



Forschen für eine nachhaltige Zukunft

Tätigkeitsbericht 2025

Grußwort

Liebe Leserinnen und Leser,

2025 war ein herausforderndes Jahr. Der globale Wettbewerb nimmt zu – und das betrifft die Photonik in besonderem Maße. Dass wir für die Branche in Deutschland und Europa dennoch sehr gute Zukunftsaussichten sehen, liegt an der Vielzahl der Ideen mit hohem innovativem und ökonomischem Potenzial, die wir zusammen mit unseren Partnern aus Industrie und Forschung vorantreiben.

Viele dieser Ideen haben unmittelbar mit einem Trend zu tun, zu dessen Protagonisten das Fraunhofer ILT gehört: Die mittleren Leistungen von Ultrakurzpuls (UKP)- und Dauerstrich (cw)-Lasern stoßen in neue Bereiche vor. Unter anderem im Cluster of Excellence Advanced Photon Sources (CAPS) der Fraunhofer-Gesellschaft wirken wir bei der Entwicklung und Anwendung solcher leistungsstarken Piko- und Femtosekunden-Laser im kW-Bereich mit. Zum Effizienzboost in der UKP-Materialbearbeitung trägt bei, dass wir Laser in Dutzende Einzelstrahlen splitten und Prozesse so parallelisieren können. Zudem entwickeln wir neue Beam-Shaping-Ansätze, um Strahlformen an spezifische Bauteile und Bearbeitungsprozesse anzupassen. Darunter der Einsatz optischer neuronaler Netze, der die Realisierung nahezu beliebiger (3D-) Strahlprofile erlaubt.

Kontakt

Fraunhofer-Institut
für Lasertechnik ILT
Steinbachstraße 15
52074 Aachen

Telefon +49 241 8906-0
info@ilt.fraunhofer.de

www.ilt.fraunhofer.de



Bei cw-Lasern erreichen die mittleren Leistungen den dreistelligen kW-Bereich. Mit solchen Strahlquellen klopft die Photonik in Märkten an, die bisher unerreichbar waren: So könnten Laser künftig im Bergbau oder auch bei Tunnel- und Tiefenbohrungen verschleißfrei Gestein zertrümmern oder zentimeterstarke Stahlbleche für Schiffe oder Windradtürme schneiden und fügen. Auch die Verteidigungsforschung zeigt großes Interesse an Hochleistungslasern.

Parallel treiben wir die Entwicklung von Hochenergielasern voran. Sie ebnen den Weg zu Zukunftsfeldern mit enormem Marktpotenzial: Fusionskraftwerke und Secondary Sources zum Erzeugen von Neutronen-, Röntgen- oder EUV-Strahlung. In Forschungsprojekten mit Industriepartnern entwickeln wir derzeit kompakte Neutronen- und Röntgenquellen, die für Sicherheitsanwendungen durch Wände von Containern und Fässern hindurch deren Inhalt analysieren können. Mit akademischen und industriellen Partnern legen wir außerdem die technologische Basis für Fusionskraftwerke: Seien es Hochleistungsdioden zum Pumpen der Hochenergielaser, robuste optische Komponenten, additiv gefertigte Wandmodule oder die Brennstoffkapseln. Oder seien es leistungsfähige Simulationen von Teilsystemen oder das Modellieren kompletter Fusionskraftwerke. Wir stehen für den Aufbau schlagkräftiger Entwicklungsverbände und Lieferketten bereit – und bringen geballte Kompetenz ein!

Data Science und KI helfen, High-Performance-Laseranwendungen prozesssicher und präzise auszuführen. Unser Institut hat sich in diesem Entwicklungsfeld hervorragendes Know-how erarbeitet, das wir selbst abteilungsübergreifend nutzen und mit dem wir frische Impulse in die Industrie geben. Digitale Tools treiben den Fortschritt der Photonik.

Ob Fusionskraftwerk oder Quantensystem: am Anfang steht der Digitale Zwilling. Und wo Tests unabdingbar sind, reduzieren KI-basierte Planungs- und Auswertetools deren Anzahl auf ein Minimum und bringen uns damit schneller und zuverlässiger ans Ziel.

In der Quantentechnologie haben wir 2025 hier in Aachen den ersten Netzknoten für das Quanteninternet der Zukunft installiert. Das Projekt ist eingebunden in die Strategie der European Quantum Internet Alliance und gefördert vom Land NRW. Wir binden diesen Knoten an die glasfaserbasierte Open-Access-Facility ALICE unseres Campus an. Hier wird er ab sofort Akteure aus Industrie und Forschung zusammenbringen. Teams unseres Instituts unterstützen die Entwicklung optischer Datenübertragungshardware, die den Strombedarf von Rechenzentren senken soll. Andere erforschen, wie Laser Ewigkeitschemikalien (PFAS) überflüssig machen oder feinste Poren in Folien bohren können, um Viren und Bakterien aus Trinkwasser zu filtern. Solche Projekte erschließen technologische Zukunft. Im Fall unseres diodengepumpten Alexandritlasers, der als Herzstück eines portablen LIDAR-Systems Atome in bis zu 100 km Höhe ansteuern kann, ist das schon gelungen. Das System liefert genau die präzisen Wind- und Temperaturdaten, auf die Klima- und Atmosphärenforschende zu Anfang des Projekts gehofft hatten.

Angesichts solcher Ideen und Erfolge schauen wir zuversichtlich nach vorn. Überzeugen Sie sich von unserer Arbeit. In diesem Bericht – oder im direkten Gespräch. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!

Ihr

Dr. Jochen Stollenwerk

Inhalt

Grußwort	2
Daten und Fakten	6
Unser Leitbild	6
Das Institut im Profil	8
Ansprechpartner	10
Kuratorium	11
Das Fraunhofer ILT in Zahlen	12
40 Jahre Fraunhofer ILT	14
KI als Treiber für photonische Innovationen	16
Forschungsmärkte des Fraunhofer ILT	18
Energiewirtschaft	20
Automobiltechnik und Mobilität	24
Luft- und Raumfahrt	28
Mikroelektronik	32
Medizintechnik und Gesundheit	36
Quantentechnologie	40
Fusion	44
Netzwerke und Cluster	48
Fraunhofer-Netzwerke	48
Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft am Standort Aachen	50
RWTH Aachen Campus	52
Ausgründungen	53
Auszeichnungen und Preise	54
Nachwuchsförderung	56
Zukunftsenergie Fusion macht Schule	58
Kundenreferenzen	59
Veranstaltungen und Publikationen	60
LASER 2025	60
Messen 2025	62
Tagungen 2025	63
Patente 2025	65
Dissertationen 2025	65
Zuwendungsgeber	66
Impressum	67



Unser Leitbild

Wir betreiben angewandte Auftragsforschung und setzen originäre Ideen zu innovativen und disruptiven Lösungen um.

