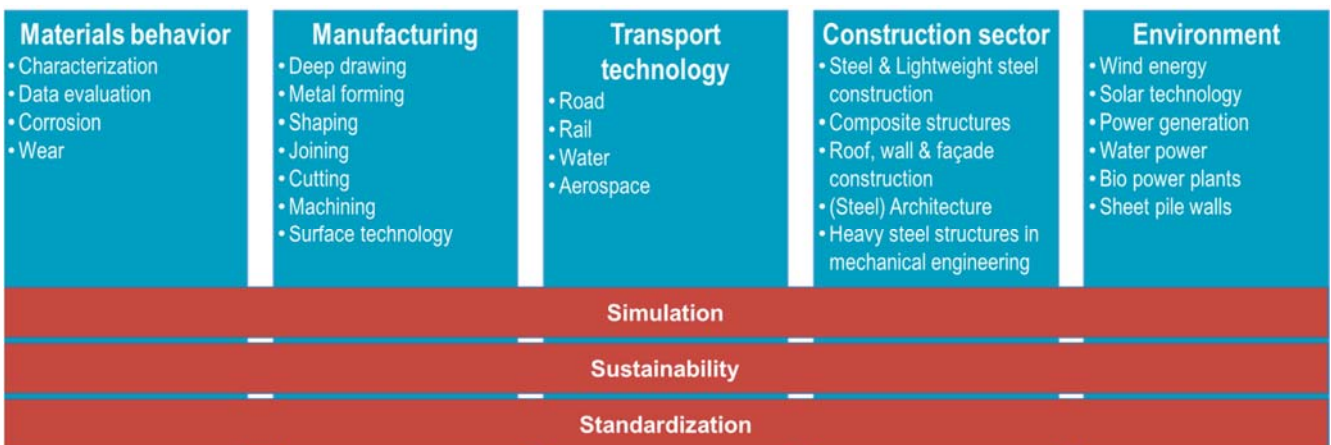
- Förderung und Gestaltung von vorwettbewerblicher Gemeinschaftsforschung auf gemeinnütziger Grundlage.
- kein Ausschluss von Interessierten, vielmehr stehen Projekte allen Interessierten offen, die etwas beitragen möchten.

**information on the results, which we regularly observe.**

- FOSTA e.V. mainly receives funding from the BMWi program for "Industrial Community Research" (IGF) for funding research projects, from Stiftung Stahlanwendungsforschung and from own budget. In order to obtain funding in the IGF program, a membership of the association in the working group of industrial research associations "Otto von Guericke" (AiF) Cologne, is required. FOSTA is one of the 101 member research associations of the AiF all of which are also linked to the BMWi project system, with a volume of nearly € 9 million in 2016, one of the larger research groups. In 2017 this should reach over € 10 million.
- For all subsidized projects, the involvement of the industry is required by means of content support services, which are termed "project-related expenses of the economy" (vAW) and are clearly defined.

These vAWs are

- Services (consultant services etc.)
- Contributions (material supplies etc.)
- Provision of testing facilities and equipment (assigning of, for example, welding sources, forming tools by the industry to the research center), counselling for the project-accompanying committee (advising the research centers during the project period).



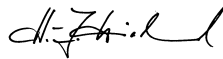
Current topic matrix in FOSTA-Research-Projects, generated after the Bottom-Up-principle

- keine Produkt bezogene Forschung, sondern der Nachweis einer grundsätzlichen Machbarkeit von Werkstoffeigenschaften, Verarbeitbarkeit und Anwendung, ggf. mit der Erstellung eines Musterbauteils.
- völlige Transparenz über die Forschungsprojekte sowie die daraus generierten Ergebnisse (Abschlussbericht, Veröffentlichungen, Vorträge).

Aktuell erfahren wir besonders in der Mitgliederstruktur des FOSTA e.V. positiven Zuspruch und werten dies mit Freude als gutes Zeichen und gleichzeitig als Anerkennung für die vielen Experten zur Stahlanwendungsforschung, die sich in unserem Innovationsnetzwerk in den FOSTA-Projekten engagieren.

Wir freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit und wünschen Ihnen nun eine interessante Lektüre.

Ihr  
 Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland



- The vAW is not a research activity of the enterprises and lie between 10% and about 50% of the funding amount of a research project.

All the funding generated by FOSTA e.V. is awarded 100% to the research centers working in the various research projects without deductions. Based on the amount of subsidies paid by the BMWi, a membership fee from FOSTA e.V.'s budget is to be paid annually to AiF. Both this membership fee as well as the financing of the FOSTA e.V. office are carried by the membership fees of FOSTA's ordinary and supportive members.

As members, FOSTA e.V. has leading steelmakers with headquarters in Germany, the Netherlands, Austria and Spain. In addition, various companies from the steel processing industry as well as research institutes from steel application research, support the work of Fosta e.V. with a small financial subsidy.

The FOSTA e.V. is aimed at all research projects, in applications and in the implementation and publication according to the following criteria:

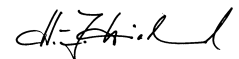
- No interested parties will be rejected; projects are open to all interested parties who wish to contribute.
- There is no product-related research, but proof of a fundamental feasibility of material properties, workability and application, possibly with the creation of a prototype part.
- There is complete transparency about the research projects as well as the resulting results (final report, publications, lectures).

We are currently experiencing a positive response, especially in the FOSTA e.V. member structure, and are happy to see this as a good sign and at the same time as recognition for the many experts in steel application research who are involved in our innovation network in the FOSTA projects.

We look forward to continuing a good working relationship in the future and hope you enjoy reading this information about us and our function.

Kind regards

Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland



### Neue Forschungsanträge - Bilanz 2017 des Kuratorium des FOSTA e.V.

In zwei Sitzungen berieten die Gutachter der FOSTA über insgesamt 63 Neuanträge und 3 Skizzen. Nach eingehenden Beratungen und Hinweisen auf Korrekturen und Ergänzungen wurden 44 Anträge zur Weiterleitung an Fördermittelgeber empfohlen und 19 Anträge abgelehnt. Die 3 vorgelegten Skizzen wurden zur Ausarbeitung eines vollständigen Antrages empfohlen.

### New research proposals - End result 2017 of Advisory Council of FOSTA

In two sessions, the experts of FOSTA discussed a total of 63 new research proposals and 3 research ideas. After in-depth discussions and references to corrections and additions, 44 applications were recommended for forwarding to Grantor and 19 research proposals were rejected. The 3 presented research ideas were recommended to draw up a complete research proposal.



### FOSTA stark auf der SCT 2017 vertreten FOSTA strongly present at SCT 2017.

Zu 28 Forschungsvorhaben wurde berichtet. Eine Sonderausgabe der BAF mit den Titeln der Vorträge kann beim FOSTA e.V. angefordert werden. / 28 research projects were reported. A special issue of BAF was published. It contains the titles of the reports. The special issue is available at FOSTA.

Der Tagungsband zur SCT 2017 kann gegen eine Gebühr beim Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf, angefordert werden. / The proceeding of SCT are available at Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf.



The Research Association for Steel Application (FOSTA) presents at SCT 2017 results of actual research projects and itself on some exhibition booths.

FOSTA's main characteristics and tasks

FOSTA is a network partner for funding and management of collective research activities focused on steel application. The association is financed by the steel industry and supported by members from steel application industry and the research institutes.

FOSTA's research project targets for steel are:

- Improving and saving the competitiveness
- Opening processing technologies
- Opening/developing new fields of application
- Substitution of competing materials
- Finding new solutions with hybrid materials

FOSTA is a non-profit association, that has been established in 1998.

Actors in FOSTA's network

Material behavior	Manufacturing	Transport technologies	Construction material	Environment
<ul style="list-style-type: none"> <li>Characterization</li> <li>Data evaluation</li> <li>Corrosion</li> <li>New behavior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deep drawing</li> <li>Steel forming</li> <li>Stamping</li> <li>Joining</li> <li>Coating</li> <li>Surface technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Roll</li> <li>Ball</li> <li>Plate</li> <li>Refractory</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steel &amp; light weight</li> <li>Steel construction</li> <li>Composite structure</li> <li>Roll, Mill &amp; Equips</li> <li>Coatings</li> <li>Steel institutes</li> <li>Research institutes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steel energy</li> <li>Steel technology</li> <li>CO2-emission</li> <li>Water power</li> <li>High speed train</li> <li>Steel jet with</li> </ul>

FOSTA: Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. | Research Association for Steel Application | AiF Mitglied



# Innovationstag Mittelstand

## Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), am 18. Mai 2017 in Berlin



Der FOSTA e.V. war mit 3 Schwester-Forschungsvereinigungen unter den 200 Ausstellern



### Forschungsverbund



Am 18. Mai 2017 fand in Berlin der „Innovationstag Mittelstand“ des BMWi auf dem Gelände der AiF statt. 200 Ausstellungsstände zu innovativen Forschungsprojekten wurden von rd. 1800 Gästen aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft besucht. Der FOSTA e.V. hatte zum Forschungsverbund massiverLEICHTBAU „Innovationsnetzwerk für Technologiefortschritt in Bauteil-, Prozess- und Werkstoff-Design für massivumgeformte Bauteile der Automobiltechnik“ ein Ausstellungszelt mit 6 Rollups und Musterbauteilen ausgestattet. Seitens der Politik besuchten die Vizepräsidentin des Deutschen Bundestages Ulla Schmidt, die Parlamentarische Staatssekretärin Caren Marks und MdB René Röspel den Stand und ließen sich eingehend die Ziele des Forschungsverbundes erklären.



On the 18th. May, 2017 the "Innovations Day of Small Enterprises for the BMWi" took place on the grounds of the AiF. 200 exhibition stands for original research were visited by

Weiteres zum Forschungsverbund auf der Seite 22

about 1800 guests from politics, economic and scientific areas. For the research network solid LIGHTWEIGHT "Original Network for technology progression in component, process and material design for massively reshaped components and automotive engineering", FOSTA provided an exhibition tent with 6 Rollups and sample components. Visitors from politics to the stand were the vice president of the German Bundestag Ulla Schmidt, the parliamentary state secretary Caren Marks and MP René Röspel, who were explained, in detail, the aims of the research group.



Ulla Schmidt, Vizepräsidentin d. Deutschen Bundestages, im Gespräch mit Prof. Hans-Werner Zoch und Clemens Neipp



René Röspel, MdB, Dr. Hans-Joachim Wieland und Rainer Salomon am Ausstellungsstand



Caren Marks, MdB und Parlamentarische Staatssekretärin informiert sich bei den Projektarbeitern über den Forschungsverbund „massiver Leichtbau“



Besucher und Projektbearbeiter im Gespräch

## Neue Forschungsberichte

### Entwicklung eines Verfahrens zur Materialeinsparung bei der Herstellung rotationssymmetrischer dünnwandiger Behälter (P 904)

Motivation des abgeschlossenen Forschungsvorhabens der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. am Institut für Umformtechnik war die Realisierung von Materialeinsparung bei der Herstellung von rotationssymmetrischen, dünnwandigen Behältern. Dies wurde durch die Implementierung der Short-Cycle-Stretch-Forming-Technologie (SCS-Technologie) in den momentanen Herstellungsablauf realisiert. In dem Forschungsprojekt lag der Fokus auf Produkten der Massenherstellung, weswegen der Forschungsansatz am Beispiel der 0,5-l-Getränkedose ausgeführt wurde.

