

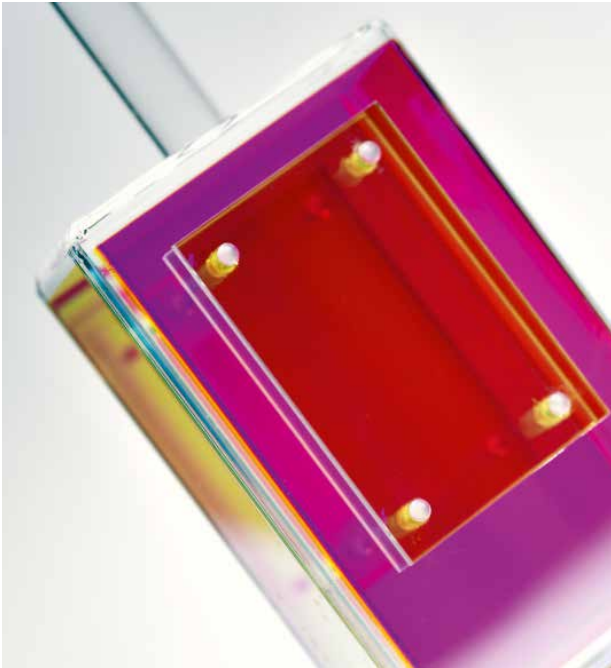
JAHRBUCH 2019

research | development | consulting



JAHRBUCH 2019

research | development | consulting



DAS LZH IM FOKUS

Rückblick auf das Jahr 2019	4
Das Jahr in Kürze	7
Niedersachsen ADDITIV	14

DAS LZH – AUFBAU UND FAKTEN

Profil	15
Organisation	16
Organisationsstruktur	16
Mitglieder	16
Aufsichtsrat	16
Vorstand	17
Wissenschaftliches Direktorium	18
Industriebeirat	18
Fachabteilungen	19
Abteilungsleiter	19
Das LZH in Zahlen	20
Umsatzentwicklung	20
Gliederung der Einnahmen	21
Personalentwicklung	21

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Abteilung Laserkomponenten	22
Abteilung Laserentwicklung	25
Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik	28
Abteilung Produktions- und Systemtechnik	31
Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik	34
Geschäftsfelder	37
Additive Fertigung	37
Medizintechnik	38
Weltraumtechnik	39
Akademische Arbeiten	40

NACHWUCHSFÖRDERUNG UND WEITERBILDUNG

Nachwuchsförderung	41
Ausbildung	41
LZH Laser Akademie	42
Vorlesungen und Seminare	43

VERANSTALTUNGEN UND MESSEN

Veranstaltungen	44
Messeteilnahmen	48

VERÖFFENTLICHUNGEN

Abteilung Laserkomponenten	50
Abteilung Laserentwicklung	50
Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik	54
Abteilung Produktions- und Systemtechnik	54
Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik	56

DIENTSTLEISTUNGEN

SERVICE-ABTEILUNGEN

Kommunikation	60
Technische Dienste	60
Verwaltung	60

EXZELLENT FORSCHUNG IN HANNOVER

DAS LZH IM FOKUS

Rückblick auf das Jahr 2019

Handelskonflikte, Brexit sowie schwache bis negative Wachstumsraten in wichtigen Abnehmerbranchen belasteten die Konjunktur im abgelaufenen Jahr – erfreulicherweise bisher ohne unmittelbare Konsequenzen für das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH). Die Einnahmen aus der industriellen Auftragsforschung lagen aufgrund der Nachfrage nach vermarktungsfähigen Innovationen über dem hochgesteckten Jahresziel 2019. Wirtschaftspolitisch betrachtet hat das LZH durch viele erfolgreiche Kooperationsprojekte – vorzugsweise mit Partnern aus der niedersächsischen und deutschen Industrie – für die internationale Wettbewerbsfähigkeit und zum Erhalt von Arbeitsplätzen signifikante Beiträge geleistet.

LZH – Digitaler Ort Niedersachsen

Ein „Dauerbrenner“ in der öffentlichen Diskussion ist der digitale Wandel. Die technologischen Entwicklungen sind rasant und verändern die Art, wie wir kommunizieren, arbeiten, lernen und leben. Für die Aktivitäten im Bereich „Laser für die Digitalisierung“ im Zusammenhang mit Niedersachsen ADDITIV wurde am 08. August 2019 von Stefan Muhle, Staatssekretär im Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, die Auszeichnung „Digitaler Ort Niedersachsen“ an das Laser Zentrum Hannover e.V. verliehen. Die Auszeichnung wird an Einrichtungen und Firmen verliehen, die sich durch ihr Engagement besonders für das Gelingen der Digitalisierung in Niedersachsen verdient machen.



„Laser versus Unkraut“ auf der AGRITECHNICA

Wie kann eine Green Economy in Deutschland gestaltet werden? Beispielsweise wünschen sich immer mehr Verbraucherinnen und Verbraucher weniger Herbizid-belastete Lebensmittel. Mit „Laser versus Unkraut“ zeigte sich das LZH vom 10. bis 16. November 2019 erstmalig auf der Weltleitmesse für Landtechnik AGRITECHNICA in Hannover. Die AGRITECHNICA ist das Schaufenster der globalen Landtechnikindustrie und Forum für die Zukunftsfragen der Pflanzenproduktion. Das Interesse an dem innovativen Ansatz der herbizidfreien Unkrautbekämpfung mit Lasertechnologie war beachtlich. Das LZH setzt bei Agrar 4.0 auf die kontaktfreie, optische Wechselwirkung von Licht mit biologischem Material: Mit Kameras und spezieller Software können Unkräuter von Nutzpflanzen sicher unterschieden werden. Das ist die Grundlage, um mithilfe von Laserstrahlung Unkräuter präzise zu schädigen und so den Nutzpflanzen zum entscheidenden Wuchsvorteil zu verhelfen. Erste Einsatzgebiete dieser neuen Technologie sind Kulturpflanzen mit hoher Wertschöpfung im ökologischen Anbau wie Möhren, Zuckerrüben und Zwiebeln.



Weltkriegs-Blindgänger mit Lasertechnologie sicherer entschärfen

Bislang unentdeckte Blindgänger aus dem Zweiten Weltkrieg werden immer gefährlicher, je länger sie im Boden liegen. Dem LZH ist in einem Feldversuch erstmalig gelungen, einen Blindgänger mit Lasertechnologie zu entschärfen. Dabei wird im ersten Schritt mit einem Zwei-Kilowatt-Faserlaser eine Nut in die Bombenhülle eingebracht. Danach wird im zweiten Schritt der Sprengstoff kontrolliert zur Deflagration gebracht. Im Gegensatz zu einer Detonation entsteht bei der Deflagration eine schwächere Druckwelle und der Sprengstoff wird nur zu einem geringen Teil umgesetzt – das ist sicherer als eine kontrollierte Sprengung des Blindgängers.

Die Zukunft der Optikfertigung

Am 19. November 2019 präsentierte Niedersachsen ADDITIV „GROTESK – Die Zukunft der Optikfertigung“. Dabei stellten die vier Partner im Innovationsverbund „GROTESK – Generative Fertigung optischer, thermaler und struktureller Komponenten“ Forschungsansätze vor, mit denen sich optische Systeme zukünftig vollkommen anders produzieren lassen. Optische Systeme bauen mittels 3D-Druck – das ist das Ziel des Teams von der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, vom Clausthaler Zentrum für Materialtechnik, der Hochschule Hannover und vom LZH.

Spitzenforschung in Exzellenzclustern und Sonderforschungsbereichen

Das LZH ist seit letztem Jahr an zwei der von der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover (LUH) beantragten und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligten Exzellenzclustern beteiligt – PhoenixD und QuantumFrontiers. Arbeitsgruppen unter Beteiligung des LZH haben ihre Tätigkeit aufgenommen. Anspruch des LZH ist dabei, die Photonikforschung voranzutreiben und Neuerungen aus den Exzellenzclustern schneller in die Wirtschaft und das alltägliche Leben zu bringen.

Die wissenschaftliche Exzellenz des Laser Zentrum Hannover e.V. spiegelt sich auch in der Beteiligung am neuen Sonderforschungsbereich „Sauerstofffreie Produktion“ unter Federführung des Instituts für Werkstoffkunde der LUH wider. Wie auch in der Mitarbeit am Sonderforschungsbereich „Tailored Forming“, der im Juli 2019 in die zweite Förderperiode gegangen ist.

Das LZH im Weltraum und auf der IdeenExpo

Internationale Raumfahrtorganisationen und Firmen planen nicht nur die weitere Erkundung, sondern auch die Besiedlung des Weltraums. Der Mond ist dabei als Forschungsstation und Ausgangsbasis für weitere Expeditionen von großer Bedeutung. Mit dem ehrgeizigen Projekt MOONRISE haben sich das LZH und das Institut für Raumfahrtsysteme (IRAS) der Technischen Universität Braunschweig das Ziel gesetzt, mit einem Laser Mondstaub zu schmelzen, um ihn als Baumaterial nutzbar zu machen.

MOONRISE „live“ konnten Besucherinnen und Besucher auf der IdeenExpo 2019 am Stand des LZH erleben und schon einmal ein Mondfahrzeug über eine Mondlandschaft steuern. Hier auch das Ziel: Ein Laser soll an einem geeigneten Zielort Mondstaub zu Straßen und Bausteinen aufschmelzen. Wer Rover und Laser an den Zielort brachte, wurde mit einem Foto-Andenken an seine Mondmission belohnt. Ein toller Spaß für Jung und Alt.

Additive Fertigung unter Bedingungen der Schwerelosigkeit

Vier Sekunden lang in Schwerelosigkeit experimentieren – und bis zu 300 Mal pro Tag: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Hannover Institute of Technology (HiTec) der Leibniz Universität Hannover realisieren Weltraumbedingungen auf der Erde. Diese eröffnen neue Möglichkeiten für Forscher weltweit. Nach der Inbetriebnahme des Einsteinelevators im HiTec geht es für das LZH beispielsweise darum, mit dem weltweit einzigartigen Fallturm-Konzept zu erforschen, wie sich Additive Fertigung in der Raumfahrt, also unter Schwerelosigkeit, einsetzen lässt. Das bietet völlig neue Chancen für künftige Weltraummissionen.

Trauer um Professor Heinz Haferkamp

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Dr. med. h. c. Heinz Haferkamp ist am 14. Juli 2019 im Alter von 86 Jahren gestorben. Als einer von drei Gründungsvätern rief Prof. Heinz Haferkamp das LZH mit ins Leben und prägte es nachhaltig. Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre mit dem Jahrbuch 2019. Alle hier beschriebenen Entwicklungen und die angestrebten Ziele wären nicht erreichbar ohne die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die unermüdlich für den Erfolg des Laser Zentrum Hannover e.V. arbeiten. Ihnen allen danken wir an dieser Stelle sehr herzlich. Unseren Geschäftspartnern danken wir auch in diesem Jahr für das entgegengebrachte Vertrauen sowie Ehemaligen, Freunden und Förderern für ihre Unterstützung und Anregungen zum Wohle des Instituts.



Dr. rer. nat. Dietmar Kracht

Wissenschaftlich-Technischer
Geschäftsführer LZH



Dr.-Ing. Stefan Kaierle

Wissenschaftlich-Technischer
Geschäftsführer LZH



Dipl.-Verw. (FH) Klaus Ulbrich

Kaufmännischer
Geschäftsführer LZH



Preisverleihung „Digitaler Ort Niedersachsen“. [Foto: LZH]

DAS JAHR IN KÜRZE

Effizienter Reaktorrückbau durch Laserstrahlschneiden?

24.01.2019

Lässt sich das Laserstrahlschneiden unter Wasser für den effizienten Reaktorrückbau einsetzen? Dieser Frage wollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des LZH im Rahmen des Projekts AZULa nachgehen. In einer Machbarkeitsstudie entwickeln sie einen Laserstrahlschneidprozess und konstruieren einen kompakten Schneidkopf für den Einsatz in einer radiologisch aktivierten und kontaminierten Umgebung unter Wasser.

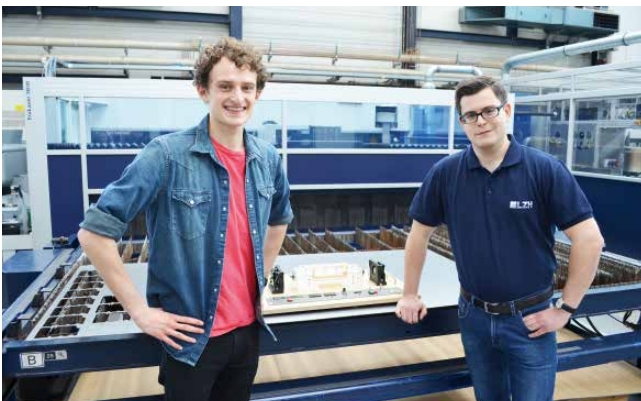


Das Laserschneiden unter Wasser bietet enormes Potential für den Rückbau von Reaktorbehältern. (Foto: LZH)

Checker Julian vom KIKA beim LZH

05.02.2019

Zwei spannende Drehtage verbrachten Checker Julian und sein Team vom KIKA am LZH. Dabei gingen sie unter anderem der Frage „Was ist eigentlich ein Laser?“ nach. Die Antwort und weitere interessante Einblicke in die Welt der Laser gibt es nun in der Sendung „Der Laser Check“. Die Folge ist unter anderem in der ARD-Mediathek zu finden.



Checker Julian (links) ließ sich für den „Laser Check“ von LZH-Mitarbeiter Marius erklären, was ein Laser ist und was er alles kann. (Foto: LZH)

Alterssichtigkeit mit dem Laser korrigieren

05.02.2019

Alterssichtigkeit (Presbyopie) und Hornhautverkrümmung (Astigmatismus) sind weit verbreitet. Damit die Brille nicht zwangsläufig notwendig wird, hat das LZH gemeinsam mit zwei Projektpartnern ein virtuelles Augenmodell entwickelt. Mit diesem kann eine Augenoperation simuliert werden. Bei der sogenannten fs-Lentotomie wird die Augenlinse durch Mikroschnitte mit einem Femtosekundenlaser wieder flexibler gemacht, bei der fs-Keratotomie wird die Hornhautverkrümmung durch gezielt gesetzte Schnitte ausgeglichen. Langfristiges Ziel ist, schonende Operationsmethoden zu entwickeln und klinische durch virtuelle Studien zu ersetzen.



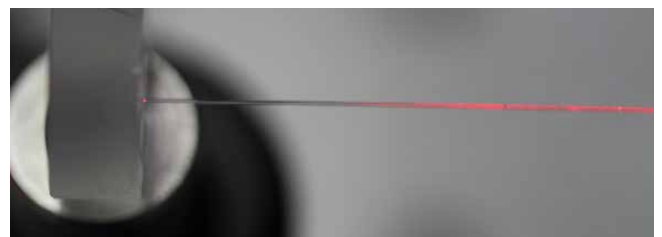
Um Augen-Operationen zukünftig besser vorhersagen zu können, haben Wissenschaftler/-innen am LZH sowohl ein Mechanik- als auch ein Optikmodell des Auges entwickelt. (Foto: LZH)

Neue Faserkomponenten

verbessern industrielle Fertigung

20.02.2019

Produktionsprozesse flexibler und effizienter gestalten: Das LZH entwickelte im BMBF-Projekt PROLASE langzeitstabile und kostengünstige Faserkomponenten zur sicheren Abführung von hohen optischen Verlustleistungen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am LZH haben ein laserbasiertes Verfahren entwickelt, bei dem die Glasfaseroberfläche des Mantels mit einem CO₂-Laser strukturiert wird. Im Vergleich zu bisher eingesetzten Ätzverfahren ist das Verfahren schneller und eignet sich für Laserstrahlung aller Wellenlängen auch bei hohen Leistungen.



An ein Quarzglassubstrat gefügtes Glasfaserende mit integriertem Mantelmodenabstreifer. (Foto: LZH)

**Forschung für die digitale Fertigung
in Niedersachsen –
Stefan Muhle zu Besuch im LZH**

28.02.2019

Die Möglichkeiten der Digitalisierung für Forschung, Fertigung und Industrie in Niedersachsen standen im Fokus des Besuchs von Stefan Muhle, Staatssekretär für Digitalisierung im Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung (MW), im LZH. Bei seinem Besuch im LZH informierte sich Stefan Muhle sowohl über das LZH als Innovations-träger als auch über die etablierten Angebote von Niedersachsen ADDITIV.



Stefan Muhle, Staatssekretär im Niedersächsischen Wirtschaftsministerium (rechts), mit Dr.-Ing. Stefan Kaierle, Geschäftsführender Vorstand, im Additiv-Bereich des LZH. (Foto: LZH)

**Digitalisierung für Niedersachsen –
Wirtschaftsminister Dr. Bernd Althusmann
besucht LZH**

10.04.2019

Für eine funktionierende digitale Produktion müssen Schnittstellen zwischen analoger und digitaler Welt überbrückt werden. Wie das LZH diese Herausforderungen angehen wird, darüber informierte sich der Niedersächsische Minister für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung Dr. Bernd Althusmann bei einem Besuch im Forschungszentrum.



Der niedersächsische Wirtschaftsminister Dr. Bernd Althusmann (rechts) bei seinem Besuch im LZH zusammen mit Dr. Dietmar Kracht, Geschäftsführender Vorstand. (Foto: LZH)

**Dr. Jürgen Ulderup Preis
für Fabian Kranert**

17.04.2019

Fabian Kranert erhält als einer von 14 Absolventen der Fakultät Maschinenbau in Hannover den Dr. Jürgen Ulderup Preis. Der Preis wurde ihm für besonders gute Leistungen und eine kurze Studiendauer verliehen. Fabian Kranert hatte seine Masterarbeit am LZH angefertigt und ist nun als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Laserentwicklung tätig.



Die Preisträger/-innen des Dr. Jürgen Ulderup Preis 2019, Fabian Kranert: hintere Reihe rechts. (Foto: Daniel Meier/DR. JÜRGEN UND IRMGARD ULDERUP STIFTUNG)

**Zu 100 Prozent empfohlen:
Das Niedersachsen-Technikum am LZH**

30.04.2019

Für Tabea Karg und Linda Thies steht nach sechs Monaten am LZH fest: Das Niedersachsen-Technikum würden sie allen (Fach-)Abiturientinnen mit Interesse an den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) weiterempfehlen.



Linda Thies (links) und Tabea Karg (rechts) absolvierten ihr Niedersachsen-Technikum am LZH. (Foto: LZH)

Schergewicht im Leichtbau: Stahl-Aluminium Laserschweißen für den Schiffbau

27.05.2019

Leichtbau mit Stahl-Aluminium-Mischverbindungen ist im Automobilbau bereits ein großes Thema. Um in der Schifffahrt den Kraftstoffverbrauch und den Kohlenstoffdioxid-Ausstoß zu reduzieren, finden auch im Schiffbau solche Mischverbindungen vermehrt Anwendung. Bei diesen kommen jedoch gänzlich andere Materialstärken als sonst zum Tragen. Das LZH hat im Verbundprojekt LaSAAS zusammen mit seinen Partnern einen laserbasierten Fügeprozess für dicke Mischverbindungen entwickelt.



Laserschweißen von Stahl an Aluminium mit hohen Blechstärken für den Schiffbau. (Foto: LZH)

MOONRISE: 3D-Druck auf den Mond bringen / Mit dem Laser Mondstaub schmelzen

28.05.2019

Der Mond – Erdtrabant, erster Wegposten auf dem Weg zu anderen Planeten, für die Weltraumforschung von enormer Bedeutung: Mit dem ehrgeizigen Projekt MOONRISE haben sich das LZH und das Institut für Raumfahrtssysteme (IRAS) der Technischen Universität Braunschweig das Ziel gesetzt, mit einem Laser Mondstaub zu schmelzen, um ihn als Baumaterial nutzbar zu machen. Ein Lasersystem, das nicht mehr als drei Kilogramm wiegt und das Volumen einer großen Saftpackung hat, soll lokal auf dem Mond vorhandene Rohstoffe zielgerichtet aufschmelzen und später in vielseitige Strukturen umwandeln.



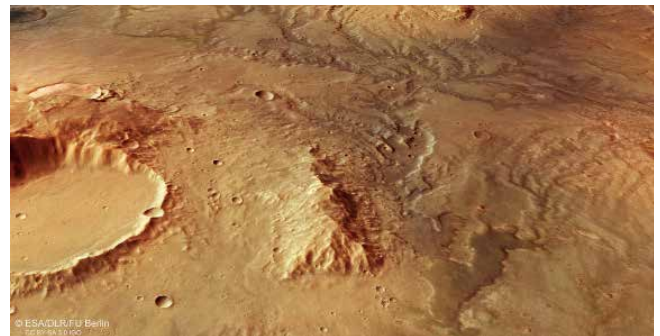
Die MOONRISE-Technologie im Einsatz auf dem Mond. Links eine Mondlandefähre, rechts der Rover mit angeschaltetem Laser beim Aufschmelzen von Mondstaub. (Grafik: LZH)

MOMA-Laser in Analytical Lab Drawer integriert

04.06.2019

Der Analytical Lab Drawer (ALD), die „Laborschublade“, des Rovers für die ExoMars 2020 Mission der European Space Agency (ESA) ist nun vollständig von Thales Alenia Space, Turin, zusammengebaut und getestet. Der Laser des LZH ist ein zentraler Bestandteil des Messinstruments Mars Organic Molecule Analyser (MOMA), der mit in der ALD verbaut ist.

Im nächsten Schritt wird der ALD nun in den Rover „Rosalind Franklin“ integriert. Der Rover wird von Airbus Defense and Space, GB, gestellt. Mit einem Bohrer soll der Rover Proben aus dem Boden holen. Diese sollen dann durch die ALD auf Biomarker untersucht werden, welche Hinweise auf früheres Leben auf dem Mars wären.



Die Oberfläche des Mars. (Foto: ESA/DLR/FU Berlin)

Mobiles Lasergerät für die Unfallrettung

12.06.2019

Moderne Werkstoffe verleihen Fahrgastzellen einen hohen Sicherheitsstandard. Einziger Nachteil: Mit konventionellen Rettungsmitteln lassen sich die Karosserieteile im Notfall nicht immer schnell genug durchtrennen. Abhilfe wollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des LZH mit einem mobilen Lasergerät für komplexe Unfallszenarien schaffen.



Der handgeführte Laserbearbeitungskopf hilft, Fahrzeuge zügig und sicher aufzutrennen. (Foto: LZH)

Dr.-Ing. Peter Jäschke
neuer Abteilungsleiter am LZH

20.06.2019

Dr.-Ing. Peter Jäschke übernimmt zum 01. Juli 2019 die Leitung der Abteilung Produktions- und Systemtechnik des LZH. Seine Hauptforschungsgebiete sind die Bearbeitung von Kunststoff und Faserverbundwerkstoffen. Er folgt damit auf Dr.-Ing. Oliver Suttman, der in die Industrie wechselt. Die Leitung der Gruppe Verbundwerkstoffe übernimmt Dipl.-Ing. Verena Wippo, die bereits seit 2011 in der Gruppe als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig ist.



Dr.-Ing. Peter Jäschke, neuer Abteilungsleiter am LZH, zusammen mit der neuen Gruppenleiterin Verbundwerkstoffe, Verena Wippo. (Foto: LZH)

WLT-Preis für Dr. Michael Steinke

24.06.2019

Dr. Michael Steinke, ehemaliger Leiter der Gruppe Faseroptik am LZH, wurde mit dem WLT-Preis der Wissenschaftlichen Gesellschaft Lasertechnik e.V. (WLT) ausgezeichnet. Die feierliche Übergabe des jährlich verliehenen Preises fand im Rahmen der Konferenz Lasers in Manufacturing (LiM) 2019 in München statt.



Prof. Dr.-Ing Michael Schmidt (links), Präsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft Lasertechnik e.V. (WLT), überreicht den WLT-Preis an Dr. Michael Steinke für seine Arbeiten am LZH. (Foto: LZH)

Das LZH trauert um seinen Gründervater
Professor Heinz Haferkamp

14.07.2019



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult.
Dr. med. h. c. Heinz Haferkamp.
(Foto: IW, LUH)

Im Alter von 86 Jahren ist einer der drei Gründerväter des LZH von uns gegangen. Prof. Heinz Haferkamp hat das LZH 1986 gemeinsam mit den Professoren Hans Kurt Tönschhoff und Herbert Welling gegründet und in über 25 Jahren Vorstandstätigkeit nachhaltig geprägt.

Laser für Digitalisierung –
LZH ist „Digitaler Ort Niedersachsen“

08.08.2019

Stefan Muhle, Staatssekretär im MW, hat Anfang August dem LZH die Auszeichnung „Digitaler Ort Niedersachsen“ verliehen. Die Auszeichnung wird an Einrichtungen verliehen, die sich durch ihr Engagement besonders um das Gelingen der Digitalisierung in Niedersachsen verdient machen. Das LZH wird für seine Arbeiten in Zusammenarbeit mit Niedersachsen ADDITIV zum Thema „Laser für die Digitalisierung“ ausgezeichnet.



Staatssekretär Stefan Muhle (links) überreicht die Auszeichnung „Digitaler Ort Niedersachsen“ an Dr. Dietmar Kracht. (Foto: LZH)

3. Platz beim Fußballturnier der MaPhy-Fakultät

21.08.2019

Den 3. Platz belegte die Mannschaft des LZH beim diesjährigen Fußball-Fakultätsturnier der Fakultät für Mathematik und Physik der Leibniz Universität Hannover. Die 13-köpfige Mannschaft konnte sich damit im Vergleich zum Vorjahr um zwei Plätze verbessern.