Mission

Wir betreiben angewandte Auftragsforschung. Das heißt, wir setzen originäre Ideen zu innovativen und disruptiven Lösungen um, befähigen unsere Partner zur Entwicklung kompetitiver Lösungen komplexer Technologieherausforderungen und steigern so die Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden. Wir bilden exzellente und kompetente Experten aus und tragen so zur Wettbewerbsfähigkeit des Industrie- und Wissenschaftsstandorts Deutschland bei.

Kunden

Wir arbeiten kundenorientiert. Diskretion, Fairness und Partnerschaftlichkeit haben für uns im Umgang mit unseren Kunden oberste Priorität. Entsprechend der Anforderung und Erwartung unserer Kunden erarbeiten wir Lösungen und deren wirtschaftliche Umsetzung. Wir wollen, dass unsere Kunden zufrieden sind und gerne wiederkommen.

Chancen

Konzentriert auf Kernkompetenzen erweitern wir systematisch unser Wissen. Wir bauen unser Netzwerk bestehend aus industriellen und institutionellen Partnern mit sich ergänzenden Leistungen aus und realisieren strategische Kooperationen. Wir agieren verstärkt auf internationalen Märkten.

Faszination Laser

Wir sind fasziniert von den einzigartigen Eigenschaften des Laserlichts und der daraus resultierenden Vielseitigkeit der Anwendungen. Uns begeistert die Möglichkeit, durch technologische Spitzenleistungen und erstmalige industrielle Umsetzung internationale Maßstäbe zu setzen.

Mitarbeitende

Das Zusammenwirken von Individuum und Team ist Basis unseres Erfolgs. Jeder von uns arbeitet eigenverantwortlich, kreativ und zielorientiert. Dabei gehen wir sorgfältig, zuverlässig und ressourcenbewusst vor. Wir bringen unsere individuellen Stärken in das Team ein und gehen respektvoll und fair miteinander um. Wir arbeiten interdisziplinär zusammen.

Stärken

Wir haben ein breites Spektrum an Ressourcen. Wir liefern innovative und wirtschaftliche Lösungen und bieten FuE, Beratung und Integration aus einer Hand. Wir arbeiten auf der Basis eines zertifizierten Qualitätsmanagementsystems.

Führungsstil

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

Position

Unsere Kompetenzen erstrecken sich entlang der Kette Strahlquelle, Bearbeitungs- und Messverfahren über die Anwendung bis hin zur Integration einer Anlage in die Produktionslinie des Kunden. Wir arbeiten in einem dynamischen Gleichgewicht zwischen anwendungsorientierter Grundlagenforschung und Entwicklung. Wir wirken aktiv an der Formulierung und Gestaltung forschungspolitischer Ziele mit.

Daten und Fakten 2025

6

Patent-
anmeldungen

8

erteilte Patente

48,6

Millionen €
Gesamthaushalt

491

Mitarbeitende

59 %

Stammpersonal
Wissenschaft, Technik,
Verwaltung

41 %

Wiss. Hilfskräfte,
student. Angestellte,
Auszubildende

Das Institut im Profil

Fraunhofer ILT steht seit 40 Jahren für gebündeltes Know-how im Bereich Lasertechnik.

Partner für Innovationen

Innovative Lösungen von Fertigungs- und Produktionsaufgaben, Entwicklung neuer technischer Komponenten, kompetente Beratung und Ausbildung, hochspezialisiertes Personal, neuester Stand der Technik sowie internationale Referenzen: Dies sind die Garanten für langfristige Partnerschaften. Die zahlreichen Kunden des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT stammen aus Branchen wie dem Automobil- und Maschinenbau, der Chemie und der Elektrotechnik, dem Flugzeugbau, der Feinmechanik, der Medizintechnik und der Optik. Mit rund 490 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, mehr als 19 500 m² Nettogrundfläche und über 40 Ausgründungen zählt das Fraunhofer ILT weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten seines Fachgebiets.

Unter einem Dach bietet das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT Forschung und Entwicklung, Systemaufbau und Qualitätssicherung, Beratung und Ausbildung. Zur Bearbeitung der Forschungs- und Entwicklungsaufträge stehen zahlreiche industrielle Lasersysteme verschiedener Hersteller sowie eine umfangreiche Infrastruktur zur Verfügung. Im angrenzenden Industrial Research Center Digital Photonic Production DPP arbeiten mit dem Fraunhofer ILT kooperierende Unternehmen in eigenen Labors und Büroräumen. Grundlage für diese spezielle Form des Technologietransfers ist ein langfristiger Kooperationsvertrag mit dem Institut im Bereich der Forschung und Entwicklung.

Der Mehrwert liegt in der Nutzung der technischen Infrastruktur und dem Informationsaustausch mit den Experten vor Ort. Neben etablierten Laserherstellern und innovativen Laseranwendern finden hier Neugründer aus dem Bereich des Sonderanlagenbaus, der Laserfertigungstechnik, der Lasermesstechnik und der Quantentechnologie ein geeignetes Umfeld zur industriellen Umsetzung ihrer Ideen.

Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft, die mit 74 Instituten, mehr als 30 000 Mitarbeitenden und 3,6 Milliarden Euro Forschungsvolumen jährlich zu den führenden Forschungseinrichtungen in Deutschland zählt.

Wir eröffnen Perspektiven

Die Leistungsangebote des Fraunhofer ILT decken ein weites Themenspektrum in der Lasertechnik ab: Kunden aus Forschung und Industrie profitieren von umfangreicher Expertise und wertvollem Know-how in den Bereichen Laser, Optische Systeme, Quantentechnologie, Lasermesstechnik, Additive Fertigung, Oberflächentechnik, Fügen, Trennen, Digitalisierung, EUV und Plasmatechnik sowie Medizintechnik.

Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln neben Laserverfahren und Lasersystemen applikationsangepasste optische Komponenten und Laserstrahlquellen mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Das Spektrum reicht von Freiformoptiken über abstimmbare Laser, Dioden- und Festkörperlaser bis hin zu Faser- und Ultrakurzpuslasern.



Zertifiziert nach
ISO 9001:2015
Reg.-Nr. 90126024



Leistungsspektrum des Fraunhofer ILT Alumni-Netzwerk

- Laserstrahlquellenentwicklung
- Komponenten und Systeme zur Strahlführung und -formung
- Packaging optischer Hochleistungskomponenten
- Modellierung und Simulation von optischen Komponenten sowie Laserverfahren
- Verfahrensentwicklung für die Lasermaterialbearbeitung, die Lasermesstechnik, die Medizintechnik und die Biophotonik
- Prozessüberwachung und -regelung
- Lösungen für die digitale Produktion
- Muster- und Testserien
- Entwicklung, Aufbau und Test von Pilotanlagen
- KI-Lösungen für smartes Optikdesign und effizientes Machine Learning
- Entwicklung von Röntgen-, EUV- und Plasmasystemen
- Photonische Komponenten und Systeme für die Quantentechnologie
- Laserstrahlquellen und -prozesse für die Fusion

Kooperationen

Wir pflegen Kooperationen mit in- und ausländischen Unternehmen und Forschungszentren, um unseren Kunden Lösungen aus einer Hand anzubieten. Auch die Vernetzung zu Universitäten, Verbänden, IHKs, Prüfanstalten und Forschungsministerien wird systematisch zum Nutzen unserer Partner betrieben.