Erster Fertigungsschritt eines solchen Produktes ist ein konventionelles Napfziehen, dem entsprechende Fertigungsoperationen folgen (Abstrecken, Beschnitt, etc.). Bei dieser Vorgehensweise findet keine Umformung im Bereich des Napfbodens statt, weswegen das Material annähernd in seinem Ausgangszustand (Dicke und Verfestigung) verbleibt. Durch die Implementierung der SCS-Technologie in diesen Fertigungsschritt wird ein Vorrecken, zwecks Materialausdünnung und gleichzeitiger quasi-homogener Verfestigung, vor dem Tiefziehprozess realisiert. Durch die entsprechende Verfestigung wird die Festigkeit des Bodens gesteigert, welche die Festigkeitsminderung durch Abnahme der Blechdicke kompensiert bzw. sogar übertrifft. Die SCS-Technologie wurde am IFU entwickelt und besteht im Wesentlichen aus einem zweiseitigen Werkzeug mit einem Satz charakteristischer Formelemente am Rand der Werkzeughälften. Beim Zusammenfahren des Werkzeuges greifen die äußeren Formelemente des Werkzeuges ineinander. Durch die dadurch resultierenden Biege- und Reibungsvorgänge wird eine Zugspannung auf den Innenbereich der Platine initialisiert. Es kommt in diesem Bereich zu einem Fließen des Materials und somit zu einer Ausreckung. In der Tiefziehstufe wird der Cup unter Herausziehen der Platine aus den zusammengeführten Formelementen ausgeformt.

In dem Forschungsprojekt konnte die SCS-Technologie zur Herstellung von Grundkörpern der Getränkedose implementiert und eine Materialeinsparung von 8% im Produktboden realisiert werden. Dies entspricht bei diesem Produkt einer Gesamtmaterialeinsparung von 3%. Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

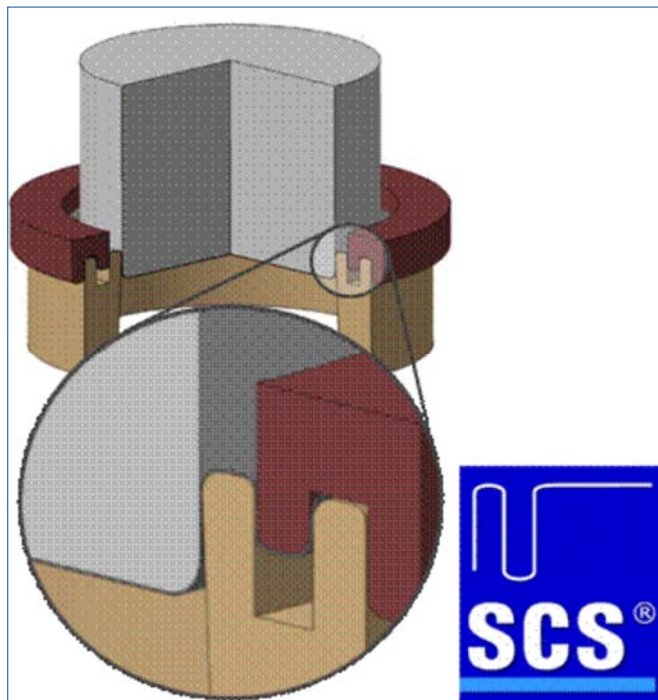
Die Bedeutung dieses Forschungsvorhabens liegt da-

## New Research Reports

### Development of a new process for reducing the material usage during manufacture of rotation-symmetric thin-walled basins (P 904)

Motivation and goal of the research project of the "Research Association of Steel Application" at the Institute for Metal Forming Technology was to save material during the production of rotation-symmetric thin-walled basins. This goal was accomplished by implementing the Short-Cycle-Stretch-Forming-Technology (SCS-Technology) into the cupping process. This project focuses on mass production and therefore its approach is used for beverage can production.

First step of the production process is a conventional cupping, which is followed by different manufacturing steps (ironing, cutting, etc.). No stretching takes place in the area of the cup bottom during the deep drawing, which is why the material almost keeps its initial conditions (thickness and hardness). The SCS-Technology was developed at the Institute for Metal Forming Technology (IFU) in 2006. Basically, this technology consists of a two-part tool with characteristic bead sets at the edge of the tool parts. By moving the tool, the outer beads interlock with each other. Due to the resulting bending and friction activity resulting from the beads, tensile stress is initialized towards the central area of the blank. Plastic deformation occurs and therefore pre-stretching. By the



implementation of the SCS-Technology into the cupping process, a pre-stretching before deep drawing is accomplished in order to thin the initial blank by contemporaneous quasihomogenous hardening. An increase of strength caused by the hardening is expected, which balances the decrease of the blank thickness.

In this research project the SCS-Technology was applied successfully to can production and material savings of 8% at the cup bottom were accomplished. For this product an overall material saving of 3% was reached. Therefore goal of project was reached.

The significance of the research project is to enhance production processes with regard to rotation-symmetric convenience goods of the consumer as well as electric and automotive industries. This can be accomplished by using the SCS-Technology. Due to significant sav-

rin, den Herstellungsprozess rotationssymmetrischer Verbrauchsgüter in der Konsum-, Elektronik- und Automobilbranche durch den Einsatz SCS-Technologie weiterzuentwickeln. Durch die Einsparung des Werkstoffes Stahl werden Ressourcen geschont, die Energiebilanz des Gesamtherstellungsprozesses rotationssymmetrischer Behälter weiter verbessert sowie die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit von Behältern aus Stahl im Vergleich zu konkurrierenden Werkstoffen (Kunststoffe, Tetra-Pak) signifikant gesteigert.

Das IGF-Vorhaben 17422 N der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wurde vom Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 91 Seiten und enthält 91 Abbildungen und 11 Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-00-9

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

ings of the steel material, resources are saved, energy balance for the entire production process of rotation-symmetric basins as well as cost efficiency and competitiveness of steel products in comparison with competitive materials (plastics, Tetra-Pak) is improved.



The research project (IGF -Nr. 17422) was carried out at Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart. FOSTA has accompanied the research project work and has organized the project funding from the Federal Ministry of Economics and Technology through the AiF as part of the programme for promoting industrial cooperation research (IGF) in accordance with a resolution of the German parliament.

The final report contains 91 pages with 91 figures and 11 tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-00-9

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

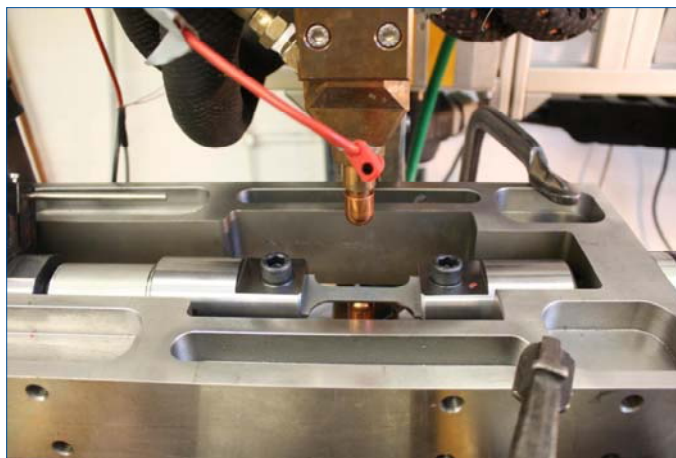
### Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Rissanfälligkeit von hochfesten Stählen beim Widerstandspunktschweißen (P 921)

Die stetig zunehmenden Anforderungen hinsichtlich geringeren Kraftstoffverbrauchs, verminderter Schadstoffemission sowie der Erhöhung der passiven Sicherheit haben die Automobilindustrie vor Herausforderungen gestellt, denen nur durch einen konsequenten Einsatz moderner Stahlwerkstoffe zu begegnen ist. Die komplexe Gefügestruktur sowie die besonderen mechanischen Eigenschaften dieser Werkstoffe verursachen jedoch eine erhöhte Neigung zur Ausbildung von Rissen insbesondere bei Widerstandspunktschweißverbindungen.

Insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen, die keine zeitaufwendigen und teuren Voruntersuchungen bezüglich der Rissanfälligkeit von Stählen während des Widerstandspunktschweißens durchführen können, ist zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit die Kenntnis der Rissanfälligkeit einer von ihnen zu verarbeitenden Materialkombination von erheblicher Bedeutung. Durch eine einfach durchzuführende, werkstoffunabhängige Methode zur Bestimmung der Rissanfälligkeit beim Widerstandspunktschweißen, kann den KMUs die Möglichkeit zur schnellen und kostengünstigen Bewertung der Verar-

### Development of a test method for determining the cracking susceptibility of resistance spot welded high strength steel sheets (P 921)

In order to respond to the challenge of the intensifying energy crisis and to meet customer requirements for automobiles such as weight reduction for energy saving and enhancement of passenger safety, new materials have to be applied in automobile manufacture. The complex microstructure and the advanced mechanical properties of these steel grades lead to an increased susceptibility to weld cracking especially during resistance spot welding.



Especially for small and medium-sized companies, which are not capable of performing complex and expensive welding tests before serial production, knowledge of the cracking susceptibility of the applied steels is of major economic importance. By

providing a both easy to perform and material-independent method, also small and medium-sized companies get an opportunity to rapidly evaluate the cracking susceptibility of their resistance spot welded

beitungssicherheit zu verarbeitender Materialverbindungen bereitgestellt werden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist daher die Entwicklung einer einfachen und fertigungsnahen Methode zur Bestimmung der Rissanfälligkeit hochfester Stähle während des Widerstandspunktschweißens, die auf der gezielten, reproduzierbaren Erzeugung von Rissen basiert.

Es wurde eine solche Prüfmethodik entwickelt, die auf einfach durchzuführenden experimentellen Versuchen basiert. Zu untersuchende Proben werden während des Schweißvorgangs mit einer Zugkraft belastet. Hierfür wird eine hydraulische Vorrichtung genutzt,

die taillierte Flachzugproben mit definierter Kraft beaufschlagt. Infolge dessen stellt sich ein Spannungszustand ein, der die Rissbildung begünstigt. Somit können ausreichende Rissentstehungsraten erzielt werden, die eine vergleichende Beurteilung der resultierenden Risslängen zwischen den Werkstoffen zulassen. Die einfache, mobile Zugvorrichtung ermöglicht eine Nutzung der bestehenden Anlagentechnik.

Durch eine Normierung der resultierenden Risslängen auf die Streckgrenze des Werkstoffs und die belastete Querschnittsfläche lassen sich ein Werkstoffranking beziehungsweise eine Klassifizierung der Rissanfälligkeit der untersuchten hochfesten Materialkombinationen erstellen. Auch zukünftig entwickelte Stahlwerkstoffe potentiell höherer Festigkeiten können untersucht werden.

Das Forschungsvorhaben wurde am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin mit fachlicher Begleitung und mit finanzieller Förderung durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, aus Mitteln der Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen, durchgeführt. Der Abschlussbericht umfasst 60 Seiten und enthält 34 Abbildungen und 20 Tabellen.

Schutzgebühr: € 20,00 inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-09-2

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

material combinations.

Therefore, the objective of the research project is the development of a simple and manufacture-oriented method for determining the cracking susceptibility of spot welded advanced high strength steel sheets.

The method developed uses an experimental approach to determine the formation of cracks for various advanced high strength steels and steel combinations. Samples are being put under external loads before welding. A hydraulic device is used, which applies define loads to the tapered sample. The resulting stress field increases the rate of crack formation to a level, which allows a comparison of occurring crack lengths between the materials. The use of a mobile device for stressing the samples allows the use of the existing plant technology.

After normalizing the resulting crack lengths to the yield strength and the sample cross section, a ranking, respectively a classification of the analyzed high strength materials regarding their cracking susceptibility during resistance spot welding can be established.

The method ensures the evaluation of cracking susceptibility and processing security of future steels/material combinations. It can as well be used for the generation of a data basis for further analysis of crack formation during resistance spot welding.



The research project was carried out at Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin. FOSTA has accompanied the

research work and has organized the project funding from the Foundation of Steel Application Research, Essen.

