

Dipl.-Ing. V. Pavlyk

Die Modellierung und Simulation schweißtechnischer Prozesse ist von entscheidender Bedeutung für den technologischen Vorsprung bei der Fertigung neuer Maschinenbauprodukte. Die am ISF entwickelte Software *SimWeld* ermöglicht die Reduzierung der durchzuführenden Schweißversuche bei der Produktentwicklung durch Simulation des MAG- und des MIG-Schweißprozesses.

Lichtbogenschweißprozesse sind durch eine Vielzahl verschiedener physikalischer Phänomene sowie vier Aggregatzuständen der Materie charakterisiert (fest, flüssig, gasförmig und Plasma). Die zugrundeliegenden Simulationsmodelle, die den gesamten Schweißprozess umfassend beschreiben können, sind daher äußerst komplex.

Die Erfahrungen bei der Modellierung des MAG- und des MIG-Schweißens zeigen, dass neben der korrekten Beschreibung der physikalischen Phänomene und Prozesse, die thermophysikalischen, chemischen und elektrischen Eigenschaften der Werkstoffe und der Schweißumgebung sowie die Algorithmen der Stromquellen berücksichtigt werden müssen.

Moderne Stromquellen, wie beispielsweise diejenigen der Firmen CLOOS und Fronius, die im Projekt betrachtet werden, haben empirisch gestützte Steuerungs- und Regelungsfunktionen gespeichert. Diese ermöglichen die Einstellung stabiler Schweißparameter unter Produktionsbedingungen.

Im Rahmen des Kompetenzzentrums für Prozesssimulation SimPRO wird am ISF ein neues Softwarepaket für die Simulation des MAG/MIG-Schweißens entwickelt. Im *SimWeld*-Projekt wird die Simulation des MSG-Schweißprozesses für Stahl (*MAGSIM*) und des MIG-Schweißprozesses für Aluminium (*TSIM*) zu einem praxisnahen, lizenzfähigen Produkt weiterentwickelt.

Die Weiterentwicklungen umfassen die Vereinheitlichung der Benutzeroberfläche und die Optimierung des Softwarecodes sowie die Entwicklung von mathematischen Modellen für die Beschreibung der Wärmeeinbringung von Stromquellen verschiedener Hersteller und die Integration dieser Modelle in das Programmpaket. Ziel der Simulation ist eine quantitative numerische Berechnung der Schweißnahtform, des Temperaturfeldes und der mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung. Als Eingabedaten für die Simulation dienen die Schweißparameter (Stromquelle, Schweißgeschwindigkeit, Schutzgas, etc.), der Werkstoff und die Fugengeometrie.

Neben der direkten Simulation des Schweißprozesses werden auch Module für die Prozessoptimierung und die inverse Problemlösung erarbeitet. Außerdem wird eine Schnittstelle für die Übergabe der

Modelling and simulation of welding processes have decisive importance for the technological advantage in manufacturing of modern mechanical engineering products. The Software *SimWeld* which has been developed in the ISF allows the reduction of the number of weld tests to be carried out for product development through the simulation of MAG and MIG welding processes.

berechneten Schmelzbadform an eine FEM-Software, wie beispielsweise SYSWELD, entwickelt, um die auftretenden Eigenspannungen zu simulieren.

Durch die Integration einer großen Auswahl an Stromquellen und Werkstoffen in Form einer Datenbank ist ein hoher Praxisbezug gegeben. Der modulare Aufbau des Softwarepaketes ermöglicht die einfache Integration kundenspezifischer Anforderungen und Erweiterungen.

Zur Gewährleistung realistischer Simulationsergebnisse werden die Modelle anhand von Schweißversuchen durch experimentell ermittelte Ergebnisse kalibriert und verifiziert.

Das Titelbild zeigt einen simulierten Überlappstoß mit Temperaturfeld, Querschliffabmessungen und der zugehörigen Impulssimulation. Die in einem getrennten Programmmodul implementierte Impulssimulation dient der Untersuchung der Prozessstabilität sowie der Beschreibung von Wärmefluss und Lichtbogendruck. **Bild 1** zeigt eine berechnete und eine experimentell ermittelte Schweißnahtform beim Impulslichtbogenschweißen im Vergleich.

