

Die AG W 4.12 „Laserstrahlschweißen von Kunststoffen“ stellt sich vor

AG W 4.12 "Laser Welding of Plastics" introduces itself

Die industrielle Umsetzung und Verbreitung des Laserstrahlschweißens von Kunststoffen erfolgt seit nunmehr einer Generation mit wachsendem Trend. Von Beginn an wird die Technologie durch die im DVS (DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.) verankerte Arbeitsgruppe „Laserstrahlschweißen von Kunststoffen“, kurz AG W 4.12, begleitet.

Die Ziele der Gruppe reichen von der Ausarbeitung und steten Aktualisierung von DVS-Richtlinien und zugehörigen Beiblättern rund um die fachgerechte Anwendung der Technologie Laserstrahlschweißen über den fachlichen Austausch, die Initiierung anwendungsorientierter Forschungsarbeit im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung bis hin zum branchenübergreifenden Networking.

In der Arbeitsgruppe engagieren sich zahlreiche mit der Technologie eng verbundene Industrieunternehmen (Tabelle 1) sowie verschiedene im avisierten Bereich seit Jahren ausgewiesene Forschungseinrichtungen (Tabelle 2).

Damit vertreten die Gruppenmitglieder heute nahezu alle entlang der Prozesskette beteiligten technologischen Bereiche. Genannt seien Materialhersteller, Distributoren, Anlagenhersteller, Endanwender und forschende Institutionen.

Richtlinien aus der AG W 4.12

Aus der Arbeitsgruppe heraus veröffentlicht sind bislang die DVS-Richtlinie 2243 „Laserstrahlschweißen thermoplastischer Kunststoffe“ sowie das Beiblatt 1 „Bestimmung des Transmissionsgrades des laserstrahltransparenten Fügepartners beim Laserdurchstrahlschweißen von Thermoplasten“. Die erstmals 2005 erschienene Richtlinie gibt Auskunft über den Stand der Technik. Neben einer fachlichen Einführung, einer Prozessbeschreibung, der Auflistung üblicher Verfahrensvarianten und Sonderverfahren beleuchtet die Richtlinie anwendungstechnische Aspekte wie Bauteilverunreinigungen oder Feuchtigkeitseinfang und verweist an verschiedenen Stellen auf weiterführende Literatur und Beiblätter. So widmet sich Beiblatt 1 „Bestimmung des Transmissionsgrades des lasertransparenten Fügepartners beim Laserdurchstrahlschweißen von Thermoplasten“ beispielsweise den verschiedenen Verfahren zur Ermittlung des Transmissionsgrades laserstrahltransparenter Fügepartner.

Tabelle 1: In der AG W 4.12 aktuell vertretene Unternehmen
Table 1: Companies represented in AG W 4.12 at the moment

A. Schulman GmbH	Kerpen
BASF AG RBU Engineering Plastics Europe	Ludwigshafen
bielomatik Leuze GmbH + Co. KG	Neuffen
Branson Ultraschall	Dietzenbach
Continental Automotive GmbH	Babenhausen/Regensburg
Hella KG Hueck & Co	Lippstadt
Lanxess Deutschland GmbH	Dormagen
LEISTER Process Technologies	Kägeswil, Schweiz Switzerland
LPKF Laser & Electronics AG	Erlangen
Röchling Automotive AG & Co. KG	Leifers, Italien Italy
rpm - rapid product manufacturing GmbH	Helmstedt
TechnoScriptum, Ing.-Büro Dr. Klein	Groß-Umstadt
Treffert GmbH & Co. KG	Bingen-Sponheim

Tabelle 2: In der AG W 4.12 aktuell vertretene Forschungseinrichtungen
Table 2: Research establishments represented in AG W 4.12 at the moment

Bayerisches Laserzentrum (blz)	Erlangen
Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV)	Aachen
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT)	Aachen
Rheinische Fachhochschule Köln gGmbH (RFH)	Köln Cologne

Zwar steht dem Anwender damit bereits umfangreiches Informationsmaterial rund um das Thema Laserstrahlschweißen zur Verfügung, verschiedene Fragestellungen sind aus Sicht der Arbeitsgruppenmitglieder heute jedoch noch unzureichend beleuchtet. Darum bereitet die Gruppe aktuell vier weiterführende Beiblätter vor.

