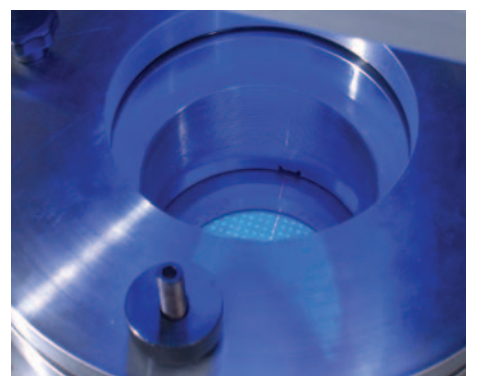




Fraunhofer Institut
Lasertechnik

Leistungen und Ergebnisse Jahresbericht 2003



Jahresbericht
des Fraunhofer-Instituts
für Lasertechnik ILT
2003



Forschen, Entwickeln, Beraten, Umsetzen, Ausbilden, Ausgründen – in diesem facettenreichen Umfeld bewegen sich Strategie und Mitarbeiter des Fraunhofer ILT. Die Beweggründe, all dies zu tun, sind im wesentlichen Innovationen zum wirtschaftlichen Vorteil unserer Kunden sowie der Beitrag zur Verbesserung der Struktur unserer Gesellschaft. Selbstantrieb und das Prinzip der Selbstverantwortung gründen nicht nur auf der Erweiterung des Wissens und dem Entdeckergeist sondern vielmehr auf den Herausforderungen unserer Kunden und damit auf der Umsetzung der erworbenen Kenntnisse in neue Produkte und Verfahren.

Auch im Jahr 2003 führte die Faszination für Laser am Fraunhofer ILT zu innovativen Ergebnissen. Auf der Fachmesse LASER '03 konnte ein Spin-off des Fraunhofer ILT das erste kommerzielle diodengepumpte SLAB-System dem internationalen Fachpublikum präsentieren. Der INNOSLAB Laser ermöglicht eine neue Dimension der abtragenden Laserbearbeitung wie beispielsweise das Tiefbohren von Glas mit bisher unerreichten Schachtverhältnissen bei extremer Präzision.

Großes Interesse fanden auf der Messe in München die Hochleistungsdiodelasersysteme zum Schneiden und Schweißen, die aus dem BMBF Verbundprojekt »Modulare Diodenlaser Systeme« entstanden sind. Der Einsatz des Lasers in der Materialbearbeitung bietet immer mehr Raum für Innovationen. Für die Herstellung von Zahnersatz mittels Selective Laser Melting wurde in diesem Jahr der Fraunhofer Preis an drei Mitarbeiter des ILT verliehen. In diesem Jahresbericht finden Sie noch viele weitere Beispiele, die Ihnen Anregungen zu Kooperationsmöglichkeiten mit dem Fraunhofer ILT geben sollen.

Um die Ressourcen im Bereich der Optischen Technologien nachhaltig in Deutschland auszubauen, bedarf es gemeinsamer Anstrengungen aller am Innovationsprozess beteiligten Akteure wie Forschungszentren, Hochschulen, Verbände und Unternehmen. Im Bereich der Nachwuchsförderung organisiert die RWTH Aachen auch mit unserer tatkräftigen Unterstützung Erlebnistage für 10- bis 12-jährige Schülerinnen und Schüler unter dem Projekttitel 'Unihits für Kids'. Die Ingenieur- und Naturwissenschaften werden in den unterschiedlichen Hochschulinstituten lebendig vermittelt. Das Fraunhofer ILT und der Lehrstuhl für Lasertechnik konzentrieren sich auf die Optischen Technologien und gestalten Workshops, die auf den Schulunterricht abgestimmt sind. Auch im Umfeld des kommenden Aachener Kolloquiums für Lasertechnik AKL'04 werden wir mit der Wanderausstellung des BMBF »Faszination Licht« gezielt Schulen in der Aachener Region ansprechen. Die aktivierbaren Exponate werden im Ludwig Forum für moderne Kunst aufgebaut und richten sich unmittelbar an Lehrer und

Schüler. Zusammen mit dem pädagogischen Dienst des Museums wollen wir bei den Teilnehmern Neugierde auf physikalische Phänomene und künstlerische Aspekte zum Thema 'Licht' wecken.

In einem wirtschaftlich zunehmend komplexeren Umfeld müssen wir den Fokus unseres Engagements auf Transparenz des gesamten Systems und auf die jeweils angemessene Zusammensetzung und Umsetzung der geeigneten Instrumente legen - für Schüler, Studenten, öffentliche und private Kunden wie auch für die allgemeine Bedeutung der optischen Technologien für unsere Gesellschaft. In diesem Sinne würden wir uns freuen, wenn auch Sie uns beim 'Säen' unterstützen, um gemeinsam die Früchte unserer Tätigkeit langfristig zu ernten.

Ihr

Prof. Dr. rer. nat. Reinhart Poprawe M.A.



**Fraunhofer-Institut
für Lasertechnik ILT**

Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Telefon: +49 (0) 241 / 8906 -0
Fax: +49 (0) 241 / 8906 -121

info@ilt.fraunhofer.de
www.ilt.fraunhofer.de



Das Institut im Profil	6	Patente	102
Leitbild	7	Dissertationen	103
Geschäftsfelder	8	Diplomarbeiten	104
Gremien	10	Wissenschaftliche Veröffentlichungen	105
Ansprechpartner	11	Vorträge	107
Kernkompetenzen	12	Messebeteiligungen	112
Dienstleistungsangebot	14	Kongresse und Tagungen	113
Das Institut in Zahlen	16	Publikationen	115
Kundenreferenzen	19	Filme und Multimedia-Software	118
Fraunhofer USA Center for Laser Technology CLT	20	Informations-Service	120
Coopération Laser Franco-Allemande CLFA	22	Impressum	121
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	24		

Einige ausgewählte Forschungsergebnisse aus den Geschäftsfeldern des ILT

Laserstrahlquellen und Plasmasysteme	26 - 43
Laserfertigungsverfahren	44 - 78
Laseranlagen und Systemtechnik	79 - 89
Lasermess- und Prüftechnik	90 - 101



DQS zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001
Reg.-Nr.: DE-69572-01

Kurzportrait

ILT - dieses Kürzel steht seit 19 Jahren für gebündeltes Know-how im Bereich Lasertechnik. Innovative Lösungen von Fertigungs- und Produktionsaufgaben, Entwicklung neuer technischer Komponenten, kompetente Beratung und Ausbildung, hochspezialisiertes Personal, neuester Stand der Technik sowie internationale Referenzen: dies sind die Garanten für langfristige Partnerschaften. Die zahlreichen Kunden des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT stammen aus Branchen wie dem Automobil- und Maschinenbau, der Chemie und der Elektrotechnik, dem Stahlbau, der Feinmechanik und der Optik.

Mit über 240 Mitarbeitern und 10.000 m² Nutzfläche zählt das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten seines Fachgebietes. Die vier Geschäftsfelder des Fraunhofer ILT decken ein weites, vertikal integriertes Themenspektrum ab. Im Geschäftsfeld »Laserstrahlquellen und Plasmasysteme« konzentrieren sich die Entwicklungsaktivitäten auf innovative Dioden- und Festkörperlaser für den industriellen Einsatz sowie auf kompakte EUV-Strahlquellen für die Lithographie in der Halbleiterproduktion. Das Geschäftsfeld »Laserfertigungsverfahren« löst Aufgabenstellungen zum Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen, Löten sowie zur Oberflächenbearbeitung und Mikrofertigung. Das Anwendungsspektrum reicht von der Makrobearbeitung über die Nanostrukturierung bis hin zur Biophotonik. Im Geschäftsfeld »Laseranlagen und Systemtechnik« werden Prototypanlagen entwickelt, konstruiert und vor Ort installiert. Prozessüberwachung und -regelung sind ebenso Bestandteil

der Aktivitäten wie Steuerungen und Systemkomponenten. Im Geschäftsfeld »Lasermess- und Prüftechnik« werden Verfahren und Systeme zur Oberflächeninspektion, zur Stoffanalyse, zur Prüfung der Maßhaltigkeit und Geometrie von Bauteilen sowie zur Analyse statischer und dynamischer Verformungen entwickelt.

Unter einem Dach bietet das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik Forschung und Entwicklung, Systemaufbau und Qualitätssicherung, Beratung und Ausbildung. Zur Bearbeitung der Forschungs- und Entwicklungsaufträge stehen industrielle Lasersysteme verschiedener Hersteller sowie eine umfangreiche Infrastruktur zur Verfügung.

Im Anwenderzentrum des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik arbeiten Gastfirmen in eigenen, abgetrennten Labors und Büroräumen. Grundlage für diese spezielle Form des Technologietransfers ist ein langfristiger Kooperationsvertrag mit dem Institut im Bereich der Forschung und Entwicklung. Der Mehrwert liegt in der Nutzung der technischen Infrastruktur und dem Informationsaustausch mit ILT-Experten. Rund 10 Firmen nutzen die Vorteile des Anwenderzentrums. Neben Tochterfirmen führender Laserhersteller und innovativer Laseranwender finden hier Neugründer aus dem Bereich des Sonderanlagenbaus, der Laserfertigungstechnik und der Lasermesstechnik ein geeignetes Umfeld zur industriellen Umsetzung ihrer Ideen.





Mission

Wir nehmen beim Transfer der Lasertechnik in die industrielle Nutzung eine internationale Spitzenposition ein.

Wir erweitern nachhaltig Wissen und Know-How unserer Branche und tragen maßgeblich zur Weiterentwicklung von Wissenschaft und Technik bei.

Wir schaffen mit unseren Partner aus Industrie, Wissenschaft und Politik Innovationen auf Basis neuer Strahlquellen und neuer Anwendungen.

Kunden

Wir arbeiten kundenorientiert.

Diskretion, Fairness und Partnerschaftlichkeit haben für uns im Umgang mit unseren Kunden oberste Priorität. Unsere Kunden können sich auf uns verlassen.

Entsprechend der Anforderung und Erwartung unserer Kunden erarbeiten wir Lösungen und deren wirtschaftliche Umsetzung. Ziel ist die Schaffung von Wettbewerbsvorteilen.

Wir fördern den Nachwuchs an Fach- und Führungskräften für die Industrie durch projektbezogene Partnerschaften mit unseren Kunden.

Wir wollen, dass unsere Kunden zufrieden sind und gerne wiederkommen.

Chancen

Wir erweitern unser Wissen strategisch im Netzwerk.



Faszination: Laser

Wir sind fasziniert von den einzigartigen Eigenschaften des Laserlichts und der daraus resultierenden Vielseitigkeit der Anwendungen.

Mitarbeiter

Das Zusammenwirken von Individuum und Team ist die Basis unseres Erfolges.

Stärken

Wir haben ein breites Spektrum an Ressourcen und bieten Lösungen aus einer Hand.

Führungsstil

Kooperativ, fordernd und fördernd. Die Wertschätzung unserer Mitarbeiter als Person, ihres Know-hows und ihres Engagement ist Basis unserer Führung. Wir binden unsere Mitarbeiter in die Erarbeitung von Zielen und in Entscheidungsprozesse ein. Wir legen Wert auf effektive Kommunikation, zielgerichtete und effiziente Arbeit und klare Entscheidungen.

Position

Wir arbeiten in vertikalen Strukturen von der Forschung bis zur Anwendung.

Unsere Kompetenzen erstrecken sich entlang der Kette Strahlquelle, Bearbeitungs- und Messverfahren über die Anwendung bis zur Integration einer Anlage in die Produktionslinie des Kunden.



»Laserstrahlquellen und Plasmasysteme«

Das Geschäftsfeld umfasst die Entwicklung von Diodenlaser-Modulen und Systemen sowie diodengepumpter Festkörperlaser, das Design neuer Diodenlaserstrukturen, die Mikromontage von Diodenlasern und optischer Komponenten sowie die Entwicklung von Plasmasystemen. Zu den herausragenden Projektergebnissen, die in enger Kooperation mit den Industriepartnern erfolgreich in die Praxis überführt worden sind, zählen u. a. der transversal diodengepumpte 5 kW-Festkörperlaser sowie die Diodenlasermodule zum Fügen von Kunststoffbauteilen. In Kooperation mit dem Fraunhofer IAF werden neue Strukturen entworfen, die die Herstellung von Diodenlasern höherer Strahlqualität erlauben. Zu den Alleinstellungsmerkmalen des Geschäftsfeldes zählt weiterhin die Montage von Hochleistungs-Diodenlasern und insbesondere die Realisierung teilautomatisierter Montageanlagen. Im Bereich Plasmatechnik liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von EUV-Strahlquellen für die Halbleiterlithographie. Die wesentlichen Zielmärkte des gesamten Geschäftsfeldes sind die Lasermaterialbearbeitung, die Medizintechnik, die Messtechnik sowie der Komponentenmarkt für die Informations- und Kommunikationstechnik.



»Laserfertungsverfahren«

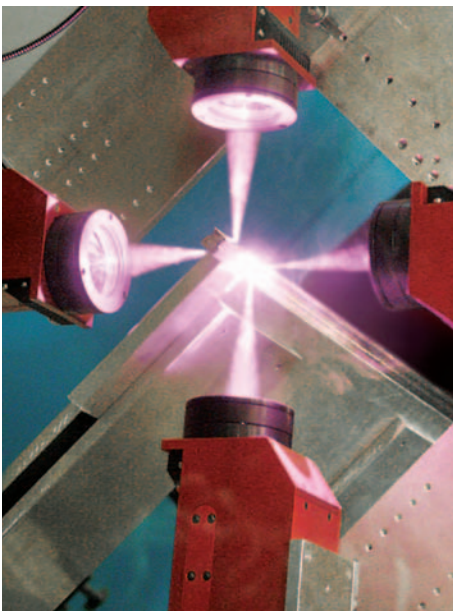
Zu den Fertigungsverfahren, mit denen sich das Geschäftsfeld befasst, zählen die Trenn- und Fügeverfahren in Mikro- und Makrotechnik sowie die Oberflächenverfahren. Die angebotenen Dienstleistungen reichen von der Verfahrensentwicklung für die Herstellung branchenspezifischer Produkte und die Integration dieser Verfahren in Produktionslinien über Simulationsdienstleistungen für Laserapplikationen bis zur Musterfertigung zur Unterstützung des Serienanlaufes. Die Stärke des Geschäftsfeldes beruht auf dem umfangreichen Prozess-Know-how, das auf die Kundenanforderungen jeweils zugeschnitten wird. Neben den Prozessentwicklungen bietet das Geschäftsfeld durch Nutzung ausgewählter Technologienetzwerke komplette Systemlösungen an. Dem Kunden werden laserspezifische Problemlösungen angeboten, die Konstruktion, Werkstoff, Produktdesign, Produktionsmittel und Qualitätssicherung mit einbeziehen. Neben dem Zielmarkt Materialbearbeitung spricht das Geschäftsfeld ebenfalls Kunden aus den Bereichen Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie an.





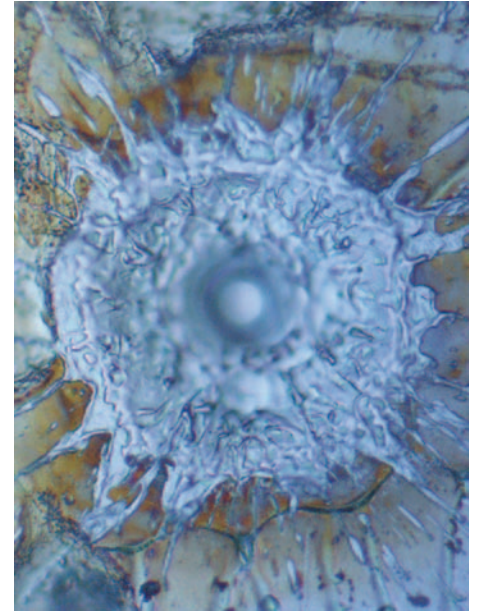
»Lasieranlagen und Systemtechnik«

Das Geschäftsfeld konzentriert sich einerseits auf die Entwicklung von Prototypanlagen für Laserapplikationen und plasmatechnische Anwendungen und andererseits auf die Lasersystemtechnik mit Schwerpunkt Automation und Qualitätssicherung. Anwendungsbereiche sind u. a. Schweißen, Schneiden, Härten, Reparaturbeschichten, Bohren und Mikrofügen. In der Systemtechnik werden Komplettlösungen zur Prozessüberwachung, Komponenten und Steuerungen zur Präzisionsbearbeitung, laserspezifische CAD/CAM-Technologiemodule sowie Software zum Messen, Steuern, Regeln und Prüfen angeboten. Insbesondere in der Prozessüberwachung hält das Geschäftsfeld umfangreiches und bei Bedarf patentrechtlich geschütztes Know-how vor. Zahlreiche Systeme wurden in diesem Bereich bereits für Unternehmen lizenziert. Zielmärkte sind neben den Lasieranlagen- und -komponentenherstellern sämtliche Branchen der produzierenden Industrie, die Laser in der Fertigungstechnik einsetzen oder beabsichtigen, dies zu tun.



»Lasermess- und Prüftechnik«

Das Angebotsspektrum des Geschäftsfeldes umfasst die Entwicklung von Mess- und Prüfverfahren sowie entsprechender Anlagen zur Stoffanalyse und zur Geometrie- und Oberflächenprüfung. Auch die erforderliche Mess- und Prüfsoftware wird auf die kundenspezifischen Problemstellungen zugeschnitten. Die Stoffanalyse beruht auf dem Einsatz laserspektroskopischer Verfahren. Schwerpunktmäßig befasst sich dieser Bereich mit der Analyse metallischer Werkstoffe, der Verwechslungsprüfung hochlegierter Stähle, der Schnellerkennung von Kunststoffen sowie der Analyse von Prozessabgasen. Für die parallele Verarbeitung von Detektorsignalen hoher Bandbreite werden spezielle Elektronikkomponenten entwickelt. Seit kurzem wird das neue Themenfeld Biophotonik aufgegriffen. Im Rahmen von Verbundprojekten wird Expertise im Bereich hochsensitiver Fluoreszenzdetektion für Proteinchips systematisch aufgebaut. Im Bereich Geometrie- und Oberflächenprüfung werden Komponenten, Geräte und Anlagen, mit denen 1- bis 3-D-Informationen über die Geometrie- oder die Oberflächenbeschaffenheit von Werkstücken gewonnen werden können, entwickelt. Hierzu zählen beispielsweise Verfahren und Sonderanlagen für die Prüfung der Topologie von strang- und bandförmigen Produkten, Geräte für die 1-D- bis 2-D-Vermessung von Stückgut sowie Elektronikkomponenten für Lasertriangulations- und Laserlichtschnittsensoren. Zielmärkte sind sämtliche Branchen der produzierenden Industrie, die mess- oder prüftechnische Aufgaben mit hoher Zuverlässigkeit durchführen müssen.





Kuratorium

Das Kuratorium berät die Organe der Fraunhofer-Gesellschaft sowie die Institutsleitung und fördert die Verbindung zu den an Forschungsarbeiten des Instituts interessierten Kreisen. Mitglieder des Kuratoriums waren im Berichtszeitraum:

Ch. Schneider Dr.-Ing.
Vorsitzender

C. Baasel
Carl Baasel Lasertechnik GmbH

D. Basting Dr.
Lambda Physik GmbH

H. Hornig Dipl.-Ing.
BMW AG

G. Marowsky Prof. Dr.
Laserlaboratorium Göttingen e. V.

H. Martinen Dipl.-Phys.
Rofin Sinar Laser GmbH

T. Monsau MinRat Dipl.-Phys.
Ministerium für Arbeit und Soziales,
Qualifikation und Technologie des
Landes NRW

G. Müller Prof. Dr.-Ing.
Laser-Medizin-Technologie GmbH

R. Müller Dr.
Osram Opto Semiconductors
GmbH & Co. OHG

J. von Schaewen MinR Dr.
Bundesministerium für Bildung
und Forschung (BMBF)

M. Stückradt Dr.
Kanzler der RWTH Aachen

R. Wollermann-Windgasse Dr. rer. nat.
Trumpf Lasertechnik GmbH

Die neunzehnte Zusammenkunft des Kuratoriums fand am 17. September 2003 im Fraunhofer ILT in Aachen statt.

Institutsleitungskreis (ILEI)

Der Institutsleitungskreis (ILEI) berät die Institutsleitung und wirkt bei der Entscheidungsfindung über die Grundzüge der Forschungs- und Geschäftspolitik des Instituts mit. Mitglieder des ILEI sind: Dipl.-Phys. A. Bauer, Dr. K. Boucke, Dr. A. Gillner, Dr. J. Gottmann, B.-O. Großmann, Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Dr. S. Kaierle, Dr. E.-W. Kreutz, Dr. P. Loosen, Dr. W. Neff, Dr. R. Noll, Dr. D. Petring, Prof. Dr. R. Poprawe, Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, B. Theisen, Dipl.-Phys. G. Vittr, Dr. B. Weikl, Dr. K. Wissenbach.

Arbeitsschutzausschuss (ASA)

Der Arbeitsschutzausschuss (ASA) ist für die Lasersicherheit und alle anderen sicherheitstechnischen Fragen im Fraunhofer ILT zuständig. Mitglieder des Ausschusses sind: E. Bongard, M. Brankers, B.-O. Großmann, Dr. E.-W. Kreutz, A. Lennertz, Dr. W. Neff, E. Neuroth, B. Theisen, K.-H. Ulfing, Dipl.-Ing. F. Voigt, Dipl.-Ing. N. Wolf, Dr. G. Kotitschke (Berufsgenossenschaftlicher Arbeitsmedizinischer Dienst BAD).

Wissenschaftlich-Technischer Rat (WTR)

Der Wissenschaftlich-Technische Rat (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt und berät die Organe der Gesellschaft in wissenschaftlich-technischen Fragen von grundsätzlicher Bedeutung. Ihm gehören die Mitglieder der Institutsleitungen und je Institut ein gewählter Vertreter der wissenschaftlich-technischen Mitarbeiter an.

Mitglieder im Wissenschaftlich-Technischen Rat sind: Prof. Dr. R. Poprawe, B. Theisen, Dipl.-Phys. G. Vittr.

Lehrstuhl für Lasertechnik (LLT) der RWTH Aachen

Der Lehrstuhl für Lasertechnik (LLT) ist überwiegend in den Räumen des Fraunhofer ILT untergebracht. Dies ermöglicht eine enge wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Fraunhofer ILT und dem Lehrstuhl für Lasertechnik, welche durch einen Kooperationsvertrag geregelt ist. Leiter des Lehrstuhls für Lasertechnik ist Prof. Dr. rer. nat. R. Poprawe M. A., Akademischer Direktor ist Dr. E.W. Kreutz.

Betriebsrat

Der Betriebsrat wurde im März 2003 von den Mitarbeitern des Fraunhofer ILT und des Lehrstuhls für Lasertechnik LLT gewählt. Mitglieder sind: Dipl.-Ing. P. Abels, M. Brankers, Dr. A. Gillner (bis Oktober 03), M. Janßen (ab November 03), A. Lennertz (bis Juni 03), Dipl.-Phys. G. Otto, I. Stein, B. Theisen (Vorsitz), F. Voigt, Dr. A. Weisheit, Dipl.-Ing. N. Wolf (ab Juli 03).



**Prof. Dr. rer. nat.
Reinhart Poprawe M.A. (-110)**
Institutsleiter



Dr. Peter Loosen (-162)
Stellvertretender Institutsleiter



Dr. Dirk Petring (-210)
Abt. Trenn- und Fügeverfahren



Dipl.-Phys. Axel Bauer (-194)
Marketing und Kommunikation



Dr. Konstantin Boucke (-132)
Abt. Laserkomponenten



Dr. Konrad Wissenbach (-147)
Abt. Oberflächentechnik



Bernd-O. Großmann (-181)
Verwaltung und Infrastruktur



Dipl.-Ing. Dieter Hoffmann (-206)
Abt. Festkörper- und Diodenlaser



Dr. Arnold Gillner (-148)
Abt. Mikrotechnik



Dr. Bruno Weikl (-134)
IT-Management



Dr. Reinhard Noll (-138)
Abt. Lasermess- und Prüftechnik



Dr. Stefan Kaierle (-212)
Abt. Systemtechnik



Dr. Alexander Drenker (-223)
Qualitätsmanagement



Dr. Willi Neff (-142)
Abt. Plasmatechnologie



Priv.-Doz. Dr. W. Schulz (-204)
Abt. Modellierung und Simulation



Laserkomponenten

Dr. Konstantin Boucke (-132)

- Aktive und passive Kühlung von Diodenlasern
- Konfektionierung von Diodenlasern
- Elektro-optische Charakterisierung von Diodenlasern
- Theoretische Modellierung neuer Diodenlaserstrukturen
- Mikromontageprozesse
- Automatisierung von Mikromontageprozessen

Festkörper- und Diodenlaser

Dipl.-Ing. Dieter Hoffmann (-206)

- Entwicklung von Festkörper- und Diodenlasern
- Verfahren und Komponenten zur Frequenzkonversion
- Formung von Diodenlaserstrahlen
- Entwicklung von Diodenlasermodulen und -systemen
- Design und Charakterisierung von mikrooptischen Komponenten
- Entwicklung von Komponenten für Festkörper- und Diodenlaser

Lasermess- und Prüftechnik

Dr. Reinhard Noll (-138)

- Entwicklung, Bau und Erprobung von Lasermess- und Prüfsystemen
- Chemische Analyse von festen, flüssigen und gasförmigen Substanzen mit Laser-Spektroskopie
- Fluoreszenz-Oberflächenanalytik
- Quantifizierung von Proteinwechselwirkungen durch markierungsfreie Laser-Streulichtverfahren
- Messung von Abständen, Profilen und Formen mit Laser-Triangulation
- Oberflächeninspektion
- Echtzeitdatenverarbeitung und Automation

Plasmatechnologie

Dr. Willi Neff (-142)

- Anregungssysteme für die Plasmatechnik
- Nieder- und Hochdruckplasmen für Reinigungsverfahren und Sterilisation
- Plasmabasierte EUV- und Röntgenquellen sowie Röntgentechnik
- Kurzzeitmesstechnik
- Photo- und Plasmachemie

Trenn- und Fügeverfahren

Dr. Dirk Petring (-210)

- Schneiden, Perforieren, Bohren, Tiefengravur
- Schweißen, Löten
- Hochgeschwindigkeitsbearbeitung
- Dickblechbearbeitung
- Trennen und Fügen von Sonderwerkstoffen
- Fügen mit Zusatzwerkstoff
- Laser-Lichtbogen Hybridverfahren
- Produktorientierte Verfahrensoptimierung
- Design und Implementierung von Bearbeitungsköpfen
- Sensorgestützte Prozessüberwachung und -regelung
- Rechnergestützte Prozesssimulation und -optimierung
- Multimediale Ausbildungs- und Informationssysteme

Oberflächentechnik

Dr. Konrad Wissenbach (-147)

- Umwandlungshärten, Umschmelzen, Beschichten, Legieren und Dispergieren zur Herstellung beanspruchungsgerechter Funktionsschichten
- Entwicklung von Pulverzufuhrsystemen
- Wärmebehandlung von beschichteten und unbeschichteten Oberflächen
- Reinigung und Modifikation von Oberflächen wie Entgraten, Aktivieren und Strukturieren
- Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing zur Herstellung metallischer Bauteile und Werkzeuge
- Polieren von Metallen und Glas



Mikrotechnik

Dr. Arnold Gillner (-148)

- Laserstrahlmikrolöten und -mikroschweißen
- Lasergestütztes Biegen und Justieren
- Feinschneiden und Bohren von Metallen, Keramiken, Halbleitern und Diamanten
- Mikrostrukturierung mit Excimer- und Nd:YAG-Lasern
- Mikrostan- und -prägetechnik
- Markieren und Beschriften
- Laser-CVD und -PVD, Laser-Galvanik
- Schneiden und Perforieren von Papier, Kunststoffen und Verbundwerkstoffen
- Schweißen von Thermoplasten und thermoplastischen Elastomeren

Modellierung und Simulation

Priv.-Doz. Dr. W. Schulz (-132)

- Design von Hohlkathoden zur Erzeugung von EUV-Strahlung
- Auslegung von Resonatoren für Gas-, Festkörper- und Hochleistungsdiodenlaser
- Optimierung der Strahlführung in optischen Systemen
- Analyse des Strahlungstransports in Prozessgasen während der Bearbeitung
- Analyse von Unter- und Überschallströmungen von Arbeits- und Prozessgasen
- Analyse von Schmelzströmung, Wärmetransport, Schmelzen und Verdampfen
- Dynamische Modelle zum Abtragen, Schneiden, Schweißen und Bohren
- Algorithmen zur Auswertung von Messdaten
- Programmierung graphischer Benutzeroberflächen zur Simulation der Modelle und Visualisierung von Messdaten mit kommerziellen Graphikservern wie OpenGL®
- Numerische Methoden und Berechnungsverfahren, wie z. B. Cluster-In-Cell Verfahren (CIC), adaptive Vernetzung in bewegten Gebieten (Hierarchische Basen), Finite Elemente und Finite Volumen Methoden auf zeitlich veränderlichen Gebieten (Level-Set Methode)
- Prozessüberwachung mit räumlich und zeitlich höchstauflösenden, kommerziellen CCD- und CMOS-Kamerasystemen
- Steuerung und Regelung von Fertigungsprozessen

Systemtechnik

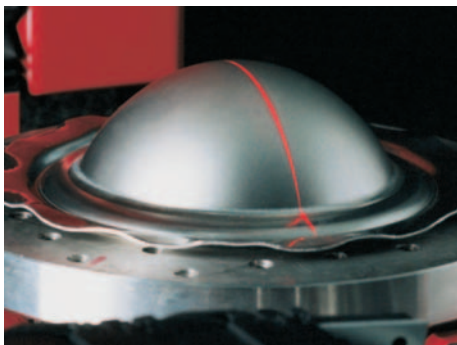
Dr. Stefan Kaierle (-212)

- Pilotanlagen
- Integration von Lasertechnik in Fertigungseinrichtungen
- Entwicklung von Sensoren und Regelungssystemen
- Entwicklung von Diodenlasernetzteilen, Funkenerosionsgeneratoren und Hochspannungs-Impuls-generatoren
- Nullserien-Applikation
- Anlagenkonzeptionierung
- Steuerungstechnik für Laseranlagen
- Aus- und Weiterbildung

Dienstleistungen

Das Dienstleistungsangebot des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT wird ständig den Erfordernissen der industriellen Praxis angepasst und reicht von der Lösung fertigungstechnischer Problemstellungen bis hin zur Durchführung von Testserien. Im einzelnen umfasst das Angebot:

- Laserstrahlquellenentwicklung
- Fertigungs- und Montagetechnik
- Pulsnetzteile und Steuerungstechnik
- Strahlführung und -formung
- Entwicklung, Aufbau und Test von Pilotanlagen
- Verfahrensentwicklung
- Modellierung und Simulation
- Prozessüberwachung und -regelung
- Muster- und Testserien
- Integration von Lasertechnik in bestehende Produktionsanlagen
- Röntgen-, EUV- und Plasmasysteme



Kooperationen mit FuE-Partnern

Die Kooperation des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT mit FuE-Partnern kann verschiedene Formen annehmen:

- Durchführung von bilateralen, firmenspezifischen FuE-Projekten mit und ohne öffentliche Unterstützung (Werkvertrag)
- Beteiligung von Firmen an öffentlich geförderten Verbundprojekten (Mitfinanzierungsvertrag)
- Übernahme von Test-, Null- und Vorserienproduktion durch das Fraunhofer ILT zur Ermittlung der Verfahrenssicherheit und zur Minimierung des Anlauftrisikos (Werkvertrag)
- Firmen mit Gaststatus am Fraunhofer ILT (spezielle Kooperationsverträge)

Durch Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen und spezialisierten Unternehmen bietet das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik auch bei fachübergreifenden Aufgabenstellungen Problemlösungen aus einer Hand. Ein besonderer Vorteil ist in diesem Zusammenhang der direkte Zugriff auf die umfangreichen Ressourcen der Fraunhofer-Gesellschaft.

Während der Einführungsphase neuer Laserverfahren oder -produkte können Unternehmen Gaststatus am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik erwerben und Geräteausstattung, Infrastruktur und Know-how des Instituts nutzen sowie eigene Geräte installieren.



Ausstattung

Die Nutzflächen des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT betragen über 10.000 m².

Technische Infrastruktur

Zur technischen Infrastruktur des Instituts gehören eine mechanische und eine elektronische Werkstatt, ein Metallographielabor, ein Fotolabor, ein Labor für optische Messtechnik sowie eine Konstruktionsabteilung. Das Fraunhofer ILT verfügt über einen Videokonferenzraum und ein vernetztes Rechnersystem.

Wissenschaftliche Infrastruktur

Zur wissenschaftlichen Infrastruktur zählen u. a. eine mit internationaler Literatur bestückte Bibliothek, Literatur- und Patentdatenbanken sowie Programme zur Berechnung wissenschaftlicher Fragestellungen und Datenbanken zur Prozessdokumentation.

Geräteausstattung

Die Geräteausstattung des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT wird ständig auf dem Stand der Technik gehalten. Sie umfasst derzeit als wesentliche Komponenten:

- CO₂-Laser bis 20 kW
- Nd:YAG-Laser bis 5 kW
- Diodenlasersysteme bis 3 kW
- Diodengepumpte Festkörperlaser bis 8 kW
- Excimerlaser
- Faserlaser
- Fünfachsigle Portalanlagen
- Dreiachsige Bearbeitungsstationen
- Strahlführungssysteme
- Robotersysteme

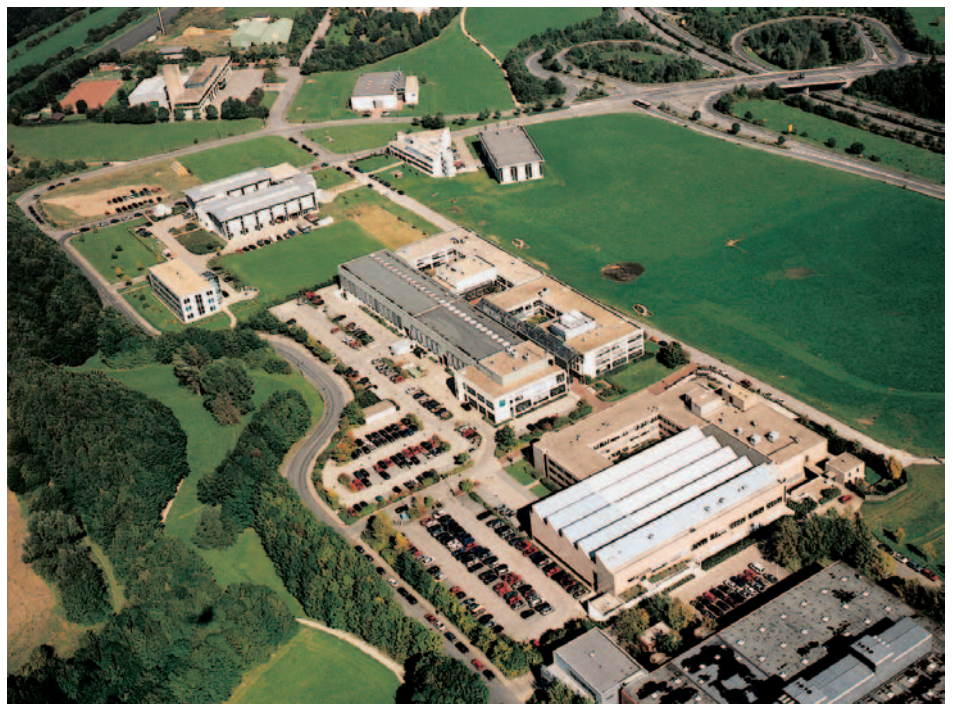
- Sensoren zur Prozessüberwachung für die Lasermaterialbearbeitung
- Direct-writing- und Laser-PVD-Stationen
- Reinräume zur Montage von Diodenlasern, Diodenlasersystemen und diodengepumpten Festkörperlaser
- Geräte zur Verfahrens- und Prozessdiagnostik sowie zur Hochgeschwindigkeits-Prozessanalyse
- Laser-Spektroskopie-Systeme zur chemischen Analyse fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe
- Lasertriangulationssensoren zur Abstands- und Konturvermessung
- Laser-Koordinatenmessmaschine
- Einrichtungen zur holographischen Schwingungsanalyse und Speckle-Interferometrie

Fraunhofer ILT im Ausland

Das Fraunhofer ILT pflegt seit seiner Gründung zahlreiche internationale Kooperationen. Ziel der Zusammenarbeit ist es, Trends und Entwicklungen rechtzeitig zu erkennen und weiteres Know-how zu erwerben. Dieses kommt den Auftraggebern des Fraunhofer ILT direkt zugute. Mit ausländischen Firmen und Niederlassungen deutscher Firmen im Ausland führt das Fraunhofer ILT sowohl bilaterale Projekte als auch internationale Verbundprojekte durch. Die Kontaktaufnahme kann auch mittelbar erfolgen über:

- Niederlassungen des Fraunhofer ILT im Ausland
- ausländische Kooperationspartner des Fraunhofer ILT
- Verbindungsbüros der Fraunhofer-Gesellschaft im Ausland.

© AVIA-Luftbild, Aachen
Dipl.-Ing. Martin Jochum

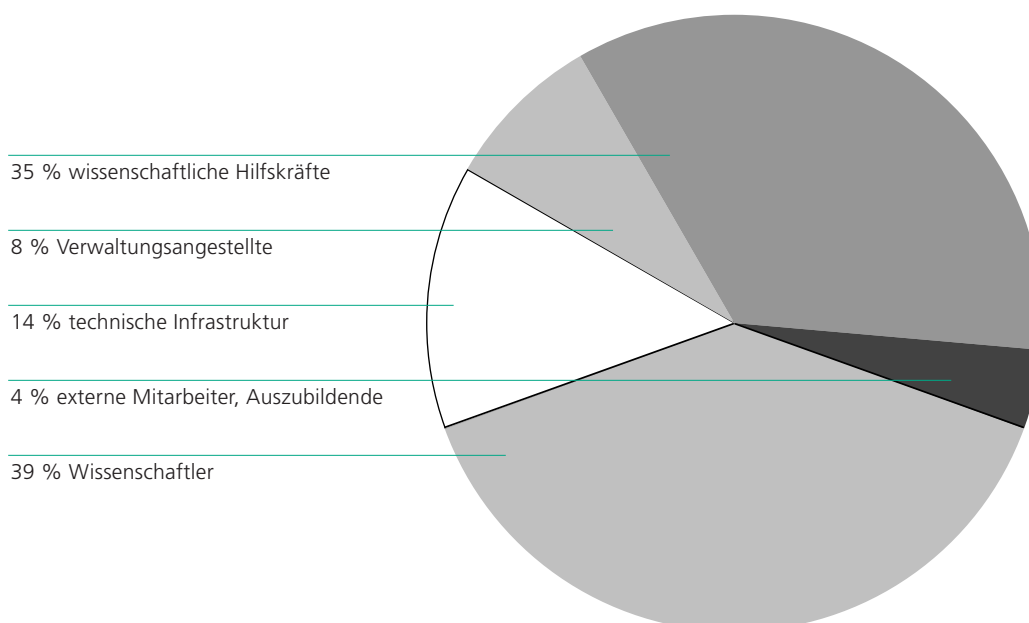




Mitarbeiter

Mitarbeiter am Fraunhofer ILT 2003	Anzahl
Stammpersonal	158
- Wissenschaftler und Ingenieure	101
- Mitarbeiter der technischen Infrastruktur	36
- Verwaltungsangestellte	21
Weitere Mitarbeiter	101
- wissenschaftliche Hilfskräfte	90
- externe Mitarbeiter	8
- Auszubildende	3
Mitarbeiter am Fraunhofer ILT, gesamt	259

- 16 Mitarbeiter haben ihre Promotion abgeschlossen
- 21 Studenten haben ihre Diplomarbeit am Fraunhofer ILT durchgeführt



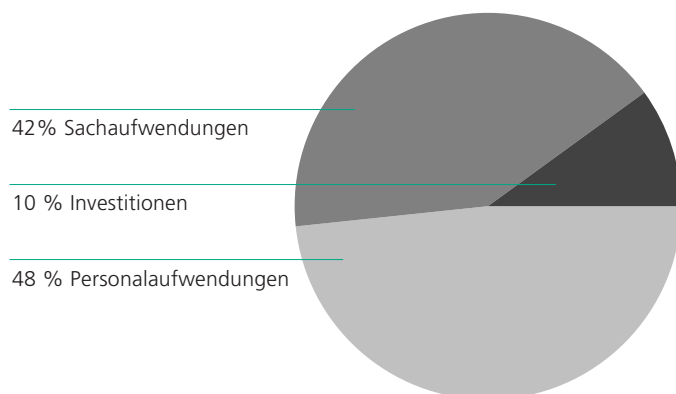


Aufwendungen und Erträge (vorläufig)

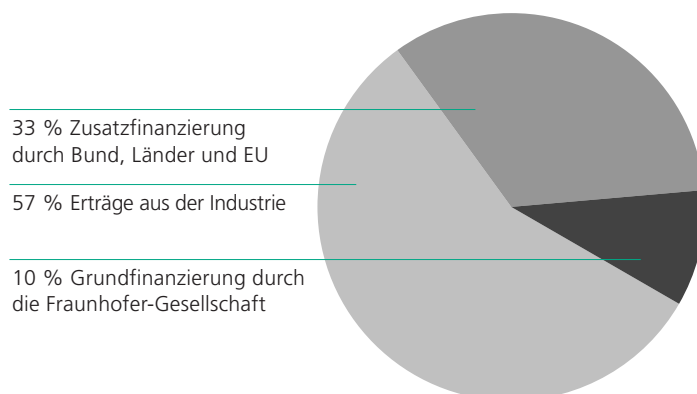
Aufwendungen 2003	Mio EUR
Betriebshaushalt	16,4
- Personalaufwendungen	8,8
- Sachaufwendungen	7,6
Investitionen	1,8

Erträge Betriebshaushalt 2003	Mio EUR
- Erträge aus der Industrie	9,3
- Zusatzfinanzierung durch Bund, Länder und EU	5,5
- Grundfinanzierung durch die Fraunhofer-Gesellschaft	1,6
Erträge, gesamt	16,4
- davon entfallen auf Auslandsprojekte	2,0

Gesamtaufwendungen 2003 (100 %)



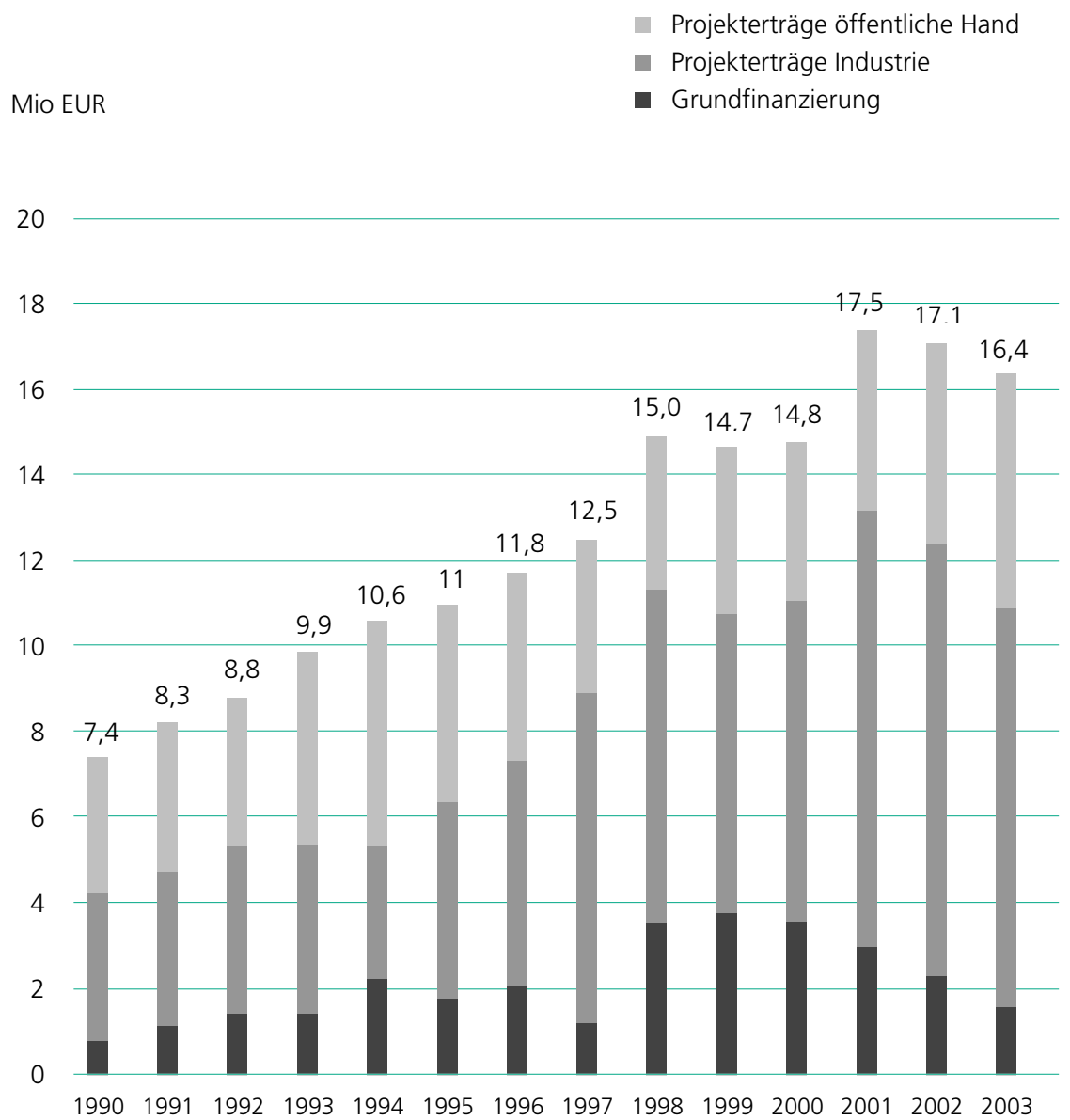
Betriebshaushalt 2003 (100 %)





Betriebshaushaltsentwicklung

Die Graphik verdeutlicht die Entwicklung des Betriebshaushaltes in den letzten 14 Jahren.





**ABB ALSTOM
POWER**

BAASEL
LASERTECH

BRAUN



BOSCH

DILLINGER HÜTTE

DILAS
Diodenlaser GmbH



HEIDELBERG INSTRUMENTS

Heraeus

Huf Tools

INOVAN



LAMBDA PHYSIK.

LASAG
INDUSTRIAL-LASERS
A COMPANY OF THE SWATCH GROUP



LEYER & KIWUS
ULTRASCHALL + LASERTECHNIK



MARQUARDT

MicroLaserTec GmbH

MESSER
Ign Steigerwald

Mubea
ENGINEERING FOR MOBILITY

MULTEK



PROMETEC

Radium
Die Lichtmarke



Raufoss

ROFIN Sinar
LASER



Siemens Automotive



Thyssen Laser-Technik Aachen



VYON
Kompetenz für Medical Produkte

WILDEN

Zinser

ZUMTOBEL STAFF
DAS LICHT

Stand Februar 2004
Mit freundlicher Genehmigung der
Kooperationspartner.

Die aufgelisteten Firmen sind ein
repräsentativer Ausschnitt aus der
umfangreichen Kundenliste des
Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik.



Kurzportrait

Das Fraunhofer Center for Laser Technology CLT hat seinen Sitz in Plymouth, Michigan. Diese Region hat sich zu einem Zentrum für Laserhersteller, Systemintegratoren und industrielle Anwender in den USA etabliert. Das neue Gebäude des CLT umfasst Räumlichkeiten mit einer Grundfläche von 1250 m². Mit einem Gesamtwert von mehr als 9 Millionen US\$ weist das CLT die modernste und vielseitigste Ausstattung von Lasersystemen in Nordamerika auf.

Die verfolgten Ziele sind:

- Einbindung in wissenschaftliche und industrielle Entwicklungen in den USA
- Know-how Zuwachs durch schnelleres Erkennen von Trends im Bereich der Laser- und Fertigungstechnik
- Beschleunigte Nutzung von FuE- und Arbeitsmethoden, in denen die USA führend sind
- Know-how Zuwachs durch enge Kooperation mit der Wayne State University und der University of Michigan.
- Stärkung der Position am FuE-Markt
- Steigerung der Industrieerträge aus den USA
- Steigerung der Motivation und der Qualifikation der Mitarbeiter

Die zentrale Philosophie von Fraunhofer USA ist der Aufbau eines deutsch-amerikanischen Joint-Ventures, bei dem Nehmen und Geben im Einklang zueinander stehen. Der Nutzen für beide Seiten ist eine essentielle Voraussetzung für die Zusammenarbeit. Die Fraunhofer-Gesellschaft wird stets auch Interessen der amerikanischen Seite berücksichtigen und versuchen, Beziehungen zu entwickeln, die sich wechselseitig verstärken.