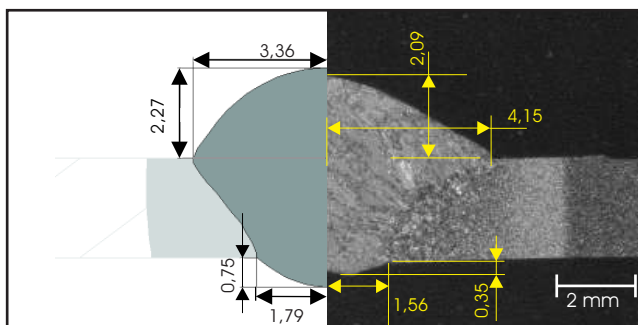


Bild 1: Vergleich des Schweißquerschnitts Simulation/ Experiment
Fig. 1: Comparison of weld cross-section Simulation/ Experiment

Die *SimWeld*-Software gibt dem Benutzer die Möglichkeit, den Bereich der auszuwählenden Prozessparameter mittels Simulation einzuschränken und dadurch die Anzahl notwendiger Experimente zu minimieren. Es können bereits im Vorfeld von Schweißversuchen Aussagen über die Ausbildung der Fugestelle getroffen werden, woraus sich ein erhebliches Einsparpotenzial für die Entwicklungs- und Arbeitsvorbereitungskosten ergibt.

Projektpartner sind das BMBF, DaimlerChrysler, Cloos Schweißtechnik, Fronius International GmbH, Linde AG sowie Böhler Thyssen Schweißtechnik.

Dr.-Ing. S. Helten

Durch die Kombination der beiden konventionellen Fügeverfahren Nd:YAG-Laserstrahlschweißen und MIG-Schweißen lassen sich verschiedene positive Synergieeffekte erzielen, welche die fertigungstechnischen Grenzen heutiger thermischer Fügeverfahren hinsichtlich Nahtqualität, Produktivität und Wirtschaftlichkeit erheblich erweitern. Im Folgenden soll dieser Zusammenhang am Anwendungsfall "Aluminiumkarosseriebau des neuen Audi A8" verdeutlicht werden.

Durch die Anwendung des Nd:YAG-MIG-Hybrid-schweißverfahrens wird im Vergleich zum Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff sowohl die Prozesssicherheit als auch die Spaltüberbrückbarkeit gesteigert. In der Praxis lässt sich hierdurch die Güte der Nahtqualität maßgeblich erhöhen. Der Zusatzwerkstoff wird dem Schmelzgut über die abschmelzende Drahtelektrode zugeführt.

Im Vergleich zum konventionellen MIG-Schweißen wird die Schweißgeschwindigkeit und die Einschweißtiefe signifikant gesteigert und der Lichtbogenprozess stabilisiert.

Bei der Fertigung der Aluminiumkarosserie des neuen Audi A8 wird die Anbindung von diversen Blechteilen auf ein Strangpressprofil mittels Laserstrahl-MIG-Hybridschweißen umgesetzt. Insgesamt werden 65 Schweißnähte mit einer Gesamtlängelänge von ca. 5 m je Fahrzeug realisiert. Die einzelnen Nahtlängen variieren dabei zwischen 30 und 260 mm. In **Bild 1** ist die Schweißgruppe "Dachrahmen seitlich" des Audi A8 dargestellt.

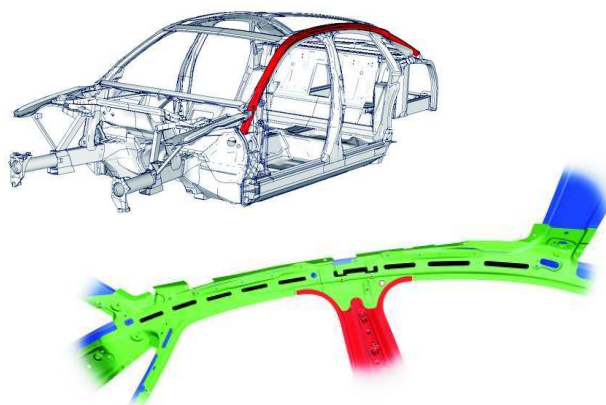


Bild 1: Schweißgruppe "Dachrahmen seitlich" der Aluminiumkarosserie des neuen Audi A8
Fig. 1: Welding Group "Lateral Roof Frame" of the Aluminium Car Body of the new Audi A8