Der Beiblattentwurf „Fertigungstechnische Gestaltung des Schweißbereiches beim Laserdurchstrahlschweißen von Thermoplasten“ wird beispielsweise klären, wie durch das Verfahren zu verarbeitende Bauteile in optimaler Weise

The industrial implementation and propagation of the laser welding of plastics have been taking place for a generation now with a growing trend. From the beginning, the technology has been accompanied by the "Laser Welding of Plastics" working group (in short, AG W 4.12) anchored in the German Welding Society (DVS).

The objectives of the group range from the elaboration and constant updating of DVS technical codes, guidelines and relevant supplements relating to everything to do with the correct application of the laser welding technology via the exchange of expert opinions and the initiation of application-oriented research work within the framework of joint industrial research right up to cross-sectoral networking.

A large number of industrial companies which are closely connected with the

technology (Table 1) as well as various research establishments which have been proven in the specified field for years (Table 2) are involved in the working group.

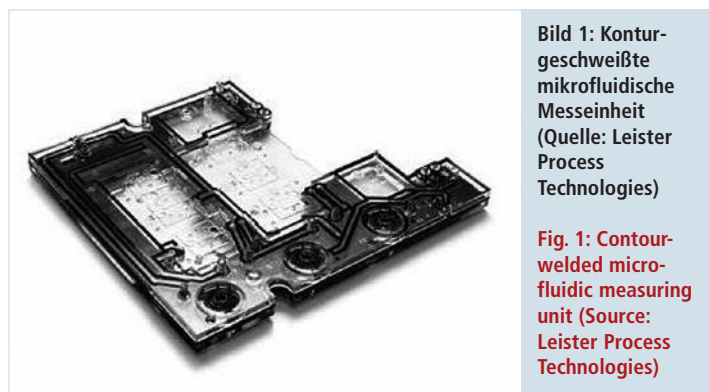
Thus, the group members today represent nearly all the technological fields participating along the process chain. Material manufacturers, distributors, installation manufacturers, end users and researching institutions may be specified here.

Technical codes and guidelines from AG W 4.12

Until now, the DVS 2243 technical code "Laser welding of thermoplastics" as well as Supplement 1 "Determination of the transmittance factor of the laser-beam-transparent joining member in the case of the laser transmission welding of thermoplastics" have been published from the working group. The technical code first published in 2005 provides information about the state of the art. In addition to an expert introduction, a process description and the listing of customary process variants and special processes, the technical code examines aspects relating to application technology such as component contaminations or moisture absorption and, at various points, refers to more detailed literature and supplements. For example, Supplement 1 "Determination of the transmittance factor of the laser-beam-transparent joining member in the case of the laser transmission welding of thermoplastics" is devoted to the various processes for establishing the transmittance factor of laser-beam-transparent joining members.

Although comprehensive information material for everything to do with the subject of laser welding is thus already available to the user, various questions have not yet been adequately examined from the viewpoint of the members of the working group. Therefore, the group is preparing four more detailed supplements at the moment.

For example, the draft supplement "Fabrication technology designing of the welding region in the case of the laser transmission welding of thermoplastics"



zu konstruieren sind und worauf im Sinne einer fertigungsgerechten Bauteil-auslegung bereits zum Zeitpunkt des Schweißteiledesigns geachtet werden sollte. Denn dass mithilfe des Verfahrens bei fertigungsgerechter Gestaltung durchaus komplexe und technisch anspruchsvolle Teile gefügt werden können, zeigen die Bilder 1 bis 3 anhand drei exemplarisch ausgewählter Applikationen eindrucksvoll.

Der Entwurf zum geplanten Beiblatt 3 wird sich mit der Verträglichkeit unterschiedlicher Thermoplaste im Laserstrahlschweißprozess auseinander setzen. Ähnlich wie im Mehrkomponentenspritzguss, können auch durch Laserschweißen unter bestimmten Voraussetzungen artungleiche Verbindungen, also Verbindungen zwischen Bauteilen aus unterschiedlichen Thermoplasttypen hergestellt werden. Aufgrund verschiedener Belange ist dabei jedoch nicht jede Kombination gleich gut schweißbar. Welche Bedingungen erfüllt sein müssen bzw. welche werkstoffseitigen Größen Einfluss auf die Schweißbarkeit solcher artungleicher Verbindungen besitzen, wird künftig Beiblatt 3 erläutern.