In Zusammenarbeit mit der University of Michigan werden Hochleistungsfaserlaser entwickelt, die bei exzellenter Strahlqualität sowohl kontinuierlichen Betrieb mit kW-Ausgangsleistung als auch ultrakurze Pulse ermöglichen. In Zusammenarbeit mit der Wayne State University werden langzeitstabile Implantate zur Neurostimulation des menschlichen Gehirns entwickelt. Weiterhin ist das CLT Träger der Organisation »Laserspot«, die 2000 gegründet wurde und zur Zeit mehr als 20 Mitglieder zählt. Ziel von Laserspot ist es, den Nutzen der Lasertechnik in der industriellen Anwendung in unterschiedlichen Branchen zu fördern, indem Anbieter von Technologien und Komponenten mit Nutzern aus unterschiedlichsten Branchen zusammengebracht werden.

Im Jahre 2001 wurde die Firma Visotek aus dem CLT ausgegründet. Geschäftszweck ist die rasche Kommerzialisierung von Fraunhofer Technologie und die gemeinsame Bearbeitung von Forschungsprojekten. Als erstes Produkt wurden fasergekoppelte Diodenlasersysteme mit Leistungen im Kilowatt-Bereich erfolgreich in den Markt eingeführt. Spezialoptiken, beispielsweise zum Schweißen von Deckstrukturen für Schiffe, sind derzeit in Entwicklung.

Das Interesse der amerikanischen Partner konzentriert sich auf die:

- Nutzung von Kompetenzen der Fraunhofer-Institute für amerikanische Unternehmen
- Nutzung der Erfahrung bei der Einführung neuer Technologien
- Verbindungen zwischen Industrie und Hochschule
- Praxisnahe Ausbildung von Studenten, Diplomanden und Doktoranden





Dienstleistungen

Das CLT bietet Dienstleistungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung, die Entwicklung von optischen Komponenten und speziellen Lasersystemen an. Diese umfassen das gesamte Spektrum von Machbarkeitsstudien über Prozessentwicklung bis hin zur Vorserienproduktion, sowie Prototypenfertigung von Laserstrahlquellen und schlüsselfertigen Laseranlagen. Als unabhängige Einrichtung bietet es vor allem kleinen und mittelständischen Unternehmen die Möglichkeit, ihren Prozess mit Fraunhofer Maschinen und Personal zu entwickeln und zu testen. Auch komplette Anlagen können am CLT entwickelt und erprobt werden. Die Kunden kommen aus der Automobilindustrie, der Bauindustrie, dem Schiffbau und der Medizintechnik.

Mitarbeiter

Am CLT sind deutsche sowie amerikanische Mitarbeiter tätig. Ziel ist es, die deutschen Mitarbeiter turnusmäßig auszutauschen, damit die gesammelten Erfahrungen in die Mutterinstitute einfließen können und weiteren Mitarbeitern in Deutschland die Möglichkeit geboten wird, sich durch einen USA-Aufenthalt weiter zu qualifizieren. Darüber hinaus fertigen Studenten aus Aachen in den USA ihre Diplomarbeit an.

Ausstattung

Die derzeitige Ausstattung des CLT umfasst CO₂-Laser im Leistungsbereich von 6 kW, pulsable Nd:YAG-Laser von 1 kW bis 4,4 kW, Diodenlaser von 300 W bis 4 kW, eine Vielzahl von Spezial- und Hybridoptiken sowie eine Reihe von 3-, 5- und 6-Achsen Anlagen.

Kundenreferenzen

- Alcan
- Borg Warner
- Coherent Semiconductor Group
- DaimlerChrysler
- Dana Corporation
- Ford Motor Company
- General Motors
- JMC Technology Group
- Johnson Controls
- Kuka
- LASAG
- Nuvonyx
- Parker Hannifin
- Praxair Surface Technologies, Inc.
- PRC Lasers
- Rofin Sinar
- Soudronic
- Spectra Physics
- Trumpf
- Tailor Steel
- T&H Lemont
- Valeo
- Visteon

Aufwendungen Betriebshaushalt 2003*

	Mio. US\$
Betriebshaushalt	2,8
- Personalaufwendungen	1,0
- Sachaufwendungen	1,8

*Nachkalkulation ist noch nicht erfolgt

Ihr Ansprechpartner



Dr. Stefan Heinemann
Direktor

46025 Port Street
Plymouth
Michigan 48170
USA

Telefon: ++1 / 734 / 354 -6300
Durchwahl: -210
Fax: ++1 / 734 / 354 -3335

sheinemann@clt.fraunhofer.com
www.clt.fraunhofer.com



Coopération Laser
Franco-Allemande
Deutsch-Französisches
Laserzentrum



Kurzportrait

In der CLFA in Paris kooperiert das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT seit 1997 erfolgreich mit führenden französischen Forschungseinrichtungen. Die wichtigsten Kooperationspartner sind ARMINES, die École Nationale Supérieure des Mines de Paris ENSMP, das Institut de Soudure, das Institut Universitaire de Technologie du Creusot, l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques ENSMM in Besançon sowie weitere namhafte Laseranwendungszentren in Frankreich (u. a. IREPA in Strasbourg, PALA in Bordeaux). Interdisziplinäre Expertenteams aus Deutschland und Frankreich arbeiten gemeinsam am Transfer lasergestützter Fertigungsverfahren in die europäische Industrie. Die Coopération Laser Franco-Allemande ist Mitglied im Club Laser et Procédés, der französischen Vereinigung von Laserherstellern und -anwendern.

Die verfolgten Ziele der CLFA sind:

- Einbindung in wissenschaftliche und industrielle Entwicklungen in Frankreich
- Know-how Zuwachs durch schnelleres Erkennen von Trends im Bereich der europäischen Laser- und Produktionstechnik
- Stärkung der Position im europäischen F&E-Markt
- Aufbau eines europäischen Kompetenzzentrums für Lasertechnik
- Steigerung der Mobilität und Qualifikation der Mitarbeiter

Die CLFA beteiligt sich aktiv an der Realisierung des europäischen Forschungsraumes und ist eine Konsequenz der insbesondere im Bereich der Lasertechnik zunehmenden Vernetzung der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung in Europa. Die Kooperation des Fraunhofer ILT mit den französischen Partnern ist ein Beitrag zum Ausbau der europaweiten Präsenz der Fraunhofer Gesellschaft, bei dem die Vorteile für die französische und die deutsche Seite gleichermaßen Berücksichtigung finden. International wird dadurch die führende Position der europäischen Industrie in den lasergestützten Fertigungsverfahren weiter gefestigt.

Das Interesse der französischen Partner konzentriert sich auf die:

- Nutzung von Kompetenzen der Fraunhofer-Institute für französische Unternehmen
- Nutzung der Erfahrung des Fraunhofer ILT bei der Einführung neuer Technologien
- Verbindung zwischen Industrie und Hochschulen durch praxisnahe Ausbildung über Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten



Dienstleistungen

Die CLFA bietet Dienstleistungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung an. Diese umfassen das gesamte Spektrum von anwendungsorientierter Grundlagenforschung und Ausbildung über Machbarkeitsstudien und Prozessentwicklung bis hin zur Vorserienentwicklung und Systemintegration. Hierbei haben vor allem auch kleine und mittelständische Unternehmen die Möglichkeit, die Vorteile der Lasertechnik in einer unabhängigen Einrichtung kennenzulernen und zu erproben. Die offenen Entwicklungsplattformen erlauben den französischen Auftraggebern den Test und die Qualifizierung neuer lasergestützter Fertigungsverfahren.

Mitarbeiter

In der CLFA sind Mitarbeiter aus Frankreich und Deutschland gemeinsam tätig. Im Rahmen von Verbundprojekten wird der wechselseitige Personalaustausch zwischen den Standorten Aachen und Paris sowie den beteiligten Projektpartnern in Frankreich gefördert. Hierdurch wird den Mitarbeitern die Möglichkeit geboten, ihre Kompetenz insbesondere im Hinblick auf Mobilität und internationales Projektmanagement zu vertiefen.

Ausstattung

Neben den am Fraunhofer ILT zur Verfügung stehenden Einrichtungen verfügt das CLFA über eine eigene Infrastruktur im Centre des Matériaux Pierre-Marie Fournier der Ecole des Mines de Paris in Evry im Süden von Paris. Hierbei besteht insbesondere auch Zugriff auf die Infrastruktur zur Materialanalyse des Institutes. Kunden- und projektorientiert kann auch die Infrastruktur der anderen französischen Partner mit genutzt werden.

Standorte

Paris - im Zentrum von Paris in der École Nationale Supérieure des Mines de Paris ENSMP.

Evry - ca. 40 km südlich von Paris in den Räumen des Centre des Matériaux Pierre-Marie Fournier.

Ihr Ansprechpartner



Dr. Wolfgang Knapp
Direktor

CLFA c/o Armines
60 Boulevard Saint Michel
75272 PARIS Cedex 6
Frankreich

Telefon: +33 1 4051 9476
Fax: +33 1 4051 0094

wolfgang.knapp@ilt.fraunhofer.de
www.ilt.fraunhofer.de/clfa.html



Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Dabei zielen sie auf eine wirtschaftlich erfolgreiche, sozial gerechte und umweltverträgliche Entwicklung der Gesellschaft.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft eine Plattform zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen, davon 58 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 12 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über 1 Milliarde €. Davon fallen mehr als 900 Millionen € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Für rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft Erträge aus Aufträgen der

Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern beigesteuert, um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

Ihren Namen verdankt die Gesellschaft dem als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreichen Münchner Gelehrten Joseph von Fraunhofer (1787-1826).

Die Forschungsgebiete

Auf diese Gebiete konzentriert sich die Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft:

- Werkstofftechnik, Bauteilverhalten
- Produktionstechnik, Fertigungstechnologie
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik
- Sensorsysteme, Prüftechnik
- Verfahrenstechnik
- Energie- und Bautechnik, Umwelt- und Gesundheitsforschung
- Technisch-Ökonomische Studien, Informationsvermittlung

Die Zielgruppen

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist sowohl der Wirtschaft und dem einzelnen Unternehmen als auch der Gesellschaft verpflichtet. Zielgruppen und damit Nutznießer der Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft sind:

- Die Wirtschaft: Kleine, mittlere und große Unternehmen in der Industrie und im Dienstleistungssektor profitieren durch Auftragsforschung. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt konkret umsetzbare, innovative Lösungen und trägt zur breiten Anwendung neuer Technologien bei. Für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene FuE-Abteilung ist die Fraunhofer-Gesellschaft wichtiger Lieferant für innovatives Know-how.
- Staat und Gesellschaft: Im Auftrag von Bund und Ländern werden strategische Forschungsprojekte durchgeführt. Sie dienen der Förderung von Spitzen- und Schlüsseltechnologien oder Innovationen auf Gebieten, die von besonderem öffentlichen Interesse sind, wie Umweltschutz, Energietechniken und Gesundheitsvorsorge. Im Rahmen der Europäischen Union beteiligt sich die Fraunhofer-Gesellschaft an den entsprechenden Technologieprogrammen.



Das Leistungsangebot

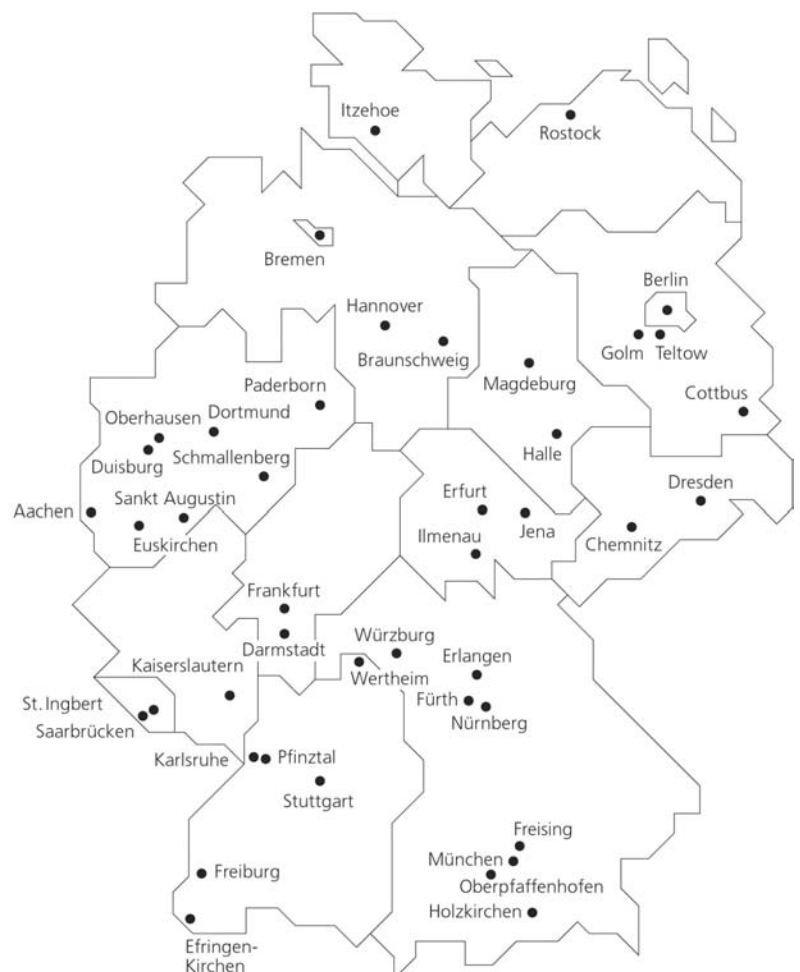
Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt Produkte und Verfahren bis zur Anwendungsreife. Dabei werden in direktem Kontakt mit dem Auftraggeber individuelle Lösungen erarbeitet. Je nach Bedarf arbeiten mehrere Fraunhofer-Institute zusammen, um auch komplexe Systemlösungen zu realisieren. Es werden folgende Leistungen angeboten:

- Optimierung und Entwicklung von Produkten bis hin zur Herstellung von Prototypen
- Optimierung und Entwicklung von Technologien und Produktionsverfahren
- Unterstützung bei der Einführung neuer Technologien durch:
 - Erprobung in Demonstrationszentren mit modernster Geräteausstattung
 - Schulung der beteiligten Mitarbeiter vor Ort
 - Serviceleistungen auch nach Einführung neuer Verfahren und Produkte
- Hilfe zur Einschätzung von Technologien durch:
 - Machbarkeitsstudien
 - Marktbeobachtungen
 - Trendanalysen
 - Ökobilanzen
 - Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Ergänzende Dienstleistungen, z. B.:
 - Förderberatung, insbesondere für den Mittelstand
 - Prüfdienste und Erteilung von Prüfsiegeln

Die Vorteile der Vertragsforschung

Durch die Zusammenarbeit aller Institute stehen den Auftraggebern der Fraunhofer-Gesellschaft zahlreiche Experten mit einem breiten Kompetenzspektrum zur Verfügung. Gemeinsame Qualitätsstandards und das professionelle Projektmanagement der Fraunhofer-Institute sorgen für verlässliche Ergebnisse der Forschungsaufträge. Modernste Laborausstattungen machen die Fraunhofer-Gesellschaft für Unternehmen aller Größen und Branchen attraktiv. Neben der Zuverlässigkeit einer starken Gemeinschaft sprechen auch wirtschaftliche Vorteile für die Zusammenarbeit, denn die kostenintensive Vorlauftforschung bringt die Fraunhofer-Gesellschaft bereits als Startkapital in die Partnerschaft ein.

Die Standorte der Forschungseinrichtungen







Teilautomatisierte Mikrolinsenmontage	28	Aufbereitung und Reinigung schadstoffbelasteter Abgase	38
Burn-In-System für Hochleistungsdiodenlaser	29	Plasmareaktoren für die Abgasbehandlung	39
Kundenspezifische Diodenlaser-Pumpmodule	30	Kontinuierliche Plasmabehandlung bei Atmosphärendruck	40
Miniaturisierter Slablaser MicroSlab	31	Schnelle Sterilisation von Packstoffen	41
Diodengepumpter Slablaser INNOSLAB1000	32	Gasentladungsquelle für die Extrem Ultraviolet Lithografie	42
Leistungsskalierbare Verstärker in Slab-Geometrie	33	Strukturanalyse mit EUV-Transmissionsmikroskopie	43
Kurzpuls-Hochleistungs-MOPA-Anordnung mit mittleren Leistungen im kW-Bereich	34		
UV-Festkörperlaser hoher mittlerer Leistung	35		
Prozessangepasste Optik zum Simultanschweißen von Kunststoffbauteilen	36		
Laser reinigen Bahnschienen	37		

Anmerkung der Institutsleitung

Wir weisen explizit darauf hin, dass die Offenlegung der nachfolgenden Industrieprojekte mit unseren Auftraggebern abgestimmt ist. Grundsätzlich unterliegen unsere Industrieprojekte der strengsten Geheimhaltungspflicht. Für die Bereitschaft unserer Industriepartner, die aufgeführten Berichte zu veröffentlichen, möchten wir an dieser Stelle herzlich danken.



Aufgabenstellung

Zur Faserkopplung oder Direktanwendung von Hochleistungs-Diodenlaserbarren muss die teilweise stark divergente und astigmatische Strahlung kollimiert und fokussiert werden. Zur Kollimation von Hochleistungs-Diodenlaserbarren werden Mikrooptiken eingesetzt. So wird die Strahlung der sogenannten Fast-Axis, deren Divergenzwinkel größer als 30° (Halbwinkel) ist, mit Hilfe von Mikrozylinderlinsen kollimiert. Diese Mikrolinsen haben eine numerische Apertur größer 0,6 und eine Brennweite kleiner 1 mm. Die Abmessungen betragen typischerweise 1,5 mm x 1,5 mm x 12,0 mm. Die erforderlichen Positioniergenauigkeiten dieser Mikrolinsen bei der Montage liegen im sub- μm -Bereich.

Der Montage- und Justageprozess von Mikrolinsen erfolgt bis heute überwiegend manuell. Damit hängt die Qualität dieses Prozesses von den jeweiligen Fähigkeiten des Benutzers ab. Um eine große Genauigkeit und Reproduzierbarkeit sowie gleichbleibende Qualität über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten, ist eine Teilautomatisierung der einzelnen Prozessschritte erforderlich.

Vorgehensweise

Ein erster Schritt der Teilautomatisierung sieht vor, dass ein Magazin für die Mikrolinsen entwickelt wird, damit das umständliche Herausnehmen der Mikrolinsen aus den Küvetten und das Ablegen auf den Montagegreifer von Hand entfällt sowie Fehler beim Handling vermieden werden.

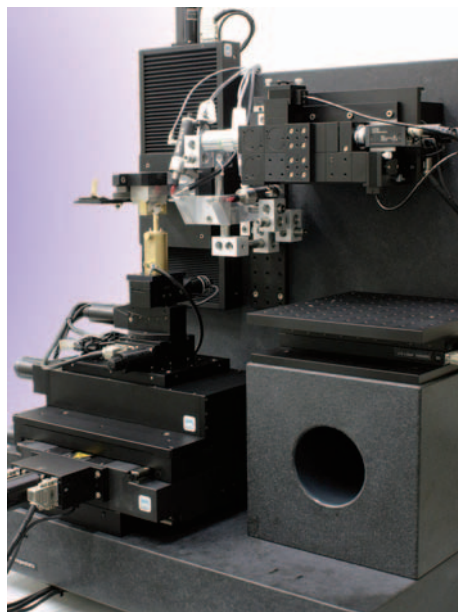
Gleichzeitig werden die verschiedenen Komponenten, die zur Befestigung von Mikrolinsen erforderlich sind, wie zum Beispiel Dispenser, UV-Lichtquelle oder Diodenlaser-Netzteil, in ein kommerzielles mehrachsiges Greifersystem integriert und durch einen Rechner angesteuert.

Ergebnisse und Anwendungen

Das entwickelte Linsenmagazin nimmt 30 Mikrolinsen mittels einer form- und stoffschlüssigen Verbindung sicher auf. Die Anlage greift automatisch eine Mikrolinse aus diesem Magazin, benetzt mittels Dispenser die Klebeflächen mit UV-aushärtendem Kleber und positioniert die Mikrolinse grob vor den Hochleistungs-Diodenlaserbarren. Die Feinjustage obliegt vorerst weiterhin dem Operator. Nach erfolgreicher Feinjustage wird die Klebestelle automatisch mittels UV-Licht ausgehärtet. Während des gesamten Prozesses steuert und überwacht der Rechner das Netzteil sowie die Versorgung mit Kühlwasser, Druckluft und Vakuum.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. M. Haverkamp, Tel.: -531
mark.haverkamp@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. M. Röhner, Tel.: -195
markus.roehner@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Boucke, Tel.: -132
konstantin.boucke@ilt.fraunhofer.de



Oben: Mehrachsiges Greifersystem mit adaptiertem Dispenser und UV-Lichtführung zur Montage und Justage von Mikrolinsen
Unten: Magazin für Mikrolinsen





Aufgabenstellung

Die maximale optische Ausgangsleistung von Diodenlasern hat sich in den zurückliegenden Jahren stetig erhöht und wird auch weiterhin steigen. Im Bereich der Diodenkonfektionierung gewinnen passive Wärmesenken zunehmend an Bedeutung, da Lasermodule ohne aktive Kühlung zuverlässig und kostengünstig realisiert werden können. Ziel ist es, einen Prüfstand zu entwickeln, der für die Leistungsdaten und Kühlgeometrien zukünftiger Generationen von Hochleistungsdiodenlasern konzipiert ist.

Vorgehensweise

Das System umfasst fünf einzelne Prüfplätze, jeweils bestehend aus einer mechanischen Spannvorrichtung zur Aufnahme der Diodenlaser und Sensoren zur Ermittlung der Messgrößen. Die absolute optische Ausgangsleistung wird über kommerzielle OEM-Sensoren gemessen. Jeder Prüfplatz verfügt über ein separates, am Fraunhofer ILT entwickeltes Hochstromnetzteil sowie ein Spektrometer mit einem Wellenlängenbereich von 650 - 1100 nm und einer Auflösung von 0,5 nm.

Weitere Messgrößen sind die Diodenspannung, der Kühlmitteldurchfluss und die Kühlmitteltemperatur. Ein Umwälzkühler mit integrierter Heizung ermöglicht eine einstellbare Betriebstemperatur bis 70° C.

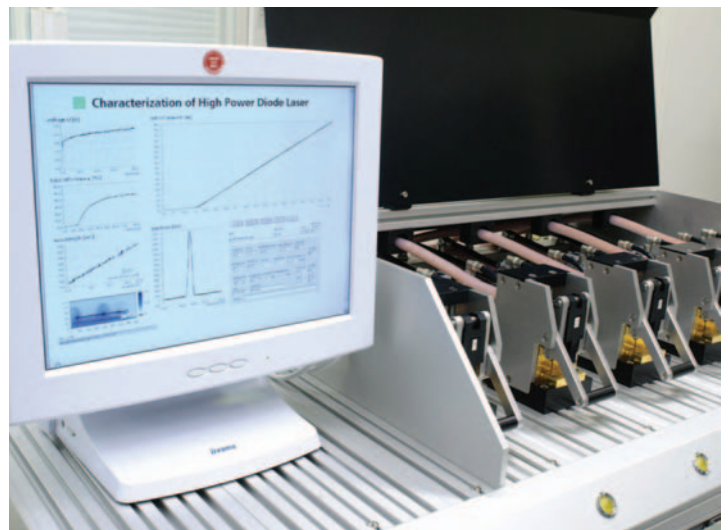
Über die Benutzeroberfläche eines Leitrechners können alle Prüfplätze individuell parametrieren und die ermittelten Messwerte grafisch dargestellt werden.

Ergebnisse und Anwendungen

Mit dem entwickelten System können aktiv und passiv gekühlte Hochleistungsdiodenlaser bis 240 Watt optischer Ausgangsleistung einem Dauertest und Charakterisierungsprozess unterzogen werden. Durch die exakte Temperierung der Dioden ist es möglich, Alterungsprozesse zeitlich verkürzt zu simulieren und Hochtemperatur-Dioden unter realistischen Betriebsbedingungen zu testen.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. W. Brandenburg, Tel.: -192
wolfgang.brandenburg@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Boucke, Tel.: -132
konstantin.boucke@ilt.fraunhofer.de





Aufgabenstellung

Für das Pumpen von Festkörperlaseren werden kundenspezifische Diodenlasermodule mit Faserkopplung benötigt. Hierbei wird eine kompakte Bauform für die Integration in einen 19"-Einschub gefordert. Die Laserleistung ist mit 300 W aus einer 800 μm Faser bzw. 150 W aus einer 600 μm Faser spezifiziert.

Vorgehensweise

Ausgehend von kommerziellen Diodenlaserstacks einer definierten Pumpwellenlänge wird das optische Konzept zur Strahlformung und Faserkopplung mit Hilfe einer Raytracing-Simulation ausgelegt. Neben der Polarisationskopplung kommt ein neu entwickelter Strahltransformer für die Symmetrisierung der beiden Strahldimensionen »slow-axis« und »fast-axis« zum Einsatz. Die über ein Umlenkprisma gefaltete Optik fokussiert den symmetrisierten Strahl auf ein im Rücklauf gekühltes Pinhole, welches als Schutz für die nachfolgende Faserkopplung dient.

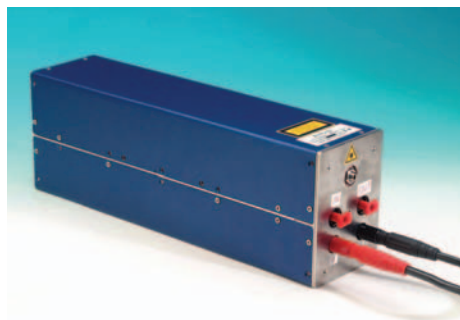
Ergebnisse und Anwendungen

Bei einer Effizienz von etwa 60 % werden 300 W aus der 800 μm Faser bei einer NA von 0,22 erzielt. Aufgrund der Kompatibilität der beiden Pumpmodule wird das 150 W Modul ohne Polarisationskopplung aufgebaut. Durch eine Erhöhung des Füllfaktors in fast-axis mit einer Kompressionsoptik sowie durch den Einsatz von Wellenlängen-Multiplexing sind Leistungen bis 1 kW aus einer 800 μm Faser bei einer NA < 0,22 erreichbar.

Das Modul wird für die Materialbearbeitung sowie für das Pumpen von Scheiben- und Faserlasern eingesetzt.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. A. Knitsch, Tel.: -414
alexander.knitsch@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. M. Traub, Tel.: -342
martin.traub@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de



Diodenlasermodul mit 300 W
Ausgangsleistung



Aufgabenstellung

Diodengepumpte Festkörperlaser sind im Bereich der Markierung und Mikrobearbeitung als Werkzeug weitgehend etabliert. Kommerziell erhältliche endgepumpte Slablasers sind auf Ausgangsleistungen bis zu 10 W begrenzt. Eine Skalierung der Ausgangsleistung in den 100 W Bereich unter Beibehaltung der hohen Strahlqualität ist mit Hilfe des am Fraunhofer ILT entwickelten INNOSLAB Lasers möglich.

Die quaderförmige Geometrie der Bauelemente des Slablasers ermöglicht eine einfache Anordnung auf einer gemeinsamen Grundplatte und somit auch die Möglichkeit einer automatisierbaren Fertigung.

Eine drastische Reduktion der Kosten und des Bauraums eröffnet neue Einsatzgebiete - insbesondere im Bereich der Beschriftung - die bisher nur Tintenstrahl- bzw. herkömmlichen Laserdruckern vorbehalten sind.

Ziel der Untersuchungen ist die Konzeptionierung und Realisierung eines miniaturisierten, gütegeschalteten und passiv gekühlten Slablasers, der automatisierbar zu fertigen ist, mit einer Ausgangsleistung im Bereich von 20 W bei beugungsbegrenzter Strahlqualität.

Vorgehensweise

Das Konzept des INNOSLAB Lasers wurde dahingehend modifiziert, dass anstelle des stabil-instabilen Hybridresonators ein stabiler gefalteter Resonator verwendet wird.

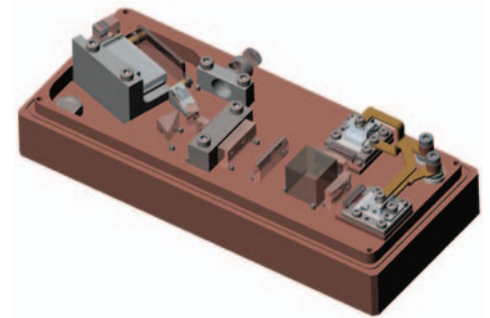
Durch eine spezielle Beschichtung der Faltungsspiegel wird das Anschwingen parasitärer Oszillationen verhindert. Vorteil dieses Konzepts ist neben dem in beiden Richtungen gaussförmigen Strahlprofil der kleine Strahlquerschnitt, der die einfache Verwendung erprobter Komponenten zur Güteschaltung und Frequenzkonversion erlaubt.

Der zur Homogenisierung und Kompensation von Diodenlaserausfällen erforderliche Bauraum kann durch Verwendung von mikrooptischen Bauelementen der Pumpanordnung deutlich verkleinert werden.

Ergebnisse und Anwendungen

An einem Testaufbau wurde die winkelselektive Eigenschaft der Faltungsspiegel, begrenzt durch die verfügbare Pumpleistung, bis zu einer Ausgangsleistung von 40 W nachgewiesen. Im A/O-gütegeschalteten Grundmodebetrieb liegen die Pulslängen im Bereich von 50 ns bis 150 ns.

Das Bild zeigt den miniaturisierten Aufbau des MicroSlab Lasers mit Abmessungen von 170 x 70 x 50 mm³, bei dem die einzelnen Komponenten an Passstifte angelegt und auf der Grundplatte fixiert wurden. Einziges justierbares Element ist der Auskoppelspiegel.



Miniaturisierter, gütegeschalteter Slablasers in planarer Aufbautechnik

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. M. Hoefer, Tel.: -128
marco.hoefer@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. J. Luttmann, Tel.: -128
joerg.luttmann@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de



Aufgabenstellung

Kommerziell verfügbare diodengepumpte Slablaser stellen Ausgangsleistungen bis zu 8 kW mit einem Strahlparameterprodukt von 12,5 bis 25 mm x mrad bereit. Lichtwellenleiter mit Kerndurchmessern von 300 μm - 600 μm werden zum Transport der Strahlung eingesetzt. Diese Laser weisen also eine etwa 4- bis 16-fach geringere Fokussierbarkeit als beugungsbegrenzte CO₂-Laser auf.

Für Laseranwendungen wie z. B. »Remote Welding«, »Selective Laser Melting« oder »Hochgeschwindigkeits-schneiden« werden erheblich höhere Strahlqualitäten gefordert. Die verbesserte Strahlqualität kann optional zur Verbesserung der Fokussierung, zur Vergrößerung der Tiefenschärfe oder für kleinere Querabmessungen der Bearbeitungsoptik eingesetzt werden.

Ziel der Untersuchungen zum diodendegepumpten Slablaser »INNOSLAB« ist die Steigerung der Ausgangsleistung in den Bereich von 1000 W mit einer Beugungsmaßzahl von $M^2 < 10$, es soll also mindestens die Fokussierbarkeit beugungsbegrenzter CO₂-Laser erreicht werden.

Vorgehensweise

Bei dem am Fraunhofer ILT entwickelten Slablaserkonzept »INNOSLAB« wird ein quaderförmiger Laserkristall von Diodenlaserstacks endgepumpt. Die Eigenschaften der Diodenlaserstrahlung vereinfachen die Fokussierung zu einer homogenen Linie mit einem hohen Aspektverhältnis.

Der so gepumpte Kristall besitzt ein verstärkendes Volumen mit rechteckförmigem Querschnitt, das mittels eines stabil/instabilen Hybridresonators effizient bei hoher Strahlqualität ausgenutzt wird. Zur Reduktion der thermisch induzierten Spannungen wurden Kristalle mit undotierten Bereichen verwendet. Der Einfluss dieser undotierten Endstücke auf die thermisch induzierten Effekte wurde theoretisch untersucht und experimentell verifiziert.

Ergebnisse und Anwendungen

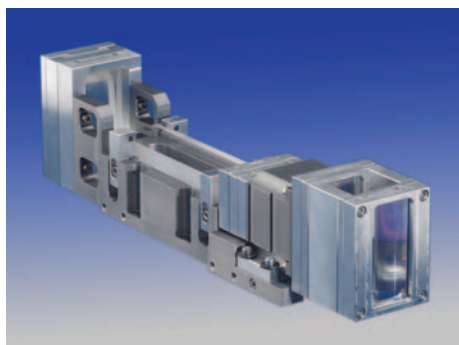
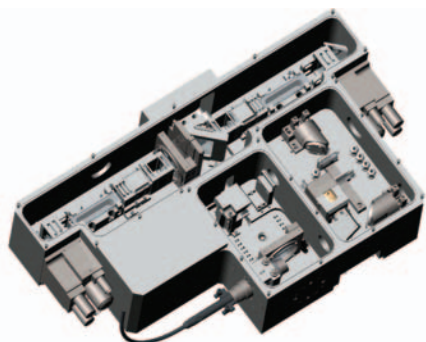
Im cw-Betrieb konnte durch Einsatz gebondeter Kristalle die Ausgangsleistung auf 1050 W erhöht werden, bei gleichzeitiger Verbesserung der Beugungsmaßzahl auf $M^2 < 4$ über den vollen Leistungsbereich.

Basierend auf der gleichen Technologie wurden mit einem gütegeschalteten Laser Ausgangsleistungen von 80 W bei einer Beugungsmaßzahl $M^2 < 1,5$ erreicht. Bei 1 kHz Repetitionsrate betrug die Pulsenergie 6 mJ und die Pulslänge 15 ns.

Das Bild zeigt einen industrietauglichen Prototyp des Lasers, der zusammen mit Steuer- und Versorgungseinheit in einen 19" Schrank integriert werden kann.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. M. Hoefer, Tel.: -128
marco.hoefer@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. J. Luttmann, Tel.: -128
joerg.luttmann@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de



Oben: 3-D-Modell
des INNOSLAB1000
Unten: Kompakte
Resonatereinheit des
INNOSLAB1000



Aufgabenstellung

Laser-Oszillatoren mit Pulsdauern im ns- und ps- Bereich sind meist in der Ausgangsleistung auf einige W bis einige 10 W limitiert. Zur Erzeugung von Laserstrahlung höherer Leistung soll ein optischer Verstärker eingesetzt werden. Ziel ist eine effiziente Leistungsverstärkung ohne signifikante Änderung von Strahlqualität und Pulsform. Es sollen keine aktiven Schaltelemente wie Pockelszellen oder Modulatoren eingesetzt werden.

Vorgehensweise

In der Verstärkerstufe wird ein quaderförmiger Laserkristall (Slab) mit einem Linienfokus diodenendgepumpt. Die Endfläche des Slabs weist ein hohes Aspektverhältnis mit einer breiten Richtung zur Leistungsskalierung auf. Der Eingangsstrahl wird in der schmalen Richtung an das Pumpvolumen angepasst. In Skalierungsrichtung durchläuft der Strahl den Kristall mehrfach als gefalteter Single Pass Verstärker. Dabei kann das System optional auf hohe Leistung oder auf hohe Verstärkung ausgelegt werden. Durch ein geeignetes Faltungsdesign bleiben die Intensitäten im Bereich der Sättigungsintensität und damit auch bei hoher Ausgangsleistung deutlich unterhalb der Zerstörschwelle aller optischen Komponenten.

Ergebnisse und Anwendungen

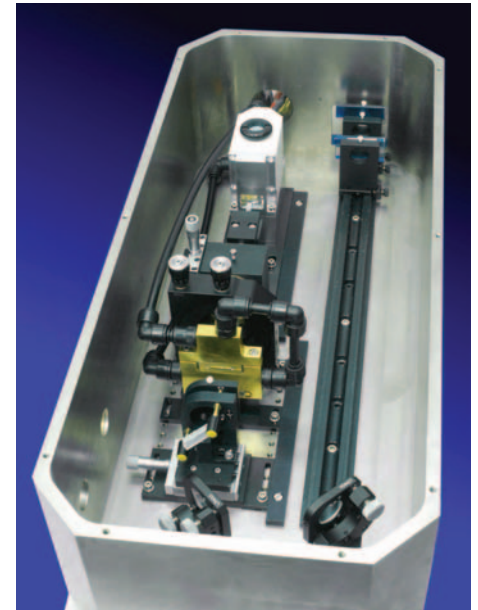
Folgende MOPA-Systeme wurden für konkrete Anwendungen, z. B. ultraschnelle Laser Deposition von dünnen Filmen oder resonatorexterne Frequenzkonversion, realisiert:

- MHz Nd:YVO₄-Verstärker
 $f = 1,5 - 4 \text{ MHz}$, $\tau = 13 \text{ ps}$,
Oszillator: 4 W, $M^2 = 1$
Verstärker: 50 W, $M^2 < 1,4$
- MHz Nd:YVO₄-Verstärker
 $f = 80 \text{ MHz}$, $\tau = 7 \text{ ps}$,
Oszillator: 3,5 W, $M^2 = 1$
Verstärker: 48 W, $M^2 < 1,1$
- kHz Nd:YAG-Verstärker
 $f = 0 - 10 \text{ kHz}$, $\tau < 10 \text{ ns}$,
Oszillator: max. 4 W, $M^2 < 1,7$
Verstärker: max. 42 W, $M^2 < 1,5$
- kHz Nd:YAG-Verstärker
 $f = 0 - 50 \text{ kHz}$, $t > 20 \text{ ns}$,
Oszillator: max. 75 W, $M^2 < 1,6$
Verstärker: max. 135 W, $M^2 < 1,9$

Gegenstand zukünftiger Arbeiten ist die Skalierung der Ausgangsleistung zu mehreren 100 W.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. J. Luttmann, Tel.: -128
joerg.luttmann@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. M. Hoefer, Tel.: -128
marco.hoefer@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de



Slab-Verstärkermodul



Aufgabenstellung

Die fortschreitende Erhöhung der Packungsdichte von lithographisch erzeugten Strukturen in Mikrochips erfordert neuartige Methoden im Bereich der Lithographie-Strahlungsquellen. Für die laserbasierte EUV-Lithographie mit einer Wellenlänge von $\lambda = 13,4 \text{ nm}$ müssen Hochleistungs-Lasersysteme mit Pulsleistungen im MW-Bereich, mittleren Leistungen im kW-Bereich und hoher Strahlqualität entwickelt werden.

Im Auftrag von XTREME technologies wird ein Nd:YAG Oszillator-Verstärkersystem mit Pulsdauern unter 15 ns, Repetitionsraten von mehreren kHz und einer mittleren Leistung im kW-Bereich bei einer Beugungsmaßzahl von $M^2 < 10$ entwickelt.

Vorgehensweise

Das Verstärkersystem basiert auf kommerziellen diodengepumpten Nd:YAG Lasermodulen, die in Zusammenarbeit mit der Firma Rofin Sinar in den letzten Jahren für den Einsatz in Hochleistungs-CW-Lasern entwickelt wurden. Die Module werden kontinuierlich transversal gepumpt.

Um die geforderte hohe Strahlqualität zu erreichen, wird ein Optiksistem zur Kompensation der strahlqualitätsverringenden Effekte entwickelt, die bei Nd:YAG-Stäben auftreten, die mit hoher mittlerer Leistung betrieben werden.

Ergebnisse und Anwendungen

Aktuell werden die Oszillator-Verstärker-Anordnungen mit bis zu 10 kHz bei einer Pulslänge zwischen 5 und 15 betrieben.

Ein System auf Basis eines Industrielasers aus vier Lasermodulen wurde entwickelt und aufgebaut. Das System wird routinemäßig bei 0 - 10 kHz mit einer mittleren Ausgangsleistung von bis zu 500 W betrieben. Dabei wird eine Beugungsmaßzahl $M^2 < 2$ erreicht.

Eine optimierte Anordnung mit acht Lasermodulen erreicht bei einer Repetitionsrate von 10 kHz eine mittlere Leistung von 1,3 kW bei einer Beugungsmaßzahl $M^2 < 2$.

Neben der EUV-Lithographie ist das System interessant in der Hochgeschwindigkeits-Materialbearbeitung wie z. B. Perkussionsbohren, Oberflächen-Strukturierung oder PLD (Pulsed Laser Deposition).

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. K. Nicklaus, Tel.: -224
kolja.nicklaus@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de



Prototyp der MOPA-Anordnung
mit angeschlossener EUV-Plasma-
Kammer
(Foto: XTREME technologies)



Aufgabenstellung

Für innovative Produktionsverfahren wie zum Beispiel die Leiterplatten-direktbelichtung oder das Bohren von elektronischen Leiterplatten werden stabile UV-Festkörperlaser mit über 10 W mittlerer Laserleistung benötigt. Zur Zeit werden für Leiterplattendirektbelichtung UV-Argonlaser und für Leiterplattenbohren CO₂-Laser eingesetzt. Argonlaser sind gekennzeichnet durch eine hohe Leistungsaufnahme und geringe Betriebssicherheit. CO₂-Laser können Lochdurchmesser von 25 µm für hochintegrierte Leiterplatten prinzipiell nicht erreichen. In Zusammenarbeit mit Jenoptik Laser, Optik, Systeme GmbH werden daher »All-Solid-State«-UV-Lasersysteme entwickelt, die Leistungen von über 10 W bei deutlich gesenkten Betriebskosten und erhöhter Betriebssicherheit liefern.

Vorgehensweise

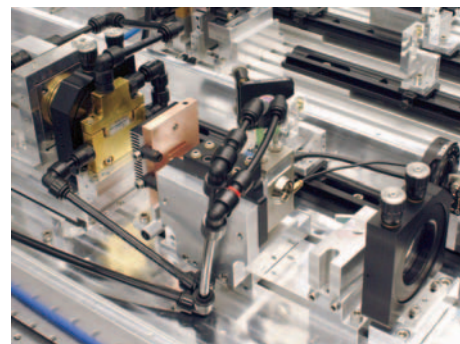
Eine gütegeschaltete Slab-MOPA-Anordnung, bestehend aus einem diodenendgepumpten Slab-Oszillator und einem nachgeschalteten Slab-verstärker, liefert bei 1064 nm nahezu beugungsbegrenzte Laserstrahlung mit hoher mittlerer Leistung bei Puls-wiederholraten zwischen 5 und 50 kHz. Mit Hilfe nichtlinearer Kristalle wird dieser Laser zuerst frequenzverdoppelt (532 nm) und danach frequenzvervielfacht (266 nm).

Ergebnisse und Anwendungen

Bei einer Repetitionsrate von 10 kHz liefert die Slab-MOPA-Anordnung eine Ausgangsleistung von über 120 W bei 1064 nm mit einer Beugungsmaßzahl $M^2 \leq 2$ und einer Pulslänge kleiner 30 ns.

Nach der Frequenzverdopplung mittels eines LBO Kristalls steht eine Leistung von mehr als 65 W bei 532 nm mit einer Beugungsmaßzahl $M^2 \leq 1,3$ für die Frequenzvervielfachung zur Verfügung.

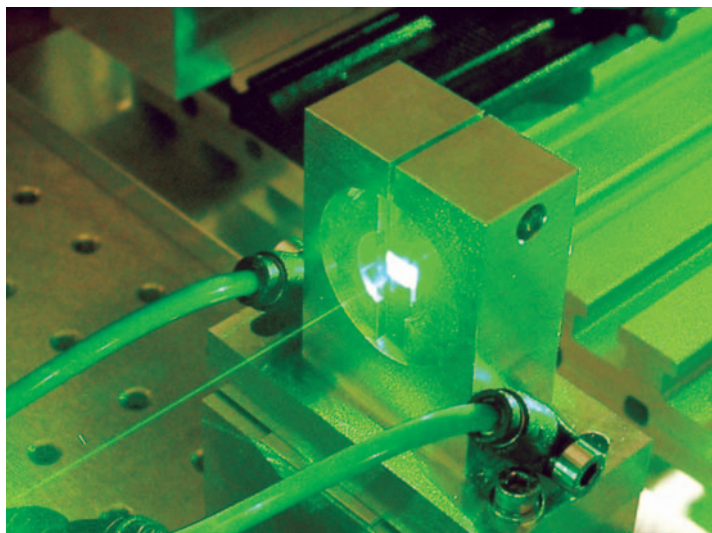
Bei ersten Experimenten zur Frequenzvervielfachung mit CLBO-Kristallen wurde eine Leistung von mehr als 10 W bei 266 nm realisiert. In den folgenden Arbeiten soll diese Leistung auf über 15 W bei 266 nm erhöht und langzeitstabil zur Verfügung gestellt werden.



Oben: Slab-MOPA-Anordnung:
Vordergrund Slaboszillator,
Hintergrund Slabverstärker
Unten: SHG-Einheit bei 65 W

Ansprechpartner

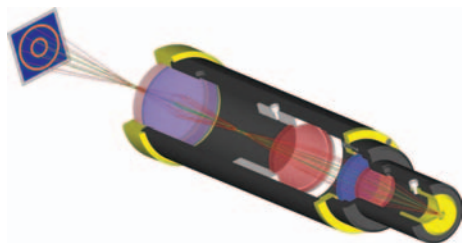
Dipl.-Phys. Marco Hoefer, Tel.: -128
marco.hoefer@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de





Aufgabenstellung

Diodenlaser bieten beim Verschweißen von Kunststoffbauteilen aufgrund ihrer geringen Baugröße und niedrigen Investitions- und Betriebskosten erhebliche Vorteile gegenüber Gas- und Festkörperlaser. Der Einsatz fasergekoppelter Systeme erhöht die Flexibilität des Diodenlasers weiter. Verglichen mit dem Konturschweißen lässt sich durch den Einsatz von Simultanschweißverfahren, bei denen im Singleshot-Verfahren ohne bewegte Teile die Schweißnaht generiert wird, die Taktzeit bei reduzierten Anlagekosten wesentlich verringern. In Kooperation mit dem CLFA wurde am Fraunhofer ILT daher für eine Schweißkontur eine geeignete Bearbeitungsoptik ausgelegt und aufgebaut.



Vorgehensweise

Für das gegebene Bauteil müssen zwei kreisförmige, konzentrische Schweißnähte erzeugt werden. Hierzu wurde mit Hilfe eines kommerziellen Ray-tracing-Programms eine entsprechende Verteilung für ein fasergekoppeltes Diodenlasersystem ausgelegt, bei der die Leistungsdichteverteilung der einzelnen Ringe radial tophat-förmig und winkelunabhängig ist. Hierbei lässt sich der Leistungsanteil der beiden Ringe stufenlos variieren und die Optik so auf unterschiedliche Fernfeldverteilungen der verwendeten Laser einstellen.

Ergebnisse und Anwendungen

Nach Auslegung der Optik wurde am Fraunhofer ILT ein Prototyp zum Simultanschweißen der oben beschriebenen Geometrie aufgebaut und erfolgreich am CLFA getestet. Die realisierte Optik generiert zwei konzentrische Ringe mit Durchmessern von 10 mm und 25 mm und einem Bearbeitungsabstand von 150 mm. Die Effizienz der Optik beträgt 95 %. Basierend auf dem dargestellten Konzept werden für weitere Geometrien wie Quadrate und Rechtecke Optiken mit prozessangepassten Leistungsdichteverteilungen entwickelt.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. M. Traub, Tel.: -342
martin.traub@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de

Fasergekoppelte Ringfokus-Optik





Aufgabenstellung

Herbstlaub und Schmierfette sowie dünne Oxidschichten in Verbindung mit Wasser bilden auf Bahnschienen Schmierfilme, die zu Traktionsverlusten beim Beschleunigen und zu verlängerten Bremswegen sowie zu einem erhöhten elektrischen Widerstand zwischen Radreifen und Schiene führen. Herkömmliche Verfahren wie die Reinigung mittels Hochdruckwasserstrahlen und das Aufbringen von Streusand genügen nicht vollständig den Anforderungen z. B. hinsichtlich geringem Verschleiß der Schienen und der Bearbeitungs-geschwindigkeit. Außerdem muss das Verbrauchsmaterial in Behältern mitgeführt und regelmäßig nachgefüllt werden.

Eine Lösung des Problems kann durch die berührungsfreie Reinigung mittels Hochleistungslaser erreicht werden. Laser und Bearbeitungsoptiken, die den Anforderungen genügen, sind kommerziell nicht verfügbar. Aufgrund der umfangreichen Expertise auf dem Gebiet gepulster Hochleistungslaser wurde das Fraunhofer ILT von der englischen Firma LASERTHOR mit der Entwicklung eines diodengepumpten Lasers mit fasergekoppelter Bearbeitungsoptik beauftragt.

