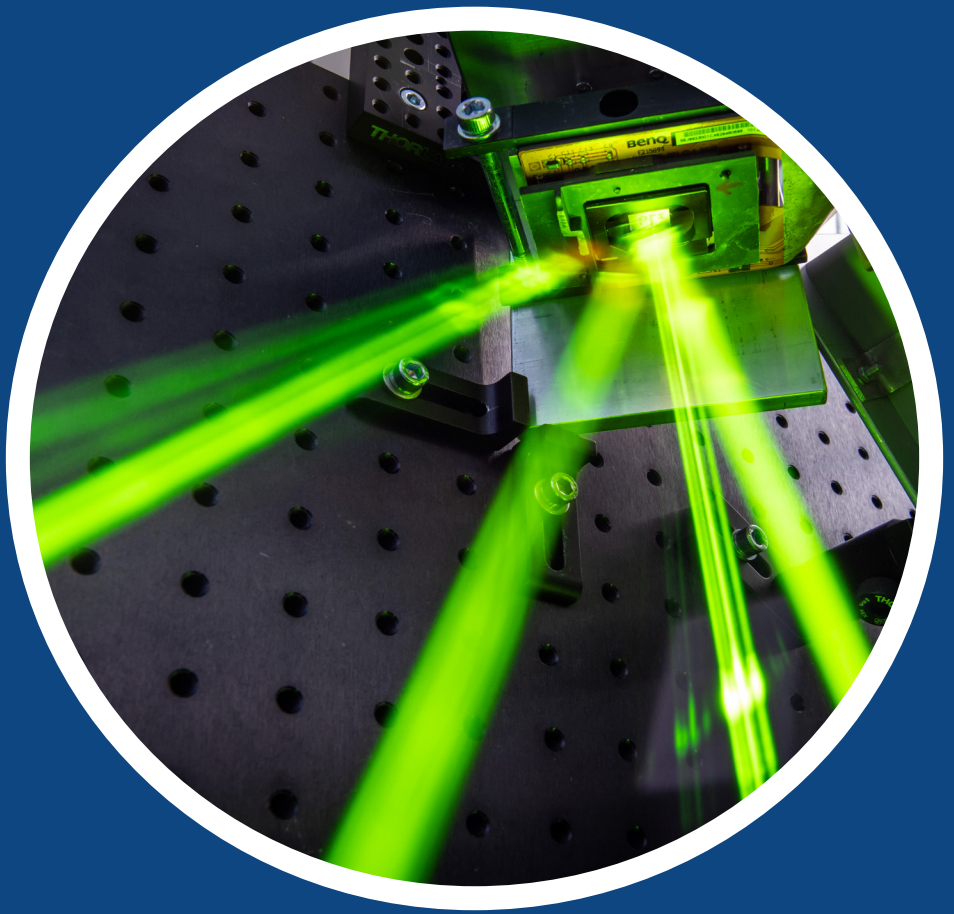
Jahresbericht
2022



bLz Bayerisches Laserzentrum

Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt & Dr.-Ing. Stephan Roth

Liebe Leserinnen und Leser,

das Jahr 2022 stand für uns ganz im Zeichen des „Wiedersehens“. Den Auftakt dazu machte im Frühjahr die Weltleitmesse LASER World of PHOTONICS in München. Auf unserem Sonderschaustand des blz und LPTs, den wir traditionell gemeinsam mit dem iwb der TU München und der Messe München organisieren, konnten wir endlich Partner*innen wieder persönlich treffen. Unser Highlight war in diesem Jahr aber die internationale CIRP-Konferenz „LANE“, welche nach der digitalen Ausgabe 2020 wieder vor Ort in Fürth stattfinden konnte. Die wissenschaftlichen Diskussionen während der Konferenz und das ungezwungene Networking bei den Abendveranstaltungen haben eine ganz besondere Atmosphäre und sind virtuell nicht zu ersetzen.

Natürlich haben wir in diesem Jahr auch an vielen wissenschaftlichen Projekten gearbeitet. Ausführliche Berichte darüber sowie ausgewählte Erfolgsstorys zu unserer anwendungsorientierten Forschungsarbeit finden Sie auf den folgenden Seiten.

Wir hoffen, dass Sie mit dem vorliegenden Jahresbericht Inspirationen für Ihre eigene Arbeit erhalten und freuen uns, auch im nächsten Jahr – in dem wir den 30. Geburtstag des blz feiern – wieder mit Ihnen zusammenarbeiten zu können.

Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt | Dr.-Ing. Stephan Roth
Geschäftsführer der Bayerisches Laserzentrum GmbH

Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt & Dr.-Ing. Stephan Roth

Dear Readers,

For us, the year 2022 was all about „reunions“. The world‘s leading trade fair LASER World of PHOTONICS in Munich kicked things off in the spring. At our special exhibition booth of blz and LPT, which we traditionally organize together with the iwb of the Technical University of Munich and Messe München, we were finally able to meet partners in person again. But this year our highlight was the international CIRP conference „LANE“, which, after the digital edition in 2020, could again take place on site in Fürth. The scientific discussions during the conference and the informal networking at the evening events have a very special atmosphere and cannot be replaced online.

Of course, we also worked on many scientific projects this year.
You will find detailed reports on these as well as selected success stories on our application-oriented research work on the following pages.

We hope that this annual report will provide you with inspiration for your own work, and we look forward to working with you again next year - when we will be celebrating blz‘s 30th birthday.

Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt | Dr.-Ing. Stephan Roth
Managing Directors of Bayerisches Laserzentrum GmbH

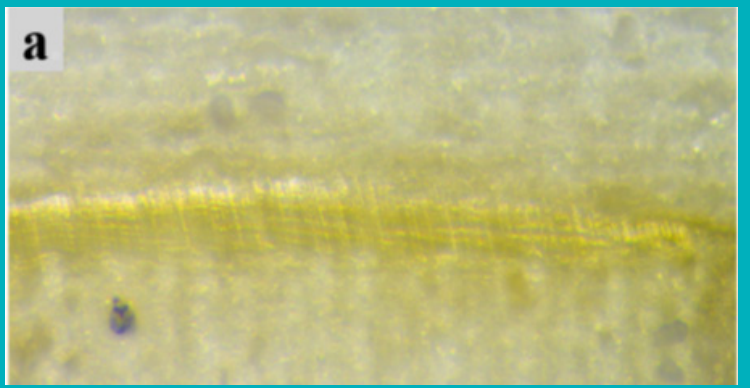
Erfolgsgeschichten
Success stories

Strategien zur Herstellung von Bauteilen mit multifunktionalen Eigenschaften – Laserschweißen additiv gefertigter Bauteile