Neben der geometrischen Gestalt der Schweißteile und den verwendeten Thermoplasttypen haben auch im Material der Schweißteile enthaltene Additive und Farbstoffe großen Einfluss auf die Schweißbeignung. Bedingen diese Stoffe doch häufig nicht nur den für den Menschen wahrnehmbaren Farbeindruck im visuellen Spektralbereich (etwa 350 nm bis 800 nm), sondern haben meist auch gehörige Auswirkungen auf die für das Laserdurchstrahlschweißen so wichtigen optischen Bauteileigenschaften (Reflexions-, Transmissions- und Absorptionsgrad sowie Streukoeffizient) im Spek-



Bild 2: Quasi-simultangeschweißte Kfz-Seitenmarkierungsleuchte (Quelle: Hella KG Hueck & Co.)

Fig. 2: Quasi-simultaneously welded side marker lamp of a motor vehicle (Source: Hella KG Hueck & Co.)

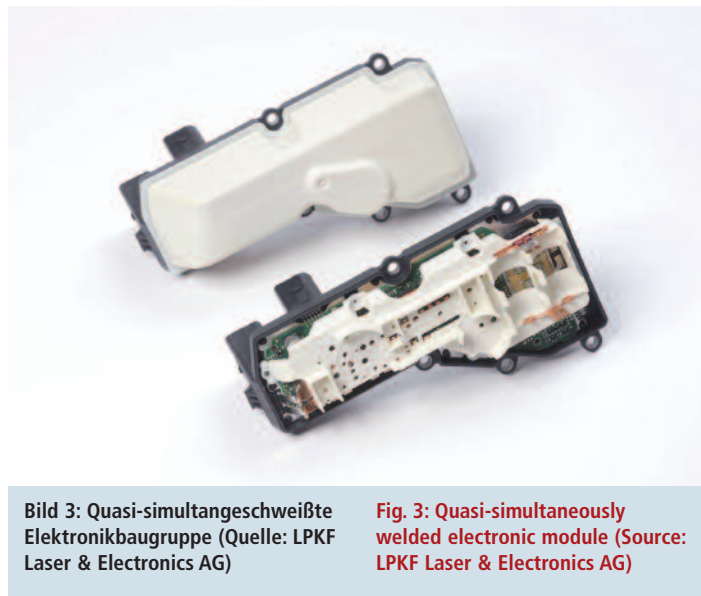


Bild 3: Quasi-simultangeschweißte Elektronikbaugruppe (Quelle: LPKF Laser & Electronics AG)

Fig. 3: Quasi-simultaneously welded electronic module (Source: LPKF Laser & Electronics AG)

tralbereich der zum Schweißen verwendeten Laserstrahlung mit Wellenlängen von rund 800 nm bis 1.500 nm. Damit beeinflussen Additive und Farbstoffe die

will clarify how components to be processed using the method can be designed in an optimum way and what should already be borne in mind at the

time when welding parts are designed in terms of designing components in a form appropriate for fabrication. Because the fact that complex and technically demanding parts can certainly be joined with the aid of the process subject to designing appropriate for fabrication is shown impressively on Figs. 1 to 3 on the basis of three applications selected as examples.

The draft for the planned Supplement 3 will address the compatibility of different thermoplastics in the laser welding process. Like the case of multicomponent injection moulding, dissimilar joints (i.e. joints between components made of different thermoplastic types) can also be manufactured by means of laser welding subject to certain prerequisites. However, due to various concerns, not every combination exhibits equally good weldability in this respect. In future, Supplement 3 will explain what conditions must be fulfilled and what variables on the materials side exert an influence on the weldability of such dissimilar joints.