Das Fraunhofer ILT und die kooperierenden Lehrstühle und -gebiete der RWTH Aachen University tragen wesentlich zu einer qualifizierten Aus- und Fortbildung des wissenschaftlich-technologischen Nachwuchses im Bereich der Lasertechnik bei. Durch ihre Praxiserfahrungen und tiefgehenden Einblicke in innovative Entwicklungen warten diese Mitarbeitende mit besten Voraussetzungen auf, um eine Tätigkeit in Wissenschaft und Industrie aufzunehmen. Sie sind daher gefragtes Nachwuchspersonal.

Seit 2000 betreibt das Fraunhofer ILT das Alumni-Netzwerk »Aix-Laser-People« mit über 500 Ehemaligen, um den Kontakt sowohl zu ILT-Mitarbeitenden als auch untereinander zu fördern. Über 80 Prozent der Alumni arbeiten in der produzierenden Industrie, viele davon in laserrelevanten Branchen. 20 Prozent der Alumni wirken weiterhin in der Wissenschaft. Von ehemaligen Mitarbeitenden wurden in 30 Jahren über 40 Firmen gegründet. Durch den Transfer von »innovativen Köpfen« in die Industrie und Wissenschaft leistet das Fraunhofer ILT einen direkten gesellschaftlichen Nutzen. Neben dem Alumni-Netzwerk »Aix-Laser-People« bündelt der 1990 von ILT-Führungskräften gegründete Verein »Arbeitskreis Lasertechnik AKL e.V.« die thematischen Interessen derjenigen, die weiterhin im Bereich der Lasertechnik tätig sind.

Mit rund 490 Mitarbeitenden und mehr als 19.500 m² Nettogrundfläche zählt das Fraunhofer ILT weltweit zu den bedeutendsten Forschungsinstituten im Bereich der Lasertechnik.

Ansprechpartner für Kooperationen und Alumni-Netzwerk

Dipl.-Phys. Axel Bauer
 Telefon +49 241 8906-194
axel.bauer@ilt.fraunhofer.de

Ansprechpartner



Prof. Constantin Häfner
Institutsleiter (bis Feb. 2025)



Dr. Jochen Stollenwerk
Stellv. und (seit Feb. 2025)
kommiss. Institutsleiter
jochen.stollenwerk@
ilt.fraunhofer.de



Dr. Vasvija Alagic-Keller MBA
Kaufmännische Direktorin /
Verwaltung & Infrastruktur
vasvija.alagic@
ilt.fraunhofer.de



Dipl.-Phys. Axel Bauer
Marketing u. Kommunikation
und kommiss. Leiter
Business Development
axel.bauer@ilt.fraunhofer.de



Wolfgang Fiedler M. Sc.
Qualitätsmanagement
wolfgang.fiedler@
ilt.fraunhofer.de



Dipl.-Ing. Gerd Bongard
IT-Management
gerd.bongard@
ilt.fraunhofer.de



Prof. Carlo Holly
Data Science und Messtechnik
carlo.holly@
ilt.fraunhofer.de



**Dipl.-Ing. Hans-Dieter
Hoffmann**
Laser und Optische Systeme
hansdieter.hoffmann@
ilt.fraunhofer.de



Dr. Achim Lenenbach
Lasermesstechnik
und Biophotonik
achim.lenenbach@
ilt.fraunhofer.de



Dr. Alexander Olowinsky
Fügen und Trennen
alexander.olowinsky@
ilt.fraunhofer.de



Dr. Christian Vedder
Oberflächentechnik
und Formabtrag
christian.vedder@
ilt.fraunhofer.de



Dr. Tim Lantzsch
Laser Powder Bed Fusion
tim.lantzsch@
ilt.fraunhofer.de



Dr. Thomas Schopphoven
Laserauftragschweißen
thomas.schopphoven@
ilt.fraunhofer.de





Kuratorium – gut beraten!

Das Kuratorium berät die Organe der Fraunhofer-Gesellschaft sowie die Institutsleitung und fördert die Kontakte zur Industrie und zu forschungsinteressierten Organisationen. In 2025 konnte der Kanzler der RWTH Aachen University Thomas Trännapp neu für das Kuratorium gewonnen werden.

Mitglieder 2025

Dr. Joseph Pankert	aiXscale Photonics GmbH (Vorsitzender)
Dr. Nicole de Boer	Bayern Innovativ GmbH
Dipl.-Volksw. Isabel Hartung	Multi-Beirätin, Aufsichtsrätin, Senior Advisor
Prof. Ursula Keller	ETH Zürich
Dipl.-Ing. Volker Krause	Laserline GmbH
Dipl.-Ing. (BA) Michael Lebrecht	Mercedes-Benz AG
Dr. Stefan Ruppik	Coherent Corp.
Dr. Torsten Scheller	JENOPTIK AG
Dr. Ulrich Steegmüller	ams-OSRAM International GmbH
Dr. Jan Suhren	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
Ulla Thönnissen	Region Aachen Zweckverband
Thomas Trännapp	RWTH Aachen University
Dr. Hagen Zimer	TRUMPF SE + Co. KG

Die 40. Zusammenkunft des Kuratoriums fand am 13. und 14. November 2025 im Fraunhofer ILT in Aachen statt.

Das Fraunhofer ILT in Zahlen

Personal 2025

Anzahl

Stammpersonal	292
Wissenschaftler*innen und Ingenieur*innen	184
Mitarbeitende der technischen Infrastruktur	44
Verwaltungsangestellte	64
Weitere Mitarbeitende	199
Wissenschaftliche Hilfskräfte	186
Studentische Angestellte	9
Auszubildende	4
Mitarbeitende am Fraunhofer ILT, gesamt	491

Aufwendungen 2025

Mio €

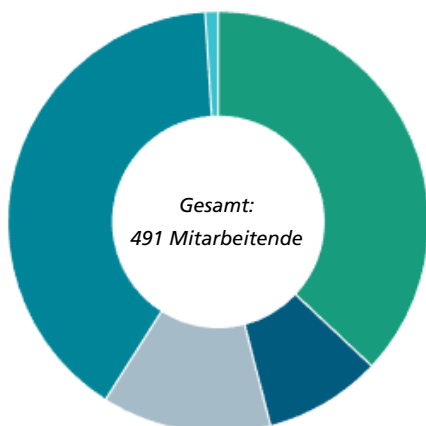
Personalaufwendungen	36,0
Sachaufwendungen	9,1
Aufwendungen Betriebshaushalt	45,1
Investitionen	3,5
Aufwendungen Gesamthaushalt	48,6