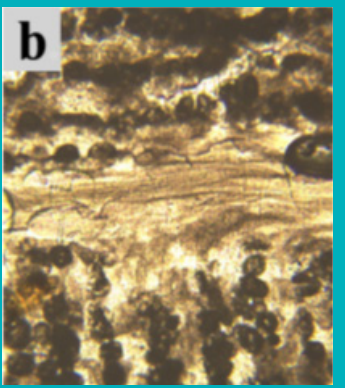
Strategies for manufacturing components with multi-functional properties – laser welding of additively manufactured components

Ein Forschungsschwerpunkt im Bereich der Additiven Fertigung ist die Erarbeitung und Erprobung von prozessrelevantem Wissen sowie daraus abgeleiteten Methoden, um die Fertigung von Bauteilen mit multifunktionalen Eigenschaften zu ermöglichen. Hierbei werden zwei unterschiedliche methodische Lösungskonzepte verfolgt, welche sich zum einen auf ein neuartiges Pulverauftragsverfahren für das laserbasierte Pulverbettschmelzen auf Grundlage des elektrofotografischen Prinzips und zum anderen auf das Fügen von additiv gefertigten Bauteilen konzentrieren.
Durch das Fügen additiv gefertigter Bauteile und die vorgelagerte, lokale Oberflächenmodifikation, lassen sich Bauteile mit multifunktionalen Eigenschaften bis hin zu großflächigen Funktionsbaugruppen herstellen. Hierbei kommt insbesondere das Verfahren des Laserdurchstrahlschweißens zum Einsatz, welches sich durch hohe Verbundqualität, Mediendichtheit sowie Flexibilität auszeichnet. Eine Erweiterung der Prozessgrenzen mittels spezifischer Anpassung des Laserstrahlschweißens an die besonderen morphologischen und daraus resultierend optischen Eigenschaften von additiv gefertigten Bauteilen ermöglicht neue Einsatzgebiete mit vielfältigen und komplexen Anforderungen für die Additive Fertigung. Es konnte bereits gezeigt werden, dass die mechanische Festigkeit von mittels Laserdurchstrahlschweißen gefügten additiv gefertigten Bauteilverbünden, wie auch bei gefügten Spritzgussbauteilen, mehr als 90 % der jeweiligen Grundmaterialfestigkeit betragen kann. Somit ist es nun möglich, additiv gefertigte Bauteile mit vergleichbar hoher Qualität wie Spritzgussbauteile mittels Laserdurchstrahlschweißens zu fügen.

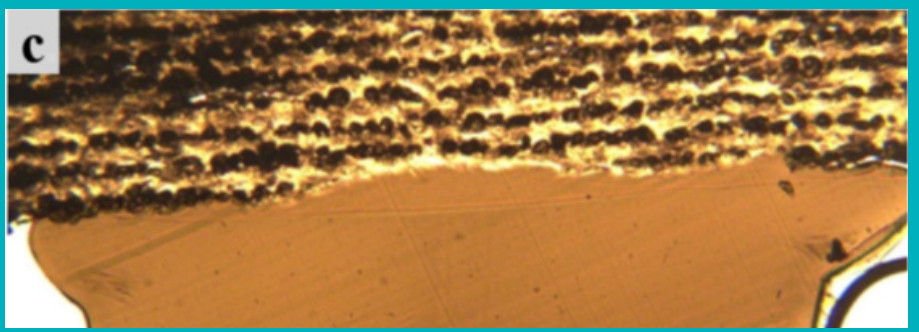
One research focus in the area of Additive Manufacturing is the development and testing of process-relevant knowledge as well as methods derived from this knowledge in order to enable the manufacturing of components with multifunctional properties. Two different methodological solution concepts are being pursued here, which focus on the one hand on a novel powder application process for laser-based powder bed fusion based on the electrophotographic principle and on the other hand on the joining of additively manufactured components.
Joining of additively manufactured components and the associated surface modification can also be used to produce components with multifunctional properties up to large-scale functional assemblies. In particular, the laser transmission welding process is used here, which is characterized by high joining quality, media tightness and flexibility. An extension of the process limits by means of specific adaptation of laser welding to the special morphological and resulting optical properties of additively manufactured components enables new areas of application with diverse and complex requirements for additive manufacturing. It has already been shown that the mechanical strength of Additively Manufactured component assemblies joined by laser transmission welding, as well as injection molded components, can be above 90 % of the respective base material strength. It is therefore now also possible to join additively manufactured components with a comparably high quality as injection molded components using laser transmission welding.



(a) Schweißnaht von zwei additiv gefertigten Teilen (PA12)
Weld seam of two additively manufactured (AM) parts (PA12)



(b) Schmaler Querschnitt der Schweißnaht von zwei zusammengefügten AM-Teilen (PA12)
Thin section of weld seam of two joined AM parts (PA12)



c) Dünnschnitt der Schweißnaht eines AM-Teils (oben), das mit einem Spritzgussteil (unten) verbunden ist, beide PA12
Thin section of weld seam of AM part (top) joined with injection molded part (bottom), both PA12

Sauerwein, Geiger, Kopp et al. (LANE 2022)

Strategien zur Herstellung von Bauteilen mit multifunktionalen Eigenschaften - Elektrofotografie

Strategies for manufacturing components with multi-functional properties - electrophotography

Ein Forschungsschwerpunkt im Bereich der Additiven Fertigung hat die Erarbeitung und Erprobung von prozessrelevantem Wissen sowie daraus abgeleiteten Methoden zum Ziel, um die Fertigung von Bauteilen mit multifunktionalen Eigenschaften zu ermöglichen. Hierbei werden zwei unterschiedliche methodische Lösungskonzepte verfolgt, welche sich zum einen auf ein neuartiges Pulverauftragsverfahren für das laserbasierte Pulverbettschmelzen auf Grundlage des elektrofotografischen Prinzips und zum anderen auf das Fügen von additiv gefertigten Bauteilen konzentrieren. Mithilfe des elektrofotografischen Pulverauftrags können verschiedene Kunststoffe mit unterschiedlichsten Eigenschaftsprofilen (z. B. hinsichtlich ihrer mechanischen, thermischen oder chemischen Eigenschaften) inhärent bereits während des Herstellprozesses zu einem Multi-Material-Bauteil kombiniert werden. Dies erweitert den Gestaltungsfreiraum beim laserbasierten Pulverbettschmelzen, da lokal unterschiedliche Bauteilfunktionalitäten durch vielfältige Werkstoffkombinationsmöglichkeiten eingestellt werden können. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass der elektrofotografische Pulverauftrag weitere Limitationen, welche mit herkömmlichen rakel- oder rollerbasierten Pulverauftragstechniken einhergehen, überwinden kann. So erlaubt er die Verarbeitung von Polymer-Pulvern im laserbasierten Pulverbettschmelzen (PBF-LB/P), welche bisher aufgrund unzureichender Fließfähigkeit nicht oder nur schlecht verarbeitet werden konnten. Zudem lässt sich die Materialausbeute durch die elektrofotografische und somit selektive Ablage von Pulveranteilen deutlich steigern. Durch die selektive Pulverablage ausschließlich in Bereichen, in denen sie für die Generierung des Bauteils notwendig sind, lässt sich die Pulverausbeute von etwa 10 % bei herkömmlichen Pulverablageverfahren auf bis zu 95 % bei der elektrofotografischen Pulverablage erhöhen..