The final report contains 60 pages with 34 figures and 20 tables.

Fee: € 20.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-09-2

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### **Entwicklung eines thermographischen Verfahrens zur quantitativen Ermittlung des Punktdurchmessers von Widerstandspunktschweißverbindungen für den Einsatz in der Automobilindustrie (P 970)**

Im Automobilbau ist das Widerstandspunktschweißen nach wie ein dominierendes Fügeverfahren. Trotz der immensen technologischen und wirtschaftlichen Bedeutung ist dessen Qualitätssicherung noch nicht befriedigend gelöst. Neben der Überwachung der Schweißprozessparameter kommt regelmäßig nur eine zeitraubende und fehlerbehaftete zerstörende Werkstattprüfung zum Einsatz. Eine zerstörungsfreie Prüfung (ZfP), bei welcher das Werkstück nach der Prüfung weiter verwendet werden kann, wird bislang praktisch nur in Form der manuellen Ultraschall-Prüfung

### **Development of a thermographic method for the quantitative determination of the spot diameter of resistance spot welded joints for use in the automotive industry (P 970)**

Resistance spot welding is still among the dominating joining methods in the automotive industry. Despite its tremendous technological and economic importance, quality assurance is still not solved satisfactorily. In addition to monitoring the welding process parameters, only destructive testing is used regularly, which is known to be time-consuming and error-prone. Until now, non-destructive testing (NDT), which leaves the tested component intact, is used almost exclusively in the form of manual ultrasonic inspection. Powerful thermographic testing methods offer considerable po-



durchgeführt. Leistungsfähige thermografische Prüfverfahren bieten ein erhebliches Potenzial, auch für die Qualitätssicherung von Schweißverbindungen eingesetzt zu werden.

Das Ziel des Forschungsprojektes wurde erreicht und es konnte ein robustes thermografisches Prüfverfahren entwickelt werden, welches zerstörungsfrei und berührungslos arbeitet. In der Entwicklung des Verfahrens wurde der Einfluss einer Reihe kritischer Parameter systematisch aufgeklärt. Als besondere Herausforderung hatte sich die unregelmäßige Oberfläche der Punktschweißung dargestellt. Das entwickelte Verfahren kommt jedoch ohne eine bislang meist notwendige zusätzliche Beschichtung aus und funktioniert auch einseitig. Diese herausragenden Eigenschaften konnten durch den Einsatz eines Hochleistungsdiodenlasers und spezieller Auswertungsalgorithmen erreicht werden. Finite-Elemente-Simulationen wurden zur Validierung des experimentellen Ansatzes durchgeführt

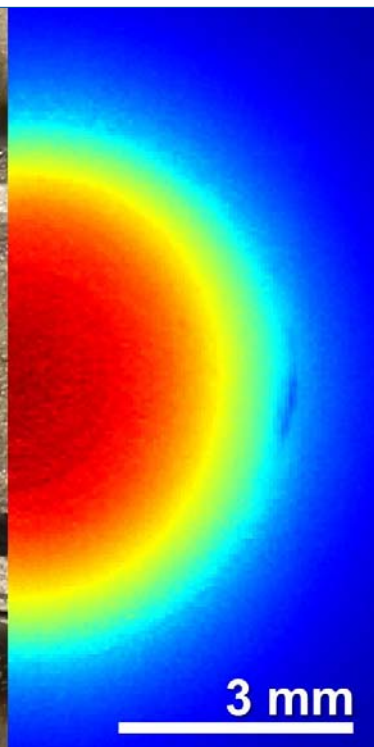


tential to be used in the quality assurance of welded joints.

The aim of the research project has been achieved and a robust thermographic testing method has been developed that is non-destructive and contactless. In developing the method, the influence of a number of critical parameters has been elucidated systematically. The irregular surface of the spot weld turned out to be particularly challenging. The developed system,

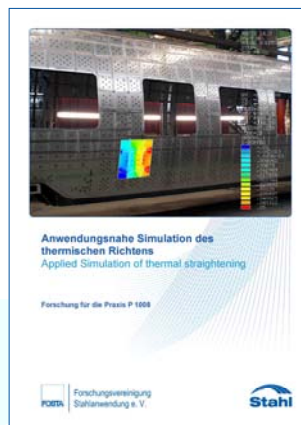
though, does not require application of the usually required additional coating and can be used single-sided. These outstanding properties have been made possible by using, on the one hand, a high power diode laser and, on the other hand, special evaluation algorithms. Finite elements simulations have been performed in order to validate the experimental approach and have, among other things, proven that this novel method is robust against variations in the electrode indentation. For verification, the standardized destructive torsion testing has been used which allows for

an independent determination of the spot diameter and the actual mechanical strength. During this comparison, it turned out that the thermographic analysis of the transient heat flux area does indeed allow for a reliable sizing of the contact area between the welded sheets. But it turned out as well that this contact area does coincide with the usual spot weld diameter within a limited welding regime only. The mentioned contact area has been identified with the adhesion zone or the soldering zone, respectively.



### Versionen:

- ◇ Standard
- ◇ Professional
- ◇ Campus



**Stahl-Werkstoff-Datenbank incl.  
FOSTA - Forschungsberichte**

**Steel material data base  
incl. FOSTA Research Reports**

**[www.stahldaten.de](http://www.stahldaten.de)**

diese jedoch nur für einen beschränkten Schweißbereich mit dem üblicherweise ermittelten Punktdurchmesser übereinstimmt. Diese Kontaktfläche konnte als die sogenannte Haftzone bzw. Lötzone identifiziert werden.

Das zweite Ziel des Projektes bestand in der Identifikation defekter Schweißungen mit stark verringerter mechanischer Belastbarkeit. Untersuchungen einer großen Probenserie haben ergeben, dass die thermografische Erkennung von zu kleinen Schweißlinsen möglich ist. Im Falle verzinkter Stahlbleche ist der sogenannte Zinkkleber, bei dem es anstatt zu einer Verschweißung nur zu einer Verlötlung ohne mechanische Tragfähigkeit kommt, eine offene Problematik. Mit dem thermografischen Verfahren konnte gezeigt werden, dass die Identifikation solcher Kleber zwar möglich ist, jedoch kann derzeit noch kein sicherer Nachweis erbracht werden.

Das IGF-Vorhaben 17686 N der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wurde von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 80 Seiten und enthält 65 Abbildungen und 2 Tabellen.

Schutzgebühr: € 20,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-02-3

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### **Entwicklung von Methodiken zur Bewertung von Eigenspannungen an Montagestößen bei Stahl-Großstrukturen (P 983)**

Die Schwingfestigkeitsbewertung geschweißter Strukturen des Stahl- oder Schiffbaus ist immer noch mit Unsicherheiten behaftet. Ursachen hierfür sind Verformungen sowie Schweiß Eigenspannungen. Diese Effekte können durch die Wahl geeigneter Schweißprozesse und –folgen reduziert werden. Die Montagestöße beim Fügen von ganzen Sektionen im Schiffbau müssen jedoch weiterhin mit konventionellen Schweißprozessen durchgeführt werden. Hinzu kommen Imperfektionen der Vorfertigung, die insgesamt zu sehr großen Verformungen und Eigenspannungen führen müssen, die die Schwingfestigkeit negativ beeinflussen sowie hohen Richtaufwand bedeuten können. Um die Auswirkungen von Schweißverzug und Eigenspannungen positiv zu beeinflussen, müssen die zu erwartenden Größen bekannt sein. Ein weiterer Aspekt ist der schwingfestigkeitsmindernde Einfluss der Schweiß Eigenspannungen. Für die Auslegung empfiehlt das International Institute of Welding (IIW) die Reduktion der ertragbaren Spannungen in Abhängigkeit des vorliegenden Eigenspannungsniveaus. Kennt man das bei zyklischer Belastung stabilisierte Eigenspannungs-

Identification of defective joints with severely reduced mechanical loading capacity has been the second goal of the project. A large series of samples have been tested and showed that identification of undersized weld nuggets is possible via thermography. The so called stick weld, which is a soldered instead of a welded joint, is still an unresolved problem. Such a stick weld has no mechanical loading capacity and occurs in case of zinc-plated steel. It has been shown that identification of stick welds is possible with the developed thermographic testing method, but so far not without unambiguity.



**IGF** The research project IGF -No. 17686 N from the Research Association for Steel Application was supported by the Ministry of Economic Affairs and Energy through the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) as part of the programme for promoting industrial cooperative research (IGF) on the basis of a decision by German Bundestag. The research project has been carried out at Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin.

The final report contains 80 pages with 65 figures and 2 tables.

Fee: € 20.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-02-3

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### **Development of methods for evaluation of residual stresses in assembly joints of large steel structures (P 983)**

Fatigue assessment of welded structures in the steel construction and shipbuilding industry or crane construction is still affected by uncertainties. One reason is the influence of residual stresses and deformations caused by the welding process. These effects can be reduced e.g. by adopting appropriate welding procedures and techniques or welding sequences. But when it comes to welding of assembly joints between large components or sections e.g. in shipbuilding, conventional welding techniques and inaccuracies can cause high deformations and residual stresses. These negatively affect the strength and fatigue properties and can require expensive straightening treatments. To effectively influence welding induced deformations and residual stresses by changing boundary conditions and welding sequences or post-weld treatments, knowledge of the expected deformations and stresses is required. Another aspect is the influence of residual stresses on the fatigue of welded structures. The International Institute of Welding (IIW) recommends a reduction of the permissible stress level depending on the boundary conditions to consider detrimental residu-

niveau nicht, führt das zu überkonservativer Auslegung.

Die messtechnische Bestimmung von Eigenspannungen ist nur mit einem hohen experimentellen Aufwand realisierbar und oftmals nicht möglich oder zielführend. Eigenspannungen können aber auch numerisch mit der Methode der finiten Elemente bestimmt werden. Hierbei wird in einer Wärmeleitungsberechnung ein Temperaturprofil bestimmt, das im zweiten Schritt als thermische Last auf die Struktur aufgebracht wird. Diese Berechnungen bedürfen oftmals nicht vorhandener, temperaturabhängiger Werkstoffkennwerte und müssen stets kalibriert sowie durch Experimente verifiziert werden. Aufgrund der Nicht-linearitäten sind die Berechnungen komplex und zeitintensiv. Insbesondere ist die Berechnung großer Strukturen mit einem hohen Modellierungsaufwand sowie hohen Rechenzeiten verbunden. Aus diesem Grund ist der Anwender

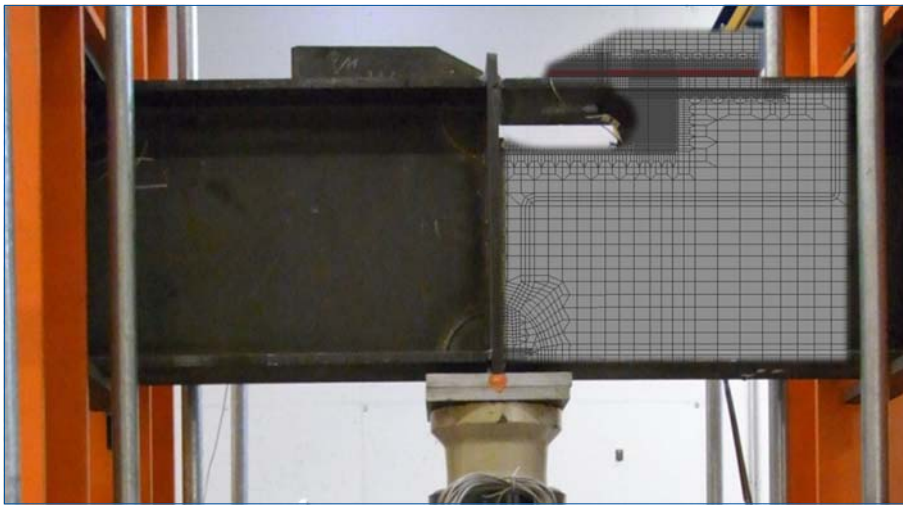
bemüht geeignete Vereinfachungen am Modell vorzunehmen, die jedoch häufig zu falschen Ergebnissen führen müssen. Der Bedarf an praxistauglichen Ansätzen ist somit evident.