Vorgehensweise

Ein diodengepumpter Festkörperlaser mit einer mittleren Ausgangsleistung von 1000 W wird güte-geschaltet, um die für einen effizienten Reinigungsprozess erforderlichen Leistungs-dichten zu erreichen. Die Laserstrahlung wird mittels Glasfaser zur

Bearbeitungsoptik geführt, die am Fahrgestell des Schienenfahrzeugs in der Nähe der Schienenoberfläche befestigt wird. Die Bearbeitungsoptik erzeugt einen linienförmigen Fokus und ist ohne bewegliche Teile realisiert. Mit dieser Anordnung wird der extremen Belastung durch Vibrationen und Schmutz sowie dem geringen verfügbaren Platz Rechnung getragen.

Ergebnisse und Anwendungen

Der an LASERTHOR gelieferte Prototyp liefert mittels Glasfaser eine Pulsleistung von 500 kW bei einer Pulsdauer von 60 ns und einer Pulsfrequenz von 25 kHz. Der Arbeitsabstand der Optik von der Schiene beträgt mehr als 200 mm. Im Testbetrieb wurden Geschwindigkeiten von mehr als 64 km/h erreicht. Das System wird zur Zeit auf dem englischen Schienennetz erprobt.

Zunächst wird das System auf Service-zügen eingesetzt, mittelfristiges Ziel ist die Integration in Linienzüge.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. R. Meyer, Tel.: -197
rudolf.meyer@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. M. Traub, Tel.: -342
martin.traub@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. H.-D. Hoffmann, Tel.: -206
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de



Fasergekoppelte
Strahlformungsoptik



Aufgabenstellung

In vielen Bereichen des täglichen Lebens findet man Schadstoffe in der Luft, deren Konzentrationen strengen Grenzwerten unterliegen, so z. B. die Abgasemissionen aus Kraftfahrzeugen oder der Industrie, die häufig auch mit sogenannten VOCs (Volatile Organic Compounds) belastet sind. Bisherige Reinigungstechniken sind oftmals aufwändig in der Installation und der Wartung. Atmosphärendruckplasmen wie beispielsweise die Barrierenentladung können dazu eine wartungsarme, einfach zu installierende Alternative bieten.

Vorgehensweise

An einem Prüfstand werden die zu untersuchenden Gasgemische erstellt, wobei auch Flüssigkeiten verdampft und dem Gasstrom zugeführt werden können. Das Gasgemisch wird in Plasmareaktoren behandelt, die durch ihre unterschiedlichen Geometrien Einfluss auf das Behandlungsergebnis nehmen können. Das Nachschalten von Katalysatoren ist ebenfalls möglich. Für die Gasanalyse stehen ein Massenspektrometer, ein FT-IR-Spektrometer mit einer variablen Weglänge von bis zu 10 m und ein Gaschromatograph zur Verfügung, so dass ein Nachweis von Substanzen bis in den ppb-Bereich hin möglich ist.

Ergebnisse und Anwendungen

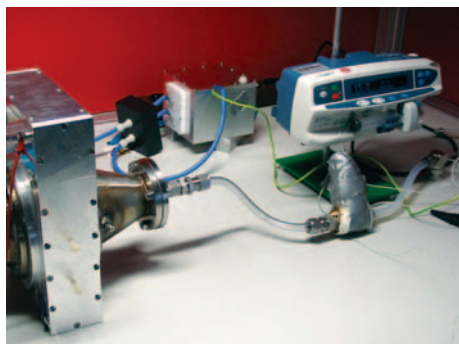
Bei der Entfernung verschiedener VOCs aus trockener Luft wurden bereits hohe Reduktionsraten erzielt, so konnte z. B. Formaldehyd zu mehr als 95 % aus der Luft entfernt werden und auch das Blutgift Kohlenmonoxid wurde zu mehr als 85 % in CO₂ überführt. Es konnte festgestellt werden, dass Temperatur und Feuchtigkeit sowie die Sauerstoffkonzentration maßgeblich die Effizienz beeinflussen.

In motorischen Abgasen wird das Plasma derzeit zur Aufbereitung des Abgases für nachfolgende Prozesse genutzt. Zur Bewertung der Einsatzmöglichkeit des Plasmaverfahrens sind Machbarkeitsstudien im Hause möglich.

Die Arbeiten hierzu werden im Rahmen eines EU-Projektes unter der Vertragsnummer G1ST-CT-2001-50138 gefördert.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. O. Franken, Tel.: -415
oliver.franken@ilt.fraunhofer.de
Dr. W. Neff, Tel.: -142
willi.neff@ilt.fraunhofer.de



Versuchsstand zur Behandlung
von Abgasen mit angeschlossener
Gasanalyse



Aufgabenstellung

Hohe Gastemperaturen und Volumenströme wie z. B. im Abgasstrang eines Kraftfahrzeugs stellen hohe Anforderungen an die Belastbarkeit einer Plasmabehandlungseinheit im Vergleich zu industriell gängigen Einsatzgebieten wie die Polymerbehandlung oder Ozonerzeugung, die nahe der Raumtemperatur stattfinden. Eine solche Behandlungseinheit (Reaktor) soll nicht nur bei hohen Temperaturen einen einwandfreien Betrieb gewährleisten, sondern gleichzeitig noch kompakt und kostengünstig sein.

Vorgehensweise

Neben der Wahl geeigneter Elektrodenmaterialien und der Elektrodengeometrie (Plattenstapel oder koaxiale Bauform) stellt die Art der elektrischen Kontaktierung der Hochspannung bei hohen Temperaturen einen wichtigen Aspekt dar. Dabei soll die Baugröße des Reaktors so klein wie möglich gehalten werden, um die Implementierung in einen bestehenden Abgasstrang zu ermöglichen.

Ergebnisse und Anwendungen

Plattenstapelreaktoren wurden am Fraunhofer ILT in der Vergangenheit aus Quarzglas aufgebaut. Es ist nun gelungen, diese Reaktoren auf Keramikbasis zu realisieren. Dies ist ein erster Schritt in Richtung kostengünstige Serienfertigung. Durch eine weitere Verringerung der Baugröße ist nun eine Implementierung beispielsweise in den Abgasstrang im Motorraum eines KFZ möglich. Im Abgasstrom konnte

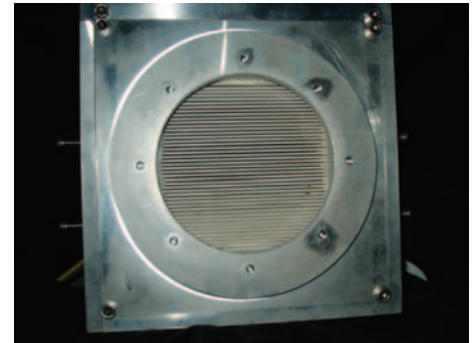
ein störungsfreier Betrieb bei Temperaturen von mehr als 300 °C erreicht werden. Die eingekoppelbare Plasmaleistung beträgt dabei zur Zeit etwa 700 Watt. Eine weitere Steigerung der Effizienz kann durch den Einsatz von Additiven oder nachgeschalteten Katalysatoren erreicht werden.

Ergänzt werden die Plasmareaktoren durch angepasste Hochspannungsgeneratoren, um maximale Leistungseinkopplung in das Plasma zu erreichen. Mit Hilfe einer externen, sekundärseitigen Leistungsmessung kann die eingekoppelte Plasmaleistung gemessen werden.

Zur Bewertung der Einsatzmöglichkeit des Plasmaverfahrens sind Machbarkeitsstudien im Hause möglich. Auf Wunsch kann eine kundenspezifische Reaktorauslegung sowie eine verfahrenstechnische Begleitung der Versuche erfolgen. Darüber hinaus können eine elektrische Ansteuerung, elektrische Messtechnik sowie PC-Steuerung für das Gesamtsystem geliefert werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. O. Franken, Tel.: -415
oliver.franken@ilt.fraunhofer.de
Dr. W. Neff, Tel.: -142
willi.neff@ilt.fraunhofer.de



Plasmareaktor auf Keramikbasis



Aufgabenstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines kontinuierlichen Plasmaprozesses bei Atmosphärendruck für die Behandlung von verschiedenen Materialien (Papier, Fasern, Plastik, Textilien) mit Geschwindigkeiten von 600 m/min und Bahnbreiten bis zu zwei Metern. Es soll damit möglich sein, verbesserte Produkte (in Bezug auf Adhäsion, Benetzbarkeit, Bedruckbarkeit) herzustellen. In den industriellen Prozessen wird ein geringerer Energieverbrauch sowie eine umweltfreundlichere Produktion angestrebt.

Vorgehensweise

Der Projektverbund ist aus elf Partnern aus sechs europäischen Nationen zusammengesetzt. Beteiligt sind sechs Forschungsinstitutionen (mit den Arbeitsgebieten Plasma, Papier, Komposit-Fasern) sowie fünf Industriepartner (Anlagenbau, Papierherstellung, Textilindustrie und Glasfasern). Die Abteilung Plasmatechnologie am Fraunhofer ILT konzentriert sich dabei auf die Entwicklung und Charakterisierung neuer Elektrodentypen.

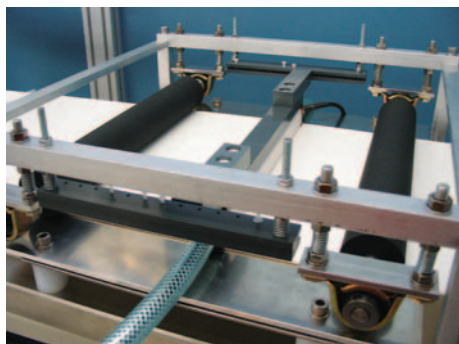
Ergebnisse und Anwendungen

Nachdem zu Beginn des Projekts die Veränderung der Oberflächeneigenschaften durch die Plasmabehandlung im Labormaßstab untersucht wurde, findet nun schrittweise eine Umsetzung auf industrieller Ebene statt. Hohe Leistungsdichten im Plasma sind zum Erreichen kurzer Behandlungszeiten erfolgreich getestet worden. Spezielle Elektrodengeometrien kombinieren die Emission von UV-Licht und die direkte Einwirkung von reaktiven Plasmen. Dies führt unter anderem zu einer homogenen Plasmaausbildung und kann zu einer einheitlicheren Oberflächenbehandlung beitragen.

Das Projekt wird von der Europäischen Gemeinschaft gefördert (Förderkennzeichen G1RD-CT-2002-00747).

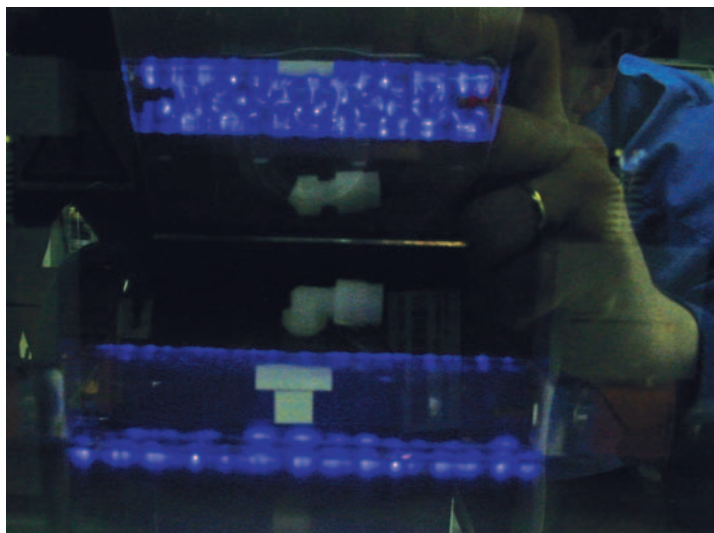
Ansprechpartner

Dipl.-Phys. M. Heise, Tel.: -137
michael.heise@ilt.fraunhofer.de
Dr. W. Neff, Tel.: -142
willi.neff@ilt.fraunhofer.de



Oben: Bandanlage zur Plasmabehandlung von Proben mit hoher Geschwindigkeit

Unten: Aufbau zur Untersuchung der Plasmahomogenität





Aufgabenstellung

Bei der Verpackung von Lebensmitteln oder medizinischen Produkten werden höchste Ansprüche an die Keimfreiheit der verwendeten Packstoffe, meist Kunststofffolien z. B. aus PET, PE oder PP, gestellt. Plasmen bei Atmosphärendruck, wie sie in einer Barrierenentladung erzeugt werden, können zur Sterilisation von Packstoffen verwendet werden. Ausgenutzt wird dabei, dass in solchen Plasmen neben UV-Strahlung auch oxidierende Radikale auftreten, die beide eine entkeimende Wirkung entfalten können.

Vorgehensweise

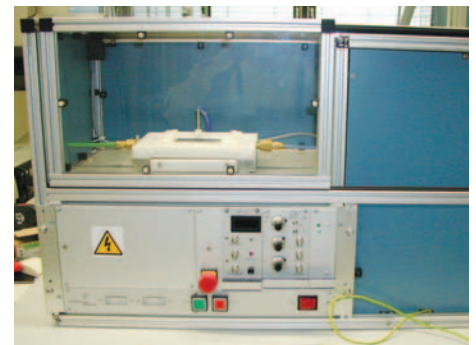
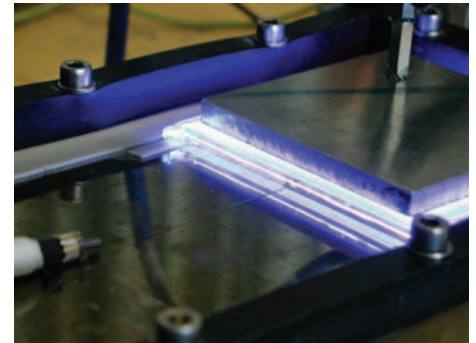
In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV wurde im Rahmen eines vom BMBF geförderten Projekts gezeigt, dass Entladungsanordnungen nach dem Prinzip der kaskadierten Entladung eine besonders hohe Entkeimungseffizienz erreichen. Durch die Kombination von UV-Strahlung und direkter Plasmaeinwirkung können beispielsweise auf PET bis zu fünf Größenordnungen Keimreduktion innerhalb von zwei sek Behandlungsdauer erreicht werden. Die dabei verwendete Count-Reduction-Methodik ist aber nicht geeignet, die Sterilität von Proben nachzuweisen bzw. eine entsprechende quantitative Aussage zu treffen. Dies ist nur mit speziellen Plasmareaktoren möglich, die für End-Point-Tests geeignet sind.

Ergebnisse und Anwendungen

Es wurde ein geeigneter Reaktor entwickelt, der in einem Mikrobiologielabor zum Einsatz kommt. Die kompakten Abmessungen erlauben die Integration in eine Laminar-Flow-Bench. Erste End-Point-Tests wurden erfolgreich absolviert. Eine Weiterentwicklung des Geräts ermöglicht die Vorsterilisation der Behandlungskammer sowie die Behandlung von flachen Proben in einem Durchlaufverfahren.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. M. Heise, Tel.: -137
michael.heise@ilt.fraunhofer.de
Dr. W. Neff, Tel.: -142
willi.neff@ilt.fraunhofer.de



Oben: Kaskadierte Entladung mit UV-Flachstrahler
Unten: Plasmareaktor für End-Point-Tests

Aufgabenstellung

Halbleiterchips der nächsten Generation werden mit typischen Strukturgrößen bis zu unter 30 nm eine deutlich höhere Speicherkapazität und Prozessgeschwindigkeit aufweisen als der Stand der Technik. Als aussichtsreiche Technologie, die das heutige Verfahren zur Belichtung von Wafern mit UV-Licht ablösen kann, wird die Extrem Ultraviolett (EUV) Lithografie angesehen.

Bei diesem Verfahren wird in einem System aus Molybdän/Silizium Vielschichtspiegeln eine Maske bei einer Wellenlänge von 13,5 nm verkleinert auf den Wafer abgebildet.

Die Bereitstellung einer geeigneten Strahlungsquelle erfordert noch Entwicklungsarbeit, um die Anforderungen der Halbleiterindustrie bezüglich der mittleren Strahlungsleistung, der Wiederholfrequenz und der Lebensdauer der Quelle selbst bzw. des angeschlossenen optischen Systems zu erfüllen.

der Geometrie und damit einer Verschlechterung der Emissionseigenschaften des Plasmas als auch zu Debris, welches die Lebensdauer des angeschlossenen optischen Systems herabsetzt.

Ergebnisse und Anwendungen

Durch eine Verbesserung der Elektrodengeometrie konnte erreicht werden, dass sich die Verformung insbesondere der Kathode nicht mehr negativ auf die Emissionseigenschaften auswirkt. In Kombination mit neuen Konzepten für das Kathodenmaterial konnte die Lebensdauer der Quelle um mindestens eine Größenordnung gesteigert werden. Die Quelle erfüllt damit die Spezifikation für den Einsatz in einer ersten EUV-Belichtungsstation (alpha-tool) beim Marktführer ASML.

Die Arbeiten wurden von Philips EUV und dem BMBF unter Vertragsnummer 13N8132 finanziert.

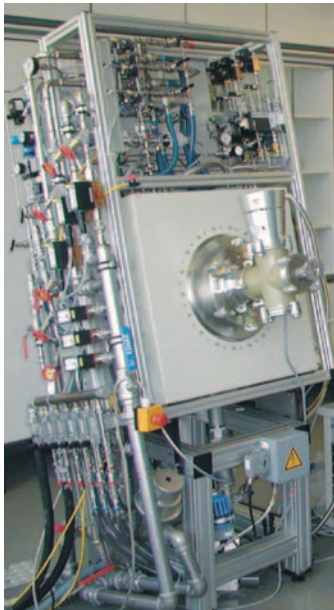
Vorgehensweise

In einem Joint Venture zwischen Philips und der Fraunhofer-Gesellschaft wird eine gasentladungsbasierte Strahlungsquelle für die EUV-Lithografie entwickelt. Dort wird in gepulsten Strömen von über 10.000 A ein Xenon Plasma erzeugt, welches thermische Strahlung im EUV emittiert.

Die Übertragung solch hoher Ströme stellt für die Entwicklung des Elektroden-systems eine neue technologische Herausforderung dar. Die Elektroden-erosion führt sowohl zur Veränderung

Ansprechpartner

Dr. K. Bergmann, Tel.: -302
klaus.bergmann@ilt.fraunhofer.de
Dr. W. Neff, Tel.: -142
willi.neff@ilt.fraunhofer.de





Aufgabenstellung

Im Zuge der fortschreitenden Miniaturisierung in der Halbleiterindustrie werden mit der Einführung der EUV-Lithographie (Extrem Ultra Violett) in wenigen Jahren Herstellungs- und Analysemethoden für Strukturgrößen im Nanometerbereich von besonderer Relevanz sein. Mit dem Erreichen solcher Objektauflösungen werden auch eine Vielzahl alternativer EUV-Anwendungen außerhalb der Lithographie möglich. Das Auflösungsvermögen eines optischen Instruments lässt sich unter Verwendung von Licht der Wellenlängen von ca. 5 bis 50 nm in den sub-Mikrometer-Bereich verschieben.

Am Fraunhofer ILT wird seit Mai 2001 das strategische Fraunhofer-Verbundprojekt »Optische Komponenten und Strahlungsquellen für zukünftige Anwendungen im Röntgenbereich KOSAR« bearbeitet, an dem auch die Institute für Werkstoff- und Strahltechnik IWS und für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF beteiligt sind. Gegenstand des ILT-Teilprojekts ist die Untersuchung und Anpassung von Plasmastrahlungsquellen an verschiedene analytische Anwendungen im EUV- und weichen Röntgenbereich, von denen die Transmissionsmikroskopie anhand eines Demonstrators umgesetzt wird. Das optische System ist für 13,5 nm Zentralwellenlänge, 21-fache Vergrößerung und 100 nm Ortsauflösung spezifiziert.

Vorgehensweise

Das EUV-Mikroskop ist analog einem klassischen Lichtmikroskop aufgebaut und besteht aus einem Ringkollektor, einem Schwarzschildobjektiv und einem CCD-Detektor. Als Lichtquelle dient eine EUV-Gasentladungsquelle der AIXUV GmbH. Zur Abbildung werden Spiegeloptiken eingesetzt, die am IWS und IOF entwickelt und an das Emissionsspektrum der Quelle angepasst werden. Beim Durchstrahlen der Probe entsteht ein Kontrastbild, das vergrößert in die Bildebene projiziert wird. Das EUV-Mikroskop befindet sich derzeit in der Aufbau- und Erprobungsphase. Erste Bilder von Teststrukturen zeigen, dass sich die Quellstrahlung gut fokussieren lässt und die erreichten Intensitäten Belichtungen im ns-Bereich erlauben.

Anwendungsfelder

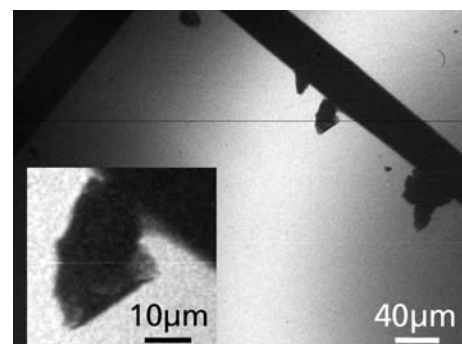
Die EUV-Mikroskopie eignet sich vor allem für Untersuchungen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung. Durch die Kombination mit spektroskopischen Methoden erschließt sich ein breites Anwendungsspektrum auf den Gebieten der Werkstoff- und Lebenswissenschaften. Neben Anwendungen in der biologischen Strukturforschung bilden dünne Filme und Halbleiterstrukturen Schwerpunkte künftiger Arbeiten.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. K. Walter, Tel.: -313
konstantin.walter@ilt.fraunhofer.de
Dr. W. Neff, Tel.: -142
willi.neff@ilt.fraunhofer.de



Oben: EUV-Transmissionsmikroskop mit Steuereinheit
Unten: Mikroskopische Aufnahme eines 150 nm dicken Si-Filters mit Ni-Stützgitter und Artefakten







Einsatz des SHADOW®-Verfahrens zum Schweißen von Kupferbauteilen	46	In-vitro Erprobung der Laseranastomose	57	Autogenes und abbrandstabilisiertes Brennschneiden mit dem Diodenlaser-Ringstrahl	69
Einsatz des SHADOW®-Verfahrens in der Uhrenindustrie	47	Schweißen mit Trapez-Hochleistungsdiodelnaser	58	Herstellung von Zahnersatz mit Laserschmelzen	70
Drehoptik SHADOW®	48	Optimierung des Schweißergebnisses durch angepasste Schutzgasführung	59	Polieren von Quarzglas	71
Laserstrahlmikroschweißen von Edelstahl mit Kupferlegierungen im T-Stoß	49	Maßgeschneiderte Hybridschweißköpfe für die industrielle Anwendung	60	Laserstrahlpolieren eines Spritzgusswerkzeuges	72
Laserstrahlunterstütztes Tiefziehen	50	HybSy - die nächste Generation des Laser-Lichtbogen-Hybridschweißens	61	Laserstrahl-Auftragschweißen von Titanbasislegierungen ohne Prozessgaskammer	73
Mikrowerkzeugtechnik	51	Laserschweißen von Ausdrückformen für Sedimentproben in der Geologie	62	FEM-Prozesssimulation zum Laserstrahlauftragschweißen	74
Oberflächenstrukturierung von Polymeren	52	Laserschweißen höherkohlenstoffhaltiger Stähle	63	Modellierung der Porenbildung beim Tiefschweißen	75
Laserstrahlschweißen thermoplastischer medizinischer Produkte	53	Schweißen hochfester Edelstähle im Schienenfahrzeugbau	64	Simulation des Materialtransfers beim laserinduzierten Abtrag im Vakuum	76
Präzises Abtragen von Gehörknochen	54	Schneiden mit einem 8 kW diodengepumpten Festkörperlaser	65	Simulation Trepanieren: Einfluss der Strahlverteilung	77
Strukturierung bioaktiver dünner Schichten mittels Eximerlaserstrahlung	55	Schweißen mit einem 8 kW diodengepumpten Festkörperlaser	66	Simulation Trepanieren: Überschallgasströmung	78
Fraunhofer Allianz »Modulares Mikroreaktionssystem«	56	Rissfreies Schneiden von Keramik	67		
		Schneiden und Schweißen mit »Autonomer Düse«	68		

Anmerkung der Institutsleitung

Wir weisen explizit darauf hin, dass die Offenlegung der nachfolgenden Industrieprojekte mit unseren Auftraggebern abgestimmt ist. Grundsätzlich unterliegen unsere Industrieprojekte der strengsten Geheimhaltungspflicht. Für die Bereitschaft unserer Industriepartner, die aufgeführten Berichte zu veröffentlichen, möchten wir an dieser Stelle herzlich danken.

Maßgeschneiderter Hybridschweißkopf für die industrielle Anwendung

Aufgabenstellung

Zum Fügen von Kupferbauteilen, die teilweise auf der Unterseite mit einem Isolationslack versehen sind, wird ein Fügeverfahren gesucht, das in der Lage ist, bei 500 bis 1000 Fügstellen pro Bauteil eine Zuverlässigkeit zu garantieren, die den hohen Anforderungen der Automobilindustrie gerecht wird. Das Schweißen mit Nd:YAG-Laserstrahlung kommt im Automobilbau als berührungsloses, zuverlässiges und wartungsarmes Fügeverfahren immer häufiger zum Einsatz und sollte für die genannte Fügeaufgabe charakterisiert werden.

Vorgehensweise

Die Kupferbauteile werden so gestaltet, dass die Schweißnaht im Überlapp ausgeführt werden kann. Beim Fügen von hoch-reflektierenden Kupferwerkstoffen bietet das SHADOW®-Verfahren entscheidende Vorteile gegenüber herkömmlichen Laserstrahl-Schweißverfahren. Die Schweißnahtqualität ist bei optimierter Prozessführung fast unabhängig von der Variation des Reflexionsgrads. Die Einschweißtiefe bleibt daher konstant, so dass der Isolationslack auf der Unterseite des unteren Fügepartners nicht beschädigt wird.

Für die Produktion einer Kleinserie wurde eine teilautomatisierte Fertigungsanlage konzeptioniert und gebaut, in der eine für die geforderte Schweißaufgabe spezialisierte Bearbeitungsoptik des Fraunhofer ILT zum Einsatz kommt. Diese Bearbeitungsoptik führt die Laserstrahlung über das Werkstück und ist mit einer Bildverarbeitung zur Positionserkennung und einer Prozessüberwachung zur Qualitätskontrolle ausgestattet.

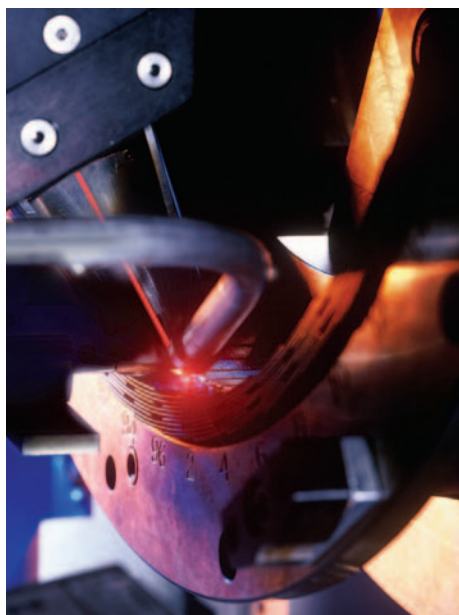
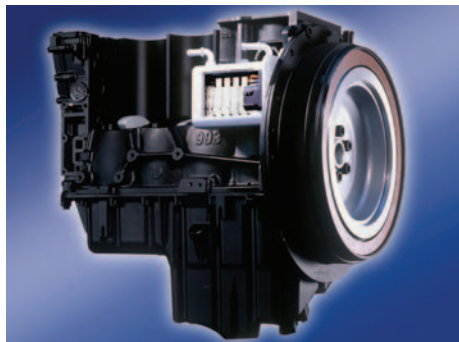
Ergebnisse und Anwendungen

Mit der Erfahrung, die aus einer erfolgreichen Machbarkeitsstudie und einer Parameterstudie zur Definition des Laserstrahlschweißens der Kupferbauteile gewonnen werden konnte, ist gemeinsam mit der Rohwedder AG die Anlage zur Fertigung der Kleinserie bei Continental ISAD in Betrieb genommen worden. Auf dieser Anlage wurden bereits mehrere Varianten produziert. Die mit der Anlage erreichte Taktzeit und Fertigungsqualität bilden die Grundlage für die Konzeptionierung einer Großserienanlage.

Mit freundlicher Genehmigung der Firma Continental ISAD Electronic Systems GmbH & Co. oHG.

Ansprechpartner

Dr. A. Olowinsky, Tel.: -491
alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: In den Antriebsstrang integriertes ISAD-System

Unten: Bearbeitungsoptik der Kleinserienanlage



Aufgabenstellung

In der Fertigung sogenannter Unruhen (frz.: Balancier) wird bereits seit einigen Jahren Nd:YAG-Laserstrahlung zum Fügen eingesetzt. In die Räder der Unruhen werden bis zu vier Gewindestifte eingesetzt. Anschließend werden beide Teile mit einem einzelnen Laserpuls in einer Punktschweißung von einer Seite des Rads miteinander verbunden. Rad und Stift bestehen beide aus einer Kupfer-Beryllium-Legierung, so dass der für Kupferwerkstoffe typische hohe Reflexionsgrad zu einer großen Streuung der Schweißergebnisse führt. Die Folge ist eine hohe Ausschussrate. Um die Produktionskosten zu senken, muss die Schweißtechnik grundlegend überdacht und überarbeitet werden. Der Schweißprozess muss robuster gegenüber Variationen des Reflexionsgrads werden, so dass eine reproduzierbare Einschweißtiefe sichergestellt werden kann.

Vorgehensweise

Das SHADOW®-Verfahren hat sich zum Fügen hoch-reflektierender Werkstoffe aufgrund seiner kontinuierlichen Prozessführung bewährt. Wird die Schweißverbindung als eine Ringnaht ausgeführt, kann die Kreisgeometrie mit einem einzelnen Laserpuls mehrfach überfahren werden. Die Qualität der Schweißverbindung ist somit unabhängig vom Startpunkt der Schweißnaht und vom variierenden Reflexionsgrad und folglich konstant auf hohem Niveau. Um eine Nahtschweißung zum Fügen von Rad und Stift anzuwenden, wird die Schweißung auf der Lauffläche des Rads um den Stift herum ausgeführt. Zur Optimierung des Prozesses wurden FEM-Simulationen

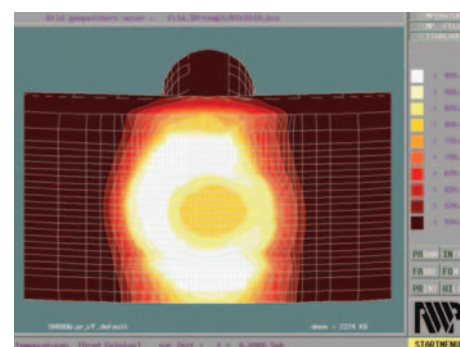
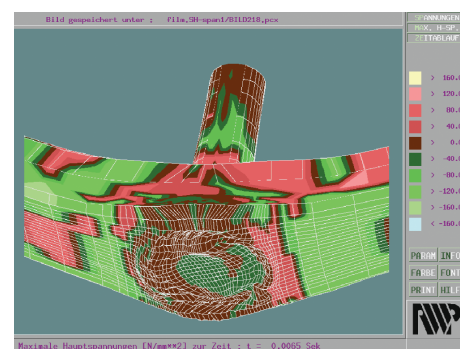
durchgeführt mit dem Ziel, am Ende des Laserpulses eine Temperaturverteilung zu erzeugen, die annähernd rotationssymmetrisch zum Stift ist. Kühlt das Bauteil nach dem Ende des Laserpulses ab, ergeben sich Druck- und Zugspannungen, die ebenfalls symmetrisch sind und so nur eine geringe Verformung verursachen.

Ergebnisse und Anwendungen

Die Bewegung des Laserstrahls erfolgt mittels eines Zwei-Achsen-Galvanometer-Scanners. Die Pulsdauer beträgt 6,5 ms, um die Kreisgeometrie neun Mal zu überfahren. Die kreisförmige Schweißnaht vergrößert den Anbindequerschnitt deutlich im Vergleich zu einem einzelnen Schweißpunkt. Folglich ist ein höheres Moment erforderlich, um die Schweißverbindung zu zerstören. Die unempfindliche kontinuierliche Prozessführung des SHADOW®-Verfahrens führt zu einer deutlichen Reduzierung der Ausschussrate.

Ansprechpartner

Dr. A. Olowinsky, Tel.: -491
alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Im SHADOW®-Verfahren geschweißte Unruhen
Mitte: FEM-Simulation des Temperaturfelds am Ende des Laserpulses
Unten: FEM-Simulation der Spannungen am Ende des Laserpulses (Verformung 100-fach vergrößert)

Aufgabenstellung

Das am Fraunhofer ILT entwickelte SHADOW®-Verfahren bietet entscheidende Vorteile beim Laserstrahl-Mikroschweißen insbesondere für rotations-symmetrische Bauteile.

Um diese Vorteile für alle Fügegeometrien vollständig nutzen zu können, muss die Bearbeitungsoptik spezielle Anforderungen erfüllen. Im Besonderen ist bei einer typischen Achse-Rad-Fügeverbindungen zu berücksichtigen, dass die Laserstrahlung von außen um die Achse umlaufen muss. Hier hat sich ein Einstrahlwinkel von 45° auch für Materialkombinationen wie beispielsweise Stahl-Messing als am besten geeignet erwiesen. Abhängig vom Durchmesser der Achse liegen die erreichbaren Vorschubgeschwindigkeiten bei bis zu 150 m/min und die Umdrehungsgeschwindigkeiten reichen bis 60000 U/min.

In der industriellen Fertigung werden fast ausschließlich Nd:YAG-Laserstrahlquellen eingesetzt. Der Strahldurchmesser im Fokus darf 70 µm nicht überschreiten, um eine Schweißnahtbreite von unter 100 µm zu garantieren.

Vorgehensweise

Die zur Anwendung des SHADOW®-Verfahrens zu entwickelnde Bearbeitungsoptik sollte möglichst wenige drehende Komponenten enthalten, damit hohe Zuverlässigkeit und Präzision über eine lange Einsatzdauer gewährleistet und Wartungsarbeiten minimiert werden können. Der optische Aufbau sollte einfach zu justieren sein, aber dennoch eine große Flexibilität in Bezug auf den Durchmesser der Bearbeitungsgeometrie besitzen.

Darüber hinaus sollte die Bearbeitungsoptik eine kompakte und handliche Bauform aufweisen, die einen unkomplizierten Wechsel der Verschleißteile zulässt.

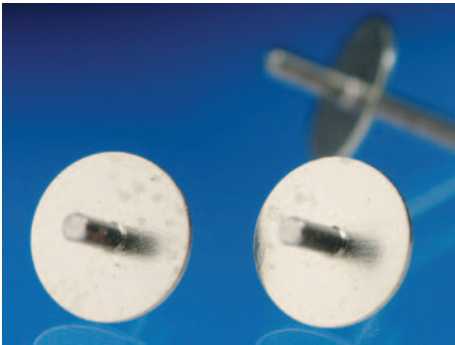
Ergebnisse und Anwendungen

Unter Federführung der Lasag AG entwickelte das Fraunhofer ILT eine Drehoptik zur Applikation des SHADOW®-Verfahrens auf Achse-Rad-Fügeverbindungen. So können mit einem einzelnen Laserpuls während einer typischen Bearbeitungsdauer von 10 ms, in der der Laserstrahl die Achse bis zu zehn Mal umkreist, Mikroschweißverbindungen erzeugt werden.

Einsatzbereiche sind insbesondere die Uhrenindustrie, aber auch die Elektro- und Elektronikbranche und der Automotive Bereich. Überall dort, wo eine rotationssymmetrische Schweißaufgabe schnell, präzise und zuverlässig gelöst werden muss, kann die Drehoptik SHADOW® eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Dr. A. Olowinsky, Tel.: -491
alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Im SHADOW®-Verfahren
laserstrahlgeschweißte
Wellen-Naben-Verbindungen
für die Uhrenindustrie



Aufgabenstellung

Die Zugänglichkeit und Werkstoffpaarung ist für die wenigsten Anwendungen für das Laserstrahlmikroschweißen optimiert. Das Design der Fügegeometrien ist in der Regel auf alternative Fertigungsverfahren wie Krimpen oder Widerstandsschweißen ausgelegt. Für ausgewählte Werkstoffpaarungen sollte deshalb die Schweißbarkeit mit Laserstrahlung in verschiedenen Stoßgeometrien untersucht und verglichen werden.

Vorgehensweise

Das Laserstrahlmikroschweißen von Edelstahl (X5CrNi1810) mit Kupfer (CuNi3SiMg) bzw. Messing (CuZn37) wurde im T-Stoß untersucht. Die Materialstärke betrug jeweils 250 µm. Die Anordnung innerhalb des Stoßes wurde variiert. Die Schweißverbindung wurde sowohl als Kehlnaht als auch als Überlapp ausgeführt. Damit ergaben sich insgesamt acht verschiedene Stoßgeometrien.

Zum Schweißen wurde das Verfahren SHADOW® eingesetzt. Hierbei wird die Laserstrahlung eines fasergeführten Nd:YAG-Lasers mit einer Verfahrgeschwindigkeit von 10 m/min und einer Pulsdauer 20 ms zur Herstellung von 3,3 mm langen Schweißnähten genutzt.

Bewertet wurden die Verbindungen hinsichtlich mechanischer und ästhetischer Eigenschaften. Hierzu zählen Spritzer und Löcher sowie die Rauchentwicklung und Rissbildung.

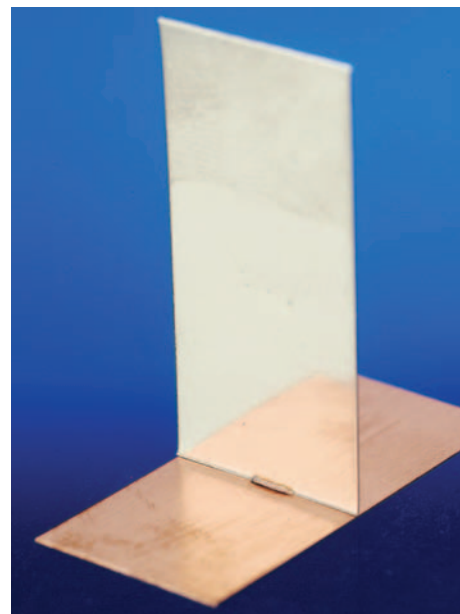
Ergebnisse und Anwendungen

Schweißbare und nicht schweißbare Stoßgeometrien konnten identifiziert werden. Im Allgemeinen ist die Werkstoffpaarung Edelstahl-Kupfer besser schweißgeeignet als die Werkstoffpaarung Edelstahl-Messing.

Die starke Zinkausgasung im Messing Werkstoff führt zu einer Verschlechterung des Aussehens sowie zu einer Herabsetzung der Festigkeit der Edelstahl-Messing-Verbindung. Durch geeignete Prozessführung kann die Spritzerbildung minimiert werden. Bei Stahl-Kupfer-Verbindungen treten bei zu hohen Temperaturgradienten Heißrisse auf.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. K. Klages, Tel.: -490
kilian.klages@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Olowinsky, Tel.: -491
alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Laserstrahlmikroschweißen von Edelstahl mit Kupfer, Materialstärke 250 µm

Aufgabenstellung

Steigende Anforderungen an die Fertigung metallischer Kleinteile für mikrotechnische Anwendungen erfordern neue Technologien, mit denen den erhöhten Komplexitäts- und Genauigkeitsanforderungen begegnet werden kann. Die Blechumformung stellt dafür ein geeignetes Verfahren dar, welches jedoch hinsichtlich der erreichbaren Umformgrade an seine Grenzen stößt.

Mit einer lokalen Erwärmung des Bauteils kann der Umformgrad eines Ziehprozesses erweitert werden. Hierfür wird ein Laserstrahl eingesetzt, der durch transparente Werkzeugteile hindurch das Bauteil während des Umformvorgangs erwärmt. Damit wird ein Temperaturprofil im Bauteil erzeugt, das den Fließvorgang begünstigt und das Grenzziehverhältnis erweitert.

Vorgehensweise

Durch den Einsatz von transparenten Werkzeugteilen aus Saphir oder Diamant kann der Laserstrahl prozessbegleitend das Bauteil erwärmen. Der Laserstrahl wird an die Kontur des Bauteils angepasst, so kann die Temperatur im Fließbereich des Bauteils erhöht werden und der Bereich der Krafteinleitung wird nicht erwärmt.

Zum Einsatz kommen fasergeführte Festkörperlaser oder Diodenlaser, da hiermit die Integration der Laserstrahl-optik in das Umformwerkzeug ermöglicht wird. Durch spezielle Optiken kann der Laserstrahl an die zu erwärmenden Bauteilbereiche angepasst werden. Die prozessbegleitende Erwärmung bietet den Vorteil der sehr kurzen Aufwärmphase, was das Verfahren für die Massenfertigung mit sehr kurzen Taktzeiten einsetzbar macht.

Ergebnisse und Anwendungen

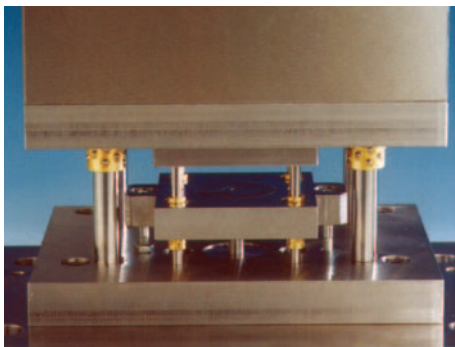
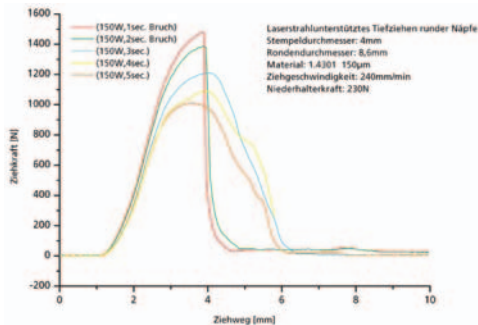
Das Verfahren der laserstrahlunterstützten Blechumformung wurde anhand eines Tiefziehprozesses mit rotationssymmetrischem Napf praktisch umgesetzt. Eine Ziehmatrize aus Saphir ermöglicht hier die Erwärmung des Kragenbereichs mittels eines ringförmigen Laserstrahls.

Mit einem Ziehstempel von 4 mm Durchmesser wurde ein Stahlblech aus 1,4301 mit einer Stärke von 150 μm im Erstzug ohne Erwärmung und mit einer Erwärmung von 150 J gezogen. Das Grenzziehverhältnis b konnte durch die Erwärmung um 15 % von 2,0 auf 2,3 erweitert werden, auftretende Ziehkräfte reduzieren sich abhängig von der eingebrachten Wärmemenge um bis zu 40 %.

Mögliche Anwendungen können insbesondere in der Herstellung von metallischen Kleinteilen gesehen werden, wo die Umformung vollständig im Erstzug ohne intermittierende Wärmebehandlung erfolgen muss, um Anforderungen der Massenfertigung gerecht zu werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. A. Bayer, Tel.: -273
alexander.bayer@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Ziehkraftverläufe bei unterschiedlichen Erwärmungsdauern

Unten: Tiefziehwerkzeug mit Ziehringen aus Saphir zum laserstrahlunterstützten Tiefziehen rotationssymmetrischer Näpfe



Aufgabenstellung

Für die Serienherstellung von kostengünstigen Mikrobauteilen, deren Teil-Geometrien im Bereich unter 100 µm liegen, werden Replikationstechniken wie beispielsweise das Spritzgießen eingesetzt. Die gesteigerten Ansprüche, die dabei an die Werkzeugtechnik gestellt werden, lassen sich mit herkömmlichen Fertigungsverfahren teilweise nicht mehr erfüllen.

Mit dem Laserstrahlabtragsverfahren lassen sich diese Grenzen teilweise durchbrechen. Jedoch haben die derzeit eingesetzten Systeme Defizite im Bereich Formtreue und Oberflächengüte.

Vorgehensweise

Zur Herstellung eines 3-D-Formteils wird der gepulste Laserstrahl zeilenweise über den Werkzeugrohling geführt. Mit jedem Puls wird dabei ein Volumen von ca. 20 µm Durchmesser und 2 µm Tiefe durch einen kombinierten Sublimations- und Schmelzabtrag entfernt. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Abtragsarten wird von der Laserpulslänge bestimmt und beeinflusst die Qualität und die Effizienz des Abtrags. Bei Versuchen mit Laserstrahlquellen unterschiedlicher Pulslänge und Charakteristik in Kombinationen mit Werkstoffen wie beispielsweise Stahl, Kupfer, PKD und Graphit ergaben sich spezifische Anforderungen an die zu verwendenden Laser bezüglich Strahlqualität, Stabilität, Wellenlänge und Pulsdauer.

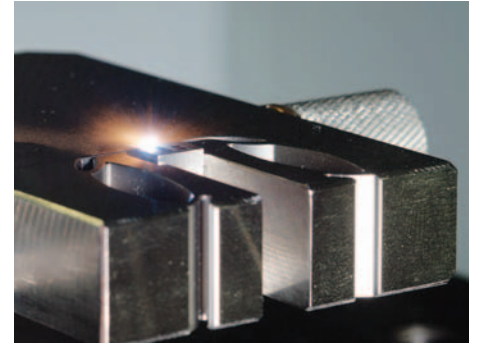
Ergebnisse und Anwendungen

In Werkzeugstahl wurden gute Ergebnisse mit einem gütegeschalteten ND:YAG-Laser bei guter Strahlqualität und einer Pulslänge von 200 ns erreicht. Bei Verkürzung der Pulsdauer ist mit einer Steigerung der Abtragsqualität, allerdings mit verminderter Abtrags-effizienz zu rechnen.

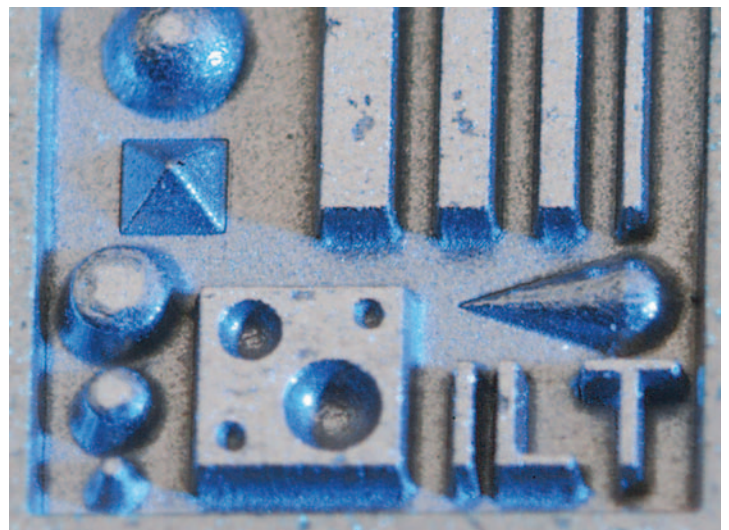
Materialien wie beispielsweise PKD oder Saphir sind mit UV-Lasern (355 nm) bei kürzeren Pulslängen von 40 ns sehr gut bearbeitbar.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. A. Dohrn, Tel.: -220
andreas.dohrn@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Werkzeugkern in Bearbeitung, Maschine: DML40, Laser: Q-switch Nd:YAG, 10 W
Unten: Demo-Werkzeug »ILT« in Werkzeugstahl, Aussenabmessungen 4 x 4 mm, 0,4 mm tief



Aufgabenstellung

Für Anwendungen in der Medizintechnik und Biotechnologie mit speziellem Fokus auf zellbasierten Assays (z. B. Biochips) und Komponenten, auf denen Zellen wachsen sollen (z. B. Implantate), ist es nötig, eine Oberfläche zu schaffen, deren Beschaffenheit den Anforderungen der biologischen Umgebung entspricht.

In diesem Kontext sollten grundlegende Zusammenhänge zwischen den topographischen und chemischen Veränderungen der Polymeroberflächen und der Benetzbarkeit sowie dem Wachstum von Zellen nach der Lasermikrostrukturierung aufgezeigt werden.

Vorgehensweise

Mittels Excimer-Laserstrahlung, die von den zu bearbeitenden Polymerwerkstoffen gut absorbiert wird, wurden vier unterschiedliche Topographien erzeugt: Näpfchen, Noppen, Rillen und Schuppen mit Geometrien von 250 nm bis 50 µm. Diese Mikrostrukturen wurden durch WIM und REM Aufnahmen topographisch charakterisiert und die Veränderung der chemischen Zusammensetzung durch XPS verfolgt. Die Auswirkungen der Laserbearbeitung auf die Benetzbarkeit wurden mittels Kontaktwinkelmessungen untersucht. Die Besiedelung mit L929 Zellen wurde zur Ermittlung von Veränderungen des Zellwachstums eingesetzt.