Erträge 2025

Mio €

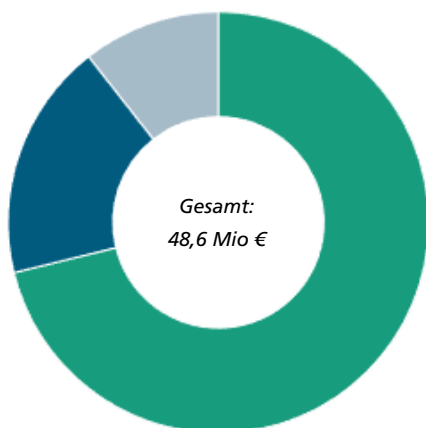
Erträge aus der Industrie	14,0
Zusatzfinanzierung durch Bund, Länder und EU	19,2
Grundfinanzierung durch die Fraunhofer-Gesellschaft	15,4
Erträge Gesamthaushalt	48,6
Fraunhofer Industrie ρ_{Ind}	31,1 %

Personal 2025



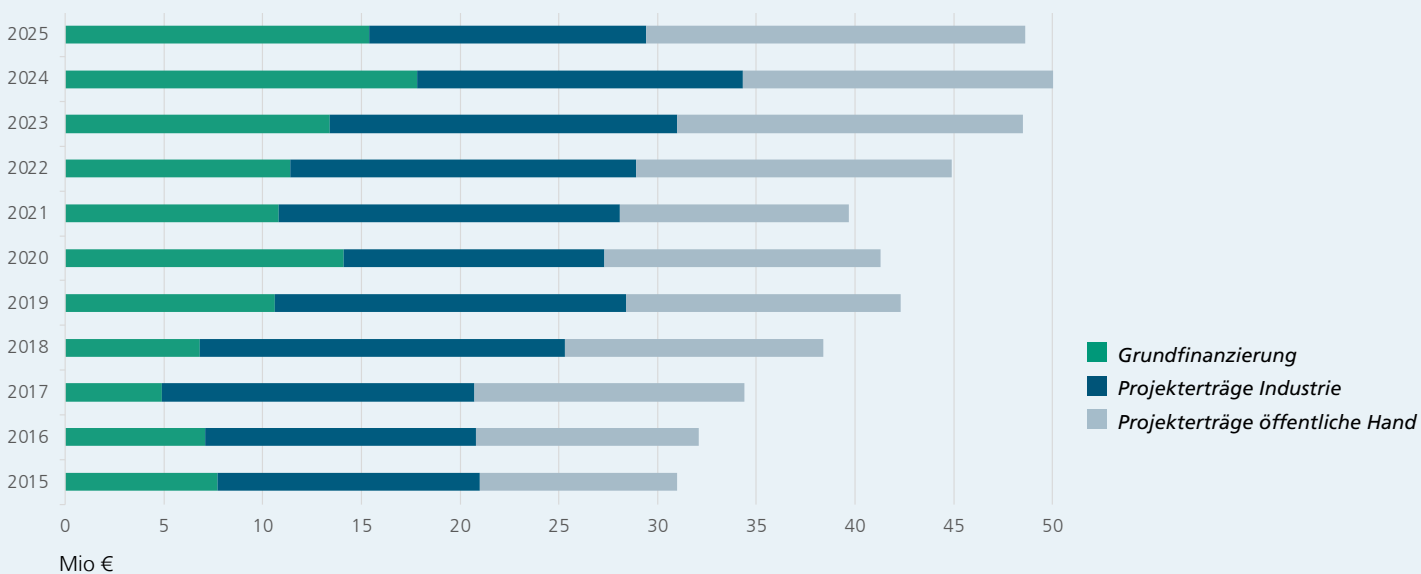
- 37 % Wissenschaftler*innen
- 9 % Technische Infrastruktur
- 13 % Verwaltungsangestellte
- 40 % Wissenschaftliche Hilfskräfte / studentische Angestellte
- 1 % Auszubildende

Aufwendungen 2025



- 74 % Personalaufwendungen
- 19 % Sachaufwendungen
- 7 % Investitionen

Erträge der letzten 10 Jahre



40 Jahre Fraunhofer ILT

Seit 40 Jahren tragen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer ILT zur Erfolgsgeschichte des Lasers bei, immer mit dem Ziel, Ideen aus der Forschung effektiv in die Praxis zu übertragen.

Seit seiner Gründung in den 1980er-Jahren hat sich das Fraunhofer ILT zu einem der weltweit führenden Zentren für angewandte Lasertechnik entwickelt. Das Ziel war von Beginn an, Laser aus der Forschung in die industrielle Anwendung zu bringen. Der Institutsgründer Prof. Gerd Herziger verfolgte die Vision eines nationalen Laserinstituts. Sowohl Neuentwicklungen als auch systematische Optimierungen von Laserstrahlquellen und -anwendungen standen im Fokus der Aktivitäten.

Neue Strahlquellen für die Industrie

Schon früh lag ein Schwerpunkt auf der Entwicklung leistungsstarker Laserstrahlquellen für die Materialbearbeitung. In enger Kooperation mit Industriepartnern trug das Fraunhofer ILT wesentlich dazu bei, CO₂-Laser im industriellen Einsatz zu etablieren. Unter der Ägide von Gerd Herziger, Eckhard Beyer, Peter Loosen und Reinhart Poprawe entstanden leistungsstarke Systeme, die den weltweiten Erfolg laserbasierter Werkzeugmaschinen begründeten. Bis heute sind sie in der Halbleitertechnologie und vielen weiteren Anwendungen im Einsatz. Technologisch prägte das Fraunhofer ILT früh den Übergang von Gas- zu Festkörperlasern. Mit der Entwicklung diodengepumpter Laserquellen und dem INNOSLAB-Laser schufen die Aachener eine Technologie, die hohe Leistung mit exzellenter Strahlqualität verbindet. Diese fand breite Anwendung in der Mikro- und Präzisionsbearbeitung, Messtechnik sowie in wissenschaftlichen Anwendungen – und bildete die Grundlage für mehrere erfolgreiche Spin-offs.

»Tailored Light«

Ein weiteres zentrales Forschungsfeld ist die Laseroptik und Strahlformung. Am Fraunhofer ILT entstanden innovative Optikkonzepte, mit denen sich Laserstrahlen optimal an den jeweiligen Prozess anpassen lassen. Multistrahloptiken ermöglichen die parallele Bearbeitung und steigern die Produktivität erheblich. Damit wurde der Wandel vom universellen Laserwerkzeug hin zu anwendungsspezifisch optimiertem »Tailored Light« entscheidend vorangetrieben.

Immer vorn dabei: Additive Manufacturing, Laser für Medizin- und Weltraumtechnik

Industrielle Bedeutung erlangte auch die Additive Fertigung mit Lasern. Mit dem Laser Powder Bed Fusion (LPBF), das vom Fraunhofer ILT patentiert wurde, legte das Institut bereits Mitte der 1990er-Jahre die Grundlage für den metallischen 3D-Druck. Dieser ermöglicht die wirtschaftliche Herstellung hochkomplexer Bauteile ab Losgröße eins, insbesondere in der Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt sowie im Turbomaschinenbau. Ergänzend schufen unsere Forschenden mit dem preisgekrönten Extremen Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen (EHLA) ein Verfahren, das additive Prozesse deutlich beschleunigt und ressourcenschonend gestaltet.

