

Inhalt / Content

Neue Forschungsberichte New Research Reports:

- P 703** Induktive Schnellhärtung
Fast inductive heating
- P 704** Punktschweißkleben
Spot welding and adhesive bonding
- P 862** Weiterentwicklung des Schweißnietens
Development of resistance element welding
- P 863** Elektronenstrahlschweißens im Dickblechbereich
Electron beam welding on thick plates
- P 884** Geklebte Stahl-Guss-Verbindungen
Adhesive bonded tubular cast steel
- P 919** Laser-MSG-Hybridschweißen
Hybrid laser-GMA welding
- P 992** Berechnung der abgewickelten Länge
Calculation of the unfolded length
- P 1001** Vorlochfreies Widerstandselementschweißen
Resistance element welding without additional pre-processing

Nachlesen / Read up:

40 Jahre LWF®

16. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

2. Statustreffen Forschungsverbund massiver-LEICHTBAU

Vorankündigungen / Preview:

SCT 2017 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks



Liebe Leser der Berichte aus der Stahlanwendungsforschung,

die Anwendungsvielfalt für Stahl ist immens, und es gibt fast keinen Lebensbereich, in dem Stahl nicht zu finden ist oder Stahl notwendigerweise für die Produktion auch anderer Werkstoffe benötigt wird. Um diese hohe Anwendungsvielfalt zu erhalten oder sogar noch auszubauen, ist permanente Forschung erforderlich.

Die FOSTA schafft die Voraussetzungen, um an Fördermittel zu gelangen. Notwendig dafür sind aber Forschungsanträge, die von einer hohen Qualität hinsichtlich der Aussagen zum Stand der Technik, der Innovation des Vorhabens und der Forschungsmethodik (Arbeits-hypothesen, Lösungswege, usw.) geprägt sind. Zusammen mit den Kollegen im Kuratorium stehen wir dafür ein, dass wir einem potentiellen Fördermittelgeber nur exzellent ausgearbeitete Anträge zur Förderung vorlegen. Die Forschungsstellenleiter wiederum haben es in der Hand, wie sie uns mit ihren Anträgen von der Idee und der Durchführung der Forschung überzeugen können. Die FOSTA hat dazu ihren Leitfaden eingehend überarbeitet und stellt diese Hilfe zur Ausarbeitung von Forschungsanträgen allen Interessierten zur Verfügung.

In diesem Sinne freue ich mich auf hoch spannende und exzellent ausgearbeitete neue Anträge zur Stahlanwendungsforschung.

Oliver Hoffmann,
Vorsitzender des Kuratoriums der FOSTA
Mitglied des Vorstandes thyssenkrupp Rasselstein GmbH .

Neue Forschungsberichte

Einfluss einer induktiven Schnellhärtung auf das Eigenschaftsprofil von Klebverbindungen hinsichtlich ihres Crashverhaltens (P703)

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss einer induktiv beschleunigten Klebstoffvorhärtung auf die Verbindungseigenschaften - insbesondere unter schlagartiger Belastung – zu bestimmen. Die induktiv beschleunigte Klebstoffhärtung gewinnt in industriellen Fertigungsprozessen zunehmend an Bedeutung, da sie zur Prozesszeitreduktion beiträgt. Sie ermöglicht eine schnelle Handhabungsfestigkeit geklebter Bauteile unmittelbar nach dem Verbinden und erhöht die Auswaschbeständigkeit von Klebnähten in nachfolgenden Lackier- und Reinigungsprozessen.

Im Rahmen der Untersuchungen fanden vier Epoxidharzklebstoffe auf ein- und zweikomponentiger Basis Verwendung, welche zuvor durch schlagartige Prüfmethoden ausgewählt wurden. Untersuchungen zum reaktionskinetischen Verhalten an der reinen Klebstoffsubstanz belegen ein aufheizratenabhängiges Vernetzungsverhalten der Klebstoffe. Analysen zum viskoelastischen Materialverhalten zeigen für die induktiv gehärteten Proben eine Veränderung des Glasübergangsbereiches und der Klebstoffsteifigkeit gegenüber konventionell im Ofen gehärteten Proben. Als prozesskritische Parameter der induktiven Schnellhärtung wurden vor allem die Höhe der Aushärtetemperatur sowie die Aufheizrate identifiziert. Dabei konnten niedrigere Aushärtetemperaturen und Aufheizraten als vorteilhaft ermittelt werden.

Weitergehende Untersuchungen an geklebten Verbindungen, z. B. mittels der dicken Zugscherprobe bei erhöhten Gleitraten weisen für induktiv gehärtete Verbindungen i.d.R. geringere maximale ertragbare Schubspannungen und Bruchgleitungen auf, so dass die induktive Schnellhärtung zu einer Minderung der Crashperformance der Klebstoffe führt.

Versuche an geklebten Dünnschleibverbindungen mit einem niedrig legierten Tiefziehstahl und einem hochfesten Dualphasenstahl zeigen zudem, dass sich die Einflüsse der induktiven Schnellhärtung bei unterschiedlicher Werkstofffestigkeit und Oberfläche in den mechanischen Verbindungseigenschaften differenzieren darstellen können.

New Research Reports

Influence of fast inductive heating of adhesively bonded steel joints on mechanical properties under crash load (P 703)

Aim of this research project was the determination of the influence of an inductive adhesive curing process on joining properties, particularly under impact load. Inductive heating, used for accelerated curing applications for adhesives, has been developed as an important manufacturing technique in industrial production processes, as it helps to reduce process time. It allows a quick handling strength of bonded components immediately after the bonding process and it increases the outwash resistance of adhesive layers in the subsequent cataphoretic painting and other cleaning processes.

As the first part of the conducted investigations, four epoxy resins, based on one and two components have

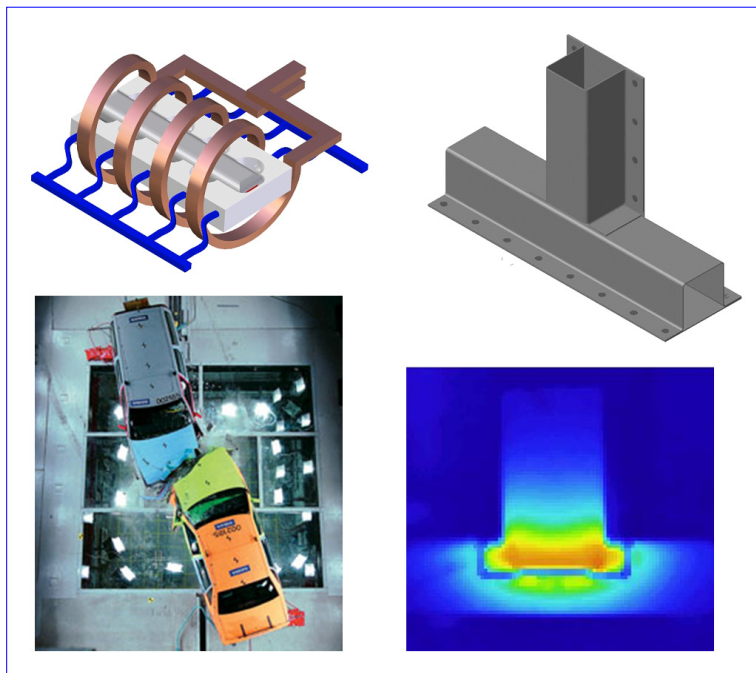
been previously selected under the aspect of a satisfying crash absorbing behaviour for several tests. Investigations, concerning the reaction kinetic behaviour at bulk-specimens show a specific curing behaviour in dependence of the chosen heating rate. Analyses of the viscoelastic material behavior of inductively cured specimens show a change in the glass transition area and the stiffness compared with conventional oven cured specimens. As critical parameters of the induction heating process,

the chosen heating rate and the curing temperature could be identified. Therefore, lower curing temperatures and heating rates should be selected to avoid bigger changes in the adhesive properties.

Further investigations with bonded specimens, for example the thick tensile shear specimen show for inductively cured bonds lower maximum shear strengths and shearing strains at break. The induction heating process reduces the crash performance of the investigated adhesives.

Attempts to single lap shear specimens bonded with a non alloyed steel and a dualphase steel show that the influence of induction heating may differ in the mechanical properties in dependence of the material strength and surface.

Impact tests conducted with a t-joint specimen verify a good comparability with results from previous studies on single lap shear specimens.



Impact-Tests wurden an bauteilähnlichen T-Stößen durchgeführt, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus den vorangegangenen Untersuchungen an einfachen Prüfkörpern zu verifizieren. Dabei zeigte sich eine gute Übereinstimmung.

Mit den in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnissen kann sowohl eine quantitative als auch qualitative Einschätzung des Crashverhaltens induktiv vorgehärteter Klebverbindungen vorgenommen werden.