Platz 3 für die Mannschaft des LZH beim MaPhy-Fakultätsturnier. (Foto: LZH)

Ultrakurzpulslaser trifft Massenfertigung

23.08.2019

Mit Ultrakurzpulslasern können Werkstückoberflächen durch Mikrostrukturierung so modifiziert werden, dass neuartige Funktionalitäten erreicht werden können. Bislang ist die Direktbearbeitung von Werkstücken mit Ultrakurzpulslasern allerdings häufig zu teuer und zu langsam. Das LZH wird daher zusammen mit einem KMU im Projekt „Spritzgussbauteile mit funktionalen Oberflächen“ (FS-GUSS) ein kombiniertes Laser- und Spritzgussverfahren entwickeln, um die Massenfertigung von Spritzgussbauteilen mit funktionalisierten Oberflächen wirtschaftlich zu machen.



Spritzgussbauteile mit funktionalisierten Oberflächen sollen mit Hilfe von Laseroberflächenstrukturierung wirtschaftlicher hergestellt werden. (Foto: LZH)

B2Run Firmenlauf

27.08.2019

31 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des LZH nahmen am B2Run Firmenlauf Ende August teil. Bei sommerlichen Temperaturen erreichten alle nach 6,5 Kilometer um den Maschsee erfolgreich das Ziel. Der schnellste LZH'ler, Leif Kochanneck, belegte mit 28:17 Minuten Platz 307 von 11.500 Teilnehmenden.



31 LZH-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter liefen beim B2Run Firmenlauf mit. (Foto: LZH)

Mit sicherem Gefühl in die Zukunft – das FWJ am LZH

29.08.2019

Zum achten Mal absolvierten Abiturientinnen und Abiturienten das Freiwillige Wissenschaftliche Jahr (FWJ) am LZH. Beim FWJ können Schulabgänger in MINT-Bereiche reinschnuppern und erste Erfahrungen in der Berufswelt sammeln. Im vergangenen Jahr erhielten neun FWJ'ler – darunter vier Wissenschaftlerinnen auf Probe – wertvolle Eindrücke aus der Wissenschaft.



FWJ'lerin Clara beim Justieren eines aus der Messkammer ausgekoppelten Laserstrahls durch eine Blende in eine Strahlfalle. (Foto: Jan Steinbeck, LZH)

LZH-Gründervater Prof. Dr. Welling erhält Niedersächsischen Verdienstorden

02.09.2019

Zu seinem 90. Geburtstag erhielt Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. h.c. Herbert Welling, einer der drei Gründerväter des LZH, das Große Verdienstkreuz des Niedersächsischen Verdienstordens. Verliehen wurde ihm die Auszeichnung am Vorabend des Helmholtz-Symposiums von Niedersachsens Minister für Wissenschaft und Kultur, Björn Thümler.

LZH weitet Zusammenarbeit mit KIMM aus

13.09.2019

Das LZH und das Korean Institute of Machinery and Materials (KIMM) arbeiten zukünftig gemeinsam an Themen wie dem Laserschweißen von Glas, der Unterwasser-Laserbearbeitung sowie der Additiven Fertigung. Als Grundlage dazu haben das LZH und das KIMM eine gemeinsame Absichtserklärung unterzeichnet.



KIMM und LZH weiten zukünftig ihre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Lasermaterialbearbeitung aus. (Foto: LZH)

LZH-Wissenschaftler Patrick A. Taschner gewinnt Applied Photonics Award

18.09.2019

Der LZH-Wissenschaftler Patrick A. Taschner ist einer von drei Preisträgern des 2019er Nachwuchspreises „Applied Photonics Award“. Den Preis verlieh der Thüringische Wirtschafts- und Wissenschaftsminister Wolfgang Tiefensee im Jenaer ZEISS-Planetarium. Für seine Bachelorarbeit zum Thema „Schnelle Strahlablenkung mittels akustooptischer Deflektion zur Laser-Mikrobearbeitung“ wurde Patrick A. Taschner in der Kategorie A mit einem Preisgeld von 1.000 € ausgezeichnet.



Patrick A. Taschner (erster von links) bei der Preisverleihung in Jena. (Foto: Fraunhofer IOF)

Blindgänger mit Laser entschärft:

Erfolgreicher Feldversuch zum Projektende

16.10.2019

Der Entschärfungsversuch auf dem Sprengplatz verlief ganz nach Plan: Anstatt einer großen Detonation ploppte der Boden aus der 500-Pfund-Bombe heraus, die Hülle platzte entlang der vorgegebenen Nut auf und nur ein sehr geringer Teil des Sprengstoffs explodierte. Das Ende des gemeinsamen Projekts von LZH, LASER on Demand GmbH und dem Kampfmittelräumdienst Hamburg ist damit mehr als gelungen. Der laserbasierte Ansatz könnte zukünftig für mehr Sicherheit für Kampfmittelräumer sorgen.



Voller Erfolg beim letzten Feldversuch:
Aufgeplatzte Bombe nach der Entschärfung mit einem Laser. (Foto: LZH)

Duplexstähle reproduzierbar und effizient mit dem Laser schweißen

29.10.2019

Laserstrahlschweißverfahren konnten sich für Duplexstähle im Dickblechbereich bisher nicht großflächig durchsetzen. Das LZH arbeitet im Projekt DupLUH daran, einen reproduzierbaren und effizienten Laserstrahl-Unterpulver-Hybridschweißprozess für Duplexstähle bis 30 Millimeter Materialstärke zu entwickeln.



Das LZH hat bereits erfolgreich erste Versuche für den Laserstrahl-Unterpulver-Hybridschweißprozess durchgeführt. (Foto: LZH)

Effiziente Motorenproduktion mit der neuesten Generation des LZH IBK

12.11.2019

Motorblöcke aus Aluminium sind deutlich leichter als ihre konventionellen Vorgänger aus Grauguss. Die Zylinderlaufflächen müssen jedoch, um sie langlebig zu machen, mit einer verschleißfesten Beschichtung ausgekleidet werden. Mit dem vom LZH entwickelten Laser-Innenbearbeitungskopf (IBK) können die Zylinder-Innenflächen dafür vorbereitet werden. Der IBK ist bereits im Serieneinsatz, die neue Generation R7 wurde nun ausgeliefert.

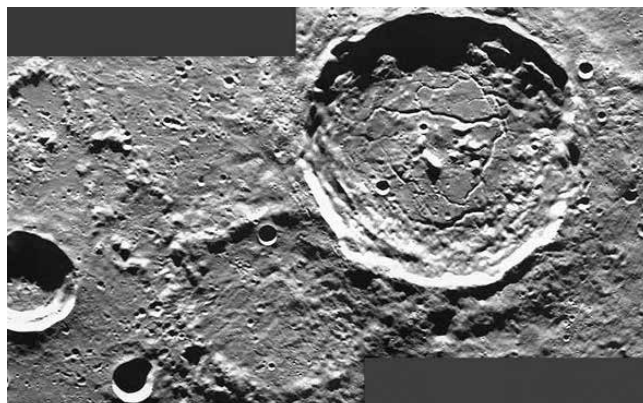


Der neueste Innenbearbeitungskopf (IBK) vom LZH zeichnet sich durch eine integrierte Prozessüberwachung und erleichterte Handhabung aus. (Bild: LZH)

Wassersuche auf dem Mond: LZH entwickelt Laser für Polarregionen

17.11.2019

Lange Zeit wurde angenommen, auf dem Mond gäbe es kein Wasser. Doch die Indizien dafür mehren sich. Das LZH arbeitet nun im Projekt LUVMI-X mit daran, einen Laser zu entwickeln, mit dem sich Wasser oder andere flüchtige Bestandteile direkt vor Ort in den Polarregionen des Mondes aufspüren ließen.

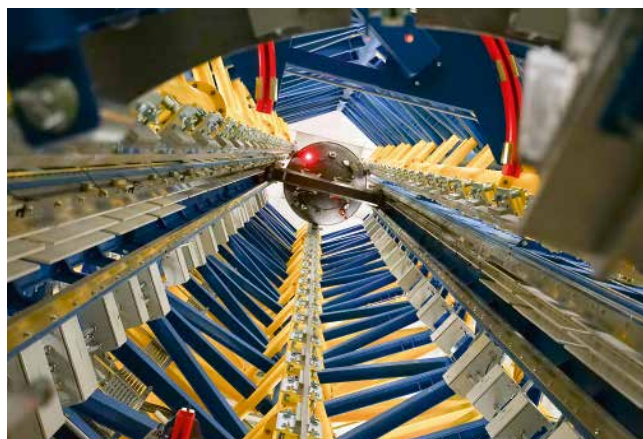


Das LZH entwickelt im Projekt LUVMI-X einen kälteresistenten Laser für die Suche nach flüchtigen Elementen, wie Wasser, in den Polarregionen des Mondes. (Foto: ESA/SMART-1/AMIE camera team/Space Exploration Institute, CC BY-SA 3.0 IGO)

Einstein-Elevator mit weltweit einzigartigem Fallturm-Konzept erfolgreich gestartet

26.11.2019

Vier Sekunden lang in Schwerelosigkeit experimentieren – und das bis zu 300 Mal pro Tag: Wissenschaftler des HiTec der Leibniz Universität Hannover realisieren Weltraumbedingungen auf der Erde, die neue Möglichkeiten für Forscher weltweit eröffnen. Den Aufbau des Einstein-Elevators hat das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Leibniz Universität Hannover, unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer, koordiniert.



Blick hinauf in die Gondel des Einstein-Elevators. (Foto: Marie-Luise Kolb, LUH)

Niedersachsen ADDITIV

Niedersachsen ADDITIV unterstützt kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in Niedersachsen als unabhängiger Ansprechpartner für 3D-Druck. Ins Leben gerufen wurde Niedersachsen ADDITIV 2017 vom LZH, dem Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH (IPH), der Deutsche Messe Technology Academy GmbH sowie der LZH Laser Akademie GmbH. Das Projekt wird vom Wirtschaftsministerium des Landes Niedersachsen gefördert.



Staatssekretär Dr. Berend Lindner vom Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung (links) und Dr.-Ing. Stefan Kaierle, Projektleiter und Geschäftsführender Vorstand des LZH, beim Forum Additive Fertigung 2019. (Foto: LZH)

Forschung und Prozessdemonstrationen

Niedersachsen ADDITIV identifiziert Innovationspotenziale, geeignete neue Verfahren und Werkstoffe für den 3D-Druck. Neue Erkenntnisse bringen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach Möglichkeit direkt in niedersächsischen Unternehmen zur Anwendung. Deshalb legen die Partner besonderes Augenmerk auf die Integration in bestehende Produktionsprozesse. In den Maschinenparks im LZH und im IPH lassen sich zudem Prozesse demonstrieren und Fragestellungen der Unternehmen erproben.

Kompaktes Fachwissen für Einsteiger: Der Anwenderleitfaden für KMU

Der im September 2019 veröffentlichte Anwenderleitfaden für KMU bietet einen leichten Einstieg in die Welt der Additiven Fertigung. Die Publikation gibt Antworten auf die rund 20 am häufigsten gestellten Fragen, wie etwa: „Was muss ich tun, um den 3D-Druck in meinem Unternehmen einzuführen?“ und „welche 3D-Druckverfahren gibt es?“. Kostenfrei und ohne Registrierung ist der Anwenderleitfaden auf www.niedersachsen-additiv.de abrufbar.

Forum Additive Fertigung lieferte Hightech-Impulse für KMU

Beim Forum Additive Fertigung am 26. September in Hannover bündelte Niedersachsen ADDITIV erneut Experten-Know-how aus Wirtschaft und Wissenschaft, um zu zeigen, welche Chancen und Potenziale der 3D-Druck bietet. Bei dieser alljährlichen Veranstaltung von Niedersachsen ADDITIV berichteten hochkarätige Referentinnen und Referenten über aktuelle Trends im dynamischen Technologiefeld der Additiven Fertigung.

Neue Veranstaltungsformate in 2019

Um es Unternehmen mit Sitz außerhalb der Region Hannover leichter zu ermöglichen, an Dialogveranstaltungen teilzunehmen, bietet Niedersachsen ADDITIV nun auch Termine in ganz Niedersachsen an. Seit dem Frühjahr 2019 konnten Interessierte Niedersachsen ADDITIV unter anderem bei „Dialog-on-the-Road-Veranstaltungen“ etwa in Nienburg und Nordhorn persönlich antreffen.

Im November präsentierte Niedersachsen ADDITIV mit „GROTESK – Die Zukunft der Optikfertigung“ erstmals ein weiteres, völlig neues Veranstaltungsformat: Die Verbundpartner im Projekt „GROTESK – Generative Fertigung optischer, thermaler und struktureller Komponenten“ stellten dabei Forschungsansätze vor, mit denen sich optische Systeme zukünftig vollkommen anders herstellen lassen. Das Format „Niedersachsen ADDITIV präsentiert“ ist eine Plattform zum schnellen Transfer neuester Forschungs- und Entwicklungsergebnisse aus der Wissenschaft direkt in die Wirtschaft.

Vielfältiges Veranstaltungsangebot

Ob Dialogmaßnahmen, Netzworkebildung wie etwa beim Branchentreff Medizintechnik im Januar 2020 oder der monatliche Stammtisch: Niedersachsen ADDITIV bietet verschiedenste Veranstaltungsformate an, um auch Interessierten mit wenig Zeit ein passendes Angebot zu machen. Aktuelle Termine sind unter www.niedersachsen-additiv.de/de/termine/ abrufbar.

Neben den Veranstaltungen präsentiert sich Niedersachsen ADDITIV als Ansprechpartner auf Messen, in 2019 etwa auf der Hannover Messe.

Kontakt

Niedersachsen ADDITIV
Dr.-Ing. Gerrit Hohenhoff, M. Sc.
Tel.: +49 511 2788-263
E-Mail: niedersachsen.additiv@lzh.de
Web: www.niedersachsen-additiv.de

DAS LZH – AUFBAU UND FAKTEN

Profil

Licht für Innovation – als unabhängiges gemeinnütziges Forschungsinstitut für Photonik und Lasertechnologie steht das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) für innovative Forschung, Entwicklung und Beratung. Das LZH wurde 1986 gegründet mit dem Ziel, im Bereich der Lasertechnologie interdisziplinäre Forschung und Entwicklung zu betreiben, Forschung und Praxis zusammenzuführen und Fachkräfte industrienah auszubilden. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren ermöglicht dabei innovative Ansätze in verschiedenen Bereichen: von der Komponentenentwicklung für spezifische Lasersysteme bis hin zu Prozessentwicklungen für Laseranwendungen, zum Beispiel für die Medizintechnik oder den Leichtbau im Automobilsektor. Derzeit sind fast 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am LZH beschäftigt. Gefördert wird das LZH durch das Niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung.

Wissenschaftliches Netzwerk

Zentral für den Erfolg des LZH ist die enge regionale wissenschaftliche Vernetzung mit den niedersächsischen Universitäten und zahlreichen renommierten Einrichtungen: Beteiligungen an den Exzellenzclustern PhoenixD, QuantumFrontiers und Hearing4all, Teilnahme an diversen Sonderforschungsbereichen, wie zum Beispiel „Tailored Forming“, „Sauerstofffreie Produktion“ und „Regeneration komplexer Investitionsgüter“, zeichnen das LZH aus. Weiterhin ist das LZH Partner im Hannoverschen Zentrum für Optische Technologien (HOT), fungiert beim HITec (Hannover Institut für Technologie) als Kooperationspartner der Leibniz Universität Hannover und ist in das disziplinübergreifende Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) und das Niedersächsische Zentrum für Biomedizintechnik, Implantatforschung und Entwicklung (NIFE)



Im Fokus der angewandten Forschung des Instituts stehen die Themenfelder:

- Optische Komponenten und Systeme
- Optische Produktionstechnologien
- Biomedizinische Photonik

integriert. 2017 hat das LZH gemeinsam mit dem Institut für Integrierte Produktion Hannover, der Deutsche Messe Technology Academy GmbH und der LZH Laser Akademie GmbH „Niedersachsen ADDITIV“ ins Leben gerufen. Hervorzuheben ist zudem die erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Albert-Einstein-Institut im Bereich der Entwicklung von Lasersystemen für die Gravitationswellendetektion.

Transfer in die Wirtschaft

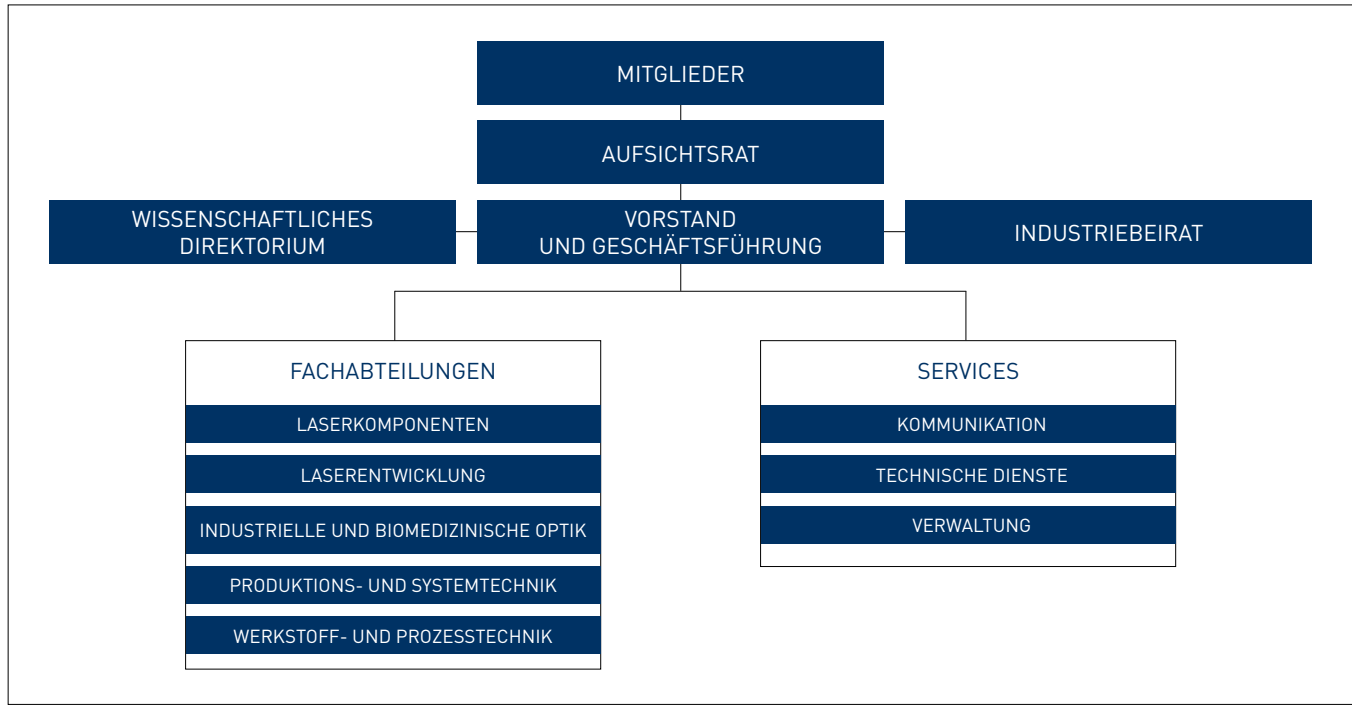
Das LZH schafft einen starken Transfer zwischen grundlagenorientierter Wissenschaft, anwendungsnaher Forschung und Industrie. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen profitieren vom Forschungsspektrum und Dienstleistungsangebot des LZH. In Verbundprojekten bekommen sie Zugang zu neuem technologischem Wissen, nationalen und internationalen Netzwerken sowie öffentlichen Fördermitteln. Mit den vom LZH angebotenen Dienstleistungen können die Betriebe fehlende F&E-Kapazitäten ausgleichen. Der Wissenstransfer beinhaltet auch die Vermittlung von klugen Köpfen in die Wirtschaft und andere Forschungseinrichtungen – so ist im Laufe der Zeit ein beachtliches Netzwerk entstanden. Bis heute sind 18 erfolgreiche Ausgründungen mit insgesamt etwa 500 Arbeitsplätzen aus dem Institut hervorgegangen.

Nachwuchsförderung: Light for your future

Die Nachwuchsförderung des Instituts setzt bereits in der Schule an: Führungen für Schulklassen, Schulpraktika, die Beteiligung an der IdeenExpo und der alljährliche Zukunftstag geben Schülerinnen und Schülern frühzeitig einen Einblick in die spannende Arbeitswelt eines Forschungsinstituts. Danach ist der Einstieg am LZH sowohl über eine klassische Berufsausbildung als auch über ein Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr, Studien- und Abschlussarbeiten sowie studentische Hilfskraftstellen und Praktika für Studierende möglich. In der beruflichen Erstausbildung kooperiert das LZH mit der örtlichen Berufsschule und vermittelt die Lasertechnologie auf diesem Weg auch den zukünftigen Mitarbeitern von kleinen und mittelständischen Unternehmen in der Region Hannover.

Organisation

Organisationsstruktur



Mitglieder

Im Berichtszeitraum hatte das LZH 80 Mitglieder aus Industrie sowie Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Die ordentliche Mitgliederversammlung fand satzungsgemäß am 15. November 2019 statt.



Aufsichtsrat

Der Aufsichtsrat ist das Aufsichtsgremium des Vorstands und der Geschäftsführung. Er genehmigt die Schwerpunkte der Wissenschafts- und Forschungspolitik sowie die strategischen Tätigkeitsfelder des Vereins.

2019 gehörten dem Aufsichtsrat folgende Mitglieder an:

Dr. rer. pol. Horst Schrage

Vorsitzender des Aufsichtsrats
Hauptgeschäftsführer der IHK Hannover

Dr. jur. Niels Kämpny

Stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrats
Nds. Ministerium Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung

Prof. Dr. jur. Volker Epping

Präsident der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Michael Kieseewetter

Vorstandsvorsitzender der Investitions- und Förderbank
Niedersachsen NBank

Dr.-Ing. Clemens Meyer-Kobbe

Inhaber der Firma MeKo Laserstrahl-
Materialbearbeitungen e.K.

Vorstand

Der Vorstand ist gesetzlicher Vertreter des Vereins und leitet als geschäftsführendes Vereinsorgan die Geschäfte gemäß den Beschlüssen der Mitgliederversammlung und des Aufsichtsrats.

Der Vorstand setzt sich aus drei geschäftsführenden Vorstandsmitgliedern sowie den Vorsitzenden des wissenschaftlichen Direktoriums und des Industriebeirats zusammen.

Der Geschäftsführende Vorstand besteht aus einem kaufmännischen und zwei wissenschaftlich-technischen Vorständen.

2019 gehörten dem Vorstand folgende Mitglieder an:

Geschäftsführender Vorstand



Dr. rer. nat. Dietmar Kracht
Laser Zentrum Hannover e.V.



Dr.-Ing. Stefan Kaierle
Laser Zentrum Hannover e.V.



Dipl.-Verw. (FH) Klaus Ulbrich
Laser Zentrum Hannover e.V.

Vorsitzender Wissenschaftliches Direktorium



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer
Gottfried Wilhelm Leibniz
Universität Hannover
Institut für Transport- und
Automatisierungstechnik

Vorsitzender Industriebeirat



Dr. rer. pol. Volker Schmidt
NiedersachsenMetall

Wissenschaftliches Direktorium

Das Wissenschaftliche Direktorium berät den Vorstand in wissenschaftlichen und technischen Fragestellungen im Bereich Forschung und Entwicklung, ist an der Weiterentwicklung der wissenschaftlich-strategischen Ausrichtung des Laser Zentrum Hannover e.V. beteiligt und gewährleistet die Betreuung von Promotionen, Master- und Bachelorarbeiten.

2019 gehörten dem Wissenschaftlichen Direktorium folgende Mitglieder an:

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

Vorsitzender des Wissenschaftlichen Direktoriums
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Transport- und Automatisierungstechnik

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Ertmer

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Quantenoptik

Prof. Dr. rer. nat. Alexander Heisterkamp

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Quantenoptik

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Kowalsky

Technische Universität Braunschweig
Institut für Hochfrequenztechnik

Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmeyer

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Produktentwicklung und Gerätebau

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Morgner

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Quantenoptik

Prof. Dr. rer. nat. Detlev Ristau

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Hannover Institute of Technology

Prof. Dr.-Ing. Volker Wesling

Technische Universität Clausthal
Institut für Schweißtechnik und Trennende
Fertigungsverfahren

Industriebeirat

Der Industriebeirat unterstützt den Vorstand in technischen, wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Fragestellungen und stärkt den Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

2019 gehörten dem Industriebeirat folgende Mitglieder an:

Dr. rer. pol. Volker Schmidt

Vorsitzender des Industriebeirats
Hauptgeschäftsführer NiedersachsenMetall, Hannover

Dr.-Ing. Joachim Balbach

Geschäftsführer
LaserProdukt GmbH, Alfeld

Dr. rer. nat. Reinhard Baumfalk

Vice President R&D
Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Göttingen

Dr.-Ing. Rüdiger Brockmann

Leiter Branchen-/Produktmanagement und Marketing
TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH, Ditzingen

Dr. Wolfgang Ebert

Geschäftsführer
Laseroptik GmbH, Garbsen

Dr.-Ing. Martin Goede

Leitung Technologieplanung und -entwicklung
Volkswagen AG, Wolfsburg

Dr.-Ing. Friedhelm Kappei

Leiter Industrial Engineering
MTU Maintenance Hannover GmbH, Hannover

Dr. rer. nat. Michael Kempe

Corporate Research and Technology
Carl Zeiss AG, Oberkochen

Dr. rer. nat. Frank Korte

Geschäftsführer
Micreon GmbH, Hannover

Volker Krause

Geschäftsführer
Laserline GmbH, Mühlheim-Kärlich

Dr.-Ing. Benedikt Ritterbach

Geschäftsführer
Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

Fachabteilungen

LASER-KOMPONENTEN Dr. Lars Jensen	LASER-ENTWICKLUNG Dr. Jörg Neumann	INDUSTRIELLE UND BIOMEDIZINISCHE OPTIK Dr. Tammo Ripken	PRODUKTIONS- UND SYSTEMTECHNIK Dr.-Ing. Peter Jäschke	WERKSTOFF- UND PROZESSTECHNIK Dr.-Ing. Jörg Hermsdorf
BESCHICHTUNGEN Tammo Böntgen	ULTRAFAST PHOTONICS Dr. Andreas Wienke	BILDGEBUNG UND MESSTECHNIK n. n.	GLAS Arndt Hohnholz	FÜGEN UND TRENNEN VON METALLEN Sarah Nothdurft
CHARAKTERISIERUNG Istvan Balasa	FASEROPTIK Dr. Peter Weißels	BIOPHOTONIK Dr. Dag Heinemann	VERBUNDWERK-STOFFE Verena Wippo	MASCHINEN UND STEUERUNGEN Marius Lammers
PROZESS-ENTWICKLUNG Dr. Henrik Ehlers	SOLID-STATE LASERS Dr. Peter Weißels	FOOD AND FARMING PD Dr. Merve Wollweber	LASER-MIKROBEARBEITUNG Jürgen Koch	UNTERWASSER-TECHNIK Dr.-Ing. Benjamin Emde
PHOTONISCHE MATERIALIEN Dr. Marco Jupé	OPTISCHE SYSTEME Dr. Moritz Hinkelmann		ADDITIVE FERTIGUNG – POLYMERE UND MULTIMATERIALIEN Dr.-Ing. Gerrit Hohenhoff	ADDITIVE FERTIGUNG – METALLE Dr.-Ing. Christian Hoff
	INTEGRIERTE PHOTONIK Dr. Axel Rühl			SICHERHEITSTECHNIK Dr. Michael Hustedt

Abteilungsleitungen



Laserkomponenten

Dr. rer. nat. Lars Jensen



Laserentwicklung

Dr. rer. nat. Jörg Neumann



Industrielle und Biomedizinische Optik

Dr. rer. nat. Tammo Ripken



Produktions- und Systemtechnik

Dr.-Ing. Peter Jäschke



Werkstoff- und Prozesstechnik

Dr.-Ing. Jörg Hermsdorf



Kommunikation

Dipl.-Biol. Lena Bennefeld



Technische Dienste

Dipl.-Ing. Frank Otte



Verwaltung

Dipl.-Bw. (FH) Dirk Wiesinger

Das LZH in Zahlen

Die wirtschaftliche Entwicklung des Laser Zentrum Hannover e.V. im Jahr 2019 wird anhand der nachfolgenden Ergebnisrechnung aufgezeigt.