One research focus in the area of Additive Manufacturing is the development and testing of process-relevant knowledge as well as methods derived from this knowledge in order to enable the manufacturing of components with multifunctional properties. Two different methodological solution concepts are being pursued here, which focus on the one hand on a novel powder application process for laser-based powder bed fusion based on the electrophotographic principle and on the other hand on the joining of additively manufactured components. With the aid of electrophotographic powder deposition, different plastics with a wide range of property profiles (e. g. with regard to their mechanical, thermal or chemical properties) can be inherently combined into a multi-material component already during the manufacturing process. This expands the design freedom in laser-based powder bed fusion, as locally different component functionalities can be set by a wide range of material combination options. In addition, it has been shown that electrophotographic powder application can eliminate further limitations associated with conventional doctor blade- or roller-based powder application processes. For example, it allows the processing of polymer powders in laser-based powder bed fusion (PBF-LB/P), which previously could not or only poorly be processed due to insufficient flowability. Furthermore, the material yield can be significantly increased by the electrophotographic and thus selective deposition of powder components. By selectively depositing powder only in areas where it is necessary for generating the component, the powder yield can be raised from about 10 % with conventional powder deposition methods to up to 95 % with electrophotographic powder deposition.

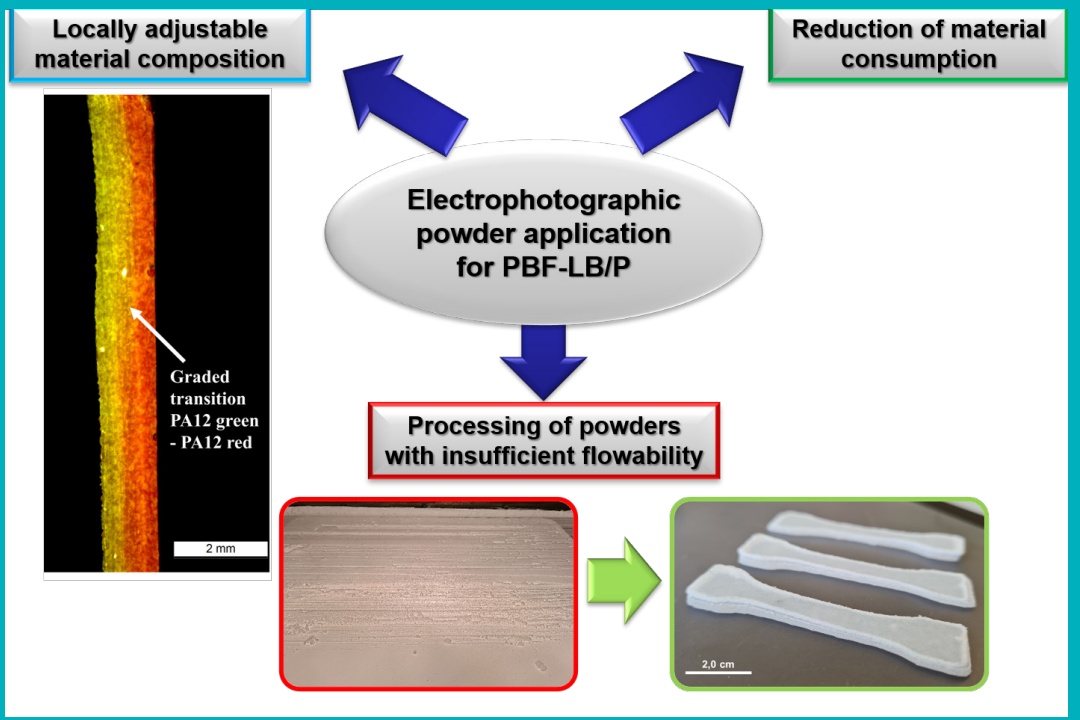


Abbildung: Neue Möglichkeiten für die pulverbasierte Additive Fertigung durch elektrophotographischen Pulverauftrag

Figure: New possibilities for powder-based Additive Manufacturing by using electrophotographic powder application

Maßgeschneiderte Materialeigenschaften mittels Additiver Fertigung und In-Situ-Legierungsbildung

Tailoring material properties by means of Additive Manufacturing and in-situ alloying

Viele Industriezweige mit herausfordernden Einsatzbedingungen (Offshore-, Nuklear-, Abwasserindustrie usw.) benötigen nicht nur hochentwickelte Werkstoffe, sondern auch eine On-Demand-Produktion von Ersatzteilen und kurze Reparaturzeiten. In diesem Zusammenhang kann das Laserpulverauftragschweißen (LPAS) als additive Fertigungstechnologie einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil bieten. Die hohe Anwendungsflexibilität des LPAS ermöglicht die Erzeugung funktioneller Beschichtungen, die Reparatur verschlissener Komponenten und auch die Additive Fertigung großvolumiger Teile mit maßgeschneiderten Materialeigenschaften. Ein innovativer Ansatz zur Modifizierung von Materialeigenschaften ist die sogenannte In-Situ-Legierungsbildung. Durch das Mischen von pulverförmigen Standardlegierungen mit Elementarpulver vor oder während der Bauteilfertigung können die chemische Zusammensetzung des aufgebauten Werkstoffs und die resultierenden Materialeigenschaften flexibel angepasst werden. In Kooperation mit der Fa. KSB SE & Co. KGaA wird in einem Forschungsprojekt die Verarbeitung und Modifizierung von Duplexstahl beim LPAS untersucht. Dieser hochlegierte Stahl zeichnet sich durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit und hervorragende mechanische Eigenschaften infolge eines ausgeglichenes Ferrit- zu Austenit-Phasenverhältnisses aus. Die Einstellung dieses Phasenverhältnisses ist jedoch von einer Vielzahl metallurgischer und prozesstechnischer Zusammenhänge abhängig. Mittels einer angepassten LPAS-Prozessführung konnten defektfreie Probekörper mit dem gewünschten Duplexgefüge und mechanische Eigenschaften gemäß der Legierungsspezifikation erzeugt werden. Darüber hinaus lässt sich durch das Hinzulegieren z.B. von Chrom oder Nickel die Phasenbildung gezielt beeinflussen. Während eine Chrom-Zugabe den Ferrit-Anteil und dadurch die Verschleißbeständigkeit erhöht, verbessert ein erhöhter Nickel- und somit Austenit-Anteil die Korrosionsbeständigkeit des Duplexstahls (Abbildung).