In der vorliegenden Arbeit wurden Schweißereigenspannungen in Montagestößen an zwei Maßstäben experimentell und numerisch (SYSWELD, ANSYS) untersucht. Die zugrundeliegenden Verbindungen wurden aus einer Schiffsrahmenecke abgeleitet. Die untersuchte Verbindung enthielt zwei typische Schweißdetails, einen Kreuzstoß sowie eine aufgeschweißte Längssteife. Die berechneten Ergebnisse wurden mit röntgenographisch bestimmten Eigenspannungen verifiziert. Weiterhin wurden numerisch Vereinfachungsansätze betrachtet, die bei reduziertem Aufwand und verkürzten Rechenzeiten zu zuverlässigen Ergebnissen führen sollten. Um den Einfluss der Eigenspannungen auf die Schwingfestigkeit herauszustellen, wurden Schwingfestigkeitsuntersuchungen in zwei Zuständen durchgeführt, im Schweißzustand sowie im spannungsarmgeglühtem Zustand.

Die Eigenspannungszustände am Kreuzstoß waren für beide Maßstäbe vergleichbar. Am Nahtübergang der aufgeschweißten Längssteife hingegen wurden signifikante Unterschiede vorgefunden, was mit der sich ändernden Wärmeableitung bei unterschiedlichen Blechdicken sowie mit dem zwangsläufig abweichenden Nahtaufbau erklärt werden kann. Wiederholende Eigenspannungsmessungen während der zyklischen Belastung zeigten eine Eigenspannungsumlagerung sowie einen weitestgehend stabilisierten Zustand bereits

al stresses. In some cases, where the stabilized residual stress distribution is not well known, this may lead to over-conservative fatigue evaluations.

Measurement of residual stresses generally involves expensive and complex experimental setups and is not practicable in most cases. Calculation of residual stresses by means of Finite Element simulations is also possible. This usually involves a thermal simulation of the heat input, followed by a structural simulation resulting in deformations and stresses. These calculations still need calibration and verification by experimental data and involve temperature dependent material properties which are generally not available.



Because of nonlinearities calculations are rather complex and time consuming. Application on large structures is limited by complex modelling, simulation time and the availability of powerful hardware. Alternatively simplified calculation methods can be adopted to evaluate

residual stresses and deformations. Thereby accuracy is reduced and different methods can lead to different results, implying uncertainties in the valuation of the calculated stress. This calls for a practicable approach to calculate welding induced residual stresses.

In the present project residual stresses are investigated experimentally and numerically (SYSWELD, ANSYS) for an assembly joint of a web frame corner which is common in shipbuilding. These specimens included two typical weld geometries, cruciform joint and longitudinal stiffener. Specimens in two scales have been tested. Calculation results are verified by X-ray residual stress measurements. Furthermore, finite element analyses were used to examine simplified approaches of residual stress calculations. Fatigue tests on as welded and on stress-relieved specimens were carried out in order to determine the influence of residual stresses experimentally. At the cruciform joint the measurements yielded comparable results although the number of weld layers varied. At the longitudinal stiffener results differed between the two scales due to the different plate thicknesses which affected cooling rates and the geometry of the welds. Repeated measurements after cyclic loading showed that residual stress redistribution took place during the first load cycle.

Fatigue tests in as-welded and stress-relief heat-treated conditions showed no clear residual stress influence on the fatigue life of the investigated welds. Residual stresses might have affected the crack initia-

nach dem ersten Lastwechsel.

Schwingfestigkeitsuntersuchungen im Schweißzustand sowie im spannungsarmgeglühten Zustand haben keinen eindeutigen Eigenspannungseffluss auf die Schwingfestigkeit der untersuchten Proben gezeigt. Wenngleich die Schweißeigenspannungen einen Einfluss auf die Rissentstehung gehabt haben könnten, war die Spannungskonzentration am Nahtübergang der Längssteife verhältnismäßig hoch und schließlich verantwortlich für das Bauteilversagen.

Bei Berücksichtigung der Phasenumwandlungen in den numerischen Modellen zeigten die Vergleiche zwischen berechneten und experimentell bestimmten Ergebnissen gute Übereinstimmungen.

Das IGF-Vorhaben 17652 N der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wurde vom Institut für Füge- und Schweißtechnik, der Technischen Universität Braunschweig und vom Institut für Konstruktion und Festigkeit von Schiffen, der Technischen Universität Hamburg-Harburg durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 113 Seiten und enthält 118 Abbildungen und 11 Tabellen.

Schutzgebühr: € 40,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-95-4

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

tion at both, cruciform joint and longitudinal stiffener. However, stress concentration in the weld toes of longitudinal stiffeners was rather high, and thus, responsible for component failure.

Comparison between calculated and measured residual stresses showed good agreement, provided that phase transformation effects were taken into account.



**IGF**

The research project IGF -Nr. 17652 N was from the Research Association

for Steel Application was supported Ministry of Economic Affairs and Energy through the German Federation

of Industrial Research Associations (AiF) as part of the programme for promoting industrial cooperative research (IGF) on the basis of a decision by German Bundestag. The research project was carried out at Institut für Füge- und Schweißtechnik, of Technischen Universität Braunschweig and at Institut für Konstruktion und Festigkeit von Schiffen, of Technischen Universität Hamburg-Harburg.

The final report contains 113 pages with 118 figures and 11 tables.

Fee: € 40.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-942541-95-4

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### **Simulationsgestützte Optimierung des lokalen Werkstoffzustandes im Bereich zyklisch hochbeanspruchter einsatzgehärteter Konstruktionsdetails mit Kerbwirkung (P 993)**

Konstruktionsdetails wie Querbohrungen oder Wellenabsätze führen während einer äußeren Beanspruchung zu lokalen Extremwerten der Spannung. Lokale Extremwerte der Spannung fördern die Ausbildung von Anrissen im Werkstoff und im Fall einer zyklischen Beanspruchung zu lokalem Risswachstum und zum Versagen des gesamten Bauteils.

Durch das thermochemische Wärmebehandlungsverfahren Einsatzhärten kann die lokale Festigkeit gegen Ermüdung gezielt beeinflusst werden. Die Gestalt des Konstruktionsdetails beeinflusst die Kohlenstoffaufnahme aus der Aufkohlungsatmosphäre, die weitere Diffusion des Kohlenstoffs im Bauteil sowie den Wärmeübergang beim Abschrecken signifikant.

Innerhalb des Forschungsprojektes wurde der lokale Werkstoffzustand zyklisch hochbeanspruchter Konstruktionsdetails mit Kerbwirkung (Bohrung und Absatz) von Modellbauteilproben aus den Werkstoffen 18CrNiMo7-6 und 20MnCrB5 mittels Einsatzhärtung modifiziert. Dazu wurde zunächst auf der Basis einer Kopplung zwischen FE-Einsatzhärtungssimulation und

### **Simulation-based optimization of the local material state in the field of cyclically highly stressed case hardened construction details with notch effect (P 993)**

Construction details, such as cross holes and rounded shaft shoulders, lead to local stress concentrations in case of mechanical loads. Under cyclic loading these stress concentrations can cause crack initiation, crack propagation and finally failure of structural components.

The fatigue strength of cyclically loaded components can be considerably increased by the thermal-chemical heat treatment case hardening. The shape of the construction detail has a significant influence on the sub-processes of case hardening. This relates to the carbon diffusion during carburizing and the local heat transfer during quenching.

Within the research project the local material state of cyclically highly stressed case hardened construction details with notch effect (hole or shoulder) of component-like specimens manufactured from the materials 18CrNiMo7-6 and 20MnCrB5 has been modified by case hardening. Based on a coupling between FE case hardening simulation and the stress state of the component, a review of the process relevance of the

dem Beanspruchungszustand des Bauteiles eine Bewertung der Prozessrelevanz der technologischen Parameter des Einsatzhärtens mittels Sensitivitätsanalysen vorgenommen. Eine Optimierung der als prozessrelevant erkannten Parameter auf die jeweilige Kerbgeometrie erfolgte anschließend.

Bei der Variante der gasaufgekohlten Welle mit Querbohrung konnte durch die modifizierte Einsatzhärtung die Bauteildauerfestigkeit um bis zu 8 % gesteigert werden. Im Vergleich zwischen Standard-Einsatzhärtung und modifizierter Einsatzhärtung konnte der jeweilige Kohlenstoffpegel um bis zu 28 % und die Gesamtdauer des Aufkohlungsprozesses um bis zu 32 % reduziert werden.

Bei der Variante der niederdruckaufgekohlten Welle mit Absatz konnte die Dauerfestigkeit nicht gesteigert werden. Durch die modifizierte Einsatzhärtung ist jedoch eine Reduzierung der Aufkohlungsdauer um bis zu 17 % sowie eine Reduzierung der Diffusionsdauer um bis zu 22 % möglich.

Das IGF-Vorhaben 17779 BR der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wurde vom Fachgebiet Werkstoffe und Bauteile der Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar und von der Fakultät Bauingenieurwesen, Juniorprofessur Simulation und Experiment, Bauhaus-Universität Weimar durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 160 Seiten und enthält 138 Abbildungen und 43 Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-05-4

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### Anwendungsnahe Simulation des thermischen Richtens (P 1008)

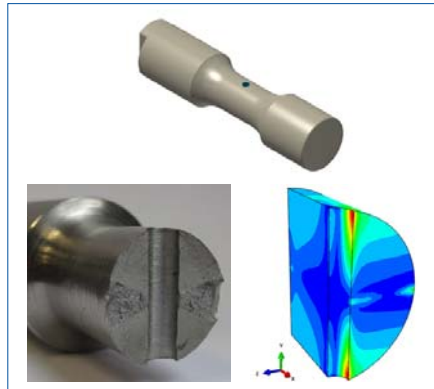
Insbesondere bei Großstrukturen, wie sie im Schiffs- und Schienenfahrzeugbau geschweißt werden, sind die verbleibenden Verzüge aufgrund ihrer enormen Ausmaße von bis zu mehreren Zentimetern sehr kritisch. Nachbehandlungen müssen folglich ebenso in die Arbeitsplanung aufgenommen werden wie das Schweißen selbst. Ein seit Jahrzehnten etabliertes Verfahren ist das thermische Richten. Die Richtprozessparameter werden momentan anhand praktischer Erfahrungswerte gewählt. Der Einfluss konstruktiver Gegebenheiten, des Werkstoffs und der unterschiedli-

case hardening's technological parameters has been first performed with sensitivity analyzes. An optimization of the as relevant identified process parameters for the respective notch geometry has been subsequently carried out.

In the case of the gas carburized shaft with cross hole the fatigue strength could be increased up to 8 % by the modified case hardening process. In addition, the modified case hardening results in a reduction of the respective carbon potential up to 28 %, an up to 32 % reduction of the total duration of the carburizing process.

In the case of the low pressure carburized shaft with shoulder, no potential for an increasing fatigue strength with the modified case hardening process has been verified. Although the fatigue strength cannot be increased with a modified case hardening, an up to 17 % reduction of the carburizing duration

and an up to 22% decrease in diffusion duration are possible.



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



The research project IGF -Nr. 17779 BR from the Research Association for Steel Application was supported Ministry of Economic Affairs and Energy through the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) as part of the programme for promoting industrial cooperative research (IGF) on the basis of a decision by German Bundestag. The research project was carried out at Fachgebiet Werkstoffe und Bauteile der Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar und von der Fakultät Bauingenieurwesen, Juniorprofessur Simulation und Experiment, Bauhaus-Universität Weimar.