Neben der Materialbearbeitung findet Lasertechnologie aus Aachen in der Umwelt-, Klima- und Weltraumforschung Anwendung. Hochstabile Lasersysteme des Fraunhofer ILT liefern wichtige Daten für Klima- und Wettermodelle und tragen zur satellitengestützten Atmosphärenmessung bei.

Forschende am Fraunhofer ILT entwickeln im Bereich Medizintechnik ein laserbasiertes System für Schädeloperationen am wachen Patienten, das Knochen leise und vibrationsfrei abträgt und dabei die Restknochendicke mikrometergenau misst. Laser stehen zudem im Mittelpunkt digitaler Prozessketten, in denen sich personalisierte Implantate additiv fertigen lassen.

KI als Innovationstreiber

Das Fraunhofer ILT entwickelte früh das Konzept der »Digital Photonic Production«, bei dem Laserprozesse vollständig digital geplant, simuliert und überwacht werden. Sensorik, Modellierung und KI-basierte Auswertung ebnet den Weg zu adaptiven Prozessen, vorausschauender Wartung und effizienter, qualitätsgesicherter Fertigung. Ein Kernthema ist die KI-gestützte Automatisierung. Mit Sensor- und Prozessdaten sollen adaptive selbstlernende Laseranlagen im laufenden Prozess Abweichungen erkennen und in Echtzeit Parameter und Strahlprofile anpassen mit dem Ziel einer First-Time-Right-Production.

Quantentechnologie aus Aachen

Laser sind zentrale Enabler der Quantentechnologie – etwa zum Kühlen und Manipulieren von Atomen, Ionen und Photonen. Das Fraunhofer ILT treibt seit Jahren photonische Schlüsseltechnologien von der Herstellung hochkomplexer Optiken und Ionenfallen bis zur Hardwareentwicklung für das Quanteninternet der Zukunft voran. Die Photonik wird so zur Schlüsseltechnologie für Quantencomputing, -kommunikation und -sensorik. Kürzlich nahm das Fraunhofer ILT den ersten Quanteninternet-Knoten in Aachen in Betrieb. Die Aktivitäten sind in internationale Netzwerke eingebunden, in denen das Fraunhofer ILT teils federführend mitwirkt.

Zukunftsenergie Fusion

Seit im Dezember 2022 an der kalifornischen National Ignition Facility des Lawrence Livermore National Laboratory LLNL erstmals eine Plasmazündung gelang, die mehr Energie freisetzte als Laserenergie eingebracht wurde, entwickelt das Fraunhofer ILT initiiert durch Prof. Constantin Häfner Basistechnologien in Kooperation mit Industriepartnern. Neben robusten optischen Komponenten zählen dazu Hochleistungslaserdioden, welche die Hochenergielaser künftiger Fusionskraftwerke pumpen sollen. Diese Forschung bringt wertvolle Nebenprodukte hervor: Secondary Sources für neuartige laserbasierte Elektronen-, Protonen-, Röntgen- und Neutronenstrahlquellen.

Das Institut heute

Vier Jahrzehnte nach der Gründung ist das Fraunhofer ILT, das aktuell von Dr. Jochen Stollenwerk kommissarisch geleitet wird, auf rund 500 Mitarbeitende gewachsen, hat über 40 erfolgreiche Ausgründungen hervorgebracht und ist seiner Rolle als Innovationsmotor der Photonik treu geblieben. Die hohe Patentaktivität und einzigartige Infrastruktur zeugen davon, dass unser Institut fest in der Zukunft verhaftet ist.

Link zum Jubiläumsvideo



KI als Treiber für photonische Innovationen

Prof. Carlo Holly leitet die Abteilung Data Science und Messtechnik am Fraunhofer ILT sowie den Lehrstuhl für Technologie Optischer Systeme TOS an der RWTH Aachen University. In beiden Rollen arbeitet er mit seinen Teams daran, das Potenzial von Künstlicher Intelligenz (KI) für die Optik und Photonik zugänglich zu machen.

Herr Prof. Holly, welche Rolle spielt datengetriebene Innovation am Fraunhofer ILT?

Wir haben zum Glück schon vor Jahren erkannt, dass wir hier Lösungen finden, die wir für die Optimierung photonischer Prozesse brauchen. Daher sind datengetriebene Innovation und der Einsatz von KI an unserem Institut heute über alle Abteilungen hinweg gängige Praxis.

Worum geht es und wo liegt der Nutzen?

Unter anderem geht es um KI-basierte Überwachung, Modellierung und im nächsten Schritt um Optimierung laufender Prozesse. Heute sind FEM-Modelle, Raytracing und CAD-Tools im Design photonischer Prozesse verbreitet – zunehmend in Verbindung mit KI. Das Prozessmonitoring und die Quality Inspection sind ebenfalls datengetrieben. Die Inline-Beobachtung verrät uns immer mehr über Prozesse, etwaige Fehler und in SI-Einheiten messbare physikalische Abweichungen. Allerdings bisher nur rückblickend. Das immer tiefere Verständnis der Fehlerursachen ebnet den Weg zu Modellen, mit denen der weitere Prozessverlauf prognostizierbar wird. Das eröffnet die Möglichkeit für aktive, korrigierende Eingriffe.

Es geht um geschlossene Regelkreise?

Ja. Unsere Vision ist eine photonische First-time-right-Fertigung, deren Prozesse sich bei Bedarf autonom nachregeln. Der Weg dahin führt vom Data Informed Machine Learning hin zum Data & Physics Informed Machine Learning. Reine Sprachmodelle, die technische Inhalte aus Sprache extrahieren, greifen in der Photonik zu kurz. Wir können auf tiefgreifendem Prozessverständnis und physikalischem Wissen aufbauen. Wenn etwa in der Lasermaterialbearbeitung die optimale Intensitätsverteilung auf einem Werkstück bekannt ist, geht es nur noch darum, sie im Prozess zu realisieren.

Mein RWTH-Lehrstuhl forscht daran, mit KI-Methoden auch das Optik-Design zu automatisieren. Das würde es erlauben, Laserstrahlengänge schnell, effizient und kostengünstig an spezifische Fertigungsprozesse zu adaptieren. Zudem treiben wir am International Center for Networked Adaptive Production – ICNAP Aachen datengetriebene Innovationen voran. Es bringt als offenes Netzwerk digitale Enabler, produzierende Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen zusammen, damit sie die neuen Ansätze in die industrielle Praxis übertragen.

Da sich hinter dem Begriff KI ein ganzer Zoo an Methoden und Tools verbirgt, entwickeln wir zudem eine stetig aktualisierte Landkarte der verfügbaren Modelle, Methoden und Einsatzfelder. Diese können interessierte Unternehmen einsehen. Als INCAP-Mitglieder haben sie zudem Einfluss auf unsere Fragestellungen und Forschungsthemen.



Prof. Carlo Holly bei seinem Vortrag auf der Konferenz »KI in der Photonik« in Berlin, © SPECTARIS, Regina Sablotny.