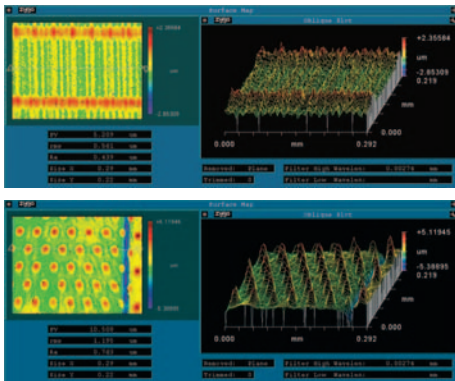
Ergebnisse und Anwendungen

Die erzeugten Mikrostrukturen zeigten einen ausgeprägten Einfluss auf die Benetzbarkeit. Hydrophobe Polymere wie PDMS wurden durch die Laserbearbeitung hydrophober. Es wurde ein lotusartiger Effekt mit einem Anstieg des Kontaktwinkels von 110 °C auf über 150 °C beobachtet. Bei hydrophileren Polymeren wie beispielsweise PEEK stieg die Hydrophilie an; der Kontaktwinkel verringerte sich um ca. 60 °C (»anti«-Lotus-Effekt). Die Ursachen liegen zum einen in der Aufrauung durch die Laserablation, die eine Vergößerung der Oberfläche bewirkt, zum anderen in chemischen Prozessen wie Quervernetzung (vorranig beim PDMS) und Photooxidation (bei PEEK), die die Oberflächeneigenschaften beeinflussen. Beide Effekte treten bei der Laserbearbeitung zumeist gemeinsam auf und verstärken sich gegenseitig in den beschriebenen Beispielen.

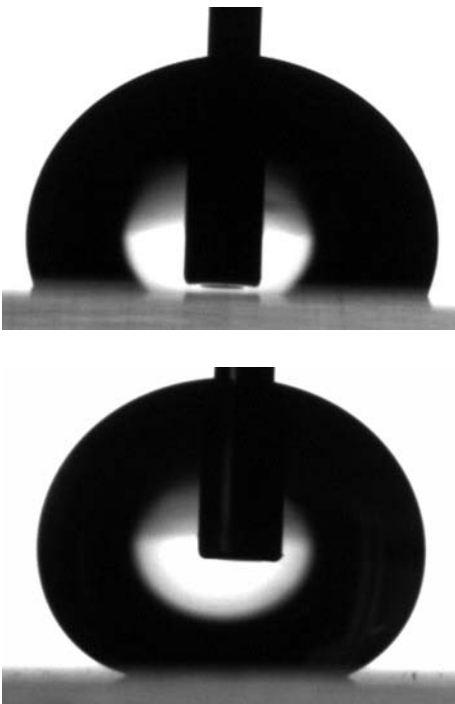
Die Untersuchung des Zellwachstumsverhaltens zeigte, dass durch die Oberflächenstrukturierung sowohl die Zelldichte als auch die Zellverteilung beeinflusst werden können, was vorrangig auf die erhöhte Rauheit zurückzuführen ist. Erste positive Ergebnisse hinsichtlich eines Leitens der Zellen entlang lasergenerierter Strukturen (Kanäle, Säulen) konnten erzielt werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Chem. E. Bremus-Köbberling,
Tel.: -202
elke.bremus@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: WIM Aufnahmen von Rillen und Noppen auf einer PDMS Oberfläche
Mitte und Unten: Wassertropfen auf 110° vor und 150° nach der Laserbearbeitung





Aufgabenstellung

Ostomy Bags sind medizinische Einwegprodukte, welche aus verschiedenen Thermoplasten bestehen. Mechanisches Verbinden kann den Tragekomfort aufgrund von steifen Komponenten senken. Falls ein Klebering mittels Heizelementschweißen mit dem Ostomy Bag verbunden wird, wird das gesamte Produkt thermisch beansprucht und mechanisch belastet. Auch beschränken alternative Fügemethoden die Form und Größe der Produkte.

Vorgehensweise

Für die Produktion von Ostomy Bags müssen Spritzgussteile und dünne Folien verbunden werden. Die Alternative zu konventionellen Fügemethoden ist das Laserstrahlschweißen, welches eine kontaktlose Bearbeitung bei definiertem Energieeintrag in Zeit und Raum bietet. Dabei werden mechanische und thermische Belastungen der Fügepartner vermieden. Eine kritische Größe beim Laserdurchstrahlschweißen ist die optische Eindringtiefe, welche an die Produkt- und Prozesseigenschaften angepasst sein muss. Diese Anpassung kann durch die korrekte Auswahl von Farbstoffen, Zusätzen und den Herstellungsprozess geschehen.

Ergebnisse und Anwendungen

Systematische Grundlagenuntersuchungen sind durchgeführt worden, wie z. B. spektroskopische Untersuchungen, um die optischen Eigenschaften zu bestimmen, sowie Schweißexperimente und Festigkeitsuntersuchungen. Dadurch konnten die optimale Herstellung der Fügepartner und die Prozessführung bestimmt werden. Zusätzlich erhalten die Produktdesigner einen erweiterten Spielraum, um die Form und Konzeption der Ostomy Bags an die Anwendungen besser anzupassen. So können mit dem Laserstrahl zwei mittlere Schichten miteinander verschweißt werden, ohne die äußeren Schichten thermisch zu belasten. Die Laserstrahlung zeigt mit unpigmentierten Thermoplasten im allgemeinen geringe Wechselwirkung. Erst absorbierende Zusätze wie Farbpigmente führen zu einer Wechselwirkung und damit zur Umwandlung der elektromagnetischen Energie in Wärme. Die erhaltenen Ergebnisse und die gesammelten Erfahrungen führten zu einer Anpassung von Produkt und Prozess und zu einer in Serie eingesetzten Laserstrahlschweißanlage.

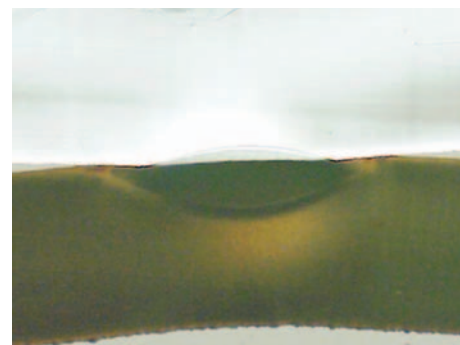
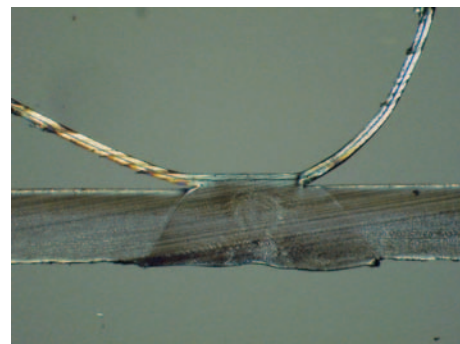
Mit Dank für die Zusammenarbeit an Coloplast A/S, Humlebaek, Dänemark.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys., Dipl.-Ing. U.-A. Russek,
Tel.: -158
ulrich.russek@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Ostomy Bag:
Detailansicht mit kreisförmiger
Schweißnaht
Mitte: Laserstrahlgeschweißte
Verbindung zwischen Spritz-
gussteil und Folie
Unten: Mikrotomschnitt einer
Laserstrahlschweißung



Aufgabenstellung

Die Chirurgie am Innenohr erfordert die präzise Bearbeitung von Hartsubstanz, wenn beispielsweise zur Behandlung von Schwerhörigkeit (Stapedektomie bei Stapesankylose) der Steigbügelknochen entfernt und durch ein Implantat ersetzt werden soll, oder zur Behandlung von Gleichgewichtsstörungen durch die Fußplatte hindurch ein Zugang zum Innenohr geschaffen werden muss. Dabei dürfen das eng benachbarte Vestibularorgan oder der Gesichtsnerv nicht in Mitleidenschaft gezogen und traumatisiert werden.

Verschiedene Laserquellen wurden hierfür erprobt, wie z. B. Nd:YAG-Laser, frequenzverdoppelte Nd:YAG-Laser, Argonlaser und Er:YAG-Laser. Je nach der gewählten Laserstrahlquelle tritt dabei eine Erwärmung oder Druckbelastung des Gewebes auf, die zu einer Schädigung des Innenohres führen kann.

Vorgehensweise

Eine besonders schonende Behandlung ist bei Applikation kurzer Pulse geringer Energie zu erwarten. Der Einsatz eines hochrepetierenden, frequenzverdreiften Nd:YAG-Lasers mit einer Wellenlänge im nahen UV-Bereich (355 nm) und Strahldurchmessern $< 100 \mu\text{m}$ verspricht daher Vorteile in der präzisen und schonenden Ablation definierter Areale. Zur Überprüfung des Ansatzes wurden in Zusammenarbeit mit der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde und Plastische Kopf- und Halschirurgie des Universitätsklinikums Aachen in-vitro Untersuchungen durchgeführt.

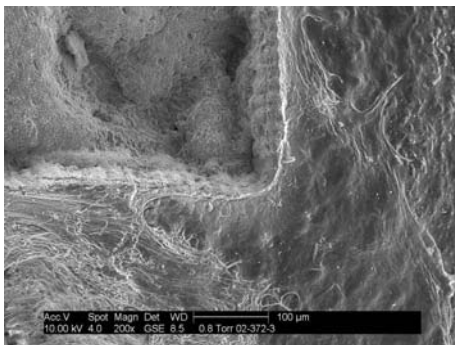
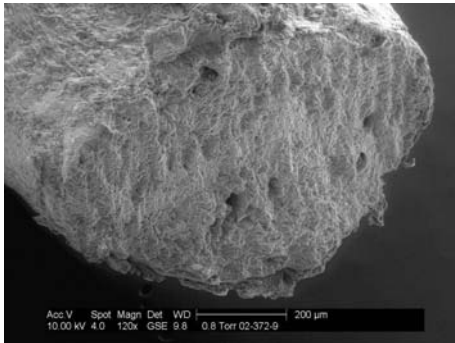
Ergebnisse und Anwendungen

Aufgrund der starken Absorption der UV-Strahlung kann Knochengewebe mit minimaler thermischer Beeinflussung abgetragen werden. Eine Karbonisierung kann dabei vermieden werden, wenn der Bestrahlungsort feucht gehalten wird. Da die Pulsenergie im Vergleich zu Er:YAG-Lasern um mehr als einen Faktor 100 niedriger liegt, ist eine Traumatisierung durch Druckgradienten nicht zu erwarten.

In Zusammenarbeit mit Dr. Illgner, Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde und Plastische Kopf- und Halschirurgie des Universitätsklinikums Aachen.

Ansprechpartner

Dr. M. Wehner, Tel.: -202
martin.wehner@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Schnittfläche an einem Gehörknöchelchen (manubrium mallei)

Unten: Ecke einer Ablation mit umgebender, intakter Knochenhaut



Aufgabenstellung

Für Anwendungen in der Biotechnologie und Pharmazie werden Plattformen zum Hochdurchsatz-Screening von Protein-Protein-Wechselwirkungen benötigt.

Hierzu ist es in der Regel nötig, bioaktive dünne Schichten, beispielsweise Biotin, auf Trägerschichten, ca. 70 nm dick, derart zu strukturieren, dass an definierten Positionen auf dem Chip einzelne Proteine immobilisiert werden können. Die einzelnen Strukturen, z. B. runde Spots, müssen z. B. für ein Phagen-Display in der Größenordnung von einigen wenigen Nanometern sein (ca. 10 nm).

Vorgehensweise

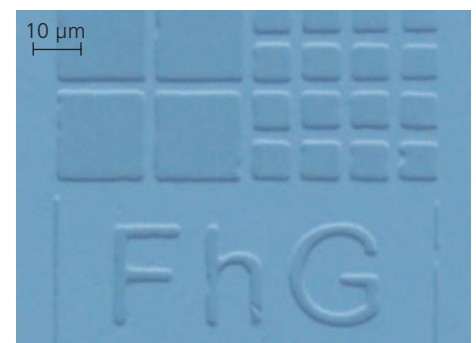
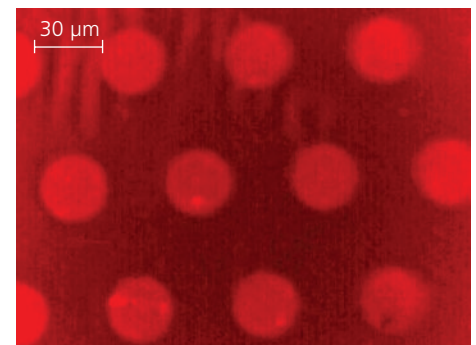
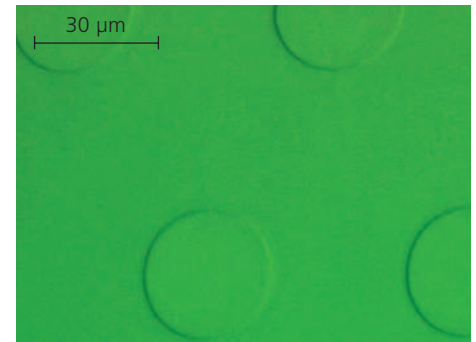
Zur Strukturierung der Biochips wurde die Excimer-Laserabtragstechnik verwendet. Hierzu wurden zwei verschiedene Wellenlängen, 248 nm des KrF-Excimer-Lasers und 193 nm des ArF-Excimer-Lasers, ausgewählt. Die Energiedichte für die Generierung der gezeigten Strukturen mit jeweils nur einem einzelnen Laserpuls betrug 1,5 bzw. 0,7 J/cm² am Ort der Probe.

Ergebnisse

Bild 1 zeigt eine Biotinstruktur auf einem Quarzglassträger. Die Noppen haben einen Durchmesser von 30 µm. Der Nachweis der Aktivität dieser Biotinschicht wurde durch eine Fluoreszenzanalyse nachgewiesen (siehe Bild 2). Als Fluoreszenzfarbstoff wurde Phycoerythrin verwendet. Die Grenze der Auflösung liegt bei der bioaktiven Substanz »Biotin«, strukturiert mittels Maskenprojektion, bei ca. 3 µm (siehe Bild 3).

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. S. Beckemper, Tel.: -325
stefan.beckemper@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: 30 µm Struktur auf biotinyliertem Glassträger
Mitte: 30 µm Noppenstruktur im Fluoreszenzlicht
Unten: Struktur in Biotin, generiert mit Excimerlaserstrahlung mittels Maskenprojektion

Aufgabenstellung

In der Mikroreaktionstechnik werden miniaturisierte mikrofluidische Komponenten mit Volumina von wenigen Mikrolitern zur Durchführung chemischer Reaktionen genutzt. Die Vorteile solch miniaturisierter Einheiten sind eine höhere Prozesssicherheit, ein erhöhter Massen- und Wärmetransport sowie höhere Produktausbeuten. Trotz der vorhandenen Vorteile gibt es derzeit noch einen Mangel an universell einsetzbaren Mikroreaktionskomponenten. Die Fraunhofer Allianz »Modulares Mikroreaktionssystem« besteht aus insgesamt sechs Fraunhofer-Instituten, die gemeinsam an der Entwicklung eines modularen und softwareunterstützten Mikroreaktionssystems arbeiten. Die hergestellten Mikroreaktionskomponenten sollen in angemessenen Stückzahlen gefertigt werden und dem Endanwender direkt für die Untersuchungen, Charakterisierung und Auslegung neuer chemischer Reaktionen zur Verfügung stehen.

Vorgehensweise

Die Einbringung von mikrofluidischen Strukturen in die unterschiedlichsten Werkstoffe (Stahl, Teflon, Glas, Keramik, PC) durch Laserstrahlung, ausgehend von 3-D-CAD-Modellen, erlaubt eine schnelle und flexible Herstellung von Mikroreaktionskomponenten. Die flüssigkeits- und gasdichte Verbindung von polymeren und metallischen Bauteilen erfolgt über Laserschweißverfahren, die eigens für derartige Anwendungen am Fraunhofer ILT entwickelt werden.

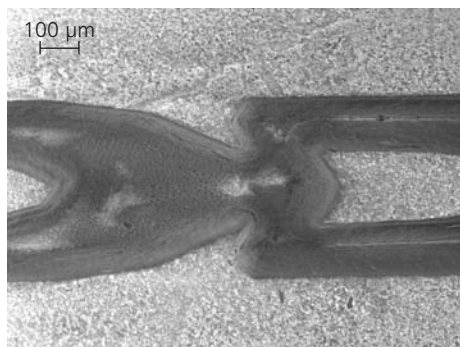
Ergebnisse

Die Auslegung und Fertigung von mikrofluidischen Bauteilen aus Polycarbonat, Aluminiumoxid, Glas und Teflon wird mit den am Fraunhofer ILT vorhandenen Laserbearbeitungsanlagen durchgeführt. Für die Bearbeitung von Stahl wird ein Nd:YAG-Laser, für Keramiken ein frequenzverdreifachter Nd:YAG-Laser und für Glas, Teflon und Polymere werden Excimer-Laser verwendet. Die Bearbeitungszeiten für Bauteile aus Al_2O_3 konnten durch die Strukturierung von Grünteilen deutlich reduziert werden (8 h → 30 min). Die so gefertigten Bauteile werden anschließend gesintert und zeigen deutlich verbesserte Oberflächenrauigkeiten. Die Verbindung von polymeren Bauteilen über eine Maskentechnik führt zu Schweißnähten mit minimalen Breiten von weniger als 100 μm , wobei die Ausrichtung des Bauteils zur verwendeten Chrom-Quarz-Glasmaske mit den am Fraunhofer ILT vorhandenen Laserschweißanlagen mit Genauigkeiten besser 50 μm durchgeführt werden kann.

Weitere Informationen im Internet:
www.mikroreaktionstechnik.info

Ansprechpartner

Dipl.-Chem. E. Bremus-Köbberling
Tel.: -202
elke.bremus@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Chem. P. Jacobs, Tel.: -135
philipp.jacobs@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Modulares Baukasten-system

Unten: Mikrokanal in Al_2O_3 , die Kanalbreite beträgt 500 μm



Aufgabenstellung

Die operative Verbindung von kleinen Gefäßen (Anastomose) mit einem Innendurchmesser von 0,1 - 2 mm wird nach dem Stand der Technik mit mikrochirurgischen Operationstechniken (Mikrochirurgie) durchgeführt, wobei mit kleinen Präzisionsinstrumenten unter einem Operationsmikroskop oder mit einer Lupenbrille genäht wird. Das Wiederverbinden operativ durchtrennter Samenleiter erfordert beispielsweise bis zu 20 einzeln platzierte Nähte, was selbst für erfahrene Urologen etwa 2 Stunden Operationszeit bedeutet.

In Zusammenarbeit von medizinischer Fakultät, Materialwissenschaft und Lasertechnik soll daher eine Methode zur nahtfreien Mikroanastomose erarbeitet werden, die das Verbinden kleiner Gefäße oder Hohlorgane mit einer dem Nähen (»Gold-Standard«) vergleichbaren Festigkeit erlaubt, aber eine deutliche Vereinfachung der Operationstechnik und damit eine Verringerung des Zeitaufwands erwarten lässt. Neben der Entlastung für Patient und Operateur wird eine Verringerung der Behandlungskosten erwartet.

Vorgehensweise

Das Vorgehen wird am Beispiel des Samenleiters von Ratten experimentell erarbeitet. Entscheidend für eine ausreichende Festigkeit und intraluminale Durchgängigkeit der laserunterstützten Anastomose ist die exakte Ausrichtung der zu verbindenden Enden. Hierfür werden resorbierbare Stents aus Polylactid-co-glycolid (PLGA) in das Gefäß eingesetzt. Nach dem Zusammenschieben der beiden Gefäßenden wird Albumin-Kleber in flüssiger Form aufgebracht und durch Laserstrahlung

vernetzt, so dass eine leakagefreie Verbindung mit hoher Anfangsfestigkeit erzielt wird. Die Laserstrahlung wirkt dabei als örtlich und zeitlich präzise steuerbare Wärmequelle, mit der Proteinkleber kontrolliert und gewebeschonend ausgehärtet werden kann.

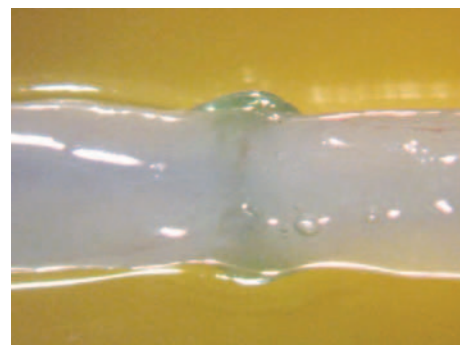
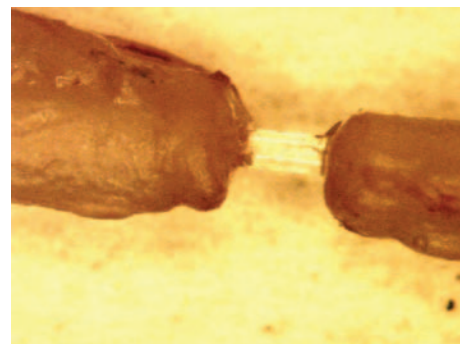
Ergebnisse und Anwendungen

Im Rahmen des AKM-Projekts »Mikrochirurgische Anastomosen durch lasergestützte Gewebefusion« wurden am Beispiel des Samenleiters von Ratten die Wickeltechnik der Stents aus PLGA, die geeignete Konsistenz und Dotierung des Albuminklebers, ein Prototyp-Applikator sowie die Bestrahlungsparameter erarbeitet. Damit konnte in-vitro eine Anfangsfestigkeit wie bei genähten Gefäßen erreicht werden. Der Zeitaufwand für die Laseranastomose beträgt dabei nur etwa 5 min. Die Erweiterung des Verfahrens auf die Anastomose von Blutgefäßen lässt eine breite Anwendung der neuen Operationstechnik erwarten.

In Zusammenarbeit mit Dr. Brkovic, Urologische Klinik des Universitätsklinikums Aachen, und gefördert durch das Aachener Kompetenznetz Medizintechnik AKM.

Ansprechpartner

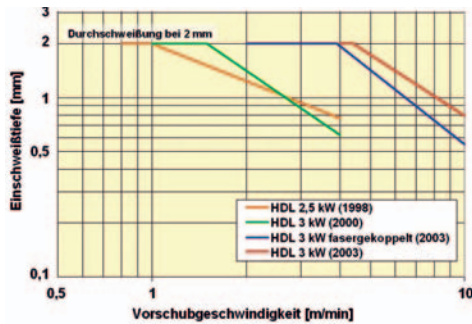
Dr. M. Wehner, Tel.: -202
martin.wehner@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Oben: Beide Gefäßenden eines Samenleiters werden auf einen Stent geschoben
Unten: Laseranastomose eines Samenleiters der Ratte

Aufgabenstellung

Im Fraunhofer ILT Teilprojekt »Fügen von Dünoblech« des BMBF-Leitprojekts »Modulare Diodenlaser Strahlwerkzeuge (MDS)« wurden die system- und prozesstechnischen Grundlagen für das Wärmeleitungs- und Tiefschweißen mit Hochleistungsdiolenlasern (HDL) erarbeitet. Hierzu wurden sowohl konventionelle Systemkonfigurationen mit kompaktem Strahlfleck untersucht, als auch Diodenlaser-Werkzeuge mit speziellen Strahlgeometrien (Ring, Linie) aufgebaut. Ziel ist es, neuartige, besonders effiziente schweißtechnologische Anwendungen mit und ohne Relativbewegung zwischen Laser und Werkstück zu ermöglichen.



Vorgehensweise

Die Arbeiten wurden u. a. mit einem HDL-Gerät neuester Generation der Firma Rofin Dilas, das zur Erzeugung der Laserstrahlung neuartige, sogenannte »Trapezdiolen« nutzt, durchgeführt. Damit stand erstmalig Diodenlaserstrahlung zur Verfügung, die bezüglich ihrer Leistungsdichte und Fokusspotabmessungen mit derzeit verfügbaren kommerziellen Festkörperlaser verglichbar ist. Der HDL mit einer Geräteleistung von 3 kW kann sowohl fasergekoppelt als auch direkt strahlend mit maximal 2,1 kW bzw. 2,8 kW am Werkstück betrieben werden.

Ganz oben: Durchschweißgrenzgeschwindigkeiten an CrNi-Stahl (2 mm) für Hochleistungsdiolenlaser (HDL)

Stumpfstößenverbindungen an CrNi-Stahl
Oben: 0,5 mm mit 20 m/min
Mitte: 1 mm mit 10 m/min
Unten: 5 mm mit 0,5 m/min

Ergebnisse und Anwendungen

Die Durchschweißgrenzgeschwindigkeiten für 2 mm dicke Baustahl- und CrNi-Stahlbleche konnten im Direktstrahlbetrieb auf 3,9 bzw. 4,4 m/min gesteigert werden, was in etwa dem Dreifachen der mit 3 Jahre älteren HDL erreichten Werte entspricht.

Durchgeschweißte Stumpfstößenverbindungen an CrNi-Stahlblechen konnten bei 0,5 mm Blechdicke mit bis zu 20 m/min und bei 1 mm Blechdicke mit 10 m/min erzeugt werden. 1 mm dicke Aluminiumbleche des Legierungstyps AlMg3 wurden mit 8 m/min am Stumpfstößen und mit 5 m/min mit Kehlnaht am Überlappstößen verschweißt.

CrNi-Stahlbleche der Dicke 5 mm und 6 mm wurden jeweils am Stumpfstößen mit 0,5 m/min bzw. 0,25 m/min durchgeschweißt. Das Aspektverhältnis (Einschweißtiefe zu Schweißnahtbreite) beträgt bei diesen Verbindungen etwa 2.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. C. Benter, Tel.: -219
 christian.benter@ilt.fraunhofer.de
 Dr. Dirk Petring, Tel.: -210
 dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Aufgabenstellung

Beim Laserschweißen wird der Schweißzone häufig Schutzgas zugeführt, um den Schweißprozeß zu stabilisieren, die Einschweißtiefe zu erhöhen und die Nahtoberraupe vor Oxidation zu schützen. Neben der Art des verwendeten Schutzgases wie beispielsweise Argon, Helium oder »maßgeschneidereten Schweißgasgemischen« mit Aktivgasanteil spielen die Düsenparameter eine entscheidende Rolle. Die Schutzgasführung kann durch Veränderung der Düsenorientierung (stechend oder schleppend) und des Gasauftreffpunktes (vorlaufend, nachlaufend oder zentral bezüglich Laserspot) angepasst und je nach gewünschtem Schweißergebnis optimiert werden.

Vorgehensweise

Die Schweißversuche wurden mit einem fasergekoppelten Hochleistungs-Diodenlaser neuester Generation mit einer Leistung am Werkstück von 2 kW an 6 mm dickem CrNi-Stahl durchgeführt. Bei konstanter Vorschubgeschwindigkeit von 150 mm/min und konstantem Schutzgasvolumenstrom (Argon) von 60 l/min wurden die Düsenparameter variiert. Das Schutzgas wurde der Schweißzone durch eine rohrförmige Düse mit Innendurchmesser 8 mm zugeführt.

Beurteilt wurden die Einschweißtiefe und das Aspektverhältnis des Nahtquerschnitts sowie die Blankheit und Gleichmäßigkeit der Nahtoberraupe.

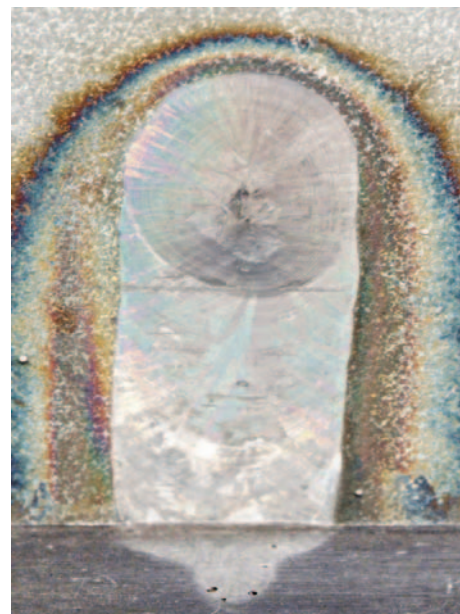
Ergebnisse und Anwendungen

Beim Schweißen mit schleppender Düsenposition wird der Einfluss der Position des Gasfußpunktes bezüglich des Laserspots besonders deutlich. Bei 2 mm nachlaufendem Gasfußpunkt entsteht eine nicht durchgeschweißte Naht mit ausgeprägt kelchförmigem Nahtquerschnitt. Die breite, glänzende und glatt geschuppte Nahtoberraupe belegt die gute Schutzwirkung der Gasströmung.

Wird der Gasfußpunkt weitere 2 mm vom Laserspot entfernt, so setzt bei dieser Versuchsanordnung der Tieferschweißprozess ein und es entsteht ein deutlich schmalerer Nahtquerschnitt mit parallelen Flanken. Die Nahtoberraupe ist matt und oxidiert, bietet aber eine vollständige Durchschweißung. Über die Einstellung der Schutzgasführung kann das Schweißergebnis auch oder gerade beim Einsatz von Diodenlasern gezielt beeinflusst werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. C. Benter, Tel.: -219
christian.benter@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Oben: Gasfußpunkt läuft Laserspot 2 mm schleppend nach
Unten: Gasfußpunkt läuft Laserspot 4 mm schleppend nach

Aufgabenstellung

Unabhängig davon, ob die Vorteile des Laser-Lichtbogen-Hybrid-Schweißens mit einem Nd:YAG- oder CO₂-Laser genutzt werden sollen, liefern die Hybridschweißköpfe des Fraunhofer ILT dank ihrer modularen Bauweise eine angepasste Lösung für jedes Lasersystem. Die patentierte Schlüsselkomponente der ILT-Hybridtechnologie ist die »Integrierte Düse«, die Laser und Lichtbogen vereint. Aus diesem Grund wurden für die verschiedensten Einsatzgebiete, basierend auf dem Standard-Hybridschweißkopf, der sich seit dem Jahr 2000 im industriellen Einsatz befindet, Lösungen entwickelt.

Vorgehensweise

Entsprechend den Anforderungen der Industrie einerseits nach noch höherer Standzeit und andererseits nach besserer Zugänglichkeit für 3-dimensionale Anwendungen wurden insgesamt drei verschiedene Hybridschweißköpfe entwickelt, die alle auf der patentierten »Integrierten Düse« basieren. Nur diese Anordnung gestattet einen steilen Anstellwinkel des Lichtbogenprozesses bei höchstmöglicher Annäherung an den Laserstrahl. Der variable Abstand zwischen beiden Prozessen erlaubt die jeweils effizienteste Ausnutzung der Synergieeffekte, die direkt in Schweißgeschwindigkeit und Einschweißtiefe

umgesetzt werden können. Die koaxiale Strömung des Prozessgases aus der wassergekühlten Düse gewährleistet eine homogene Anströmung der Schweißzone und somit ein Höchstmaß an Qualität. Die Hybridköpfe verfügen über einen neu entwickelten Cross-Jet.

Ergebnisse und Anwendungen

Maßgeschneidert auf die Schweißanwendung werden die Hybridschweißköpfe aus dem bestehenden Programm zusammengestellt und im Bedarfsfall nach Kundenanforderung an die Fügeaufgabe angepasst. Die Hybridköpfe sind wahlweise für das Laser-MIG- und das Laser-WIG-Schweißen sowie für das Laser-MIG-Löten einsetzbar.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. C. Fuhrmann, Tel.: -221
christian.fuhrmann@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de

Oben: Heavy Duty Version

- sehr robuste Ausführung
- höchste Standfestigkeit
- industriell bewährt

Unten: Superschlanke Version

- beste Zugänglichkeit
- kurze Brennweiten möglich
- gute Standfestigkeit
- geringes Gewicht
- besonders 3-D-tauglich





Aufgabenstellung

Ein weiterer Meilenstein in der Entwicklung der Laser-Lichtbogen-Hybridschweißtechnik stellt die Synchronisation des gepulsten Lichtbogenprozesses mit einem modulierten Laserstrahl dar. Die neue Technik verspricht eine Verbesserung des Gesamtprozesses hinsichtlich Prozessstabilität und Wirkungsgrad. Die beiden Prozesse werden durch eine programmierbare Synchronisationseinheit zum sogenannten HybSy-Prozess kombiniert.

Vorgehensweise

Um eine geeignete Synchronisation der Lasermodulation mit dem Lichtbogenprozess zu erreichen, wird die Synchronisationseinheit (HybSy-Manager) mit einem Masterimpuls der Schweißstromquelle versorgt. Die Synchronisationseinheit ist frei programmierbar, so dass sämtliche für die Lasersteuerung nötigen Informationen zur Pulsformung individuell veränderbar sind. Der als Slave betriebene Laser wird nun beispielsweise synchron oder asynchron zum Puls der Schweißstromquelle moduliert. Dabei bieten die verschiedenen Puls- und Synchronisationsparameter ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Beeinflussung der Kopplungsart und des Kopplungsgrades von Laserstrahl und Lichtbogen in der Schweißzone.

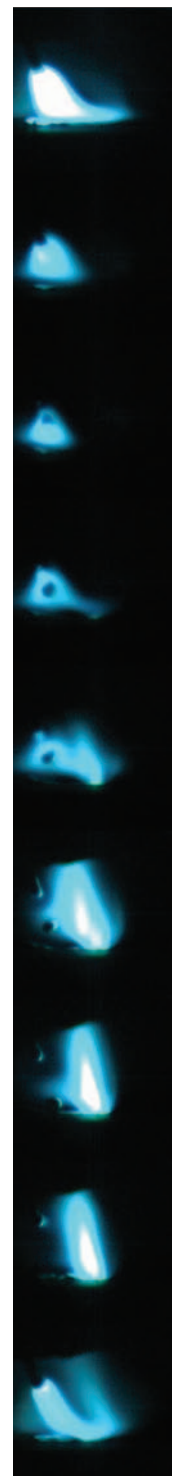
Ergebnisse und Anwendungen

Die bisher durchgeführten Voruntersuchungen lieferten bereits vielversprechende Ergebnisse. Durch eine synchrone Pulsung von MAG-Prozess und Laser konnte eine Einschweißtieferhöhung von ca. 40 % gegenüber einer nichtmodulierten Hybridschweißung erreicht werden. In zukünftigen grundlegenden und anwendungstechnischen Untersuchungen soll das Potenzial der HybSy-Technik weiter ausgeschöpft werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. C. Fuhrmann, Tel.: -221
christian.fuhrmann@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de

Beispiel: Asynchrone
Phasenbeziehung
von Laserstrahl und
MAG-Lichtbogen



Aufgabenstellung

Das GeoForschungsZentrum Potsdam untersucht im Rahmen internationaler Klimaforschungsprogramme Sedimentkerne aus bis zu 100 m langen Bohrprofilen. Mit einer Ausdrückvorrichtung werden Proben aus diesen Bohrprofilen entnommen.

Die bisher verschraubten Edelstahlseitenbleche der Ausdrückform sollten mit Nd:YAG-Laserstrahlung aufgeschweißt werden. Die Aufgabenstellung verlangt, dass die Bleche parallel, plan und verzugfrei angebracht werden. Weiterhin ist eine feine Schweißnaht ohne Überhöhung gefordert und nur eine geringe Wärmeeinbringung in die Umgebung der Schweißnaht erlaubt. Sie wird als I-Naht am Stumpfstoß (Dichtnaht mit Badabstützung) ausgeführt.

Vorgehensweise

Die Schweißungen wurden mit einem diodengepumpten Nd:YAG-Laser hoher Strahlqualität (12 mm mrad) durchgeführt. Verwendet wurden VA-Folien mit einer Dicke von 0,2 mm. Von entscheidender Bedeutung war die Optimierung der Schweißnahtqualität durch Anpassung der Fokussierungsparameter.

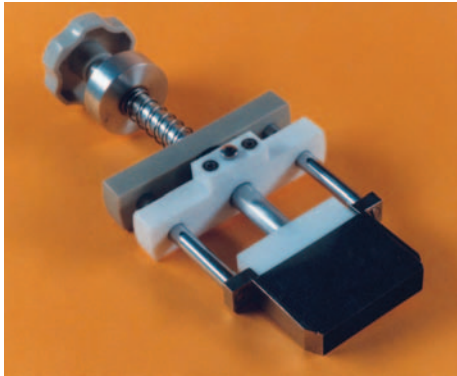
Ergebnisse und Anwendungen

Die Schweißverbindung erfüllt bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 6 m/min und 0,7 kW Laserleistung alle Vorgaben.

Mit den aufgeschweißten Seitenblechen gelingt es, aussagekräftige Proben aus den Bohrprofilen zu gewinnen. Die dargestellte Vorrichtung wird derzeit bei der Untersuchung von Sedimentprofilen aus einem Maar-See in Nordost-China verwendet. Damit sind Klimauntersuchungen möglich, die bis zu 40.000 Jahre in die Vergangenheit reichen.

Ansprechpartner

V. Nazery Goneghany, Tel.: -159
vahid.nazery@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Oben: Ausdrückvorrichtung
Unten: Sedimenthalbkern
einer Bohrprobe



Aufgabenstellung

Die Fertigung von AntriebsstrangkompONENTEN aus höherkohlenstoffhaltigen Stählen erfolgt bei der Firma GKN mittels Laserstrahlschweißen. Zur Reduzierung der laufenden Betriebskosten (Herstellungskosten pro Welle) stehen auch sämtliche Prozessgasparameter auf dem Prüfstand.

Der zur Zeit in der Produktion verwendete robuste Laserschweißprozess darf durch den Einsatz einer anderen Prozessgasführung nicht negativ beeinflusst werden, d. h. Schweißverbindungen müssen weiterhin mindestens den bisherigen Qualitätsstandards entsprechen.

Vorgehensweise

Mit unterschiedlichen Prozessgasen wurden Voruntersuchungen zur Plasmaausbildung und Nahtqualität bei unterschiedlichen Laserleistungen, Düsenkonfigurationen und Gasdurchflussmengen mit einem CO₂-Laser durchgeführt. Metallografische Untersuchungen zur Gefügeausbildung und Härte sowie Röntgen- und WDX-Untersuchungen erfolgten an ebenen Probeblechen sowie an Radial- und Axialrundnähten. Zur Prüfung der erzielbaren Produktqualität wurden beim Industriepartner GKN Originalbauteile mit den ermittelten Parametern verschweißt und durch produktspezifische Tests wie z. B. dynamische Belastungstests zur Lebensdauerprüfung qualifiziert.

Ergebnisse und Anwendungen

Durch den Wechsel zu einem anderen Prozessgas konnten ohne Qualitätseinbußen signifikante Einsparungen der Fertigungskosten erzielt werden. Dieses Ergebnis wurde durch produktspezifische Nachweise der Betriebsfestigkeit der Schweißungen untermauert. Zusätzlich wurden verbesserte Maßnahmen bei der Prozessgasführung entwickelt, um die Schweißqualität und -produktivität noch weiter zu erhöhen. Diese Maßnahmen ermöglichen die Herstellung der Schweißverbindungen in der gleichen Qualität wie in der ursprünglichen Konfiguration. Die schweißtechnische Eignung und Sicherheit des Prozesses konnte durch produktspezifische Untersuchungen nachgewiesen werden. Es ist somit möglich, die Fertigungskosten durch eine signifikante Senkung der Gaskosten zu reduzieren.

Diese Arbeiten wurden im Rahmen eines Projektes mit der Firma GKN Driveline International GmbH Lohmar durchgeführt.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. N. Wolf, Tel.: -448
norbert.wolf@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de

Aufgabenstellung

Wie im Automobilbereich finden auch im Schienenfahrzeugbau verstärkt hochfeste Edelstähle Verwendung. Für den Einsatz dieser Stähle als Strukturteile im Schienenfahrzeugbau ist ein Laserstrahlschweißverfahren zu optimieren und zu qualifizieren, das eine montagegenaue und verzugsarme Fertigung der Komponenten erlaubt. Die zu verbindenden Halbzuge werden durch Laserstrahlschneiden vorgefertigt.

Vorgehensweise

Zur Qualifizierung des Laserstrahlschweißens von hochfestem Edelstahl H400 im Wanddickenbereich zwischen 1,5 mm und 10 mm wurden I-Nähte am Stumpf- und Eck-Stoß sowie Kehlnähte mit vollständiger Anbindung am T- und Kreuz-Stoß erstellt und statischen und dynamischen Festigkeitsuntersuchungen unterzogen. Die Schweißungen wurden ohne Zusatzwerkstoff ausgeführt. Zur Untersuchung der Möglichkeiten einer montagegenauen, d. h. präzisen und verzugsminimierten Fertigung von Fahrzeugkomponenten wurden Musterteile sowie der komplexe Vorbau eines Schienenfahrzeuges als Mock-Up in den Abmessungen 4490 x 2665 x 337 mm mit einem CO₂-Laser gefertigt.

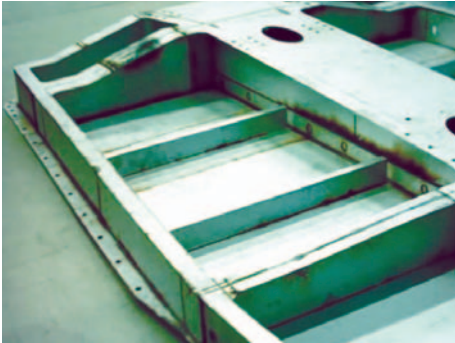
Ergebnisse und Anwendungen

Im Nahtbereich der Versuchsschweißungen konnten keine Aufhärtungen festgestellt werden. Dies begründet zusammen mit den kerbarmen Übergangsgeometrien die gute Duktilität und Dauerfestigkeit der Schweißverbindungen. Die Ergebnisse der dynamischen Belastungstests zeigen die hervorragende Belastbarkeit der Laserschweißverbindungen. Crashversuche bestätigen die gute Verformungsfähigkeit des Grundwerkstoffes und der lasergeschweißten Verbindungen eindrucksvoll.

Die Arbeiten werden im Rahmen des vom BMBF und der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. geförderten Projektes eSIE.CAR unter Federführung der Siemens AG Transportation Systems, Geschäftsgebiet Trains (TS TR) durchgeführt.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. N. Wolf, Tel.: -448
norbert.wolf@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Lasergeschweißtes Modul
eines Waggon-Vorbaus



Aufgabenstellung

Neue diodengepumpte Festkörperlaser und Faserlaser erreichen inzwischen Ausgangsleistungen im Bereich von 10 kW. Obwohl sich diese Laser vorrangig für Schweißanwendungen anbieten, ist dennoch ihr flexibler oder kombinierter Einsatz auch für Schneidanwendungen von Interesse. Hierzu sollen geeignete Schneidprozesse qualifiziert werden. Für diesen Hochleistungsbereich liegen zum Schneiden bislang für Festkörperlaser kaum Prozess Erfahrungen vor. In Schneidversuchen mit einem 8 kW System (Rofin DY 088 HP) sollen daher geeignete Verfahrensparameter gefunden und die Eignung der Systemkomponenten für diese Leistungen geprüft werden.

Vorgehensweise

Bei einem Faserdurchmesser von 600 µm wurde mit einer Kollimations- und Fokussierungsbrennweite von je 200 mm gearbeitet. Der untersuchte Blechdickenbereich erstreckte sich von 4 bis 10 mm. Die Laserstrahlleistung am Werkstück betrug 7,2 kW. Für Schmelzschnitte an Edelstahl wurden die Verfahrensparameter Geschwindigkeit, Fokusslage, Schneidgasdruck und der Düsendurchmesser variiert.

Ergebnisse und Anwendungen

Die Maximalgeschwindigkeit bei 10 mm Materialdicke beträgt für oxydfreie Schnitte 2,5 m/min. Um vergleichbare Geschwindigkeiten mit CO₂-Lasern zu erreichen, sind trotz ihrer besseren Strahlqualität mindestens 20 % höhere Leistungen und der Einsatz von Spiegeloptiken notwendig.

Die Fortsetzung der Arbeiten erfolgt unter Einbeziehung des Brennschneidens von Baustahl und der Erweiterung des Materialdickenspektrums durch Anpassung der Fokussierung.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. F. Schneider, Tel.: -426
frank.schneider@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de

Oxydfreier Schnitt in Edelstahl,
10 mm Materialdicke



Aufgabenstellung

Der Vorstoß der neuen diodengepumpten Festkörperlaser in den Hochleistungsbereich über 5 kW, der bisher vornehmlich den CO₂-Lasern vorbehalten war, eröffnet nun auch diesem Lasertyp ein erweitertes Anwendungsspektrum. Die neuen Laser zeichnen sich durch hohe Leistungen bei gleichzeitig guter Strahlqualität aus. Der wesentliche Vorteil des Festkörperlasers liegt aber in der Möglichkeit, den Laserstrahl durch eine einfache Lichtleitfaser an den Bearbeitungsort zu transportieren. Damit reduziert sich auch im Dickblechbereich erheblich der Aufwand, komplexe 3-D-Bauteile zu verschweißen, da auf technisch anspruchsvolle und teure Spiegelstrahlführungen verzichtet werden kann.

Vorgehensweise

Die Schweißversuche wurden mit einem diodengepumpten Nd:YAG-Laser der Firma Rofin-Sinar mit der Bezeichnung DY 080 HP durchgeführt. Die Laserleistung am Werkstück betrug 7,2 kW. Bei den Schweißversuchen wurde eine Kollimations- und Fokussieroptik mit je einer Brennweite von 200 mm und eine Faser mit einem Durchmesser von 600 µm eingesetzt.

Ergebnisse und Anwendungen

Die Schweißversuche wurden an Edelstahl- und Baustahlblechen im Dickenbereich von 6 - 10 mm durchgeführt. Dabei wurden die erreichbaren Schweißgeschwindigkeiten ermittelt, die beispielsweise bei 1,2 m/min für 10 mm und 3,0 m/min für 6 mm Baustahl liegen. Um diese Ergebnisse zu erzielen, bestand die wesentliche Aufgabe darin, die entstehende Dampffackel des Prozesses mit neuen Düsenkonzepten wirkungsvoll zu unterdrücken. Mit herkömmlichen Rohrdüsen ist eine effektive Verdrängung der Dampffackel nur unter Inkaufnahme einer nachteiligen Beeinflussung des Schweißschmelzbades möglich.

Weitere Untersuchungen zur Entstehung bzw. zur Unterdrückung der Dampffackel werden folgen, um das volle Potential des diodengepumpten Nd:YAG-Lasers ausschöpfen zu können.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. C. Fuhrmann, Tel.: -221
christian.fuhrmann@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Erstes Ergebnis einer Blindnahtschweißung in 10 mm Baustahl bei 7,2 kW Laserleistung und einer Schweißgeschwindigkeit von $v_s = 1,2$ m/min



Aufgabenstellung

Die konventionelle Technik zum Trennen von Keramik ist vergleichbar mit der Glasbearbeitung. Ritzen mit anschließendem kontrolliertem Bruch ermöglicht die Trennung entlang gerader Linien oder in großen Radien. Für die konturierte Bearbeitung ist das Wasserstrahlschneiden ein zwar langsames, aber etabliertes Verfahren.

Bei der thermischen Bearbeitung von Keramik mit Laserstrahlung besteht die Gefahr der Rissbildung durch hohe Temperaturgradienten während des Schneidprozesses. Wird ein kritisches Risswachstum erreicht, kann dies zur teilweisen oder völligen Zerstörung des Werkstücks führen.

Aus qualitativer Sicht war neben geringer Rauigkeit der Schnittfläche und geringer Gratbildung daher insbesondere die Vermeidung der Rissbildung Ziel der Untersuchungen.

Vorgehensweise

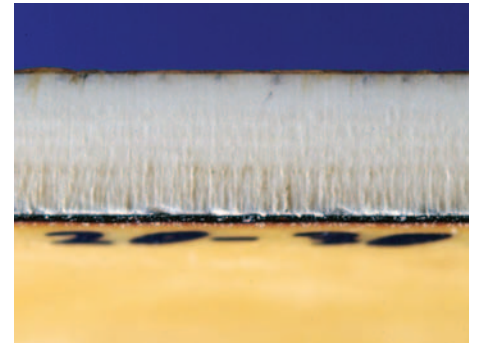
Die Versuche wurden mit einer Aluminium-Oxyd-Keramik durchgeführt. Als Laser wurde ein CO₂-Laser mit sehr guter Strahlqualität ($K = 0,9$) und einer Pulsspitzenleistung von 2500 W eingesetzt. Die Versuche wurden mit unterschiedlichen Schneidgasen durchgeführt.