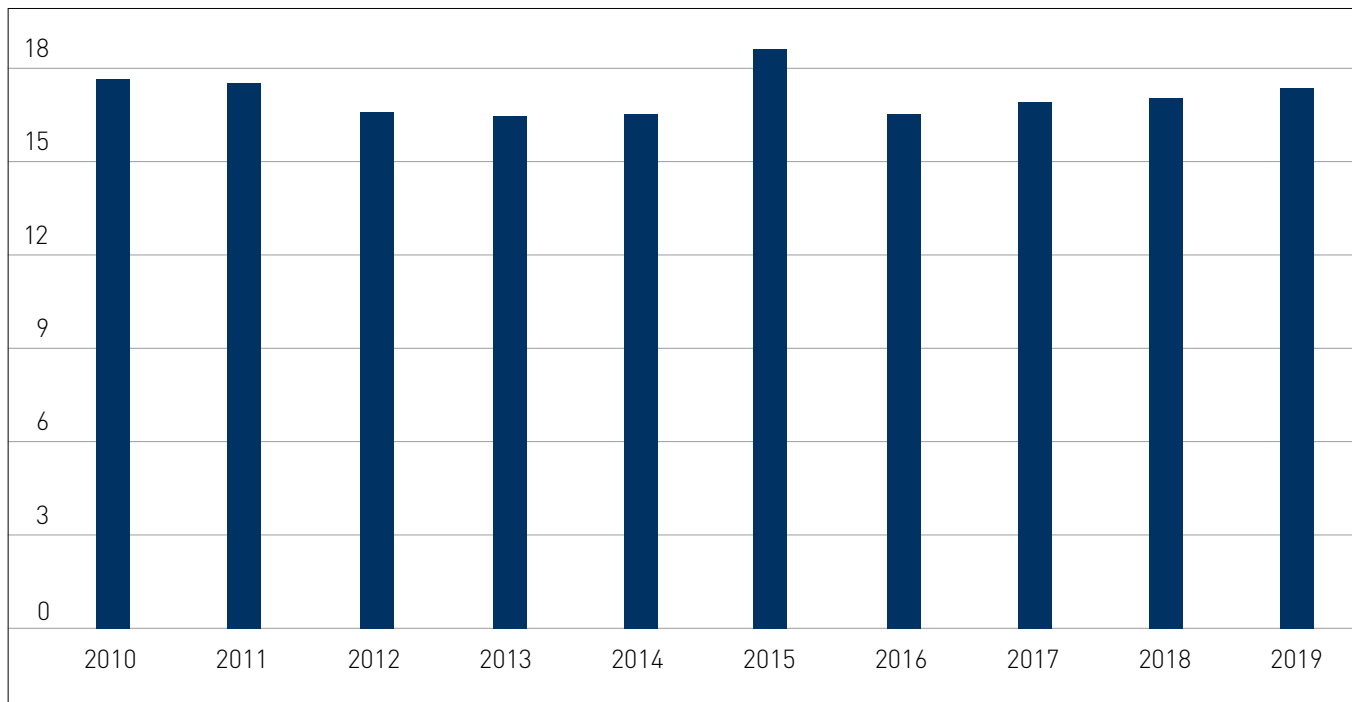
Die betriebliche Leistung betrug im Jahr 2019 Mio. € 17,094 (Vorjahr: Mio. € 16,817). Diese beinhaltet den Umsatz aus den Projekterträgen durch die Industrie, Land, Bund, EU und Sonstige in Höhe von Mio. € 12,894 (Vorjahr: Mio. € 13,217) sowie die Grundfinanzierung durch das Land Niedersachsen in Höhe von Mio. € 4,200 (Vorjahr: Mio. € 3,600).

Die Eigenfinanzierungsquote lag bei 75 % (Vorjahr: 79 %).

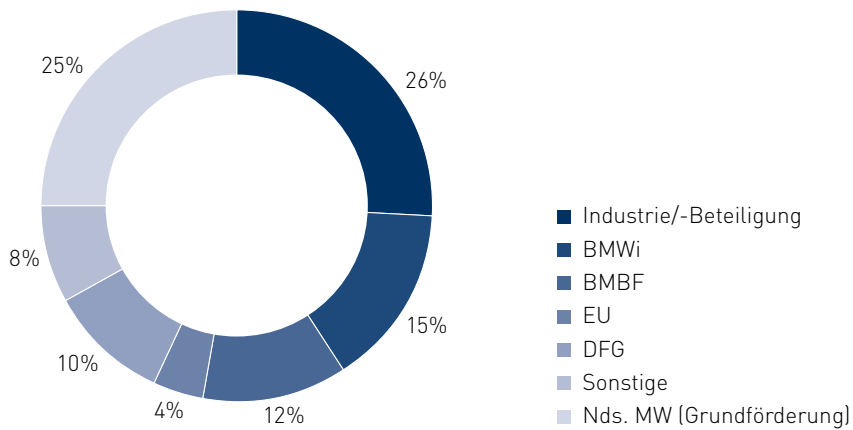
Die Aufwendungen für Investitionen betrugen insgesamt Mio. € 1,804 (Vorjahr: Mio. € 1,709). Der Anteil der Investitionen an den Gesamtaufwendungen betrug im Geschäftsjahr 2019 10 % (Vorjahr: 10 %).

Im Jahr 2019 wurden am LZH 107 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben bearbeitet. Es kamen 36 neue Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in 2019 zur Bewilligung (siehe „Gliederung der Einnahmen“).

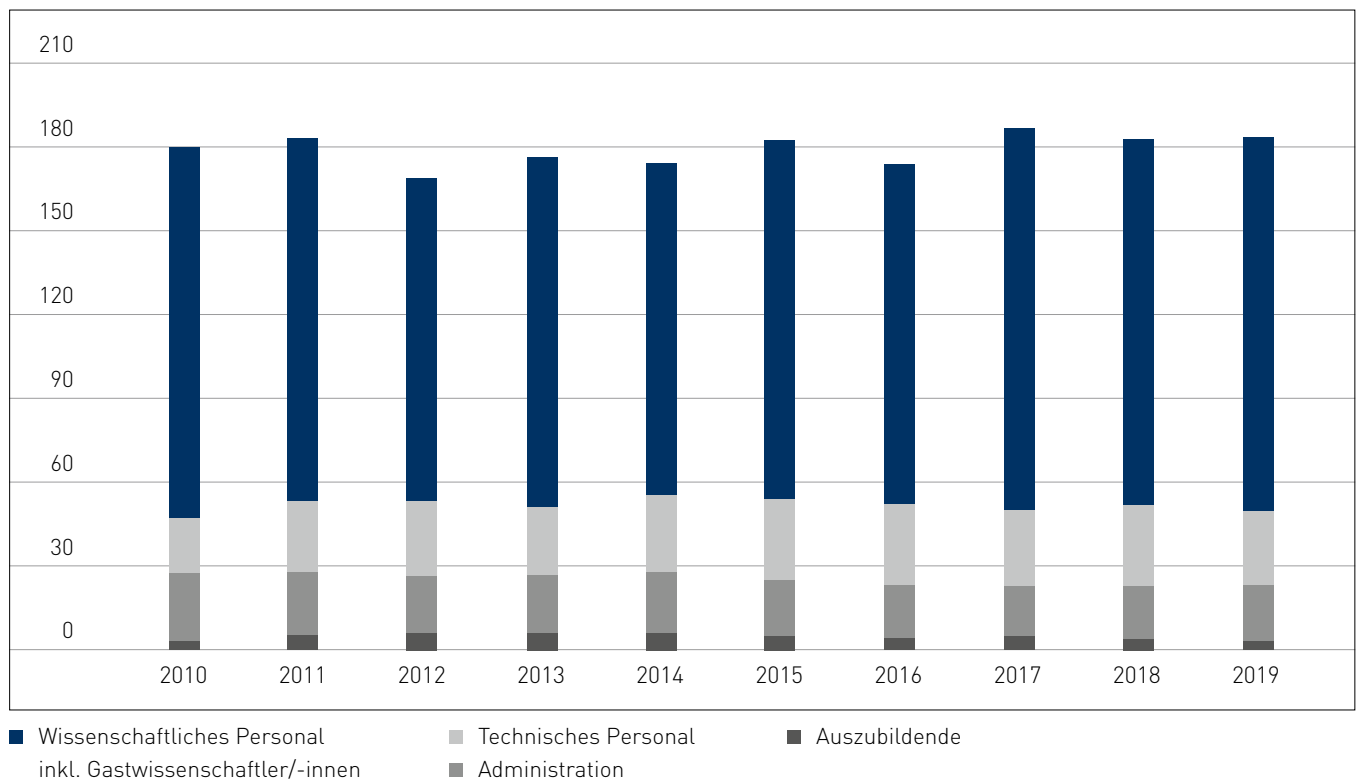
Umsatzentwicklung 2010 – 2019 (in Mio. €)



Gliederung der Einnahmen 2019



Personalentwicklung 2010 – 2019



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Abteilung Laserkomponenten

Optikentwicklung aus einer Hand

Die Abteilung Laserkomponenten deckt die gesamte Kette der Optikentwicklung ab: von der Simulation über die Prozessentwicklung und Beschichtung hin zur Messtechnik. Außerdem forscht die Abteilung an der Miniaturisierung von optischen Systemen und an aktiven Schichten. Dafür arbeiten die vier Gruppen der Abteilung Hand in Hand.

Um die Entwicklungszeit optischer Schichten zu verkürzen, ist es sinnvoll vor der experimentellen Phase den geplanten Beschichtungsprozess virtuell zu simulieren. Dabei spielen Prozesse auf unterschiedlichen Skalen eine Rolle. Auf molekularer Ebene wird zunächst der Schichtwachstumsprozess simuliert und die Mikrostruktur- sowie optische Eigenschaften ermittelt. Nach weiteren Zwischenschritten auf der Mikrometer- und Millimeter-Skala müssen dann die makroskopischen Rahmenbedingungen des Vakuumprozesses und deren Einfluss auf das Schichtwachstum mitberücksichtigt werden. Im Projekt VICIA arbeitet die **Gruppe Photonische Materialien** daran, die Gesamtheit einer Beschichtungsanlage in eine Simulationsumgebung, einen sogenannten Virtual Coater, zu überführen. Dieses Projekt er-

zielte deutliche Fortschritte, dieses anspruchsvolle Vorhaben ist jedoch bei weitem noch nicht abgeschlossen. In Folgeprojekten wird die Abteilung weiter daran arbeiten, die Entwicklung optischer Schichten komplett virtuell abzubilden.

Industrie 4.0 in der Photonik

Neben der vorhergehenden Simulation ist es ebenso wichtig, den laufenden Beschichtungsprozess zu analysieren und zu steuern. So soll der Prozess stabilisiert und reoptimiert werden. Die **Gruppe Prozessentwicklung** beschäftigt sich damit, wie mit Analysetechnik möglichst alle relevanten Messgrößen in der Beschichtungsanlage im laufenden Prozess abgebildet werden können. Das Interesse der Industrie am Breitbandmonitor des LZH ist groß. Denn mit diesem können bestehende Beschichtungsanlagen durch eine moderne Prozesskontrolle in Präzision und Betriebszuverlässigkeit aufgewertet werden. Die Technik wird branchenübergreifend gut angenommen und stellt eine wichtige und plattformunabhängige Komponente in der optischen Dünnschichttechnik dar.

Im Fokus der Abteilung:

- Dünnschichtsysteme für Laser, Satelliten und Teleskope
- Modellbildung und Simulation zur Entwicklung von komplexen Beschichtungen und Schichtsystemen
- Messtechnik und Optikanalyse
- Sensorik für Beschichtungsprozesse und Einbettung in eine Photonik 4.0 Umgebung



Die Abteilung Laserkomponenten fertigt optische Schichten als Dienstleistung. (Foto: LZH)

Weiterhin bietet die **Gruppe Beschichtungen** die Herstellung optischer Schichten als Service für Kunden und Forschungspartner an. So arbeiteten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler 2019 unter anderem an Beschichtungen für den ultravioletten (UV) Bereich sowie an Optiken für freie Elektronenlaser. Für Weltraummissionen werden Optiken mit sehr hoher Lebensdauer und Zerstörschwelle benötigt. Diese Qualitätskriterien erfüllen Beschichtungen im UV-Bereich momentan leider noch nicht ausreichend. Daher steht für die Abteilung momentan die Entwicklung von Beschichtungen für raue Umgebungen im Fokus. Sie arbeiten dafür mit der Duke University, USA, sowie der Europäische Weltraumorganisation ESA zusammen.

Optik der Zukunft: Integriert und aktiv

Hochgradig spannend ist momentan im Bereich der Photonik, Optiken zu miniaturisieren. An diesem Forschungsbereich arbeitet das LZH bereits seit etwa zehn Jahren, vornehmlich für die Telekommunikation. Seit 2019 ist das Thema im Exzellenzcluster PhoenixD integriert. Die Idee ist: optische Komponenten in völlig neuen Ansätzen zu integrierten Systemen weiterzuentwickeln. Anstatt serieller Aneinanderreihung von klassischen Komponenten sollen die Funktionen auf möglichst kleinem Raum genutzt werden können. Dafür wollen die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Optische Schichten und Additive Fertigung kombinieren. Weiterhin engagiert sich die Abteilung im Cluster Polyphotonics Berlin zum Thema Miniaturisierung in der Telekommunikation.

Klassische Optiken haben eine Funktion beziehungsweise mehrere fest definierte Funktionen: spektral komplexe Kombinationen von Reflexion und Transmission sind in polarisierender und nicht-polarisierender Form möglich. Optische Schichten mit aktiven Eigenschaften zeichnen sich dagegen dadurch aus, dass sich diese flexibel einstellen lassen: Spiegel würden so beispielsweise durch ein elektrisches Signal zu einem Fenster. An solchen sogenannten „Schaltern“ arbeitet zurzeit die Gruppe Photonische Materialien. Weiterhin erforscht sie, wie sich Frequenzkonversionen in optischen Schichten effizient umsetzen lassen.

Im Bereich Messtechnik erarbeitet die **Gruppe Charakterisierung** Verfahren, mit denen direkt im laufenden Prozess gemessen werden kann sowie Verfahren, die es ermöglichen, mit sehr hoher Genauigkeit Qualitätskontrollen durchzuführen. Diese hochsensiblen Messprozesse werden unter anderem für die Herstellung von Lasern eingesetzt. Die Abteilung entwickelt vorhandene Geräte weiter und erforscht Ansätze um Messgrößen zugänglich zu machen, die in zukünftigen Anwendungen bekannt und regelbar sein müssen. Relevant ist dies für eine Vielzahl von Bereichen, aber im Speziellen auch um UV- und Weltraumoptiken zu identifizieren und zu charakterisieren.

Messnormen aktualisieren

Die aktuelle Messnorm für Laserzerstörsschwellen ist aufgrund der rasanten Entwicklung der letzten Jahre an ihre Grenzen gestoßen. Die Ansprüche an die Präzision und Messgenauigkeit der Messmethoden zur Bestimmung der Lebensdauer oder Laserzerstörsschwelle sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Die Abteilung ist daher im ISO-Gremium sowie im DIN-Arbeitskreis maßgeblich an der Aktualisierung der Norm beteiligt.



Der vom LZH entwickelte Breitbandmonitor kann bei bestehenden Anlagen als Prozesskontrolle integriert werden. (Foto: LZH)

IM FOKUS DER GRUPPEN

Abteilung Laserkomponenten

Gruppe Beschichtungen

- Entwicklungspartner für dielektrische Funktionsschichten in der Photonik, Astronomie und für den Weltraum
- Qualifizierung von Schichtdesigns für die Produktionsumgebung
- Vergütung und Funktionsbewertung von optischen Komponenten

Gruppe Charakterisierung

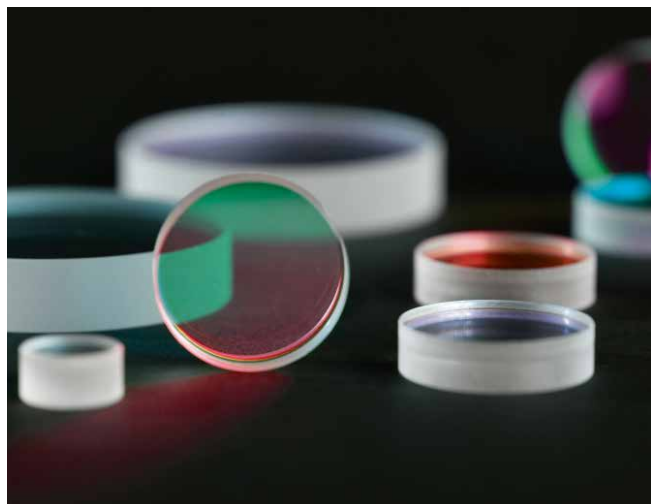
- Hochpräzise Bestimmung optischer Verluste
- Laserstrahlungsbeständigkeit optischer Komponenten insbesondere für Luft- und Raumfahrtanwendungen
- Messtechnikentwicklung für die Defektanalyse bis in den Nanometer-Bereich
- Qualitätskontrolle von optischen Systemen im Kontext von Photonik 4.0

Gruppe Prozessentwicklung

- In-situ-Prozesskontrolle, vollautomatisierter optischer Breitbandmonitor BBM
- Entwicklung von Software und Sensorik für die Etablierung einer Photonik-4.0-Prozesskette
- Miniaturisierung komplexer Dünnschichtfilter für hochintegrierte optische Systeme

Gruppe Photonische Materialien

- Simulation und Modellierung von Schichtwachstumsprozessen
- Überführung von nichtlinearen Prozessen der Optik in Schichtsysteme, z.B. Frequenzkonversion oder optische Schalter
- Erforschung innovativer Schichtmaterialien für die Optik



ABTEILUNGSLEITER

Dr. Lars Jensen

Tel.: +49 511 2788-257, E-Mail: l.jensen@lzh.de

Abteilung Laserentwicklung

Von optischen Fasern bis hin zu kompletten Lasersystemen

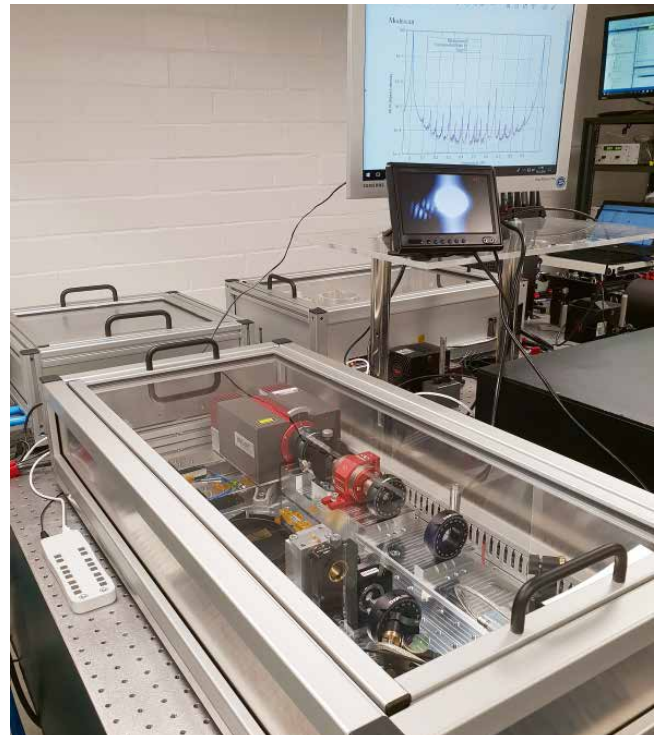
Die Abteilung Laserentwicklung deckt das vollständige Spektrum der Laserentwicklung ab, von optischen Fasern und Faserkomponenten bis hin zu kompletten diodengepumpten Festkörper- und Faserlasern. Die **Gruppe Ultrafast Photonics** befasst sich mit UltrakurzpulsLasersystemen. Im 2019 abgeschlossenen Projekt NUKLEUS hat die Gruppe einen kristallbasierten Ultrakurzpuls-Linearverstärker mit hoher Leistung entwickelt. Die Ausgangsstrahlung bei einer Wellenlänge von zwei Mikrometern wird weiter in den Bereich von 3 μm bis 9 μm konvertiert. Solche Systeme sind beispielsweise für die Ablation von Polymeren geeignet. Im Projekt OPUMAC arbeitete die Gruppe zusammen mit türkischen Partnern an einem faserbasierten Ultrakurzpuls-Lasersystem. In dem Projekt kommen auch Oszillatorverstärkersysteme auf Basis von Mamyshev-Regeneratoren zum Einsatz, mit denen Pulse von unter 100 Femtosekunden bei mehr als einem Mikrojoule Pulsenergie erreicht werden. Außerdem entwickelten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Rahmen des Projekts GRISM Pulskompressoren. Mit diesen lassen sich die Pulse nach der Verstärkung wieder verkürzen.



Für die Verstärkung von ultrakurzen Pulsen im Spektralbereich um 2 μm nutzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am LZH Holmium-dotierte Kristalle. (Foto: LZH)

Im Fokus der Abteilung:

- Entwicklung von diodengepumpten Festkörper- und Faserlasern
- Robuste und zuverlässige Strahlquellen für den Weltraum, die Tiefsee und zur Detektion von Gravitationswellen
- Optische Fasern und Faserkomponenten



Rauscharmer Hochleistungs-Faserverstärker für die nächste Generation von Gravitationswellendetektoren. (Foto: LZH)

Neue Generation von Lasern für die Gravitationswellendetektion in Arbeit

Auch nach dem Nobelpreis 2017 wird in Hannover weiter an der Gravitationswellendetektion geforscht. Die **Gruppe Faseroptik** arbeitet eng mit dem Albert-Einstein-Institut Hannover zusammen an einer neuen Generation von Lasern für die Gravitationswellendetektion. Beim momentanen Engineering Prototypen liegt die Ausgangsleistung mit einer Wellenlänge von einem Mikrometer bei mehr als 200 Watt. Die Herausforderung bei der Gravitationswellendetektion ist, dass die eingesetzten Laser einfrequenz und hochstabil sein müssen. Der Prototyp hat zum Ende des Jahres einen 600-stündigen Probebetrieb erfolgreich durchlaufen. Im Exzellenzcluster QuantumFrontiers arbeitet die Gruppe außerdem an kristallbasierten Verstärkersystemen für die Gravitationswellendetektion.

Das Projekt HYMNOS hat die Gruppe 2019 abgeschlossen. Im Rahmen dessen hat sie transversale Modeninstabilitäten in Faserverstärkern modelliert. Ein besseres Verständnis könnte dazu beitragen, diese zu umgehen und so eine weitere Leistungsskalierung zu erzielen. Die Arbeiten in diesem Bereich werden nun wie geplant im Exzellenzcluster QuantumFrontiers fortgeführt.

Einen polarisierten 80-Watt-Faserlaser mit zwei Mikrometer Wellenlänge wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Projekt POFILASE entwickeln. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit niedersächsischen und koreanischen Partnern.

Zusammen mit der jüngsten LZH-Ausgründung der FiberBridge GmbH arbeitet die Gruppe an der Automatisierung der Faserkomponentenherstellung. Dabei soll sowohl eine bessere Qualität der Faserkomponenten erreicht, als auch die Reproduzierbarkeit sowie die Variantenvielfalt verbessert werden.

MOMA: Flugmodell in Analytical Lab Drawer verbaut

Das Flugmodell des MOMA-Lasers für die ExoMars 2020 Mission der European Space Agency (ESA) wurde dieses Jahr in den Analytical Lab Drawer (ALD), die „Laborschublade“, des Mars-Rovers eingebaut. Zum Ende des Jahres wurde der gesamte Rover in Toulouse, Frankreich, Umwelttests ausgesetzt und der Laser im Rahmen dessen ein letztes Mal auf Erden angeschaltet. Im nächsten Schritt wird der Rover „Rosalind Franklin“ in das Landemodul integriert; der Start der Mission ist für den Sommer 2020 geplant. Auf dem Mars soll der Rover mit einem Bohrer Proben aus dem Boden holen. Diese sollen dann durch den ALD auf Biomarker untersucht werden. Solche Biomarker wären Hinweise auf früheres Leben auf dem Mars. Weiterhin hat das LZH das Flugersatzmodell für den Referenzaufbau auf der Erde an die NASA ausgeliefert. Mit diesen Modellen sollen mögliche Fehler auf der Erde nachgestellt und behoben werden können.