Das IGF-Vorhaben 14477 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 am Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 171 Seiten und enthält 143 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-67-4

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

With the knowledge gained from this project, both quantitative and qualitative assessment of the crash behaviour of inductively cured bonds can be made.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



The research project (IGF -Nr. 16586 N) was carried out at Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn. 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 co-operation research (IGF) in accordance with a resolution of the German parliament.

The final report contains 143 pages with 171 figures/tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 3-937567-67-4

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

Untersuchungen zum Punktschweißkleben von höherfesten Stahlfeinblechen mit neuen warm- und kalthärtenden Klebstoffsystemen (P 704)

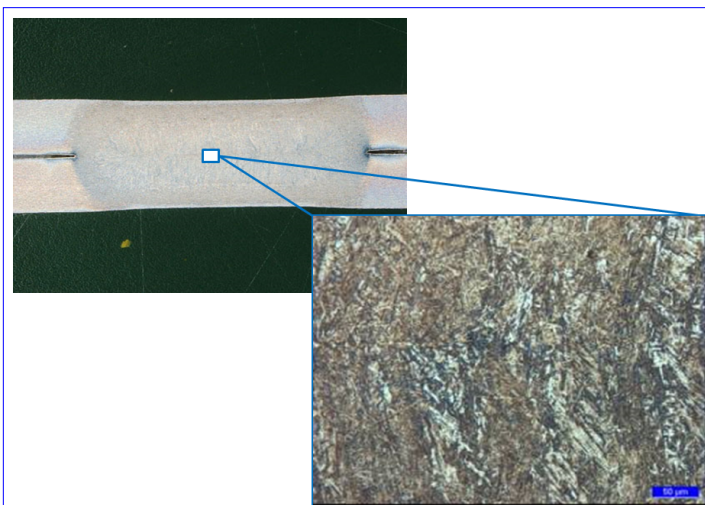
Die Kombination des Widerstandspunktschweißens mit dem strukturellen Kleben bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber den Einzelverfahren, wie z.B. ein verbessertes Crashverhalten, eine höhere Festigkeit der Verbindungen unter schwingender Belastung oder einen verbesserten Korrosionsschutz der Fügezone. Diese werden insbesondere in der Blech verarbeitenden Industrie konsequent genutzt. Entwicklungen der Automobil- und der Automobilzulieferindustrie haben in den vergangenen Jahren zu einem vermehrten Einsatz höher- und hochfester Stahlwerkstoffe geführt, um das Gewicht der Fahrzeugkarosserien zu reduzieren und deren passive Sicherheit zu erhöhen.

Im vorliegenden Forschungsbericht werden Ergebnisse aus Untersuchungen zum Verhalten mit aktuellen und neuen warm- bzw. kalthärtenden Klebstoffsystemen gefügter höher- und hochfester Stahlwerkstoffe bis zu einer Festigkeit von 1650 MPa dar-

Investigations into the combined spot welding and adhesive bonding of higher-strength steel sheets with new hot-curing and cold-curing adhesive systems (P 704)

The combination of resistance spot welding and adhesive bonding offers many advantages, e.g. regarding the crash performance, the vibration strength or the corrosion resistance of the joined parts. Therefore, this technique is state of the art in many industries processing metal sheets. In recent years especially in the automotive industry the amount of applications of advanced high strength steels increased rapidly in order to reduce the weight of the cars and to improve the crash security for the passengers. Results with new and advanced one component and two component structural adhesives with high requirements on strength and crash performance for weld bonding of metal sheets up to strengths of 1650 MPa will be presented.

Additionally, the present work explains the influences of the welding process on the bonded areas and the mechanical performance of the completed welds influenced by the used adhesives. Furthermore, the influ-



gestellt. Dabei werden die Einflüsse des Schweißprozesses auf die geklebte Fügezone und auf die mechanischen Eigenschaften der Verbindung sowie die Einflüsse der eingesetzten Klebstoffe auf den Fügeprozess diskutiert.

Die Charakterisierung der Verbindungen hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften und ihrer Korrosionseigenschaften bietet dem Konstrukteur eine Basis für den Einsatz warm- bzw. kalthärtender Klebstoffsysteme in Kombination mit höher- und hochfesten Stahlwerkstoffen.

Das IGF-Vorhaben 14476 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 an der Universität Paderborn, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik und an der SLV München Niederlassung der GSI mbH, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 130 Seiten und enthält 185 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-68-2

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

ences of the adhesives on the welding process will be reflected.

The examined results of the joint characteristics regarding strength and corrosion properties provide a basis to the technical designer for the application of new hot and cold curing adhesives in combination with advanced high strength steels.



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

IGF The research project (IGF-Nr. 16586 N) was carried out at Universität Paderborn, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik und an der SLV München Niederlassung der

GSI mbH. 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.

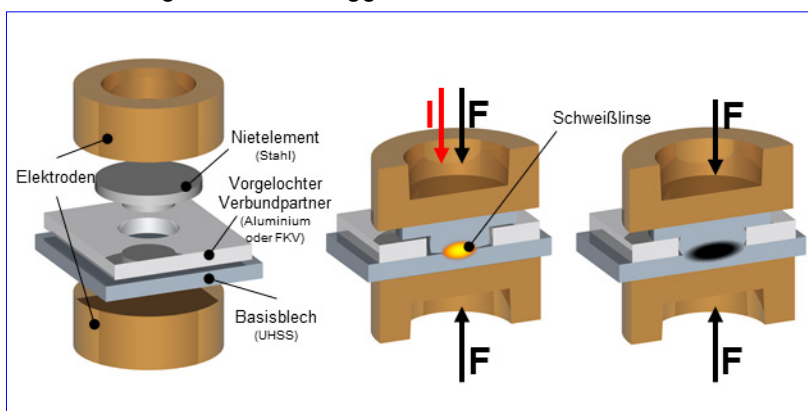
The final report contains 130 pages with 185 figures/tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses
 ISBN 3-937567-68-2

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

Weiterentwicklung des Schweißnietens für die Anbindung von Leichtmetallen und faserverstärkten Kunststoffen an Stahlstrukturen (P 862)

Die Verringerung des CO₂-Ausstoßes von Kraftfahrzeugen soll einen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen leisten, was sich durch aktuelle Verordnungserlassungen und Auflagen widerspiegelt. Neben der Steigerung des Wirkungsgrades der Antriebskomponenten bietet die Verminderung des Fahrzeuggewichtes ein wesentliches Potenzial zur Emissionssenkung. Zur Gewichtsreduktion der Karosserie, als massereichste Komponente, wurden u. a. Mischbaukonzepte entwickelt. Zu den dabei eingesetzten Werkstoffen zählen in erster Linie hoch- und höchstfeste Stähle. In zweiter



Linie gehören Leichtmetalle, wie Aluminium oder Magnesium und faserverstärkte sowie unverstärkte Kunststoffe dazu. Der effektive Einsatz der beanspruchungsgerechten Kombinationen dieser Werkstoffe setzt die Verwendung geeigneter Fügetechniken voraus. Eine

Development of resistance element welding for joining light metals and fiber-reinforced plastics on steel structures (P 862)

The introduction of technical innovations in automobile manufacturing for improving durability, driving comfort and occupant protection has resulted in a continuous increase of vehicle mass within the past years. Contrary to that development, recent legislation limits the CO₂ emissions of new car models to a certain level, enforced via environmental protection laws and penalty premiums for emission excess. Besides improved powertrain concepts, significant reductions of vehicle mass are inevitable, if the challenge of reducing CO₂ emissions is to be met successfully. The

car body is generally

the most weight intensive component. The application of intelligent multi-material design is a suitable way of reducing the mass of future car bodies. The idea of multi-material design is a stress-proportionate use of different raw material types in composite constructions.

Lösung dieser fügetechnischen Aufgaben bietet das Schweinieten. Hierbei wird ein niefrmiges Element aus Stahl in den Verbundpartner (z.B. Aluminium) eingebracht und mit dem darunter liegenden Stahlblech mittels konventioneller Widerstandspunktschweitechnik (WPS) verbunden. Mit diesem Fügeverfahren wird eine kraft-, form- und stoffschlüssige Verbindung realisiert, wodurch hohe Verbindungsfestigkeiten erreicht werden können. Für den Einsatz dieser innovativen Fgetechnologie zum Fügen von Mischbauweisen, wie sie z.B. im Automobilbau oder Flugzeugbau Anwendung finden, muss das Fügeverfahren weiterentwickelt werden.