Ergebnisse und Anwendungen

In der untersuchten Materialdicke bis 5 mm konnten saubere, rissfreie Schnittflächen erzeugt werden. Mit den verwendeten Pulsparametern und der daraus resultierenden mittleren Laserstrahlleistung liegt die Schneidgeschwindigkeit zwar über der des Wasserstrahlschneidens, aber mit 40 mm/min immer noch auf sehr niedrigem Niveau. Der Einsatz höherer mittlerer Leistungen durch Optimierung der Pulsparameter erscheint jedoch möglich und gibt Anlass, zukünftig noch größere Geschwindigkeitsunterschiede zwischen diesen beiden Verfahren zu erwarten.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. F. Schneider, Tel.: -426
frank.schneider@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Schnittkante Aluminium-Oxyd-Keramik

Aufgabenstellung

Zum Schweißen mit CO₂-Lasern werden in aller Regel Spiegeloptiken eingesetzt. Die beiden wesentlichen Gründe sind, dass diese Optiken im Vergleich zu Linsenoptiken thermisch und mechanisch robuster sind und sich auch bei höchsten Laserleistungen einsetzen lassen.

Zum Laserstrahlschneiden werden Spiegeloptiken bisher nur für besondere Anwendungen mit Strahlleistungen oberhalb 4 kW eingesetzt. Während mit Linsenoptiken ein Abschluss des Düsenraumes in Richtung Strahlführung für den Aufbau des Schneidgasdruckes mit einfachen Mündungsdüsen erreichbar ist, wird für die offenen Spiegeloptiken ein düseninterner Druckaufbau benötigt. Mit der am Fraunhofer ILT entwickelten »Autonomen Düse« wurde dieses Problem überzeugend gelöst. Sie erlaubt auch zum Schneiden den Einsatz von Spiegeloptiken und hat sich seit 10 Jahren in der industriellen Anwendung bewährt.

Damit sind für beide Bearbeitungsverfahren Spiegeloptiken einsetzbar. Ziel der hier beschriebenen Untersuchung ist es zu prüfen, ob und mit welchem Ergebnis Schneid- und Schweißanwendungen ohne Eingriff in die Anlage mit einem Bearbeitungskopf wechselweise durchgeführt werden können.

Vorgehensweise

Am Beispiel des Edelstahl 1.4301 in der Wandstärke 6 mm wurden Versuche mit einem CO₂-Laser mit einer maximalen Ausgangsleistung von 12 kW durchgeführt. Der Laser ist mit einer geringen Strahlqualität von $K = 0,22$ eher für Schweiß- als für Schneidanwendungen geeignet. Die Bearbeitung der Bleche erfolgte mit einer Spiegeloptik bei einer F-Zahl von 10 und mit einer Laserleistung von 5 kW. Die Schlüsselkomponente des universellen Bearbeitungskopfes bildet die »Autonome Düse«. Als Schneidgas wurde Stickstoff und als Prozessgas für den Schweißvorgang Helium verwendet.

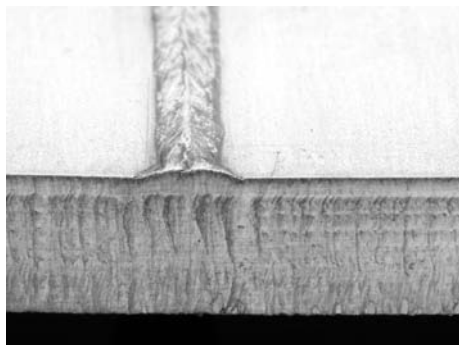
Ergebnisse und Anwendungen

Die Bleche konnten mit guter Qualität bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 1,7 m/min laserschmelzgeschnitten werden.

Allein durch NC-gesteuerte Parameteränderungen wie der Umstellung von Fokusslage, Gasart und -durchfluss und durch eine geringfügige Anpassung der Geschwindigkeit wurden die laserschnittenen Bleche mit I-Naht am Stumpfstoß bzw. Eckstoß verschweißt. Damit sind Laserschneid und -schweißanwendungen in einer einzigen Anlage ohne Kopfwechsel durchführbar.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. F. Schneider, Tel.: -426
frank.schneider@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. N. Wolf, Tel.: -448
norbert.wolf@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Zuschnitt und Schweißen mit einem Bearbeitungskopf



Aufgabenstellung

Im Rahmen des BMBF-Leitprojektes »Modulare Diodenlaser-Strahlwerkzeuge MDS« wurde am Fraunhofer ILT ein Diodenlasergerät entwickelt, das einen ringförmigen Fokus besitzt. Der modulare Aufbau der Diodenlaser ermöglichte eine Konstruktion, bei der eine zentrale Durchgangsapertur entsteht. Diese Anordnung ist ideal geeignet für das autogene Brennschneiden nur mit dem Ringstrahl und das abbrandstabilisierte Laserstrahlbrennschneiden mit einem zusätzlichen, zentralen Schneidlaserstrahl.

Vorgehensweise

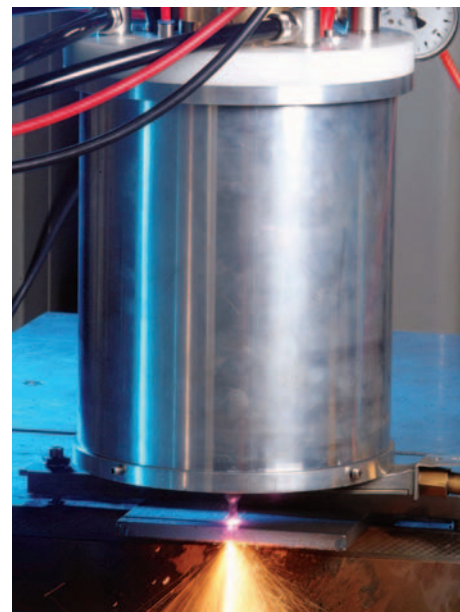
Bei Brennschneidanwendungen wird die zentrale Durchgangsapertur des Ringstrahlgerätes genutzt, um dem Bearbeitungsprozess über eine Lavaldüse Sauerstoff zuzuführen. Der Ringfokus, der einen mittleren Durchmesser von 5 mm und eine Breite von etwa 1 mm besitzt, heizt das Material rings um die Düse auf Zündtemperatur auf. Zur Erhöhung der Geschwindigkeit des autogenen Brennschneidprozesses wurde zusätzlich durch die zentrale Apertur und die Schneiddüse ein CO₂-Laserstrahl geführt.

Ergebnisse

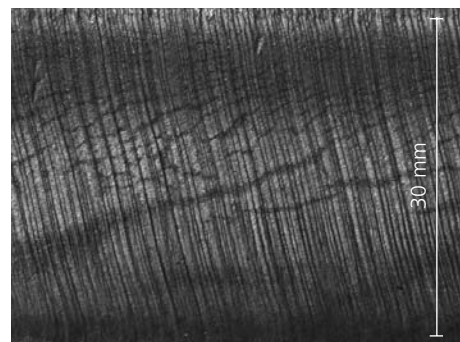
Autogene Brennschnitte in 10, 20 und 30 mm dicken Baustahlblechen konnten bei einer Diodenlaserleistung von 700 W, je nach Blechdicke, mit Geschwindigkeiten von 0,40 bis 0,75 m/min durchgeführt werden. Der zusätzliche Einsatz von zentraler CO₂-Laserstrahlung mit einer Leistung von 4,7 kW am Werkstück ermöglicht bei der Blechdicke 30 mm eine Geschwindigkeitssteigerung um 50 % im Vergleich zum autogenen Prozess. Der Diodenlaserring dient dabei als prozessstabilisierendes Modul, das im Vergleich zu Brennschnitten mit alleinigem Einsatz von CO₂-Laserstrahlung einen gleichmäßigeren Abbrand und daher geringere Schnittkantenrauigkeiten RZ von unter 40 µm ermöglicht. Die mit dem Verfahren des abbrandstabilisierten Laserstrahlbrennschneidens erzielbaren Schnittfugenbreiten und Wärmeeinflusszonen (WEZ) sind schmäler als beim autogenen Brennschneiden. Das Ringstrahlgerät bietet neben dem Brennschneiden zahlreiche weitere Nutzungsmöglichkeiten im Bereich der Fügetechnik, wie beispielsweise das Punkt-, Rundnaht- und Laser-Laser-Hybridschweißen.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. B. Seme, Tel.: -426
bernd.seme@ilt.fraunhofer.de
Dr. D. Petring, Tel.: -210
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de



Oben: Autogenes Brennschneiden von 10 mm dickem Baustahlblech mit dem Diodenlaser-Ringstrahl
Unten: Abbrandstabilisierter Laserstrahlbrennschnitt in Baustahl St52-3
Diodenlaserleistung: 700 W
CO₂-Laserleistung: 4700 W
Schneidgeschwindigkeit: 0,65 m/min



Aufgabenstellung

Mit dem Laserschmelzen wurde ein neues generatives Fertigungsverfahren für die Herstellung von nahezu beliebig komplexen metallischen Bauteilen entwickelt. Die Bauteile werden schichtweise durch vollständiges Aufschmelzen eines pulverförmigen Ausgangswerkstoffes mit Laserstrahlung aufgebaut. In Zusammenarbeit mit der Firma Bego Medical AG soll dieses Verfahren für die direkte Herstellung metallischer Gerüste für Zahnersatz (Käppchen, Kronen, Brücken) aus den Werkstoffen CoCr-Dentallegierung, Titan und Gold weiterentwickelt und qualifiziert werden.

Vorgehensweise

Wichtigste Voraussetzung für die direkte Herstellung von Zahnersatz mit dem Laserschmelzen ist eine Bauteildichte von ca. 100 % aus den oben genannten Werkstoffen sowie die Erzielung der für die Dentaltechnik notwendigen Detailauflösung und

Präzision. Dazu wird neben der Anpassung der relevanten Verfahrensparameter zur Erzielung der geforderten Dichte vor allem die Strahlführung und -formung sowie die Prozessführungsstrategie gemäß der typischen Teilegeometrien der Dentaltechnik ausgelegt.

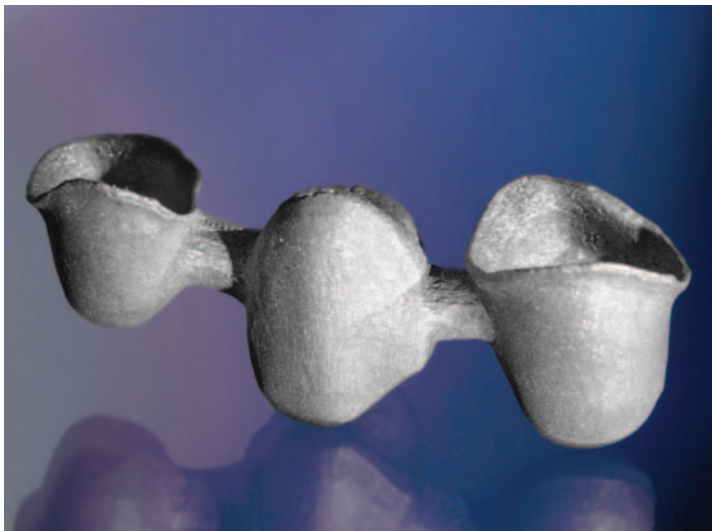
Ergebnisse und Anwendungen

Das Laserschmelzen konnte für die generative Herstellung von dentalen Restaurationen aus den Werkstoffen CoCr-Dentallegierung, Titan und Gold qualifiziert werden. Dichte, Präzision, mechanische Eigenschaften sowie die Biokompatibilität der hergestellten Teile entsprechen den durch das konventionelle Fertigungsverfahren Gießen hergestellten Teilen. Damit wurde basierend auf den vom Fraunhofer ILT aufgebauten Prototyp-Anlagen vom Projektpartner Bego Medical AG eine Prozesskette zur automatisierten Fertigung von Zahnersatz realisiert. Für zahlreiche Dentallabors wird so erstmals Zahnersatz generativ produziert und damit ein »Rapid Manufacturing« Verfahren für die Massenproduktion von Individualteilen in der industriellen Praxis eingesetzt.

Ansprechpartner

Dr. W. Meiners, Tel.: -301
wilhelm.meiners@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Wissenbach, Tel.: -147
konrad.wissenbach@ilt.fraunhofer.de

Mit Laserschmelzen aus einer CoCr-Dentallegierung hergestelltes Gerüst einer Brücke





Aufgabenstellung

Quarzglas findet aufgrund seiner hervorragenden optischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften vielfältigste Verwendung in Industrie und Forschung. So laufen beispielsweise alle Hochtemperaturprozesse bei der Massenproduktion von Halbleiterchips in Reaktoren aus Quarzglas ab. Schleifraue Flächen und Mikrobeschädigungen (Risse) an Kanten werden gemäß dem Stand der Technik mit Hilfe der Flamppolitur überwiegend manuell auf Hochglanz gebracht bzw. beseitigt. Bei der manuellen Flamppolitur werden Rauheiten von $R_a < 50 \text{ nm}$ und Flächenraten von ca. $1 \text{ cm}^2/\text{s}$ erreicht.

Um die manuelle Arbeit zu automatisieren und die Qualität der Oberflächen zu erhöhen soll untersucht werden, ob das Laserstrahlpolieren in Qualität und Wirtschaftlichkeit eine Alternative zur Flamppolitur darstellt.

Vorgehensweise

Für die Bearbeitung von Quarzglas ist der CO_2 -Laser durch den hohen Absorptionsgrad und den im Vergleich zu Festkörperlasern günstigeren Preis besonders geeignet. Die thermische Energie schmilzt die oberflächennahen Bereiche des Werkstücks. Feine Unebenheiten werden durch die Oberflächenspannung geglättet. Mikrorisse, feine Ausbrüche und sonstige oberflächennahen Defekte werden verschmolzen.

Eine Vorheizung reduziert die thermischen Spannungen und verhindert wirksam die Rissbildung des Glases. Durch Temperaturregelung mittels Pyrometrie können Störgrößen wie ungleichmäßige Probentemperaturen infolge ungleichmäßiger Wärmeleitung an Bauteilgeometrien oder des Aufheizens des Bauteils durch die Laserstrahlbearbeitung ausgeglichen werden.

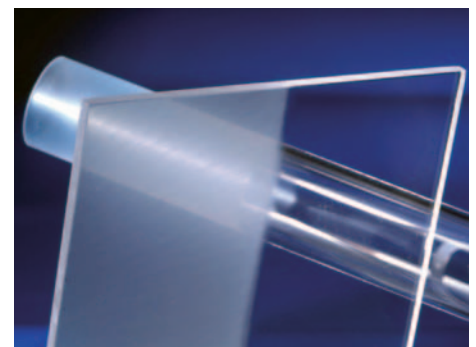
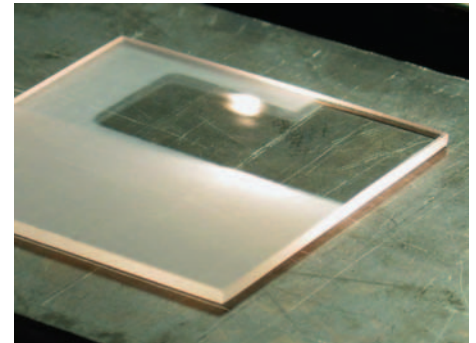
Ergebnisse und Anwendungen

Im Rahmen des Projektes konnten verfahrenstechnische Grundlagen zum Polieren von Quarzglas mit Laserstrahlung erarbeitet werden. Ausgehend von geschliffenen Oberflächen mit $R_a = 150 \text{ nm}$ können Rauheiten von $R_a < 10 \text{ nm}$ erreicht werden. Sowohl ebene Bauteile, als auch Kanten oder rotationssymmetrische Bauteile können poliert werden.

Potentielle Anwendungsfelder für das Polieren von Quarzglas mit Laserstrahlung sind Bauteile für die chemische Industrie und die Chipindustrie. Aber auch Mikrooptiken und asphärische Optiken erscheinen vielversprechend.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. E. Willenborg, Tel.: -213
edgar.willenborg@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Wissenbach, Tel.: -147
konrad.wissenbach@ilt.fraunhofer.de



Oben: Polieren von Quarzglas mit Laserstrahlung
Unten: Geschliffene Bauteile, teilweise poliert

Aufgabenstellung

Im Werkzeug- und Formenbau besteht ein hoher Bedarf an automatisierten Verfahren zum Polieren von komplexen metallischen 3-D-Oberflächen. Viele Werkzeuge und Formen können zurzeit nicht automatisiert poliert werden. Deshalb kommt überwiegend die manuelle Politur zum Einsatz. Typische Polierzeiten liegen beim manuellen Polieren bei 10 - 30 min/cm².

Um zu untersuchen, ob die beim Laserstrahlpolieren erzeugten Randschichten und Oberflächenqualitäten den Anforderungen an ein Spritzgusswerkzeug erfüllen, soll ein laserstrahlpoliertes Werkzeug unter Praxisbedingungen erprobt werden.

Vorgehensweise

In Zusammenarbeit mit der Firma Braun, Marktheidenfeld, wird ein Teilbereich eines Spritzgusswerkzeuges mit einfacher Geometrie aus 1.2343 mit erodierter Ausgangsoberfläche laserstrahlpoliert. Das Laserstrahlpolieren wird in einem mehrfachen Umschmelzprozess durchgeführt.

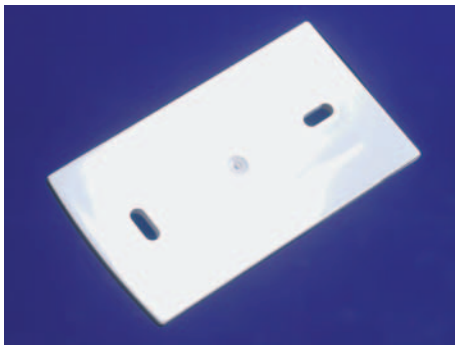
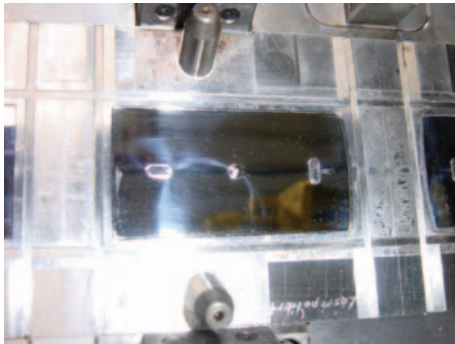
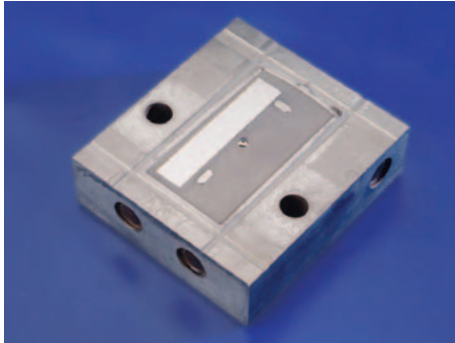
Ergebnisse und Anwendungen

Durch mehrfache Überfahrten wurde mit einer Flächenrate zwischen 1 - 5 min/cm² die Ausgangsrauheit von $R_a \approx 3 \mu\text{m}$ auf $R_a \approx 0,3 \mu\text{m}$ reduziert. Die entstehende Randschicht zeichnet sich durch Rissfreiheit, homogeneres Gefüge und leicht erhöhte Härte aus. Das laserstrahlpolierte Werkzeug wird anschließend durch manuelle Nachpolitur auf Hochglanz gebracht. Die Nachpolitur wird durch das Laserstrahlpolieren verkürzt und der Übergang zwischen laserstrahlpolierter und nicht laserstrahlpolierter Fläche ist nach der Nachpolitur weder im Werkzeug noch auf den Kunststoffteilen erkennbar.

Das Werkzeug wird im Einsatz getestet und auf den bis heute über 60.000 produzierten Kunststoffteilen sind keine negativen Einflüsse durch die laserstrahlpolierte Oberfläche erkennbar.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. T. Kiedrowski, Tel.: -282
thomas.kiedrowski@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Wissenbach, Tel.: -147
konrad.wissenbach@ilt.fraunhofer.de



Oben: Werkzeugeinsatz teilweise laserstrahlpoliert

Mitte: Werkzeug nach manueller Nachpolitur

Unten: Spritzgussteil



Aufgabenstellung

Die am häufigsten eingesetzten Werkstoffe im Flugtriebwerksbau sind Titanbasislegierungen. Ein Instandsetzungsverfahren für Flugtriebwerkskomponenten stellt das artgleiche Laserstrahl-Auftragschweißen mit pulverförmigem Zusatzwerkstoff dar. Die Prozessführung soll für die Titanbasislegierung Ti-17 so ausgelegt werden, dass folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Lokale Schutzgasführung, so dass das Laserstrahl-Auftragschweißen nicht in einer Prozessgaskammer durchgeführt werden muss
- Vermeidung von Versprödung des aufgetragenen Werkstoffes durch Kontaminationen mit O_2 , N_2 und C
- Aufgetragener Werkstoff frei von Poren, Rissen, Binde- und Anbindefehlern
- Kompakte Pulverzufuhrdüse, so dass die Zugänglichkeit der instandzusetzenden BLISK gewährleistet wird

Vorgehensweise

Im ersten Schritt werden geeignete Verfahrensparameter und -strategien für ein formgebendes Laserstrahl-Auftragschweißen an einfachen Geometrien ermittelt. Im zweiten Schritt werden mit den in Schritt eins ermittelten Verfahrensparametern und -strategien Zugproben hergestellt, wärmebehandelt und getestet. Im dritten Schritt wird die Prozessführung auf eine BLISK übertragen.

Ergebnisse und Anwendungen

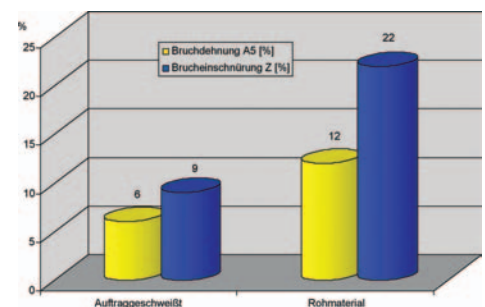
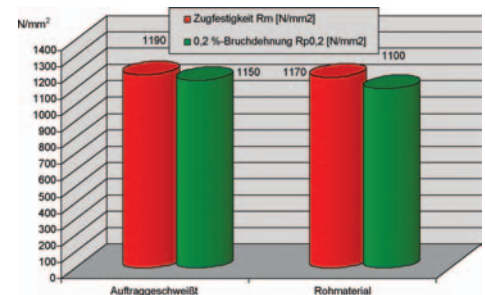
Durch die Verwendung einer kompakten, koaxialen Pulverzufuhrdüse und einer speziell bauteilangepassten Schutzgasdüse konnte sowohl die Zugänglichkeit gewährleistet, als auch die Versprödung des aufgetragenen Werkstoffes vermieden werden.

Die ermittelten statischen mechanischen Eigenschaften der wärmebehandelten, defektfrei aufgetragenen Titanbasislegierung Ti-17 entsprechen nahezu denen des wärmebehandelten Rohmaterials (Bilder 1 und 2).

Bild 3 zeigt die auf eine BLISK übertragenen Ergebnisse in Form einer instandgesetzten Leading Edge.

Ansprechpartner

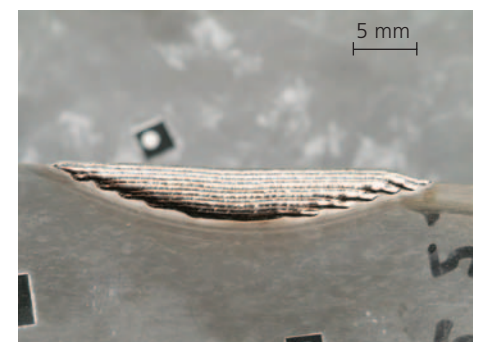
Dipl.-Ing. I. Kelbassa, Tel.: -411
ingomar.kelbassa@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Wissenbach, Tel.: -147
konrad.wissenbach@ilt.fraunhofer.de



Oben: Zugfestigkeit R_m und 0,2 %-Bruchdehnung $R_{p0.2}$ der wärmebehandelten Titanbasislegierung Ti-17

Mitte: Bruchdehnung A_5 und Brucheinschnürung Z der wärmebehandelten Titanbasislegierung Ti-17

Durch Laserstrahl-Auftragschweißen instandgesetzte Leading Edge (Einströmkante einer Schaufel) einer BLISK (BLade Integrated DiSK: Verdichterlaufscheibe mit integrierter Beschaukelung) aus der Titanbasislegierung Ti-17



Aufgabenstellung

Mit dem Laserstrahlauftragschweißen (LA) werden auf hochbelastete Bauteile bzw. Werkzeugfunktionsflächen verschleiß- und korrosionsbeständige Schichten aufgebracht. Darüber hinaus wird das LA als formgebendes Verfahren zur Reparatur metallischer Bauteile eingesetzt. Zur Reduzierung des experimentellen Aufwandes bei der Prozessoptimierung und Anpassung der Prozessparameter an neue Werkstoffe und Werkstückgeometrien soll ein 3-D Finite Elemente Programm entwickelt werden, mit dem eine rechnerische Vorhersage der Temperaturverteilung, der Spurgeometrie und der Erstarrungsbedingungen möglich ist.

Vorgehensweise

Beim LA wird der Schmelze über ein Trärgas der pulverförmige Zusatzwerkstoff coaxial oder off-axis zugeführt. Die Pulverpartikel werden durch die Wechselwirkung mit der primären und reflektierten Laserstrahlung vor dem Kontakt mit der Schmelze erwärmt. Diese thermalisierte optische Energie stellt einen signifikanten Anteil der für das Verfahren erforderlichen Prozesswärme dar. Da der Beitrag der reflektierten Laserstrahlung durch die Geometrie der Spur beeinflusst wird und die resultierende Spurgeometrie in der Prozesszone von der insgesamt zugeführten Prozesswärme abhängt, beeinflussen sich die verschiedenen Teilprozesse beim LA wechselseitig. Das für die Prozesssimulation des LA entwickelte Finite Elemente Programm bestimmt die selbstkonsistente stationäre Lösung für das Wärmeleitungsproblem iterativ. Das Programm berücksichtigt

die Pulverdichteverteilung zur Berechnung der Spurgeometrie, die Temperaturverteilung der Pulverpartikel aufgrund der Wechselwirkung mit der primären und der reflektierten Laserstrahlung und die Schmelzwärme bei der Integration der Wärmeleitungsgleichung. Das Programm berechnet das Temperaturfeld und die Geometrie der Spur als Teil der Lösung.

Ergebnisse und Anwendungen

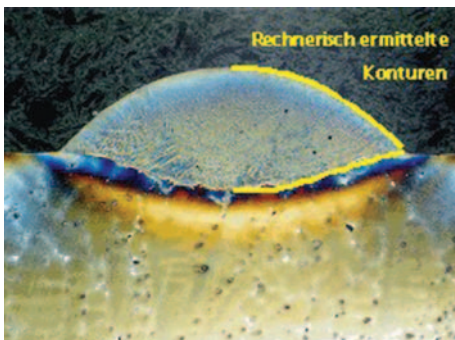
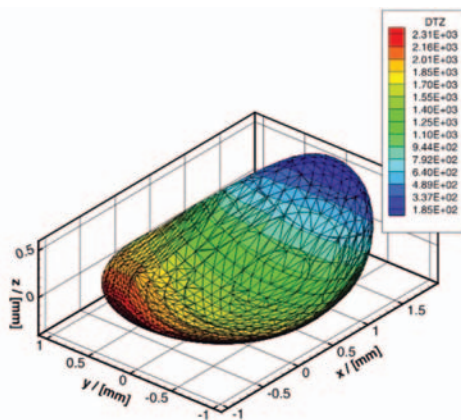
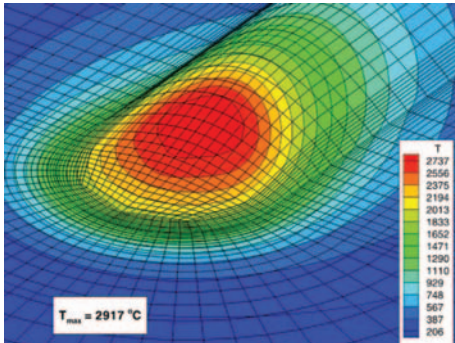
Aus der berechneten Temperaturverteilung (Bild 1) wird die fest/flüssige Phasengrenze bestimmt, in Dreiecke diskretisiert (Bild 2) und auf dieser Fläche die lokalen Erstarrungsbedingungen, beispielsweise Temperaturgradient in Richtung einer kristallographischen Orientierung, bestimmt (DTZ, Bild 2).

Der Vergleich mit experimentellen Ergebnissen zeigt eine ausreichend gute Übereinstimmung hinsichtlich Spurgeometrie und Geometrie des aufgeschmolzenen Bereiches im Substrat (Bild 3).

Das Programm wird zur Zeit in einem EU-Projekt zur rechnergestützten Prozessoptimierung genutzt.

Ansprechpartner

Dr. N. Pirch, Tel.: -403
norbert.pirch@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Wissenbach, Tel.: -147
konrad.wissenbach@ilt.fraunhofer.de





Aufgabenstellung

Das Auffinden der Prozessfenster und der angrenzenden Prozessdomänen mit unterschiedlichen Qualitätsmerkmalen ist ein Ziel grundlegender Untersuchungen am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT. Die Porenbildung innerhalb einer Schweißnaht stellt eine Qualitätsminderung der Verbindung dar, die schon während des Schweißprozesses erkannt und durch eine geeignete Verfahrensführung vermieden werden soll.

Der Mechanismus zur Porenbildung soll angegeben werden. Die beteiligten Prozessdomänen sollen identifiziert werden.

Vorgehensweise

Das Modell beschreibt die Strömung der Schmelze und die dynamischen Vorgänge in der Gasphase, wie beispielsweise Verdampfung, Strömung sowie Rekondensation des Dampfes innerhalb der Plasmakapillare. Der Massenstrom (Modell von Aoki und Sone) an verdampfender Schmelze und die Strömung des Dampfes (Eulergleichungen) werden numerisch berechnet.

Die Grenzschichtströmung der Schmelze und die Ausbreitung von Störungen werden untersucht.

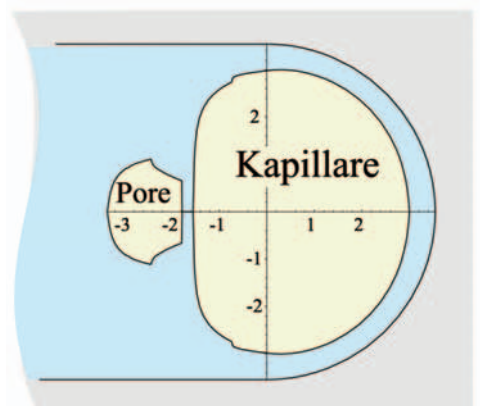
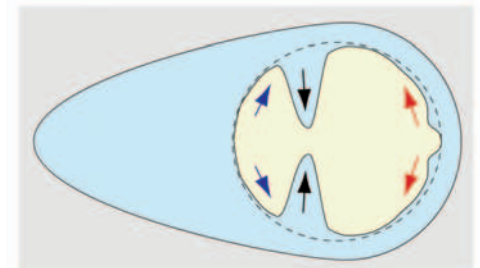
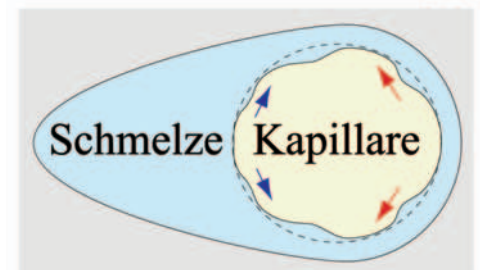
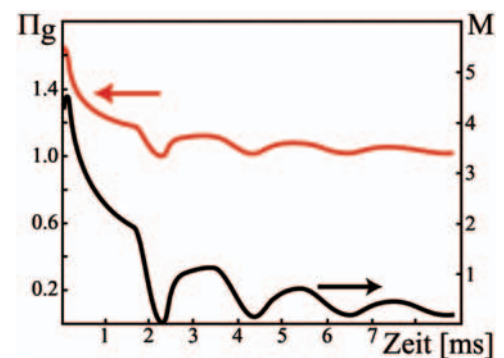
Die Bewegung der Schmelzfilmdicke (Wellenamplitude, Wellenlänge) während der Relaxation von Störungen im Dampf wird analysiert.

Ergebnisse und Anwendungen

Aufgrund unterschiedlicher Zeitskalen der Vorgänge innerhalb der Kapillare (Verdampfen / Rekondensieren, kompressible Strömung) finden Relaxationsoszillationen des Druckes statt. Die Schmelzströmung wird im Vorlauf zu beiden Seiten der Plasmakapillare beschleunigt und im Nachlauf verzögert. Die gegenüberliegenden Amplituden der Dicke des Schmelzfilms können im Nachlauf so groß werden, dass ein Teil der Plasmakapillare abgeschnürt wird und eine Pore entsteht. Das nahezu periodische Verhalten gibt innere Zeitskalen vor, bei denen eine Modulation/Fluktuation der äußeren Parameter die Porenbildung begünstigt bzw. unterdrückt.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. J. Michel, Tel.: -163
jan.michel@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. M. Nießen, Tel.: -307
markus.niessen@ilt.fraunhofer.de
Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Tel.: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de



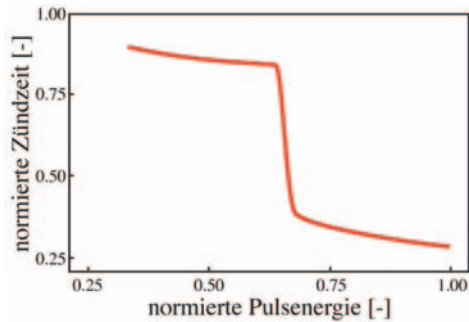
Porenbildung



Aufgabenstellung

Zur Zündung eines Vakuumlichtbogens kann gepulste Laserstrahlung eingesetzt werden. Der Laserstrahl wird dabei auf die Kathode fokussiert, so dass eine lokale Verdampfung einsetzt. Das laserinduzierte Plasma überbrückt den Abstand zwischen Kathode und Anode.

Die resultierende Zündzeit soll in Abhängigkeit der Laserparameter berechnet werden. Der Zustand des laserinduzierten Plasmas soll charakterisiert werden.



Vorgehensweise

Die Dynamik des Plasmas wird mit den Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie berechnet. Die Randbedingung an der verdampfenden Oberfläche wird über Sprungbedingungen zum Festkörper fortgesetzt. Die Temperatur im bestrahlten Festkörper wird bestimmt. Der Ionisationsgrad im Plasma wird mit der Saha-Gleichung berechnet. Die Propagation der Laserstrahlung wird durch den Absorptionskoeffizienten des Plasmas bestimmt und mit der Strahlungstransportgleichung beschrieben. Das Gleichungssystem wird numerisch gelöst.

Ergebnisse und Anwendungen

Mit steigender Pulsenergie steigt der Anteil der im Plasma absorbierten Laserstrahlung an. Dies führt zu unterschiedlich stark ionisierten Plasmen und unterschiedlichen Zündzeiten. Zur Auslegung eines effizienten Zündvorgangs wurde dem Auftraggeber der Zusammenhang zwischen der Zeitdauer für den Zündvorgang, der im Plasma absorbierten Pulsenergie und dem abgetragenen Volumen dargestellt.

Ansprechpartner

Dr. M. Aden, Tel.: -469
mirko.aden@ilt.fraunhofer.de
Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Tel.: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de



Aufgabenstellung

Zum Trepanieren von Mikrobohrungen (Effusionskühlung) in Turbinenschaufeln werden gepulste Laserstrahlquellen eingesetzt. Zur Verbesserung der Produktivität des Fertigungsverfahrens und der Qualität einer Bohrung sind die Geschwindigkeit der Abtragsfront und die räumliche Verteilung der erstarrten Schmelze zu bestimmen.

Die Bewegung der Abtragsfront soll in Abhängigkeit der realen Strahlverteilung bestimmt werden. Die Analyse des dynamischen Vorgangs der Frontbewegung soll die Untersuchung von Strömung, Ablösung und Erstarrung der Schmelze vorbereiten.

Vorgehensweise

Die Bewegung der räumlich dreidimensionalen Abtragsfront wird durch eine freie Randwertaufgabe in Form eines Systems partieller Differentialgleichungen modelliert. Die Lösungseigenschaften werden durch ein approximatives Modell mit stark reduzierter Komplexität qualitativ richtig erfasst, und die Approximationsgenauigkeit kann angegeben werden (z. B. Vergleich mit numerischer Lösung). Die Lösung des approximativen Modells wird mit einer interaktiven PC-Simulation berechnet und visualisiert.

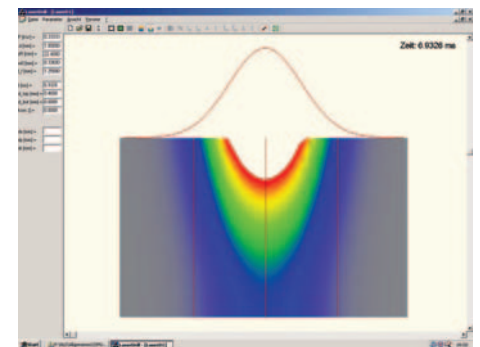
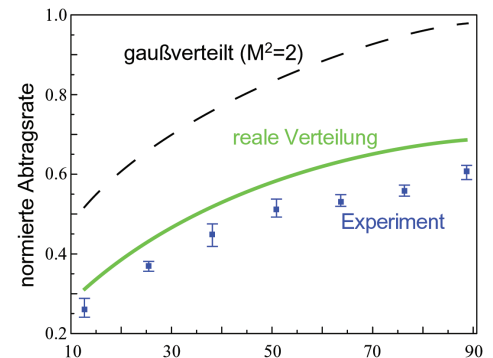
Durch Vergleich mit den experimentellen Ergebnissen - zur Strahldiagnose und zum Abtragsergebnis (Lehrstuhl für Lasertechnik der RWTH Aachen) - wurde der Einfluss der räumlichen Verteilung der Laserstrahlung und temperaturabhängiger Materialparameter untersucht.

Ergebnisse und Anwendungen

Die erreichbare Abtragsrate hängt empfindlich von der Strahlverteilung ab: Ein Laserstrahl mit gaußverteilter ($M^2 = 2$) Intensität erreicht im Vergleich zum Experiment eine um 70 % größere Abtragsrate. Die experimentellen Ergebnisse sind vergleichbar mit den Werten aus einer Simulation mit der realen Verteilung. Die Temperaturabhängigkeit der Materialwerte wirkt sich nur schwach aus und die Abtragsrate variiert maximal um 20 %.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. J. Michel, Tel.: -163
jan.michel@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. J. Willach, Tel.: -409
jens.willach@ilt.fraunhofer.de
Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Tel.: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de



Oben: PC-Simulation
Unten: Abtragsrate

Aufgabenstellung

Zum Trepanieren von Mikrobohrungen (Effusionskühlung) in Turbinenschaufeln werden gepulste Laserstrahlquellen eingesetzt. Die räumliche Verteilung der erstarrten Schmelze ist ein Merkmal für die Qualität einer Bohrung.

Um die entstehende Schmelze möglichst vollständig austreiben zu können, soll die Einkopplung einer Überschallgasströmung in geneigte Bohrungen (Länge 2 - 5 mm, Durchmesser 60 - 200 μm) verbessert werden.

Vorgehensweise

Das Einstromen des Gases wird bis zu einer Tiefe vergleichbar mit dem Durchmesser der Bohrung genauer untersucht. Hier ist die typische Reynoldszahl groß gegen eins und die Dicke der Reibungsgrenzschicht bleibt klein im Vergleich zum Durchmesser der Bohrung. Die Gasströmung wird durch Lösung der Eulergleichungen berechnet (Finite Volumen Verfahren vom Godunov Typ, modifizierte Harten-Lax-Leer Methode als Riemann Löser).

Die numerische Lösung des approximativen Modells wird mit einer interaktiven PC-Simulation berechnet.

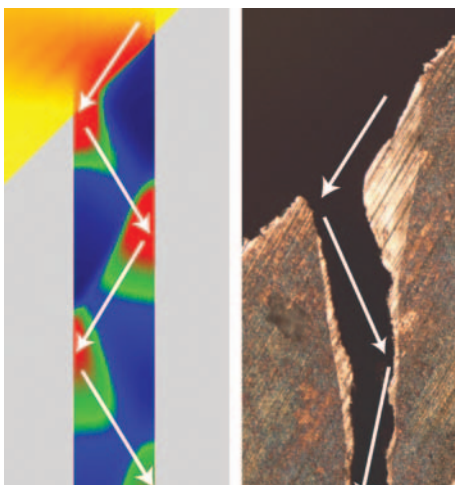
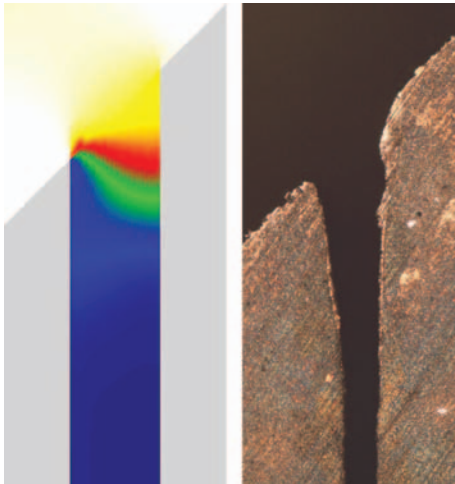
Dichte, Druck, Geschwindigkeitskomponenten, Machzahl und Gastemperatur werden visualisiert. Kesseldruck, Durchmesser, Abstand, Position und Orientierung der Düse werden variiert. Die Geschwindigkeit der Gasströmung und die räumliche Änderung des Gasdruckes entlang der Bohrungswand werden mit den experimentellen Werten (Lehrstuhl für Lasertechnik der RWTH Aachen) für die Dicke der erstarrten Schmelze verglichen.

Ergebnisse und Anwendungen

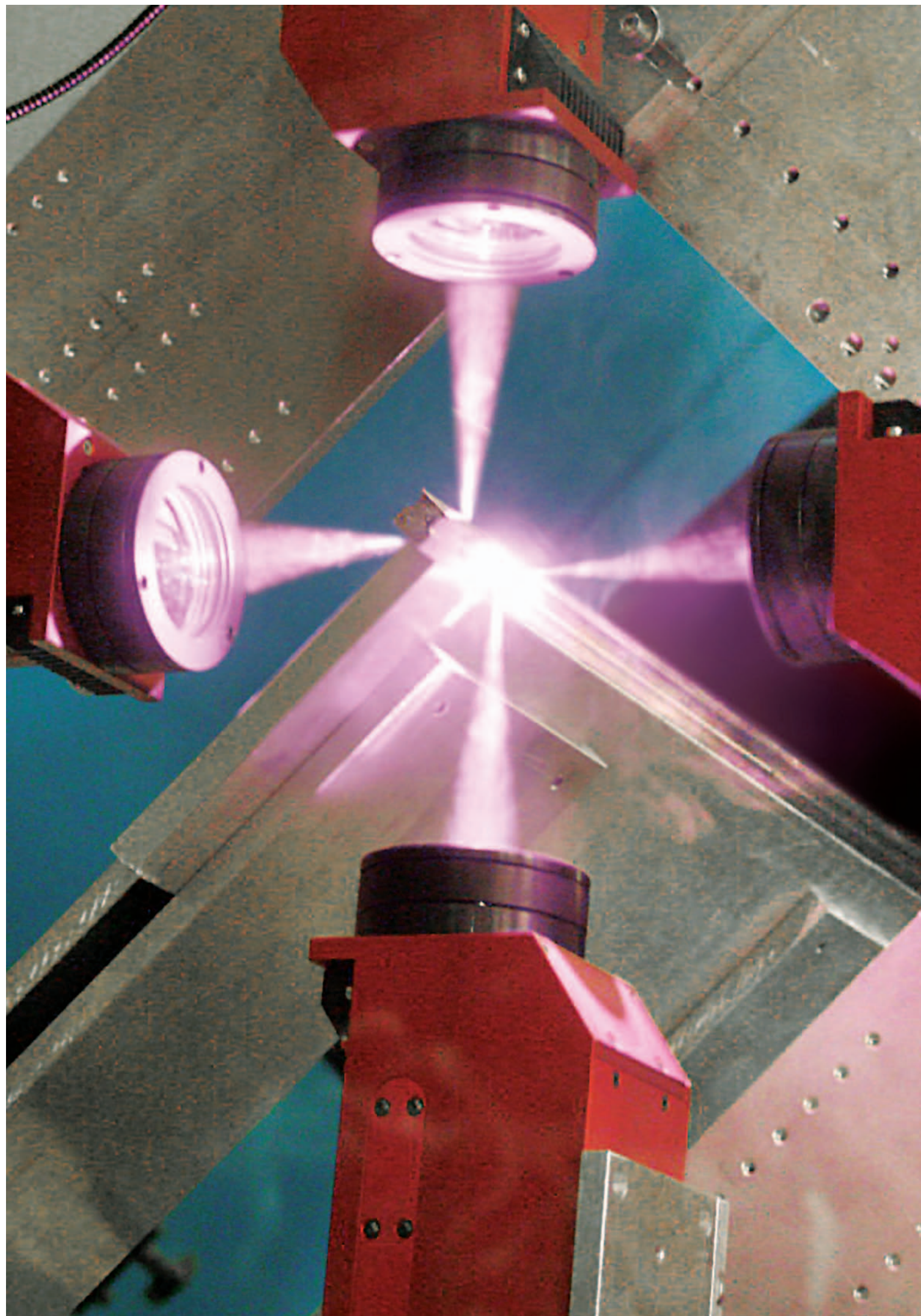
Die Position der Düse relativ zur Laserstrahlachse ist ein wesentlicher Parameter. Bei coaxialer Anordnung wird die Gasströmung innerhalb der Bohrung mehrfach an den Wänden reflektiert. Der Gasdruck und die Dicke der erstarrten Schmelze variieren periodisch entlang der Wand der Bohrung. Durch laterale Verschiebung von Düse und Laserstrahlachse kann das Gas gleichförmig in die Bohrung expandieren, der Gasdruck fällt monoton mit der Tiefe ab und die Schmelze wird nahezu vollständig ausgetrieben.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. M. Nießen, Tel.: -307
markus.niessen@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. J. Willach, Tel.: -409
jens.willach@ilt.fraunhofer.de
Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Tel.: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de



Oben: Zentrierte Düse
Unten: Justierte Düse





Anlage zum Laserstrahl-Weichlöten keramischer Schaltungsträger	82
Entwurf und Aufbau einer lasergestützten Schneidanlage für Kautschuk-Riemchen	83
Innenbearbeitungsoptik mit Rotationsantrieb	84
Diodenlasernetzwerke mit verteilter Temperaturregelung	85
Prozessüberwachung beim Remote Laser Welding	86
Planung und Werkzeug- diagnose für die autonome Lasermaterialbearbeitung	87
Datenbank für Laserexperimente	88
ELI - European Laser Institute	89

Einsatz eines Diodenlasernetzwerkes
für temperaturgeregeltes Härten von
Linearführungsschienen

Anmerkung der Institutsleitung

Wir weisen explizit darauf hin, dass die Offenlegung der nachfolgenden Industrieprojekte mit unseren Auftraggebern abgestimmt ist. Grundsätzlich unterliegen unsere Industrieprojekte der strengsten Geheimhaltungspflicht. Für die Bereitschaft unserer Industriepartner, die aufgeführten Berichte zu veröffentlichen, möchten wir an dieser Stelle herzlich danken.



Aufgabenstellung

In der Automobiltechnik werden bevorzugt elektronische Sensoren oder Steuerungssysteme auf Basis keramischer Schaltungsträger eingesetzt. Keramische Schaltungsträger zeichnen sich durch ausgezeichnete Eigenschaften in Bezug auf die im Motorraum eines Kraftfahrzeugs vorherrschenden Bedingungen aus. Montiert auf aktive oder passive Wärmesenken widerstehen die elektronischen Systeme zuverlässig und dauerhaft thermischen Belastungen aus dem Umfeld.

Einer der letzten Prozessschritte bei der Herstellung eines Lichtmaschinenreglers ist die elektrische Kontaktierung der Gehäuseanschlüsse mit den korrespondierenden Anschlussflächen des keramischen Schaltungsträgers. Ziel der Entwicklungsarbeiten waren die Konzeption und der Bau einer automatisierten Produktionszelle zum Laserstrahl-Weichlöten dieser Lötverbindungen.