Spannender Moment für die Beteiligten: Der MOMA-Flugersatz-Laser geht auf die Reise zur NASA. (Foto: LZH)

Laser für die Tiefsee und den Mond

Im Projekt ROBUST hat das LZH einen Laser für den Einsatz in der Tiefsee entwickelt. Zum Ende des Projekts wurde der Laser in einer Druckkammer getestet. Dieses Projekt bearbeitete die Gruppe zusammen mit der Gruppe Unterwassertechnik der Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik. Der Laser ist Teil eines „Laser-induced breakdown spectroscopy“ (LIBS)-Systems, mit dem Proben vom Ozeangrund auf ihre Zusammensetzung untersucht werden sollen. In dem 2019 gestarteten Projekt LUVMI-X entwickelt die Gruppe einen Laser für LIBS-Untersuchungen auf dem Mond. Dort soll in den Polarregionen nach Wasser gesucht werden. Bei Temperaturen von bis zu -170 °C muss der Laser klein, kompakt und sehr robust sein. Die Gruppe ist ebenfalls am Projekt MOONRISE beteiligt, bei dem erstmals direkt auf dem Mond Mondstaub 3D-gedruckt werden soll. Das Instrument hat das „Preliminary Design Review“ passiert, die erste Hürde auf dem Weg zum Qualifikationsmodell. Weiterhin hat die Gruppe zusammen mit griechischen und einem französischen Partner eine ESA-Studie zu LIDAR (light detection and ranging) abgeschlossen. Für das LIDAR-System sollte ein Laser entwickelt werden, um Aerosole in der Atmosphäre zu messen. Interessant ist dies etwa, um zu bestimmen, ob nach einem Vulkanausbruch Asche den Flugverkehr beeinträchtigen könnte.

Lasersysteme aus dem 3D-Drucker

Im Projekt GROTESK haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der **Gruppe Optische Systeme** erste Kristall- und Spiegelhalter gedruckt. Gedruckte Komponenten optischer Systeme sollen zukünftig neuartige Kühlkonzepte für Kristallhalter ermöglichen. Die Gruppe arbeitet dabei mit der Abteilung Produktions- und Systemtechnik zusammen und liefert vor allem Designinput und charakterisiert die Komponenten. Interessant ist dabei zum Beispiel, wie der Wärmeübergang vom Laserkristall zum Halter optimiert werden kann, um den Kristall bei höheren Leistungen zu nutzen.

Im Rahmen des Graduiertenprogramms Tailored Light forscht die Gruppe daran, die Umwandlung von blauem Laserlicht in weißes Licht zu optimieren. Dies ist vor allem für neuartige Autoscheinwerfer interessant. Eine Herausforderung ist dabei: die Umwandlung ist abhängig von der Temperatur und diese ist auf der eingesetzten Phosphorplatte nicht gleichmäßig verteilt.

Die **Gruppe Integrierte Photonik** schlägt die Brücke zur Forschung an der Leibniz Universität Hannover. Angesiedelt ist die Gruppe im Gebäude des Forschungsinstituts für Quantentechnologien in Hannover, HITec. Sie entwickelt momentan im Projekt LaPOF sehr effiziente Farbstofffasern auf Basis von Polymerfasern. Diese ermöglichen im Vergleich zu Fasern aus Glas eine kostengünstigere Herstellung.

IM FOKUS DER GRUPPEN

Abteilung Laserentwicklung

Gruppe Ultrafast Photonics

- Ultrakurzpuls-Faseroszillatoren und -verstärker im Wellenlängenbereich von 1 μm bis 2 μm
- Ultrakurzpuls-Verstärker im Wellenlängenbereich um 1 μm bis 2 μm
- Nichtlineare Frequenzkonversion zur Erzeugung ultrakurzer Laserpulse mit über 3 μm Wellenlänge

Gruppe Faseroptik

- Effiziente, robuste und kostengünstige Faserlaser und Faserverstärkersysteme
- Entwicklung und Herstellung von Faserkomponenten
- Entwicklung von Lasersystemen zur erdgebundenen und weltraumbasierten Gravitationswellendetektion

Gruppe Solid-State Lasers

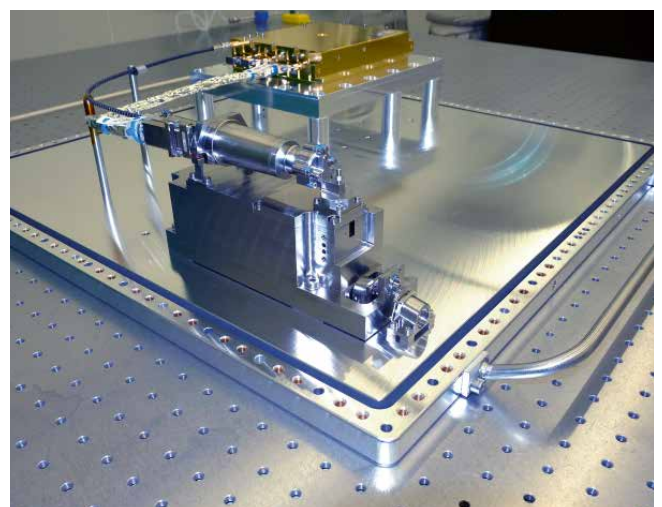
- Robuste Lasersysteme für Untersuchungen im Weltraum und in der Tiefsee
- Laser für industrielle Anwendungen
- Diodengepumpte Festkörperlaser mit Frequenzkonversion
- Weltraumrelevante Umwelttests

Gruppe Optische Systeme

- Laserbasierte Beleuchtungstechnik
- Aktive und passive optische Komponenten
- Generative Fertigung optischer Systeme

Gruppe Integrierte Photonik

- Herstellung laseraktiver optischer Glasfasern
- Konzepte für den integrierten Aufbau komplexer photonischer Systeme
- Numerische Modellierung von laseraktiven Gläsern und Glasfasern
- Entwicklung von Polymerfaser-basierten Lasern und faseroptischen Komponenten



ABTEILUNGSLEITER

Dr. Jörg Neumann

Tel.: +49 511 2788-210, E-Mail: j.neumann@lzh.de

Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik

Licht-Gewebe-Wechselwirkung nun auch in Pflanzen

Der Einsatz von Licht und Lasern im Bereich des Pflanzenschutzes bildet einen neuen, stark wachsenden Schwerpunkt der Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik. Hier steht zumeist die direkte Lichteinwirkung auf Pflanzengewebe im Vordergrund, womit der langjährige und etablierte Themenschwerpunkt der Licht-Gewebe-Wechselwirkung am LZH sinnvoll ergänzt wird.

Die Arbeiten zur Wechselwirkung von Lasern und kohärentem Licht mit biologischen Materialien wie Zellen, Geweben und Organen liefern wertvolle Erkenntnisse für neue Ansätze verschiedenster Anwendungen. Unterstützt werden diese Applikationen aus den Bereichen Medizin, Biologie, Agrartechnik, Lebensmittelproduktion und -verarbeitung durch eine optische Bildgebung mit verschiedensten Kontrastmechanismen. Die Messungen sind räumlich sowie zeitlich hochaufgelöst und korreliert. Diese Kompetenz in der Bildgebung und Bildverarbeitung findet sich auch in industriellen Mess- und Darstellungsaufgaben wieder. Sie rundet die Schwerpunkte der Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik ab.

Laser versus Unkraut

Die **Gruppe Food and Farming** arbeitete 2019 an der Entwicklung eines Demonstrators für den laserbasierten Pflanzenschutz im Projekt NUBELA. Dabei wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Pestizideinsatz verringern, indem sie Laserstrahlung nutzen, um Unkräuter zu hemmen. Neben diesem Projekt zeichnen sich weitere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich Landwirtschaft ab. Bedingt durch die intensive Suche nach Alternativen zum Einsatz von chemischen Herbiziden stehen hier weiterhin sensible Flächen im ökologischen Landbau, wie Mulchsaaten und Hanglagen, sowie resistente Ungräser im Fokus. Zusätzlich arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Gruppe im Rahmen

des Projektes SiLaMark an einer lasergestützten Methode, um eine vollständige, tierschutzgerechte Rückverfolgbarkeit in der Fleischproduktion von der Zucht bis zum Verbraucher zu gewährleisten. Dieses wird im Rahmen der Weiterentwicklung von Patenten gefördert.

Bei beiden Projekten, wie auch bei nahezu allen neu initiierten Vorhaben der Food and Farming Gruppe, sind die Bildaufnahme, -verarbeitung und -erkennung zentrale Punkte. Dabei steht zum einem in der Tierhaltung der Schlachtkörper und Strukturen auf dessen Oberfläche und zum anderen im Pflanzenschutz die Unterscheidung zwischen Nutzpflanze und Unkraut im Vordergrund. Bei letzterem wird mittels maschinellem Lernen dem Algorithmus beigebracht, Nutzpflanzen zu erkennen. Notwendig sind dafür viele Trainingsdatensätze mit möglichst unterschiedlichen Szenarien wie Beleuchtung, Hintergrund und Bildaufnahmewinkel. Als ersten Schritt soll der Algorithmus alle „Nicht-Nutzpflanzen“ als Unkräuter behandeln und deren Mittelpunkt, das sensible Wachstumszentrum, als Koordinate ausgeben. Dieses sogenannte Meristem wird anschließend durch einen kurzen Laserpuls mit wenigen Joule pro Pflanze verödet. Dadurch erhält das Unkraut einen Wuchsverzug gegenüber der Nutzpflanze. Letztere gewinnt den Wettkampf um Licht, Wasser und Bodenraum.

Eine solche Bilderkennungseinheit wird ebenfalls beim Lasereinsatz zur Vermeidung von Insektiziden in Gewächshäusern benötigt. Hier gilt es, Schadinsekten von Nützlingen zu unterscheiden.

Im Fokus der Abteilung:

- Systemische und letale Lichtwirkung auf Pflanzen
- Laser im Pflanzenschutz
- Einsatz optischer Technologien in der Lebensmitteltechnik
- Bildgebung, Rekonstruktion und Einsatz maschinellen Lernens zur Bildanalyse für optische Online-Kontrollen und Qualitätssicherungen sowie Feature-Erkennung
- Biophotonische Therapie- und Operationsverfahren
- Bildgebungsverfahren zur Erforschung zellulärer Prozesse und molekularer Lebensvorgänge
- Photonische Systemlösungen für Medizin und Biotechnologie



Gezielte Unkrautbekämpfung mit dem Laser. (Foto: LZH)

Tomographische Bildgebung weiterentwickelt

Diese Applikationen sind drei Beispiele für die Synergie der Gruppe Food and Farming mit der **Gruppe Imaging and Metrology**. Hier wird neben Entwicklungen zur Unterstützung industrieller Prozessüberwachung und -darstellung beispielsweise im Bereich des Laserdurchstrahlungsschweißens oder Lasermikrobondens vor allem das Augenmerk auf biomedizinische Anwendungen gelegt. So wurden in diesem Jahr vor allem zwei Projekte fortgeführt und bewilligt, die sich mit der tomographischen Bildgebung mittels Laserlicht vom Zellclustern und Insektenembryonen beschäftigen. Im abgeschlossenen Projekt Pionieraxon wurden Heuschreckenembryonen als Testorganismen für Toxizitätstests eingesetzt: Die Ausbildung intakter Nervenbahnen in den Heuschreckenembryonen wird dabei gezielt durch die Gabe von vermeintlichen Neurotoxika gestört. Die Veränderung von Wuchsgeschwindigkeit und Wuchsrichtung der Neuronen wird dann mittels Scanning Laser Optical Tomography (SLOT) vierdimensional dargestellt und vermessen. Diese Versuche bergen ein enormes Einsparpotenzial an Tierversuchen. Ebenfalls mittels SLOT wird im kürzlich begonnenen Projekt Zellsphäroid ein Zellcluster hinsichtlich seiner zellulären Zusammensetzung analysiert und dreidimensional dargestellt. So kann die Qualität dieser Cluster beurteilt werden, bevor sie in der Entwicklung von Pharmazeutika zum Einsatz kommen.

In diesen beiden Projekten arbeitet die Gruppe Imaging eng mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der **Gruppe Biophotonik** zusammen, die ihre (zell-)biologische Expertise einbringen. Als herausragendes Projekt wird die Gruppe in Kürze den Verbund BioPACE abschließen. Hierbei schafft das LZH



Die Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik forscht an einer laserbasierten, schonenden Methode, um Augenhornhautverkrümmungen zu behandeln. (Foto: LZH)

gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft die Grundlagen für einen optischen Herzschrittmacher. Dabei können Zellen mittels eingebrachter optogenetischer Kanäle durch eingestrahktes Licht eine Muskelkontraktion auslösen. Diese kontrollierte, schonende aber ausreichende Beleuchtung über biokompatible Hydrogel-basierte Lichtleiter wurde in der Gruppe etabliert. Darüber hinaus ist die Forschung in einem Projekt mit europäischen Partnern zur Behandlung der Augenhornhautverkrümmung (Keratokonius) vielversprechend. Hier wird mittels Femtosekunden-Laser eine bislang mit UV-Licht durchgeführte Methode verbessert. Das Ziel ist dabei, zukünftig individuellere und schonendere Behandlungen betroffener Augen zu ermöglichen.



Transmission und Streuverhalten von Lichtleitern aus biokompatiblen Hydrogelen werden hinsichtlich ihrer Einsetzbarkeit in der Implantatentwicklung getestet. (Foto: LZH)

IM FOKUS DER GRUPPEN

Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik

Gruppe Bildgebung und Messtechnik

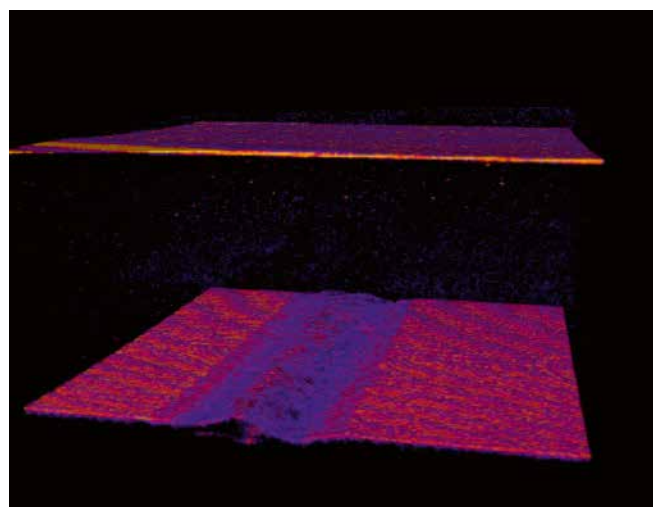
- 3D/4D-Lasermesstechnik für biomedizinische Anwendungen
- Industrielle 3D-Lasermesstechnik für technische Anwendungen
- Lasergestützte Bildgebung und Bildverarbeitung
- Anwenden von maschinellem Lernen zur Bildverarbeitung und Feature-Erkennung

Gruppe Biophotonik

- Hochdurchsatz-Zelltransfektion
- Lasergestützte ophthalmologische Therapiemethoden
- Laseroptische Cochlea-Stimulation
- Optogenetik
- (Endoskopische) Bildgebung mit optischer Kohärenztomographie (OCT)

Gruppe Food and Farming

- Laserstrahlanwendungen zum nachhaltigen Pflanzenschutz
- Lebensmittelprodukt- und produktionssicherheit



ABTEILUNGSLEITER

Dr. Tammo Ripken

Tel.: +49 511 2788-228, E-Mail: t.ripken@lzh.de

Abteilung Produktions- und Systemtechnik

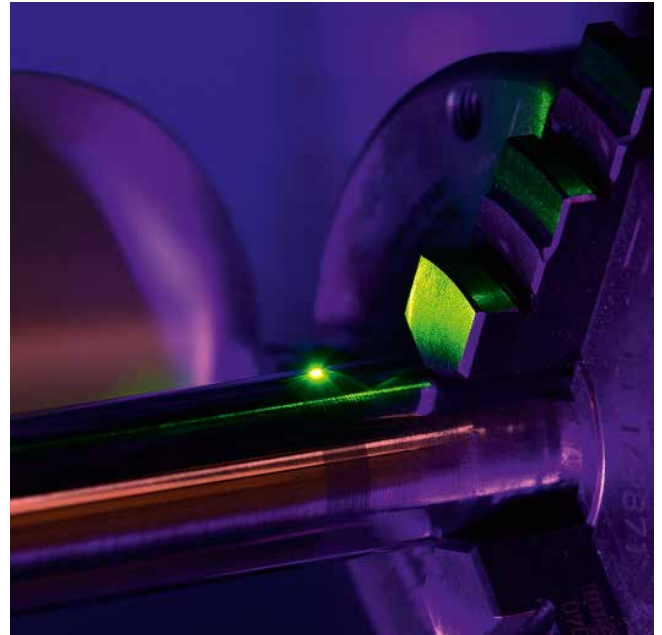
Schnelle Prozessüberwachung und -regelung

Die Entwicklung von flexiblen, möglichst automatisierbaren Laserbearbeitungsprozessen und dazugehöriger schneller Prozessüberwachung sowie -regelung sind zentrale Themen der Abteilung Produktions- und Systemtechnik. So entwickelt etwa die **Gruppe Laser-Mikrobearbeitung** im Projekt AcoustoScan eine Kombination aus Galvanometerscanner und akustooptischem Modulator. Mit diesem gekoppelten System kann der Laserstrahl flexibel und hochdynamisch abgelenkt werden, wodurch sich Prozesszeiten deutlich verkürzen lassen und sich zudem Möglichkeiten für neuartige Prozessstrategien ergeben. Insbesondere für den Einsatz kurzgepulster Lasersysteme mit hohen Repetitionsraten für die schnelle Oberflächenbearbeitung ist ein solcher Bearbeitungskopf von Interesse, da die physikalisch-technischen Limitierungen eines rein auf Galvanometer-Technologie basierenden Systems überwunden werden. Neben der Entwicklung des optischen Systems und neuartiger Prozessstrategien bilden die Entwicklung von Hard- und Software für die Steuerung einen Schwerpunkt der Projekthinhalte. Die Realisierung kürzester Ansprechzeiten ist die Grundvoraussetzung für eine laserpulsgenaue Ansteuerung der einzelnen optischen Komponenten, um so den Laserprozess erfolgreich umsetzen zu können. Ein interessantes Einsatzgebiet für die neue Strahlablenk-Strategie bildet unter anderem der Bereich der Laserbearbeitung von Dünnschichtsystemen. Hier ist vor allem die Strukturierung von Dünnschichtdehnungssensoren zu nennen, die auf die Oberfläche technischer Bauteile aufgebracht werden, um mechanische Belastungen zu detektieren.

An der Entwicklung schneller Regelungsstrategien für laserbasierte Sinterprozesse forscht die **Gruppe Additive Fertigung – Polymere und Multimaterialien** im Projekt Control-LS. Dabei arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an neuartigen Verfahren zur Prozesskontrolle und anschließender -regelung für die Additive Fertigung von Kunststoffbauteilen. Ziel ist die Überwachung des Laserprozesses und des zugehörigen Temperaturfeldes innerhalb des Bauraums unter Verwendung eines Hochgeschwindigkeitspyrometers. Der Einsatz eines sogenannten Doppelscankopfes ermöglicht zudem die Trennung der Strahlengänge des Bearbeitungslasers und des Pyrometers. So kann während des Prozesses die Temperatur an unterschiedlichen Stellen innerhalb des Bauraums unabhängig von der ak-

Im Fokus der Abteilung:

- Lasermaterialbearbeitungsprozesse für die industrielle Produktion von Morgen: vom Leichtbau über die Elektronikfertigung und Glasbearbeitung bis hin zur Medizintechnik
- Überwachung und Regelung von Bearbeitungsprozessen: Qualitätssicherung als Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit



*Lasermarkierung einer Welle zum Auslesen von Absolutdrehwinkeln.
(Foto: LZH)*

tuellen Position des Laserstrahls ermittelt werden. Hierdurch werden völlig neuartige Prozessregelungsansätze ermöglicht, um so die Zuverlässigkeit des additiven Sinterprozesses zu stabilisieren und damit letztlich die Qualität additiv gefertigter Bauteile zu steigern. Gerade vor dem Hintergrund des zunehmenden Einsatzes von Hochleistungs-, beziehungsweise Hochtemperaturthermoplasten kommt der erfolgreichen Umsetzung der Projekthinhalte besondere Bedeutung zu.

Additive und Substraktive Fertigung kombinieren

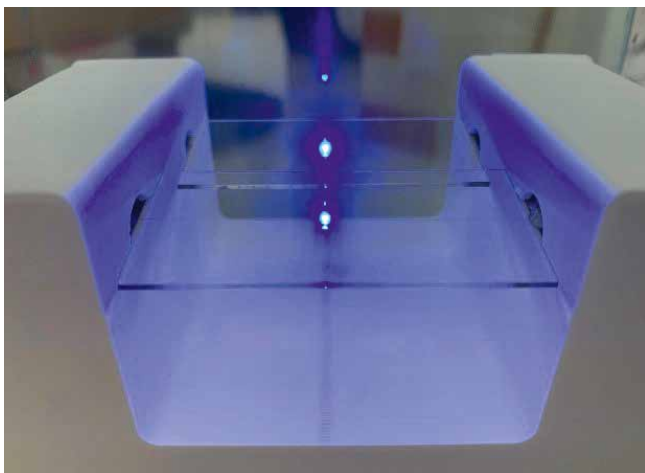
Pixelfehler in AMOLED-Displays führen zu hohen Ausschussraten. Der Grund für die Fehlstellen sind meistens Kurzschlüsse oder fehlende Leiterbahnen. Bisher existieren noch keine Reparaturprozesse, die die nötigen Auflösungen erreichen. So landen die Displays entweder mit Pixelfehlern beim Kunden oder es entsteht direkt Ausschuss. Im Projekt REPLAY werden subtraktive und additive Verfahren kombiniert, um die Reparatur dieser Kategorie von Displays zu ermöglichen. Fehlerhafte Kontakte werden mit einem Ultrakurzpulslaser teilweise oder ganz abgetragen und so der Kurzschluss entfernt. Sollte dies nicht ausreichen, oder von vornherein keine Leiterbahn an der gewünschten Position vorhanden sein, wird mit einem additiven Verfahren auf Basis von aushärtbaren Tinten die entsprechende elektrische Leitfähigkeit hergestellt.

Automatisierte Verfahren für den Leichtbau

An automatisierbaren Verfahren für die Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen arbeitet die **Gruppe Verbundwerkstoffe**. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben ein laserbasiertes Verfahren und zugehörige Anlagentechnik entwickelt, mit der Nietlöcher automatisiert und schnell in Faserverbundstrukturen gebohrt werden. Der Verschleiß konventioneller

Werkzeuge, welcher insbesondere bei der Bearbeitung kohlenstofffaserverstärkter Systeme zum Tragen kommt, kann durch den entwickelten Laserprozess überwunden werden. Basis hierfür ist eine am LZH entwickelte Software, die in der Lage ist, in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Eingangsgrößen (Materialkennwerte, Bauteilgeometrie, Fokussdurchmesser, Fluenz etc.) die für den Laserbohrprozess erforderlichen Prozessparameter zu berechnen. Die am LZH aufgebaute Laseranlage ermöglicht es, Löcher mit variablem Durchmesser und senkrechten Schnittwinkeln zu bohren. Insbesondere für Applikationen in der zivilen Luftfahrt ist das Bohren einer Vielzahl von Nietlöchern entsprechend eines definierten Musters, zum Beispiel für die Rumpfmontage moderner Großraumflugzeuge, von besonderer Bedeutung. Im Rahmen des Verbundprojektes LaBoKomp ist es erstmalig gelungen durch die Entwicklung und den Einsatz angepasster Prozessstrategien, Nietloch-Qualitäten zu erzeugen, die den hohen Anforderungen der Luftfahrtindustrie genügen. In Abhängigkeit vom erforderlichen Bohrlochmuster konnte die Bearbeitungszeit im Vergleich zu konventionellen Verfahren sogar reduziert werden.

Deutlich gestiegen ist die Nachfrage nach geeigneten Laserdurchstrahlschweißprozessen für das Schweißen thermoplastischer Kunststoffe und von Verbundwerkstoffen. Im Luftfahrtforschungsprojekt KASI wurde gemeinsam mit Kooperationspartnern aus Wirtschaft und Wissenschaft eine neuartige modulare thermoplastische Versteifungsstruktur für Anwendungen in der Luftfahrt entwickelt und auch erstmalig demonstriert. Hiermit werden Endanwender unter anderem in die Lage versetzt, Komponenten für Interieur-Strukturen stoffschlüssig zu verbinden, so dass auf den Einsatz von Klebprozessen verzichtet werden kann. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich auf das Schweißen von CFK-CFK-Verbindungen für Strukturanwendungen sowie das Fügen artungleicher Werkstoffkombinationen.



Laserbasierter Druck von Leiterbahnen für die Display-Reparatur. (Foto: LZH)



Laserdurchstrahlschweißen großer Versteifungsstrukturen für Anwendungen in der zivilen Luftfahrt. (Foto: LZH)

Quarzglas additiv fertigen

Die Additive Fertigung von Glaswerkstoffen gewinnt branchenübergreifend stetig an Bedeutung. Zurzeit arbeiten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der **Gruppe Glas** im Projekt FlexPro an einem neuartigen generativen Fertigungsprozess zur Herstellung komplexer Quarzglasbauteile – der sogenannten Laser Quarz Glass Deposition (LQGD). Mit diesem Verfahren sollen Strukturen aus Glas flexibel aufgebaut werden. Dafür entwickelt die Gruppe die entsprechende Prozesstechnologie, um Quarzglas generativ zu fertigen, zum Beispiel durch die Zufuhr geeigneter Glasfasern, die mit dem Laserstrahl aufgeschmolzen werden. Im Gegensatz zu konventionellen, häufig noch handwerklichen Methoden, können flexiblere Formen hergestellt werden. Die Reproduzierbarkeit ist zudem wesentlich höher. Die Möglichkeiten, die das Strahlwerkzeug Laser hier im Bereich der Be- und Verarbeitung von Glaswerkstoffen bietet, ist insbesondere für den chemischen Apparatebau von besonderem Interesse.