Wohin geht die Reise in der KI?

Wir arbeiten an der Übertragbarkeit der Methoden und Tools. Ein weiterer Ansatz sind Surrogate Modelle. Das sind stark ausgedünnte Repräsentationen realer Prozesse für schnell auswertbare Modellierungen anstelle stundenlanger numerischer Simulation oder zeit- und kostenintensiver Experimente. Zudem liefern sie nicht nur rückblickende Ergebnisse, sondern auch sehr präzise Zielgrößen für eine optimierte Prozesssteuerung. Solche Prognosen benötigen viele Anwender.

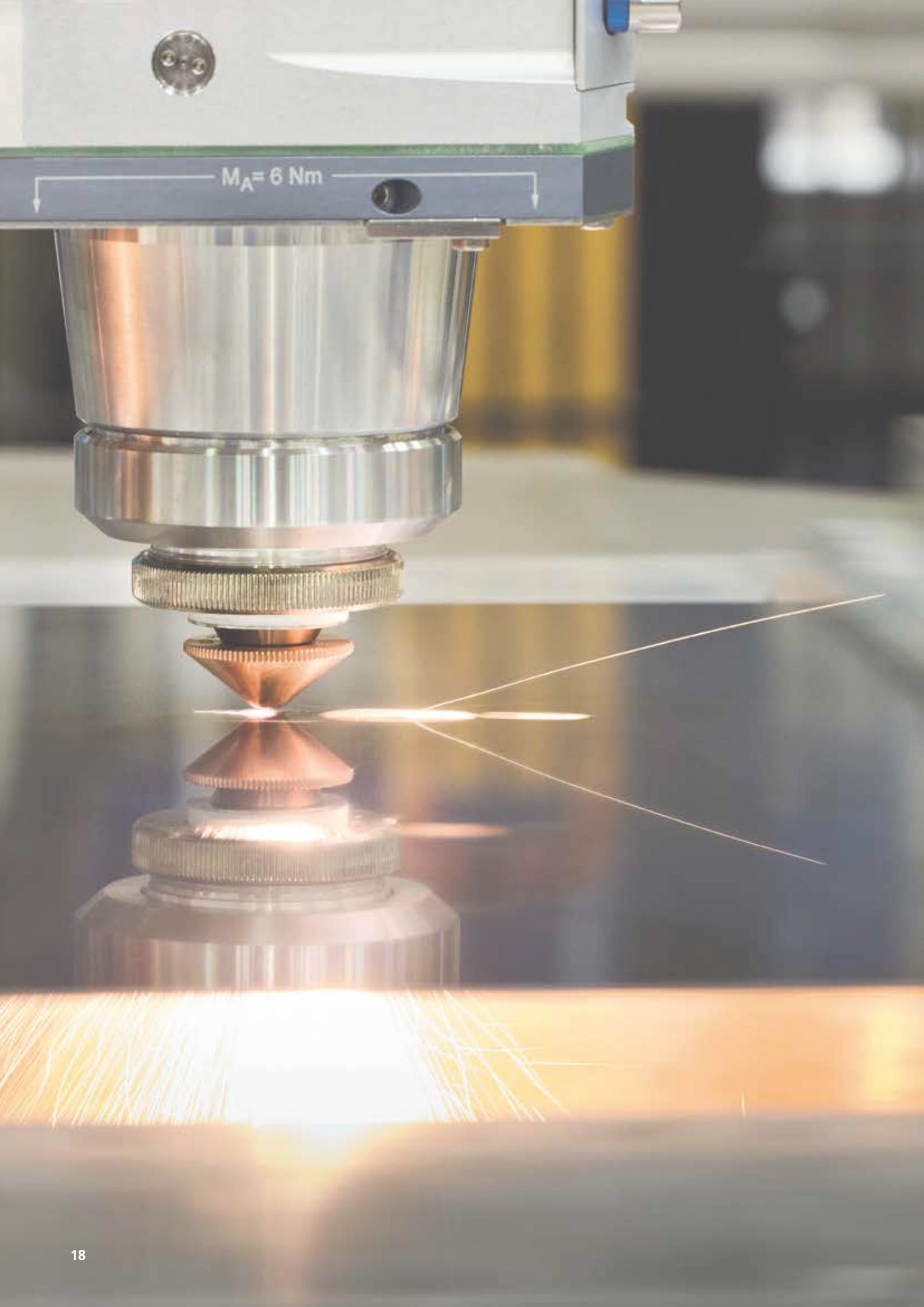
Inwiefern?

Nehmen wir zum Beispiel das Extreme Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen EHLA. Hier kommt es auf optimale Parametrierung an. Das war anfangs ein monatelanger iterativer Prozess mit vielen hundert Experimenten, Analysen, Querschnitten, Querschleifen etc., der hohe Material- und Personalkosten verursachte. Heute ermitteln wir im systematischen Abgleich von Parameter-Input und Qualitäts-Output unterstützt von KI-optimierten Qualitätsmetriken. KI hilft bei der Datenerfassung und Analyse der Versuchsergebnisse – und die Surrogate Modelle bei der Versuchsplanung. Wir führen ein halbes Dutzend Experimente durch, werten sie aus und füttern damit einen Algorithmus, der dann automatisiert ermittelt, welche Parameter wir als nächstes testen sollten. Statt iterativ alle Laserleistungen gegen alle Vorschubgeschwindigkeiten zu testen, kommen wir mit einem Bruchteil der Versuche aus und kommen viel schneller zum Ziel. Hinzu kommt, dass das Surrogate Modell beim Durchlaufen dieser Schleife dazulernt.

Für die nächste Parameteroptimierung müssen wir dann teils nicht mehr an die Anlage. Wir geben dem Modell eine Zielspezifikation vor, der es sich invers annähert: Es trifft anhand der Zielvorgabe eine Vorhersage der optimalen Prozessparameter. Um Ausreißern vorzubeugen, setzen wir enge Leitplanken, damit sich der Algorithmus auf sinnvolle Optimierungsszenarien fokussiert. Auf die Art finden wir KI-gestützt binnen 15 Minuten und mit einem Dutzend Probebohrungen optimale Einstellungen für Prozesse, wofür es bisher zwei bis drei Tage und Dutzende Bleche brauchte. Die KI-Iteration lässt sich auf Laserpulse und deren Abfolge, auf Rep-Raten oder Strahlformen übertragen. Trotz aller Komplexität der Wechselwirkung iteriert das Modell im Wechselspiel aus Experiment, Messung, Analyse und gezielter Parameteranpassung rasend schnell.

KI beschleunigt das LIBS-Verfahren zur sortenreinen Rückgewinnung von Feuerfestmaterialien.





Forschungsmärkte des Fraunhofer ILT

Lasertechnik bietet in unterschiedlichen Märkten attraktive Lösungen zu anspruchsvollen Aufgaben und setzt Maßstäbe hinsichtlich Qualität, Flexibilität und Produktivität. Ob als Werkzeug oder Messmittel, als Diagnose- oder Therapieinstrument oder als Kommunikationsmedium: Der Laser bietet vielfache Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichsten Branchen.