The final report contains 160 pages with 138 figures and 43 tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-05-4

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### Applied Simulation of thermal straightening (P 1008)

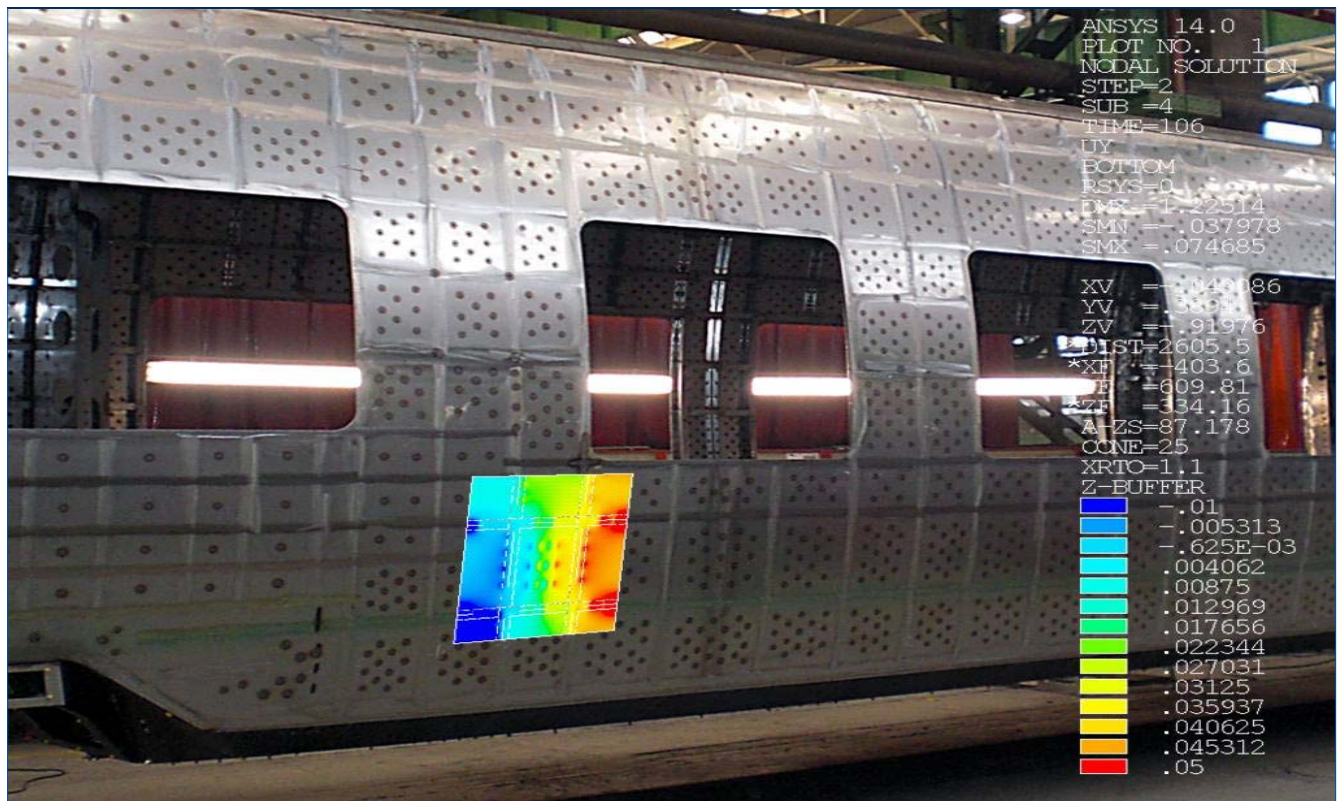
Especially when welding large structures, like in ship building industry or railway vehicle manufacturing, the weld distortions become substantial extend which may reach several centimeters and thus can be critical. Inferential, additional measures, usually in form of post treatments have to be considered in manufacturing planning as a part of the welding procedure. Since several decades the thermal straightening is an established technique for removing weld distortions. Nowadays the straightening process parameters are set on the base of practical experience. Practically, it is nearly

chen Richtverfahren sind jedoch so nur äußerst schwer erfassbar.

Vorgestellt werden die Grundlagen des analytischen Modells, die Umsetzung für die praktische Anwendung sowie die Kopplung mit der numerischen Berechnung. Das gekoppelte analytisch-numerische Hybridmodell ist für die Erfassung der Prozesskette Schweißen und dem darauffolgenden thermischen Richten konzipiert. Mittels des analytischen Modells wird, unter Berücksichtigung der signifikanten Einflussfaktoren, zu der thermomechanischen Belastung jedes Richtpunktes

impossible to capture the influence of the structure, materials and straightening processes variations with this approach.

The fundamentals of the analytical model, the particular application as well as its coupling with the numerical analysis are introduced. The coupled analytical numerical hybrid model is intended to capture the workflow welding and subsequent thermal straightening. By means of the analytical model, under consideration of the essential physical relations, the equivalent mechanical load from every one straightening point is



die äquivalente Schrupfdehnung ermittelt. Diese wird einem FE-Modell der Konstruktion übergeben und die Verformung der gesamten Struktur mittels einer elastischen Analyse berechnet. Die Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung der bereits vorliegenden Schweißzugspannungen und einzelnen Richtpunkte verläuft iterativ durch eine Rückkopplung. Die Berechnung erfolgt aufbauend auf der Anwendung des analytisch-numerischen Hybridmodells zur Schweißverzugs-simulation.

In dem Bericht wird die methodische Vorgehensweise ausführlich erläutert. Neben den Grundlagen des Hybridmodells werden auch weitere wichtige Aspekte, wie die Erfassung unterschiedlicher Richtverfahren, Prozessbedingungen sowie industrierelevanter Werkstoffe diskutiert.

Darüber hinaus erfolgten die Untersuchungen der qualitativen Interaktion zwischen dem thermischen Richten und dem Schweißverfahren und die Einbindung in die Berechnungsvorgehensweise. Die Anwendung und Validierung des Hybridmodells fand zunächst an einfachen Blechprobenkörpern statt. Aufbauend, auf einer

calculated. Afterwards the mechanical load is transferred to the elastic FE-model of the structure and the distortions of the whole structure are calculated. To take into account the interaction with the already performed welding and straightening works i.e. structural stiffness and current stress state, an iterative coupling is designed. The simulation of the thermal straightening is building upon the application of analytical-numerical hybrid model for welding distortion simulation.

In this report the methodical approach is explained in detail. In addition to the basics of the hybrid model, several relevant aspects and their capturing are put into discussion. These are for example different straightening techniques, process conditions and parameters as well as consideration of the common engineering materials.

In details, the investigations of qualitative interaction between the thermal straightening and the welding process and the integration in the calculation procedure are given. The application and validation of the hybrid model is carried out initially on simple sheet test pieces. Afterwards, the hybrid model was examined by

mittels acht Nähten gefügten Struktur, wurde die Berücksichtigung der Schweißreihenfolge, sowie der Richtfolge im Hybridmodell untersucht. Anschließend erfolgte die Anwendung an einer Testkonstruktion aus dem Schienenfahrzeugbau. Hierbei wurden auf eine Grundplatte mit den Abmessungen 500 x 400 mm 4 Profile der Dicke 2 mm mittels 16 Schweißnähten gefügt und anschließend mittels zweier unabhängiger Szenarien gerichtet. Die CPU-Rechenzeit der numerischen Berechnung an den Strukturen betrug in jedem Fall weniger als 10 min. Die Aussagekraft der Berechnungen wurde somit experimentell nachgewiesen.



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**IGF** Das IGF-Vorhaben 17970  
BR der FOSTA – For-  
schungsvereinigung

Stahlanwendung e. V., Düsseldorf,  
wurde über die AiF im Rahmen des  
Programms zur Förderung der industri-  
ellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesmi-  
nisterium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines  
Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.  
Das Vorhaben wurde an der Brandenburgischen Tech-  
nischen Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl  
Füge- und Schweißtechnik durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 122 Seiten und enthält  
71 Abbildungen und 17 Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-03-0

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

means of an application to a complex structure, which has been joined by 8 seams, taking into account the welding and afterwards the straightening sequences. Finally, an application is carried out on a test structure from the rail vehicle manufacturing industry. For this purpose, on a base plate with dimensions 500 x 400 mm two longitudinal and two transverse stiffener, same thickness (2 mm) are welded with 16 intermittent seams and finally straighten using two different straightening scenarios. The CPU-time for the structural analysis took less than 10 min. The validity of the calculations has been proven experimentally.

The research project IGF-Nr. 17970 BR from the Research Association for Steel Application was supported Ministry of Economic Affairs and Energy through the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) as part of the programme for promoting industrial cooperative research (IGF) on the basis of a decision by German Bundestag. The research project was carried out at Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik.

The final report contains 122 pages with 71 figures and 17 tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-03-0

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### **Einsatz modifizierter Sprühlichtbogenprozesse zur Optimierung schweißbedingter Beanspruchungen an Bauteilen aus hochfesten Feinkornbaustählen (P 1011)**

Aufgrund aktueller Leichtbaubestrebungen sowie Forderungen nach Energie- und Ressourceneffizienz werden zunehmend hochfeste Feinkornbaustähle mit Streckgrenzen  $\geq 690$  MPa in modernen Stahlkonstruktionen eingesetzt. Vorrangig werden diese mit Streckgrenzen bis 960 MPa verarbeitet und mittels MAG-Schweißprozessen gefügt. Moderne Invertertechnik ermöglichte jüngst zahlreiche Firmenentwicklungen (bspw. „DeepARC“, „forceArc“), die zu modifizierten Sprühlichtbögen (mod. SLB) mit ähnlichen Eigenschaften führten. Neben den bekannten wirtschaftlichen Vorteilen dieser mod. SLB, lassen gerade die reduzierten möglichen Nahtöffnungswinkel und die geringere Wärmeeinbringung eine positive Wirkung auf schweißbedingte Beanspruchungen erwarten. Erste Eigenstressanalysen bei vorangegangenen Schweiß-eignungsuntersuchen mit mod. SLB zeigten bereits bei freischumpfenden Laborproben geringere Zugeigenstressspannungen in der Schweißnaht im Vergleich zu konventionell geschweißten Proben. Die betriebsfeste Auslegung von hochfesten Schweißkonstruktionen und die Ausnutzung hoher Streckgrenzen erfordern jedoch eine ausreichende Quantifizierung schweißbedingter

### **Application of modified spray arc welding to improve welding-specific stressing of high-strength fine-grained structural steel components (P 1011)**

High-strength fine-grained structural steels with yield strengths  $\geq 690$  MPa are applied in modern steel structures by a considerably increasing number of industry sectors like steel construction as well as plant and crane construction, as a result of current trends towards lightweight structures. Primarily these high-strength steels with yield strengths up to 960 MPa are applied and basically joined by MAG welding. In the past few years modern inverter power sources allowed specific process developments (e.g. „DeepARC“ and „forceArc“) leading to modified spray arc welding with quite similar performances. Apart from the known economically attractive benefits of these modern processes helping to conserve natural resources and permitting cost effective welding processing of fine-grained structural steels, a positive influencing of welding-specific stressing is feasible. Recent residual stress analyses at free shrinking specimens revealed already lower tensile residual stresses in the weld compared to conventionally welded specimens. In high-strength welded structural design considering service strength and exploiting the high yield strengths of fine-grained structural steels, it is essential to quantify weldingspe-

Beanspruchungen der mod. SLB unter definierter, bauteilrelevanter Schrumpfbehinderung. Dies betrifft sowohl die Kräfte und Spannungen im lokalen Schweißnahtbereich als auch die Gesamtbeanspruchung sowie den Einfluss von Wärmeführung, Bauteilgeometrie, Einspanngrad und Nahtöffnungswinkel. Hierzu lagen in der Industrie, besonders bei den KMU, kaum Kenntnisse vor und sollten deshalb als Ziel dieses Forschungsprojektes erarbeitet werden.