Neben dem Aufbau dreidimensionaler Glasstrukturen ist die Erzeugung photonischer Strukturen zentraler Bestandteil der Forschungsaktivitäten. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt hier auf der Entwicklung von generativen Prozessen, mit denen es möglich werden soll, optische Lichtleitfasern auf Substraten und Bauteilen zu erzeugen, um so unter anderem den Grundstein für neuartige Datenübertragungen zu legen.

Im Bereich der Beschriftung und Markierung sowie der Funktionalisierung von Gläsern kommt immer häufiger der CO₂-Laser zum Einsatz, der sich im Gegensatz zum weit verbreiteten CO₂-Laser durch eine höhere Eindringtiefe bei der Bearbeitung auszeichnet. Dieses Verfahren wird bei der Unterstützung von Ionenaustauschprozessen an Glassubstraten eingesetzt. Durch den Einsatz von Ultrakurzpulslasern wird zudem die Erzeugung von Sicherheitsmarkierungen massiv vorangetrieben. Dazu werden nanometergroße periodische Muster zur Erzeugung beugender Strukturen aufgebracht.

IM FOKUS DER GRUPPEN

Abteilung Produktions- und Systemtechnik

Gruppe Glas

- Energieeffiziente laserbasierte Fertigungsverfahren für Glaswerkstoffe
- Konzeption und Konstruktion von Lasersystemen für die Bearbeitung von Glaswerkstoffen
- Additive Fertigung von Glas als neuartige Materialklasse neben Metallen und Kunststoffen

Gruppe Verbundwerkstoffe

- Photonische Prozesse für die trennende Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen und technischen Kunststoffen
- Laserstrahlschweißen thermoplastischer Werkstoffe
- Prozessbeobachtung und -regelung

Gruppe Laser-Mikrobearbeitung

- Photonische Prozesse für die Mikro- und Nanomaterialbearbeitung
- Produktoptimierung für die individualisierte Medizin
- Technologietransfer und Prozessentwicklung für die Industrie
- Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkung

Gruppe Additive Fertigung – Polymere und Multimaterialien

- Prozessentwicklung und -regelung für die Einführung innovativer Polymerwerkstoffe in die Additive Fertigung
- Aktive und passive optische Herstellung von Polymermatrixbauteilen und gradierten Bauteilen mittels Multimaterial-3D-Druck



ABTEILUNGSLEITER

Dr.-Ing. Peter Jäschke

Tel.: +49 511 2788-432, E-Mail: p.jaeschke@lzh.de

Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik

Neue Verfahren über ein breites Spektrum an Größen

Die Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik entwickelt neue Verfahren hauptsächlich zur Bearbeitung von Metallen: von der Additiven Fertigung von Stents bis hin zu Schweißverfahren für den Schiffbau. Die Abteilung entwickelt neue Prozesse oder bestehende weiter und deckt dabei ein breites Spektrum an Größendimensionen von unter 100 Mikrometern bis zu 30 Millimetern ab.

Duplexstähle werden zum Beispiel aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit bei gleichzeitig guter Korrosionsbeständigkeit in vielen Anwendungsgebieten eingesetzt. Bisher werden dickwandige Duplexstähle mit Hilfe von mehrlagigen Lichtbogenschweißverfahren gefügt. In einem aktuellen Forschungsprojekt arbeitet die **Gruppe Fügen und Trennen von Metallen (FTM)** an einem reproduzierbaren, effizienten Laserstrahl-Unterpulver-Hybridschweißprozess für Duplexstähle bis 30 Millimeter Materialstärke. Eine kontrollierte Wärmeführung soll das erforderliche Gefüge einstellen.

Für den Leichtbau sind belastungsangepasste hybride Bauteile ein großer Gewinn. Solche Bauteile können Belastungen besser standhalten als ihre Äquivalente aus Monowerkstoffen. Um diese Strategie fortzusetzen, wird in der zweiten Förderperiode des SFB 1153 „Prozesskette zur Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile durch Tailored Forming“ in den **Gruppen FTM und Maschinen und Steuerungen (MST)** weiterhin an der Herstellung umformbarer Halbzeuge mittels ultraschallunterstütztem Laserstrahlschweißen beziehungsweise Auftragsschweißen geforscht. Grundsätzliche Idee des SFBs ist es, Halbzeuge erst zu fügen und anschließend umzuformen. Die Gruppe FTM konnte innerhalb der ersten Förderperiode nachweisen, dass Ultraschall Einfluss auf die Ausbildung der Mikrostruktur in der Schweißzone hat. In der nächsten Förderperiode wird die Gruppe unter anderem eine Qualitäts- und Prozessüberwachung entwickeln. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Gruppe MST haben erfolgreich Bauteile durch Auftragschweißen modifiziert. Diese wurden dann in einem nächsten Schritt von den Projektpartnern erfolgreich umgeformt. Dabei war wichtig: nach dem Umformprozess ist das aufgetragene Material an den dafür vorgesehenen Stellen in den beanspruchten Zonen des Bauteils zu finden. Im nächsten Schritt plant die Gruppe nun einen Mehrschichtauftrag. Dabei soll untersucht werden, ob das eingebrachte Spannungsgefüge eines Rohlings auch bei mehrfach aufgetragenem Material erhalten bleibt.

Dicke Bleche schweißen für leichtere Schiffe

Weiterhin baut die Abteilung ihre Arbeiten im maritimen Bereich weiter aus. So arbeitet die Gruppe FTM im Projekt DIOMAR weiter an einem Schweißprozess für dicke Bleche für den Schiffbau. Ziel ist dabei, hochwertige Verbindungen von Stahlblechen von bis zu 30 Millimetern mit hohen Schweißgeschwindigkeiten zu erreichen. Dafür werden Diodenlaserstrahlquellen mit Höchstleistungen von 40 bis 60 Kilowatt eingesetzt. Die **Gruppe Sicherheitstechnik (SHT)** entwirft im Rahmen des Projektes Konzepte zur Gewährleistung der Lasersicherheit bei solch hohen Laserleistungen. Dazu gehört auch die Handhabung der zu erwartenden großen Mengen an emittierten Gefahrstoffen. Die Gefahrstofffreisetzung aus der Laserprozesszone wird die Gruppe SHT umfassend untersuchen.

Lasertechnik für den Einsatz unter Wasser

Zusammen mit der Abteilung Laserentwicklung arbeitete die **Gruppe Unterwassertechnik (UWT)** im Projekt ROBUST an einem System für die Detektion von Rohstoffen in der Tiefsee. Hierbei kommt die „Laser-induced breakdown spectroscopy“ (LIBS) zum Einsatz, mit der Materialien hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung analysiert werden können. Um den Druck in der Tiefsee simulieren zu können, nutzte die Gruppe eine eigens entwickelte Druckkammer. Mit dieser war es möglich, LIBS-Messungen an Zink erstmals bei einem Druck von 600 bar (entspricht ca. 6.000 Meter Wassertiefe) durchzuführen. Das entwickelte LIBS-System wurde während einer Forschungsfahrt im Pazifik bis zu einer Wassertiefe von etwa 4.000 Meter erfolgreich getestet. Im neu gestarteten Projekt FoulLas arbeitet die Gruppe daran, den maritimen Bewuchs an Schiffen effizient, oberflächen- und umweltschonend unter Wasser zu entfernen. Dabei sollen die lackbasierten Antifouling- und Korrosionsschutzsysteme nicht beschädigt werden. Dazu entwickelte die Gruppe UWT zusammen mit den Forschungspartnern einen Prozess, bei dem Mikroorganismen und deren Zellverbände letal geschädigt werden. Während der Fahrt soll dann die Wasserströmung dazu beitragen, die Zellen vom Schiffsrumpf abzuschwemmen.



Deflagration statt Detonation: Im Forschungsprojekt DEFLAG konnten die Partner unter Einsatz eines Lasers kontrolliert einen Blindgänger entschärfen. (Foto: LZH)

Sicherere Entschärfung von Blindgängern

Der Entschärfungsversuch am Ende des Projekts DEFLAG zusammen mit dem Kampfmittelräumdienst Hamburg verlief ganz nach Plan: Anstatt einer großen Detonation ploppte der Boden des Zünders aus der 500 Pfund Bombe heraus, die Hülle platzte entlang der vorgegebenen Nut auf und nur ein sehr geringer Teil des Sprengstoffs explodierte. Dieser Ansatz der laserbasierten automatisierten Deflagration wurde von der Gruppe MST zusammen mit der LZH-Ausgründung Laser on Demand GmbH erarbeitet. Dieser könnte zukünftig für mehr Sicherheit für Kampfmittelräumer sorgen.

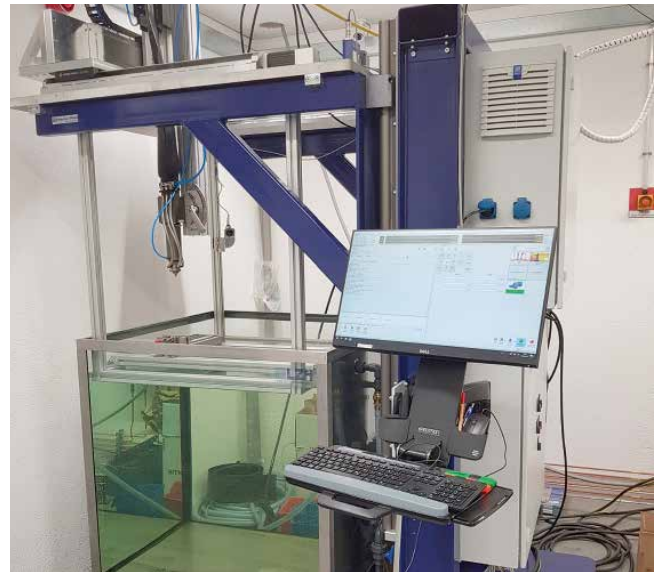
Additive Fertigung: kleiner, größer, sicherer

Die **Gruppe Additive Fertigung – Metalle (AFM)** forscht im Bereich der pulverförmigen Metallwerkstoffe und fokussiert sich insbesondere auf das Laserauftragschweißen (LMD), Laserlegieren, -dispersieren und das Pulverbettverfahren (LPBF). Schwerpunkte sind unter anderem die Prozessentwicklung für Sonderwerkstoffe, die Entwicklung innovativer Reparatur-, Verschleiß- und Korrosionsschutzverfahren sowie die Prozessbeobachtung, -steuerung und -regelung. In enger Zusammenarbeit mit Projektpartnern liegt ein weiterer Fokus auf der Verarbeitung von Refraktärmetallen aus Niob und Tantal. In dem Sonderforschungsbereich 871 „Regeneration komplexer Investitionsgüter“ wird ein LMD-Prozess mit Nickelbasis-Superlegierungen für die einkristalline Reparatur von Turbinenschaufeln entwickelt. In einem Transferprojekt übertragen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die gewonnenen Grundlagenerkenntnisse am Beispiel von Flugzeugtriebwerken in die Industrie. Im Forschungsvorhaben RESPONSE arbeitete die Gruppe in den letzten Jahren am Aufbau dünnwandiger Strukturen durch Additive Fertigung im Pulverbett. Diese sind nicht nur in der Medizintechnik von großem Interesse. Im Rahmen des Schwerpunktprogramms 2122 „Neue Materialien für die laserbasierte additive Fertigung“ und dem Projekt MagNum „Selektives Laserstrahlschmelzen von Magnesiumlegierungen im industriellen Umfeld“ beschäftigt sich die Gruppe mit der Verarbeitung von Magnesiumlegierungen.

Anknüpfend daran untersucht die Gruppe SHT im Projekt MIG-LAM die Verschleppung von pulverförmigen Gefahrstoffen. Dies ist insbesondere interessant, da die Additive Fertigung von Pulver immer weiter Verbreitung in der Industrie findet.

Im Fokus der Abteilung:

- Schweiß- und Lötprozesse von Metallen und Mischverbindungen
- Unterwasser-Prozesse und -Systemtechnik
- Kundenspezifische Systemtechnik, Anlagenbau, Laserbearbeitungsköpfe und Prozessüberwachung
- Additive Fertigungsverfahren mit Draht und Pulverwerkstoffen
- Laser- und Arbeitssicherheit



Mit diesem Versuchsstand können unter anderem Schneid- und Schweißversuche sowie Additive Fertigung unter Wasser durchgeführt werden. (Foto: LZH)

An der Additiven Fertigung mit Draht arbeitete die Gruppe MST auch in 2019 weiter. Aktuell wird der von der Gruppe entwickelte Koaxial-Kopf weiter optimiert: eine kompaktere Baugröße mit geringerer Störgeometrie, ein gekapselter optischer Pfad sowie geringere Radien in der Drahtzufuhr und eine verbesserte [De-]Montierbarkeit der einzelnen Komponenten sollen die neue Generation des Kopfs auszeichnen. Der Trend geht dahin, mit immer feinerem Draht zu arbeiten. Das Ziel eines neuen Projekts ist es daher, Drahtdurchmesser von unter 100 Mikrometern einsetzen zu können. In die andere Richtung geht es im Projekt 3DXXL: Die Gehäuse von Schiffgetrieben besitzen große Abmessungen, sind mehrere Tonnen schwer und meist Unikate. Bisher werden die Gehäuse durch verschiedene Herstellungsprozesse sehr aufwändig gefertigt, unter anderem durch das Gießen und das anschließende Fügen einzelner Bauteile. Derzeit wird am LZH ein Prozess entwickelt, der es ermöglicht Schiffsgtriebegehäuse mit Hilfe eines XXL-3D-Druckers herzustellen.

Neben der Herstellung kompletter Bauteile kann die Additive Fertigung aber auch genutzt werden, um bestehende Bauteile aufzuwerten. Beim Doppeldrahtauftragschweißen lassen sich mit aktueller Systemtechnik bis zu 20 Kilogramm Material pro Stunde aufschmelzen und auf das Bauteil aufbringen. Die physikalischen Grundlagen hinter dem Prozess will die Gruppe MST nun im Projekt LDNA besser verstehen – die Grundlage, um in Zukunft noch mehr Material sicher anzubinden. Im Bereich Systemtechnik entwickelt die Gruppe außerdem stetig ihren Laser-Innenbearbeitungskopf für das Aufräumen von Zylinderlaufflächen für Ottomotoren weiter. In einem weiteren neuen Projekt arbeitet die Gruppe außerdem daran, die Additive mit der Substraktiven Fertigung in einer Fräsanlage zu verbinden.

IM FOKUS DER GRUPPEN

Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik

Gruppe Fügen und Trennen von Metallen

- Schweißen und Löten von Metallen und Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau
- Einsatz von Verfahrenskombinationen zur Prozessregelung
- Dickblechschweißen mit Hochleistungslasern bis 60 kW oder Hybridverfahren für den Schiff- und Pipelinebau
- Dimensionsüberschreitende Bearbeitung von Werkstoffen und Materialstärken
- Kundenspezifische Prozessentwicklung

Gruppe Maschinen und Steuerungen

- Laseradditive Fertigung mit drahtförmigen Werkstoffen
- Kombination von Laser-Lichtbogenverfahren für die Additive Fertigung von Großbauteilen
- Laserbasiertes Strukturieren von Oberflächen
- Softwarebasierte Prozesssteuerung und Qualitätsüberwachung
- Adaptierung und Entwicklung von kundenspezifischen Systemkomponenten

Gruppe Unterwassertechnik

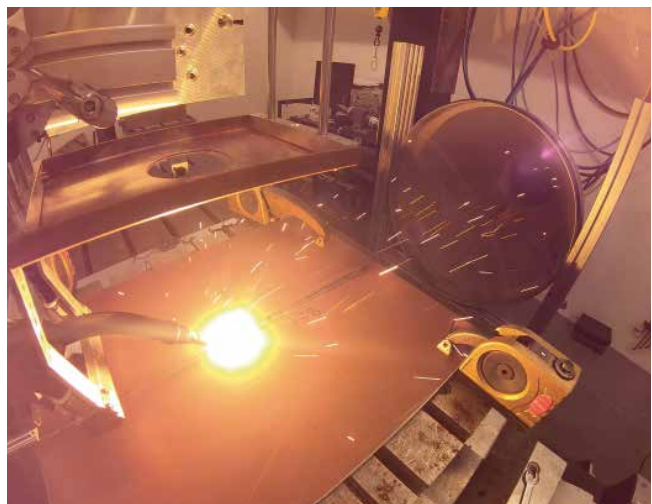
- Systemtechnik für den Einsatz unter Wasser
- Lasermaterialbearbeitung unter Wasser
- Mess- und Analysetechnik unter Wasser

Gruppe Additive Fertigung – Metalle

- Laseradditive Fertigungsverfahren mit pulverförmigen Werkstoffen
- Prozessentwicklung für Sonderwerkstoffe
- Innovative Verschleiß- und Korrosionsschutztechnologien
- Prozessbeobachtung und Regelung additiver Prozesse

Gruppe Sicherheitstechnik

- Laser- und Arbeitssicherheit
- Gefährdungsanalysen und Schutzmaßnahmen
- Emissionsprognosen und -charakterisierung
- Mobile Lasersystemtechnik für sicherheitsrelevante Anwendungen



ABTEILUNGSLEITER

Dr.-Ing. SFI Jörg Hermsdorf

Tel.: +49 511 2788-370, E-Mail: j.hermsdorf@lzh.de

Geschäftsfeld Additive Fertigung

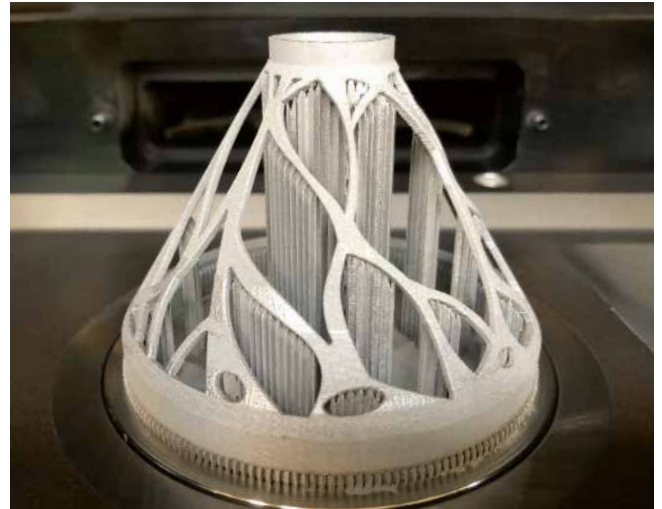
Ob Bauteile aus Polymeren, Glaswerkstoffen oder Metallen, ob höchstmögliche Auflösung oder große Volumina, das LZH vereint im Geschäftsfeld Additive Fertigung seine Expertise aus den verschiedenen am Institut etablierten Verfahren:

- Laserauftragschweißen, Laser-Lichtbogen- und Doppeldrahtauftragschweißen
- Selektives Laserstrahlschmelzen (LPBF)
- Mikro-Stereolithographie
- Aerosol Jet Printing
- Zwei-Photonen-Polymerisation (2PP)

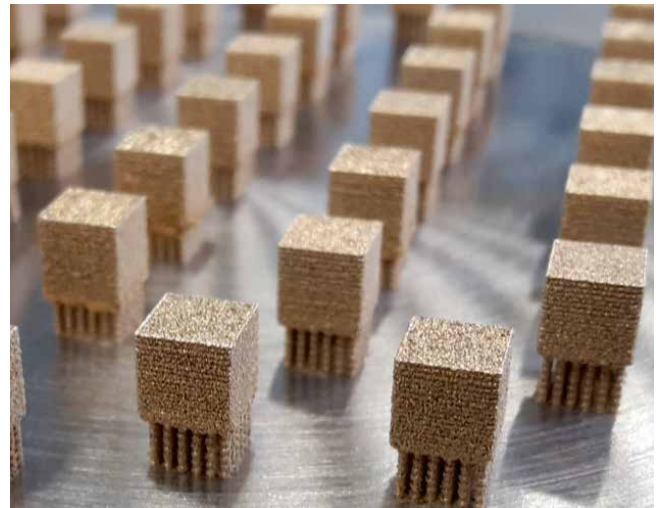
Das LZH erforscht, entwickelt und optimiert den Einsatz neuer Werkstoffe, optimiert Prozesse sowie die dazugehörige Technik. Neben etablierten Materialien wie Edelstähle und Kunststoffe arbeitet das LZH insbesondere mit Sonderwerkstoffen wie Magnesium und der Formgedächtnislegierung Nickel-Titan sowie biokompatiblen Polymeren. Im Fokus stehen weiterhin auch der Multimaterialdruck und die Einstellung von Härtegradienten. Mit den am LZH in Forschung und Entwicklung sowie in Umsetzung befindlichen Verfahren können Bauteile in Zentimetergröße mit Auflösungen im Nanometerbereich erreicht oder im XXL-Maßstab für große Maschinen additiv gefertigt werden.

Neben dem Aufbau komplett neuer Strukturen sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des LZH in der Lage, die Oberfläche von Bauteilen gezielt zu verändern oder artgleich zu reparieren. Dabei können sie unter anderem auf die Erfahrungen aus den Arbeiten im Sonderforschungsbereich 871 „Regeneration komplexer Investitionsgüter“ aufbauen.

Das LZH arbeitet mit Unternehmen aus der Medizintechnik, dem Werkzeugbau, der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt sowie dem Schiffbau zusammen. Das Institut berät und unterstützt bei der Etablierung der Additiven Fertigung in Unternehmen, bei der Entwicklung neuer Prozesse sowie bei der Integration in bestehende Systeme.



Bionische Strukturen sind einer der Vorteile der Additiven Fertigung. (Foto: LZH)



Am LZH werden auch Sondermaterialien wie Kupfer additiv verarbeitet. (Foto: LZH)



Mit Mikrostereolithographie können hochaufgelöste Strukturen gefertigt werden. (Foto: LZH)

GESCHÄFTSFELDKOORDINATOR

Dr.-Ing. Stefan Kaierle

Tel.: +49 511 2788-114, E-Mail: s.kaiерle@lzh.de

Geschäftsfeld Medizintechnik

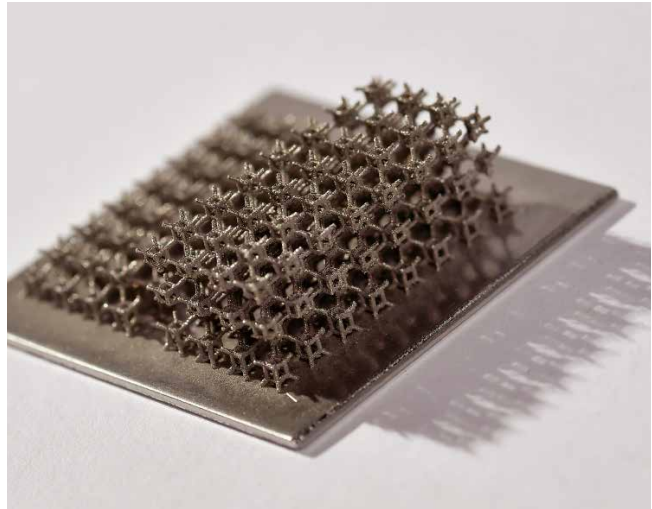
Von der Zellbiologie über die Diagnose bis hin zur Weiterentwicklung von Prozessen und Geräten für die Herstellung von Medizintechnikprodukten – das Geschäftsfeld Medizintechnik umspannt die Tätigkeiten des LZH in den Bereichen Biologie, Biophysik, Biomedizin und Medizintechnik. Darunter fallen:

- Tissue Engineering
- Bildgebung in Diagnose, Therapie und Forschung (Mikroskopie-Verfahren) sowie Applikatorbau in Therapie und Therapie-Kontrolle sowie Diagnose
- Licht-Gewebe-Wechselwirkung
- Optogenetik und Zelltherapie
- Fertigungstechnik für Implantate (Design und Oberflächen)
- 3D-Druck von Medizinprodukten
- Verarbeitung (Formung, Strukturierung etc.) von Medizintechnik-Materialien wie:
 - Biopolymere, Silikone, Quarzglas, Keramiken
 - Formgedächtnislegierungen (Nitinol)
 - Magnesium, Titan, Edelstahl, Tantal, Platin

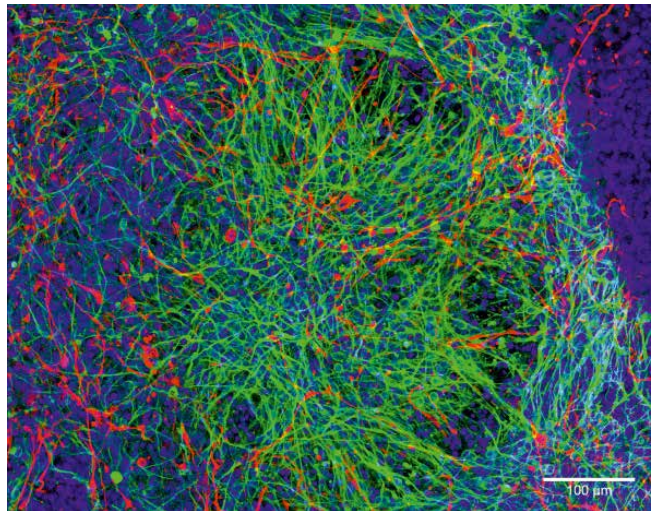
Das LZH erforscht die Licht-Gewebe-Wechselwirkung und wie sich biologische Systeme auf zellulärer Ebene manipulieren lassen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten an modernen Bildgebungsverfahren für Labor und Diagnostik, die nichtinvasiv und schonend Informationen über Gewebe sammeln.