In addition to the geometrical shape of the welding parts and the utilised thermoplastic types, any additives and colorants contained in the material of the welding parts also have a great influence on the weldability. Indeed, these substances frequently not only give rise to the colour impression perceptible to the human being in the visual spectral range (approx. 350 - 800 nm) but mostly also have huge effects on the optical component properties which are so important for laser transmission welding (reflectance, transmittance and absorbance factors as well as dispersion coefficient) in the spectral range of the laser radiation used for the welding with

Serienschweißlösungen mit Ultraschall

Mit den Ultraschalllösungen aus unserem Hause erreichen Sie Ihre Ziele in der Serienproduktion: Schweißdauer unter 1 s, reproduzierbare Schweißergebnisse, hohe Stückzahlen und niedriger Energieverbrauch. Basierend auf unserer jahrzehntelangen Erfahrung beraten wir Sie bei der Materialauswahl, der schweißgerechten Fügenahtgestaltung und der Entwicklung der notwendigen Schweißwerkzeuge.

Unsere qualifizierten Fachleute betreuen Sie weltweit vor Ort!

BRANSON ULTRASCHALL · A division of EMERSON Technologies GmbH & Co. OHG
Waldstrasse 53-55 · D-63128 Dietzenbach · www.branson.eu · info@branson.de



Strahl-Stoff-Wechselwirkung, haben Einfluss auf das im Schweißnahtbereich resultierende, räumlich und zeitlich veränderliche Temperaturprofil und determinieren somit den Schweißprozess und sein Ergebnis besonders nachhaltig. Zudem plant die Arbeitsgruppe, Beiblätter zur Nahtqualitätsbeurteilung und zum Thema Prozessbeobachtung zu veröffentlichen. Auch in diesen Feldern stößt der Anwender auf oft komplexe Fragestellungen mit Auswirkung auf die gesamte Prozesskette. Wie sollte die Qualität einer Laserstrahlschweißnaht beurteilt werden? Wie lassen sich Laserstrahlschweißprozesse überwachen oder regeln? Auf eben solche Fragen werden die letztgenannten Beiblattentwürfe auch Antworten parat haben. Wie oben erwähnt, befassen sich die Mitglieder der AG W 4.12 aber nicht nur mit der Ausarbeitung von Richtlinien und Beiblättern.

Anwendungsorientierte Forschung

Auch die Anwendungsorientierte Forschung stellt ein wichtiges Anliegen der Gruppe dar. So wurden und werden durch die in der Gruppe engagierten Forschungsinstitute natürlich verschiedene Projekte rund um das Laserstrahlschweißen von Kunststoffen verfolgt. Aktuell arbeiten zum Beispiel das Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV), das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT) sowie die Rheinische Fachhochschule Köln (RFH) gemeinsam an dem Thema „Laserdurchstrahlschweißen von Kunststoffen – Verfahrensvariantenvergleich und Prozessmodellierung zur Vereinfachung der Prozessqualifizierung und -auswahl“. Das zentrale Ziel des gleichnamigen Forschungsvorhabens ist der systematische experimentelle, analytische und simulative Vergleich der Verfahrensvarianten Kontur-, Simultan-, Quasi-Simultan-Schweißen und der Sonderverfahren Globo-Schweißen und TWIST (Transmission Welding by an Incremental Scanning Technique) beim Laserdurchstrahlschweißen von Kunststoffen. Geschaffen werden soll eine ver-

lässliche und belastbare Entscheidungsbasis für Anwender, um künftig für verschiedenste Applikationen das jeweils optimal geeignete Laserstrahlschweißverfahren sowohl unter technischen als auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten rasch auswählen und qualifizieren zu können (DVS-Nr. 11.028).

Parallel befasst sich das Bayerische Laserzentrum (blz) mit dem laserbasierten Fügen visuell transparenter Thermoplaste (DVS-Nr. 11.026). Ziel dieses Projekts ist die zielstrebige Prozessentwicklung eines laserbasierten Schweißverfahrens zum stoffschlüssigen Fügen visuell transparenter Kunststoffteile. Neben der Verfahrensentwicklung entsteht ein Technologiepaket, mit dessen Hilfe der Prozess auf vielen heute bereits im Feld befindlichen Anlagen umgesetzt werden kann.