Die vergleichenden Untersuchungen mit konventionellen Lichtbogen und mod. SLB mit angepasster Nahtkonfiguration erfolgten mithilfe von speziellen Prüfanlagen, mit der reale Bauteilsteifigkeiten abgebildet werden können. Bei beiden Prozessvarianten waren mit den gewählten Parametern Schweißnähte unter Erfüllung der Anforderungen an die mechanisch-technologischen

Eigenschaften realisierbar. Bei den Analysen konnte eine signifikante Reduzierung der Eigenbeanspruchungen durch eine verminderte Wärmeinbringung bei dem Einsatz einer Nahtkonfiguration mit abgesenktem

Nahtöffnungswinkel beobachtet werden. Insbesondere erwiesen sich zur Absenkung mehrachsiger Beanspruchungszustände aufgrund von Biegemomenten in den bauteilnahen Schweißungen die engeren Nahtspalte als zielführend. Eine Vorstellung der erarbeiteten Kenntnisse und Empfehlungen in entsprechenden Gremien zur Normung erfolgten, um mittelfristig vor allem den KMU eine einfachere Konstruktionsauslegung und sichere Verarbeitung hochfester Feinkornbaustähle zu ermöglichen.

Mit einer normativen Absicherung kann Qualifizierungs- und Zulassungsaufwand eingespart werden, der aktuell beim Einsatz hochfester Stähle vielfach notwendig ist. Ferner werden die Betriebe durch die Ergebnisse in die Lage versetzt, die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der mod. SLB-Prozesse auszunutzen und signifikante Einsparungen bei Schweißzusatz, Schweiß- und Rüstzeit sowie unter Berücksichtigung der Eigenbeanspruchung optimierte Ergebnisse hinsichtlich der Tragfähigkeit von Bauteilen zu erreichen und die Produktivität zu erhöhen.

Das IGF-Vorhaben 17978 N der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deut-

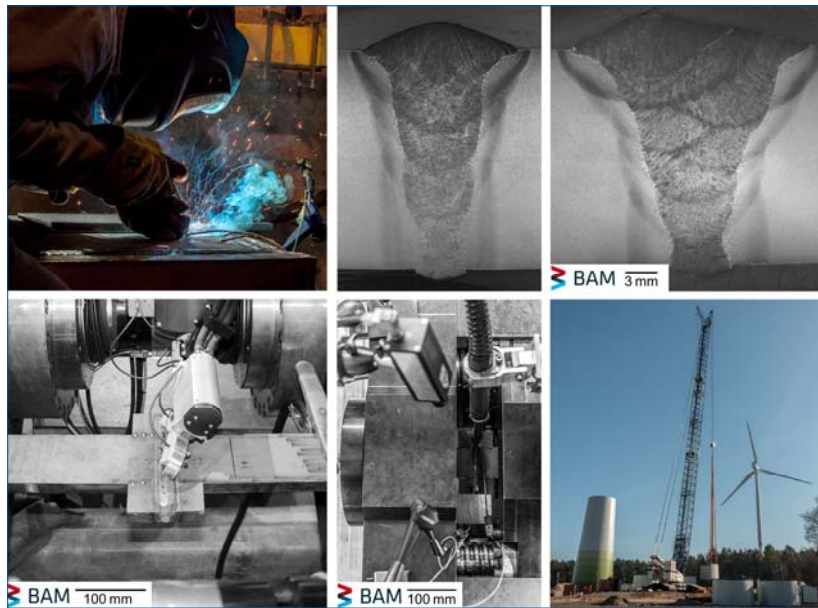
cific stressing during modified spray arc welding under conditions of defined component-relevant shrinkage restraint. This concerns the forces and stresses in the local weld area and the overall stressing as well as the influences of heat control, component dimensions, restraint intensity and seam preparation. In this context a lack of knowledge in related industries, especially in small and medium-sized companies persisted.

Therefore, comparative analyses with conventional and modified spray arc welding processes with an adapted seam preparation using component related weld tests under defined restraint conditions at special testing facilities were performed. The selected set of welding parameters allowed the achievement of

welds with mechanical and technological properties according to the requirements for both welding processes. The studies showed a significant reduction of the welding specific stressing due to a lower heat input based on the smaller groove angles. The narrower seam using the modified spray arc welding was especially beneficial for lower multi-axial

stresses and loads due to reduced bending moments in the component related weld tests. The achieved findings were introduced into the relevant normative working groups in order to offer a tool particularly for small and medium-sized companies to ease structural design and assure highstrength fine-grained structural steel processing.

Normative support can cut back on qualification and approval work currently required in high-strength structural steel application. Furthermore, the companies are enabled to utilize the technical and economic benefits of modified spray arc welding processes and to gain significant reductions in filler material, welding time, setup time, a higher productivity as well as optimized results in loading



**IGF** The research project IGF -Nr. 17978 N from the Research Association for Steel Application was supported Ministry of Economic Affairs and Energy through the German Federation of

Industrial Research Associations (AiF) as part of the programme for promoting industrial cooperative research (IGF) on the basis of a decision by German Bundestag. The research project was carried out at Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin.



schen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wurde vom der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 156 Seiten und enthält 119 Abbildungen und 16 Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-03-0

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

The final report contains 156 pages with 119 figures and 16 tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-03-0

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

### **Entwicklung einer Technologie zum thermischen Fügen beschichteter Stahl/Kunststoff/ Stahl-Verbundwerkstoffe - Spray-Brazing“ (P 1073)**

Das Automobil der Zukunft muss die wachsenden gesellschaftlichen Erwartungen im Hinblick auf Energieeffizienz, Kraftstoffverbrauch, Klimaschutz, Sicherheit, Komfort und Nachhaltigkeit erfüllen. Dem Leichtbau kommt dabei eine besondere Rolle zu. Neuere Entwicklungen gestatten es, dem Endanwender – der Mobilität produzierenden Industrie – bereits mit vorgefertigten Leichtbauverbundwerkstoffen, den Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffen, zu arbeiten. Diese neuen Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffe intelligent zu nutzen, erfordert geeignete Füge-technologien.

Ziel des Vorhabens ist daher die Entwicklung einer neuen Füge-technologie zur Herstellung von Karosseriekomponenten mit Stahl/Kunststoff/Stahl-Verbundwerkstoffen und verschiedenen Werkstoffen durch den Einsatz von thermischer Energie in Form nicht übertragener Lichtbögen und der Laserstrahlung. Angestrebt wird die Herstellung von metallischen, dichten linienförmigen Verbindungen zwischen Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffen und verzinkten Stählen bei Fügegeschwindigkeiten bis 4m/min mit folgenden Eigenschaften: Zugfestigkeiten > 100 N/mm<sup>2</sup>, keine Delamination des Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundes sowie eine gleichmäßige konkave Nahtgeometrie. Eine Delamination des Polymers infolge der Verbindungsherstellung ist zu vermeiden. Es sollen mit der Nutzung von Lichtbogenlöt- und Laserprozessen die Vorteile dieser Technologie, wie die problemlose Integration in die Roboterfertigung (hoher Automatisierungsgrad), nur einseitige Zugänglichkeit (gegenüber Clinchen oder Stanznieten), spalt- und positionstolerant (Erstarrungsbedingungen) sowie keine aufwendigen Vorbehandlung und längeres Fixieren (gegenüber Kleben) erhalten bleiben.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde für die Herstellung metallischer dichter artgleicher Verbindungen zu Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffen mit extrem dünnen Einzelblechlagen das Flüssigkeitsstrahllöten entwickelt. Erforderlich sind eine Verflüssigung des Lotzusatzwerkstoffes, die Aktivierung der Füge-stelle sowie

### **Development of a technology for thermal assembling of coated steel/plastic/steel compounds - Spray Brazing (P 1073)**

The car of the future has to fulfil the growing social expectations with respect to energy efficiency, fuel consumption, climate protection, safety, comfort and sustainability. A special role thereby belongs to lightweight design. New developments give the final users - the mobility producing industry - the possibility to use steel/plastic/steel-compounds. Intelligent use of these new steel/plastic/steel-compounds demands adequate technologies of joining.

Target of the project is the development of a new joining technology to produce body components out of steel/plastic/steel-compounds and different materials using thermal energy in form of non-transferred arcs



and laser radiation. Tight linear metallic joints are aimed between steel/plastic/steel-compounds and zinc coated steel parts. The joints shall fit the following requirements: up to 4 m/min speed of assembling, tensile strength > 100 N/mm<sup>2</sup>, no delamination of the steel/plastic/steel-compound and an even concave geometry of the joint. Also the delamination of the polymer should be avoided meanwhile the brazing. The potentials of arc-brazing and laser processes like smoothly integration into robot based production lines (high degree of automation) shall be preserved like the possibility to handle from one side only (compared to clinching or punch riveting), allowance of gaps and

die präzise Einhaltung eines Temperaturregimes, um delaminationsfreie Fügungen herzustellen. Die Nutzung der Induktion ist eine Möglichkeit, den Zusatzwerkstoff zu verflüssigen. Um die angestrebten hohen Lötgeschwindigkeiten von ca. 4 m/min zu erzielen, bedarf es einer sicheren Aktivierung der Fügestelle. Die Laserstrahlung ist hierfür geeignet. Neben der Zielstellung, bei hohen Fügegeschwindigkeiten delaminationsfreie Verbindungen herzustellen, waren als Randbedingung Verbindungsfestigkeiten definiert, die deutlich über denen von Klebungen liegen. Dies konnte sicher erreicht werden. Weiterhin wurde eine konkave Nahtgeometrie erzielt.

Das entwickelte Flüssigkeitsstrahllöten ist geeignet, um Verbindungen zu extrem dünnen Bauteilen herzustellen. Delaminationen des Stahl-Kunststoff-Verbundes sind vermeidbar. Die Festigkeit der Verbindung liegt bei ca. 100 N/mm<sup>2</sup>. Weiterhin wurden zur Charakterisierung der hergestellten Verbindungen korrosive und metallografische Prüfungen herangezogen. Alle Untersuchungsergebnisse wurden in dieser Arbeit zusammengefasst.

Das Forschungsvorhaben wurde an der Fertigungstechnik / Tribologie der BTU Cottbus - Senftenberg und dem Steinbeis-Innovationszentrum Dresden, mit fachlicher Begleitung und mit finanzieller Förderung durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V., Düsseldorf, aus Mitteln der Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 106 Seiten und enthält 96 Abbildungen und 14 Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-06-1

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

## Verwendbarkeit von wetterfestem Baustahl im Brückenbau (P 1150)

Wetterfester Baustahl wird vor korrosivem Angriff durch eine sich ausbildende witterungsbeständige Sperrschicht, der Patina, geschützt. Zu deren Ausbildung führen besondere Legierungselemente wie Chrom, Kupfer, Nickel und Phosphor. Durch die Patina wird ein geringerer korrosiver Abtrag als bei unlegiertem Baustahl erreicht, wodurch ein zusätzliches Korrosionsschutzsystem überflüssig wird. Dies führt bei langfristig genutzten Bauwerken wie z.B. Brücken zu nachweislich ökonomischen und ökologischen Vorteilen. Zusätzlich besitzt wetterfester Baustahl weitestgehend die gleichen mechanischen Eigenschaften wie unlegierte Baustähle, was eine Anwendung nach Eurocode 3 uneingeschränkt ermöglicht.