Many industries with challenging operating environments (offshore, nuclear, wastewater, e.g.) require not only advanced materials, but also on-demand production of spare parts and short repair times. In this context, laser-based Directed Energy Deposition (DED-LB/M) as an Additive Manufacturing technology can offer a decisive competitive advantage. The high application flexibility of DED-LB/M enables the generation of functional coatings, the repair of worn components and also the Additive Manufacturing of large-volume parts with customised material properties. An innovative approach to modify material properties is the so-called in-situ alloying. By mixing standard alloys in powder form with elemental powder before or during component production, the chemical composition of the deposited material and the resulting material properties can be flexibly adapted. In cooperation with KSB SE & Co. KGaA, the processing and modification of duplex stainless steel with DED-LB/M is investigated in a research project. This high-alloyed steel is characterised by high corrosion resistance and excellent mechanical properties due to a balanced ferrite to austenite phase ratio. However, the adjustment of this phase ratio depends on various metallurgical and process-related interactions. By means of an appropriate DED-LB/M process, defect-free test specimens with the desired duplex microstructure and mechanical properties according to the alloy specification could be obtained. In addition, the phase formation can be specifically influenced by adding e.g. pure chromium or nickel. While a chromium addition increases the ferrite content and thus the wear resistance, an increased nickel and therefore austenite content improves the corrosion resistance of the duplex stainless steel (Figure).

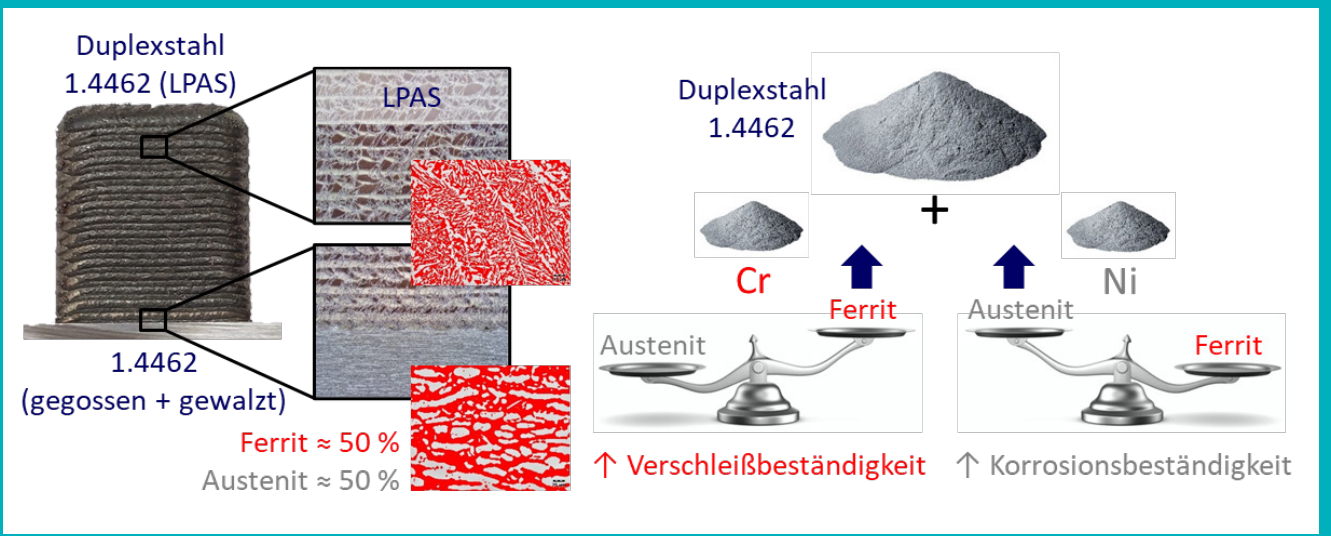


Abbildung: Mikrostruktur des mittels LPAS verarbeiteten Duplexstahls (links) und Erhöhung der Verschleiß- bzw. Korrosionsbeständigkeit des Duplexstahls mithilfe der In-Situ-Legierungsbildung (rechts).
Figure: Microstructure of DED-LB/M processed duplex stainless steel (left) and increasing wear or corrosion resistance of the duplex stainless steel by means of in-situ alloying (right).

Laserbasiertes Tropfen-Jet-Hartlöten von mikroelektronischen Verbindungen für die Halbleitertechnik

Laser-based droplet brazing of microelectronic interconnections for semiconductor technology

Ein Ziel der Weiterentwicklung des laserbasierten Tropfen-Jet-Hartlötens ist die Erweiterung des Anwendungsgebiets dieser Kontaktierungsmethode, mit der hochrobuste, mikroelektronische Verbindungen gefertigt werden können. Bei dem Verfahren wird eine kleine Hartlotkugel mit Hilfe eines Laserstrahls aufgeschmolzen. Nach einer kurzen Flugphase wird die Schmelze annähernd kräftefrei auf das Bondpad des Schaltungsträgers appliziert und stellt hierbei mit dem für die elektrische Schaltung notwendigen Draht eine stoffschlüssige Verbindung her. In vorangegangenen Untersuchungen konnten Kontaktierungen aus Bronzelot mit einer hohen mechanischen und thermischen Stabilität insbesondere auf dünnen Substratschichten erzeugt werden. In der Halbleitertechnik werden jedoch Kontaktierungen aufgrund der hervorragenden Oxidationsbeständigkeit oftmals aus reinem Gold gefertigt. Wie in Abbildung 1 veranschaulicht, konnte im Rahmen eines DFG-Transferprojekts gezeigt werden, dass sich mit dem Verfahren unter Verwendung von reinem Goldlot 50 µm dünne Golddrähte erfolgreich auf einem mit Gold metallisierten Keramikträger fügen lassen. Dabei muss das vergleichsweise enge Prozessfenster exakt eingehalten werden, da die Lötstelle andernfalls eine geringe mechanische Widerstandsfähigkeit aufweist oder der Dünndraht durch die Lotschmelze während des Kontaktierungsvorgangs durchtrennt wird. Durch das zusätzliche Beheizen des Substrats wurde das Prozessfenster vergrößert. Als weiteres Anwendungsbeispiel ist in Abbildung 2 ein mit Aluminium bedampfter Siliziumwafer zu sehen, auf dem ebenfalls extrem robuste Goldverbindungen erzeugt werden konnten.