Das Fraunhofer ILT ist durch seine erfolgreiche Forschung und seine zukunftsweisenden Entwicklungen seit rund 40 Jahren ein bevorzugter Innovationspartner der Industrie. Die Kernaktivitäten decken ein weites Spektrum ab: von der Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und optischer Komponenten über Lasermesstechnik und Lasermaterialbearbeitung bis hin zu Medizintechnik und Quantentechnologie. Die mehreren hundert Kunden des Fraunhofer ILT stammen aus unterschiedlichen Branchen der produzierenden Industrie von der metallverarbeitenden bis zur Kunststoffindustrie, von der Halbleiter- bis zur Energietechnik, vom Automobilbau bis zur Raumfahrtindustrie und natürlich von der Photonik bis zur Quantentechnologie. Gemeinsam ist allen Kunden, dass die Ergebnisse der FuE-Projekte eine wirkungsvolle Lösung für praxisbezogene Aufgabenstellungen oder anvisierte Zielsetzungen wie neue oder preiswertere Produkte oder effizientere oder qualitativ bessere Fertigungsprozesse bieten. Um das Verständnis für unsere Forschungsmärkte und damit für die Bedarfe unserer Auftraggeber noch tiefer auszubauen, haben wir fünf Industriezweige und zwei strategische Felder festgelegt, die wir mit besonderer Intensität analysieren und mit lasertechnischen Lösungen begleiten. Dazu zählen:

- Energiewirtschaft
- Automobiltechnik und Mobilität
- Luft- und Raumfahrt
- Mikroelektronik
- Medizintechnik und Gesundheit
- Quantentechnologie
- Fusion

Mit unseren intensiven Forschungsleistungen und anwendungsspezifischen Entwicklungen tragen wir maßgeblich zur Bewältigung der Herausforderungen unserer Zeit bei und gestalten die Zukunft von Wirtschaft und Gesellschaft aktiv mit. Das Fraunhofer ILT vereint seine Kompetenzen abteilungsübergreifend und ist international sehr gut vernetzt. Von den damit verbundenen Synergien profitieren unsere Auftraggeber. Überzeugen Sie sich selbst von den Innovationen sowie der Expertise des Fraunhofer ILT in ausgewählten, zukunftsrelevanten Märkten!



© iStock 1561104545 | Galeanu Mihai.

Energiewirtschaft – Rückgrat jeder Industriegesellschaft



Die Energiewirtschaft steht vor einer gewaltigen Transformation: Erneuerbare Energien, Speichertechnologien und Wasserstoff sind die Schlüssel zu einer klimaneutralen Zukunft. Wie kann Forschung diesen Wandel beschleunigen?

Die Energiewirtschaft befindet sich im Umbruch. Der Ausbau erneuerbarer Energien, die Speicherung von Strom und die effiziente Nutzung von Ressourcen sind entscheidend, um die Energieversorgung zukunftssicher zu gestalten. Neben Solar- und Windenergie gewinnen Batterietechnologien und Wasserstoff als Energiespeicher zunehmend an Bedeutung. Gleichzeitig müssen bestehende Infrastrukturen modernisiert und digitale Lösungen für eine flexible Energienutzung entwickelt werden. Das Fraunhofer ILT leistet mit innovativen Lasertechnologien einen wichtigen Beitrag zur Energiewende. Neue Verfahren verbessern die Herstellung von Batteriemodulen, steigern die Effizienz von Photovoltaikzellen und optimieren die Produktion von Wasserstoffkomponenten. Auch im Turbinenbau sorgen laserbasierte Fertigungs- und Reparaturmethoden für mehr Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Industrie bringt das Fraunhofer ILT zukunftsweisende Technologien schneller zur Anwendung – für eine zuverlässige, klimafreundliche und bezahlbare Energieversorgung.

Forschungsmarkt Energiewirtschaft am Fraunhofer ILT

- Batterietechnologie
- Wasserstofftechnologie
- Turbinenbau
- Photovoltaik

<https://s.fhg.de/Energiewirtschaft>

Laserprozesse für Batterien und Wasserstoff

Lasertechnik macht zentrale Bausteine der Energiewirtschaft zukunftsfähig: Sie steigern Qualität und senken Ausschuss bei Batterien; sie machen Elektrolyseure effizienter und günstiger.

Energiewirtschaft

- Batterietechnologie
- Wasserstofftechnologie
- Turbinenbau
- Photovoltaik

Präzision und Effizienz dank Mikroschweißen

Die Zukunft der Batteriefertigung in Europa kann nur durch den Einsatz modernster Technologien gesichert werden. Lasertechnik bietet Lösungen, um die Anforderungen an Effizienz, Präzision und Nachhaltigkeit zu erfüllen, ob in der Materialbearbeitung, der Elektrodenherstellung oder im Recycling.

Die präzise Verbindung der Elektrodenmaterialien spielt eine wesentliche Rolle für die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Batterien. Eine der entscheidenden Innovationen des Fraunhofer ILT ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung von Verfahren, die das Fügen von Aluminium und Kupfer, beides Materialien mit sehr unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften, sicher und präzise ermöglichen. Mithilfe modernster Laserstrahlführung kann die Einschweißtiefe kontrolliert werden, um empfindliche Zellen nicht zu beschädigen.

Das Laser-Mikroschweißen hat sich mittlerweile als Schlüsseltechnologie etabliert. Es ermöglicht kontaktloses, hochpräzises Fügen von Materialien. Die geringe thermische Belastung schützt die empfindliche Zellchemie, gleichzeitig sinken die Übergangswiderstände und die elektrische Leitfähigkeit steigt. Laser-Mikroschweißen bietet eine Kombination aus Flexibilität und Effizienz, die traditionelle Schweißverfahren nicht erreichen können.