Ziel des Forschungsprojektes war die Qualifizierung des Schweißnietens als wirtschaftliches Fügeverfahren zum Verbinden von Leichtmetallen und faserverstärkten Kunststoffen in Kombination mit Stahlwerkstoffen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden Einflussgrößen auf den Füge- bzw. Schweißprozess und auf die Fgeelementausbildung analysiert und daraus Maßnahmen zur Optimierung der Prozessparameter und des Prozessablaufs abgeleitet. Des Weiteren wurde das Schweinieten in Kombination mit dem Kleben betrachtet und die dabei auftretenden Einflussgrößen unter Variation der Werkstoffkombinationen erarbeitet und Handlungsempfehlungen bezüglich der Prozessführung abgeleitet. Auf Basis der gewonnenen Ergebnisse wurden Festigkeitskennwerte für unterschiedliche Werkstoffkombinationen unter quasistatischer und zyklischer Belastung ermittelt und mit Kennwerten halbhohlstanzgenieteter Verbindungen verglichen. Aufgrund der verschiedenen Werkstoffe in der Fügezone und der dadurch verstärkten Korrosionsneigung wurden Korrosionsuntersuchungen durchgeführt. In der Summe konnte mit den Untersuchungen gezeigt werden, dass das Schweinieten für das Fügen von Werkstoffkombinationen im Rahmen des Mischbaukonzeptes geeignet ist und das Anwendungsspektrum des Verfahrens besonders groß ist.

Das IGF-Vorhaben 16806 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 am Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 128 Seiten und enthält 97 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-81-7

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

The materials used for this purpose include primarily high / ultra high strength steels and in second line the metals aluminium or magnesium as well as non-reinforced and fibre-reinforced plastics. The affordable implementation of multi-material design depends on the availability of suitable joining methods for such material combinations. In the resistance element welding process an additional element is inserted in the aluminium or fibre-reinforced plastic cover sheet and finally joined with the lower steel sheet by conventional resistance spot welding. The resistance element welding is especially suitable for multi-material joining purposes.

The objective of the research project was the qualification of resistance element welding as a cost effective method for joining light metals and fibre-reinforced plastics with steel materials. To achieve this goal, the relevant parameters for the joining process and the joint characteristics were analyzed and optimizations derived, regarding e.g. the element's geometrical shape, the process parameters and the process steps. Furthermore, the resistance element welding in combination with adhesive joining was examined and the factors that occur with variation of material combinations investigated as well as process recommendations derived. Based on the results, strength examinations were performed by quasi-static and cyclic load and the results were compared with those of joints made by self-pierce riveting with semi-tubular rivet. Because of the dissimilar materials, increased tendency to corrosion exists and therefore corrosion tests were performed. Finally it could be shown by the investigations that the resistance element welding is especially suitable for joining dissimilar material combinations in the background of multi-material design and the application range of the method is particularly large.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



The research project (IGF -Nr. 16586 N) was carried out at Laboratorium fr Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn. 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 co-operation research (IGF) in accordance with a resolution of the German parliament.

The final report contains 128 pages with 97 figures/tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-81-7

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-81-7

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise



www.stahldaten.de

Versionen:

- ◊ Standard
- ◊ Professional
- ◊ Campus



Stahl-Werkstoff-Datenbank incl.
FOSTA - Forschungsberichte

STAHLEISEN

Qualifizierung des Elektronenstrahlschweißens im Dickblechbereich für Anwendungen im Windenergieanlagenbau (P 863)

Im Einklang mit den klima- und energiepolitischen Zielen der EU hat sich die deutsche Bundesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien bis 2020 auf 20% zu erhöhen. Um dieses Vorhaben zu unterstützen, sollen unter anderem neue Windparks in der Nordsee entstehen.

Der Bau der Windparks stellt den Stahlbau vor eine große Herausforderung, da die bei Wassertiefen von bis zu 50 m im Meeresboden verankerten Gründungsstrukturen nicht nur dynamischen Belastungen durch die Drehung des Windrades ausgesetzt sind, sondern auch der Wellengang und die Tide die Strukturen beansprucht. So wird eine schwere Struktur mit bis zu 900 t gewählt. Das Fügen der einzelnen Rohrsegmente der Gründungsstrukturen fällt unter Anwendung der gängigen Richtlinien demnach mit bis zu 1230 m Schweißnaht umfangreich aus.

Das Fügen der Rohrsegmente der Gründungsstrukturen solcher Windenergieanlagen (WEA) erfolgt nach den bestehenden Richtlinien mit dem Unterpulverschweißverfahren (UP). Im Gegensatz zu diesem Schweißverfahren bietet das Elektronenstrahlschweißen (EB) hohe Einschweißstiefen bei hoher Energieausnutzung. Die bis zu 100 mm dicken Rohrsegmente der Gründungsstrukturen können dabei in einem einzigen Prozessschritt gefügt werden, wodurch gegenüber dem UP-Schweißen ein großer zeitlicher Vorteil gegeben ist. Im Rahmen des Projektes wird das EB-Schweißverfahren optimiert, indem ein wirtschaftliches Prozessfenster erarbeitet wird. Des Weiteren wird für einen weiteren Anstieg der Zähigkeit der Schweißnähte die Verwendung von Schweißzusatz wie Aluminium und Nickel untersucht, wobei insbesondere Aluminium die Entwicklung der Tieftemperaturzähigkeit positiv beeinflusst.

Darüber hinaus wird die Bauteilsicherheit der Gründungsstrukturen der WEA anhand bruchmechanischer Konzepte untersucht. In einem ersten Schritt wird überprüft, ob die von den Schweißnähten gewährleistete Zähigkeit den an die Konstruktion gestellten Anforderungen genügt. Neben den Schweißnähten von Baustählen moderater Festigkeit, bspw. der Stahlsorte S355, werden hier auch die Schweißnähte hochfester Sorten (S460) überprüft. Der Vorteil hochfester Sorten gegenüber den herkömmlich verwendeten Stählen ergibt sich hierbei in der Möglichkeit einer Auslegung

Qualification of electron beam welding on thick plates for applications in wind energy plant constructions (P 863)

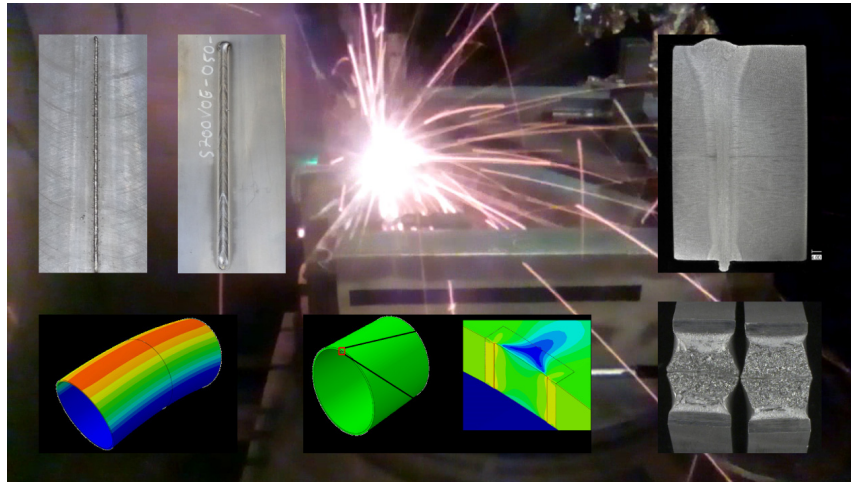
In concern of the European Energy Policy the German government decided on increasing the ratio of renewable energy to up to 20% until 2020. To support this goal, among other new offshore wind farms shall be built in the North Sea.

The construction of wind parks includes a variety of challenging factors, as the foundation structures are anchored at water depths of up to 50 m in the ocean bed. The foundation structures are therefore not only objected to dynamic loads caused by the turning of the wind mills but also to the tide. Consequently, a steel structure of up to 900 t is chosen to ensure the structural integrity of the foundation structure. With the application of the current guide

lines, the joining of the pipe segments with an overall weld seam length of up to 1230 m turns out to be an extensive and time consuming process.

According to the existing guide lines the joining of the pipe segments in the foundation structures of such wind energy plants is carried out by using submerged arc welding (SAW). In contradiction to the SAW, the electron beam welding (EB welding) provides a high welding penetration depth at high energy utilization. Hence, pipe segments with a thickness of 100 mm can be joined in one single process step, which provides a great time advantage compared to the SAW process. Within the scope of this project, the EB welding is optimized by developing an economical process window. Furthermore, for a further increase in the supplied toughness of the weld seams the use of different filler materials, i.e. aluminum and nickel, are investigated, whereas especially aluminum influences the development of the low temperature toughness positively.