Zur Nutzung dieser Werkstoffvorteile, ist jedoch eine dem Korrosionsverhalten angepasste Konstruktion erforderlich, was im Brückenbau in der Vergangenheit

small positioning variations (terms of setting), no complex pre-treatment and no long term fixing (compared to glueing).

In the context of the project has been developed the spray-brazing to realize tight linear metallic joints between parts made of steel/plastic/steel-compounds with extremely thin single steel sheet layers. Essential are the liquefaction of the filler metal, the activation of the joint patch and the precise observance of the temperatures regime to realize joints free of delamination. Induction might be used to liquefy the metal filler. To reach the aimed brazing speed of 4 m/min it is necessary to activate the joint patch in a save manner. Laser surface treatment is suitable for this purpose. In addition to the aimed delamination-free joints at high speed -assembling the defined joint strength has been reached reliable. A concave geometry of the joint has been realized.

The developed spray-brazing is suitable to realize joints to extremely thin components. The delamination of the steel/plastic-compound is avoidable. The joints strength is about 100 N/mm<sup>2</sup>. Additional corrosive and metallographic tests have been done to characterize the realized joints. All results are summarized in this work.



The research project was carried out at Fertigungs-technik / Tribologie der BTU Cottbus - Senftenberg und dem Steinbeis-Innovationszentrum Dresden.

FOSTA has accompanied the research work and has organized the project funding from the Foundation of Steel Application Research, Essen.

The final report contains 106 pages with 96 figures and 14 tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-06-1

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

## Availability of weathering steel in bridge construction (P 1150)

Weathering steel is protected against corrosive attack by a self-developing weather resistant barrier layer, the so-called patina. Special alloying elements such as chromium, copper, nickel and phosphor lead to its development. By this patina a less corrosive removal in comparison to unalloyed structural steel is achieved, whereby an additional corrosion protection system is unnecessary. This leads for long-term constructions such as bridges to proven economic and ecological advantages. In addition, weathering steel has almost the same mechanical properties as unalloyed structural steel, which enables the full application according to Eurocode 3.

In order to use the material advantages, an adaption of the construction due to the specific corrosion behavior is required, resulting in a restricted use of weathering steel for bridge construction in the past. For this rea-

eher zu einem eingeschränkten Einsatz von wetterfestem Baustahl geführt hat. Aus diesem Grund wurde die vorliegende FOSTA-Kurzstudie durchgeführt, in der das korrosive Verhalten, der Aufbau der schützenden Patina des Stahls unter aktuellen atmosphärischen Bedingungen und die Tragfähigkeit dieses Werkstoffs bei gleitfest vorgespannten Verbindungen untersucht wurden. Ziel war es, die nach wie vor aktuelle Effizienz des wetterfesten Baustahls für den Brückenbau aufzuzeigen.

Die Ergebnisse geben eine erste Aussage zum Korrosionsverhalten, die die Einsatzmöglichkeiten von wetterfestem Baustahl unter aktuellen atmosphärischen Bedingungen aufzeigen. Es konnte zudem grundsätzlich gezeigt werden, dass es sich als Vorteil erweist, gleitfest vorgespannte Verbindungen aus wetterfestem Baustahl bewittert und ohne gleitfesten Anstrich auszuführen. Es hat sich zudem gezeigt, dass die Anforderungen an die Tragfähigkeit dieser Verbindungen trotz der Bewitterung erfüllt werden.

Das Forschungsvorhaben P 1150 der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V., Düsseldorf wurde von der Fakultät Bauwesen, Fachgebiet Stahlbau, Technische Universität Dortmund und vom Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH mit fachlicher Begleitung und mit finanzieller Förderung durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 158 Seiten und enthält 105 Abbildungen und 15 Tabellen und zusätzlich 150 Seiten Anhang mit detaillierten Ergebnissen.

Schutzgebühr: € 60,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-946885-01-6

Dr. Gregor Nüsse



son, the present FOSTA short study was conducted, which analyzed the corrosive behavior, the structure of the protective patina of weathering steel under current atmospheric conditions and the bearing capacity of this material at slip-resistant connections. The aim was to show the current efficiency of weathering steel for bridge construction.

The results give an initial indication for the corrosion behavior, which show the fields of application of weathering steel under current atmospheric conditions. Additionally, it could also be shown that it could be advantageous to execute slip-resistant connections of weathering steel pre-weathered and

without additional friction-enhancing painting. The study also shows that the requirements on the bearing capacity have been met in spite of weathered surfaces.

The research project P 1150 of FOSTA - Research Association for Steel Application was carried out at Fakultät Bauwesen, Fachgebiet Stahlbau, Technische Universität Dortmund and at Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH. FOSTA has accompanied the research work and has organized and financed the project.

The final report contains 158 pages with 105 figures and 15 tables, in addition 150 pages annex with detailed results

Fee: € 60.00 incl. VAT plus mailing expenses  
ISBN 978-3-946885-01-6

Dr. Gregor Nüsse

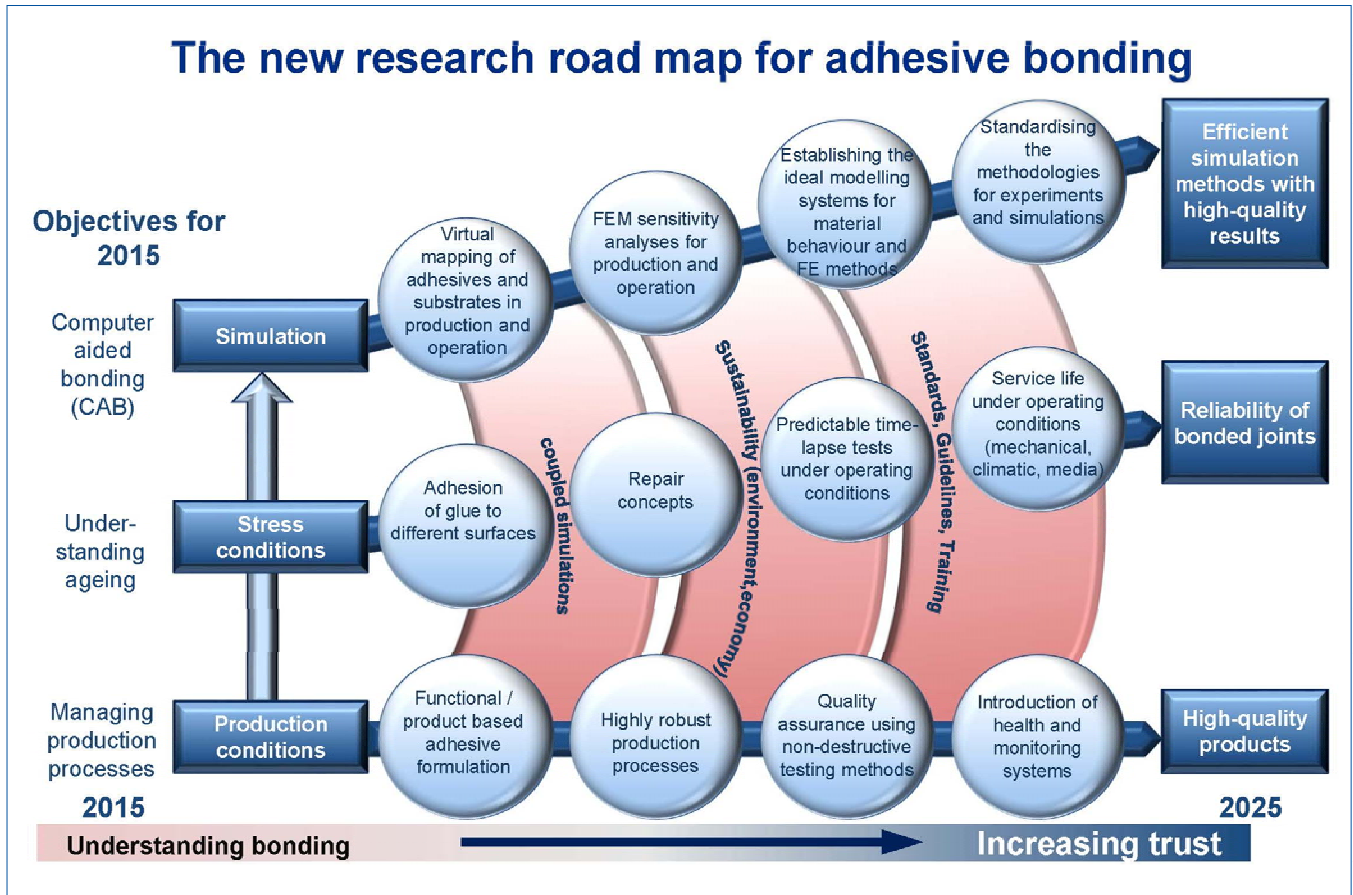
 **bauforumstahl**

**39. Deutscher Stahlbautag 2018**  
11. + 12.10.2018 in Duisburg

[www.deutscher-stahlbautag.com](http://www.deutscher-stahlbautag.com)

**Call for Papers**

Zur Vorbereitung des Tagungsprogrammes zum Deutschen Stahlbautag 2018 laden wir Sie ein, eine Themenvorschlag einzureichen. Mit Ihren Vorträgen können wir den Stahlbautag im Oktober 2018 zu einer spannenden Veranstaltung gestalten.



Die Klebtechnik ist in vielen Branchen der Schlüssel für innovative Produkte. Allerdings besteht noch enormer Forschungsbedarf, um u.a. die klebtechnische Fertigung noch besser zu beherrschen und die Lebensdauer noch zuverlässiger vorhersagen zu können. Um Antworten zu finden, hat der Gemeinschaftsausschuss Klebtechnik (GAK), getragen von den Forschungsvereinigungen DECHEMA (Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.), DVS (Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.), iVTH (Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V.) und FOSTA mit großer Industriebeteiligung seine erstmals 2007 entwickelte Roadmap zu Klebtechnik aktualisiert. Die Roadmap gibt einen Überblick über heutige und zukünftige Forschungsfelder auf dem Gebiet der Klebtechnik und liefert wichtige Orientierungspunkte für die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung.

Research within the field of adhesives is a key factor in the development of innovative products in many industries. However, there is still a need for extensive research in order to allow the use of adhesives in production processes to be managed more effectively and to enable the service life of bonded joints to be predicted more reliably. Which are the specific fields where research is urgently required? In order to answer this question, the Joint Committee on Adhesive Bonding (GAK), supported by the research associations of DECHEMA (Society for Chemical Engineering and Biotechnology), DVS (German Welding Society), iVTH (International Association for Technical Issues related to Wood) and FOSTA with a large industry participation, has updated the adhesive bonding road map that it first created in 2007. The road map provides an overview of current and future research in the field of adhesives and important points for application-oriented research and development.

### Save the Date:

Am **27. und 28. Februar 2018** findet das **18. Kolloquium: Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik** wiederum im Maternushaus in Köln statt.

In dem Kolloquium werden die Ergebnisse aus einer Vielzahl von Forschungsprojekten der Industriellen Gemeinschaftsforschung, ergänzt durch Praxisvorträge der Industrie, vorgestellt. Dabei werden die Themenfelder Qualitätssicherung, Simulation, Fertigung, Medizin und Medizintechnik, Stahl- und Holzbau, Fahrzeugbau und Oberflächen behandelt.

Das Programm wird Anfang November 2017 veröffentlicht.

**Melden Sie sich rechtzeitig an: [www.dechema.de/GFKT2018](http://www.dechema.de/GFKT2018)**

# Stahl-Innovationspreis 2018

## Jetzt teilnehmen!

Bereits zum elften Mal zeichnet die Stahlindustrie in Deutschland herausragende Innovationen mit dem Stahl-Innovationspreis aus. Der Wettbewerb stellt die Innovationskraft der Stahlanwender heraus, bietet neuen Ideen rund um den Werkstoff eine Bühne und ist einer der führenden Innovationspreise in Deutschland.