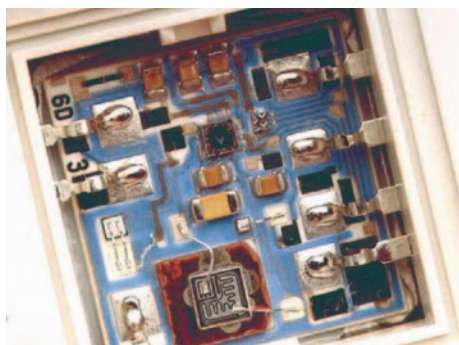
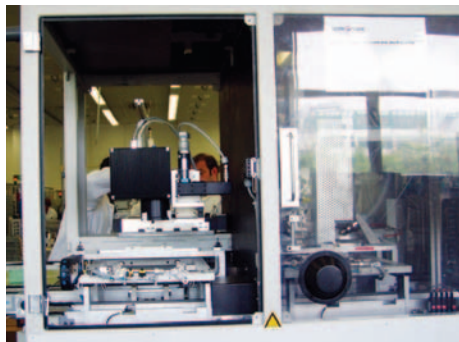
Vorgehensweise

In einer umfangreichen Machbarkeits- und Qualifizierungsstudie wurde ein Prozessfenster für das Laserstrahl-Weichlöten der Anschlusskontakte entwickelt. Darauf aufbauend wurde anhand des Pflichtenhefts und der Anforderungen des Kunden eine entsprechende Produktionszelle konzipiert und in die bestehende Fertigungslinie integriert.

Ergebnisse und Anwendungen

Das Herzstück der vollautomatischen Produktionszelle ist ein kompakter Laserstrahl-Bearbeitungskopf auf Basis eines Galvanometer-Scannersystems mit integrierter, pyrometrischer Sensorik. Als Laserstrahlquelle dient ein fasergeführter Hochleistungsdiodenlaser mit einer maximalen optischen Ausgangsleistung von 250 W (continuous wave). Die Realisierung eines digitalen Regelkreises auf Grundlage der pyrometrischen Sensorik gewährleistet eine kontaktspezifische thermische Prozessführung. Selbstverständlich werden im Sinne einer Produktionsrückverfolgbarkeit wesentliche Prozessdaten produktspezifisch dokumentiert.

Durch den Einsatz kostengünstiger Diodenlasersysteme ist das Laserstrahl-Weichlöten unter ökonomischen Aspekten wettbewerbsfähig zu den industriell etablierten Verfahren. Durch die zusätzliche Option, die Temperatur in der Fügezone online mittels intelligenter Sensoren zu steuern, ist das Löten mit Laserstrahlung hervorragend für die automatisierte Fertigung geeignet.



Oben: In Fertigungslinie integrierte Produktionszelle
Unten: Keramischer Schaltungsträger mit lasergelöteten Anschlusskontakten

Ansprechpartner

Dipl.-Ing.(FH) A. Koglin, Tel.: -145
andreas.koglin@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. L. Bosse, Tel.: -305
luedger.bosse@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de



Aufgabenstellung

Im Kundenauftrag wurden in der Vergangenheit am Fraunhofer ILT mehrere Kleinserien von elastomeren Riemchen für Spinnmaschinen mit einer vorgegebenen Perforation versehen. Wegen des mittlerweile gestiegenen hohen Bedarfs an diesen Riemchen erhielt das Fraunhofer ILT den Auftrag über die Lieferung einer kompletten Bearbeitungsstation.

Vorgehensweise

Das Grundkonzept der Schneidanlage basiert auf der Aufteilung in Bearbeitungseinheit, Steuerschrank sowie Filteraggregat.

Ein CO₂-Laser mit einer Maximalleistung von 60 W, zwei Linearantriebe sowie eine Drehachse bilden die wesentlichen Komponenten der ca. 1 x 1 x 1 m großen, gekapselten Bearbeitungseinheit. Mittels einer am Fraunhofer ILT entworfenen Schneidoptik können jeweils zwei Riemchen (Durchmesser 40 mm, Breite 20 mm, Dicke 1 mm) gleichzeitig mit Perforationslöchern im mm-Bereich versehen werden.

Der Steuerschrank enthält die zum Betrieb des Lasers sowie der Achsen notwendigen elektrischen Versorgungsaggregate. Mittels des ebenfalls eingebauten Computers werden der Bearbeitungsablauf sowie die Bahnkurven der Perforationslöcher gesteuert und überwacht.

Das mit Aktivkohle-Kassetten bestückte Abluftaggregat filtert die beim Schneiden entstehenden Dämpfe und eliminiert die charakteristischen Gummigerüche.

Ergebnisse und Anwendungen

Mit der Schneidanlage können je nach Perforationsmuster stündlich bis zu 100 Riemchen bearbeitet werden. Der Betrieb erfolgt halbautomatisch, d. h. ein manuell mit Riemchen bestückter Dorn wird in die Anlage eingelegt und der Bearbeitungsvorgang anschließend mittels Tasterdruck gestartet.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. A. Koeppe, Tel.: -217
alexander.koeppe@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. G. Otto, Tel.: -165
gerhard.otto@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Gillner, Tel.: -148
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de





Aufgabenstellung

Das Laserstrahl-Auftragschweißen und -Legieren von Innenflächen kann nicht mit Standardoptiken und Standard Pulverzufuhrdüsen durchgeführt werden. Am Fraunhofer ILT wurde daher bereits eine Lösung für die Bearbeitung von Bohrungen von minimal 50 mm Durchmesser entwickelt und erfolgreich erprobt. Bei dieser Innenbearbeitungsoptik wird das Werkstück gedreht, die Optik ist starr. Bei Bauteilen mit exzentrischen Bohrungen oder nicht rotations-symmetrischen Öffnungen ist dies jedoch oft zu aufwendig. Abhilfe kann durch eine drehbare Optik geschaffen werden. Dies erfordert eine Drehdurchführung für die Versorgungsmedien.

Vorgehensweise

Die Herausforderung liegt in der Realisierung einer von der Drehbewegung unabhängigen gleichmäßigen Pulverförderung. Hierzu wurde zunächst ein entsprechendes Modul separat entwickelt. Anschließend wurde, aufbauend auf dem bereits existierenden Konzept, eine komplette Optik realisiert.

Ergebnisse und Anwendungen

Bild 1 zeigt die Innenbearbeitungsoptik mit Rotationsantrieb. Die Optik ist für einen fasergekoppelten 3 kW Nd:YAG-Laser ausgelegt. Öffnungen ab einem Innendurchmesser von 50 mm und bis zu einer Tiefe von 500 mm können bearbeitet werden. Die Bearbeitung von geschlossenen Bohrungen ist ebenfalls möglich, da der Arbeitspunkt des Laserstrahls 5 mm vor der »Spitze« der Optik liegt. Die Drehung wird mittels

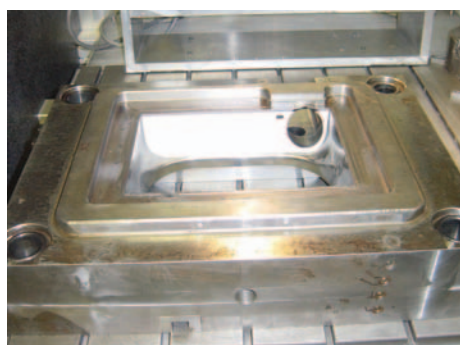
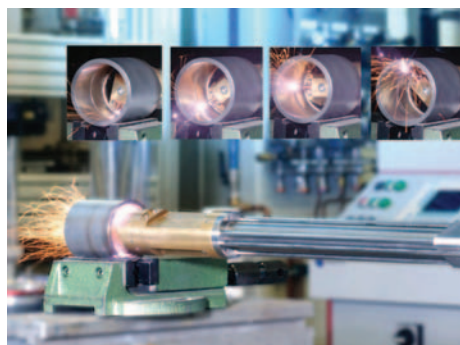
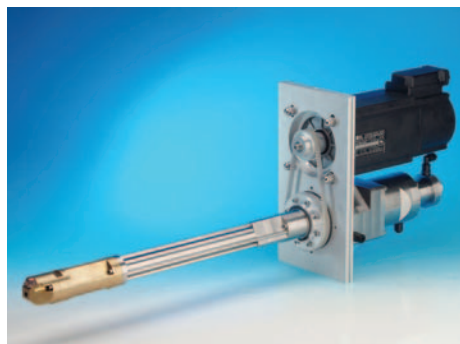
eines Schrittmotors über ein Zahn-riemengetriebe realisiert. Die Drehdurchführung für das Pulver ist so konzipiert, dass auch bei horizontalem Einsatz der Optik (Bild 2) eine vom Rotationswinkel unabhängige gleichmäßige Pulverförderung erreicht wird.

Die drehbare Innenbeschichtungsoptik wurde am Fraunhofer ILT erfolgreich getestet. Die nachgewiesene Dauerbetriebszeit bei einer Laserleistung von 3 kW beträgt 20 min. Ein typisches Anwendungsbeispiel zeigt Bild 3. Hier handelt es sich um ein Spritzgießwerkzeug, bei dem eine exzentrische Bohrung durch Auftragschweißen instandgesetzt werden muss.

Zurzeit wird am Fraunhofer ILT eine Innenbearbeitungsoptik für das Auftragschweißen von Bohrungen mit einem minimalen Durchmesser von 30 mm entwickelt. Die Optik ist für eine Laserleistung bis 500 W ausgelegt und wird mit einer Lichtquelle und einer Beobachtungskamera ausgerüstet.

Ansprechpartner

K. Karimov, Tel.: -282
khudaverdi.karimov@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Weisheit, Tel.: -403
andreas.weisheit@ilt.fraunhofer.de
Dr. K. Wissenbach, Tel.: -147
konrad.wissenbach@ilt.fraunhofer.de



Oben: Innenbearbeitungsoptik mit Rotationsantrieb
Mitte: Auftragschweißen mit rotierender Optik
Unten: Spritzgießwerkzeug
(Quelle: Braun GmbH)



Aufgabenstellung

Die im Vergleich zu CO₂- oder Festkörperlasern kostengünstigen Diodenlaser ermöglichen wirtschaftliche und effiziente Bearbeitungsverfahren in Mehrstrahltechnik. Um dieses Potential auszuschöpfen, soll ein Diodenlaser-Netzwerk aufgebaut werden, das die synchronisierte flexible Steuerung bzw. Regelung von simultan ablaufenden Teilprozessen erlaubt.

In einem konkreten Anwendungsfall soll die Temperatur in verschiedenen Bearbeitungszonen an einem Werkstück gleichzeitig und orts aufgelöst geregelt oder die emittierte Laserleistung spezifisch an eine Werkstückgeometrie angepasst und gesteuert werden können.

Vorgehensweise

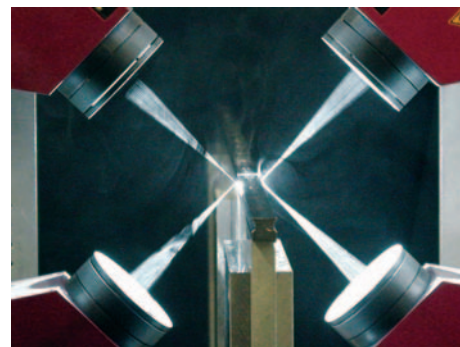
Im Rahmen des BMBF-Leitprojekts »Modulare Diodenlaser-Strahlwerkzeuge MDS« wurde im Teilprojekt »Härten« ein Diodenlasernetzwerk mit integrierter Prozesskontrolle entwickelt. Das Netzwerk besteht aus bis zu 10 Diodenlasergeräten (DL-Geräte), die mittels kommerziell verfügbarer Feldbustechnologie zu einem einheitlich agierenden System verknüpft sind. Alle DL-Geräte werden über die Netzwerkstruktur und eine einzige grafische Anwenderschnittstelle konfiguriert und bedient.

Jedes DL-Gerät besteht aus einem Diodenlasermodul mit integriertem Strahlungsthermometer (Pyrometer) und einer intelligenten Versorgungseinheit. In der Versorgungseinheit sind Algorithmen zur Messung und Regelung der Prozess-Temperatur sowie zur Steuerung der Laserleistung abgelegt.

Ergebnisse und Anwendungen

Da die Prozesskontrolle dezentral von jedem Diodenlasergerät durchgeführt wird, ist es möglich, mehrere Bearbeitungsschritte gleichzeitig auszuführen. Beim Härten von Präzisionsführungs-schienen werden beispielsweise Härte- und Richtspuren simultan erzeugt, um durch möglichst geringe Verzüge die notwendige Nacharbeit auf ein Minimum zu beschränken.

Der Einsatz eines Diodenlasernetzwerkes ist sinnvoll, wenn das gewünschte Bearbeitungsergebnis effizienter als mit Einzelstrahlquellen erreicht werden soll. Daneben ist sein Einsatz an komplexen endlichen Bauteilgeometrien angezeigt, wo sich eine segmentierte Leistungsdichteverteilung automatisch anpassen soll, um beispielsweise unerwünschte Anschmelzung oder Überhitzung zu vermeiden.



Einsatz eines Diodenlasernetzwerkes für temperaturgeregeltes Härten von Linearführungs-schienen

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. J. Sommer, Tel.: -390
jan.sommer@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Drenker, Tel.: -223
alexander.drenker@ilt.fraunhofer.de
Dr. S. Kaierle, Tel.: -212
stefan.kaierle@ilt.fraunhofer.de



Aufgabenstellung

Ein Remote Welding System ist ein hochdynamisches Strahlbewegungssystem, das den Laserstrahl mittels Spiegel schnell und präzise ablenkt. Diese Systeme finden in der Automobilindustrie große Resonanz. Wie auch bei anderen Bearbeitungsprozessen gewinnt beim Remote Welding die koaxiale Überwachung der Bearbeitungsergebnisse immer mehr an Bedeutung.

Im Rahmen eines institutsübergreifenden Forschungsprojektes innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft soll daher der Prototyp eines »Remote Welding Systems mit integrierter Prozessüberwachung« entwickelt werden.

Vorgehensweise

Das am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS konzipierte Remote Welding System für Hochleistungs-Nd:YAG-Laser besteht aus einer Strahlablenkoptik mit drei hochdynamischen Bewegungsachsen sowie einem Industrieroboter. Damit lassen sich sehr hohe Positionier- und Bahngenauigkeiten erzielen.

Die koaxiale Prozessüberwachung (Coaxial Process Control, CPC) für die Materialbearbeitung mit Laserstrahlung wurde am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT entwickelt. Die Wechselwirkungszone von Laserstrahl und Werkstück wird während der Bearbeitung mit einem bildgebenden Detektor (Kamera) beobachtet. Durch Auswertung der Kamerabilder können dabei Rückschlüsse auf die Qualität der Bearbeitung gezogen werden.

Die beiden Einzelsysteme werden in diesem Projekt zu einem Gesamtsystem zusammengeführt. Dies erfüllt folgende Merkmale:

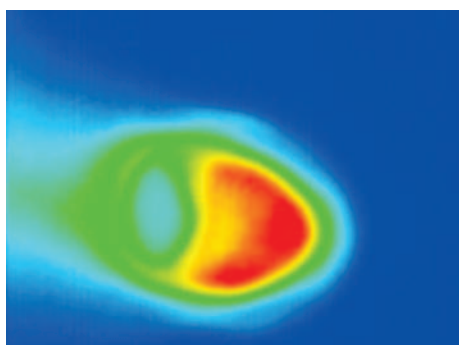
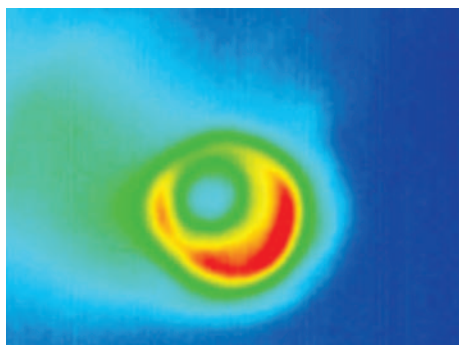
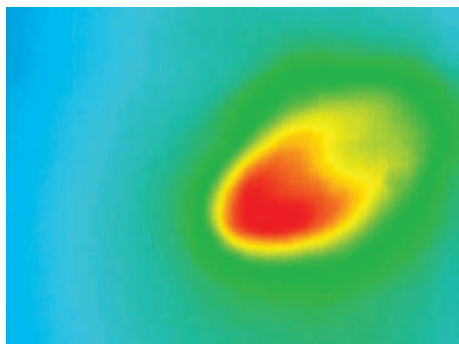
- In Strahlablenkoptik integrierte koaxiale Prozessbeobachtung
- Sehr hohe Bildraten zur Beobachtung der hochdynamischen Bewegung des Strahlspots
- Kompakte, industrietaugliche Bauweise

Ergebnisse und Anwendungen

Bei Versuchsschweißungen mit einem diodengepumpten Nd:YAG-Laser bei über 4 kW Laserleistung am Werkstück wurden beispielsweise Durchschweißungen eindeutig identifiziert und räumlich zugeordnet.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. J. Sommer, Tel.: -390
jan.sommer@ilt.fraunhofer.de
Dr. S. Kaierle, Tel.: -212
stefan.kaierle@ilt.fraunhofer.de



Momentaufnahmen beim Schweißen einer 30°-Ecke ($v = 6 \text{ m/min}$); Anfahrt (oben), Durchschweißung im Eckbereich (Mitte), Weiterfahrt mit Durchschweißung (unten)



Aufgabenstellung

Das Fertigungskonzept einer Autonomen Produktionszelle APZ bietet die Möglichkeit, über einen längeren Zeitraum komplexe Bearbeitungsprozesse selbstständig, zuverlässig und störungstolerant auszuführen.

Im gleichnamigen Sonderforschungsbereich 368 wird in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Lasertechnik der RWTH Aachen die Prozess- und Maschinenfähigkeit für die Lasermaterialbearbeitung umgesetzt.

Eine automatisierte Diagnose des Strahlwerkzeugs verbunden mit einem 3-D-Offline-Planungssystem dienen hierbei der Vorbereitung der autonomen Bearbeitung.

Vorgehensweise

Das Diagnosesystem protokolliert Daten unterschiedlicher Datenquellen wie Strahldiagnosegerät, Kalorimeter und Steuerung des Lasersystems. Die hierfür entwickelte Mess- und Datenerhaltungssoftware akquiriert diese Informationen und verwaltet sie in einer Datenbank.

Das Planungssystem nutzt Bearbeitungsobjekte (Features), um die Fertigungsaufgabe zu beschreiben. Diese Features verknüpfen geometrische Daten (CAD) mit technologischen Informationen in Form von Prozessparametern und Bearbeitungsstrategien.

Für die Bearbeitung generiert das Planungssystem ein Steuerungsprogramm unter zusätzlicher Berücksichtigung der Diagnosedaten, die den aktuellen Zustand der Laseranlage repräsentieren.

Ergebnisse und Anwendungen

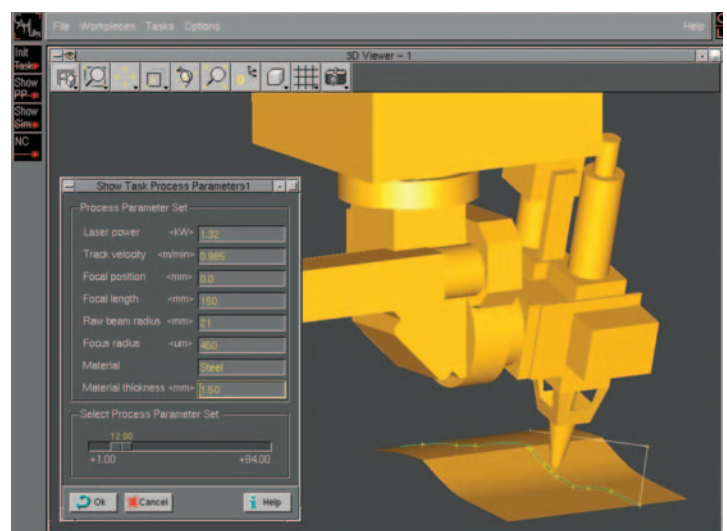
Die Integration der Diagnose in das featurebasierte Planungssystem ermöglicht eine fertigungsnahe Beschreibung der Bearbeitungsaufgabe durch die zusätzliche Berücksichtigung des Werkzeugzustands vor Ausführung der Bearbeitung.

Diese erweiterte Vorbereitung der Bearbeitung stellt einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Autonomie in der Lasermaterialbearbeitung dar.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. L. Böske, Tel.: -427
lars.boeske@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. J. Kittel, Tel.: -136
jochen.kittel@ilt.fraunhofer.de
Dr. S. Kaierle, Tel.: -212
stefan.kaierle@ilt.fraunhofer.de

3-D-Offline-Planungssystem





Aufgabenstellung

Für die Koordination von Experimenten im laufenden EU-Projekt IPCim (Integrated Processing and Control for Improved Large Section and Sheet Metal Steel Welding) wurde eine Datenbank benötigt, die es jedem Partner ermöglicht, die Durchführung und die Ergebnisse seiner Experimente allen anderen Partnern zur Verfügung zu stellen. Ebenso war es erforderlich, dass zur Planung der eigenen Experimente auf die Informationen der anderen Partner zugegriffen werden kann, um unnötige Doppelexperimente zu vermeiden und notwendige vergleichende Versuche durchführen zu können.

Vorgehensweise

Durch die flächendeckende Verfügbarkeit des Internets und der Erfahrungen aus dem EU Projekt VELI (Virtual European Laser Institute), bot sich das World Wide Web als Plattform für die Kommunikation zwischen den Partnern an.

Um eine flexible Datenspeicherung und Datenabfrage sowie eine dynamische Erweiterbarkeit der Datenbank zu ermöglichen, wurde als Datenbanksystem MySQL ausgewählt mit PHP als Programmiersprache. Zuerst wurde eine umfangreiche Datenbankstruktur erstellt, um dynamisch die verwendeten Anlagen, Sensoren, Werkstücke und Materialien zu erfassen. Hierfür wurde Wert auf die flexible Erfassung spezifischer Parameter der einzelnen Geräte

gelegt. Da es sich bei IPCim um ein Projekt mit Partnern aus verschiedenen europäischen Ländern handelt, wurde auch eine Lokalisierung (Übersetzung) nicht nur der Oberfläche sondern auch der erfassten Daten vorgesehen. Nach dem vorläufigen Abschluss der Entwurfsphase wurde das Benutzerinterface in PHP implementiert, um möglichst viele Konfigurationen an Internetbrowsern zu unterstützen.

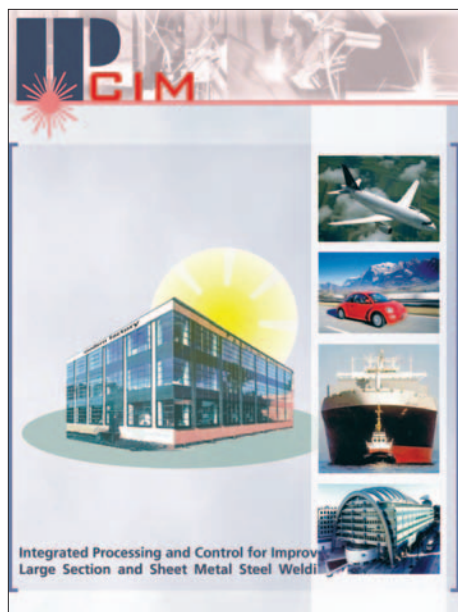
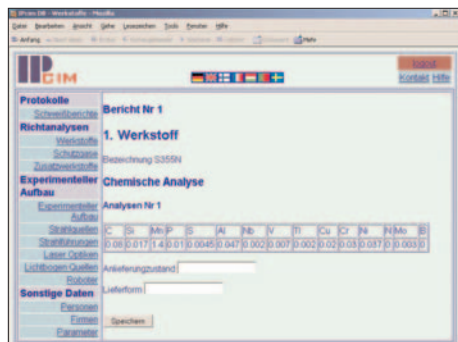
Ergebnisse und Anwendungen

Die Datenbank wird zur Zeit durch die Partner des IPCim Projekts eingesetzt, getestet und laufend an auftretende Wünsche angepasst.

Als zukünftige Anwendung bietet sich die Datenbank als Knowledgebase sowohl in einem Betrieb im Intranet als auch als Public Database im Internet an. Ebenso könnte mit geeignetem Frontend die Datenbank als elektronisches Laborbuch oder Experiment-Planungs-Tool eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys., Dipl.-Inf. J. Petereit, Tel.: -326
jochen.petereit@ilt.fraunhofer.de
Dr. S. Kaierle, Tel.: -212
stefan.kaierle@ilt.fraunhofer.de





Ausgangssituation

Europa nimmt in der Laserforschung weltweit eine Spitzenposition ein. Für Industrieunternehmen und insbesondere für Klein- und Mittelständische Unternehmen (KMU) ist es jedoch aufwendig, die verteilt in Europa vorhandenen Forschungsergebnisse zu nutzen und in neue Produkte oder innovative Laserapplikationen umzusetzen. Ziel von ELI ist es, den Zugang zu dem vorhandenen Know-how zu erleichtern und so eine bessere Nutzung zu ermöglichen.

Darüber hinaus soll ELI den Stellenwert und die Perspektiven der europäischen Laserforschung für eine breitere Öffentlichkeit sichtbar machen.

Vorgehensweise

Mit dem »European Laser Institute« wird ein europäisches Netzwerk aufgebaut, das einen lokalen Zugang zu dem europaweit verteilten Wissen ermöglicht. Wesentliche Aufgaben von ELI sind:

- Aufbau eines Internet Portals, welches in den Forschungseinrichtungen vorhandenes Know-how beinhaltet
- Betrieb einer virtuellen Umgebung, in der Angebot und Nachfrage von Wissen aufeinander treffen
- Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für den Technologietransfer, sowohl zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen als auch zwischen Forschungseinrichtungen untereinander

Aktueller Stand

Unter Federführung des Fraunhofer ILT haben 15 führende europäische Laserforschungseinrichtungen 2003 das »European Laser Institute« gegründet. Das Netzwerk ist offen für weitere Partner. Ziel ist, alle relevanten europäischen Keyplayer im Bereich der Lasertechnik in ELI zu integrieren.

Weitere Informationen im Internet:
www.europeanlaserinstitute.org.

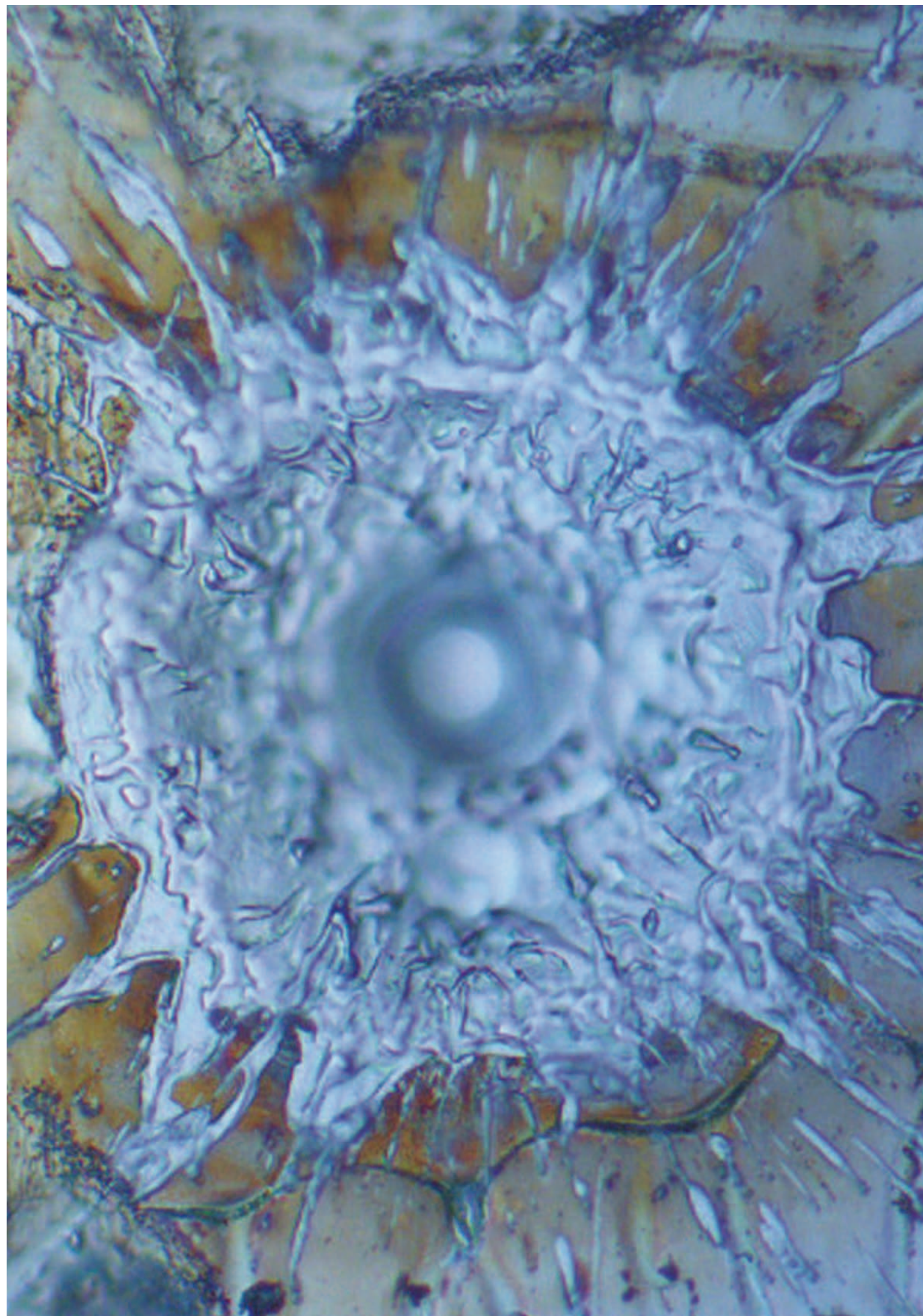
Die Arbeiten werden von der Europäischen Union gefördert.



Ansprechpartner

Dipl.-Phys. C. Hinke, Tel.: -352
christian.hinke@ilt.fraunhofer.de
Dr. S. Kaierle, Tel.: -212
stefan.kaierle@ilt.fraunhofer.de







Exponat Laserlichtschnitt	92
Online 3-D-Formänderungsanalyse mit Laser-Lichtschnittverfahren	93
Online Messung an verzinkten Blechen	94
Lasergestützte Elementanalyse verzunderter Produktionskontroll- proben	95
Auswerteverfahren für die Stahlreinheitsanalyse	96
Schnelle Identifikation von Leichtmetall-Legierungen für die automatische Sortierung	97
Mikro-Fluoreszenz-Analytik zur Identifikation von biologischen Bindungsaktivitäten	98
Systematisierte und adaptive Hochdurchsatz-Proteinkristallisation für die rationale Wirkstoff- entwicklung	99
Analyse kleinster Flüssigkeitströpfchen	100
Simulation der Beugung an Kugeln in technischen Anwendungen	101

Anmerkung der Institutsleitung

Wir weisen explizit darauf hin, dass die Offenlegung der nachfolgenden Industrieprojekte mit unseren Auftraggebern abgestimmt ist. Grundsätzlich unterliegen unsere Industrieprojekte der strengsten Geheimhaltungspflicht. Für die Bereitschaft unserer Industriepartner, die aufgeführten Berichte zu veröffentlichen, möchten wir an dieser Stelle herzlich danken.

Online-Messung an verzinkten Blechen.
LIBS-Krater in der Zinkschicht eines
feuerverzinkten Blechs, der mit einem
Laserpuls erzeugt wurde.

Aufgabenstellung

Mit der Kampagne »Faszination Licht« (www.faszination-licht.de) fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung über das VDI-Technologiezentrum die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften in dem Zukunftsfeld der Optischen Technologien. Eine gleichnamige Wanderausstellung zeigt einen pädagogisch aufgebauten, speziell auf Schulklassen zugeschnittenen Themenpark rund um die Optischen Technologien.

Für diese Ausstellung hat das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT ein Exponat zur Demonstration des Prinzips des Laserlichtschnitts bereitgestellt.

Vorgehensweise

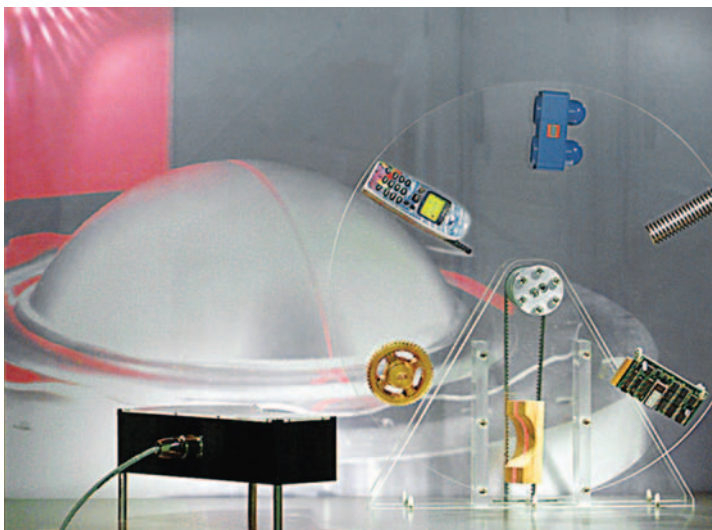
Verwendung findet in dem Exponat ein industrieller Lichtschnittsensor. Dieser wurde so modifiziert, dass ein Einblick in das Innere des Gehäuses des Sensors möglich ist. Die Messobjekte sind auf einer drehbaren Scheibe positioniert und können vom Betrachter mit Hilfe eines Handrads in den Messbereich des Sensors eingeschwenkt werden. In Zusammenarbeit mit dem VDI und seinen Partnern wurden die Komponenten in das Exponat integriert.

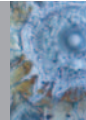
Ergebnisse und Anwendungen

Die Messergebnisse werden von der eigens entwickelten Software auf dem Touch-Screen des Exponats dargestellt. Neben diesem Messmodus kann der Betrachter ergänzende Informationen und Videos zu industriellen Applikationen abrufen.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) O. Klein, Tel.: -133
oliver.klein@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de





Aufgabenstellung

Mit dem Laser-Lichtschnittverfahren werden geometrische Profile von Messobjekten bei hohen Messfrequenzen berührungslos gemessen. Dadurch eignet sich dieses Verfahren insbesondere für den Einsatz bei online Mess- und Prüfaufgaben im industriellen Umfeld.

Ein Anwendungsgebiet ist die 3-D-Formänderungsanalyse beim hydraulischen Tiefungsversuch, dem sogenannten Bulge-Test, der zur Bestimmung des Umform- und Verfestigungsverhaltens von Blechen eingesetzt wird. Der Bulge-Test erlaubt eine schnelle und umfassende Materialcharakterisierung, so dass er sowohl bei der Entwicklung neuer metallischer Werkstoffe mit immer komplexeren Eigenschaften als auch bei der Prüfung von Blechen für Qualitätssicherungsaufgaben eingesetzt wird.

Vorgehensweise

Im Rahmen eines laufenden FuE-Verbundvorhabens wurde ein Demonstrator für eine 3-D-Lasersensorik aufgebaut, der mit einer Blechprüfmaschine kombiniert werden soll. Die Verformung der Bleche beim Bulge-Test wird dabei mit Laser-Lichtschnittsensoren in zwei zueinander senkrechten Ebenen erfasst. Eine Kamerasensorik verfolgt zudem online die Trajektorien einzelner Punkte auf der Oberfläche der Bleche. Aus den Messdaten werden die Materialeigenschaften, wie Fließ- und Verfestigungsverhalten, berechnet.

Ergebnisse und Anwendungen

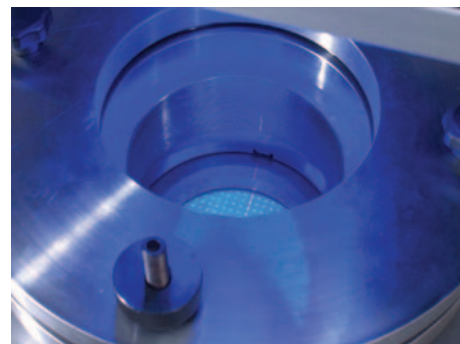
Die Blechumformung kann mit den drei Sensoren simultan und ohne störende Beeinflussung durch Umgebungs- und Streulicht gemessen werden, da die drei Einzelsensoren spektral entkoppelt wurden.

Die Blechverformung wurde mittels einer bemusterten Ballonhaut simuliert. Die Trajektorien definierter Punkte konnten auf Subpixelgenauigkeit bestimmt werden. Im weiteren Verlauf des Projektes wird der Demonstrator an einer Blechprüfmaschine erprobt und optimiert.

Das Projekt wird von mittelständischen Unternehmen sowie vom BMBF unter der Förderkennzahl 13N8111 gefördert.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. J. Vrenegor, Tel.: -308
jens.vrenegor@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Demonstrationsaufbau für die online 3-D-Formänderungsanalyse von Blechen beim Bulge-Test

Aufgabenstellung

Bei der Produktion von verzinkten Stahlblechen ist die Überwachung der Dicke der Zinkschicht und deren chemischer Zusammensetzung von entscheidender Bedeutung. Um die für die Weiterverarbeitung der Bleche notwendige gleichbleibende Qualität garantieren zu können, müssen die Dicke und die Zusammensetzung der Zinkschicht über kilometerlange Stahlbänder möglichst konstant gehalten werden. Ziel ist die Entwicklung eines online Messverfahrens zur Schichtdickenmessung und zur chemischen Analyse des Tiefenprofils der Zinkschicht auf diesen Blechen. Das Potenzial des Verfahrens soll gegenüber herkömmlichen Methoden wie der Röntgenfluoreszenz bewertet werden.

Vorgehensweise

Das Verfahren basiert auf der sogenannten Laser-induzierten Emissionsspektrometrie – im Englischen als »laser-induced breakdown spectrometry« (LIBS) bezeichnet – bei der mit einem gepulsten Nd:YAG-Laser auf dem Blech ein Plasma generiert und durch Detektion der elementspezifischen Linienstrahlung die chemische Zusammensetzung bestimmt wird. Durch Optimierung der Laserparameter kann die Ablationstiefe und damit die Mess-tiefe eingestellt werden.

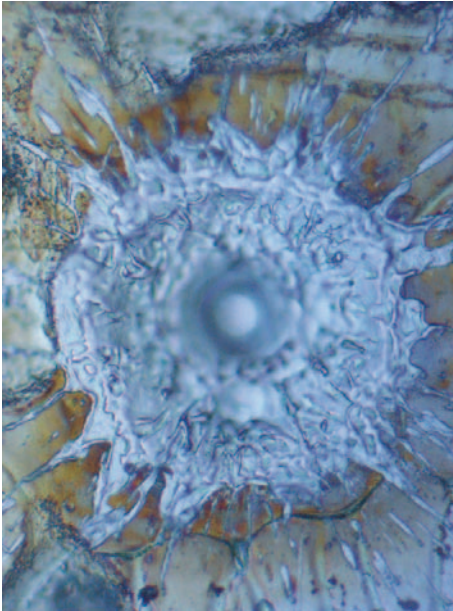
Ergebnisse und Anwendungen

Versuche an statischen Blechen haben gezeigt, dass mit einem einzigen Laserpuls die ca. 10 µm dicke Zinkschicht durchdrungen werden kann. Damit ist eine entscheidende Voraussetzung für die Anwendung an bewegten Blechen erfüllt. Durch kontinuierliches Ändern der Ablationstiefe gelang es, den Übergang zwischen der Zinkschicht und dem Stahlblech zu lokalisieren.

Das Projekt wird mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission für Kohle und Stahl EGKS und der Fraunhofer-Gesellschaft durchgeführt.

Ansprechpartner

Dr. H. Balzer, Tel.: -196
herbert.balzer@ilt.fraunhofer.de
Dr. V. Sturm, Tel.: -154
volker.sturm@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



LIBS-Krater in der Zinkschicht eines feuerverzinkten Blechs, der mit einem Laserpuls erzeugt wurde



Aufgabenstellung

Für die metallurgische Prozessführung ist eine schnelle Elementanalyse von Produktionskontrollproben bei der Stahlherstellung sehr wichtig. Die zur Zeit eingesetzten Verfahren wie Funken-Emissionsspektrometrie, Verbrennungsanalyse und Röntgenfluoreszenzanalyse erfordern dazu einen hohen Aufwand für die Probenpräparation, z. B. durch mechanisches Fräsen und Schleifen der Proben. Im Rahmen eines FuE-Vorhabens wurde ein Verfahren entwickelt, welches das bisher übliche zweistufige Verfahren aus mechanischer Probenpräparation und anschließender Elementanalyse mit Funken-Emissionsspektrometrie durch ein einziges lasergestütztes Prüfsystem ersetzt. Aufgrund des Wegfallens diverser Zwischenschritte kann eine erhebliche Produktivitätsverbesserung bei der Stahlherstellung erzielt werden.

Vorgehensweise

Mit dem Laser werden beide Aufgaben geleistet: Präparation und Analyse. Die Zunderschicht wird zunächst lokal durch die Laserstrahlung abgetragen und das Bulkmaterial nachfolgend mit dem Laser analysiert. Der Laser arbeitet berührungsfrei und im Vergleich zum automatisierten Fräsen und Schleifen weitgehend verschleiß- und wartungsfrei.

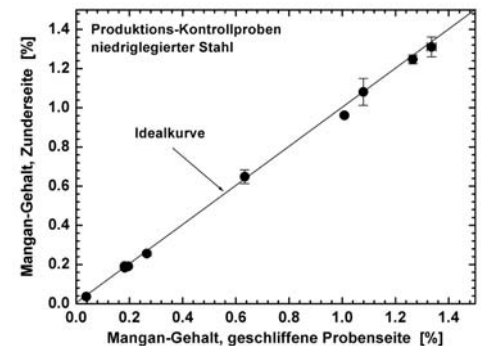
Ergebnisse und Anwendungen

Die in dem Projekt erzielten analytischen Ergebnisse konnten hinsichtlich Richtigkeit und Präzision der Analyse auf der Zunderschicht erheblich verbessert werden. Der Vergleich der Analysewerte zwischen präparierter und unpräparierter Proben-seite zeigt für die meisten Elemente eine sehr gute Korrelation.

Die Arbeiten wurden von der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl EGKS und der Fraunhofer-Gesellschaft finanziell unterstützt.

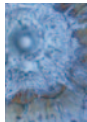
Ansprechpartner

Dr. V. Sturm, Tel.: -154
volker.sturm@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. Jens Vrenegor, Tel.: -308
jens.vrenegor@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Oben: Übereinstimmung der Analysewerte von geschliffener und verzunderter Seite, gemessen an Vorder- und Rückseite einer Probe. Die Werte liegen sehr gut auf der eingezeichneten Winkelhalbierenden, die die Idealkurve darstellt.

Unten: Beispiel einer Produktionskontrollprobe für niedriglegierten Stahl. Links: Probe, mit einer für die konventionelle Analyse präparierten Oberfläche. Rechts: Probe ohne Präparation mit Zunderschicht.



Aufgabenstellung

Einschlüsse nichtmetallischer Verbindungen in der Stahlmatrix beeinflussen die werkstofflichen Eigenschaften von Stählen. Die bisher zur Identifizierung und Quantifizierung dieser Einschlüsse verwendeten Methoden sind zeit- und kostenintensiv. Eine Alternative ist die Multielementanalyse auf der Basis der Emissionsspektroskopie, wobei mikroskopische Materialmengen mit Laserstrahlung oder Funkenentladungen verdampft und angeregt werden. Die daraus resultierenden Angaben zur Stahlreinheit sind derzeit nicht vergleichbar. Ziel ist es, mit Partnern der Europäischen Stahlindustrie ein einheitliches Auswerteverfahren zu definieren, das für die verschiedenartigen Prüfsysteme vergleichbare Kennzahlen ermittelt.

Vorgehensweise

Im Rahmen einer Kooperation mit Partnern aus der Europäischen Stahlindustrie werden mit einem definierten Probensatz Multielementanalysen mit Funken- und Laser-Emissionsspektrometrie vor Ort bei den beteiligten Partnern durchgeführt. Die erzeugten Messdaten werden zum Fraunhofer ILT übermittelt. Die Daten werden dann, wenn nicht schon beim Partner geschehen, in ein einheitliches Format konvertiert. Die verschiedenen, von den Partnern entwickelten, mathematischen Auswerteverfahren werden evaluiert und bezüglich der Geräteunabhängigkeit und Richtigkeit verbessert.

Die Ergebnisse der Auswerteverfahren werden allen Verbundpartnern auf einem am Fraunhofer ILT installierten Web-Server zugänglich gemacht. Dies ermöglicht eine schnelle Vergleichbarkeit und Bewertung der ermittelten Kennzahlen für die Stahlreinheit durch die Partner und trägt damit zu einem gezielten Entwicklungsprozess der Auswerteverfahren bei.

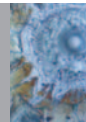
Ergebnisse und Anwendungen

Um die Messdaten aller Partner mit den gleichen Programmen auswerten zu können, wurden ein einheitliches Datenformat und einheitliche Prozessparameter definiert. Die Messdaten werden mit Konvertierungsprogrammen vom Format der jeweiligen Partner in das einheitliche Format konvertiert und mit den auf diesem Format basierenden, von den Partnern entwickelten Algorithmen ausgewertet. Die Algorithmen wurden hierzu in C++ implementiert. Die Messdaten, eine Beschreibung der Messparameter und die Ergebnisse der Auswertungen werden in einer Datenbank gespeichert, deren Inhalt über einen Web-Server allen Partnern zur Verfügung steht.

Das Projekt wird mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission Kohle und Stahl ECSC durchgeführt.

Ansprechpartner

Dr. R. Wester, Tel.: -401
rolf.wester@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Aufgabenstellung

Beim werkstofflichen Recycling von Leichtmetallen, die zunehmend beispielsweise im Automobilbau eingesetzt werden, ist eine hohe Wertschöpfung nur mit sortenreinem Vormaterial möglich. Da konventionelle Analyse- und Sortierverfahren eine wirtschaftliche Trennung von Leichtmetall-Legierungen nicht erlauben, wird im Rahmen eines nationalen FuE-Vorhabens ein neuartiges, lasergestütztes Identifikationsverfahren entwickelt. Damit ist ein hoher Materialdurchsatz bei gleichzeitig hohem Reinheitsgrad der sortierten Fraktionen erreichbar.

Ziel des Projektes ist der Aufbau eines Demonstrators, mit dem die Funktionsfähigkeit des Verfahrens unter praxisrelevanten Betriebsbedingungen nachgewiesen werden kann.

Vorgehensweise

Der Verfahrensansatz beruht auf einer Kombination aus Bildverarbeitung, lasergestützter Geometrieerfassung und Laser-Emissionsspektrometrie. Neben geometrischen und optischen Merkmalen des Sortiergutes wird die chemische Zusammensetzung der Einzelkörner laserspektroskopisch bestimmt und das Sortiergut anschließend entsprechend der auf allen Messgrößen basierenden Sortierentscheidung in zwei oder mehr Fraktionen getrennt ausgeschleust.

Ergebnisse und Anwendungen

Zur Durchführung einer chemischen Elementanalyse an bewegten Einzelkörnern muss bei der Laser-Emissionsspektrometrie der Laserstrahl auf die jeweilige Probe fokussiert und nachgeführt werden. Eine 3-D-Scaneinheit positioniert den Laserstrahl an bis zu 100 verschiedenen Orten pro Sekunde, um den vorgesehenen Materialdurchsatz zu ermöglichen. Die element-spezifische Lichtemission des laserinduzierten Plasmas wird in ein Paschen-Runge-Spektrometer mit Photomultiplier-Detektion eingekoppelt und die erhaltenen Signale werden anschließend digitalisiert und ausgewertet. Der Messaufbau wurde durch ein Sortierband erweitert, so dass an bewegten Proben gemessen werden kann.

Das Projekt wird von mittelständischen Unternehmen, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit und der Fraunhofer-Gesellschaft finanziell unterstützt.



Ansprechpartner

Dr. J. Makowe, Tel.: -124
joachim.makowe@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Phys. Ü. Aydin, Tel.: -431
uemit.aydin@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de

Aufgabenstellung

Für die Zell- und Molekulardiagnostik soll ein flexibel einsetzbares Screening-System entwickelt werden, das durch Kombination von Mikro-Fluoreszenz-analytik und Mikromanipulation in wässrigen Lösungen und auf Chips in der Lage ist, Bindungsaktivitäten von Proteinen zu detektieren und zu selektieren.

Vorgehensweise

Biochips werden von zwei Linear-Achseinheiten positioniert und gescannt. Im Chip auftretende biologische Bindungsaktivitäten werden identifiziert durch eine gezielte Markierung mit Farbstoff-Beads, die durch hoch-fokussierte Laserpulse im Pikosekundenbereich zur Fluoreszenz angeregt werden.

Die emittierten Fluoreszenzphotonen werden zeitlich und räumlich über das Prinzip der konfokalen Mikroskopie in Verbindung mit dem zeitkorreliertem Einzelphotonzählen (TCSPC) von störenden Photonen getrennt und von Avalanche-Photodioden detektiert. Mit Hilfe eines zweiten Lasersystems können immobilisierte Spezies an definierten Stellen zur Selektion abgelöst werden.