Moreover, the structural integrity of the foundation structures is investigated by means of fracture mechanics concepts. Thereby, in a first step the supplied toughness is tested and further whether the toughness of the weld seams meets the construction requirements. Alongside the weld seams of structural steels with moderate strength, i.e. an S355 steel grade, also the weld seams of high strength steels (HSS), i.e. an S460 steel grade, are investigated. The advantage of HSS grades compared to conventional steel grades consists in the possibility of minor gauges in the plate thickness. The according material savings result in a faster processing of the EB welding. In addition to the



in geringeren Blechdicken. Die dadurch zustande kommende Materialersparnis kommt dabei einer schnelleren Prozessführung des EB-Schweißens zu Gute. Zusätzlich zur Prozessoptimierung kann somit EB-Schweißnahtqualität erhöht werden. Neben der Verbesserung der Schweißnahtqualität wird zusätzlich die Dauer zur Herstellung der Gründungsstrukturen reduziert.

Die von den Schweißnähten der verwendeten Stahlsorten gewährleisteten Zähigkeiten dienen als Anregung, die herkömmliche Auslegung der Gründungsstrukturen anhand einer historisch gewachsenen Mindestzähigkeit und einer festgelegten Materialdicke zu überdenken. So ist es auch aus ökonomischen Gründen essentiell für die zukünftige Konstruktion von Gründungsstrukturen in WEA, das EB-Schweißverfahren sowie hochfeste Stähle in den bestehenden deutschen sowie europäischen Richtlinien zu etablieren

Das IGF-Vorhaben 372 ZN 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 am Institut für Eisenhüttenkunde, RWTH Aachen und dem Institut für Schweiß- und Fügetechnik, RWTH Aachen, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 131 Seiten und enthält 72 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-61-9

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

optimized EB welding process the toughness behavior over the plate thickness in the EB weld seams is further increased. Other than the optimization of the weld seam quality, the production time of the foundation structures is reduced.

The supplied toughness of the weld seams of the used steel grades shall serve as a motivation to reconsider the conventional design of foundation structures of wind energy plants on the basis of historically grown minimum toughness values and a set material thickness. In addition, in terms of economic reasons it is essential for future constructions of foundation structures to establish the EB welding process and high strength steel grades in the conventional German and European guide lines.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IGF The research project (IGF-Nr. 372 ZN) was carried out at Institut

für Eisenhüttenkunde, RWTH Aachen and at Institut für Schweiß- und Fügetechnik, RWTH Aachen. 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 131 pages with 72 figures/tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-61-9

Dipl.-Ing. Rainer Salomon.

Geklebte Stahl-Stahlguss-Verbindungen am Beispiel von Fachwerkknoten von Rundhohlprofil-Konstruktionen (P 884)

Mit dem schweißtechnischen Verbund von Stahlgussknoten mit Stahlrohren werden derzeit anspruchsvolle Konstruktionen des Hochbaus, Brückenbaus, Kranbaus und Windenergieanlagenbaus realisiert. Zur Entwicklung von Bemessungsrichtlinien für geschweißte Hohlprofilknoten unter ruhender und nicht ruhender Beanspruchung sind eine Vielzahl an Forschungsarbeiten in den vergangenen Jahrzehnten durchgeführt worden. Da bei diesen Schweißverbindungen jedoch Ermüdungsrisse von der Schweißnahtwurzel ausgehen, sind hohe Sicherheiten bei der Bemessung erforderlich.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine geklebte Verbindung zum Anschluss von Rundhohlprofilen an Stahlgussknoten für die oben genannten Anwendungsgebiete entwickelt und systematisch untersucht. Die geklebte Verbindung wurde durch einen Überlappungsstoß hergestellt. Die Möglichkeit der freien Formgebung von Gussbauteilen erlaubte die Ausbildung eines abgestuften Überlappungsbereichs.

Adhesive bonded tubular cast steel – steel joints in framework structures (P 884)

With the welding of cast steel nodes with steel tubulars sophisticated designs in the field of building construction, bridge construction, crane construction and wind energy plants are currently being realized. A variety of research projects were carried out in the past decades to develop design guidelines for welded hollow section nodes under static and fatigue loads. As fatigue cracks initiate from the weld root, higher safety measures are required during the design process such as a classification in low FAT classes.

In this research project an adhesively bonded joint for tubular steel hollow sections and cast steel components was developed and investigated. In a first step constraints as well as mechanical and thermal stresses in the steel construction were analyzed and requirements for the bonded connection were derived. Production and manufacturing tolerances turned out to be a central issue, as thick film bonding and precise manufacturing processes are required. Surface analytics and adhesion tests showed a sufficient bond strength

In den durch die Montage entstehenden Fügespalt wurde der Klebstoff injiziert. Das Fügeverfahren Kleben findet bei lastabtragenden, sicherheitsrelevanten Verbindungen im Bauwesen bisher kaum Anwendung. In anderen Branchen wie dem Automobil- oder Luftfahrzeugbau ist das Kleben schon seit vielen Jahren eines der zentralen Fügeverfahren. Die Entwicklung und Validierung einer geklebten Verbindung im schweren Stahlbau stellt somit sowohl in Bezug auf die Bauteildimensionen als auch im Hinblick auf die Beanspruchungsgrößen Neuland dar.

Zur Lösung dieser Aufgabe erfolgte zunächst die Analyse von Randbedingungen sowie mechanischer und thermischer Beanspruchungen im konstruktiven Stahlbau und daraus die Ableitung von Anforderungen an die geklebte Verbindung. Zu beachten waren insbesondere die Herstellungs- und Fertigungstoleranzen der Fügepartner. Die resultierende Überlappverbindung von Stahlrohr und Gussknoten mit variierendem Spaltmaß wurde durch eine präzise gefertigte Dickschichtklebung realisiert.

Oberflächenanalytische Untersuchungen und Klebversuche zeigten eine ausreichende Festigkeit der Klebung auf mit Korund gestrahlten Stahlgussflächen. Versuche an Substanz- und Verbundproben identifizierten und charakterisierten zwei Klebstoffe, welche die zuvor definierten Anforderungen erfüllten. Zur Fertigung der Probekörper nach dem Injektionsprinzip wurde eine teilautomatisierte Fertigungsvorrichtung entwickelt und geprüft. Diese vereinte die Prozesse Fügen, Fixieren sowie Klebstoffinjektion. Füllversuche zeigten eine blasenfreie Füllung des Fügespalt.

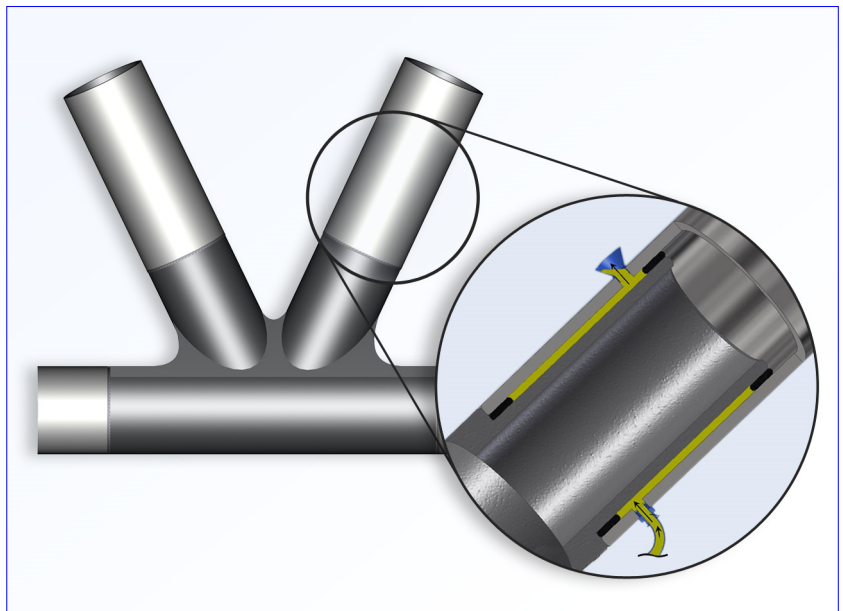
Zur Untersuchung der Beständigkeit der Klebverbindung wurden quasi-statische Belastungsversuche an geklebten Rohrproben unter verschiedenen äußeren Einwirkungen/Auslagerungen durchgeführt. Ermüdungsversuche an geklebten Rohrverbindungen dienten der Ermittlung der Beanspruchbarkeit der Verbindung bei nicht ruhender Belastung. Außerdem erfolgte eine Prüfung der Klebstoffe auf ihre Beständigkeit gegenüber Kriechbeanspruchungen.