Für das Design, die Funktionalisierung und die Herstellung von Medizinprodukten bringt das LZH seine Expertise in Ultraschallverfahren, Additiver Fertigung und dem Umgang mit biokompatiblen Metallen und Polymeren ein. So ist das Institut an der Weiterentwicklung von Stents und anderen Implantaten beteiligt.

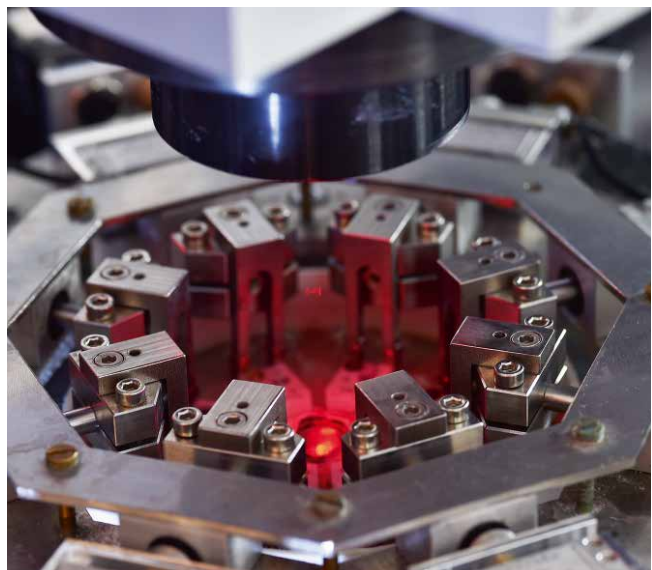
Neben seinen Forschungstätigkeiten berät das LZH in den Bereichen Regulatory Affairs und der Zulassung von Medizinprodukten.



Dreidimensionale Strukturen für Knochenersatz könnten zukünftig additiv gefertigt werden. (Foto: LZH)



Neuronales Netz aus pluripotenten Stammzellen auf einem 3D-gedruckten Polymer-Scaffold. (Foto: LZH)



Raytracing und Multimodale Bildgebung in Augenmodellen. (Foto: LZH)

GESCHÄFTSFELDKOORDINATOR

Dr. Tammo Ripken

Tel.: +49 511 2788-228, E-Mail: t.ripken@lzh.de

Geschäftsfeld Weltraumtechnik

Seit mehr als 20 Jahren erforscht, entwickelt und charakterisiert das LZH Lasersysteme für den Weltraum. Das Geschäftsfeld Weltraumtechnik bündelt abteilungsübergreifend die welt-raum-relevanten Aktivitäten im LZH. Darunter fallen:

- Entwicklung und Bau von weltraumbasierten Lasersystemen
- Beschichtung und Qualifizierung von Laseroptiken, Teleskopspiegeln, optischen Filtern
- Fügeprozesse, generative Fertigungsverfahren

Im Weltraum herrschen raue Bedingungen, die besondere Anforderungen an technische Systeme stellen. In diesem Bereich verfügt das LZH über weitreichende Kenntnisse und Erfahrungen. So hat das LZH unter anderem Beschichtungssysteme für Weltraumteleskope entwickelt, arbeitet mit an der Vorbereitung der Gravitationswellenmessung im Weltraum und steuert den Laser für das MOMA-Instrument der Mission ExoMars 2020 bei. Des Weiteren entwickelt das LZH Laser für den Einsatz auf dem Mond, zum einen für die Additive Fertigung zum anderen zum Aufspüren von Wasser.

Genauso übertragen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Expertise auf terrestrische Anwendungen: Sie sind an der Entwicklung erdgebundener Gravitationswellendetektoren beteiligt und entwickeln Lasersysteme zur Analyse von Bodenproben in der Tiefsee.

Dabei können die Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler und Ingenieurinnen und Ingenieure am LZH die gesamte Fertigungskette vom Design bis zu finalen Tests abdecken, um maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln:

- Angepasstes Laserdesign (mechanisch, thermisch, optisch)
- Opto-mechanische Analyse
- Optikbeschichtung (IBS) und Optikqualifizierung (LIDT, LIC)
- Generative Fertigung spezieller Mechaniken
- Integration im Reinraum ISO 5 Handling/ Kontaminationsmanagement
- Klebefreie Aufbau- und Verbindungstechnik mit Verifikation im Röntgentomographen
- Laserschweißen hermetischer Gehäuse
- In-house-Umwelttests (Thermalvakuum, Vibration)

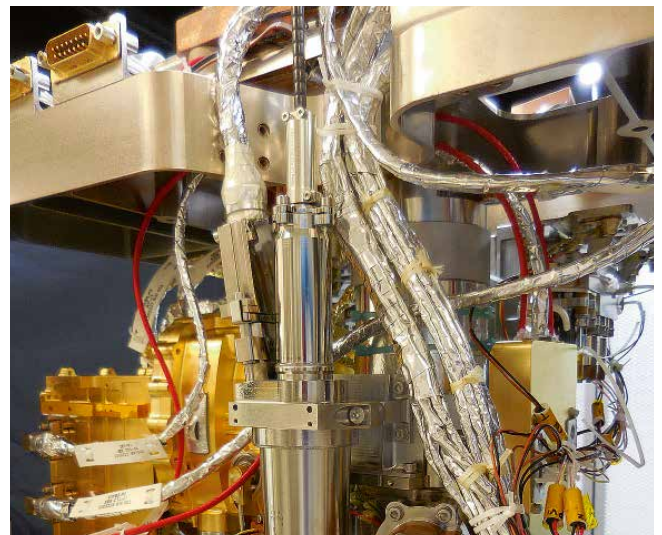
GESCHÄFTSFELDKOORDINATOR

Dr. Jörg Neumann

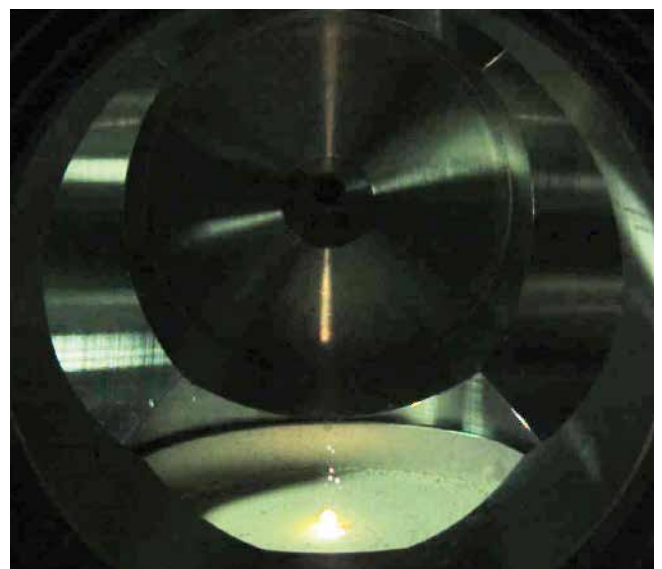
Tel.: +49 511 2788-210, E-Mail: j.neumann@lzh.de



Spezialoptiken für die Anwendung im Weltraum. (Foto: LZH)



Flugmodell des MOMA-Lasers. (Foto: LZH)



3D-Druck von Regolith unter Schwerelosigkeit. (Foto: LZH)

Akademische Arbeiten

PROMOTIONEN

Dr. rer. nat. Omar Enrique de Varona Ortega, Fiber Amplifiers at 1.5 μm for Laser Sources in Next-Generation Gravitational Wave Detectors (Februar 2019)

Dr.-Ing. Benjamin Emde, Untersuchung zur resonanten Wechselwirkung zwischen Laserstrahlung und Lichtbogen beim automatisierten WIG-Schweißen (April 2019)

Dr. rer. nat. Lena Nolte, Multispectral Imaging and Second Harmonic Generation in Scanning Laser Optical Tomography (Mai 2019)

Dr.-Ing. Christian Hoff, Materialschwächung von Stahldickblechen mittels Laserstrahlung zur Deflagration von Gefahrstoffen (September 2019)

Dr. rer. nat. Ben Matthias, Optische Kohärenztomographie und adaptive Optik für die bildgestützte Augen Chirurgie (Oktober 2019)

Dr. rer. nat. Moritz Hinkelmann, Compact and efficient sub-10 ps pump sources at 2 μm for the generation of coherent mid-infrared radiation (Dezember 2019)

MASTERARBEITEN

Mohamad Mohamad, M. Sc., Die Entwicklung und Evaluierung von einem Hydrogel als implantierbarer Lichtleiter (März 2019)

Sibylle Steck, M. Sc., Aushärten von Titandioxid-Sol-Gel- und Zirkoniumdioxid-Sol-Gel-Schichten auf Borosilikatglas mit CO_2 -Laserstrahlung (März 2019)

Manuel Geggus, M. Sc., Messung und 3D Rekonstruktion der Geometrie von porcinen Augenlinsen während simulierter Akkommodation nach Behandlung mit fs-Laserpulsen (März 2019)

Johannes Böttcher, M. Sc., Prozessentwicklung zum Laser-Mehrlagenschneiden verschiedener Werkstoffe unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen im Rettungseinsatz (März 2019)

Johannes Wenzel, M. Sc., Entwicklung und Charakterisierung eines optischen Aufbaus für die Tiefenstimulation eines in vitro-Modells für die Optogenetik (März 2019)

Kay Bischoff, M. Sc., Erzeugung quasiperiodischer Mikro- und Nanostrukturen in wässrigen Lösungen durch ultrakurze Laserpulse (Mai 2019)

Merle Schneewind, M. Sc., Development of an ultrashort pulse fiber-based optical parametric oscillator (Mai 2019)

Maryam Goljany, M. Sc., Entwicklung eines numerischen Prozessmodells zum Laserschneiden von CFK (Juni 2019)

Kai Biester, M. Eng., Entwicklung eines automatisierten Drahtwechselsystems für das additive Laser-Draht-Auftragsschweißen von Metall- und Glaswerkstoffen (Juli 2019)

Sebastian Balendat, M. Sc., Optimierung von Beschichtungsprozessen zur Herstellung frequenzkonvertierender optischer Interferenzschichtsysteme (August 2019)

Rachid Houssaini, M. Sc., Monolithische durchstimmbare Strahlquelle für Echtzeit S^2 -Messung (September 2019)

Simon Hirt, M. Sc., Integration eines Liniensensors in eine Roboteranlage und Programmierung einer 3D-Erfassung lasergeschäfteter CFK-Abtragstrukturen (September 2019)

Stefanie Unland, M. Sc., Untersuchung von Farbstoff dotierten Polymerfaserlasern (November 2019)

Markus Rupp, M. Sc., Programmierung eines Laserprozesses zur geregelten Erstellung von Bohrungssenkungen mithilfe eines Profilsensors (Dezember 2019)

Abel Arvid, M. Sc., Entwicklung eines empirischen Prozessmodells für das Laser Powder Bed Fusion von reinem Niob (Dezember 2019)

BACHELORARBEITEN

Timm Landes, B. Sc., Tiefen-abhängige Messung der Riboflavinkonzentration mittels Multiphotonmikroskopie in Schweinecornea (April 2019)

Tobias Simon Gelker, B. Sc., Untersuchungen zum Laserstrahl-löten von dünnen Blechen (August 2019)

Hendrik Stürmer, B. Sc., Untersuchung und Optimierung zum Einbringen von diffraktiven Strukturen auf Kalk-Natron-Glas mittels Pikosekundenlaser (September 2019)

Anna Svenja Schwäblein, B. Sc., Untersuchung der Kapselreißfestigkeit nach verschiedenen Öffnungsverfahren der Linsenkapsel zur Phakoemulsifikation (Oktober 2019)

Masa al Masri, B. Eng., Measurement of biomechanical properties of porcine cornea tissue using custom developed and automated inflation test pump system (Oktober 2019)

Sophie Voß, B. Sc., Eine Softwarelösung für das Aufdrucken von Leiterbahnen (Oktober 2019)

Jannes August, B. Sc., Entwicklung eines Simulationsmodells zur Bestimmung der Partikelverteilung im Austritts-Gasstrahl einer Pulverdüse für das koaxiale Laser-Pulver-Auftragsschweißen (November 2019)

Phillipp Schütz, B. Sc., Einsatz eines FPGAs für die Steuerung von Scannern in der Lasermikro- und Nanobearbeitung (November 2019)

NACHWUCHSFÖRDERUNG UND WEITERBILDUNG

Nachwuchsförderung

Die Fachkräftesicherung für den Hochtechnologiebereich Photonik ist ein wichtiges Thema am LZH. Zusammen mit den Fachabteilungen engagiert sich der Bereich Services für die Förderung des Nachwuchses und die gezielte Weiterbildung von Berufstätigen und Fachkräften. Um Mädchen und Jungen schon frühzeitig für die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) zu begeistern und um Studierenden zusätzliche Qualifikationen anzubieten, unterstützt beziehungsweise initiiert das LZH unter dem Motto „Light for your Future“ zahlreiche Aktionen:

- Zukunftstag für Mädchen und Jungen
- Besuche von Schulklassen
- Schulpraktika
- IdeenExpo
- Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (FWJ)
- Niedersachsen-Technikum
- Praktika für Studierende
- Studien-/Abschlussarbeiten

Ausbildung

Folgende Berufe wurden 2019 am LZH ausgebildet:

- Kaufmann/-frau für Büromanagement
- Feinwerkmechaniker/-in



Die FWJ'ler/-innen bekommen Einblicke in verschiedenste Bereiche des LZH. (Foto: LZH)



MOONRISE bei „Wissen LIVE“ auf der IdeenExpo-Bühne mit Ranga Yogeshwar. (Foto: LZH)



Über 60 Schüler/-innen waren zum Zukunftstag 2019 im LZH. (Foto: LZH)

LZH Laser Akademie

Wir haben die passende Weiterbildung in der Lasertechnik

Seit über 15 Jahren ist die LZH Laser Akademie GmbH ein führender Anbieter von Weiterbildung in der Lasertechnik für Meister, Techniker und Ingenieure. Gestartet ist die Ausgründung des LZH 2003. Seitdem wurde das Fortbildungsangebot stetig erweitert und bis auf zurzeit 19 verschiedene Seminarangebote ausgebaut.

Die professionelle Fachkräfteweiterbildung wurde und wird sehr positiv nachgefragt. Auch 2019 nahmen wieder rund 500 Teilnehmer an 41 Seminaren und Weiterbildungen der LZH Laser Akademie teil.

Damit Interessierte das richtige Angebot schnell finden, wurde die Homepage der LZH Laser Akademie grundlegend überarbeitet. Auf www.lzh-laser-akademie.de finden die Besucher nicht nur Beschreibungen und die Anmeldeöglichkeiten zu den Seminaren, sondern auch Informationen zu den Projekten, mit denen sich die LZH Laser Akademie aktiv für den Ausbau der Weiterbildungsinfrastruktur in Deutschland und Europa einsetzt.

Qualifizierung von Fachkräften – ein Thema für Europa

Das Thema Additive Fertigung stand auch 2019 im Mittelpunkt der Projekte und wird weiterhin in den kommenden Jahren ein Schwerpunkt in der Projektarbeit der Laser Akademie darstellen. Das von der EU-finanzierte Projekt CLLAIM befasst sich mit der Entwicklung von Curricula für derzeit fehlende Qualifikationsstufen wie Konstrukteure, Prozessverantwortliche, Maschinen- und Anlagenbediener sowie Qualitätsprüfer mit dem Ziel europaweit Standards zu setzen.

Das Projekt SAM widmet sich seit 2018 ebenfalls dem Thema 3D-Druck. In den kommenden drei Jahren entwickelt die LZH Laser Akademie gemeinsam mit 14 europäischen Partnern eine geeignete Strategie, um den Fachkräftebedarf in der Additiven Fertigung in Europa zu sichern.

Gremienarbeit bereichert die Ausbildung der Laser Akademie

Im Deutschen Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS) wirkt die Akademie aktiv an der Gestaltung der Ausbildungsrichtlinien für die Laserstrahlmaterialbearbeitung mit. Als Obfrau der Fachgruppe 4.7 „Ausbildung Strahlschweißen“ und 4.13 „Ausbildung in der additiven Fertigung“ bringt Dipl.-Ing Ilka Zajons die Expertise der Akademie ein, um gemeinsam mit anderen Bildungseinrichtungen und Experten eine an den Bedarfen der Industrie ausgerichtete hochwertige Ausbildung zu gewährleisten.

Genauso aktiv setzen sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Akademie für die stetige Verbesserung und praxisnahe Gestaltung des technischen Regelwerkes ein. Sei es bei der Erarbeitung von Berufsgenossenschaftlichen Informationen oder des technischen Regelwerkes zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV). Die Zusammenarbeit mit den Berufsgenossenschaften sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA) gewährleistet die Ausbildung von Laserschutzbeauftragten nach stets aktuellem Standard.

Laser AKADEMIE

Unternehmen Seminare Projekte News FAQ Kontakt

VON HIER AUS IN DIE ZUKUNFT

Terminübersicht

Die LZH Laser Akademie GmbH - Ihr Weiterbildungspartner für Lasertechnik

Als professioneller Dienstleister für Weiterbildung bieten wir unseren Kunden ein breites Veranstaltungsspektrum für die Qualifizierung in den optischen Technologien. Der Schwerpunkt liegt auf den Grundlagen und Anwendungsgebieten der Lasertechnik und den angrenzenden Themenbereichen. Unser regelmäßiges Veranstaltungsprogramm wird ergänzt durch Tagungen und Workshops zu aktuellen Themen sowie individuell auf den Bedarf zugeschnittene Angebote.

Wir beteiligen uns aktiv am Ausbau der Weiterbildungsinfrastruktur in den optischen Technologien in Niedersachsen. Darüber hinaus bringen wir unsere Erfahrung in nationalen und internationalen Forschungsprojekten, beispielsweise bei der Entwicklung von Curricula oder der Bewertung von Ausbildungsleistungen ein.

Mit neuer Homepage ins nächste Jahrzehnt. (Bild: LZH Laser Akademie)

Vorlesungen und Seminare

Folgende Vorlesungen und Seminare wurden von LZH-Mitarbeitern in 2019 gehalten:

Wintersemester 2018/19:

„Grundlagen der Lasermedizin und Biophotonik“, Vorlesung und Seminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozenten: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp, PD Dr. Holger Lubatschowski

„Introductory Biophysics for Physicists“, Vorlesung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

„Journal Club Biomedical“, Seminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

„Grundlagen und Aufbau von Laserstrahlquellen“, Vorlesung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozenten: Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer, Dr. Dietmar Kracht

„Lasermedizin“, Gruppenseminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

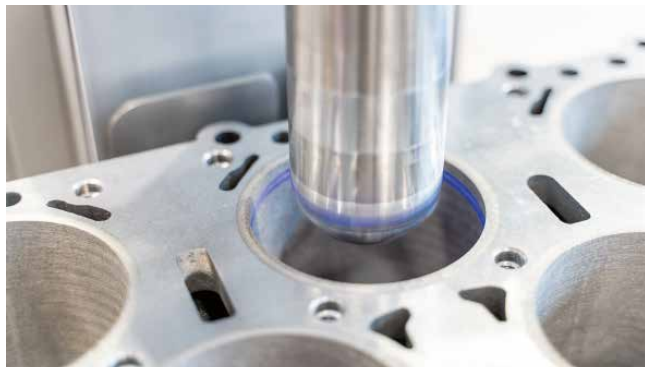
„Laser in der Biomedizintechnik“, Vorlesung mit Übung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Dr.-Ing. Stefan Kaierle

„Laserfertigungstechnik“, Blockveranstaltung, Hochschule Hannover, Dozenten: Prof. Dr.-Ing. Henning Ahlers, Klaus Raebisch

„Laserkomponenten“, Gruppenseminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Detlev Ristau

„Optische Schichten“, Vorlesung mit Übung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Detlev Ristau

„Tissue Engineering“, Vorlesung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozentin: PD Dr. Sabrina Schlie-Wolter



Sommersemester 2019:

„Aktuelle Aspekte der Biomedizinischen Optik“, Seminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

„Biophotonik – Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen“, Vorlesung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

„Biophotonik“, Proseminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozenten: Prof. Dr. Uwe Morgner, Prof. Dr. Bernhard Wilhelm Roth, PD Dr. Merve Wollweber

„Festkörperlaser“, Vorlesung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Dr. Peter Weßels

„Grundlagen optischer Fasern“, Vorlesung mit Übung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Detlev Ristau

„Laserfertigungstechnik“, Blockveranstaltung, Hochschule Hannover, Dozenten: Prof. Dr.-Ing. Henning Ahlers, Klaus Raebisch

„Laserkomponenten“, Seminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Detlev Ristau

„Lasermaterialbearbeitung“, Vorlesung mit Übung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

„Laser Material Processing“, Vorlesung mit Übung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität, Dozent: Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

„Lasermedizin“, Gruppenseminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

„Laser technology in medicine“, Vorlesung, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

„Theorie und Praxis optischer Funktionsschichten“, Seminar, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Dozent: Prof. Dr. Detlev Ristau

VERANSTALTUNGEN UND MESSEN

Veranstaltungen

Besuch der Abteilung 3 des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums 10. Januar 2019 in Hannover

Im Februar besuchte die Abteilung 3 „Industrie und Maritime Wirtschaft“ des niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung das LZH. Dabei informierten sich die interessierten Gäste über aktuelle Forschungsprojekte und bestehende Infrastruktur, wie hier den Reinraum.



Food Packaging & Safety 29. Januar 2019 in Hannover

Ende Januar trafen sich die knapp 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmer des FoodPackLab-Workshops in den Räumen des LZH, um die Themen Lebensmittelverarbeitung, -sicherheit sowie Herausforderungen bei Lebensmittelverpackungen zu diskutieren.



Besuch des MNU 22. März 2019 in Hannover

Teilnehmer des 110. MNU-Bundeskongresses des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU) besichtigten Ende März das LZH. Neben einem Vortrag zur Arbeit des LZH wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch das Versuchsfeld und die Labore geführt.



OptiLayer-Workshop 26. – 28. März 2019 in Hannover

Ende März war das LZH Gastgeber für das jährliche Treffen der OptiLayer-Anwender. 25 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Europa tauschten sich zum Umgang mit der Software aus, mit der sich optische Beschichtungen designen und berechnen lassen.



Zukunftstag

28. März 2019 in Hannover

Beim diesjährigen Zukunftstag Ende März nutzten wieder 65 Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit, sich an unterschiedlichen Stationen über die Möglichkeiten der Lasertechnik und Berufswege in Naturwissenschaft und Technik am LZH zu informieren.



OptogenetikMeetsLabvolution

21. Mai 2019 in Hannover

Im Mittelpunkt des Forums OptogenetikMeetsLabvolution standen zukünftige Anwendungsfelder, Technologien und Werkzeuge. Expertinnen und Experten aus verschiedenen Forschungsbereichen stellten innovative Projekte und Produkte vor. Prof. Dr. Alexander Heisterkamp, LZH, sprach zum Thema „Optogenetik – eine Fernsteuerung für Zellen“. Das Forum fand im Rahmen des Biotechnica Forums auf der Fachmesse LABVOLUTION statt.



Länderaustausch Industrie 4.0

06. Juni 2019 in Hannover

Im Juni fand der Länderaustausch Industrie 4.0 in Hannover statt. In den Räumen des benachbarten Instituts für Produktion tauschten sich die Bundesländer über ihre Initiativen aus. Bei einer anschließenden Führung zeigte das LZH aktuelle Forschungsarbeiten aus den Bereichen Zivile Sicherheit und Leichtbau sowie den Innenbearbeitungskopf, eine gefragte Eigenentwicklung.



Workshop: Konstruktion für die Additive Fertigung

17. September 2019 in Hannover

Über 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmer nutzten im September die Gelegenheit, sich beim Workshop über die „Konstruktion für die Additive Fertigung“ zu informieren. Um die Freiheitsgrade des 3D-Drucks vollständig zu nutzen, bedarf es neuartiger Ansätze für die Konstruktion von Bauteilen. Der Workshop von LZH und dem Institut für Produktentwicklung und Gerätebau der Leibniz Universität Hannover fand zum vierten Mal statt.



Besuch des Hannoverschen BankierClubs

24. September 2019 in Hannover

Im September besuchte der Hannoversche BankierClub von 1924 das LZH. Bei einer Führung wurden unter anderem Laser für den Weltraum, Produktionstechnologien von Morgen und Lasertechnik für die Zivile Sicherheit vorgestellt.



Forum Additive Fertigung: Hightech-Impulse für die KMU

26. September 2019 in Hannover

Beim Forum Additive Fertigung bündelte Niedersachsen ADDITIV erneut Experten-Know-how aus Wirtschaft und Wissenschaft, um zu zeigen, welche Chancen und Potenziale der 3D-Druck bietet. In der Pause konnten sich die Besucher anhand laufender Prozesse bei über den Stand der Anlagentechnik informieren.



Besuch der EFRE-Bescheinigungsbehörden

24. Oktober 2019 in Hannover

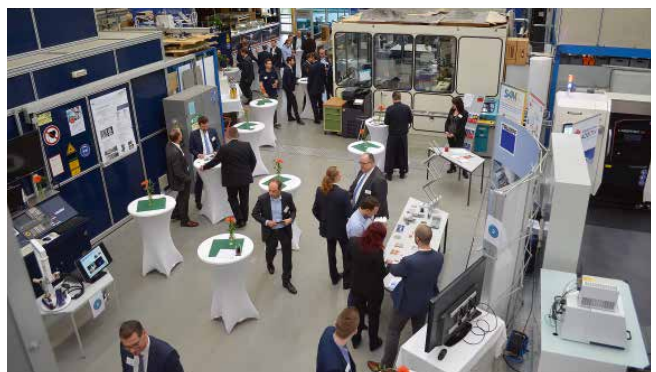
Im Anschluss an das Treffen der EFRE-Bescheinigungsbehörden im LZH erhielten die Gäste in einem Impulsvortrag zum Thema „Innovationen durch Lasertechnik“ Einblicke in die Arbeit am LZH, die sie in der Führung an den Stationen Space, Additive Fertigung, Entschärfung von Blindgängern und Leichtbau noch weiter vertiefen konnten.