Ergebnisse und Anwendungen

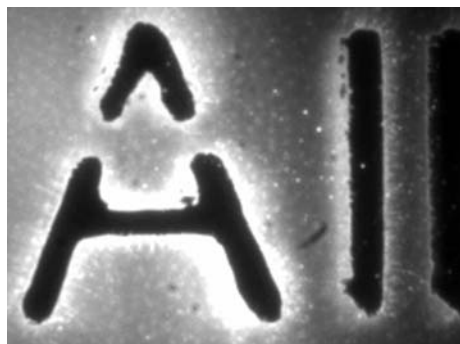
Am Fraunhofer ILT wird zur Zeit ein universelles laserbasiertes Mikroanalyse- und Bearbeitungssystem für die Licht-, Epifluoreszenz- und die konfokale Laser Scanning Mikroskopie von Biochips aufgebaut.

Eine modulare Software steuert die Systemkomponenten und erlaubt eine auf den Chip zugeschnittene Handhabung. Der Scan kann mit einer maximalen Auflösung von 100 nm, einer Positioniergenauigkeit von $< 1 \mu\text{m}$ und einer Reproduzierbarkeit von $\leq 0,3 \mu\text{m}$ erfolgen. Ps-Laserdioden der Wellenlängen 404, 658 und 758 nm regen Fluoreszenzfarbstoffe mit einer Extinktion im blauen und roten Spektralbereich an und erlauben in Kombination mit der im System integrierten Photonen-zählkarte ein orts aufgelöstes Fluorescence Lifetime Imaging der Chips. Der beugungsbegrenzte Laserfokus weist einen Durchmesser von weniger als $1 \mu\text{m}$ auf. Das Detektionsvolumen in wässrigen Lösungen liegt dabei zwischen 123 und 338 Femtoliter und ermöglicht eine Einzelmolekül-Diagnostik.

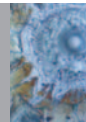
Parallel zum scannenden Verfahren besteht über eine zweite Mikroskopoptik gleichzeitig die Möglichkeit zur breitbandigen Anregung und flächenhaften Fluoreszenzdetektion mit einer slow-scan CCD-Kamera. Die maximale Belichtungszeit liegt bei 2 Stunden und ist für Messungen der Chemolumineszenz geeignet.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. A. Brysch, Tel.: -124
adriane.brysch@ilt.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. (FH) O. Klein, Tel.: -133
oliver.klein@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Fluoreszenzaufnahme von AF 649-markiertem Streptavidin gebunden an einer laserstrukturierten Biotin-Oberfläche. Der Ausschnitt beträgt etwa $50 \times 50 \mu\text{m}$.



Aufgabenstellung

Für die rationale Entwicklung pharmazeutischer Wirkstoffe ist die Kenntnis der molekularen Struktur des Protein-targets notwendig. Die Proteinstruktur wird mit Röntgendiffraktion aufgeklärt, die das Vorhandensein von Einkristallen der zu untersuchenden Proteine voraussetzt. Solche Einkristalle zu züchten, ist zeitlich sehr aufwändig und scheitert in vielen Fällen gänzlich. Daher besteht Bedarf an einer systematischen Methode zur Herstellung von Proteinkristallen, um die Effizienz bei der rationalen Wirkstoffentwicklung zu steigern.

Vorgehensweise

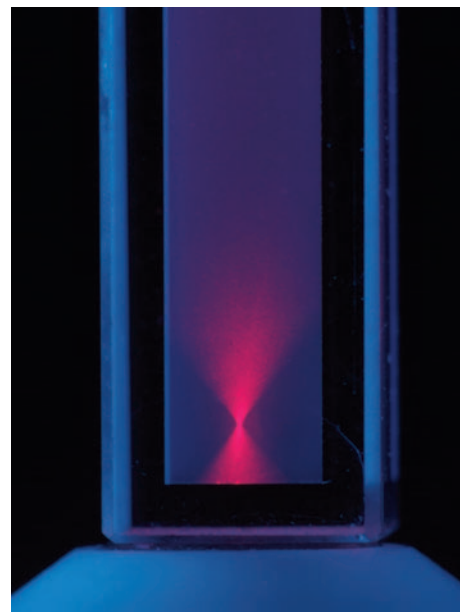
Die direkte Messung von Proteinwechselwirkungen über markierungsfreie Laserlichtstreuverfahren bietet ein Werkzeug zur Optimierung von Kristallisationsbedingungen in Proteinlösungen. Dabei kann über statische Streulichtmessungen ein Wechselwirkungsparameter ermittelt werden, der die Interaktionen zwischen den Proteinen quantifiziert. Diese Information wird als Feedback benutzt, um die Kristallisationsbedingungen durch Veränderung der Zusammensetzung einer beobachteten Proteinlösung dahingehend zu verändern, dass eine Kristallisation begünstigt wird. Die Iteration der beschriebenen Vorgehensweise bildet die Grundlage für ein Verfahren, das eine gezielte Kristallisation von Proteinen ermöglicht.

Ergebnisse und Anwendungen

Das Fraunhofer ILT entwickelt zur Zeit einen Demonstrator, der ein Streulichtmodul, eine online Datenanalyse und ein Liquidhandlingsystem zur Pipettierung von Nanoliter-Volumina miteinander kombiniert. In einen für diese Anwendung entwickelten Proben-träger werden individuelle Lösungsansätze für die Kristallisation pipettiert, deren Zusammensetzung aus zuvor erhaltenen Streulichtdaten errechnet wurde. Dies führt zu einer systematischen Anpassung der Wechselwirkungsparameter der Proteinlösung, bis diese die optimalen Kristallisationsbedingungen erreicht.

Ansprechpartner

Dr. C. Janzen, Tel.: -196,
christoph.janzen@ilt.fraunhofer.de
Dr. A. Lenenbach, Tel.: -431,
achim.lenenbach@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138,
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Femtoliter-Anregungsvolumen
des konfokalen Streulichtmoduls

Aufgabenstellung

In der chemischen Analytik werden unter dem Begriff »Hyphenated Techniques« Kombinationsverfahren verstanden, die eine chromatographische Trennstufe mit einer empfindlichen Detektion der vereinzelter Fraktionen verbinden. In einem deutschen Verbundprojekt wird eine neuartige Analysetechnik für die Elementanalytik chromatographisch getrennter Einzelfractionen entwickelt. Ein Anwendungsschwerpunkt liegt im Bereich der Speziationsanalytik.

Vorgehensweise

Das Eluat einer HPLC Säule wird durch eine piezoelektrisch gepulste Düse in eine regelmäßige Folge kleiner Tröpfchen überführt. Diese Tröpfchen werden synchronisiert von einem Laserpuls getroffen, verdampft und in ein leuchtendes Plasma überführt (LIBS = Laser Induced Breakdown Spectrometry). Die Plasmaemission wird spektral analysiert und gibt Auskunft über die elementare Zusammensetzung der Probe.

Am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT wird zusammen mit den Partnern eines nationalen Verbundprojektes ein Demonstrator zur Evaluierung der neuen Technik aufgebaut. Ein Paschen-Runge Spektrometer wurde an eine Messkammer zur Aufnahme von Tröpfchengenerator und Lichtsammeloptik sowie zur Einstellung einer definierten Argonatmosphäre angekoppelt. Eine Steuer Elektronik erzeugt eine an den Volumenstrom der HPLC-Säule angepasste Folge von Spannungspulsen zur Generierung einzelner Tröpfchen.

Ergebnisse und Anwendungen

Der Demonstrator ermöglicht die Analyse der elementaren Zusammensetzung kleinster Flüssigkeitsmengen. Einzelne Tröpfchen haben ein Volumen von nur 200 pl, im kontinuierlichen Betrieb sind Volumenströme von weniger als einem Mikroliter/Minute realisierbar. Da durch die direkte Verdampfung des Analyten durch den Laser kein Verdünnungseffekt (wie beispielsweise in einem induktiv gekoppelten Argon-Plasma) auftritt, eignet sich die vorgestellte Technik besonders für die Analyse kleinster Probenmengen (Mikro-HPLC). Absolute Nachweisgrenzen in der Größenordnung von weniger als einem Picogramm Substanz bzw. LOD-Werte (Limit of Detection) im ppb-Bereich sind so zugänglich.

Das Projekt wird durch das BMBF unter der Kontrollnummer 13N8039, durch mittelständische Unternehmen und durch die Fraunhofer-Gesellschaft gefördert.

Ansprechpartner

Dr. C. Janzen, Tel.: -196
christoph.janzen@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Laser, Spektrometer (eingehaust) und Messkammer für die Analyse kleinster Flüssigkeitströpfchen. Der Laserstrahl wird durch eine Strahlformungsoptik geführt und in die Kammer fokussiert. An der Kammer sind außen Instrumente zur Tröpfchenbeobachtung (CCD-Kamera, Lichtschranke) angebracht. Konstruktion und Aufbau der Kammer erfolgte durch den Projektpartner Forschungszentrum GKSS (Geesthacht).



Aufgabenstellung

Der Auftraggeber setzt ein optisches Messverfahren zur Bestimmung der Geschwindigkeit von kugelförmigen Partikeln ein. Die Partikelgeschwindigkeit wird nach dem Lichtschrankenprinzip gemessen. Mit dem vorhandenen Messgerät kann die Geschwindigkeit von Partikeln mit einem Durchmesser größer als 1 mm bestimmt werden. Die Aufgabenstellung besteht in der Miniaturisierung der Messeinrichtung für Kugeln mit einem Durchmesser von 100 μm .

Vorgehensweise

Um die Messaufgabe auch für kleinere Kugeln durchführen zu können, werden die Größe und der Kontrast der Beugungsbilder beim Passieren der Lichtschranke mit einem approximativen Modell berechnet. Die Intensitätsverteilung des Beugungsbildes auf dem Detektorchip und die resultierenden Detektorsignale werden in Abhängigkeit der Fresnelzahl analysiert. Die Wellenlänge der Laserstrahlung, der Radius der Partikel und der Abstand zwischen Partikel und Detektor werden erfasst. Die Berechnungen zur Auslegung des verbesserten Messverfahrens werden im Experiment erprobt.

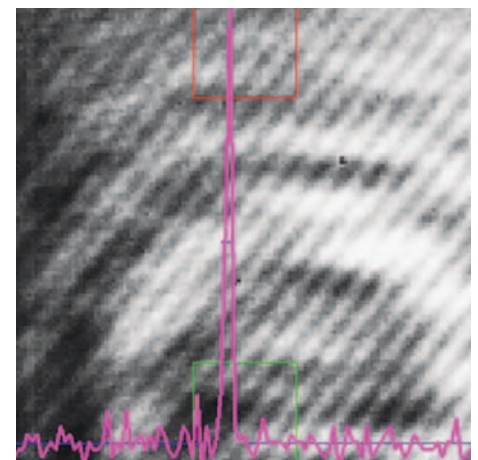
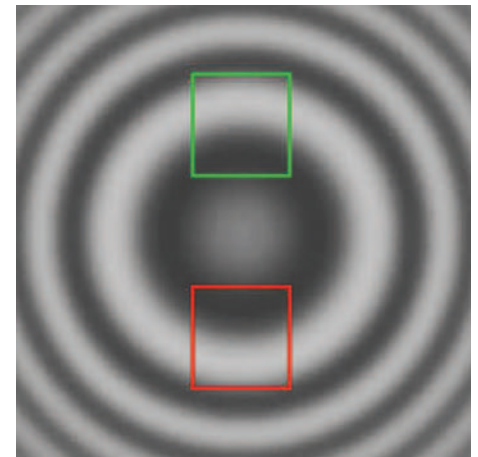
Zusätzlich zur technischen Aufgabenstellung wird in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Prozesssimulation der RWTH Aachen (SimPRO) die Genauigkeit des approximativen Modells untersucht. Dazu werden höhere Ordnungen asymptotischer Entwicklungen (Keller, Rubinow, Nussenzweig, Buldyrev) der Beugungsstrukturen bezüglich charakteristischer Parameter (z. B. Beugungswinkel, Stoßparameter) angegeben.

Ergebnisse und Anwendungen

Geeignete Komponenten zur Realisierung des verbesserten Messverfahrens wurden angegeben und erprobt. Größe und Position (Fresnel-Zahl) der Detektorflächen beeinflussen das Detektorsignal. Mit einer interaktiven PC-Simulation wurden dem Kunden die Detektorsignale und das Konzept für die miniaturisierte Messeinrichtung dargestellt.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. M. Nießen, Tel.: -307
markus.niessen@ilt.fraunhofer.de
Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Tel.: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de
Dr. R. Noll, Tel.: -138
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de



Oben: Beugungsbild
Unten: Korrelationsfunktion



Patenterteilungen Deutschland

DE 196 25 873 C 2
Verfahren zum Verfügen von Fügepartnern

DE 199 48 264 C 2
Anordnung und Verfahren zur Reflektrometrie

DE 101 12 445 C 2
Verfahren zum Schneiden von zu fügenden Bauteilen mit Laserstrahlung

DE 199 17 433 C 2
Mikroreaktorsystem zum Erzeugen und Testen von Substanzen und Wirkstoffen

DE 196 43 925 C 2
Vorrichtung zur Erzeugung einer Gasentladung mit schnellen Spannungsanstiegen und hohen Leistungsflüssen

DE 198 08 275 C 2
Verfahren und Vorrichtung zur Detektion von Porosität erzeugenden Gasen in Schweißverbindungen

Patenterteilungen Europa

EP 1 137 504 B 1
Prozesskammer für das selektive Laser-Schmelzen

EP 0 926 262 B 1
Verfahren zur selektiven Abscheidung einer Metallschicht

EP 0 788 673 B 1
Strahlführungs-Laserdiodenarrays

EP 1 181 754 B 1
Optische Verstärker-Anordnungen

EP 1 144 146 B 1
Vorrichtung für das selektive Laser-Schmelzen zur Herstellung eines Formkörpers

EP 1 015 165 B 1
Verfahren und Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit Plasma

EP 1 119 436 B 1
Verfahren zur Materialbearbeitung mit Plasma induzierender Hochenergiestrahlung

EP 0 875 360 B 1
Verfahren zur Aufrauung von Kunststoffoberflächen

EP 1 133 377 B 1
Vorrichtung und Verfahren zum Abtasten einer Objektfläche mit einem Laserstrahl

EP 0 823 144 B 1
Transformation von Array-Strahlung

EP 1 198 341 B 1
Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination

Patenterteilungen USA

US 6, 583, 379 B 1
Process Chamber for Selective Laser Fusion

US 6, 534, 740 B 1
Device and Process Using a Laser Beam to Scan an Area of an Object

Patentanmeldungen National

103 31 442.3
Transformationsanordnung Feld-Linie

103 36 273.8
Vorrichtung zur Erzeugung von EUV- und weicher Röntgenstrahlung

103 42 239.0
Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen von Extrem-Ultraviolettstrahlung oder weicher Röntgenstrahlung

103 28 086.3
Kompressionsoptik für Diodenlaserarrays

103 28 083.9
Angleichung der Strahlqualität von Diodenlaserarrays

103 28 084.7
Erhöhung der Brillanz von Diodenlasern

203 15 196.8
Anordnung/Verfahren zur Justage optischer Komponenten in Lasern oder Laseranordnungen

103 42 748.1
Polieren poröser Werkstoffe mit Laserstrahlung

103 42 750.3
Verfahren zum Glätten und Polieren oder zum Strukturieren von Oberflächen

103 27 260.7
Optische Verstärkeranordnung

103 28 081.2
Homogenisierung durch Mikrooptik

103 00 439.4
Verfahren und Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen

103 10 623.5
Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Plasmas durch elektrische Entladung in einem Entladungsraum



Rogg, J. - 07.02.2003

Hochleistungsdiodenlaser hoher Strahlqualität mit integrierten winkelselektiven Modenfiltern

Geißler, St. - 25.03.2003

Regelung der Abtragtiefe für das reaktive Abtragen mit CO₂-Laserstrahlung

Steffens, O. - 07.04.2003

Adaption numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen an das Fertigungsumfeld bei der Materialbearbeitung mit Laserstrahlung

Kratzsch, Chr. - 30.04.2003

Realisierung eines kamerabasierten Prozessüberwachungssystems am Beispiel des Laserstrahlschweißens

Bernges, H.-J. - 09.05.2003

Auslegung und Anwendung nichtrotationssymmetrischer Optiken für die Lasermikrobearbeitung

Over, Chr. - 18.06.2003

Generative Fertigung von Bauteilen aus Werkzeugstahl X38 CrMoV 5 1 und Titan TiAl16V4 mit Selective Laser Melting

Hobein, B. - 15.07.2003

Herstellung von dünnen Elektrolytschichten mittels Laserablation und Kathodenzerstäubung für Hochtemperatur-Brennstoffzellen

Rinner, F. - 15.07.2003

Verbesserung der Langzeitstabilität von InGaAs/AlGaAs Hochleistungs-Diodenlasern

Baumann, M. - 25.07.2003

Analyse und Formung von Diodenlaserstrahlung

Berden, T. - 11.09.2003

Mikroabtrag von Polymeren mit Kurzpuls-Laserstrahlquellen für optoelektronische Anwendungen

Horn, A. - 11.09.2003

Zeitaufgelöste Analyse der Wechselwirkung von ultrakurz gepulster Laserstrahlung mit Dielektrika

Beersiek, J. - 13.11.2003

Überwachung und Regelung der Einschweißtiefe beim Schweißen mit Laserstrahlung

Röhner, M. - 21.11.2003

Einzeladressierbare Diodenlaserbarren für lithographische Anwendungen

Perera Mercado, Y.-A. - 09.12.2003

Diamond-like carbon and ceramic materials as protective coatings grown by pulsed laser deposition

Schnitzler, C. - 19.12.2003

Slablaser hoher Brillanz für den Einsatz in der Mikro- und Makro-Materialbearbeitung

Michel, J. - 19.12.2003

Approximatives Modell für das Tiefschweißen mit Laserstrahlung

**Barthel, Juri**

Untersuchung der Wechselwirkungen von extrem ultravioletter Strahlung mit Materie für messtechnische Anwendungen

Birkner, Bernhard

Konzeptionierung, Entwurf und Aufbau einer Kontroll- und Regelungseinheit für Versorgungsnetzteile von diodengepumpten, frequenzvervielfachten Festkörperlasern

Cheng, Chia-Hung

Vorrichtung für die laserunterstützte Mikroanastomose an Samenleitern

Fleige, Rüdiger

Untersuchungen der Dynamik von laserinduzierten Plasmen aus Mikrotropfen

Geiger, Jens

Konzeptionierung eines breitbandig durchstimmbaren $\text{Ti}:\text{Al}_2\text{O}_3$ -Kurzpulslasers

Heesen-Te, Henrik

Dynamik der Abtragsfront beim Bohren

Hoehne, Manuela

Tiefenprofilanalyse verzinkter Bleche mit Hilfe der laserinduzierten Atomemissionsspektrometrie (LIBS)

Jansen, Stefan

Entwicklung einer Prozesskette zur Auslegung und Herstellung einer belastungs- und fertigungsgerechten Knochenprothese mit dem SLM-Verfahren

Kiedrowski, Thomas

Untersuchung der Prozessführung für die Verarbeitung von Metall-Keramik Pulvermischungen mit dem SLM-Verfahren

Kinnen, Werner

Entwicklung einer stackbaren, ausdehnungsangepassten passiven Wärmesenke für Hochleistungsdiodenlaser

Lafuente Cerdá, Patricia

Untersuchung und Charakterisierung von Laser deponierten planaren $\text{Er}:\text{BaTiO}_3$ Wellenleitern

Muller, Jaques

Fertigungstechnische Studie zum Aufbau kompakter Slablasers in Planartechnik

Regaard, Boris

Statistische Untersuchung der Korrelation von Prozessgrößen und Sensorsignalen beim Laserstrahlschweißen; Implementierung einer Online-Signalauswertung zur quantitativen Bestimmung dieser Prozessgrößen

Schell, Alexander

Konzeptionierung, Entwurf und Aufbau einer Regeleinheit für einen diodengepumpten frequenzvervielfachten Festkörperlaser

Straesser, Alexander

Propagation gepulster Laserstrahlung durch thermisch hochbelastete Verstärkeranordnungen

Wenk, Robert

Bildverarbeitungsalgorithmen für die optische 3D-Geometrieerfassung bei Blechumformprozessen

Wypadlo, Markus

Konstruktion eines Probenstands für die Laser-Präparation und -Analyse von Stahlproben



- A. Knitsch, D. Hoffmann, P. Loosen, R. Poprawe
Adapted diode laser modules for materials processing
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 13-15, 2003
- U.-A. Russek, M. Poggel, G. Otto, A. Koeppe
Advances in laser beam welding of polymers and automotive prospects
Proceedings of the 9th International Conference »TPOs in Automotive 2003«
Seiten 51-60, 2003
- D. Petring
Advances in welding automotive materials with high power diode lasers
Proceedings of the 11th Automotive Laser Application Workshop ALAW 11
Seiten 1-10, 2003
- A. Drenker, M. Baumann, N. Pirch, H.-D. Plum, J. Sommer, G. Vitr, S. Kaierle, K. Wissenbach, R. Poprawe
An example for modular diode laser systems: Minimizing warpage during transformation hardening of linear guiding rails
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 33-38, 2003
- C. Benter, B. Seme, D. Petring, R. Poprawe
Application of New Diode Laser Tools for Cutting and Welding
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 85-91, 2003
- J. Willach, J. Michel, A. Horn, W. Schulz, E. W. Kreutz, R. Poprawe
Approximate Model for Laser Trepanning with Microsecond Nd:YAG Laser Radiation
Proceedings of the 7th International Conference on Laser Ablation 7
Seiten 1-3, 2003
- J. Michel, S. Pfeiffer, W. Schulz, M. Niessen, V. Kostykin
Approximate Model for Laser Welding
Radons, G. / Neugebauer, R. (eds.) Nonlinear Dynamics of Production Systems
Seiten 1-16, 2003
- J. Michel, S. Pfeiffer, W. Schulz, M. Niessen, V. Kostykin, C. Maier
Approximate Model for Laser Welding
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 321-326, 2003
- E. W. Kreutz, L. Böske, S. Kaierle, S. Mann, J. Ortmann, J. Willach
Autonomous Production Cell for µm- and nm-Processing
Proceedings of SPIE 4977
Seiten 16-27, 2003
- D. Petring
CALCut – Experiences in Calculating the Laser Cutting Process
Proceedings of the LCWG-Meeting, International Institute of Welding IE-361-03
Seiten 1-26, 2003
- M. Röhner, H. Muentz, O. Schroeder, K. Boucke, R. Poprawe
Characterization Device for Diode-Laser-Stack Beam Propagation
Proceedings of SPIE 4932
Seiten 608-614, 2003
- M. Traub, H.-D. Hoffmann, K. Du, R. Poprawe
Compact high-power diode laser pump modules for intersatellite communications
Proceedings of SPIE 4973
Seiten 128-134, 2003
- R. Lebert, B. Jäggle, L. Juschkin, C. Wies, W. Neff, J. Barthel, K. Walter, K. Bergmann, M. C. Schürmann, T. Mißalla
Compact Laboratory EUV-Lamps: »In-House Beamlines« for Technologies Based on Extreme Ultraviolet Radiation
VDI-Buch: MicroNano Integration 16
Seiten 259-261, 2003
- P. Abels, S. Fujinaga, S. Kaierle, S. Katayama, C. Kratzsch, A. Matsunawa, K. Miyamoto, J. Petereit, R. Poprawe
Correlation of Process Monitoring with X-Ray Observation of CO₂ Laser Beam Welding
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 1-5, 2003
- N. Bönig, M. Röhner, K. Boucke, R. Poprawe
Demonstration device for individually addressed high-power laser bars
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 93-96, 2003
- R. Poprawe, W. Schulz
Development and application of new high-power laser beam sources
Riken Review 50
Seiten 3-10, 2003
- R. Lebert, C. Wies, L. Juschkin, B. Jäggle, W. Neff, J. Barthel, K. Walter, K. Bergmann
Extreme Ultraviolet Radiation From Pulsed Discharges: A New Access to »Nanoscopy« and »Nanolytics«
VDI-Buch: MicroNano Integration 16
Seiten 169-184, 2003
- J. Gottmann, G. Schlaghecken, W. Wagner, E. W. Kreutz
Fabrication of erbium doped planar waveguides by pulsed laser deposition and laser micro-machining
Proceedings of SPIE 4941
Seiten 148-156, 2003
- L. Böske, E. W. Kreutz, J. Petereit, P. Abels, S. Kaierle, C. Kratzsch
Failure recognition and online processing control in laser beam welding
Proceedings of Laser Technologies in Welding and Materials Processing LTWMP 1
Seiten 1-6, 2003
- M. Röhner, N. Bönig, K. Boucke, R. Poprawe
High-power diode-laser-bars with 19 up to 48 individually addressable emitters
Proceedings of SPIE 4973
Seiten 18-25, 2003
- M. Traub, H.-D. Plum, H.-D. Hoffmann, P. Loosen, R. Poprawe
Homogenized high power diode laser systems for material processing and illumination
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 29-32, 2003
- D. Petring, C. Fuhrmann
Hybrid laser welding: laser and arc in concert
The Industrial Laser User 33
Seiten 24-26, 2003
- D. Petring
Hybridschweißen – Laser trifft Lichtbogen
Metallbau 8
Seiten 68-70, 2003
- A. Bollig, D. Abel, C. Kratzsch, S. Kaierle
Identification and predictive control of laser beam welding using neural networks
Proceedings of the European Control Conference ECC 1
Seiten 1-8, 2003
- W. Schulz, U. Eppelt, H. Te Heesen, V. Kostykin, J. Michel, M. Nießen
Identification of Dimension in Phase Space for Cutting
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 351-355, 2003
- U.-A. Russek
Innovative joining process – Laser beam welding of thermoplastics
Tagungsband zur Konferenz »Optische Technologien für die Kunststoffbearbeitung« 1
Seiten 1-12, 2003
- U.-A. Russek
Innovative Trends in Laser Beam Welding of Thermoplastics
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 105-111, 2003
- C. Scholz, K. Boucke, R. Poprawe
Investigation of Indium Solder Interfaces for High-Power Diode Lasers
Proceedings of SPIE 4973
Seiten 60-67, 2003



D. Petring, C. Fuhrmann, N. Wolf, R. Poprawe
Investigations and Applications of Laser-Arc Hybrid Welding from Thin Sheets up to Heavy Section Components
Proceedings of ICALEO 22
Seiten 1-10, 2003

D. Petring, C. Fuhrmann, N. Wolf, R. Poprawe
Investigations and Applications of Laser-Arc Hybrid Welding with the 'Integrated Nozzle'
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 177-182, 2003

U. A. Russek, A. Palmen, H. Staub, J. Pöhler, C. Wenzlau, G. Otto, M. Poggel, A. Koeppe, H. Kind
Laser beam welding of thermoplastics
Proceedings of SPIE 4977
Seiten 458-472, 2003

V. Kostykin, M. Nießen, W. Schulz
Laser cutting of metals: Heat Conduction in the Melt Film
Journal of Applied Physics 94
Seiten 1-17, 2003

D. Petring
Laser cutting: state of the art and technological trends
Proceedings of the 4th Conference ExpoLaser 4
Seiten 1-15, 2003

V. Sturm, R. Noll
Laser-induced breakdown spectroscopy of gas mixtures of air, CO₂, N₂, and C₃H₈ for simultaneous C, H, O, and N measurement
Applied Optics 42
Seiten 6221-6225, 2003

R. Poprawe, A. Otto
Lasers in Manufacturing
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 407-411, 2003

J. Vrenegor, V. Sturm, R. Noll
Laser-Präparation und Laser-Analyse von Produktionskontrollproben
Tagungsband zum 10. Anwender-treffen Röntgenfluoreszenz- und Funkenemissionsspektrometrie 10
Seiten 90-98, 2003

A. Gasser, K. Wissenbach
Laserstrahl-Auftragschweißen für die Instandsetzung und Beschichtung von hochwertigen Bauteilen
Tagungsband zum 3. Ostschweizer Technologiesymposium OTS3 3
Seiten 1-10, 2003

A. Gasser, K. Wissenbach
Laserstrahl-Auftragschweißen im Werkzeug- und Formenbau
Tagungsband zum 13. Werkzeug-seminar »Laser-Einsatz in der Werkzeug- und Schneidwarenindustrie« 13
Seiten 1-10, 2003

U.-A. Russek
Laserstrahlschweißen nichtmetallischer, medizinischer Verfahren
Tagungsband zur Konferenz »Verpacken medizinischer Artikel mit Kunststoffen« 1
Seiten 1-20, 2003

E. Bremus-Köbberling, A. Gillner
Laser structuring and modification of surfaces for chemical and medical micro components
Proceedings of the 4th International Symposium on Laser Microfabrication LMP 4
Seiten 1-5, 2003

A. Horn, E. W. Kreutz, R. Poprawe, M. Talkenberg, R. Wagner, J. Willach
Licht verdrängt Strom in der Produktion
RWTH-Themen 1
Seiten 12-16, 2003

L. Peter, V. Sturm, R. Noll
Liquid steel analysis with laser-induced breakdown spectrometry in the vacuum ultraviolet
Applied Optics 42
Seiten 6199-6204, 2003

J. Willach, E. W. Kreutz, J. Michel, M. Nießen, W. Schulz, R. Poprawe
Melt Expulsion by a Coaxial Gas Jet in Trepanning of CMSX-4 with Microsecond Nd:YAG Laser Radiation
Proceedings of SPIE 5063
Seiten 435-440, 2003

W. Schulz, V. Kostykin, J. Michel, M. Niessen
Modelling and Simulation of Process Monitoring and Control in Laser Cutting
Radons, G. / Neugebauer, R. (eds.)
Nonlinear Dynamics of Production Systems 1
Seiten 27-42, 2003

E. W. Kreutz, R. Poprawe, P. Loosen, D. Hoffmann
New lasers and applications in innovative technologies
Proceedings of the International Conference »Laser Technologies in Welding and Materials Processing« 1
Seiten 32-37, 2003

R. Poprawe, C. Over
New Lasers for New Applications Mass Customization
Proceedings of WESTEC 3695
Seiten 1-10, 2003

D. Petring
New possibilities offered by laser hybrid welding: an efficient and robust way to high quality joints
Proceedings of the 4th Conference ExpoLaser 4
Seiten 16-26, 2003

M. Stepputat, R. Noll
On-line detection of heavy metals and brominated flame retardants in technical polymers with laser-induced breakdown spectrometry
Applied Optics 42/30
Seiten 6210-6220, 2003

R. Noll, F. Hilbk-Kortenbruck, C. Janzen, O. Klein, J. Makowe, V. Sturm, H. Bette, A. Brysch, J. Vrenegor
On-line multi-elemental analysis using laser-induced breakdown spectrometry (LIBS) - research fields, industrial applications and future perspectives
Proceedings of ICALEO 402
Seiten 1-10, 2003

U.-A. Russek
Parameteränderungen beim Laserdurchstrahlschweißen von Thermoplasten und deren Auswirkungen auf die Schweißnaht
Tagungsband zur Konferenz »Laserstrahlschweißen von Kunststoffen« 1
Seiten 61-72, 2003

E. Willenborg, K. Wissenbach, R. Poprawe
Polishing by laser radiation
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 297-300, 2003

J. Vrenegor, V. Sturm, R. Noll
Preparation and analysis of production control samples by a two-step laser method
Tagungsband zum 10. Anwender-treffen Röntgenfluoreszenz- und Funkenemissionsspektrometrie 10
Seiten 90-98, 2003

K. Nicklaus, H.-D. Hoffmann, R. Meyer, A. Sträßer, C. Warias, P. Loosen, R. Poprawe
Pulsed High Power Solid State Laser for High-Speed Precision Machining
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 413-416, 2003

J. Pankert, K. Bergmann, J. Klein, W. Neff, O. Rosier, S. Seiwert, C. Smith, S. Probst, D. Vaudrevange, G. Siemons, R. Apetz, J. Jonkers, M. Loeken, E. Bosch, G. H. Derra, T. Krücken, P. Zink
Physical properties of the HCT EUV source
Proceedings of SPIE 5037
Seiten 112-118, 2003

C. Over, W. Meiners, K. Wissenbach, J. Hutfless, M. Lindemann
Rapid Manufacturing of metal parts and tools using Laser Melting
Proceedings of the 2nd International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2
Seiten 265-269, 2003

D. Petring
Recent progress and trends in laser cutting
Proceedings of the AILU Technology Workshop »Efficient use of lasers in sheet metal working« 1
Seiten 1-15, 2003

D. Petring
Recent progress and trends in laser hybrid welding
Proceedings of the AILU Technology Workshop »Efficient use of lasers in sheet metal working« 1
Seiten 16-29, 2003



V. Kostykin, W. Schulz,
M. Nießen, J. Michel
**Short-time dynamics in
laser material processing**
Radons, G. / Neugebauer, R. (eds.)
Nonlinear Dynamics of Production
Systems 1
Seiten 17-26, 2003

U.-A. Russek, H. Staub,
A. Palmen, H. Kind
**Simultaneous laser beam
welding of thermoplastics -
innovations and challenges**
Proceedings of ICALEO 22
Seiten 1-9, 2003

M. Kraushaar, R. Noll,
H.-U. Schmitz
**Slag Analysis with Laser-Induced
Breakdown Spectrometry**
Applied Spectroscopy 57/10
Seiten 1282-1287, 2003

Y. Feng, J. Gottmann, E. W. Kreutz
**Structuring of poly ether
ether ketone by ArF excimer
laser radiation in different
atmospheres**
Applied Surface Science 211
Seiten 68-75, 2003

A. Horn, E. W. Kreutz, R. Poprawe
**Ultrafast time-resolved
photography of femtosecond
laser induced modifications in
BK7 glass and fused silica**
Proceedings of the 7th International
Conference on Laser Ablation 7
Seiten 4-6, 2003

E. W. Kreutz
**Verpackungsbeschriftung
mit Lasertechnik**
Unterlagen zum Seminar
»Verpacken medizinischer
Artikel mit Kunststoffen« 1
Seiten 1-19, 2003

14.01.03 - E. W. Kreutz
Einrichten von Laserbereichen
Seminar Ausbildung Laserschutz-
beauftragter, Berufsgenossenschaft
Feinmechanik & Elektrotechnik,
Bad Münstereifel

14.01.03 - R. Noll
**Lasermesstechnik im industriellen
Einsatz**
Symposium Lasertechnik,
FH Südwestfalen, Iserlohn

19.01.03 - T. Kramer
Laserstrahlmikroschweißen
IWF Kolloquium, ETH Zürich

22.01.03 - A. Olowinsky
**Laserstrahlverfahren in der
Mikrotechnik**
IWF Kolloquium, ETH Zürich

23.01.03 - J. Gottmann
Pulsed laser deposition
Seminar Laserzentrum, Hannover

23.01.03 - W. Neff
**Plasmabasierte XUV-Strahlungs-
quellen**
IPF-Plasma-Kolloquium,
Universität Stuttgart, Stuttgart

24.01.03 - T. Mans
**Colquiriite fs-sources for
commercial applications**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

24.01.03 - M. Traub
**Compact high-power diode laser
pump modules for intersatellite
communications**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

24.01.03 - M. Röhner
**High-power diode-laser-bars
with 19 up to 48 individually
addressable emitters**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

24.01.03 - C. Scholz
**Investigation of indium solder
interfaces for high-power diode
lasers**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

25.01.03 - T. Kramer
**Out of the SHADOW: watch
parts in the spotlight**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

25.01.03 - A. Olowinsky
**Laser beam soldering: an attrac-
tive alternative to conventional
soldering technologies**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

27.01.03 - E. W. Kreutz
**Autonomous production cell
for µm- and nm-processing**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

28.01.03 - W. Meiners
Das SLM Verfahren
VDI Seminar »Rapid Technologies«

29.01.03 - W. Schulz
**Modellierung und Simulation
am Fraunhofer ILT**
Themenverbund NUSIM, Fraunhofer
IWM, Freiburg

30.01.03 - U.-A. Russek
**Laser beam welding of
thermoplastics**
Photonics West 2003, LASE 03,
San José, USA

13.02.03 - A. Gasser
**Hochbelastbare Beschichtungen
durch 2-stufige Verfahrens-
kombination**
Workshop »Rapid Tooling-Auto-
matisierte Prozesse und neue
Prozessketten«
Fraunhofer IWS, Dresden

14.02.03 - P. Loosen
**Optische Systemtechnik für
Hochleistungs-Diodenlaser und
Anwendungen**
Kolloquium »Technologie Optischer
Systeme«, FB Maschinenwesen,
RWTH Aachen

19.02.03 - E. Willenborg
Polieren mit Laserstrahlung
Thementag »Lasers: Doorbraak in
metaalwerking«, Enschede

05.03.03 - J. Vrenegor
**Laser-Präparation und Laser-
Analyse von Produktionskon-
trollproben**
10. Anwendertreffen Röntgen-
fluoreszenz- und Funkenspektro-
metrie, Steinfurt



10.03.03 - M. Heise
Plasmaentkeimung von Polymerpackstoffen mit Barriereentladungen und speziellen UV-Strahlungsquellen
Bundesdeutsche Fachtagung Plasmatechnologie BFPT 2003, Ilmenau

10.03.03 - H.-D. Hoffmann
High power slab laser based on InnoSlab-Technology
LIDAR Workshop, Universität Hohenheim

12.03.03 - T. Kramer
Lasereinsatz in der Feinwerktechnik
LFF 2003, Erlangen

12.03.03 - G. Vitr
Korrosionsschutz an Stahlblechen und ihren Schnittflächen durch Beschichten mit Laserstrahlung
3. Stahl Symposium »Werkstoffe, Anwendung, Forschung«, Studiengesellschaft Stahl, Düsseldorf

12.03.03 - D. Petring
Advances in welding of automotive materials with high power diode lasers
11th Annual Automotive Laser Application Workshop ALAW 2003, Detroit, USA

12.03.03 - S. Kaierle
New automotive laser applications require improved quality control tools
11th Annual Automotive Laser Application Workshop ALAW 2003, Detroit, USA

17.03.03 - D. Petring
CALCut: experiences in calculating the laser cutting process
IIW-LCWG Meeting, Paris

21.03.03 - D. Petring
Laser cutting: state of the art and technological trends
ExpoLaser 2003, Ancona

21.03.03 - D. Petring
New possibilities offered by laser hybrid welding: an efficient and robust way to high quality joints
ExpoLaser 2003, Ancona

21.03.03 - D. Petring
Laser cladding: innovative applications for production and repairing of moulds
ExpoLaser 2003, Ancona

24.03.03 - K. Bergmann
Hollow cathode triggered pinch plasma as radiation source in the extreme ultraviolet and soft-x-ray range
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

24.03.03 - J. Barthel
Nanoscale applications with laboratory size XUV-sources
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

24.03.03 - T. Lierfeld
Charge transfer measurement of micro discharges in single-gap and cascaded discharge setups
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

24.03.03 - C. Over
New lasers for new applications, mass customization
Westec 2003, Los Angeles, USA

25.03.03 - E. W. Kreutz
Biologische Grundlagen und zulässige Grenzwerte
Seminar Ausbildung Laserschutzbeauftragter, Technische Akademie Wuppertal, Wuppertal

25.03.03 - U. Eppelt
Spectral analysis of a boundary layer flow
Spring Conference on Plasma Physics and Short Time Scale Physics 2003, Aachen

26.03.03 - E. W. Kreutz
Laserauftragsschweißen für die Herstellung und Instandsetzung von metallischen Bauteilen
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

26.03.03 - O. Franken
Plasma sterilisation of polymer foils by means of a cascaded discharge setup (Poster)
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

27.03.03 - A. Horn
Investigation of the photon matter interaction in the femto-second regime by time-resolved Nomarski-photography and transient absorption spectroscopy via the pump and probe method
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

27.03.03 - M. Talkenberg
UV laser-induced color centers in photosensitive glass
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

27.03.03 - M. Heise
Characterisation of a cascaded discharge set up by UV-VIS-spectroscopy
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Aachen

27.03.03 - H. te Heesen
Dynamics of the ablation front in laser drilling
Spring Conference on Plasma Physics and Short Time Scale Physics 2003, Aachen

28.03.03 - M. Dahmen
Feasibility study on welding of FeCrAl foils
Séminaire: Soudage laser des structures alvéolaires pour pot catalytiques en FeCrAl, Ecole des Mines de Paris, Centre des Matériaux Pierre-Marie Fournier, Evry, Frankreich

04.04.03 - K. Wissenbach
Aktuelle Entwicklungen in der Oberflächenbearbeitung mit Lasern am Fraunhofer ILT
Seminar des AKL e.V., Aachen

08.04.03 - W. Neff
Kaskadierte Barrierenentladungen
VDI-Gespräch »Neuartige modulare und selektive Plasmaquellen«, VDI-Technologiezentrum, Düsseldorf

09.04.03 - V. Kostykin
Short-time dynamics in laser material processing
Symposium Volkswagenstiftung »Investigation on Non-linear Dynamic Effects in Production Systems«, Chemnitz

09.04.03 - J. Michel
Approximate model for laser welding
Symposium Volkswagenstiftung »Investigation on Non-linear Dynamic Effects in Production Systems«, Chemnitz

09.04.03 - W. Schulz
Modelling and simulation of process monitoring and control in laser cutting
Symposium Volkswagenstiftung »Investigation on Non-linear Dynamic Effects in Production Systems«, Chemnitz

14.04.03 - J. Gottmann
Dynamik der Pulsed Laser Deposition von Oxidkeramiken
Seminarvortrag, Universität Hamburg, Institut für Laserphysik, Hamburg

25.04.03 - R. Noll
Analytical applications of LIBS
Symposium »Laser ablation and related techniques« OCAS, Zelzate, Belgium

06.05.03 - H.-D. Hoffmann
Laser Innengravur von Glas
Jahrestagung Glas-Fachhochschule, Zwiesel

05.05.03 - E. W. Kreutz
Verpackungsbeschriftung mit Lasertechnik
Fachtagung »Verpacken medizinischer Artikel mit Kunststoffen«, Festung Marienberg, Würzburg

06.05.03 - U.-A. Russek
Laserstrahlschweißen medizinischer Verpackungen
Fachtagung »Verpacken medizinischer Artikel mit Kunststoffen«, Festung Marienberg, Würzburg,

06.05.03 - A. Bauer
Innovationsmanagement zwischen Methodik und Intuition am Beispiel »Kompetenznetz Lasertechnik Aachen«
Adventure-Tagung »Marke Deutschland«, Frankfurt

07.05.03 - U.-A. Russek
High power diode lasers for polymer welding
4. Workshop »Industrielle Anwendungen von Hochleistungsdiodenlasern«, Fraunhofer IWS, Dresden

13.05.03 - S. Pfeiffer
Prozessüberwachung durch bildgebende Verfahren
Seminar Fraunhofer FIT, Schloss Birlinghofen, Bonn



14.05.03 - R. Poprawe
Wie funktioniert eigentlich ein Laser
Seniorenstudium der RWTH Aachen, Aachen

16.05.03 - M. Nießen
Numerical simulation of free boundary problems in laser assisted manufacturing
MPCCI User Forum, Fraunhofer SCAI, Schloss Birlinghofen, Bonn

17.05.03 - L. Boeske
Failure recognition and online processing control in laser beam welding
Laser Technologies in Welding and Material Processing, Katsiveli, Ukraine

17.05.03 - A. Olowinsky
Laser beam micro forming as a new adjustment technology using dedicated actuator structures
Spie »Microtechnologies for the new Milenium«, Maspalomas, Gran Canaria

20.05.03 - E. W. Kreutz
New lasers and applications in innovative technologies
Laser Technologies in Welding and Material Processing, Katsiveli, Ukraine

21.05.03 - R. Noll
Prüfung von Nockenwellen mit Lasertriangulation
PhotonAix- Anwenderforum »Optische Messtechnik in der Produktion«, Fraunhofer ILT, Aachen

21.05.03 - D. Petring
Recent progress and trends in laser hybrid welding
AILU Technology Workshop »Efficient use of lasers in sheet metal working«, Kidderminster, England

02.06.03 - U.-A. Russek
Advances in laser beam welding of polymers and automotive prospects
9th International Conference »TPOs in Automotive 2003«, Maastricht, Niederlande

04.06.03 - R. Noll
On-line characterisation of zinc coatings LIBSCOAT
ECSC E Technical Group Meeting, Luxemburg

13.06.03 - W. Schulz
Maßgeschneiderte Simulation freier Randwertaufgaben
Themenverbund NUSIM, Fraunhofer SCAI, Schloss Birlinghofen, Bonn

21.06.03 - T. Mans
Direct diode pumped, regenerative 100µJ sub 100fs amplifier on the basis of colquiriite crystals
CLEO Europe 2003, München

21.06.03 - J. Willach
Melt expulsion by a coaxial gas stream for trepanning with microsecond Nd:YAG laser radiation
LPM 2003, München

21.06.03 - K. Bergmann
Gas discharge based sources in the EUV and soft x-ray range for industrial applications
Summer School, Plasma Physics, Diagnostics and Plasma related Applications, Kudowa, Polen

21.06.03 - M. Röhner
Individually adressed high-power diode-laser-bars for material processing
CLEO Europe 2003, München

21.06.03 - E. Bremus-Koebberling
Laser structuring and modification of surfaces for chemical and medical micro-components
LPM 2003, München

22.06.03 - M. Traub
Homogenized high power diode laser systems for material processing and illumination
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

22.06.03 - K. Klages
Laser beam micro welding of dissimilar metals
LPM 2003, München

22.06.03 - C. Benter, B. Seme
Application of new diode laser tools for cutting and welding
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

23.06.03 - A. Drenker
An example for modular diode laser systems: Minimizing warpage during transformation hardening of linear guiding rails
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

23.06.03 - W. Schulz
Identification of dimension in phase space for cutting
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

24.06.03 - R. Noll
Multi-beam laser triangulation for the measurement of geometric features of moving objects in production lines
CLEO Europe 2003, München

24.06.03 - M. Heise
Influence of homogeneity of dielectric barrier discharges on spore inactivation
16th International Symposium on Plasma Chemistry, Taormina, Italien

24.06.03 - B. Jungbluth
Widely tuneable, narrow line-width all-solid-state laser system
CLEO Europe 2003, München

24.06.03 - A. Knitsch
Adapted diode laser modules for materials processing
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

24.06.03 - N. Boenig
Demonstrator für einzeladressierbare Hochleistungsdiodenlaser
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

24.06.03 - D. Petring
Investigations and applications of laser-arc hybrid welding with the »Integrated Nozzle«
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

24.06.03 - J. Michel
Approximate model for laser welding
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

25.06.03 - H. Bette
Laser-induced breakdown spectroscopy at 1000 Hz with single pulse evaluation for high-speed, high-resolution chemical element mapping
CLEO Europe 2003, München

25.06.03 - C. Janzen
Spectrochemical elemental analysis of small liquid droplets
CLEO Europe 2003, München

25.06.03 - K. Nicklaus
Pulsed high power solid state laser for high-speed precision machining
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

25.06.03 - U.-A. Russek
Innovative trends in laser beam welding of thermoplastics
WLT-Konferenz »Lasers in Manufacturing 2003«, München

25.06.03 - V. Kostykin
Perturbation of spectral subspaces
International Workshop on Operator Theory and its Applications, Cagliari, Italien

02.07.03 - C. Over
Laserschmelzen - Ein generatives Fertigungsverfahren für die Serienproduktion
IWB Seminar »Mit Rapid Technologien zum Aufschwung«, Augsburg

03.07.03 - R. Poprawe
Jubiläumsansprache 10 Jahre Bayrisches Laserzentrum
Bayrisches Laserzentrum BLZ, Erlangen

04.07.03 - R. Noll
Industrielle Anwendungen der Lasermesstechnik für Prozessführung und Qualitätssicherung in der Produktion
VDI Wissensforum »Optische 3D-Messtechnik für die Qualitätssicherung in der Produktion«, Jena

13.07.03 - S. Keutgen, E. W. Kreutz
Basics on laser cladding of ti 6246 for the repair of damaged compressor blades for jet engines
10th world Conference on Titanium, Hamburg



14.07.03 - W. Meiners
Generative Herstellung von Ti-Bauteilen mit SLM
10th world Conference on Titanium, Hamburg

16.07.03 - V. Kostrykin
Über den Adiabatsatz
Oberseminar, Institut für Reine und Angewandte Mathematik, RWTH Aachen, Aachen

29.07.03 - V. Kostrykin
Eine singuläre strömungstheoretische Aufgabe für die Ricatti-Gleichung
International Congress on Mathematical Physics, Lissabon, Portugal