Die Tragfähigkeit geklebter Rohrproben bei Variation von Rohrquerschnitt, Klebschichtdicke, Überlappungslänge sowie bei definiert eingebrachten Imperfektionen wurde in umfangreichen experimentellen Untersuchungen bestimmt. Numerische Untersuchungen zur Optimierung der Klebfugegeometrie zeigten ein großes Potential des erarbeiteten Konzeptes "Endaufweitung der Klebfuge". Abschließend wurden Musterbauteile mit Außendurchmesser $D = 298,5$ mm nach dem erarbeiteten Konzept hergestellt und geprüft. Die Klebverbindung übertrug im statischen Lastfall bei geringer Streuung eine Maximalkraft von $F = 2$ MN bei einer Überlappung von lediglich 110 mm.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich geklebte Verbindungen zwischen Stahlgussknoten und Stahlrohren mit reproduzierbarer Tragfähigkeit kleb-

to corundum blasted cast steel surfaces. On the basis of bulk and lap shear test, two adhesives were identified and characterized that fulfill the previously defined requirements. A semiautomated joining device was developed and tested using the injection method for manufacturing test specimens. This device combines the three processes joining, fixing and injection of adhesive. Filling experiments showed a filling free of air bubbles in the joint gap.

To investigate the durability of the adhesive bonded joint quasi-static load tests were carried out on the bonded hollow section samples under various external influences. Fatigue tests on bonded tube joints showed



the load bearing capacity of the adhesively bonded joint for non static loading. Furthermore, the adhesives were tested for their resistance regarding creep loading. The load carrying capacities of bonded tube samples with variation of tube cross section, adhesives layer thickness, overlap length and with defined imperfections were determined in experimental investigations.

To optimize the geometry of the adhesively bonded joint numerical studies were performed to demonstrate the significant reduction of stress peaks resulting from the enlargement of the thickness at the ends of the adhesive layer. Finally, the knowledge gained in this research project was applied for manufacturing and testing full scale components of cast steel tubes with an outer diameter of 298.5 mm. The static load bearing capacity of the adhesively bonded joint accounted for $F = 2$ MN with low scattering for an overlap of only 110 mm. Adhesively bonded tubular joints represent an innovation that opens new constructive possibilities as well as sophisticated designs for steel hollow section structures in the field of building construction, bridge construction, crane construction and wind energy plants.

The research project (IGF-Nr. 16586 N) was carried out at Karlsruher Institut für Technologie KIT, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, an der Hochschule

technisch herstellen. Geklebte Stahl-Stahlgussverbindungen stellen eine Innovation dar, die neue gestalterische und konstruktive Möglichkeiten für Hohlprofilkonstruktionen aus Stahl im Hochbau, Brückenbau, Kranbau und Windenergieturmbau eröffnet.

Das IGF-Vorhaben 17199 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 am Karlsruher Institut für Technologie KIT, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, an der Hochschule München, Labor für Stahl- und Leichtmetallbau und an dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 262 Seiten und enthält 293 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 40,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-77-0

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IGF München, Labor für Stahl - und Leichtmetallbau und an dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen. 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 262 pages with 293 figures/tables.

Fee: € 40.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-77-0

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

Laser-MSG Hybridschweißen von Stahlfeinblechen (P 919)

Der Stand der Technik in Bezug auf das Schweißen von höchstfesten pressgehärteten Stählen macht deutlich, dass die Entwicklung eines energiearmen und gleichzeitig gegenüber Spalt und Kantenversatz toleranten Schweißprozesses gefordert ist. Insbesondere sind hier Anforderungen, wie hohe Fügegeschwindigkeiten und minimale thermische Bauteilbelastung, unter in der Produktion auftretenden Randbedingungen wie Toleranzen im Fügebereich, fokussiert zu berücksichtigen. Ein großer Nachteil des Laserstrahlschweißens liegt in den hohen Anforderungen an die Nahtvorbereitung. Dagegen werden Lichtbogenverfahren wie das MSG-Schweißen aufgrund der Fähigkeit, Spalte und Kantenversätze zu tolerieren eingesetzt, jedoch mit einer höheren thermischen Belastung des Bauteils. Durch den in diesem Vorhaben eingesetzten Hybridprozess konnten die Vorteile der Einzelprozesse durch Kombination der Prozesse synergetisch genutzt werden.

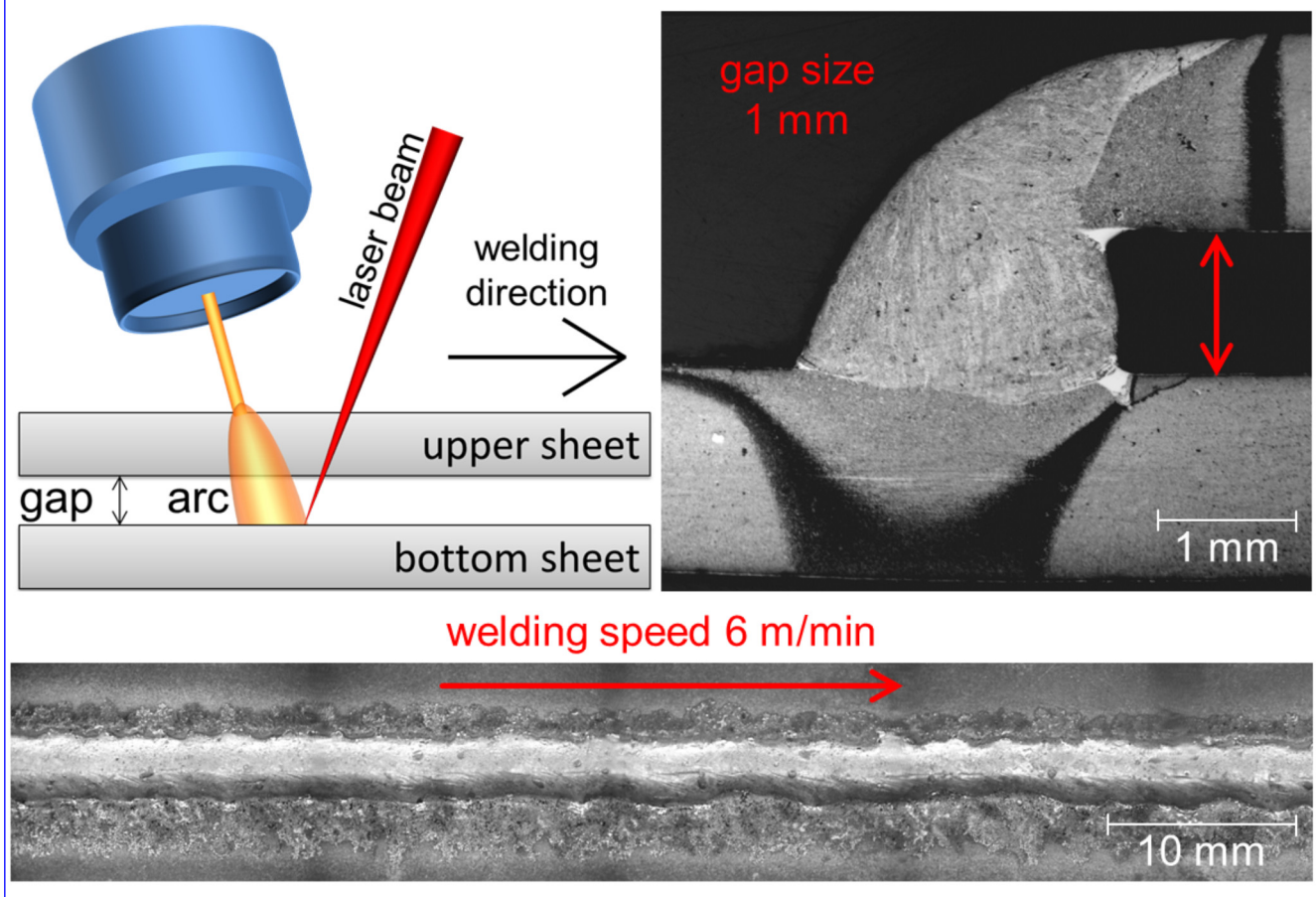
Das in diesem Forschungsvorhaben konzipierte Hybridschweißverfahren für den Werkstoff 22MnB5 kombiniert einen Laserschweißprozess mit einem Single-Mode Laser und einen MAG-Schweißprozess. Durch die eingesetzte Strahloszillation konnte die Energieeinbringung durch den Laserstrahl präzise gesteuert werden. Erreicht wurde dadurch eine hohe Prozesssicherheit mit einer Toleranz gegenüber Spalten bis 1 mm. Die verwendete Schweißgeschwindigkeit von 6 m/min reduziert die thermische Bauteilbelastung und garantiert eine hohe Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. Das

Hybrid laser-GMA welding of thin steel sheets (P 919)

Today's state of technology in terms of welding high strength steel clearly shows that the development of a welding process with low heat input, high gap bridging ability and edge misalignment tolerance is demanded. An intensive investigation of the welding process is needed especially concerning industrial requirements, such as high welding velocities and minimal thermal stresses. Furthermore, the gap and misalignment tolerances of the welding process shall meet the industrial production conditions. The primary disadvantages of laser beam welding are the needs of a very precise joint preparation. However, arc processes like GMA welding are used commonly, in order to tolerate large gaps and edge misalignment, but the thermal impact for the joint is higher. In this study, the advantages of both single processes could be used by combining them to a hybrid process in a synergetic way.