Entwickler, Konstrukteure, Handwerker, Architekten, Designer und Erfinder können sich bis Ende Januar 2018 mit ihren innovativen Ideen am Stahl-Innovationspreis 2018 beteiligen. Den Gewinnern winken Preisgelder in Höhe von insgesamt 60.000 Euro und die Bekanntmachung ihrer Innovationen in der Öffentlichkeit.

Um der großen Anwendungsvielfalt von Stahl gerecht zu werden, wird der Wettbewerb in den Kategorien „Stahl in Forschung und Entwicklung“, „Produkte aus Stahl“, „Stahl im Bauwesen“ sowie „Stahl-Design“ ausgeschrieben. In allen Kategorien werden jeweils drei Preise vergeben. Jeder kann mitmachen, der neue Ideen rund um den Werkstoff Stahl hat.

Dabei haben gerade auch stahlrelevante Forschungs- und Entwicklungsleistungen eine Chance auf Auszeichnung und öffentliche Bekanntmachung. So erläutert Prof. Dr. phil. nat. Thomas Graf, Direktor des Instituts für Strahlwerkzeuge (IFSW) der Universität Stuttgart, als früherer Preisträger: „Die Entwicklung unserer Echtzeit-Laserschweißregelung entstand im Rahmen des Forschungsprogramms Optische Technologien der Baden-Württemberg Stiftung in einer interdisziplinären Zusammenarbeit ... Der erfolgreiche Verlauf setzt sich auch in der Verwertung der Ergebnisse fort, indem die Baden-Württemberg Stiftung bereits vier Lizenzverträge abschließen konnte.“

Von besonderer Bedeutung sind bei diesem Wettbewerb zudem die Aspekte Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Daher wird die Innovation, die durch Verwendung von Stahl am besten dazu beiträgt, Energie und Material einzusparen, mit dem Sonderpreis „Klimaschutz und Ressourceneffizienz“ ausgezeichnet.

Die Teilnahme am Stahl-Innovationspreis ist kostenfrei. Die eingereichten Projekte müssen innerhalb der letzten fünf Jahre in Deutschland entwickelt worden sein. Teilnahmeberechtigt sind Personen, Firmen, Institute und Entwicklungsgemeinschaften mit Sitz in Deutschland. Die Teilnahmeunterlagen können bei der Wirtschaftsvereinigung Stahl in Düsseldorf angefordert werden.

**Einsendeschluss** ist der **26. Januar 2018**.

Weitere Informationen sind verfügbar unter <http://www.stahl-innovationspreis.de>



STAHL-INNOVATIONSPREIS 2018

# BEST OF

Machen Sie mit!



Vier Kategorien:

- › Produkte aus Stahl
- › Stahl im Bauwesen
- › Stahl-Design
- › Stahl in Forschung und Entwicklung

Sonderpreis: Klimaschutz und Ressourceneffizienz

Preisgelder: 60.000 Euro  
Teilnahme kostenfrei

Einsendeschluss:  
26. Januar 2018

Mehr Informationen:  
[stahl-innovationspreis.de](http://stahl-innovationspreis.de)



**Stahl** | Wirtschaftsvereinigung Stahl

## Forschungsverbund: Innovationsnetzwerk für Technologiefortschritt in Bauteil-, Prozess- und Werkstoff-Design für massivumgeformte Bauteile der Automobiltechnik



Am 30.05.2017 trafen sich im Stahl-Zentrum Düsseldorf 64 Fachleute aus Industrie und Forschung, um sich über die Zwischenergebnisse des Forschungsverbundes massiver Leichtbau zu informieren. Die 10 Forschungseinrichtungen stellten die Arbeiten der sechs Teilprojekte am Vormittag vor. Nachmittags wurde in Workshops zu den einzelnen Teilprojekten die weitere Vorgehensweise in den anwendungsorientierten Grundlagenprojekten für das letzte Forschungsjahr diskutiert.

Auch auf der diesjährigen 5<sup>th</sup> International Conference on Steels in Cars and Trucks in Amsterdam-Noordwijkerhous, Niederlande, war der Forschungsverbund mit 8 Vorträgen und in der Ausstellung vertreten.



### Neuerscheinung: Merkblatt 381 „Schweißen unlegierter und niedriglegierter Baustähle“

Baustähle werden in vielfältigen Anwendungen des Bauwesens und Maschinenbaus zur Realisierung tragender Strukturen eingesetzt. Sie sind in einer Vielzahl von Erzeugnisformen und Festigkeitsklassen erhältlich. Wichtigstes Fügeverfahren, sowohl bei der Vorfertigung in der Werkstatt als auch auf der Baustelle ist – neben dem Schrauben, das fast ausschließlich bei der Montage zur Anwendung kommt – das Schweißen. Grund hierfür sind die erzielbaren Festigkeiten und die hohe Zuverlässigkeit der Verbindungen bei vergleichsweise geringen Fertigungskosten. Anforderungen an den Werkstoff sind hierfür neben mechanischer Festigkeit, guter Duktilität und Zähigkeit eine chemische Zusammensetzung, die diese Eigenschaften auch unter dem Einfluss der Schweißwärme weitestgehend sicherstellt. Baustähle erfüllen diese unter dem Begriff „Schweißeignung“ zusammengefassten Eigenschaften in hervorragender Weise, so dass ihr Einsatz in vielen Anwendungsregelwerken zugelassen ist. Ziel des vorliegenden Merkblatts ist es, das für die schweißtechnische Verarbeitung dieser Stahlgruppe notwendige Basiswissen mit seinen technischen Hintergründen bereitzustellen und zu erläutern. Es richtet sich vorwiegend an Konstrukteure und Fertigungsfachleute, kann aber auch zur Ausbildung in technischen Studiengängen genutzt werden.

Bezugsadressen: [www.stahl-online.de](http://www.stahl-online.de) oder [www.stahl Daten.de](http://www.stahl Daten.de)

## 4<sup>th</sup> European Steel Technology and Application Days – ESTAD 2019

**June 24 to 28, 2019, Düsseldorf**  
**[www.metec-estad2019.com](http://www.metec-estad2019.com)**



Only those who continue to develop their business remain competitive. The prerequisite for this development means being constantly informed about the latest and most sophisticated technological advances, exchanging ideas and initiating and expanding networks with clients, partners and suppliers. With the accompanying METEC conference 4th European Steel Technology and Application Days 2019 (4<sup>th</sup> ESTAD 2019) the Steel Institute VDEh offers visitors the perfect opportunity to reach these objectives. At this event you will acquire the latest information on new ideas and developments as well as on the state-of-the-art in metallurgical process technologies iron and steel production, steel materials and steel application.

The main topics include all aspects in Industry 4.0 (Cyber physical systems, horizontal and vertical integration, big data...).

### The topics of the conference:

**Ironmaking**

**Steelmaking**

**Rolling and Forging**

**Steel materials and their application**

**Environmental and energy aspects**

### The topic “**Steel materials and their application**” is an essential part of the conference with following sub-topics:

- \* High strength steels for flat products for the automotive industry
- \* Hot formed steel parts for the automotive industry
- \* High strength steels for bars and wire rods for automotive and engineering industry
- \* Alloy and special steels for massive lightweight forging
- \* Lightweight construction concepts for agriculture devices
- \* Advanced high strength steels in truck construction
- \* Advanced high strength steels in mobile crane construction
- \* High strength fine grain steels for construction applications
- \* New steel-concepts in bridge constructions
- \* High strength steel for wind energy constructions
- \* High temperature steels for energy technology
- \* Tool steels for forming high strength materials
- \* Tool steels for plastic moulds and extrusion pressure tools

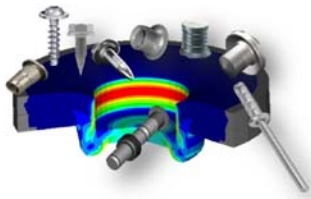
- \* The use of stainless steel in the food industry
- \* Additive Manufacturing of special steel components
- \* Modern joining technologies in multi-material constructions
- \* Solutions for hydrogen embrittlement of high strength steels

#### **Additive manufacturing**

- \* Metallurgy and technology of powder production
- \* Steel grades for the use in additive manufacturing, powder quality
- \* Properties and quality of additive manufactured components
- \* Potential use and application of additive manufactured structures in the steel industry

#### **Surface technologies**

- \* Quality control and management of defects (production)
- \* Applying new surface layers (production)
- \* New surface technologies to improve corrosion and wear resistance (application)



## 7. Füge technisches Gemeinschaftskolloquium Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Füge technik

**Dienstag, 12. Dezember 2017 und Mittwoch, 13. Dezember 2017**

**an der TU Dresden in der Alten Mensa - Dülfersaal,  
Momm senstraße 13, 01069 Dresden**

### Veranstalter:

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V.

Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS

Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.

Gemeinsam mit dem Institut für Fertigungstechnik der TU Dresden, Professur für Füge technik und Montage

Das Kolloquium behandelt in diesem Jahr intensiv die Gebiete Leichtbau, Fügbarkeit neuer Werkstoff sowie die Erfüllung höherer und komplexer Funktionsanforderungen an die Fügeverbindungen. Ergebnisse aus einer Vielzahl von Forschungsprojekten der Industriellen Gemeinschaftsforschung werden dabei die Fortschritte in der Verfahrensentwicklung und der Generierung neuer Eigenschaften präsentieren. Mit der konsequenten naturwissenschaftlichen Durchdringung der Füge technik in diesen Projekten ergibt sich die Möglichkeit, die Werkstoffe besser ausnutzen und die Fügeverbindungen in Grenzbereichen einzusetzen.

**Melden Sie sich rechtzeitig an: [www.kolloquium.fuegetechnik.org](http://www.kolloquium.fuegetechnik.org)**

## Veranstaltungen mit Beteiligung des FOSTA e.V.; Termine

### Events with the participation of FOSTA; Dates

#### 2017

12. und 13. Dezember	7. Kolloquium: Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Füge technik, Dresden	<a href="http://www.kolloquium.fuegetechnik.org">www.kolloquium.fuegetechnik.org</a>
----------------------	---	--

#### 2018

27. und 28. Februar	18. Kolloquium: Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik, Köln
---------------------	---

11. und 12. Oktober	39. Deutscher Stahlbautag in Duisburg	<a href="http://www.deutscher-stahlbautag.com">www.deutscher-stahlbautag.com</a>
---------------------	---------------------------------------	--

#### 2019

24. bis 28. Juni	European Steel Technology and Application Days Düsseldorf	<a href="http://www.metec-estad2019.com">www.metec-estad2019.com</a>
------------------	--	--

Alle Forschungsberichte können gegen Entrichtung einer Schutzgebühr bezogen werden von / All final reports could be ordered for a nominal charge at: Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Postfach 10 51 27, D-40042 Düsseldorf, Germany  
Fax +49 211 6707-129, E-Mail: [verlagvertrieb@stahl-zentrum.de](mailto:verlagvertrieb@stahl-zentrum.de)

**Forschungsberichte als PDF-Version über / Research reports as PDF-version via [www.stahl-daten.de/de/shop](http://www.stahl-daten.de/de/shop)**

#### Impressum:

FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. / FOSTA - Research Association for Steel Application  
Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, Germany; Tel. +49 211 6707-856; Fax +49 211 6707-840,  
E-Mail: [fosta@stahlforschung.de](mailto:fosta@stahlforschung.de), Internet: [www.stahlforschung.de](http://www.stahlforschung.de)

Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland (-426); Dr.-Ing. Peter Dahlmann (-405); Dipl.-Ing. Rainer Salomon (-853)  
Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise (-837); Dr. Gregor Nüsse M.Sc.(-839);