Technologietag E-Mobility: Laserimpulse für die mobile Zukunft

06. November 2019 in Hannover

Am Ende des fünften Technologietags der TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH und des LZH lautete das Fazit: Auch bei der Produktion von Elektrofahrzeugen punktet der Laser durch seine Vielseitigkeit. Referentinnen und Referenten aus Industrie und angewandter Forschung berichteten über den Stand der Technik, unter anderem beim laserbasierten Schweißen von Bauteilen für Elektrofahrzeuge und der Ladeinfrastruktur.



Innovationstag Lasertechnik: Mobilität im Wandel

07. November 2019 in Hannover

Elektrische Antriebe und Leichtbau sind zwei der Schlüssel zu einer klimafreundlicheren Mobilität. Die Referentinnen und Referenten beim sechsten Innovationstag Lasertechnik vom LZH und NiedersachsenMetall setzen auf Lasertechnik, wenn es um Produktionskonzepte für Fahr- und Flugzeuge der Zukunft geht.



GROTESK – die Zukunft der Optikfertigung

19. November 2019 in Hannover

Mitte November präsentierte Niedersachsen ADDITIV „GROTESK – Die Zukunft der Optikfertigung“. Dabei stellten die Partner des niedersächsischen Innovationsverbunds „GROTESK – Generative Fertigung optischer, thermaler und struktureller Komponenten“ Forschungsansätze vor, mit denen sich optische Systeme zukünftig vollkommen anders herstellen lassen.



TechTide

03. – 04. Dezember 2019 in Hannover

Das LZH stellte Anfang Dezember als Digitaler Ort Niedersachsen auf der TechTide, der Konferenz zur digitalen Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft, aus. Im Rahmen der Ausstellung zeigte das LZH die digitalen Möglichkeiten der Additiven Fertigung und der Agrar 4.0. Außerdem war das LZH mit zwei Vorträgen an der Konferenz beteiligt.



9. Workshop: Laserbearbeitung von Glaswerkstoffen

05. Dezember 2019 in Nürnberg

Das LZH und das Bayerische Laserzentrum (blz) veranstalteten Anfang Dezember den 9. Workshop „Laserbearbeitung von Glaswerkstoffen“ im Flughafen Nürnberg. Elf Expertinnen und Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft berichteten über die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der Laserglasbearbeitung. Der Schwerpunkt lag auch in diesem Jahr auf der Glasbearbeitung mittels ultrakurzer Laserpulse.



Messeteilnahmen

Hannover Messe

01. – 05. April 2019 in Hannover

Die Industrie 4.0 erfordert integrierte, sich in bestehende Abläufe einfügende Prozesse: kundenspezifische, systemtechnische Lösungen sind gefragt. Das LZH zeigte auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Niedersachsen individuelle Komplettlösungen für Prozesse und Systeme aus der Lasermaterialbearbeitung anhand von ausgewählten Laserbearbeitungsköpfen.



IdeenExpo

15. – 23. Juni 2019 in Hannover

Potentielle Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler konnten auf dem Stand des LZH erfahren, wie in Zukunft Laser auf dem Mond eingesetzt werden könnten, um aus dort vorhandenen Materialien Bauteile für ein „Monddorf“ zu „drucken“. Die Besucherinnen und Besucher konnten ein Mondfahrzeug über einen unwegsamen Mondparcours steuern. Wer Rover und Laser an den Zielort brachte, wurde mit einem Foto-Andenken an seine Mondmission belohnt.



Composites Convention

12. – 13. Juni 2019 in Stade

Auch 2019 stellte die Gruppe Verbundwerkstoffe des LZH auf der Composites Convention innovative Lösungen rund um die Laserbearbeitung von Verbundwerkstoffen vor. Schwerpunkte in diesem Jahr waren neuartige Verfahren für kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK), glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK), Konstruktions- und Hochleistungsthermoplaste.



LASER World of PHOTONICS

24. – 27. Juni 2019 in München

Das LZH präsentierte auf der LASER World of PHOTONICS innovative Lösungen aus verschiedenen Bereichen der Photonik. Die Besucherinnen und Besucher konnten unter anderem selbstentwickelte Laserbearbeitungsköpfe für spezielle Szenarien, das MOMA-Instrument und auch neue Ansätze in der Optikherstellung begutachten.



Agritechnica

10. – 16. November 2019 in Hannover

Unter dem Leitthema „Laser versus Unkraut: Herbizide im Pflanzenbau reduzieren“ zeigte das LZH auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Niedersachsen ein laserbasiertes System zur Unkrauterkenntnis und -beseitigung. 2019 war das LZH erstmalig auf der Weltleitmesse für Landtechnik vertreten.



Niedersachsen AVIATION

26. November 2019 in Hannover

Beim Jahresnetzwerktreffen der Niedersachsen Aviation am 26. November 2019 in der HDI Arena in Hannover besuchte der Niedersächsische Wirtschaftsminister Dr. Bernd Althusmann den Stand der Gruppe Verbundwerkstoffe des LZH.



European Innovators Jahresnetzwerktreffen

21. November 2019 in Hannover

Beim Jahresnetzwerktreffen der European Innovators in den Räumlichkeiten der NBank stellte das LZH sein Portfolio in der Laserentwicklung- und anwendung mit besonderem Fokus auf die Thematik Agrar 4.0: Laser vs. Unkraut vor.



WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN

Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen werden alphabetisch nach Erstautor/-in aufgelistet.

Abteilung Laserkomponenten

H. Badorreck, M. Steinecke, L. O. Jensen, D. Ristau, M. Jupé, J. Müller, R. Tonneau, P. Moskovkin, S. Lucas, A. Pflug, L. Grinevičiūtė, A. Selskis, T. Tolenis, **Correlation of structural and optical properties using virtual materials analysis**. Opt. Express 16 [27], 22209-22225 (2019).

I. Balasa, S. Paschel, L. O. Jensen, **Limitations in measuring a well-defined laser-induced damage threshold**. Advanced Laser Technologies, 15.-20. September, Prag (2019).

F. Carstens, H. Ehlers, S. Schlichting, L. O. Jensen, D. Ristau, **High-Resolution Optical Broadband Monitoring for the Production of Miniaturized Thin-Film Filters**. Optical Interference Coatings (OIC), 02.-07. Juni, Santa Ana Pueblo (2019).

H. Ehlers, **Thickness Monitoring and Enhanced Production Strategies for Optical Coatings**. Optical Interference Coatings (OIC), 02.-07. Juni, Santa Ana Pueblo (2019).

L. O. Jensen, **Characterization Strategies and Techniques for Optical Interference Coating for Laser Applications**. Optical Interference Coatings (OIC), 02.-07. Juni, Santa Ana Pueblo (2019).

L. O. Jensen, **Charakterisierung in der optischen Dünnschichtproduktion**. Sputtern in der Präzisionsoptik, 09. Mai, Jena (2019).

L. O. Jensen, **Eine Qualitätskontrolle von optischen Beschichtungen für Photonik 4.0**. V2019 VAKUUM & PLASMA, 08.-10. Oktober, Dresden (2019).

L. O. Jensen, **Laser-induced Damage in ALD Films**. Optical Coatings for Laser Applications (OCLA), 11. April, Buchs (2019).

L. O. Jensen, **Quality Control and Thin Film Metrology for Future Optical Components**. OSA Technical Group Webinar, 14. Mai, Hannover (2019).

L. O. Jensen, I. Balasa, T. Böntgen, **Highest laser powers – not without understanding the limits of the coatings**. OSA Laser Congress, 30. September, Wien (2019).

L. O. Jensen, M. Jupé, M. Steinecke, D. Ristau, **Ultra-fast Kerr Switches on the Basis of Dielectric Multi-layer Films**. OSA Non-linear Optics, 15. Juli, Waikoloa (2019).

M. Jupé, **Materials, structure and designs for femtosecond optics**. International Conference on Pacific Rim Laser Damage & Thin Film Physics and Applications (SPIE-PLD/TFPA), 19.-22. Mai, Qingdao (2019).

D. Ristau, **Summary on laser damage competitions**. Optical Coatings for Laser Applications (OCLA), 11. April, Buchs (2019).

A. K. Rüßeler, **In-situ-Oberflächeninspektion in PVD-Prozessen**. 37. Arbeitskreistreffen DUV/VUV, 13. November, Darmstadt (2019).

A. K. Rüßeler, I. Balasa, L. O. Jensen, H.-U. Kricheldorf, M. Vergöhl, **Materialspezifische Defektentstehung in der Optikbeschichtung – Made InSitu**. F.O.M.-Konferenz, 06. November, Berlin (2019).

M. Steinecke, H. Badorreck, T. Willemsen, L. Hao, M. Jupé, L. O. Jensen, **Quantized nanolaminates as versatile materials for optical interference coatings**. Optical Interference Coatings Conference (OIC) 2019, OSA Technical Digest (Optical Society of America, 2019), TB.3 (2019).

S. Paschel, H. Badorreck, X. Cheng, Z. Wang, I. Balasa, L. O. Jensen, D. Ristau, **Generation of secondary E-field distributions in optical thin film layers induced by scattering nanometer-sized impurities**. SPIE Laser Damage, 22.-25. September, Broomfield (2019).

Abteilung Laserentwicklung

M. Baudisch, M. Hinkelmann, D. Wandt, K. Zawilski, P. Schunemann, J. Neumann, I. Rimke, **2.5-12 μm tunable, 2 μm pumped, ZnGeP₂-based OPG/OPA System for the generation of narrow-band, μJ -level pulses with sub-20 cm^{-1} bandwidth**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC), cf_7_3 (2019).

P. Booker, M. Dürbeck, N. G. Boetti, D. Pugliese, S. Abrate, D. Milanese, M. Steinke, J. Neumann, D. Kracht, **Single-frequency Er³⁺ doped phosphate fiber MOPA**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC 2019), cj_p_17 (2019).

K. Bremer, S. Schlangen, S. Böhm, F. Wellmann, M. Steinke, J. Neumann, B. Roth, L. Overmeyer, **Investigation of grating assisted mode-selective few-mode fused fiber couplers**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC 2019), ci_5_6 (2019).

- A. Büttner, M. Ernst, M. Hunnekuhl, R. Kalms, L. Willemsen, P. Weißels, D. Kracht, J. Neumann, the MOMA laser team, **Optical design and characterization of the MOMA laser head flight model for the ExoMars 2020 mission**. SPIE Proceedings Vol. 11180: International Conference on Space Optics, 111805H [2019].
- A. Büttner, M. Ernst, M. Hunnekuhl, R. Kalms, L. Willemsen, P. Weißels, D. Kracht, J. Neumann, the MOMA laser team, **Space-Qualified Pulsed DPSS-UV Laser for Martian Subsurface Exploration**. Proc. Conference on Lasers and the Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe – EQEC 2019), ca_4_5 [2019].
- R. Caspary, S. Unland, S. Spelthann, J. Thiem, A. Rühl, D. Ristau, W. Kowalsky, F. Jakobs, J. Kielhorn, P. Y. Ang, M. Cehovski, M. Beck, H.-H. Johannes, S. Balendat, J. Neumann, **Polymer Fiber Lasers**. 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), 1-4 [2019].
- E. Chatzizyrlı, A. Wienke, R. Lachmayer, J. Neumann, D. Kracht, **Structured Auxiliary Mesh (SAM) algorithm for opto-thermal simulation of laser-based lighting systems**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC 2019), ej_p_11 [2019].
- M. Ernst, A. Büttner, M. Hunnekuhl, R. Kalms, P. Weißels, L. Willemsen, J. Neumann, D. Kracht, the MOMA laser team, **Mechanical Design and Testing of the MOMA Flight Model Laser Head for the EXOMARS 2020 Mission**. SPIE Proceedings Vol. 11180: International Conference on Space Optics, 111805J [2019].
- J. Gancet, D. Urbina, J. Biswas, M. Losekamm, S. Sheridan, A. Evagora, L. Richter, S. Schröder, T. Chupin, D. Fodorcan, H.-K. Madakashira, P. Reiss, S. Barber, N. Murray, G. Fau, K. Kullack, R. Aked, T. Poeschl, M. Reganaz, S. Kubitz, J. Neumann, P. Weißels, **LUVMI and LUVMI-X: Lunar Volatiles Mobile Instrumentation Concept and Extension**. 15th Symposium on Advanced Space Technologies in Robotics and Automation (ASTRA), 27.-28. Mai, Noordwijk [2019].
- M. Hinkelmann, B. Schulz, D. Wandt, U. Morgner, M. Frede, J. Neumann, D. Kracht, **CPA-free amplification of sub-10 ps pulses in Ho:YLF to the mJ-level at 2 μ m wavelength**. SPIE Proceedings Vol. 10896: Solid State Lasers XXVIII: Technology and Devices, 108960Q [2019].
- M. Hinkelmann, D. Wandt, U. Morgner, J. Neumann, K. Zawilski, P. Schunemann, D. Kracht, **High repetition rate, wavelength-tunable mid-IR source driven by ps-pulses from a Ho:YLF amplifier at 2 μ m**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC), ca_9_6 [2019].
- S. Hochheim, M. Steinke, J. Koponen, T. Lowder, S. Novotny, J. Neumann, D. Kracht, **Monolithic amplifier based on a Chirally-coupled-core fiber**, Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC), cj_p_19 [2019].
- S. Hochheim, M. Steinke, J. Neumann, D. Kracht, **Broadband excess intensity noise due to an asymmetric Brillouin gain spectrum in optical fibers**. SPIE Proceedings Vol. 10897: Fiber Lasers XVI: Technology and Systems, 108971R [2019].
- R. Kalms, A. Büttner, M. Ernst, M. Hunnekuhl, L. Willemsen, P. Weißels, D. Kracht, J. Neumann, the MOMA laser team, **Optomechanical design and verification of the MOMA UV laser source for the ExoMars 2020 mission**. SPIE Proceedings Vol. 10896: Solid State Lasers XXVIII: Technology and Devices, 108961Y [2019].
- LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list 1000+ members, **All-sky search for long-duration gravitational-wave transients in the second Advanced LIGO observing run**. Phys. Rev. D 10 (99), 104033 [2019].
- LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars using Advanced LIGO O2 data**. Phys. Rev. D 2 (100), 24004 [2019].
- LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **All-sky search for short gravitational-wave bursts in the second Advanced LIGO and Advanced Virgo run**. Phys. Rev. D 2 (100), 24017 [2019].
- LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **Binary Black Hole Population Properties Inferred from the First and Second Observing Runs of Advanced LIGO and Advanced Virgo**. Astrophys. J. Lett. 2 (882), L24 [2019].
- LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **Constraining the p-Mode-g-Mode Tidal Instability with GW170817**. Phys. Rev. Lett. 6 (122), 61104 [2019].
- LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **Directional limits on persistent gravitational waves using data from Advanced LIGO's first two observing runs**. Phys. Rev. D 6 (100), 62001 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **First Measurement of the Hubble Constant from a Dark Standard Siren using the Dark Energy Survey Galaxies and the LIGO/Virgo Binary-Black-hole Merger GW170814**. *Astrophys. J. Lett.* 1 [876], L7 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **GWTC-1: A Gravitational-Wave Transient Catalog of Compact Binary Mergers Observed by LIGO and Virgo during the First and Second Observing Runs**. *Phys. Rev. X* 3 [9], 31040 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Low-latency Gravitational-wave Alerts for Multimessenger Astronomy during the Second Advanced LIGO and Virgo Observing Run**. *Astrophys. J.* 2 [875], 161 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Narrow-band search for gravitational waves from known pulsars using the second LIGO observing run**. *Phys. Rev. D* 12 [99], 122002 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Properties of the Binary Neutron Star Merger GW170817**. *Phys. Rev. X* 1 [9], 1 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for Eccentric Binary Black Hole Mergers with Advanced LIGO and Advanced Virgo during Their First and Second Observing Runs**. *Astrophys. J.* 2 [883], 149 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for Gravitational Waves from a Long-lived Remnant of the Binary Neutron Star Merger GW170817**. *Astrophys. J.* 2 [875], 160 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for gravitational waves from Scorpius X-1 in the second Advanced LIGO observing run with an improved hidden Markov model**. *Phys. Rev. D* 12 [100], 122002 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for Gravitational-wave Signals Associated with Gamma-Ray Bursts during the Second Observing Run of Advanced LIGO and Advanced Virgo**. *Astrophys. J.* 1 [886], 75 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for intermediate mass black hole binaries in the first and second observing runs of the Advanced LIGO and Virgo network**. *Phys. Rev. D* 6 [100], 64064 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for Multimessenger Sources of Gravitational Waves and High-energy Neutrinos with Advanced LIGO during Its First Observing Run, ANTARES, and IceCube**. *Astrophys. J.* 2 [870], 134 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for Substellar Mass Ultracompact Binaries in Advanced LIGO's Second Observing Run**. *Phys. Rev. Lett.* 16 [123], 161102 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for the isotropic stochastic background using data from Advanced LIGO's second observing run**. *Phys. Rev. D* 6 [100], 61101 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Search for Transient Gravitational-wave Signals Associated with Magnetar Bursts during Advanced LIGO's Second Observing Run**. *Astrophys. J.* 2 [874], 163 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Searches for Continuous Gravitational Waves from 15 Supernova Remnants and Fomalhaut b with Advanced LIGO**. *Astrophys. J.* 2 [875], 122 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weßels, author list of 1000+ members, **Searches for Gravitational Waves from Known Pulsars at Two Harmonics in 2015-2017 LIGO Data**. *Astrophys. J.* 1 [879], 10 [2019].

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **Tests of General Relativity with GW170817**. Phys. Lett. B 1 (123), 11102 (2019).

LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, ..., P. Booker, O. de Varona Ortega, S. Hochheim, M. Steinke, F. Wellmann, P. Weißels, author list of 1000+ members, **Tests of general relativity with the binary black hole signals from the LIGO-Virgo catalog GWTC-1**. Phys. Rev. D 10 (100), 104036 (2019).

J. Neumann, A. Büttner, M. Ernst, M. Hunnekuhl, R. Kalms, L. Willemsen, P. Weißels, D. Kracht, **Development of a Space-Qualified Pulsed Ultraviolet Laser for the Mars Organic Molecule Analyzer (MOMA) on the ExoMars 2020 Rover**. Laser Congress 2019 (ASSL, LAC, LS&C), OSA Technical Digest, AT4A.5 (2019).

P. C. Repgen, D. Wandt, U. Morgner, J. Neumann, D. Kracht, **High-energy ultrafast Yb-fiber laser system based on a Mamyshev regenerator**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe-EQEC), cj_7_2 (2019).

P. C. Repgen, D. Wandt, U. Morgner, J. Neumann, D. Kracht, **Sub-50 fs, μ J-level pulses from a Mamyshev oscillator-amplifier system**. Opt. Lett. 24 (44), 5973-5976 (2019).

S. Schlangen, K. Bremer, S. Böhm, F. Wellmann, M. Steinke, J. Neumann, B. Roth, L. Overmeyer, **Grating assisted glass fiber coupler for mode selective co-directional coupling**. Opt. Lett. 9 (44), 2342-2345 (2019).

S. Spelthann, J. Thiem, L. Neumann, H.-H. Johannes, W. Kowalsky, D. Kracht, J. Neumann, A. Rühl, D. Ristau, **Design of Pr:YLF Core-Shell Nanocrystals for Fiber Lasers Emitting in the Visible Spectral Range**. Nanophotonics and Micro/Nano Optics International Conference, 04.-06. September, München (2019).

S. Spelthann, J. Thiem, L. Neumann, H.-H. Johannes, W. Kowalsky, D. Kracht, J. Neumann, A. Rühl, D. Ristau, **Fluorescence Dynamics of Laseractive Nanocrystals Emitting in the Visible**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe – EQEC 2019), cj_p_37 (2019).

M. Steinke, on behalf of the LZH/AEI Hannover laser team, **Fiber-based laser systems for 3G detectors: State-of-the-art and outlook**. 13th Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves (AMALDI 13), 07.-12. Juli, Valencia (2019).

J. Thiem, S. Spelthann, L. Neumann, H.-H. Johannes, W. Kowalsky, D. Kracht, J. Neumann, A. Rühl, D. Ristau, **Towards temperature dependent emission characteristics in laser active nanocrystals**. Nanophotonics and Micro/Nano Optics International Conference, 04.-06. September, München (2019).

J. Thiem, S. Spelthann, L. Neumann, H.-H. Johannes, W. Kowalsky, D. Kracht, J. Neumann, A. Rühl, D. Ristau, **Design and optimization of laseractive nanoparticles for fiber lasers**. Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics & European Quantum Electronics Conference (CLEO®/Europe – EQEC 2019), cj_p_69 (2019).

G. Tsaknakis, N. Duy, B. Forestier, D. Papadopoulos, O. Puncken, P. Weißels, J. Neumann, A. Papayannis, C. Evangelatos, G. Advikos, G. Georgoussis, G. Tzeremes, **Design and Implementation of Passively Q-Switched Nd:YAG Laser Suitable for Space Applications in the Frame of the ESA Project QOMA II**. 29th International Laser Radar Conference (ILRC 29), 24.-28. Juni, Hefei (2019).

S. Unland, S. Spelthann, J. Thiem, F. Jakobs, J. Kielhorn, P. Ang, H.-H. Johannes, D. Kracht, J. Neumann, A. Rühl, W. Kowalsky, D. Ristau, **Highly efficient Rhodamine B doped polymer fiber lasers**. The 28th International Conference on Plastic Optical Fibers, 20.-22. November, Yokohama (2019).

F. Wellmann, M. Steinke, F. Meylahn, N. Bode, B. Willke, L. Overmeyer, J. Neumann, D. Kracht, **High power, single-frequency, monolithic fiber amplifier for the next generation of gravitational wave detectors**. Opt. Express 20 (27), 28523-28533 (2019).

F. Wellmann, M. Steinke, F. Thies, N. Bode, P. Oppermann, B. Willke, L. Overmeyer, J. Neumann, D. Kracht, **Characterization of the Monolithic Fiber Amplifier Engineering Prototype for the Next Generation of Gravitational Wave Detectors**. SPIE Proceedings Vol. 10897: Fiber Lasers XVI: Technology and Systems, 1089722 (2019).

F. Wellmann, M. Steinke, F. Meylahn, N. Bode, B. Willke, L. Overmeyer, P. Weißels, J. Neumann, D. Kracht, **Characterization and Long-Term Operation of a 200 W Single-Frequency Fiber Amplifier for Gravitational Wave Detectors**. Laser Congress 2019 (ASSL, LAC, LS&C), OSA Technical Digest (Optical Society of America, 2019), ATu1A.5 (2019).

P. Weißels, A. Büttner, M. Ernst, M. Hunnekuhl, R. Kalms, L. Willemsen, D. Kracht, J. Neumann, the MOMA laser team, **Laser flight model for the MOMA instrument of the ExoMars 2020 mission**. SPIE Photonics West: LASE, 02.-07. Februar, San Francisco (2019).

P. Weißels, A. Büttner, M. Ernst, M. Hunnekuhl, R. Kalms, L. Willemsen, D. Kracht, J. Neumann, the MOMA laser team, **UV-DPSS Laser Flight Model for the MOMA Instrument of the ExoMars 2020 Mission**. SPIE Proceedings Vol. 11180: International Conference on Space Optics (ICSO), 111801B (2019).

M. Wismolek, M. Steinke, U. Morgner, J. Neumann, D. Kracht, **Polarized monolithic fiber oscillator for pico- and nanosecond operation at 2088 nm**. SPIE Photonics West: LASE, 02.-07. Februar, San Francisco (2019).

Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik

E. Blumenröther, O. Melchert, J. Kanngießer, M. Wollweber, B. Roth, **Single Transparent Piezoelectric Detector for Optoacoustic Sensing-Design and Signal Processing.** Sensors 10 [19], E2195 [2019].

M. Franke, T. Landes, T. G. Seiler, D. Heinemann, T. Ripken, **Depth-dependent corneal UV-transmission after application of riboflavin-solutions with concentrations between 0.1 % and 0.5 %.** International CXL Experts Meeting, 05.-07. Dezember, Zürich [2019].

M. Franke, T. Landes, T. G. Seiler, A. Heisterkamp, D. Heinemann, T. Ripken, **Depth dependent measurements of the concentration of riboflavin to make the crosslinking (CXL) treatment safer.** ARVO Annual Meeting, 28. April – 02. Mai, Vancouver [2019].

D. Fricke, A. Becker, L. Jütte, M. Bode, D. de Cassan, M. Wollweber, B. Glasmacher, B. Roth, **Mueller Matrix Measurement of Electrospun Fiber Scaffolds for Tissue Engineering.** Polymers 12 [11], 2062 [2019].

S. Johannsmeier, M. L. Torres-Mapa, D. Dipresa, T. Ripken, D. Heinemann, A. Heisterkamp, **Hydrogels for targeted waveguiding and light diffusion.** Opt. Mater. Express 10 [9], 3925-3940 [2019].

S. Johannsmeier, M. L. Torres-Mapa, T. Ripken, D. Heinemann, A. Heisterkamp, **Hydrogels for light delivery in in vivo optogenetic applications.** SPIE Proceedings Vol. 11075: Novel Biophotonics Techniques and Applications V, 110750H [2019].

T. Landes, M. Franke, T. G. Seiler, D. Heinemann, T. Ripken, **Tiefenabhängige korneale UV-Transmission nach Applikation von Riboflavinlösungen mit Konzentrationen zwischen 0.1 bis 0.5%.** 117. DOG-Kongress, 26.-29. September, Berlin [2019].

T. Ripken, J. Boch, D. Heinemann, J. Kpakpo Quaye, F.-M. Bartels, A. Londenberg, **Targeted gene editing in potato protoplast via optical delivery of CRISPR/Cas9 ribonucleoproteins.** PLANT 2030 Status Seminar, 13.-15. März, Potsdam [2019].