The hybrid welding process designed for the welding of 22MnB5 was carried out with a combination of a single mode fiber laser with a MAG welding process. By use of laser beam oscillation, the laser beam energy input could be governed precisely. Using this configuration, high process reliability and gap tolerances up to 1 mm were achieved. The thermal strain of the steel was reduced by an enhanced welding velocity of 6 m/min. In addition, these welding velocities ensure a particular high efficiency. Laser GMA hybrid welding with reduced heat input can be used beneficially for ultra-high strength steel sheets as well as for combinations of 22MnB5 and zinc coated DP800.

Laser-GMA hybrid welding with an oscillating single-mode fiber laser



energiearme Laser-MSG-Hybridsschweißen höchstfester Stahlfeinbleche konnte außerdem auf Mischverbindungen von 22MnB5 und verzinktem DP800 angewendet werden.

Des Weiteren konnte ein temperaturgeregelter Schweißprozess durch eine integrierte bildgebende Temperaturmessung und -regelung entwickelt werden. Diese Regelung wird für weitere Vorhaben eingesetzt, um den Energieeintrag bei Schweißprozessen wie dem Laser-MSG-Hybridprozess deutlich zu reduzieren. Die thermische Werkstoffbeeinflussung wurde hinsichtlich aller Schweißparameter und Nahteigenschaften untersucht. Hier ist herauszuheben, dass Verbindungsfestigkeiten von bis zu 917 MPa für die quasistatische Zugbelastung erreicht worden sind.

Durch den in diesem Forschungsvorhaben beschriebenen Schweißprozess wird die Fügequalität von Schweißverbindungen an höchstfesten pressgehärteten Stahlfeinblechen aus 22MnB5 gegenüber dem bisherigen Stand der Technik maßgeblich erhöht. Der Vorteil des neu entwickelten Prozesses einer Kombination aus MSG- und Laserstrahlschweißen ermöglicht gleichzeitig erhöhte Schweißgeschwindigkeiten und eine große Toleranz gegenüber Fügespalten. Diese Ergebnisse dienen den Stahlherstellern sowie den Stahlverarbeitern in KMU und auch Großunternehmen,

Furthermore, a temperature controlled welding process with an inline temperature measurement and a feedback control was developed. This control uses a new imaging method which is based on pyrometric temperature measurements. This control will be used for ongoing investigations regarding to the reduction of the energy input of welding processes like the laser GMA hybrid welding. In the presented study, the influence of welding parameters on the thermal strain and weld seam characteristics was investigated. Hence, weld seam strength up to 917 MPa were achieved in quasi-static tensile tests.

This project enhances joining quality of press-hardened 22MnB5 steel sheet joints. The advantage of this new approach of combining the laser beam and GMA welding are increased welding velocities and hence, a reduced heat input. The steel manufacturer as well as the SME and also large enterprises in the steel application sector will benefit by a safe and efficient use of press-hardened steel in the industrial production.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



The research project (IGF -Nr. 16586 N) was carried out at Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH (BIAS) und an der Fachhochschule

den pressgehärteten Stahl sicher und effizient in der Produktion einsetzen zu können.

Das IGF-Vorhaben 17585 BG 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 am Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH (BIAS) und an der Fachhochschule Brandenburg, Maschinenbau Fertigungs-/Produktionstechnik, Fügetechnik durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 92 Seiten und enthält 94 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 20,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-85-5

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

Brandenburg, Maschinenbau Fertigungs-/Produktionstechnik, Fügetechnik. 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 92 pages with 94 figures/tables.

Fee: € 20.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-85-5

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

Optimierte Berechnung der abgewickelten Länge beim Biegen von Blech zu Kaltprofilen und Rohren (P 992)

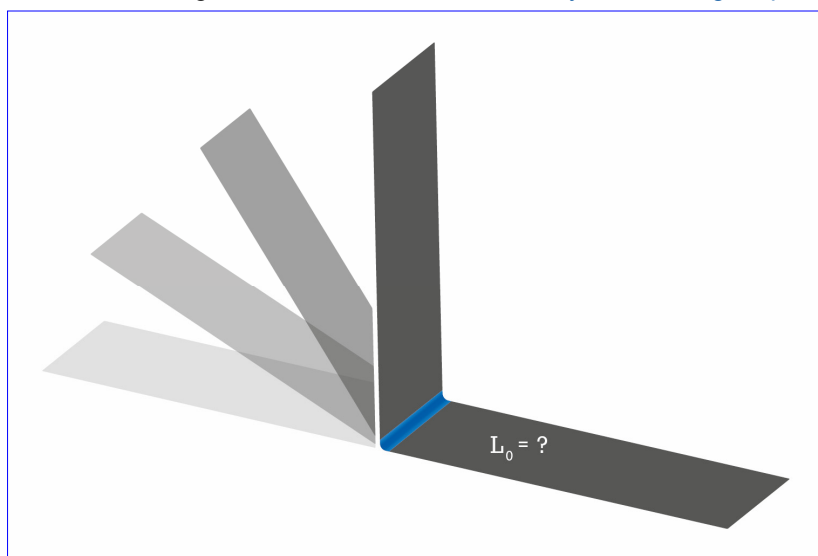
Für die Berechnung der abgewickelten Länge beim Biegen von Blech bietet der Stand der Technik verschiedene Ansätze, die bei gleicher Aufgabenstellung zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. In der Regel finden dabei weder die Materialeigenschaften noch Einflüsse aus dem Biegeverfahren Berücksichtigung. Die Prozessauslegung verlangt so vom Prozessplaner ein hohes Maß an Erfahrung, wenn aufwändige Korrekturschleifen in der Produktion vermieden werden sollen.

In diesem Forschungsprojekt werden zunächst die Grundlagen der aktuellen Berechnungsmethoden analysiert. Durch die Erarbeitung einer experimentellen Methode zur Bestimmung der Position der ungelängten Faser wird die Voraussetzung für experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der abgewickelten Länge geschaffen. Durch diesen experimentellen Ansatz können anschließend Gesenkbiege-, Schwenkbiege- und Walzprofilierprozesse analysiert werden. Durch einen Abgleich der experimentellen Ergebnisse mit numerischen Simulationen werden die wesentlichen Einflussgrößen auf die abgewickelte Länge bestimmt. Gleichzeitig können durch einen Ver-

Optimized calculation of the unfolded length in bending sheet metal to profiles and tubes (P 992)

State of the art methods for calculating the unfolded length in bending produce different results for the same task. Material properties as well as influences of different bending processes (die bending, folding, roll-forming) are generally neglected by state of the art calculation methods. Process design therefore relies on experience to avoid trial and error loops.

The project starts off with an analysis of the basic assumptions of the state of the art calculation methods showing the need for an improved calculation method. This project aims at improving existing calculation methods by conducting experimental and numerical investigation of different bending processes. As a prerequisite for experimental investigations on the shift of the unlengthened fiber in bending, an experimental approach to detect this shift needs to be designed. Using this experimental method enables the determination of the unlengthened fiber in die bending, folding, and roll-forming processes. Furthermore, numerical studies of different bending processes are employed to define suitable design parameters for numerical simulations of bending experiments. Combining experimental and numerical results indicates the main factor



gleich experimenteller und numerischer Ergebnisse Empfehlungen für geeignete Modellierungsparameter für Biegeprozesse in der numerischen Simulation abgeleitet werden, die die Bestimmung der abgewickelten Länge ermöglichen. Abschließend wird durch eine Interpolation der Versuchsergebnisse eine verbesserte Berechnungsempfehlung erstellt.

Zum gegenwärtigen Projektzeitpunkt konnte nachgewiesen werden, dass das Biegeverhältnis r_i/s_0 und die Biegemethode die wesentlichen Einflussgrößen auf die Position der ungelängten Faser und somit auf die abgewickelte Länge sind. Biegewinkel und Materialfestigkeit hingegen zeigten nur einen geringen Einfluss auf die abgewickelte Länge.

Durch eine verbesserte Berechnungsmethode zur Bestimmung der abgewickelten Länge kann der Gestaltungsprozess von Blechbiegebauteilen aus Stahl verbessert werden. Durch die zuverlässige Bestimmung der abgewickelten Länge verringert sich das Risiko, im Produktionsanlauf zeit- und kostenintensive Korrekturen der Zuschnittsbreite vornehmen zu müssen.