One goal of the development of laser-based droplet brazing is to expand the application range of this contacting method, that can be used to create highly robust, microelectronic interconnections. In the process, a small brazing sphere is molten by using a laser beam. After a short flight phase, the melt is applied almost force free to the bond pad of the circuit carrier, thereby forming a material bond with the wire required for the electrical circuit. In previous investigations, bronze brazing contacts with high mechanical and thermal stability could be produced, especially on thin substrate layers. In semiconductor technology, however, contacts are often made of pure gold due to its excellent oxidation resistance. As illustrated in Figure 1, within a DFG transferproject it was demonstrated that 50 µm thin gold wires can be successfully joined to a gold metallized ceramic substrate using pure gold braze. The comparatively narrow process window must be adhered exactly, otherwise the braze joint will have low mechanical resistance or the thin wire will be cut by the braze melt during the contacting process. By additionally heating the substrate, the process window was extended. As a further application example, figure 2 shows a silicon wafer vaporized with aluminum, on which it was also possible to produce extremely robust gold connections.

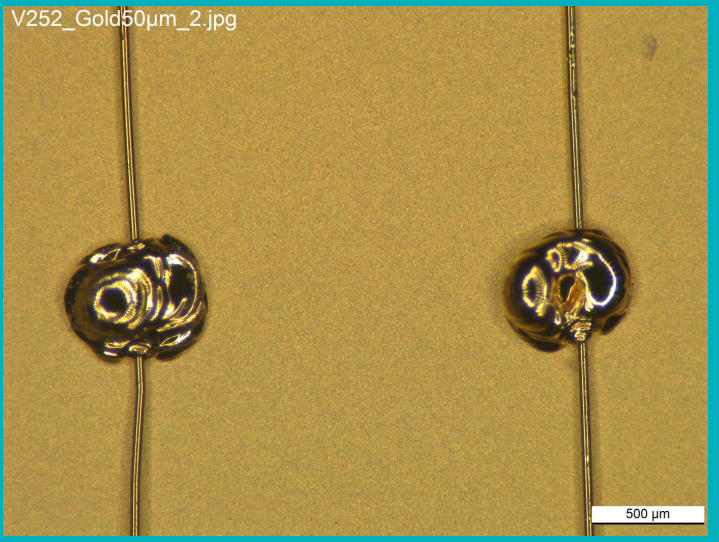


Abbildung 1: Mittels laserbasierten Tropfen-Jet-Hartlöten erzeugte Goldverbindung eines Drahtes mit 50 µm Durchmesser auf einem mit Gold metallisierten Keramikträger (Au-Schichtdicke: 6 µm)
Figure 1: Gold joint with a 50 µm wire on a ceramic substrate metallized with gold (Au-layer thickness: 6 µm), created by laser-based droplet brazing

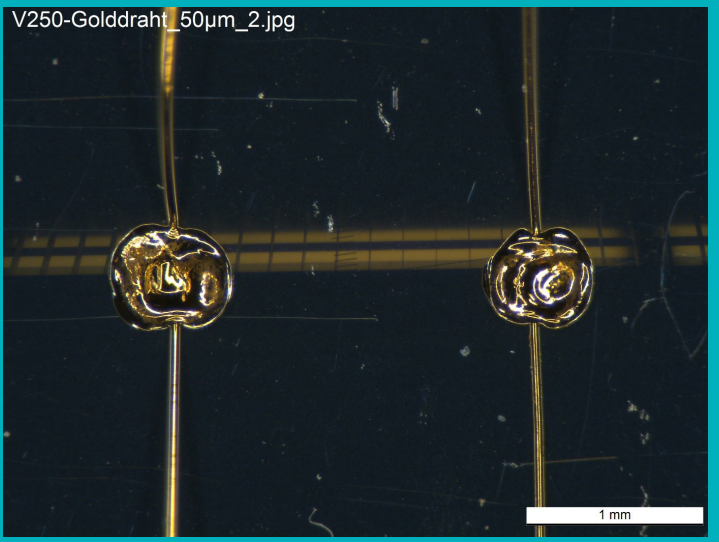


Abbildung 2: Mittels laserbasierten Tropfen-Jet-Hartlöten erzeugte Goldverbindung eines Drahtes mit 50 µm Durchmesser auf einem mit Aluminium bedampften Siliziumwafer (Al-Schichtdicke: 6 µm)
Figure 3: Gold joint with a 50 µm wire on a silicon wafer vaporized with aluminum (Al-layer thickness: 6 µm), created by laser-based droplet brazing

Werkstoffcharakterisierung und -qualifizierung für den PBF-LB/P-Prozess

Material characterization and qualification for the PBF-LB/P process

Additive Fertigungsverfahren sind inzwischen etabliert, aber der Sprung von Rapid Prototyping hin zu rapid manufacturing ist noch unvollendet. Um das volle Potential des pulverbettbasierten Laserstrahlschmelzens von Kunststoffen (PBF-LB/P) für die Produktion von komplexen Bauteilen, auch mit reproduzierbaren Eigenschaften, zu nutzen, ist das Verständnis der Absorption von IR-Strahlung im Pulver relevant. Pulverschichtspezifische Kennwerte lassen sich jedoch nicht aus den üblichen bekannten Werkstoffeigenschaften des Pulverwerkstoffs ableiten und sollten daher, um einen stabilen Prozess zu gewährleisten, zusätzlich ermittelt werden. IR-Strahlung wird im Prozess sowohl zum Vorheizen als auch zum selektiven Aufschmelzen der Polymere genutzt. Entscheidend sind daher die thermischen und optischen Eigenschaften der Pulverschichten für eine optimale Prozessführung. Zu diesem Zweck wird ein Messaufbau entwickelt, der prozessnah optische Eigenschaften im Temperaturbereich eines Fertigungsprozesses charakterisiert. Dieses Messsystem auf Basis zweier Ulbrichtkugeln, wurde um ein modulares Fourier-transformiertes Infrarotspektrometer ergänzt. Die Analyse der Strahl-Stoff-Wechselwirkung wird damit erweitert, um mittels Spektrometrie u.a. Kristallisationsvorgänge in der Schicht auch im isothermen Regime des Bauraums analysieren zu können. Das Spektrogramm zeigt, anhand dem Verlauf bestimmter Banden, direkt das Fortschreiten von Kristallisationsvorgängen, siehe Abbildung. Dass das optische Verhalten stark von den auftretenden Phasenübergängen des Polyamid 12 Werkstoffs abhängig ist, wurde in mehreren Veröffentlichungen aufgezeigt. Ebenfalls beeinflussen sowohl Pigmente als auch Nano-Additive wie Fließhilfsmittel bereits maßgebend die Absorption in der Pulverschicht. Durch diese Messmethodik können Entwicklungszyklen für neue Pulver verkürzt werden, da die optischen Eigenschaften des Pulvers prozessentscheidend sind und hier bereits mit Kleinstmengen von Pulver unter Prozessbedingungen analysiert werden können.