T. Ripken, C. Marx, M. Worzischek, **Unkrautmanagement mit Lasertechnik.** GIT-Labor-Fachzeitschrift, 17567 [2019].

E. Särchen, S. Liedtke-Grüner, M. Kopp, A. Heisterkamp, H. Lubatschowski, T. Ripken, **Femtosecond laser induced step-like structures inside transparent hydrogel due to laser induced threshold reduction.** PLOS ONE 9 [14], 1-15 [2019].

C. Schinke, M. Franke, K. Bothe, S. Nevas, **Implementation and uncertainty evaluation of spectral stray light correction by Zong's method.** Appl. Optics 36 [58], 9998-10009 [2019].

J. Schulze, L. Nolte, S. Lyutenski, N. Tinne, D. Heinemann, T. Ripken, M. A. Willaredt, H. G. Nothwang, T. Lenarz, A. Warnecke, **Scanning laser optical tomography in a neuropathic mouse model.** HNO 2 [67], 69-76 [2019].

M. L. Torres-Mapa, M. Singh, O. Simon, J. L. Mapa, M. Machida, A. Günther, B. Roth, D. Heinemann, M. Terakawa, A. Heisterkamp, **Fabrication of a Monolithic Lab-on-a-Chip Platform with Integrated Hydrogel Waveguides for Chemical Sensing.** Sensors 19 [19], 4333 [2019].

M. Wollweber, B. Roth, **Raman Sensing and Its Multimodal Combination with Optoacoustics and OCT for Applications in the Life Sciences.** Sensors 10 [2019], 2387 [2019].

M. Zabic, B. Matthias, J. Hahn, A. Heisterkamp, H. Meyer, T. Ripken, **Wavefront sensorless adaptive optics for optical coherence tomography guided femtosecond laser surgery in the posterior eye.** SPIE Proceedings Vol. 10886: Adaptive Optics and Wavefront Control for Biological Systems, 1088603 [2019].

M. Zabic, S. Sharifpourboushehri, L. Müller-Wirts, H. Benecke, A. Heisterkamp, H. Meyer, T. Ripken, **Concept for high speed vocal cord imaging with swept-source optical coherence tomography.** SPIE Proceedings Vol. 10853: Optical Imaging, Therapeutics, and Advanced Technology in Head and Neck Surgery and Otolaryngology, 108530H [2019].

Abteilung Produktions- und Systemtechnik

A. Billaud, P. A. Taschner, M. Steinbach, A. Hohnholz, J. Koch, O. Suttman, G. Pallier, P. Jian, O. Pinel, G. Labroille, **High quality bessel beam generation through reflective axicon for glass microprocessing.** Proc. International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO), micro 902 [2019].

K. Bischoff, **Fälschungssichere Produktmarkierungen auf Glas durch Pikosekunden-Laserbearbeitung.** 9. Workshop Laserbearbeitung von Glaswerkstoffen, 05. Dezember, Nürnberg [2019].

S. Blümel, V. Wippo, S. Hirt, R. Stähr, P. Jäschke, S. Kaieler, L. Overmeyer, **Joining of thermoplastic CFRP laminates by selective heat input during laser cutting.** Proc. International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) [2019].

H. Dittmar, P. Jäschke, **Lasermaterialbearbeitung technischer Textil-Kunststoff-Verbünde in Leichtbauanwendungen.** TEXTILplus 09/10, 6-8 [2019].

- H. Dittmar, P. Jäschke, O. Suttman, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Automatic control for laser-based repair preparation of composites by fiber orientation detection and short coherent interferometry**. J. Laser Appl. 2 (31), 22204 (2019).
- J. Düsing, J. Koch, O. Suttman, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Process controller for scanning laser surface machining on cylinder surfaces**. Proc. Lasers in Manufacturing (LiM), 348 (2019).
- G. Hohenhoff, H. Meyer, P. Jäschke, T. Ripken, D. Kracht, S. Kaierle, **Comparison of SLOT and μ -CT Investigation of 3D printed polymer parts for quality assurance**. International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO), 07.-10. Oktober, Orlando (2019).
- A. Hohnholz, C. Can, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Model-based curing depth control of aerosol jet stereolithography**. J. Photopolym. Sci. Tec. 2 (32), 217-221 (2019).
- A. Hohnholz, K. Obata, D. Albrecht, J. Koch, G. Hohenhoff, O. Suttman, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Multimaterial bathless stereolithography using aerosol jet printing and UV laser based polymerization**. J. Laser Appl. 31 (2019), 022301-1 – 022301-5 (2019).
- A. Hohnholz, K. Obata, Y. Nakajima, J. Koch, M. Terakawa, O. Suttman, L. Overmeyer, **Hybrid UV laser direct writing of UV-curable PDMS thin film using aerosol jet printing**. Appl. Phys. A 2 (125), 95 (2019).
- P. Jäschke, **ReWork – Ansatz für eine präzise und automatisierte Oberflächenvorbehandlung**. CFK Valley Innovation Report 1, 26 (2019).
- P. Jäschke, V. Wippo, S. Blümel, R. Stähr, H. Dittmar, J. Kuklik, S. Bastick, O. Suttman, S. Kaierle, **How laser technology can contribute to foster a widespread use of advanced composite materials for light weight applications**. SPIE Proceedings Vol. 10911: High-Power Laser Materials Processing: Applications, Diagnostics, and Systems VIII 10911, 1091108 (2019).
- P. Jäschke, V. Wippo, S. Kaierle, L. Overmeyer, T. Joppich, A. Menrath, F. Henning, **Laser transmission welding of advanced thermoplastic composites as key enabler for the development of a new type of aircraft lin**. EUROMAT 2019, 01.-05. September, Stockholm (2019).
- J. Kuklik, C. Henkel, V. Wippo, P. Jäschke, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Laser transmission welding of additive manufactured components**. Proc. International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO), macro 302 (2019).
- L. Overmeyer, A. Hohnholz, O. Suttman, S. Kaierle, **Multi-material laser direct writing of aerosol jet layered polymers**. CIRP Annals 1 (68), 217-220 (2019).
- T. Reitberger, J. Zeitler, C. Backhaus, G. Hoffmann, A. Wienke, L. Lorenz, K. Bock, K. Wolter, O. Suttman, L. Overmeyer, N. Lindlein, J. Franke, **Modeling, Simulation and Manufacturing of Polymer Optical Waveguides by Using the OPTAVER Process**. OSA Technical Digest (online), T2A.1 (2019).
- K. Rettschlag, F. Kranert, A. Hohnholz, A. Wienke, O. Suttman, J. Neumann, D. Kracht, R. Lachmayer, **Laser deposition of fused silica coreless fibers to generate functional waveguides**. Lasers in Manufacturing (LiM), 23.-27. Juni, München (2019).
- H. S. Rezaei, C. Zander, G. Hohenhoff, O. Suttman, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Design und Simulation einer planaren GRIN Linse zur Kopplung von Licht in einen Wellenleiter**. In: Konstruktion für die Additive Fertigung 2018, Berlin, Heidelberg, Springer Vieweg, 319-333 (2019).
- R. Stähr, S. Bastick, S. Blümel, P. Jäschke, O. Suttman, J.-P. Negel, V. Angrick, C. Stolzenburg, S. Kaierle, L. Overmeyer, **High precision laser macrodrilling of carbon fiber reinforced plastics with a new nanosecond pulsed laser – Optimized toward industrial needs**. J. Laser Appl. 2 (31), 22207 (2019).
- R. Stähr, S. Blümel, P. Jäschke, O. Suttman, J.-P. Negel, C. Stolzenburg, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Advanced macro drilling of carbon fibre reinforced plastics for aerospace applications**. SPIE Proceedings Vol. 10911: High-Power Laser Materials Processing: Applications, Diagnostics, and Systems VIII, 109110N (2019).
- R. Stähr, S. Blümel, P. Jäschke, O. Suttman, S. Steeger, M. Wonneberger, O. Heintze, G. Hagen, J.-P. Negel, C. Stolzenburg, C. Gensewich, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Laser drilling of carbon fibre reinforced plastics – High quality machining for aerospace applications and yet a fast process?** EUROMAT 2019, 01.-05. September, Stockholm (2019).
- K. Wesang, A. Hohnholz, R. Jahn, S. Steenhusen, P. Löbmann, **Systematic Comparison of Thermal Annealing and Laser Treatment of TiO₂ Thin Films Prepared by Sol-Gel Processing**. Lasers in Manufacturing and Materials Processing 4 (6), 387-397 (2019).
- V. Wippo, P. Jäschke, O. Suttman, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Laser heat conduction welding of CFRP with modified matrix material**. SPIE Proceedings Vol. 10911: High-Power Laser Materials Processing: Applications, Diagnostics, and Systems VIII, 109110T (2019).
- C. Zander, **Reparatur von flexiblen AMOLED Displays**. Praxisforum 3D-gedruckte Elektronik, 10. Juli, Würzburg (2019).

Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik

B.-A. Behrens, A. Amiri, D. Duran, S. Nothdurft, J. Hermsdorf, S. Kaierle, H. Ohrdes, J. Wallaschek, T. Hassel, **Improving the mechanical properties of laser beam welded hybrid workpieces by deformation processing**. AIP Conference Proceedings [2113], 40025 [2019].

R. Bernhard, P. Neef, H. Wiche, V. Wesling, C. Hoff, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Process development for additive multi-material components**. Proc. Lasers in Manufacturing (LiM) [2019].

A. Brodeßer, C. Hennigs, A. Pfaff, R. Grafe, M. Hustedt, S. Kaierle, **Demonstration of a mobile laser cutting system for complex rescue operations**. J. Laser Appl. [31], 022209-1 – 022209-8 [2019].

A. Brodeßer, C. Hennigs, A. Pfaff, R. Grafe, M. Hustedt, S. Kaierle, **Demonstration of a mobile laser cutting system for complex rescue operations**. Proc. International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) [37], 10 [2019].

I. Buchbender, **Einkristalline Reparatur mittels Laserpulverauftragschweißen**. Niedersächsisches Symposium für Materialtechnik 2019, 14. Februar, Clausthal [2019].

I. Buchbender, **Laser Metal Deposition for SX-Repair**. Turbine Forum 2019, 43960, Nizza [2019].

I. Buchbender, C. Hoff, J. Hermsdorf, V. Wesling, S. Kaierle, **Case Studies of SX and DS Repair by means of Laser Metal Deposition**. Advanced Manufacturing and Repair for Gas Turbines (AM-RGT2019), 19. März, Berlin [2019].

N. Emminghaus, C. Hoff, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Additive Manufacturing of CuSn₁₀ Powder via Selective Laser Melting**. Proc. Lasers in Manufacturing (LiM) [2019].

C. Hennigs, A. Brodeßer, O. Meier, S. Grobelny, K. Bescherer-Nachtmann, M. Hustedt, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Safety issues concerning technical realization and usage of a mobile laser rescue device**. Proc. International Laser Safety Conference (ILSC), 1302 [2019].

M. Hustedt, C. Hennigs, A. Brodeßer, M. Brose, M. Gomolka, O. Meier, K. Bescherer-Nachtmann, M. Haack, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Sicherheitsaspekte bei der technischen Realisierung und Verwendung eines neuartigen modularen, mobilen Laserrettungsgeräts**. Konferenzband 51. FS-Jahrestagung – Strahlenschutz und Medizin, 285-290 [2019].

M. Hustedt, C. Hennigs, A. Brodeßer, S. Kramprich, **Mobiles Lasergerät für die Technische Unfallrettung**. phi – Produktionstechnik Hannover Informiert, (online) [2019].

S. Kaierle, R. Lahdo, O. Seffer, S. Nothdurft, J. Hermsdorf, L. Overmeyer, **Lightweight construction for shipbuilding – welding of thick dissimilar joints of steel and aluminum alloys with high strength**. Lasers in Manufacturing (LiM), 23.-27. Juni, München [2019].

S. Kaierle, L. Overmeyer, C. Hoff, O. Meier, J. Hermsdorf, **Development of a laser ablation process model and a disposable 3D-printed tool head for weakening thick steel sheets for the deflagration of hazardous substances**. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology [26], 94-99 [2019].

S. Kaierle, O. Seffer, R. Lahdo, S. Nothdurft, J. Hermsdorf, V. Wippo, P. Jäschke, L. Overmeyer, **Joining of dissimilar materials for lightweight construction in automotive, aerospace and shipbuilding**. 6th Industrial Laser Applications Symposium (ILAS 2019), 20.-21. März, Crewe [2019].

R. Keßler, S. Langbein, C. Pelshenke, M. Hudovernik, P. Dültgen, R. Lahdo, C. Hennigs, M. Hustedt, S. Nothdurft, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Laser-based tensioning of circular saw blades**. Proc. Tooling 2019 Conference, 72 [2019].

L. Lahdo, O. Seffer, S. Kaierle, L. Overmeyer, **Investigations on in-process control of penetration depth for high-power laser welding of thick steel-aluminum joints**. J. Laser Appl. 2 [31], 022418-1 – 022418-7 [2019].

M. Lammers, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Entwicklung von Laser-Systemkomponenten optimiert für die additive Fertigung mittels SLM**. In: Konstruktion für die Additive Fertigung 2018, Berlin, Heidelberg, Springer Vieweg, 21-34 [2019].

J. Leschke, K. Pacardo, E. Zokoll, J. Hermsdorf, R. Sharma, S. Kaierle, U. Reisgen, **Manipulating the melt propagation of short arc gas metal arc welding with diode lasers <1 kW for improvement in flexibility and process robustness**. J. Laser Appl. 2 [31], 22417 [2019].

S. Nothdurft, H. Ohrdes, J. Twiefel, J. Wallaschek, M. Mildebrath, H. J. Maier, T. Hassel, L. Overmeyer, S. Kaierle, **Influence of ultrasonic amplitude and position in the vibration distribution on the microstructure of a laser beam welded aluminum alloy**. J. Laser Appl. 2 [31], 22402 [2019].

S. Nothdurft, V. Prasanthan, B. Denkena, B. Breidenstein, T. Grove, H. Ohrdes, J. Twiefel, J. Wallaschek, T. Hassel, J. Hermsdorf, L. Overmeyer, S. Kaierle, **Surface Integrity of Laser Beam Welded Steel–Aluminium Alloy Hybrid Shafts after Turning**. Metals 2 (9), 134 (2019).

S. Nothdurft, O. Seffer, R. Lahdo, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Welding dissimilar metals in the shipbuilding and automotive industries**. Laser Systems Europe (42), 20-21 (2019).

U. Reisgen, S. Kaierle, R. Sharma, J. Hermsdorf, E. Zokoll, J. Leschke, **Investigations to increase process reliability in GMA welding by laser beam stabilisation**. Welding and Cutting 2 (18), 125-129 (2019).

J. Walter, J. Böttcher, C. Hennigs, A. Brodeßer, M. Hustedt, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Prozessgasführung mit verschiedenen Düsengeometrien am Laserschneidkopf für das Trennen von Mehrlagenstrukturen im Zuge von Rettungseinsätzen**. Fachtagung „Experimentelle Strömungsmechanik“ 2019 der Deutschen Gesellschaft für Laser-Anemometrie (GALA) e.V., 45.1-45.8 (2019).

J. Walter, T. Griemsmann, I. Buchbender, M. Hustedt, C. Hoff, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Verschleppung von Gefahrstoffen im Verlauf der Prozesskette beim selektiven Laserschmelzen**. Vortragsband Gesundheits- und Arbeitsschutz (2019).

J. Walter, T. Griemsmann, M. Hustedt, C. Hoff, J. Hermsdorf, S. Kaierle, **Safety during handling of metal powders in the course of additive manufacturing: Risk assessment along the entire process chain**. Proc. Lasers in Manufacturing (LiM) (2019).

N. Wegner, D. Kotzem, Y. Wessarges, N. Emminghaus, C. Hoff, J. Tenkamp, J. Hermsdorf, L. Overmeyer, F. Walther, **Corrosion and Corrosion Fatigue Properties of Additively Manufactured Magnesium Alloy WE43 in Comparison to Titanium Alloy Ti-6Al-4V in Physiological Environment**. Materials 2019 18 (2019), 1-24 (2019).

Y. Wessarges, **Herstellung filigraner Magnesium-Scaffoldstrukturen durch Einsatz des selektiven Laserstrahlschmelzverfahrens**. Rapid.Tech, 25.-27. Juni, Erfurt (2019).

Y. Wessarges, **Schlanke Bauteile dank Magnesium**. IndustryArena eMagazine 1, 190114 (2019).

Y. Wessarges, C. Hoff, J. Hermsdorf, D. Kracht, **Laseradditive Fertigung dünnwandiger Magnesiumbauteile**. In: Konstruktion für die Additive Fertigung 2018, Berlin, Heidelberg, Springer Vieweg (2019).

DIENSTLEISTUNGEN

Mit verschiedenen Dienstleistungen macht das LZH sein Wissen und Know-how für Industriepartner und -kunden zugänglich. Vom Kleinauftrag bis zur kompletten Prozessentwicklung und -integration ist das LZH kompetenter Ansprechpartner für Forschung, Entwicklung und Fertigung. Unter www.lzh.de/dienstleistungen sind alle Dienstleistungen des LZH ausführlich beschrieben. Gerne gehen wir auf individuelle Fragestellungen und Anforderungen ein. Schreiben Sie uns an dienstleistungen@lzh.de.

Fertigungsprozesse und Materialbearbeitung

Im Bereich der Lasermaterialbearbeitung entwickeln wir Prozesse und Prozesstechnik, integrieren diese direkt beim Kunden oder fertigen vom Einzelteil bis hin zur Pilotserie. Wir beraten und unterstützen von der ersten Idee bis hin zur fertigen Anlage bei Ihnen vor Ort. Unser Materialspektrum: Metalle, Polymere, Verbundwerkstoffe und Glas. Unser Themenspektrum:

- Additive Fertigung im Mikro- bis Makro-Bereich
 - Selektives Laserschmelzen
 - Drahtbasiertes Laserauftragschweißen
 - Kombination von Laser-Lichtbogenverfahren
 - Mikro-Stereolithographie
 - Multimaterialdruck
- Mikrobearbeitung von Metallen, Glas und Kunststoffen
- Laserumformen
- Funktionalisieren, Strukturieren, Markieren und Polieren von Oberflächen
- Fügen und Trennen
 - Laserstrahlschneiden
 - Laserdurchstrahlschweißen
 - Schweißen und Löten von Metallen, Kunststoffen, Glas und Mischverbindungen u.a. für den automobilen Leichtbau
- Steuerung und Qualitätsüberwachung
 - Softwarebasierte Prozesssteuerung und Qualitätsüberwachung
- Adaptierung, Entwicklung und Fertigung optischer Baugruppen und Prozesstechnik für kundenspezifische Applikationen
- Unterwassertechnik und Druckversuche unter Tiefseebedingungen
- Beratungen, Messungen und Prognosen zur Lasersicherheit

ANSPRECHPARTNER

Bearbeitung von Metallen

Dr.-Ing. SFI Jörg Hermsdorf

Tel.: +49 511 2788-370, E-Mail: j.hermsdorf@lzh.de

Bearbeitung von Kunststoffen, Polymeren und Glas

Dr.-Ing. Peter Jäschke

Tel.: +49 511 2788-432, E-Mail: p.jaeschke@lzh.de

Analysetechnik

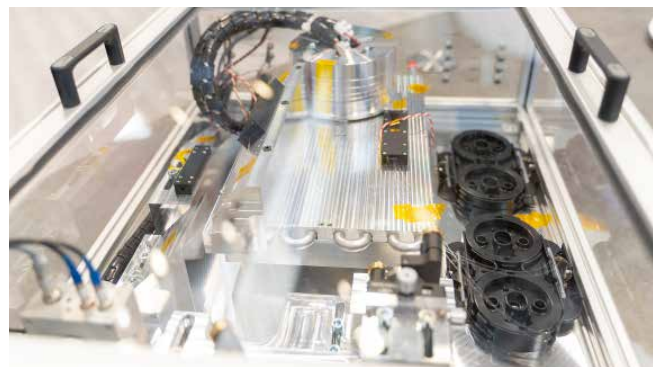
Für viele Prozesse und Produkte ist eine hochwertige Analyse unerlässlich. Diese ist häufig bereits Teil des beauftragten Entwicklungs- und Beratungsprojekts. Sie kann aber auch unabhängig in Anspruch genommen werden, die fachgerechte Probenpräparation ist dabei inbegriffen. Das Themenspektrum:

- Bildgebung und -analyse:
 - Mikro-Computer-Tomographie (µCT)
 - Optische Kohärenztomographie (OCT)
 - Laseroptische Tomographie (SLOT)
 - Multiphotonenmikroskopie
 - Konfokalmikroskopie
 - Rasterelektronenmikroskopie
- Emissionsanalysen bei der Lasermaterialbearbeitung
- Entwicklung von maßgeschneiderten Softwarelösungen für die digitale Bildanalyse und -verarbeitung
- Metallographische Untersuchungen und Analyse von Glaswerkstoffen
- Prozessanalytik für Dünnschichtprozesse
- Prozessüberwachung und -dokumentation

ANSPRECHPARTNER

Dr. Tammo Ripken

Tel.: +49 511 2788-228, E-Mail: t.ripken@lzh.de



Optische Komponenten

Im Bereich Optische Komponenten steht das LZH als Entwicklungspartner für optische Elemente, Baugruppen und insbesondere Beschichtungen bereit. Wir beraten bei Auslegung, Design, Materialwahl, Prozessselektion sowie -weiterentwicklung und stehen evaluierend und begleitend zur Seite. Durch Simulationen können wir Beschichtungsprozesse vorab optimieren und neue Konzepte detailliert überprüfen. In Auftragsarbeit widmen wir uns den folgenden Schwerpunkten:

- In-situ-Prozesskontrolle und -analytik, insbesondere optisches Breitbandmonitoring
- Messdienstleistung
 - Laser-induzierte Zerstörschwelle
 - Optische Verluste
 - Absorption mittels Laserkalorimetrie
 - Streuung
 - Cavity-Ring-Down
 - Umweltbeständigkeit
 - Weltraumqualifizierung
 - Spektralphotometrie: 120 nm bis 25 µm
- Messgeräteentwicklung
 - Standardisierte und kundenspezifische Messgeräte zur eigenen Optikqualifizierung
- Optische Beschichtungen für Anwendungen in Forschung und Industrie
 - Best-Effort Basis für Entwicklungsprojekte
 - Prototypen
 - Überführung in Kleinserien
 - Technologietransfer
- Simulation von Beschichtungsprozessen
- Flexible Software-Tools im Bereich Schichtdesign und Prozessdatenanalyse

ANSPRECHPARTNER

Dr. Lars Jensen
Tel.: +49 511 2788-257, E-Mail: l.jensen@lzh.de



Laserentwicklung

Das LZH entwickelt seit Jahrzehnten Festkörper- und Faserlaser sowie die dafür benötigten Laserkomponenten. Die Laser trotzen den rauen Bedingungen im Weltall und Unterwasser oder werden für hochspezifische Anwendungen in Forschung und Industrie genutzt. Wir entwickeln Laser nach sehr genauen Vorgaben und beraten bei der Umsetzung bis hin zum Technologietransfer. Dazu gehören auch umfangreiche Funktionstests. Dabei decken wir die folgenden Themen ab:

- Entwicklung und Machbarkeitsstudien für Festkörper- und Faserlaser sowie Faserkomponenten
- Charakterisierung von Lasern und optomechanischen Komponenten, Umwelttests

ANSPRECHPARTNER

Dr. Jörg Neumann
Tel.: +49 511 2788-210, E-Mail: j.neumann@lzh.de

Beratung

Neben der forschungstechnischen Umsetzung der Projekte übernehmen wir auch Beratungsleistungen zu allen auf diesen Seiten aufgeführten Themen. Wir führen Machbarkeitsstudien durch, bis hin zum Technologietransfer, bieten Beratung zur Zulassung von Medizinprodukten (Regulatory Affairs) und unterstützen bei der Planung und Umsetzung von Laser- und Arbeitssicherheit.

Wenden Sie sich gerne über **dienstleistungen@lzh.de** direkt an uns und wir vermitteln den richtigen Ansprechpartner.



SERVICEABTEILUNGEN

Kommunikation

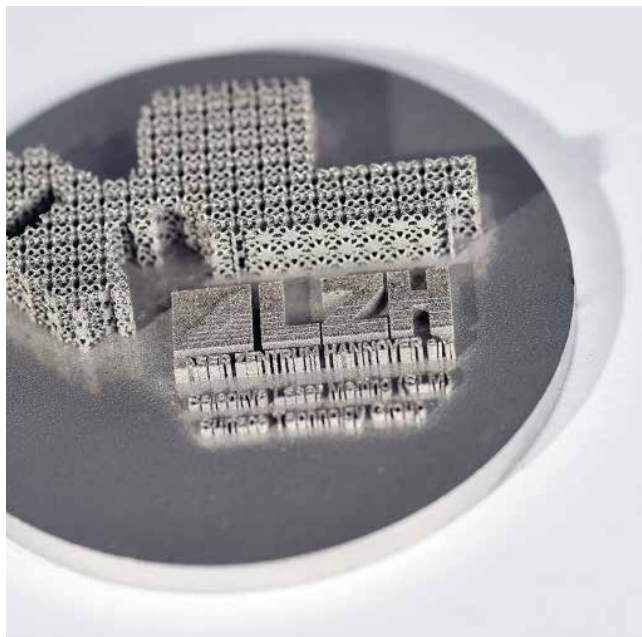
Dipl.-Biol. Lena Bennefeld
Tel.: +49 511 2788-238, E-Mail: l.bennefeld@lzh.de

Technische Dienste

Dipl.-Ing. Frank Otte
Tel.: +49 511 2788-317, E-Mail: f.otte@lzh.de

Verwaltung

Dipl.-Bw. (FH) Dirk Wiesinger
Tel.: +49 511 2788-140, E-Mail: d.wiesinger@lzh.de



Wir forschen und entwickeln. Für Ihren Erfolg.

Laser Zentrum Hannover e.V.
Hollerithallee 8
D - 30419 Hannover

Telefon +49 511 2788-0
Telefax +49 511 2788-100
info@lzh.de
www.lzh.de

Gefördert von:



**Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft,
Arbeit, Verkehr und Digitalisierung**