Das IGF-Vorhaben 17702 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 am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen der TU Darmstadt durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 149 Seiten und enthält 108 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 30,00 inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-84-8

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

of influence on the position of the unlengthened fiber. Finally, interpolating the test results provides the opportunity to create an improved calculation method for determining the unfolded length.

First results indicate that bending ratio r_i/s_0 and bending method are the main factors of influence on the position of the unlengthened fiber and thus the unfolded length. In contrast, bending angle and material properties only have minor effects on the position of the unlengthened fiber.

The results of this project will improve the design process of sheet metal bending components by providing an optimized method for calculating the unfolded length. This ability to reliably determine the unfolded length at production start prevents time-consuming and expensive correction loops.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



The research project (IGF-Nr. 16586 N) was carried out at Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen der TU Darmstadt.

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 149 pages with 108 figures/tables.

Fee: € 30.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-84-8

Dipl.-Ing. Rainer Salomon

Technologie-Benchmark zum vorlochfreien Widerstandselementschweißen auf konventionellen Widerstandspunktschweißanlagen (P 1001)

Knapper werdende Ressourcen vor dem Hintergrund steigender Kundenanforderungen und die Durchsetzung klimapolitischer Ziele durch Vorgaben für Emissionsgrenzwerte erfordern eine Reduktion des Kraftstoff- bzw. Energieverbrauchs von Automobilen und sind somit die treibenden Kräfte sämtlicher Leichtbaustrebungen.

Die Karosserie ist die massereichste Komponente im Automobil und birgt großes Potenzial zur wirtschaftlichen Gewichtsreduzierung durch intelligente Leichtbaukonzepte. Dabei werden je nach Anforderungen an die Teilstruktur des Fahrzeuges, hoch- und höchstfeste Stähle mit Aluminium und faserverstärkten Kunststoffen (FKV) kombiniert. Für die bezahlbare Umsetzung dieser Leichtbaustrukturen sind neue Fügeverfahren erforderlich, um die auftretenden Hindernisse, wie z.B. die metallurgische Inkompatibilität dieser

Technology benchmark on resistance element welding on conventional spot resistance welding equipment without additional pre-processing (P 1001)

The affordable implementation of steel intensive lightweight constructions in automotive engineering depends on the availability of suitable joining methods for such material combinations. The systematic development of combined joining methods is necessary to overcome the metallurgical and thermal incompatibility of steel/aluminum or steel/fiberreinforced plastic combinations. Regarding this joining task, conventional thermal joining procedures such as resistance spot welding (RSW) reach their process limits, due to different physical material properties. The combination of joining methods is a promising approach. The resistance element welding (REW) meets the requirements and is under development and qualification for automotive mass production. Here, an additional element is inserted in the aluminum or fiber-reinforced plastic cover sheet and finally joined with the lower

Werkstoffpaarungen zu überwinden. Die gezielte Weiterentwicklung von kombinierten Fügeverfahren stellt hierfür einen erfolgversprechenden Lösungsansatz dar.

Das Widerstandselementschweißen (WES) erfüllt die oben genannten Anforderungen und befindet sich in der Entwicklung und Qualifizierung für den Karosserie-rohbau. Beim WES wird ein nietförmiges Element in den Verbundpartner (z.B. Aluminium, FKV) eingebracht und mit dem darunter liegenden Stahlblech mittels konventioneller Widerstandspunktschweißtechnik (WPS) verbunden.

Nach derzeitigem Entwicklungsstand werden beim WES der Verbundpartner vorgelocht und die Nietelemente anschließend positioniert oder die Nietelemente im Bauteil vorkonfektioniert. Damit gehen ein hoher fertigungstechnischer Aufwand sowie ein wirtschaftlicher Nachteil durch einen zusätzlichen Prozessschritt einher. Die Entwicklung des vorlochfreien WES mittels konventionellen WPS-Anlagen stellt daher einen lohnenswerten Untersuchungsbereich dar. Gegenüber den genannten Verfahrensvarianten kann beim vorlochfreien WES auf Voroperationen verzichtet werden, da das Nietelement von den Elektroden in einem Schritt eingestanzt und verschweißt wird. Problematisch ist in diesem Zusammenhang die Einschätzung der generellen Realisierbarkeit dieser Verfahrensvariante. Aufgrund der Komplexität des Fügeprozesses existierten zahlreiche Randbedingungen, anlagenbedingte Grenzen sowie prozesstechnische Besonderheiten. Im Rahmen der KMU-Studie wurden diese systematisch ermittelt und eine Untersuchung der Machbarkeit des vorlochfreien Widerstandselementschweißens, bei dem die Nietelemente mit den Elektrodenkräften in das FKV bzw. Aluminium einzubringen und mittels Widerstandserwärmung mit den Stahlwerkstoffen zu verschweißen sind, durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass die Machbarkeit insbesondere für das Verbinden von Aluminium/Stahl-Kombinationen gegeben ist.

Das Forschungsvorhaben P 1001 der FOSTA-Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde am Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn, mit fachlicher Begleitung und finanzieller Förderung durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, durchgeführt.

Der Abschlussbericht umfasst 63 Seiten und enthält 42 Abbildungen und Tabellen.

Schutzgebühr: € 20,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 978-3-942541-82-4

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise

steel sheet via conventional resistance spot welding.

By now, the REW process is based on pre-holing of the cover sheet or a pre-stamping of the element into the cover sheet material and therefore requires an additional process step in both versions. The high manufacturing complexity associated with an additional process step is an economic disadvantage. The development of the self-pierce resistance element welding process (SPREW) without pre-processing using conventional RSW equipment is therefore an approaching effort. Within this project a technology benchmark regarding the feasibility of SPREW without pre-processing was carried out. Due to the complexity of the joining process, there are numerous constraints (e.g. material strength, rivet geometry), system-related limitations (e.g. low electrode force) as well as process

-related characteristics (e.g. parameter optimization).

It was found that SPREW allows the use of conventional spot welding equipment and is a particularly cost-effective joining method. Therefore the SPREW is generally feasible. Both

classic material combinations suitable for spot welding (e.g. steel-steel) and mixed-material composites (e.g. aluminium-steel or CFRP-steel) can be manufactured on the same machines, what could be proved to be a big advantage in comparison to other processes in terms of the increasing diversity of material combinations.

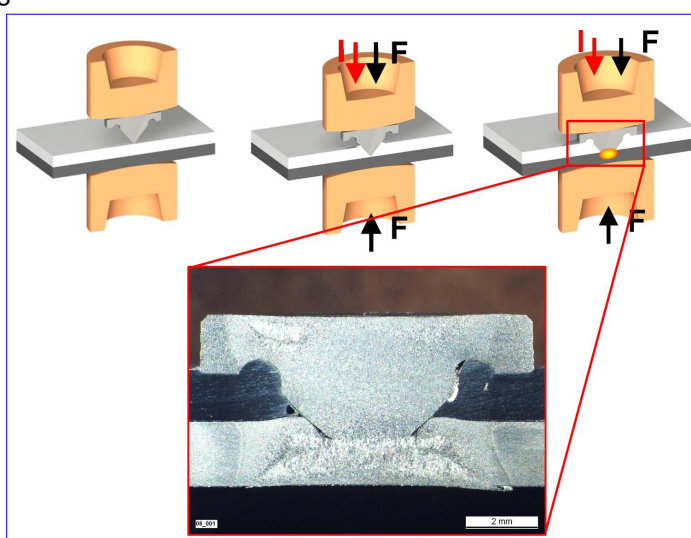


The research project was carried out at Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn. FOSTA has accompanied the research work and has organized and financed the project.

The final report contains 63 pages with 42 figures/tables.

Fee: € 20.00 incl. VAT plus mailing expenses
ISBN 978-3-942541-82-4

Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise



40 Jahre erfolgreiche Lehre und Forschung im LWF®



Anlässlich seines 40jährigen Bestehens veranstaltete das Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF®) der Universität Paderborn am 14. April das 19. Paderborner Symposium Fügetechnik und am 15. April ein Festkolloquium in der PaderHalle. Über dreihundert Gäste aus Industrie, Forschung und Förderinstitutionen folgten der Einladung und nahmen an beiden Veranstaltungen teil. Das Symposium unter der Überschrift „Wandlungsfähige Fertigung von Multimaterial-Leichtbaustrukturen“ bot ein interessantes Vortragsprogramm, welches dieses Thema im Fahrzeug- und Fassadenbau adressierte. Hierbei wurde die Schlüsselfunktion der Fügetechnik im Dreiklang zwischen Werkstoff-, Konstruktion und Fertigung deutlich. Renommiertere Referenten aus Industrie und Forschung behandelten in ihren Fachvorträgen intelligente technische Systeme im Bereich der Fügetechnik 4.0, ebenso wie die Möglichkeiten modernster Verbindungstechnik für die Großserienproduktion. Insbesondere die Flexibilität, Prozesssicherheit und Produktivität der Verfahren im Hinblick auf die vielfältigen Material-Dicken-Kombinationen standen im Fokus der Vorträge aus dem Automobil-, Luftfahrzeug- und Fassadenbau. Ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltung war die Absicherung moderner Fügeverfahren durch eine validierte Methodenentwicklung.