Additive Manufacturing processes are already established, however, the leap between rapid prototyping and manufacturing is still not accomplished. In order to exploit full potential of laser-based powder bed fusion of polymers (PBF-LB/P) for the production of complex components, including reproducible properties, deep insight in absorption mechanism of IR-radiation inside the powder is relevant. However, powder layer specific characteristics cannot be derived from the usual known material properties of the powder base material and should therefore, in order to ensure a stable process, be additionally determined. IR radiation is used in the process for both preheating and selective melting of the polymers. So, the thermal and optical properties are crucial for optimum process control. For this purpose, a measurement setup is being developed which characterizes optical properties under process conditions. This measurement setup based on two integrating spheres, was supplemented by a modular Fourier transformed infrared spectrometer. The analysis of the beam-powder interaction is thus extended in order to be able to analyze crystallization in the layer, also in isothermal regime of the building process. The spectrogram (Figure) shows changes in optical properties that can directly be linked to certain bands due to the progress of isothermal crystallization. It has already been demonstrated in past publications that the optical behavior is strongly dependent on phase transitions occurring in the material. This measurement method will shorten development cycles for new powders, since the optical properties of the powder are decisive for the process and can already be analyzed with very small quantities of powder under process conditions without a production plant.

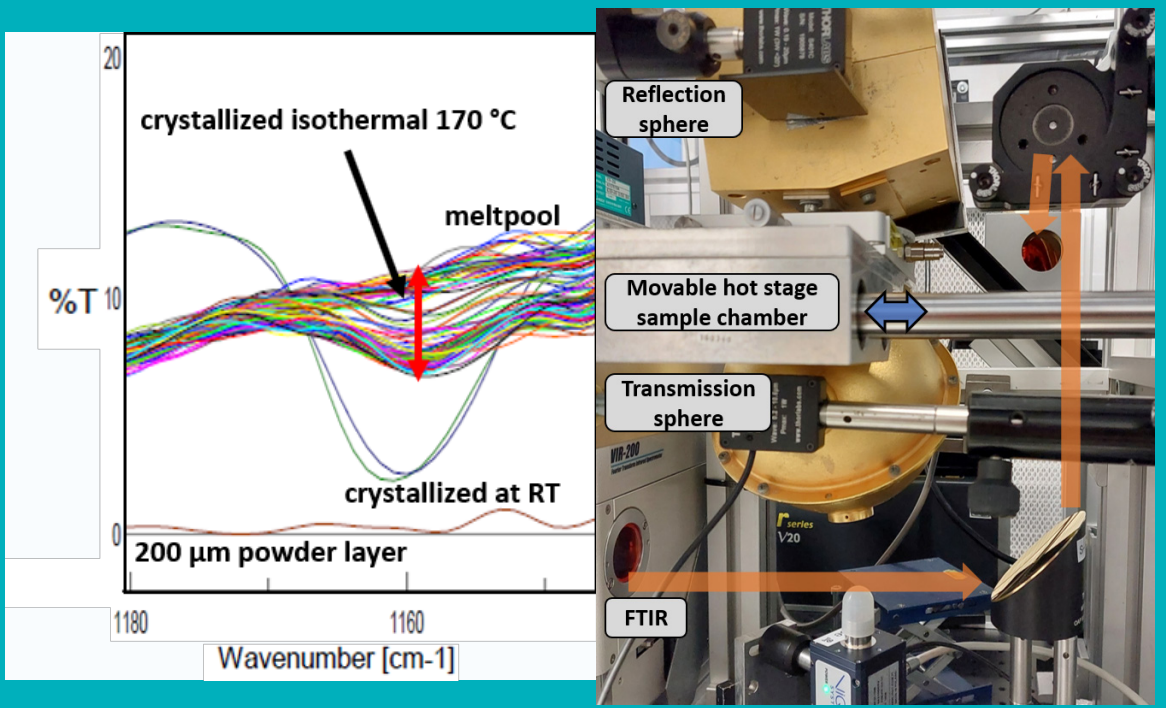


Abbildung: FTIR Spektrum von isothermer Kristallisation der Schmelze einer 200 µm PA12 Pulverschicht während drei Stunden (links); Doppel-Ulbichtkugel-Messaufbau mit parallelem FTIR (rechts).
Figure: FTIR spectrum of isothermal crystallization in the melt of a 200 µm PA12 powder layer during three hours (left); double integrating sphere setup with parallel FTIR (right).

Verbesserung der Prozessstabilität und Schweißnahtqualität beim Laserstrahlschweißen von Kupfer für Komponenten der E-Mobilität

Improvement of process stability and welding seam quality in laser beam welding of copper for e-mobility components

Zur Verbesserung der Prozessstabilität und Schweißnahtqualität beim Kupferschweißen finden systemtechnische Entwicklungen, die eine anpassbare Verteilung der Strahlintensität in der Wechselwirkungszone ermöglichen, in letzter Zeit verstärkt Beachtung in der Forschung. Am Bayerischen Laserzentrum wurde hierbei mittels Hochgeschwindigkeitsbildgebung der Einfluss von überlagerten Intensitätsverteilungen mit grüner Laserstrahlung auf die Schweißnahtqualität, das Spritzerverhalten sowie die Kapillarform beim Laserschweißen von Cu-ETP untersucht. Zur Strahlführung kam hierbei ein Laserlichtkabel mit zwei konzentrischen Kernen zum Einsatz, wobei die Technologie die beliebige Einstellung der Leistungsanteile im inneren und äußeren Teil in der Fokusebene erlaubt. Eine schematische Darstellung ist in der Abbildung links dargestellt.Die Untersuchungen zeigen, dass die Verwendung überlagerter Intensitätsverteilungen höhere Einschweißtiefen in Kupfer bei gleichbleibender Schweißnahtqualität mit homogener Nahtoberfläche und der Verschiebung der Prozessgrenze „Spritzer/Auswurf“ hin zu geringeren Vorschub-geschwindig¬keiten ermöglicht. Beim Einsatz von überlagerten Intensitätsverteilungen wurde eine signifikante Reduzierung des Spritzerverhaltens und der Schmelzbadauswürfe bei geringem Vorschub (typischerweise starke Defektbildung) gemessen, was mit einer Verbreiterung der Keyholeöffnung und einer veränderten Frontwandneigung zusammenhängt (siehe Abbildung rechts). Beide Effekte werden als Gründe für eine Stabilisierung des Schweißprozesses angenommen, da sie zu einer Verringerung der Schmelzedynamik führen und eine gleichmäßigere Verdampfung im Keyhole bewirken. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verwendung von überlagerten Intensitätsverteilungen ein enormes Potenzial zur Stabilisierung des Prozesses bei gleichzeitiger Verschiebung seiner Restriktionen und Gestaltung der Nahtgeometrie in einem neuen Freiheitsgrad bietet. Die Bayerisches Laserzentrum GmbH dankt der TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH für die freundliche Leihstellung des TruDisk 3022.