31.07.03 - M. Nießen
Simulation freier Randwertaufgaben und ihre Anwendungen in der Lasermaterialbearbeitung
Seminar, Institut für Geometrie und praktische Mathematik, RWTH Aachen, Aachen

03.09.03 - B. Jungbluth
Widely tunable all-solid-state laser system with nanosecond pulses
Deutsch-kanadische Konsultationen zur WTZ, Workshop: »Young Scientist in Photonics«, Ottawa, Kanada

08.09.03 - B. Jungbluth
Grundlagen eines durchstimmbaren All-Solid-State-Lasers hoher Leistung - Statusbericht
BMBF-Projekt-Verbund-Treffen »Grundlagen neuer lasergestützter Screeningmethoden«, SCREEN, Münster

10.09.03 - E. W. Kreutz
Biologische Grundlagen und zulässige Grenzwerte - Klassifizierung von Lasereinrichtungen
Seminar »Schulung zum Laserschutzbeauftragten«, Süddeutsche Metall Berufsgenossenschaft, Lengfurt

10.09.03 - C. Janzen
Spectrochemical elemental analysis of small liquid droplets
Colloquium Spectroscopicum Internationale XXXIII, Granada, Spanien

17.09.03 - U.-A. Russek
Laserstrahltechnik - Technologie der Zukunft für Kunststoffverarbeiter
Vortragsreihe Kunststoff-Cluster, Neue Technologie zur Bearbeitung von Halbzeugen und Formteilen, Schloss Puchberg, Österreich

22.09.03 - K. Boucke
Trends and developments of high-power diode lasers
Laserap 5, Les Eyzies/Tursac, Frankreich

24.09.03 - E. W. Kreutz
An autonomous production cell for processing with laser radiation
5th Symposium on Laser and Application, Les Hautes de Marquay, Sarlat, Frankreich

25.09.03 - R. Poprawe
Angewandte Forschung im Innovationsprozess der Lasertechnik
Stuttgarter Lasertage 2003, Stuttgart

26.09.03 - E. W. Kreutz
Laser cladding and laser surface melting for manufacturing of metal parts
5th Symposium on Laser and Application, Les Hautes de Marquay, Sarlat, Frankreich

28.09.03 - K. Wissenbach
Lasereinsatz in der Oberflächenbehandlung
Ottl Kolleg »Lasereinsatz in der Fertigung und Materialbearbeitung«, Regensburg

30.09.03 - O. Rosier
Plasma recovery in hollow cathode triggered EUV discharge lamp (Poster)
2nd International EUVL Symposium, Antwerpen, Belgien

30.09.03 - A. Gillner
Laserbearbeitung in der Mikroproduktionstechnik
Anwenderseminar »Der Laser im Produktionsalltag«, Verlag Moderne Industrie, München

30.09.03 - A. Gasser
Laserstrahl-Auftragschweißen im Werkzeug- und Formenbau
13. Werkzeugseminar Lasereinsatz in der Werkzeug- und Schneidwarenindustrie, FGW Remscheid, Remscheid

01.10.03 - A. Brysch
Multi-elemental analysis of aerosols in a high-pressure atmosphere
EMSLIBS II, Hersonissos, Kreta, Griechenland

01.10.03 - J. Makowe
Fast identification of light metal alloys by laser-induced breakdown spectroscopy for material recycling
EMSLIBS II, Hersonissos, Kreta, Griechenland

01.10.03 - R. Noll
Space- and time-resolved dynamics of plasmas generated by laser double pulses interacting with metallic samples
EMSLIBS II, Hersonissos, Kreta, Griechenland

01.10.03 - J. Vrenegor
Preparation and analysis of production control samples by a two-step laser method
EMSLIBS II, Hersonissos, Kreta, Griechenland

01.10.03 - M. Poggel
Parameteränderungen beim Laserstrahl-Kunststoffschiessen und deren Auswirkung auf die Schweißnaht
Seminar Laserstrahl-Kunststoffschiessen, Bayrisches Laserzentrum, Erlangen

03.10.03 - J. Willach
Approximate model for trepanning with microsecond Nd:YAG laser radiation
Conference on Laser Ablation 2003, Hersonissos, Kreta, Griechenland

03.10.03 - A. Horn
Ultra fast time-resolved photography of femtosecond laser induced modifications in BK7 glass and fixed silica
Conference on Laser Ablation 2003, Hersonissos, Kreta, Griechenland

04.10.03 - H. Horn-Solle
Cleaning and/or modification of technical materials by laser radiation for improvement of adhesive bonding
3rd International Workshop on New Trends in Laser Cleaning, Hersonissos, Kreta, Griechenland

05.10.03 - J. Gottmann
Fabrication of Er:BaTiO₃ planar waveguides by pulsed laser deposition and laser micromachining
Conference on Laser Ablation 2003, Hersonissos, Kreta, Griechenland

06.10.03 - A. Brysch
Lasergestützte Multi-Element-Analyse von Gichtstaub für die Prozesskontrolle in der Stahlindustrie
23. Spektrometertagung, Linz, Österreich

06.10.03 - J. Makowe
Schnelle Identifikation von Leichtmetall-Legierungen mit Laser-Emissionsspektrometrie für das werkstoffliche Recycling
23. Spektrometertagung, Linz, Österreich

06.10.03 - V. Sturm
Lasergestützte Präparation und Analyse von Produktionskontrollproben bei der Stahlherstellung
23. Spektrometertagung, Linz, Österreich

08.10.03 - H. Bette
Eigenschaften und Vorteile der schnellen Stahlreinheitsanalyse mit Laser-Emissionsspektrometrie hoher Ortsauflösung
23. Spektrometertagung, Linz, Österreich

09.10.03 - C. Janzen
MLA: A universal laser based micro-measuring and processing platform for proteomics
Innovationsforum Biotechnica 2003, Hannover

10.10.03 - S. Mann
Autonomous production cell for laser beam welding
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

10.10.03 - J. Ortmann
Online detection of defect classes for laser beam welding
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

10.10.03 - A. Gillner
Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Life Science am Fraunhofer ILT
Seminar des AKL e.V., Aachen



10.10.03 - C. Schnitzler
Fiber coupled kw class high-power slab laser
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

11.10.03 - M. Traub
High speed cleaning of railheads with a fiber-coupled Nd:YAG laser
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

11.10.03 - K. Klages
Laser beam micro welding of dissimilar metals
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

12.10.03 - A. Olowinsky
Advances in laser beam micro forming for micro positioning
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

13.10.03 - A. Knitsch
Diode laser systems for cutting applications of thin materials
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

14.10.03 - R. Noll
Online multi-elemental analysis using laser-induced breakdown spectrometry (LIBS) - research fields, industrial applications and future perspectives
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

14.10.03 - U.-A. Russek
Simultaneous laser beam welding of thermoplastics - innovation and challenges
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

14.10.03 - D. Petring
Investigations and applications of laser-arc hybrid welding from thin sheets up to heavy section components
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

15.10.03 - E. W. Kreutz
Laser in der Metallverarbeitung und andere optische und elektrische Gefahren
Lehrgang Schulung zum Laserschutzbeauftragten, Technische Akademie Esslingen, Esslingen

16.10.03 - J. Ortmann
Online detection of defect classes for laser beam welding
ICALEO 2003, Jacksonville, USA

21.10.03 - H.-D. Hoffmann
Festkörper- und Diodenlaser für das Schweißen von Kunststoff
Seminar »Laserstrahlschweißen von Kunststoffen«, Süddeutsches Kunststoffzentrum SKZ, Würzburg

22.10.03 - U.-A. Russek
Parameteränderungen beim Laserdurchstrahlschweißen von Thermoplasten und deren Auswirkung auf die Schweißnaht
Seminar »Laserstrahlschweißen von Kunststoffen«, Süddeutsches Kunststoffzentrum SKZ, Würzburg

23.10.03 - R. Noll
Chemische Analyse mit Laserstrahlung - Grundlagen, Anwendungen und Perspektiven
Mathematisch-Technisches Kolloquium, RheinAhr Campus, Remagen

23.10.03 - R. Poprawe
Perspectives of photonics in life science
LifetecXchange Kongress, Aachen

24.10.03 - A. Gasser
Laserstrahl-Auftragsschweißen
Ostschweizer Technologiesymposium OTS3, St. Gallen, Schweiz

24.10.03 - V. Kostykin
Einige Abschätzungen für die Halbgruppendifferenz
Kolloquiumsvortrag, Institut für Mathematik, TU Clausthal

28.10.03 - K. Wissenbach
Lasereinsatz in der Werkzeugtechnik – Ein Überblick
Aachener Laserseminare, Laser im Werkzeug- und Formenbau, Fraunhofer ILT, Aachen

28.10.03 - C. Over
Laserschmelzen – Fertigung von Serienwerkzeugen
Aachener Laserseminare, Laser im Werkzeug- und Formenbau, Fraunhofer ILT, Aachen

28.10.03 - A. Weisheit
Reparaturschichten von Werkzeugen und Herstellung von Funktionsschichten mit Laserstrahlung
Aachener Laserseminare, Laser im Werkzeug- und Formenbau, Fraunhofer ILT, Aachen

28.10.03 - C. Johnigk, E. Willenborg
Reinigen und Polieren von Werkzeugen mit Laserstrahlung
Aachener Laserseminare, Laser im Werkzeug- und Formenbau, Fraunhofer ILT, Aachen

28.10.03 - A. Gillner
Laserabtrag zur Herstellung von Mikrowerkzeugen
Aachener Laserseminare, Laser im Werkzeug- und Formenbau, Fraunhofer ILT, Aachen

29.10.03 - A. Olowinsky
Justieren mit Laserstrahlung - schnelle Montage, µm-genaue Positionierung
Aachener Laserseminare, Laser in Feinwerk- und Mikrotechnik, Fraunhofer ILT, Aachen

29.10.03 - A. Olowinsky
Präzisionsschweißen mit Laserstrahlung in der Feinmechanik
Aachener Laserseminare, Laser in Feinwerk- und Mikrotechnik, Fraunhofer ILT, Aachen

29.10.03 - L. Bosse
Löten mit Laserstrahlung - selektiv und prozesssicher
Aachener Laserseminare, Laser in Feinwerk- und Mikrotechnik, Fraunhofer ILT, Aachen

29.10.03 - A. Gillner
Laserstrahlquellen für die Präzisionsbearbeitung: Welcher Laser für welche Anwendung
Aachener Laserseminare, Laser in Feinwerk- und Mikrotechnik, Fraunhofer ILT, Aachen

29.10.03 - V. Kostykin
A random necklace model
Internationale Konferenz »Random Media«, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach

30.10.03 - A. Gillner
Strukturieren und Bohren von Metallen mit Laserstrahlung
Aachener Laserseminare, Laser in Feinwerk- und Mikrotechnik, Fraunhofer ILT, Aachen

30.10.03 - M. Wehner
Strukturieren und Bohren von Polymeren und Keramiken mit Laserstrahlung – Hohe Präzision vom Mikrometerbereich bis zu Nanostrukturen
Aachener Laserseminare, Laser in Feinwerk- und Mikrotechnik, Fraunhofer ILT, Aachen

04.11.03 - M. Wehner
Erfahrungen im Betrieb einer VUV-Laseranlage
5. Arbeitstreffen des AK DUV/VUV-Optik, Leica Microsystems, Wetzlar

10.11.03 - J. Michel
Simulation der Beugung an Kugeln in technischen Anwendungen
Kompetenzzentrum Prozesssimulation Aachen SIMPro, Aachen

11.11.03 - A. Olowinsky
Laserstrahlmikroschweißen als modernes Fügeverfahren in der Mikro- und Feinwerktechnik
VDI Tagung »Optische Technologien für die Mikrofertigung«, München

11.11.03 - U.-A. Russek
Innovative Verbindung - Grundlagen zum Laserdurchstrahlschweißen von Thermoplasten
VDI, OTK 2003 - Optische Technologien für die Kunststoffbearbeitung, München

11.11.03 - V. Kostykin
Differentialoperatoren auf Graphen
International Workshop on Spectral Problems, Humboldt Universität zu Berlin, Berlin

17.11.03 - R. Poprawe
Zukunftschancen der Optischen Technologien in NRW
Optische Technologien Zukunfts-technologie für NRW, Landtag NRW, Düsseldorf

18.11.03 - K. Bergmann
Extreme ultraviolet (XUV) for nanometer scale analysis and engineering
Nanoforum Seminar, Wien, Österreich

20.11.03 - E. W. Kreutz
Safety beim Umgang mit Ultrakurzpuls-Laserstrahlung (ps, fs)
Laser-Strahlschutzkurs für medizinische Anwendungen, Haus der Technik, Essen

20.11.03 - O. Klein
Industrielle Anwendungen der Lasermesstechnik für Prozessführung und Qualitätssicherung in der Produktion
VDI Wissensforum »Optische 3D-Messtechnik«, Magdeburg

25.11.03 - R. Poprawe
Perspektiven der Anwendung von Lasertechnik in den Life Sciences
ALSA-Seminar des LifeTec Aachen Jülich e. V., Aachen



26.11.03 - U.-A. Russek
Laser und Kunststoff - eine feste Verbindung

Aachener Laserseminare, Kunststoffbearbeitung mit Laserstrahlung: eine vielseitige Technologie, Fraunhofer ILT, Aachen

26.11.03 - A. Gillner
Laserstrahlquellen für die Kunststoffbearbeitung

Aachener Laserseminare, Kunststoffbearbeitung mit Laserstrahlung: eine vielseitige Technologie, Fraunhofer ILT, Aachen

27.11.03 - U.-A. Russek
Schweißen und Schneiden von Polymeren mit Laserstrahlung - Etabliert und trotzdem nicht abgehakt, Ideen für die Zukunft

Aachener Laserseminare, Kunststoffbearbeitung mit Laserstrahlung: eine vielseitige Technologie, Fraunhofer ILT, Aachen

27.11.03 - G. Otto
Lasereinsatz in der Verpackungstechnik - Selektive Bearbeitung führt zu neuen Produktlösungen

Aachener Laserseminare, Kunststoffbearbeitung mit Laserstrahlung: eine vielseitige Technologie, Fraunhofer ILT, Aachen

27.11.03 - A. Gillner
Strukturieren, Trennen und Modifizieren von Polymeren mit Laserstrahlung

Aachener Laserseminare, Kunststoffbearbeitung mit Laserstrahlung: eine vielseitige Technologie, Fraunhofer ILT, Aachen

27.11.03 - P. Loosen
Polymer-/Organische Laser - Potentielle Systeme und Anwendungen

Workshop PolyLas, Schloss Krickenebeck, Nettetal

03.12.03 - A. Gillner
Photonik in Life Science
Erstes Fachforum »Moderne Optische Technologien«, Regensburg

04.12.03 - V. Sturm
Stand und aktuelle Entwicklungen der Laserspektrometrie für Anwendungen in der Stahlindustrie

Stahlinstitut VDEH, Chemikerausschuss UA-Analytische Chemie, Düsseldorf

10.12.03 - J. Willach
Bohren von Metallen mit μ -Festkörperlaserstrahlung

Seminar Lasertechnik LLT, RWTH-Aachen, Aachen

17.12.03 - R. Poprawe
Perspectives of Photonics in Life Science
Philips Medical Workshop, Aachen

18.12.03 - S. Kaierle
Neue Entwicklungen in der Laser-Prozesskontrolle am Fraunhofer ILT
Seminar des AKL e.V., Aachen

07.04. - 12.04.2003

Hannover
HANNOVER MESSE 2003
Internationale Industriemesse

Teilnahme der Abteilung Mikrotechnik des Fraunhofer ILT am Gemeinschaftsstand zur Mikrotechnik des IVAM NRW e.V.

ILT-Themen: Aufbau- und Verbindungstechnik, Laser in der Kunststoff- und Papiertechnik, Life Science und Mikrostrukturierung.

19.05. - 24.05.2003

Frankfurt/Main
ACHEMA
Internationaler Ausstellungskongress für Chemische Technik, Umweltschutz und Biotechnologie

Teilnahme der Abteilung Mikrotechnik des Fraunhofer ILT im Rahmen der Gemeinschaftspräsentation »Allianz Proteinchip«.

23.06. - 26.06.2003

München
LASER World of Photonics
Internationale Fachmesse und internationaler Kongress

Teilnahme des Fraunhofer ILT am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand. ILT-Thema: Selective Laser Melting zur Produktion von Zahnersatz.

07.10. - 09.10.2003

Hannover
BIOTECHNICA
Internationale Fachmesse für Biotechnologie

Teilnahme der Abteilung Mikrotechnik des Fraunhofer ILT im Rahmen der Gemeinschaftspräsentation »Allianz Proteinchip«.

13.10. - 16.10.2003

Jacksonville, USA
ICALEO 2003
International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics

Teilnahme des vom Fraunhofer ILT initiierten European Laser Institute als Aussteller an der Vendor Session der ICALEO 2003.



11.11. - 14.11.2003

München

Productronica

Internationale Fachmesse der
Elektronik-Fertigung

Teilnahme der Abteilung Mikrotechnik
des Fraunhofer ILT.

ILT-Themen: Vorstellung der
BMBF-Projekte OPTOMAT (Optische
Technologien zur Herstellung
mikrotechnischer Produkte aus
artungleichen Materialien), KOM-
BILAS (Kombinationsverfahren zur
Herstellung keramischer und schwer
zerspanbarer Mikrokomponenten)
und MIKROTOOL (Rapid Tooling für
mikrotechnische Kunststoffbauteile).

03.12. - 06.12.2003

Frankfurt/Main

Euromold 2003

Internationale Fachmesse für
Werkzeug- und Formenbau, Design
und Produktentwicklung

Teilnahme der Abteilung Ober-
flächentechnik des Fraunhofer ILT
am Gemeinschaftsstand der Fraun-
hofer-Allianz »Rapid Prototyping«.
ILT-Themen: Selective Laser Melting
in den Bereichen Werkzeugbau,
Medizintechnik, Funktionsteile- und
Leichtbau.

**09.01.2003, Lehrstuhl für Laser-
technik LLT der RWTH Aachen**
**Vortrag im Rahmen des RWTH-
Kolloquiums Lasertechnik**
Prof. Dr. U. Kreibitz, 1. Physikalisches
Institut der RWTH Aachen, Aachen
»CLUSTER-Erzeugung mit Laser-
strahlung«

**15.01.2003, Lehrstuhl für Laser-
technik LLT der RWTH Aachen**
**Vortrag im Rahmen des RWTH-
Kolloquiums Lasertechnik**
Prof. Dr. W. Lauterborn, 3. Physi-
kalisches Institut der Universität
Göttingen, Göttingen
»Kavitation zur Modifizierung
von Materialeigenschaften«

**06.02.2003, Lehrstuhl für Laser-
technik LLT der RWTH Aachen**
**Vortrag im Rahmen des RWTH-
Kolloquiums Lasertechnik**
Dr. G. Esser, Bayerisches Laserzen-
trum GmbH, Erlangen
»Lasergestützte Erzeugung elek-
trischer Leiterstrukturen«

04.04.2003, Aachen
**10. Seminar des Ehemaligen-
clubs »Aix-Laser-People«**
des Fraunhofer ILT und des Lehr-
stuhls für Lasertechnik LLT mit Vor-
trägen von Dr. Kurt Wissenbach,
Fraunhofer ILT, zum Thema »Aktu-
elle Entwicklungen in der Ober-
flächenbearbeitung mit Lasern am
Fraunhofer ILT« und Dr. Georg
Erkens, CemeCon AG, Würselen,
über »Supernitride – Eine neue
Schichtwerkstoffklasse für die
Hochleistungserspanung«. An-
schließend fand ein Besuch der Firma
CemeCon AG in Würselen statt.

**08.05.2003, Lehrstuhl für Laser-
technik LLT der RWTH Aachen**
**Vortrag im Rahmen des RWTH-
Kolloquiums Lasertechnik**
Prof. Dr. B. Lengeler, Lehrstuhl
für Experimentalphysik II A/B RWTH
Aachen, Aachen
»Refraktive Röntgenlinsen: Eigen-
schaften und Anwendungen«

12.05.2003, Aachen
Unihits für Kids
Informationsveranstaltung des Lehr-
stuhls für Lasertechnik LLT und des
Fraunhofer ILT für Schüler der Vik-
toriaschule Aachen zu naturwissen-
schaftlichen Berufsbildern

12.05.2003, Fraunhofer FIT,
**Sankt Augustin, Vortrag im Rah-
men des Seminars »Bildgebende
Verfahren« vom Fraunhofer FIT**
**in Kooperation mit dem Fraun-
hofer ILT**
Dipl.-Phys. S. Pfeiffer, Priv.-Doz.
Dr. W. Schulz, Fraunhofer ILT
»Prozessüberwachung durch
bildgebende Verfahren«

**05.06.2003, Lehrstuhl für Laser-
technik LLT der RWTH Aachen**
**Vortrag im Rahmen des RWTH-
Kolloquiums Lasertechnik**
Prof. Dr. C. N. Afonso, Instituto
de Optica, CSIC, Madrid, Spanien
»Nanostructured thin films for
integrated photonic devices«

**12.06.2003, Lehrstuhl für Laser-
technik LLT der RWTH Aachen**
**Vortrag im Rahmen des RWTH-
Kolloquiums Lasertechnik**
Prof. Dr. B. Brenner, Fraunhofer-
Institut für Werkstoff- und Strahl-
technik IWS, Dresden
»Laserkombinationsverfahren in
Forschung und Entwicklung«

15.06. - 21.06.2003, Ven, Schweden
Bio-Photonics 03, International
Graduate Summer School
veranstaltet vom dänischen Center
for Biomedical Optics and New
Laser Systems unter Mitwirkung
des vom Fraunhofer ILT initiierten
European Laser Institute.

25.06.2003, München
11. Seminar des Ehemaligenclubs
»Aix-Laser-People«
des Fraunhofer ILT und des Lehr-
stuhls für Lasertechnik LLT mit
Podiumsdiskussion zum Thema
»Arbeiten und Leben in Frankreich«.
Die Diskussionsrunde setzte sich
aus den folgenden ehemaligen
Mitarbeitern zusammen:
- Aresh Amir-Khosrovi, ALSTOM
Management SA, Frankreich
- Dr. Wolfgang Knapp, CLFA,
Frankreich
- Dr. Christian Koerber, Kienbaum
Management Consultants GmbH,
Düsseldorf
- Jörg Smolenski, Quantel SA,
Frankreich
- Axel Bauer, Fraunhofer ILT,
Moderation



03.07.2003, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen
Vortrag im Rahmen des RWTH-Kolloquiums Lasertechnik
Prof. Dr. H. P. Strunk, Institut für Mikrocharakterisierung, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
»Laserkristallisation von Siliziumschichten«

11.07.2003, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen
Vortrag im Rahmen des RWTH-Kolloquiums Lasertechnik
Prof. Dr. R. Menzel, Lehrstuhl für Photonik, Universität Potsdam
»Verbesserung der Strahlqualität von Festkörperlaser«

14.07.2003, Aachen
Unihits für Kids
Informationsveranstaltung des Lehrstuhls für Lasertechnik LLT und des Fraunhofer ILT für Schüler des Gymnasiums Haus Overbach Jülich zu naturwissenschaftlichen Berufsbildern

31.07.2003, Institut für Geometrische und Praktische Mathematik (IGPM) der RWTH Aachen
Vortrag im Rahmen des Oberseminars vom Institut für Geometrische und Praktische Mathematik (IGPM) der RWTH Aachen in Kooperation mit dem Fraunhofer ILT und dem Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen
Dipl.-Phys. M. Nießen, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen, Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Fraunhofer ILT
»Simulation freier Randwertaufgaben und ihre Anwendung in der Lasermaterialbearbeitung«

22.09. - 26.09.2003, Les Hauts de Marquay, Frankreich
LaserAp 5, European Summer School
veranstaltet vom französischen Club Laser et Procédés unter Mitwirkung des vom Fraunhofer ILT initiierten European Laser Institute.

10.10.2003, Aachen
12. Seminar des Ehemaligenclubs »Aix-Laser-People«
des Fraunhofer ILT und des Lehrstuhls für Lasertechnik LLT mit Vorträgen von Dr. Arnold Gillner, Fraunhofer ILT, zum Thema »Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Life Science am Fraunhofer ILT« und Dipl.-Ing. Frauke Legewie, Impella CardioSystems AG, Aachen, über »Funktion und Produktion von minimal-invasiven Herz-Kreislauf-Unterstützungssystemen«. Anschließend fand zuerst eine Besichtigung des Helmholtz-Institutes (HIA) und dann ein Besuch der Fa. Impella Cardio-Systems AG statt.

12.10.2003, Fraunhofer SCAI, Schloss Birlinghofen, Bonn
Vortrag im Rahmen des MPCCI-User Forums vom Fraunhofer SCAI in Kooperation mit dem Fraunhofer ILT
Dipl.-Phys. M. Nießen, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen, Priv.-Doz. Dr. W. Schulz, Fraunhofer ILT
»Leichtbaukonzepte - Numerical simulation of free boundary problems in laser assisted manufacturing«

20.10.2003, Aachen
»Karriere mit Fraunhofer«
Veranstaltung der Aachener Fraunhofer-Institute für Lasertechnik ILT, für Molekularbiologie und angewandte Oekologie IME und für Produktionstechnologie IPT für Studenten der RWTH Aachen. Neben dem Fraunhofer-Präsident Professor Hans-Jörg Bullinger und den Institutsleitern Professor Reinhart Poprawe, Professor Rainer Fischer und Professor Fritz Klocke kamen die Nachwuchskräfte Ingomar Kellbassa vom ILT, Nicole Raven vom IME und Sebastian Schöning vom IPT sowie externe Gäste zu Wort. Zu letzteren zählten der Personalexperte Heiko Mell, der Vorsitzende des Fraunhofer-Senats und Ex-Forschungsvorstand von DaimlerChrysler Professor Klaus-Dieter Vöhringer sowie der Geschäftsführer der CEROBEAR in Herzogenrath Matthias Popp. Moderiert wurde die Veranstaltung durch den Wissenschaftsjournalisten Ranga Yogeshwar. Im Mittelpunkt standen die Berufsaussichten

von Studenten naturwissenschaftlicher und technischer Studiengänge. Über 700 Studenten nahmen an der 2-stündigen Informationsveranstaltung mit anschließendem Diskussionsforum und begleitender Ausstellung teil.

28.10.2003, Aachen
Aachener Laser Seminar »Laser in Werkzeug- und Formenbau«, Anwendungspotenzial und Praxisberichte
Seminar des Carl Hanser Verlags München in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen. Weitere Informationen unter www.aachenerlaserseminare.de.

29. - 30.10.2003, Aachen
Aachener Laser Seminar »Laserbearbeitung in der Feinwerk- und Mikrotechnik«, Fügen und Strukturieren mit Präzision
Seminar des Carl Hanser Verlags München in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen. Weitere Informationen unter www.aachenerlaserseminare.de.

26. - 27.11.2003, Aachen
Aachener Laser Seminar »Kunststoffbearbeitung mit Laserstrahlung: eine vielseitige Technologie«, Schweißen, Strukturieren, Schneiden, Beschriften
Seminar des Carl Hanser Verlags München in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen. Weitere Informationen unter www.aachenerlaserseminare.de.

27.11.2003, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen
Vortrag im Rahmen des RWTH-Kolloquiums Lasertechnik
Prof. Dr. Karsten Buse, Physikalisches Institut, Universität Bonn, Bonn
»Nichtlineare Optik für die Informations-Technik und Telekommunikation«

02.12.2003, Aachen
Unihits für Kids
Informationsveranstaltung des Lehrstuhls für Lasertechnik LLT und des Fraunhofer ILT für Schüler des Otto-Hahn-Gymnasiums Monheim zu naturwissenschaftlichen Berufsbildern

08.12.2003, Aachen
Unihits für Kids
Informationsveranstaltung des Lehrstuhls für Lasertechnik LLT und des Fraunhofer ILT für Schüler der KGS Am Römerhof Aachen zu naturwissenschaftlichen Berufsbildern

11.12.2003, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen
Vortrag im Rahmen des RWTH-Kolloquiums Lasertechnik
Dr. J. Köhler, Institut für Physikalische Elektrotechnik, Universität Stuttgart, Stuttgart
»Laserprozessieren von polykristallinem und einkristallinem Silizium«

18.12.2003, Aachen
13. Seminar des Ehemaligenclubs »Aix-Laser-People«
des Fraunhofer ILT und des Lehrstuhls für Lasertechnik LLT mit Vorträgen von Dr. Stefan Kaierle, Fraunhofer ILT, zum Thema »Neue Entwicklungen in der Laser-Prozesskontrolle am Fraunhofer ILT« und Dr. Christof Maier, Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Bonn, über »FuE für den Automobilbau bei einem Aluminium-Halbzeug-Hersteller«.



»Partner der Innovatoren« (deutsch/englisch)

Diese Broschüre vermittelt einen prägnanten Überblick über das Fraunhofer ILT. Die zusammenfassende Darstellung der am ILT durchgeführten FuE-Projekte ist ebenso Bestandteil wie ein Kurzprofil des Institutes und eine Kundenreferenzliste.

»Angebot und Ansprechpartner 2004/5« (deutsch/englisch)

Diese Broschüre vermittelt einen Überblick über das aktuelle Dienstleistungsangebot sowie die Ansprechpartner des Institutes. Die einzelnen Abteilungen des Fraunhofer ILT werden mit ihren Arbeitsschwerpunkten vorgestellt.

Jahresbericht 2003 (deutsch/englisch)

Der Jahresbericht stellt umfassend die FuE-Aktivitäten des Fraunhofer ILT für das jeweilige Geschäftsjahr dar. Listen wissenschaftlicher Publikationen und Vorträge sind ebenso enthalten wie die Aufstellungen von Patenten, Dissertationen, Tagungen und Messebeteiligungen. Die englische Version kann nur im Internet unter www.ilt.fraunhofer.de abgerufen werden.

Pressespiegel 2003

Im Pressespiegel werden die Institutsaktivitäten aus Sicht der Print-Medien dargestellt.

Tagungsband des Aachener Kolloquiums für Lasertechnik AKL'04

Im technischen Tagungsband des Aachener Kolloquiums für Lasertechnik AKL'04 (28. bis 30.04.2004) berichten 34 Laserhersteller und Anwender über neuste Entwicklungen und technologische Trends aus den Branchen optische Industrie, Automobilindustrie, metallverarbeitende Industrie, Werkzeug- und Formenbau, Elektrotechnik und Elektronik sowie Kunststoff- und Glasindustrie. Die Fallbeispiele aus der Praxis beleuchten die unterschiedlichen Laserverfahren wie Lasermesstechnik, Lasermikrotechnik, Laserstrahlschweißen

und -schneiden sowie Laseroberflächentechnik. Der Tagungsband des AKL'04 kann gegen Gebühr bei der Verlagsgesellschaft Grütter bestellt werden. Die Kontaktadresse lautet:

Verlagsgesellschaft Grütter
GmbH&Co. KG
Frau Julia Ibenthal
Lägenfeldstraße 8
30952 Ronnenberg/Empelde
Telefon: 0511/4609 -322
Fax: 0511/4609 -320

Tagungsband des Laser-Business-Tages des AKL'04

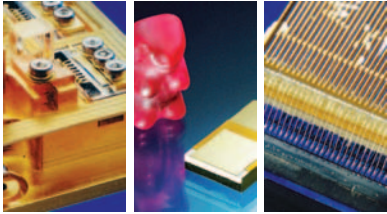
Der Tagungsband des Laser-Business-Tages, der am 28.04.04 in Aachen mit zehn Experten aus den Bereichen Finanzwesen, Technologiemarketing, Patentwesen und Unternehmensberatung stattfindet, richtet sich an Führungskräfte expandierender Technologiefirmen sowie an Unternehmensgründer. Einerseits wird ein prägnanter Überblick über Chancen und Trends der Lasertechnik in der Fertigungstechnik, in der Kommunikationstechnik und in der Medizintechnik vermittelt. Andererseits werden Aspekte, die Unternehmern in den unterschiedlichen Phasen des Wachstums begegnen, aus finanztechnischer, patentrechtlicher und marketingspezifischer Sicht beleuchtet. Der Tagungsband ist erhältlich bei:

WirtschaftsWoche Vertriebsservice
Leserservice
Postfach 37 52
90018 Nürnberg
Telefon: 0911/2748-100
Fax: 0911/2748-222
E-mail: wiwo.leserservice@vhb.de

Programm des Aachener Kolloquiums für Lasertechnik AKL'04

28. - 30. April 2004. Das Programm zum AKL'04 kann unter 0241/ 8906 -109 bzw. Fax -121 oder per Internet unter www.ilt.fraunhofer.de angefordert werden.





Hochleistungs-Diodenlaser

Fraunhofer
Institut
Lasertechnik

Fachprospekt

»Hochleistungsdiodenlaser«(deutsch)

Der Fachprospekt erläutert die unterschiedlichen Aktivitäten des Fraunhofer ILT in der Entwicklung von Hochleistungsdiodenlasern. Hierzu zählen die Auslegung spezieller Bauelemente zur Kühlung der Laser, die Konfektionierung der Diodenlaserbarren, die Charakterisierung in Burn-In-Plätzen, das optische Design und die Entwicklung kompletter Diodenlasermodule.

Fachprospekt »LASIM® - Lasersimulator für die Ausbildung« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt vermittelt einen Überblick über die Vorteile des Einsatzes von Multimedia-Software in der Ausbildung von Laserfachkräften und Studenten. Er stellt insbesondere den Einsatzbereich, die Programminhalte und die Systemanforderungen der Software LASIM® vor. Diese wurde am Fraunhofer ILT für die Ausbildung zum Laserstrahlschweißen und -schneiden entwickelt. LASIM® ist auf einer CD-Rom mit entsprechender Programmanleitung über das Fraunhofer ILT zu beziehen.

Fachprospekt »Lasertechnik für die Oberflächenmodifikation und das Umformen« (deutsch)

Der Fachprospekt vermittelt einen Überblick über den Einsatz des Lasers zum Umformen und zur Modifikation von Oberflächen. Hierzu zählen Verfahren wie das Entgraten und das formgebende Schmelzen, das Polieren, das Aufrauen, das Strukturieren und Aktivieren, das Rekristallisieren, das Glühen sowie das Feinperlitisieren.

Fachprospekt »Lasertechnik für den Verschleiß- und Korrosionsschutz« (deutsch)

Verschleiß- und Korrosionsschutz kann durch unterschiedliche Laserverfahren erzeugt werden. Der Fachprospekt gibt einen Einblick in Verfahren wie martensitisches Randschichthärten, Umschmelzen, Auftragschweißen, Legieren und Dispergieren.

Fachprospekt »Laserstrahlauftragschweißen« (deutsch)

Im Fachprospekt werden sowohl das Verfahren als auch die Systemtechnik zum Laserstrahlauftragschweißen vorgestellt. Auch die Unterschiede der hierzu einzusetzenden Pulverzufuhrdüsen werden erläutert.

Fachprospekt »Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing für Metallbauteile«(deutsch)

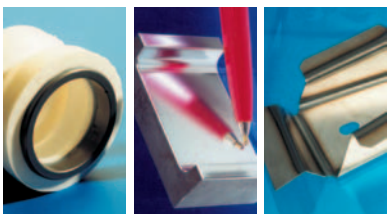
Der Fachprospekt erläutert das am Fraunhofer ILT entwickelte Verfahren des Selective Laser Melting, mit dem komplexe metallische Bauteile direkt aus 3-D-CAD Daten hergestellt werden. Auch die Anwendungsfelder des Laserstrahlgenerierens werden vorgestellt.

Fachprospekt »Reinigen mit Laserstrahlung« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt erläutert die Anwendungsmöglichkeiten des Laserstrahlreinigens.

Fachprospekt »Laser in der Mikrostrukturierungstechnik« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt erläutert Verfahren wie das Laserabtragen, das Präzisionsschneiden, das Bohren und das laserunterstützte Mikroumformen.



Lasertechnik für die Oberflächenmodifikation und das Umformen

Fraunhofer
Institut
Lasertechnik



Fachprospekt »Laser in der Aufbau- und Verbindungstechnik« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt gibt einen Überblick über den Einsatz der Lasertechnik in der Aufbau- und Verbindungstechnik. So werden beispielsweise Mikrofügeverfahren, wie das Laserstrahlbünden und das Laserstrahllöten, erläutert.

Fachprospekt »Laser in der Kunststoff- und Papiertechnik« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt erläutert den Einsatz des Lasers zur Bearbeitung von Kunststoffen, Verbundwerkstoffen sowie von Papier und Glas.

Fachprospekt »Laser in Life Science« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt verdeutlicht den Einsatz des Lasers in der Medizintechnik. Auch wird die Laserstrahlung als Werkzeug in der Mikroreaktionstechnik und der Biotechnologie vorgestellt.

Fachprospekt »Werkstoffanalyse und Verwehlungsprüfung mit Laserstrahlung« (deutsch/englisch)

Der Fachprospekt stellt die am Fraunhofer ILT entwickelten Verfahren und Systeme zur Analyse der Zusammensetzung von Werkstoffen mit Laserstrahlung vor. Die Eingangsprüfung von unterschiedlichen Materialien, die Verwehlungsprüfung, das Sortieren von Werkstoffen, sowie die Online-Analyse von Schmelzen sind Aufgaben, die mit dem Laser schnell und zuverlässig erledigt werden können.

Fachprospekt »Oberflächen- und Schichtanalyse« (deutsch)

Der Fachprospekt vermittelt einen Überblick über die am Fraunhofer ILT und am Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen vorhandenen Messmethoden zur Oberflächenanalyse. Hierzu zählen verschiedene Spektroskopieverfahren, die Ellipsometrie und metallographische Messmethoden.

Informationsbroschüre »Laser Region Aachen« (deutsch/englisch)

Diese Broschüre wurde von der Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologie mbH AGIT in enger Kooperation mit dem Fraunhofer ILT herausgegeben und vermittelt einen Überblick über die Laseraktivitäten in der Aachener Region sowie die zentralen Akteure in Industrie, Wissenschaft und Dienstleistungssektor.

Informationsbroschüre »kompetenznetze.de« (deutsch/englisch)

Kompetenznetze.de ist eine Initiative des BMBF und wird als Instrument für internationales Standortmarketing durch Präsentation der kompetentesten Technologie-Netze in Deutschland genutzt. Die Internet Plattform www.kompetenznetze.de bietet eine attraktive Recherchenquelle und Kommunikationsplattform für Informations- und Kooperationssuchende im In- und Ausland.

Informationsbroschüre »European Laser Institute ELI« (englisch)

Die Informationsbroschüre stellt das vom Fraunhofer ILT koordinierte europäische Netzwerk anerkannter FuE Laserzentren vor. Diese haben sich zum Ziel gesetzt, das in Europa vorhandene Laser-Know-how Interessenten aus Industrie und Wissenschaft zur Verfügung zu stellen. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission gefördert. Weitere Informationen hierzu sind unter www.europeanlaserinstitute.org zu finden.

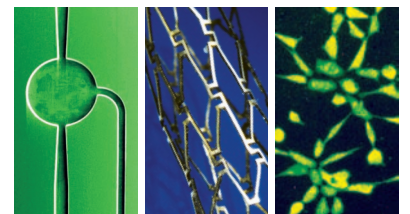
Produkt- und Projekthandzettel

Die Projektdarstellungen aus den Jahresberichten des Fraunhofer ILT sowie gesonderte Produktinformationen können über die Internet-Seiten www.ilt.fraunhofer.de heruntergeladen werden.



Laser in der Kunststoff- und Papiertechnik

Fraunhofer
Institut
Lasertechnik



Laser in Life Science

Fraunhofer
Institut
Lasertechnik



Videofilm »Laser - das besondere Licht für die Materialbearbeitung« (deutsch/englisch)

Dieser Lehrfilm ist 1997 von der Bergischen Universität Wuppertal in Zusammenarbeit mit dem VDI-Technologiezentrum Düsseldorf, dem Fraunhofer ILT und weiteren Laserzentren und -firmen produziert und im Jahr 2000 neu aufgelegt worden. Er liefert einen Überblick über alle wichtigen Laserbearbeitungsverfahren und ist speziell zur Intensivierung der Lehre an Hochschulen, Fachhochschulen, Berufsakademien und zur innerbetrieblichen Schulung konzipiert. Dies trifft insbesondere auf fertigungstechnische Studiengänge und Ausbildungsbereiche zu. Der Videofilm hat eine Dauer von 42 Minuten und ist in Deutsch und Englisch bei der Bergischen Universität Wuppertal, Fachbereich D, Abteilung Maschinenbau erhältlich.

Ansprechpartner:

Prof. Helmut Richter
Telefon: 0202/439 -2042
richterh@uni-wuppertal.de

CD-Rom »Lasertechnik« (deutsch)

Die CD-Rom ist eine Sammlung von Grafiken, Bildern und Videos der Vorlesungen Lasertechnik I + II von Prof. Dr. rer. nat. Reinhart Poprawe M.A. und wurde 2003 in neuer überarbeiteter Version produziert.

Sie wurde vom Lehrstuhl für Lasertechnik LLT in der Fakultät Maschinenwesen der RWTH Aachen in enger Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT erstellt.

Inhalt sind die Grundlagen der Lasertechnik sowie die physikalischen und technischen Prozesse für moderne Fertigungsverfahren. Darüber hinaus wird an zahlreichen Beispielen zu Lasern und industriellen Anwendungen der heutige Stand der wirtschaftlichen Nutzung demonstriert.

Die Darstellungen können einzeln über das mitgelieferte Programm Acrobat Reader 5.0 auf handelsüblichen PCs aufgerufen werden. Systemvoraussetzungen sind: Microsoft Windows 95 OSR 2.0, Windows 98 SE, Windows Millennium Edition, Windows NT 4.0 mit Service Pack, Windows 2000, Windows XP und MacOSX (64 MB Ram Arbeitsspeicher sowie 30 MB freier Festplattenspeicher).

Das Ausdrucken und Verwerten der unveränderten Grafiken und Bilder ist ausschließlich zu Lehrzwecken gestattet.

Weitere Informationen und Bestellzettel zur CD-Rom »Lasertechnik« erhalten Sie über den Arbeitskreis Lasertechnik e.V., Steinbachstraße 15, 52074 Aachen.

Ansprechpartnerin:

Diana Heinrichs
Telefon: 0241/8906 -122
Fax: 0241/8906 -112
diana.heinrichs@ilt.fraunhofer.de





Multimedia-Software LASIM® (deutsch/englisch)

LASIM® ist ein Multimedia-Lernprogramm für die Ausbildung im Bereich des Laserstrahlschneidens und -schweißens. Die Kombination von Text, Bild, Ton und Animation in Form von Multimedia-Software eröffnet neue Horizonte in der Ausbildung von Laseranwendern. Im theoretischen Teil der Lehrgänge werden komplizierte Prozesse und Verfahrensmodelle anschaulich dargestellt. Dies trägt zu einem besseren Verständnis des Lehrstoffes bei. Im praktischen Teil der Ausbildung können zahlreiche Versuche durch Simulationen ersetzt werden. Der Anwender kann per Multimedia selbstständig die Verfahrensparameter einstellen, ohne Störungen am realen Lasersystem zu verursachen.

Durch das Einrichten mehrerer Computerarbeitsplätze kann der personelle Betreuungsaufwand auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß reduziert werden. Darüber hinaus eignen sich Multimedia-Programme für das Selbststudium. Der Laseranwender kann jederzeit Versuche an einer virtuellen Anlage durchführen.

Die Multimedia-Technik ergänzt in idealer Weise die praktische Ausbildung am realen Lasersystem. In der Anfangsphase werden die Übungen zum Verständnis der grundlegenden Zusammenhänge am Computer durchgeführt. In der darauf folgenden Phase kann der Anwender seine erworbenen Kenntnisse zur Lösung konkreter Probleme am realen Lasersystem einsetzen.

Die Vorteile des Einsatzes von Multimedia-Software zur Ausbildung von Fachkräften und Studenten liegen auf der Hand:

- Visualisierung komplexer Zusammenhänge und Verfahrensabläufe
- Simulation eines realen Laserarbeitsplatzes
- Durchführung von Versuchen an virtuellen Anlagen mit Ergebnisauswertung
- unbegrenzte Verfügbarkeit und risikolose Fehlbedienung
- geringer Betreuungsaufwand und Eignung zum Selbststudium
- interaktive theoretische und praktische Übungen zur Festigung des Lehrstoffes

Die Software LASIM® ist in Deutsch und Englisch über das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT erhältlich. Aktuelle Informationen und Bestellzettel zu LASIM® können über die Internet-Seiten www.ilt.fraunhofer.de abgerufen werden.

Ansprechpartner für weitere Informationen zu LASIM®:
Dr. Dirk Petring
Telefon: 0241/8906 -210
Fax: 0241/8906 -121
dirk.petring@ilt.fraunhofer.de





Wenn Sie mehr Informationen über die Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT wünschen, können Sie unseren Internet-Service unter www.ilt.fraunhofer.de nutzen. Sie können das Informationsmaterial ebenfalls mit Hilfe des vorliegenden ausgefüllten Abschnitts anfordern.

Broschüre: »Partner der Innovatoren«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

☐ **Broschüre: »Angebot und Ansprechpartner 2004/5«**
(deutsch/englisch)

☐ **Jahresbericht 2003**
deutsch
(englische Version nur online unter www.ilt.fraunhofer.de verfügbar)

☐ **Jahresbericht 2002**
deutsch
(englische Version nur online unter www.ilt.fraunhofer.de verfügbar)

☐ **Jahresbericht 2001**
deutsch
(englische Version nur online unter www.ilt.fraunhofer.de verfügbar)

☐ **Jahresbericht 2000**
deutsch
(englische Version nur online unter www.ilt.fraunhofer.de verfügbar)

☐ **Pressespiegel 2004**

☐ **Pressespiegel 2003**

☐ **Pressespiegel 2002**

☐ **Pressespiegel 2001**

☐ **Bestellformular für den Tagungsband des Aachener Kolloquiums für Lasertechnik AKL'04** (deutsch)

☐ **Bestellformular für den Tagungsband des Laser-Business-Tages des AKL'04** (deutsch)

☐ **Bestellformular für den Tagungsband des Aachener Kolloquiums für Lasertechnik AKL 2002** (deutsch)

☐ **Bestellformular für den Tagungsband des Laser-Business-Tages des AKL 2002** (deutsch)

☐ **Fachprospekt:**
»Hochleistungsdiodenlaser«
(deutsch)

Fachprospekt:
»LASIM® - Lasersimulator für die Ausbildung«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

☐ **Fachprospekt:**
»Lasertechnik für die Oberflächenmodifikation und das Umformen«
(deutsch)

☐ **Fachprospekt:**
»Lasertechnik für den Verschleiß- und Korrosionsschutz« (deutsch)

☐ **Fachprospekt:**
»Laserstrahlauftragschweißen«
(deutsch)

☐ **Fachprospekt:**
»Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing für Metallbauteile«
(deutsch)

Fachprospekt:
»Reinigen mit Laserstrahlung«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

Fachprospekt:
»Laser in der Mikrostrukturierungstechnik«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

Fachprospekt:
»Laser in der Aufbau- und Verbindungstechnik«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

Fachprospekt:
»Laser in der Kunststoff- und Papierindustrie«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

Fachprospekt:
»Laser in Life Science«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

Fachprospekt:
»Werkstoffanalyse und Verwechslungsprüfung mit Laserstrahlung«

- ☐ deutsch
- ☐ englisch

☐ **Fachprospekt:**
»Oberflächen- und Schichtanalyse« (deutsch)

☐ **Informationsbroschüre**
»Laser Region Aachen«
(deutsch/englisch)

☐ **Informationsbroschüre**
»kompetenznetze.de«
(deutsch/englisch)

Bestellformular zur Multimedia-Software LASIM®

- ☐ deutsch (auch online verfügbar unter www.ilt.fraunhofer.de)
- ☐ englisch (auch online verfügbar unter www.ilt.fraunhofer.de)

☐ **Bestellformular zur CD-Rom**
»Lasertechnik« (deutsch)



Absender

Name, Vorname

Firma

Abteilung

Straße

PLZ/Ort

Telefon

Fax

E-mail

Fraunhofer-Institut
für Lasertechnik ILT

Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Fax: +49 (0) 241 / 8906 -121

Impressum

Redaktion

Dipl.-Phys. Axel Bauer (verantw.)
Stefanie Flock

Gestaltung und Produktion

Dipl.-Des. Andrea Croll

Druck

Rhiem Druck GmbH, Voerde

Papier

Dieser Jahresbericht wurde auf
umweltfreundlichem, da chlor- und
säurefrei gebleichtem Papier gedruckt.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Axel Bauer
Telefon: +49 (0) 241 / 8906 -194
Fax: +49 (0) 241 / 8906 -121
axel.bauer@ilt.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck nur mit schriftlicher
Genehmigung der Redaktion.

© Fraunhofer-Institut
für Lasertechnik ILT, Aachen 2004