Beim Festkolloquium am zweiten Tag wurden wesentliche Informationen zur Entwicklung des 1976 durch Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn gegründeten und in seiner Nachfolge seit 2011 von Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut geleiteten Laboratoriums für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF®) vermittelt. Bereichert wurde die Jubiläumsveranstaltung durch einen Festvortrag mit dem Thema "Faszination Technik". Abgerundet wurde sie durch verschiedene Vorträge mit besonderem

Bezug zum LWF und zu seinem 40jährigen Bestehen. Besondere Aufmerksamkeit war auch auf die Ausstellung von aktuellen Fahrzeugen aus der Serienproduktion gerichtet. So wurde neben den Karosserien der Mercedes-Benz C-Klasse, des 7er BMW und des AUDI Q7 ebenfalls eine Flugzeugfahrwerkstruktur der HEGGEMANN AG sowie ein Rennwagen des Formula Student UPBracing Team e.V. dem Fachpublikum präsentiert.

Im Rahmen der Veranstaltung überreichte die FOSTA den Herren Professoren Hahn und Meschut anlässlich des 40jährigen Bestehens die FOSTA-Mitgliedsplakette.



Von links nach rechts: Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut (LWF®), Prof. Dr. Wilhelm Schäfer (Präsident der Universität Paderborn), Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn (LWF®), Dipl.-Ing. Franz-Josef Heise (FOSTA) und Dr.-Ing. Burkhard Schmidt (AiF)

16. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

01. und 02. März 2016 in Köln

Das jährlich stattfindende Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ hat sich seit der Erstveranstaltung im Jahr 2001 zu einer unverzichtbaren Informations- und Kommunikationsplattform in der Klebbranche entwickelt. Zur diesjährigen Veranstaltung kamen mehr als 240 Experten ins Maternushaus nach Köln, um sich auf den neuesten Stand der Forschungsbemühungen in der Klebtechnik zu bringen.

Das Vortragsprogramm beinhaltete Beiträge zu Grundlagen, zum Entwicklungsstand von Forschungsaktivitäten mit detaillierten Fachbeiträgen aus Wissenschaft und Praxis. Ein wichtiger Aspekt war die Vorstellung der neuen Norm DIN 2304-1 „Klebtechnik — Qualitätsanforderungen an Klebprozesse — Teil 1: Prozesskette Kleben“, die bald in Kraft treten wird. Diese Norm legt Begriffe fest und erläutert allgemeine organisatori-

sche, vertragliche und fertigungstechnische Grundlagen für die Herstellung klebtechnischer Verbindungen. Die Norm bezieht sich auf alle Klebstoffklassen, Werkstoffkombinationen und Branchen der Fügetechnik.

Die Vorträge wurden thematisch nach den Schwerpunkten Automotive, Simulation, Holz- und Stahlbau, Fertigung, Klebstoffe, Prüftechnik und Oberflächen gegliedert. Somit konnten branchenübergreifend Impulse und Lösungen für die Industrieunternehmen aber auch Anregungen für die Forschungsinstitute, an erfolgreiche Projektergebnisse anzuknüpfen und Anregungen für eigene Forschungsansätze zu erhalten, gegeben werden.

Die Nachwuchsförderung ist ein wichtiger Aspekt des Kolloquiums. Wie in den Vorjahren wurden auch diesmal wieder für ausgewählte Studentinnen und Studen-

ten die Reisekosten und die Gebühren für die Teilnahme am Kolloquium übernommen.

Abgerundet wurde das Kolloquium durch eine Ausstellung, auf der einschlägige in der Klebtechnik aktive Unternehmen ihre Produkte, Verfahren und Dienstleistungen vorstellten.

Veranstalter dieses erfolgreichen Kolloquiums sind die DECHEMA - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. / Fachgruppe Klebtechnik, die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS, die FOSTA-Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. und der Internationale Verein für Technische Holzfragen e. V.



„Innovationsnetzwerk für Technologiefortschritt in Bauteil-, Prozess- und Werkstoff-Design für massivumgeformte Bauteile der Automobiltechnik“



65 Partner trafen sich zum 2. Statustreffen am 12.04.2016 im Stahl-Zentrum.

Bereits am Vortag trafen sich die Forschungsstellen-Verantwortlichen, informierten sich über die bisherigen Arbeiten und bereiteten das Treffen mit den Industriepartnern am nächsten Tag vor.

Am Vormittag wurde den Industrievertretern der Gesamtstand und erste Ergebnisse des Forschungsverbundes vorgestellt und das weitere Vorgehen abgestimmt.

Am Nachmittag erfolgten innerhalb von vier Teilprojekten tiefere Erörterungen.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Rainer Salomon
Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
E-Mail: rainer.salomon@stahlforschung.de

Dr.-Ing. Rainer Tinscher
Stiftung Institut für Werkstofftechnik
E-Mail: tinscher@iwt-bremen.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Platinum Sponsor
TATA STEEL
Gold Sponsor

Georgsmarienhütte
 GmbH · seit 1856 · Edelstahl

Supporters

ASMET
 THE AUSTRIAN SOCIETY FOR
 METALLURGY AND MATERIALS

AWT

EFB

**DEUTSCHE
 MASSIVUMFORMUNG**

zmb
 Zentrum metallische Biomaterialien

massiver LEICHTBAU

IFHTSE

Host

Steel Institute VDEh
 Research Association for Steel Application (FOSTA)
 Sohnstraße 65
 40237 Düsseldorf, Germany
 www.stahl-online.de



Organizer

TEMA Technologie Marketing AG
 Mr. Carsten Scheidte
 Aachener-und-Münchener-Allee 9
 52074 Aachen, Germany

Phone: +49 241 88970-300
 Fax: +49 241 88970-999
 e-mail: info@sct2017.com
 www.tema.de



www.sct2017.com

5th SCT2017
 5th International Conference on
 Steels in Cars and Trucks

Steels in Cars and Trucks
 June 18 – 22, 2017
 Amsterdam-Schiphol,
 The Netherlands
 www.SCT2017.com

Call for Papers

- Steel Components in Cars and Trucks
- Manufacturing Components
- New Steels
- Modeling, Simulation and Testing

SCT2017

The program structure of SCT 2017 is made up of the following main topics:

Steel Components in Cars and Trucks:

Body structure, forged and stamped parts, engine (conventional, electrical), transmission, axle, shafts and gears, steering and suspension, wheels, breaks, accessories, engine management, injection, alternative drives (e.g. fuel cell), bearings

Manufacturing of Components:

Intelligent forming processes, new developments in heat treatment techniques, hybrid manufacturing, multi-material design, efficient joining techniques, innovative and economic process chains, new surface techniques (corrosion and wear protection, paint adherence) for future applications

New Steels:

Modern steel design, improved properties, new product forms, lifecycle assessment, new surface coatings, recyclability, adjusted forming, joining technologies

Modelling, Simulation and Testing:

Numerical simulation of steel properties, components and processes, (rapid) simultaneous engineering, virtual engineering and related topics, innovative testing methods for steel components, quality assessment and part integrity, new methods for characterization of material properties

Veranstaltungen mit Beteiligung der FOSTA; Termine Events with the participation of FOSTA; Dates

2016

- | | |
|----------------------|--|
| 29. Juni | 23. Sitzung des Gemeinschaftsausschusses Klebtechnik, DECHEMA-Haus, Frankfurt/Main |
| 10. November | Jahrestagung STAHL 2016, CCD Congress Center Düsseldorf
Stahldialog: Werkstoffliche Leichtbaulösungen mit Stahl |
| 07. und 08. Dezember | 6. Füge-technisches Gemeinschaftskolloquium - Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Füge-technik, München [EFB, FV-DVS, FOSTA] www.kolloquium.fuegetechnik.org |

2017

- | | |
|---------------------|--|
| 14. und 15. Februar | 17. Kolloquium: Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik, Maternus-Haus, Köln |
| 18. bis 22. Juni | 5 th SCT - International Conference on Steels in Cars and Trucks, Amsterdam-Schiphol, The Netherlands // www.sct2017.com |



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
 F +49 211 6707-129, verlagvertrieb@stahl-zentrum.de

Forschungsberichte als PDF-Version über / Research reports as PDF-version via www.stahldaten.de.

Impressum:

FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. / FOSTA - Research Association for Steel Application
 Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, Germany; T +49 211 6707-856; F +49 211 6707-840,
fosta@stahlforschung.de, www.stahl-online.de

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