For improving process stability and weld seam quality in copper welding, the implementation of system developments allowing adaptable distribution of the beam intensity in the interaction zone recently arise increased attention for application. At the Bavarian Laser Center, the influence of superimposed intensity distributions with green laser radiation on weld seam quality, spatter behavior and capillary shape during laser welding of Cu-ETP was investigated by means of high-speed imaging. A laser light cable with two concentric cores was used for beam guidance. The technology enables arbitrary selection of the power shares in the inner and outer beam part in the focal plane. A schematic representation is shown in the figure left-hand side.The investigations reveal higher weld seam depths in copper while maintaining weld quality with a homogeneous weld surface and shifting the process boundary „spatter/ejection“ towards lower feed rates by use of superimposed intensity distributions. A significant reduction of spatter amount and melt pool ejections at low feed rates (typically strong defect formation) was measured, which can be related to a widening of the keyhole opening and an increased front wall inclination (see figure on the right). Both effects are assumed to be reasons for a process stabilization, causing a reduction of melt pool dynamics and a uniform evaporation in the keyhole. In summary, the use of superimposed intensity distributions offers enormous potential for stabilizing the copper welding process while shifting its restrictions and shaping the weld geometry in a new degree of freedom. Bayerisches Laserzentrum GmbH thanks TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH for kindly loan of the TruDisk 3022.

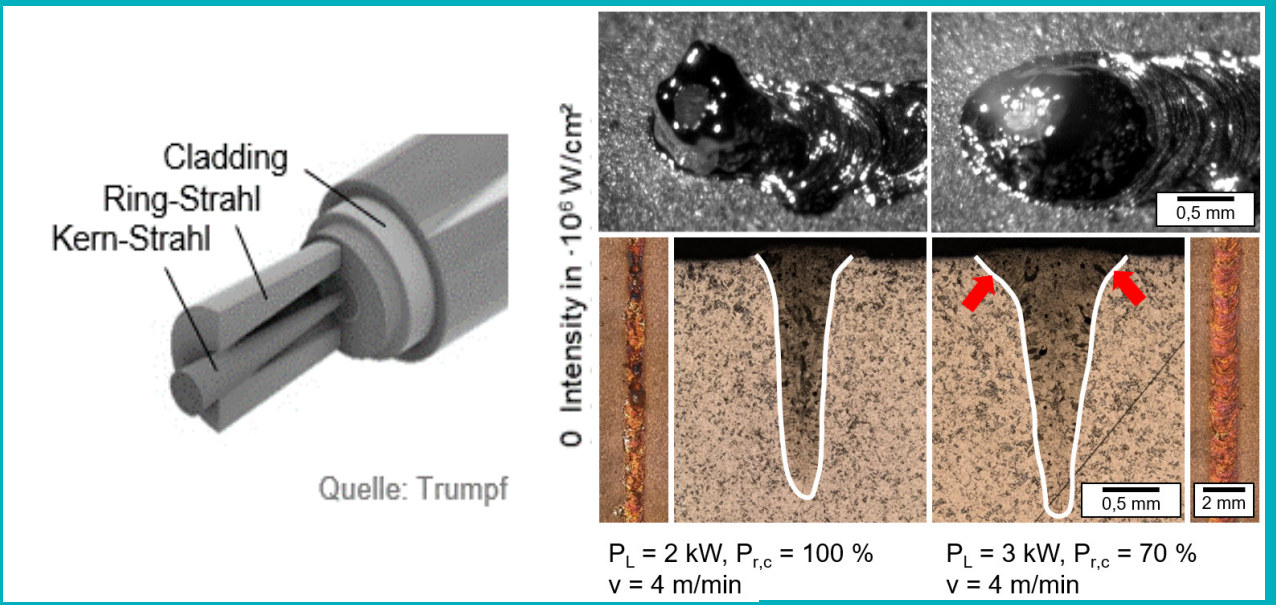


Abbildung: 2-in-1-Faser (links); Einfluss überlagerter Intensitätsverteilungen auf Schweißnahtqualität und Keyhole-Dimensionen analysiert mittels HG-Videos (oben); Draufsicht und Querschliff, Parameter siehe Bildunterschrift (links)

Figure: 2-in-1 fiber (left); influence of superimposed intensity distributions on weld seam quality and keyhole dimensions analyzed by means of high-speed imaging (top); microscopic top view and cross section, parameters see caption (left)

Technologietransfer
Technology Transfer

Aktuelle Aus- und Weiterbildungsangebote finden Sie online auf www.blz.org
Please find current offers for workshops and trainings online on www.blz.org

12th CIRP Conference on Photonic Technologies [LANE 2022] September 04-08, 2022 | Fürth, Germany

Willkommen zurück! | Welcome back!

Wir haben uns sehr gefreut, endlich wieder eine Präsenzkonferenz veranstalten zu können. Vielen herzlichen Dank an alle, die dabei waren.
We were so happy that we could host an on-site conference again, finally. Thany you very much to everyone, who took part.

20 countries

204 talks

303 participants

Social events
Award ceremonies
Industrial exhibition
#peopleatlane

Mehr LANE gefällig? Dann werfen Sie doch einen Blick in die Konferenz Proceedings und sehen Sie sich unseren „LANE After Movie“ an.
You want more? Have a look at the conference proceedings and watch our „LANE After Movie“.

Save the date LANE 2024:
13th CIRP Conference on Photonic Technologies September 15-19, 2024 | Fürth, Germany

LEF Bricks gehen in die nächste Runde

Der effiziente Wissenstransfer durch unsere kompakten Online-Seminare LEF Bricks war 2022 sehr beliebt. Wir freuen uns, dass wir übers Jahr weit mehr als 200 Teilnehmer:innen virtuell begrüßen durften.

Wir werden daher auch in 2023 durch unsere Bricks wieder unkomplizierten Zugang zu den neuesten Trends und Entwicklungen für die Lasermaterialbearbeitung in der industriellen Fertigung anbieten.

www.lef.info

Themenwochen der LEF Bricks 2023

Photonik für die Mobilität der Zukunft

Laser in der Fertigung von Batterien & Elektromotoren

Laser in der Fertigung der Brennstoffzelle

Prozesskontrolle & Digitalisierung

Prozesskontrolle in der Additiven Fertigung

Prozesskontrolle für das Schweißen von Metallen

Digitalisierung & KI in der Lasertechnik

Neu 2023: Trends in der Bildverarbeitung für die Produktion

www.lef.info

LASER World of PHOTONICS 2022
Special Exhibit >Photons in Production<
April 26-29, 2022 | Munich, Germany

Organisatoren
Organizers

BLZ Bayerisches Laserzentrum

LASER World of PHOTONICS

Photonische Technologien

TUM iwb - Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften

Demonstration von...
Demonstrations on...