Der oben erwähnte fachliche und natürlich auch persönliche Austausch der Arbeitsgruppenmitglieder ist über zweimal jährlich stattfindende Treffen der Gruppe sichergestellt. An wechselnden Veranstaltungsorten tagen die Mitglieder, um nach zurückliegenden Treffen oft in dezentralen Arbeitskreisen Umgesetztes gemeinsam zu diskutieren, neue Ziele und Aufgaben für die Zukunft zu definieren und Aktuelles zu besprechen. Die oben aufgeführten Unternehmen tragen zu diesen Treffen bei durch Benennung aktueller Fragestellungen und Vorstellung stets äußerst interessanter Abläufe in den Unternehmen oder neuer Produkte. Die Forschungsinstitute beteiligen sich durch Berichte und Vorträge aus laufenden, teils in der Vergangenheit durch die Mitglieder der AG W 4.12 initiierten Forschungsaktivitäten.

Obmann der AG W 4.12 und damit ein möglicher erster Ansprechpartner zum Thema Laserstrahlschweißen von Thermoplasten ist Herr Prof. Dr. Ulrich A. Russek von der Rheinischen Fachhochschule Köln (russek@rfh-koeln.de).

Autoren: Dipl.-Ing. Martin Devrient, Prozesstechnik Nichtmetalle, blz Bayerisches Laserzentrum GmbH, Erlangen; Prof. Dr. Ulrich A. Russek, Rheinische Fachhochschule Köln gGmbH, Köln

wavelengths from around 800 nm to 1,500 nm. Therefore, additives and colorants influence the beam-substance interaction, have an effect on the temperature profile which results in the weld region and changes according to the position and the time and thus determine the welding process and its result in a particularly enduring form. Moreover, the working group is planning to publish supplements about the assessment of the weld quality and on the subject of process observation. In these fields too, the user encounters often complex questions with an effect on the whole process chain. How should the quality of a laser weld be assessed? How can laser welding processes be monitored or even controlled? The latter specified draft supplements will also have available answers to just such questions.

However, as mentioned above, the members of AG W 4.12 are not only concerned with the elaboration of technical codes, guidelines and supplements.

Application-oriented research

Application-oriented research also constitutes one important matter of interest for the group. Of course, various projects relating to everything to do with the laser welding of plastics were and are thus being pursued by the research institutes involved in the group.

For example, the Institute of Plastics Processing (IKV), the Fraunhofer Institute of Laser Technology (ILT) as well as the Rhineland University of Applied Sciences in Cologne (RFH) are currently jointly working on the subject of the "Laser transmission welding of plastics - Process variant comparison and process modelling for the simplification of the process qualification and selection". The central objective of the research project with the same name is the systematic experimental, analytical and simulative comparison of the contour, simultaneous and quasi-simultaneous welding process variants and of the Globo welding and TWIST (Transmission Welding by an Incremental Scanning Technique) special processes in the case of the laser transmission weld-

ing of plastics. A reliable and serviceable basis for decisions is to be created for users in order to be able to rapidly select and qualify the laser welding process which is optimally suitable in each case with regard to both technical and economic aspects for the most diverse applications in future (DVS no. 11.028).

In parallel, the Bavarian Laser Centre (blz) is concerned with the laser-based joining of visually transparent thermoplastics (DVS no. 11.026). The objective of this project is the purposeful development of a laser-based welding process for the material-locking joining of visually transparent plastic parts. In addition to the process development, there is a technological package which can be used in order to implement the innovative process comparable with the laser transmission welding process well-known today on many installations already located in the field today.

The above-mentioned exchange of expert and, of course, also personal opinions between the members of the working group is assured by meetings of the group which take place twice per year. The members convene at changing venues in order to jointly discuss the implemented measures often in decentralised working parties after previous meetings, to define new objectives and tasks for the future and to speak about the latest news. The companies listed above contribute to these meetings by designating topical questions and by introducing always extremely interesting sequences in the companies or new products. The research institutes participate with reports and lectures from ongoing research activities partly initiated by the members of AG W 4.12 in the past.

The Chairman of AG W 4.12 and thus one possible first contact on the subject of the laser welding of thermoplastics is Prof. Dr. Ulrich A. Russek from the Rhineland University of Applied Sciences in Cologne (russek@rfh-koeln.de).

Authors: Dipl.-Ing. Martin Devrient, Process Technology for Non-Metals, Bavarian Laser Centre (blz), Erlangen and Prof. Dr. Ulrich A. Russek, Rheinische Fachhochschule Köln gGmbH, Köln