Bei der notwendigen hohen Materialdickenpaarung von 2 und 4 mm kann selbst gegenüber dem Laserstrahlschweißen der Energieeintrag in das Bauteil über die Steigerung der Schweißgeschwindigkeit reduziert werden. Hieraus resultiert ein minimierter thermischer Verzug der gesamten Baugruppe.

The combination of the two conventional joining methods, Nd:YAG laser beam welding and MIG welding, allows to obtain various positive synergic effects, which to a considerable extent, are expanding the manufacturing limits of current thermal joining methods in regard to weld quality, productivity and economic profitability. In the following, this connection will be clarified with the example of "Aluminium Carbody Manufacturing of the Audi A8".

Die enorme streckenenergetische Sensibilität von hohen Profillängen auf die Maßhaltigkeit bedingt minimierte Energieeinträge der Fügeverfahren und zeichnet im Anwendungsfall insbesondere das Laserstrahl-MIG-Hybridschweißen aus. Infolge der hohen Prozesssicherheit dieses Verfahrens konnte die Nahtqualität verbessert werden.



Bild 2: Draufsicht (links) und Querschliff (rechts) einer Laser-MIG-Hybridschweißnaht
Fig. 2: Horizontal Projection (left) and Cross Section (right) of a Laser Beam-MIG-Hybrid Weld

Im Vergleich zum konventionellen Laserstrahlverfahren wurden insbesondere die Güte der Schweißnahtoberfläche und die Spaltüberbrückbarkeit gesteigert. In **Bild 2** ist die gute Nahtqualität einer Laser-MIG-Schweißnaht exemplarisch dargestellt.

Bild 3 zeigt das Nd:YAG-MIG-Hybridschweißverfahren im Serieneinsatz bei der Fertigung des Audi A8. Der hier eingesetzte Hybrid-Schweißkopf wird von der Firma Fronius produziert und ist in Zusammenarbeit mit der Audi AG entwickelt worden.



Bild 3: Einsatz des Laserstrahl-MIG-Hybridschweißverfahrens bei der Fertigung des Audi A8
Fig. 3: Application of the Laser Beam-MIG-Hybrid Welding Method in Manufacturing of the Audi A8

ISF Intern

Für seine herausragende Arbeit im Bereich schweißtechnischer Simulationssoftware, die in langjähriger Kooperation mit dem ISF erfolgte, wurde Professor W. Sudnik anlässlich der diesjährigen IIW Tagung in Bukarest mit dem von der DVS gestifteten, mit 2000,- € dotierten und erstmalig verliehenen *Sossenheimer Software Innovation Award* ausgezeichnet - Herzlichen Glückwunsch.



Von Juli bis Oktober diesen Jahres nutzten 5 Kollegen die Möglichkeit, mit Unterstützung des Institutes am Schweißfachingenieurlehrgang teilzunehmen. Alle Teilnehmer des ISF haben den Lehrgang erfolgreich absolviert und die Qualifikation zum SFI, EWE sowie IWE erhalten. Wir gratulieren Dr. Jörg Gollnick, Damian Piontek, Frank Höcker, Heinrich Masny und Klaus Woeste zur bestandenen Prüfung.

Das ISF feierte seit Jahresmitte die Promotionen von: Dipl.-Ing. Michael Kretschmer zum Thema "Entwicklung eines parallelen Rechners zur orts aufgelösten Kornwachstumssimulation in der Wärmeeinflusszone mittels eines modifizierten zellularen Automaten", Vortrag: "Windenergie", am 26. Juni sowie Dipl.-Ing. Stephan Helten zum Thema "Qualifizierung des Nd: YAG-MIG-Hybridschweißverfahrens für den Einsatz im Aluminiumkarosserieleichtbau", Vortrag: "Herstellung, Eigenschaften und Verarbeitung von innenhochdruckumgeformten Aluminium-Strangpressprofilen" am 9. Oktober.