> Laserbasierter Fertigung von Batteriezellen und -modulen
> Strahlformung zur Prozessstabilisierung
> Echtzeitfähigen Machine-Learning-Ansätzen zur Verarbeitung von Prozessdaten
> Prozessregelung beim Laser-Pulver-Auftragschweißen
> Koaxialem, drahtbasiertem Laser-Auftragschweißen

> Laser-based production of battery cells and modules
> Beam shaping for process stabilization
> Real-time machine learning approaches for processing of process data
> Process control in laser powder metal deposition
> Coaxial wire-based laser metal deposition

We are looking forward to our next Special Exhibit >Photons in Production<
at LASER World of PHOTONICS 2023
June 27-30, 2023 | Munich, Germany

Highlights Laserschutz 2022 Highlights laser safety 2022

Jahresauftakt im Zeichen des Laserschutz – Die Bayerischen Laserschutztage fanden am 18. und 19. Januar als virtuelle Tagung mit den Themenschwerpunkten Anlagensicherheit, Röntgenstrahlung bei UKP-Prozessen, Laser sicher betreiben und persönliche Schutzausrüstung statt. Teilnehmer:innen erhielten drei VDSI-Punkte Arbeitsschutz.

The new year started in the context of laser safety – the Bavarian Laser Safety Days took place on January 18 und 19. The main focus was on the topics plant safety, X-ray radiation in ultra-short pulsed processes, safe operation of lasers and personal protection equipment. The event was approved by the Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit (VDSI).

Start des Forschungsprojekts *SALSA – Strahldurchmesserabhängigkeit der Standzeiten von Laserschutzabschirmungen*. Zielsetzung des Vorhabens ist es, mathematisch abbildbare Zusammenhänge zwischen Strahldurchmesser, Bestrahlungsstärke und Standzeit für praxisrelevante Abschirmmaterialien herzustellen und daraus materialbezogene Korrekturfunktionen und -faktoren abzuleiten.

The research projcet *SALSA* on the beam diameter dependency of the resistance of shielding devices to laser radiation was initiated. Aim of the project is to establish mathemetical representable interrelations between beam diameter, exposure rate and resistance times for shielding devices that are of practical relevance and to deduce correction functions and factors in relation to the material from that.

Weiterer Ausbau der Aktivitäten im Bereich „Laserschutz und Medizin“ durch exklusive Schulungsreihe für die Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft e. V. (DDL). Für Teilnahme an Schulungen können Mediziner:innen CME-Fortbildungspunkte erwerben.

With an exclusive trainig series for the Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft e. V. (DDL) the laser safety acitvities in the field of medicine were further developed. Physicians can gain credits in the context of Continuing Medical Education (CME).

„Die Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft (DDL) arbeitet seit über einem Jahr mit dem blz im Rahmen der Ausbildung der Laserschutzbeauftragten zusammen. Die vom blz durchgeführten Kurse erfüllen unsere hohen Ansprüche in vollstem Maße. Das vermeintlich trockene Thema wird sehr gut dargestellt und erklärt, so dass die Kurse auch für die erfahrensten Laserexperten immer wieder neues Wissen vermitteln. Wir freuen uns, mit dem blz einen hervorragenden Partner für unsere Laserschutzkurse gefunden zu haben.“

“The Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft (DDL) has been collaborating with the blz for the training of laser safety officers for more than one year. The courses, which are conducted by the blz, absolutely meet our high claims. This issue, which is often considered as boring, is illustrated and explained very well and the courses impart knowledge even for the most experienced laser experts. We are very happy, that we found such an excellent partner as the blz for our laser safety courses.“

Dr. med. Konstantin Feise, 2. Vizepräsident *DDL e.V.*

Die erste Folge der neuen Videoreihe „Laser? Aber sicher! – Expertentipps von Dr. Hans-Joachim Krauß“ wurde auf dem blz-LinkedIn-Kanal veröffentlicht. Weitere Folgen sind in Vorbereitung.

First episode of the new video series on laser safety with expert advice by Dr. Hans-Joachim Krauß was published on the blz LinkedIn channel. Further episodes are being prepared.

blz Inside
blz Inside

Sommerevent in der fränkischen Schweiz
Summer event in „Franconian Switzerland“

Herzlichen Glück-
wunsch!
Congratulations!

Dr. Martin Hohmann

Dr. Benjamin Lengenfelder

Dr. Eric Eschner

Dr. Stefan Stein

Dr. Tom Häfner

Dr. Tobias Kolb

Dr. Vincent Mann

Weiterbildungsangebote
Offers for vocational training

Workshops & Technologieseminare
Fragestellungen zur Lasermaterialbearbeitung und optische Themen
Workshops & Technology Seminars
questions concerning laser material processing and optical issues

Online-Schulungen
individuell gestaltet und virtuell durchgeführt
Online Trainings
adapted to your specific requirements and performed virtual

Anwendertrainings
theoretische Grundlagen und praktische Übungen
Application Trainings
theoretical basics and hands-on experiences

LICHTGESTALTEN

Physikalische Effekte/ Physical effects

Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Photonische Technologien haben wir physikalische Effekte zum Leben erweckt.

Together with the Institute of Photonic Technologies we brought physical effects to life.

D.Opplereffekt

Er kommt und geht ständig, dehnt und staucht sich und kann sich nicht entscheiden, ob Rot oder Blau seine Lieblingsfarbe ist!

He is constantly coming and going, stretching and compressing and can't decide whether red or blue is his favorite color!

Master of Dispersion

Am Anfang des Regenbogens kann es nur einen geben.
Wer sonst könnte weißes Licht in farbiges verwandeln?
At the beginning of the rainbow, there can be only one.
Who else could transform white light into colored light?

Dr. Speckle

An diesem funkelnden Körnchen scheiden sich die Geister.
Brauchst Du sie oder fürchtest Du sie? Das ist hier die Frage.
Opinions are divided on this sparkling grain.
Do you need it or do you fear it? That is the question here.

Bayerisches Laserzentrum GmbH
Konrad-Zuse-Straße 2-6 | 91052 Erlangen

Tel.: +49 (0)9131 977 90 - 0
Fax: 49 (0)9131 977 90 - 11

E-mail: info@blz.org
URL: www.blz.org

Photos: blz, LPT, S. Burger, K. Cvecek, H. Krauß, F. Klämpfl, S. Roth, privat

Mitglied der
ZUSE-GEMEINSCHAFT