Am 1. Juli trat unser geschätzter Kollege und langjähriger Betriebsingenieur Peter Bachem seinen wohlverdienten Ruhestand an. Wir wünschen alles Gute. Weiterhin sind die Kolleginnen und Kollegen Michael Kretschmer, Christina Lange, Gerda Welzel und Juliane Krott aus dem Institut ausgeschieden. Für die weitere berufliche Zukunft wünschen wir alles Gute.

Das ISF gratuliert Gregor Smolka zur Geburt seiner Tochter Lillian Marlen am 29. September 2003.

Seit der letzten Ausgabe des ISF-Direkt sind einige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Hafen der Ehe eingelaufen. Es heirateten Bärbel Nymphius im Mai, Dr. Jörg Gollnick im August und Natalie Haß-Flammang im September diesen Jahres. Wir gratulieren herzlich.

Neue Großanlagen des ISF

Im März 2003 hat das ISF, finanziert durch das Land NRW, eine neue Universalkammer-Elektronenstrahl-

schweißanlage der Fa. Steigerwald-Strahltechnik angeschafft. Diese verfügt über eine maximale Beschleunigungsspannung von 150 kV und eine maximale Strahlleistung von 60 kW. In der 2,5 m³ großen Kammer lassen sich Bauteile bis zu 500 kg Gewicht NC-gesteuert bearbeiten. Die hochpräzise Anlage ist auf dem neuesten Stand der Technik und ermöglicht die Bearbeitung innovativer Forschungsprojekte.

Seit August 2003 besitzt das ISF ebenfalls einen Hochleistungslaser der Firma Trumpf Laser GmbH. Die bis 20 kW stufenlos regelbare Ausgangsleistung ermöglicht damit die Durchführung von Forschungsprojekten auf dem Gebiet der Dickblechbearbeitung.

Aus dem Freundeskreis

Am 11. Mai diesen Jahres verstarb für uns völlig unerwartet Professor Dr. H. G. Brandt. Er war dem ISF eng verbunden und hat im Beirat des Freundeskreises über viele Jahre die Geschicke des Institutes mitbestimmt. Das ISF wird Herrn Prof. Brandt ein ehrendes Angedenken bewahren.

Veranstaltungen

Am 17. Juli wurde das ISF-Kolloquium mit dem Thema "Neueste Tendenzen zum Fügen und Trennen mittels Strahlverfahren durchgeführt". Wie gewohnt nutzten die zahlreichen Teilnehmer aus Industrie und Forschung die Fachvorträge zur regen Diskussion.

In diesem Jahr fand mit Beteiligung des ISF zum zweiten Mal die "Day and Night of the Pont" statt. Zahlreiche Studienanfänger nutzten die Gelegenheit für einen ersten Einblick in die Schweißtechnik.

Am 24. Oktober durften wir zahlreiche gergesehene Ehemalige des ISF im Rahmen unseres offiziellen Ehemaligentreffens begrüßen. Der wichtigste Tagesordnungspunkt war neben dem Fachkolloquium der gesellige Abend in der Erholungs-Gesellschaft 1837 e.V. bis lange nach Mitternacht.



Das ISF wird am 29. und 30. Juni nächsten Jahres das 9. Internationale Aachener Schweißtechnik Kolloquium veranstalten. Über 30 namhafte Referenten werden zum Thema "Fügen im Fahrzeugbau - Fortschritte, Verfahren, Anwendungen" vortragen.

Aktuelle Informationen: www.isf.rwth-aachen.de

Herausgeber: Freundeskreis des Instituts für Schweißtechnik e.V.
 Institut für Schweißtechnische Fertigungsverfahren, ISF
 Institutsdirektor Prof. Dr.-Ing. U. Dillthey
 Anschrift: Pontstrasse 49, D-52062 Aachen
 fon: +49(0)241 / 80 938 71
 fax: +49(0)241 / 80 92 170
 email: office@isf.rwth-aachen.de
 internet: www.isf-aachen.de
 Redaktion: Dipl.-Ing. M. Schleser