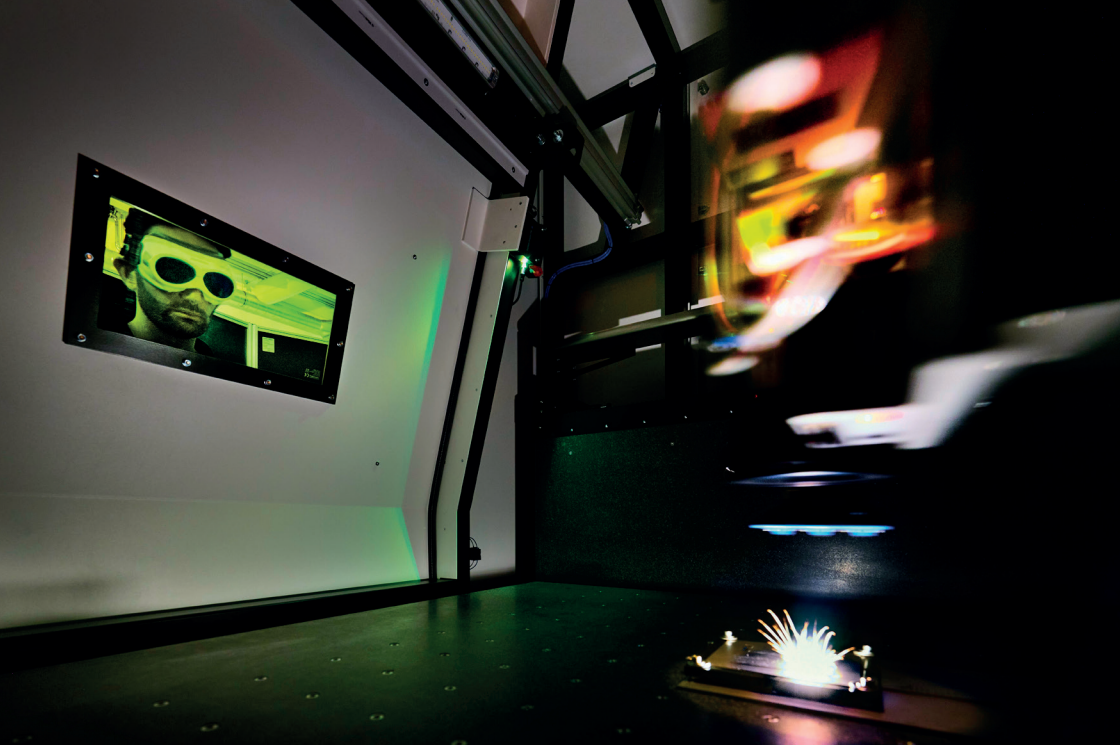
<https://s.fhg.de/fn7f>

Elektroden strukturieren

Ein wesentlicher Ansatzpunkt für neue Batterietechnologien ist die Materialveredelung auf Nanoebene, bei der Rohstoffe gezielt aufbereitet und funktionalisiert werden, um ihre Leistungsfähigkeit in Batterien zu maximieren. Für hohe Leistung ist die Oberflächenbeschaffenheit ein maßgeblicher Faktor. Eine am Fraunhofer ILT entwickelte Multistrahloptik teilt die Laserstrahlung in mehrere Teilstrahlen und bearbeitet das 250-Millimeter-Band einer Lithium-Ionen-Batterieanode parallel. So entstehen definierte Strukturen, die Energiedichte und Schnellladefähigkeit erhöhen.

Die Elektrodenherstellung profitiert zudem von der Integration künstlicher Intelligenz in den Fertigungsprozess. Am Fraunhofer ILT entwickeln Forschende KI-gestützte Ansätze, die Prozessdaten auswerten und Parameter systematisch optimieren. So steigen Qualität und Durchsatz, zugleich rückt eine weitgehend autonome Fertigung näher.

<https://s.fhg.de/lpyAq>



Laserbearbeitung von Bipolarplatten für die Herstellung von Brennstoffzellen am Fraunhofer ILT.

Laser ersetzt Edelmetallbeschichtung

Aber nicht nur Energiespeicher auf elektrochemischer Basis werden in der Energiewirtschaft der Zukunft eine entscheidende Rolle spielen. Vor allem bei industriellen Anwendungen wird kein Weg an Wasserstoff als Energieträger vorbeiführen. Aktuell fehlt es jedoch an ausreichend Elektrolyseuren, um grünen Strom effizient in Wasserstoff umzuwandeln.

Im Oktober 2025 startete daher das Forschungsprojekt »KI-unterstütztes Schweißen und Schneiden von Streckgittern bei der effizienten Herstellung von Elektrolyseuren (KISSSEs)«. Ziel des Gemeinschaftsprojekts ist die Entwicklung einer Technologie, die eine kostengünstigere Herstellung von Elektrolyseuren ermöglicht.

Viele Elektrolyseure besitzen edelmetallbeschichtete Gitter, die den Strom in die Zelle leiten und gleichzeitig Wasser und Gase durchlassen. Statt die Gitter wie bisher zu beschichten, verbessern die Projektpartner die Kontaktstellen direkt mit dem Laser. KI hilft dabei, in den unregelmäßigen Gitterstrukturen passende Punkte zu finden. Der Laser verbindet diese Punkte präzise, senkt den elektrischen Widerstand und erhöht so die Effizienz. So sollen Gitter mit hoher Leitfähigkeit entstehen, ohne dass eine Edelmetallbeschichtung nötig ist.

<https://ls.fhg.de/tcHH>

Poröse Zonen aus dem Metall-3D-Druck

Ein weiterer Baustein, um Elektrolyseure zu verbessern, kommt aus dem Metall-3D-Druck. Mit dem Laser Powder Bed Fusion (LPBF) Verfahren kann das Fraunhofer ILT lokale Porosität gezielt erzeugen, sodass ein Bauteil in einem Schritt sowohl gasdichte als auch durchlässige Bereiche mit klaren oder gradierten Übergängen erhält.

Da Elektrolyseure aus komplex aufgebauten Zellstapeln mit verschiedenen Funktionsschichten bestehen, prüfen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler derzeit am Fraunhofer ILT, ob sich diese Schichten nicht auch direkt additiv fertigen lassen, inklusive gezielt permeabler, also durchlässiger Bereiche. Damit entfallen separate Metallschäume oder Gewebe, die sonst extra gefertigt und eingebaut werden müssten. Ziel der Forschung ist, die Zahl der Einzelteile zu reduzieren und so Effizienz, Materialeinsatz und Produktionskosten der Elektrolyseure zu verbessern.

<https://ls.fhg.de/qmZ8>

»Ohne innovative Laserprozesse ist eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Batterieproduktion in Europa kaum denkbar.«

Dr. Tim Lantzsch

Neue Wege für die Mobilität

Die Automobiltechnik verändert sich rasant – neue Antriebe, nachhaltige Materialien und smarte Fertigungsmethoden bestimmen die Zukunft. Forschung spielt dabei eine entscheidende Rolle.

Die Mobilität der Zukunft muss umweltfreundlich, effizient und sicher sein. Neben nachhaltigen Antrieben wie Elektromotoren oder Wasserstoffantrieben gewinnen digitale Technologien und neue Werkstoffe an Bedeutung. Autonomes Fahren, vernetzte Verkehrsstrukturen und smarte Produktionsmethoden verändern die Branche grundlegend. Hier setzt die Forschung an: Neue Batterietechnologien verbessern die Reichweite von Elektrofahrzeugen, während Leichtbaumaterialien den Energieverbrauch senken. Auch Fertigungsprozesse entwickeln sich weiter – innovative Laserverfahren ermöglichen eine präzise und automatisierte, schnelle und ressourcenschonende Produktion.

Das Fraunhofer ILT arbeitet mit Industriepartnern an Lösungen für diese Herausforderungen. Ob effiziente Batteriemontage, neuartige Fügetechniken für den Leichtbau oder fortschrittliche Sensortechnologien für das autonome Fahren – der Einsatz von Lasertechnik leistet einen entscheidenden Beitrag zur Mobilitätswende. So entstehen sichere, nachhaltige und leistungsfähige Fahrzeuge für die Zukunft.

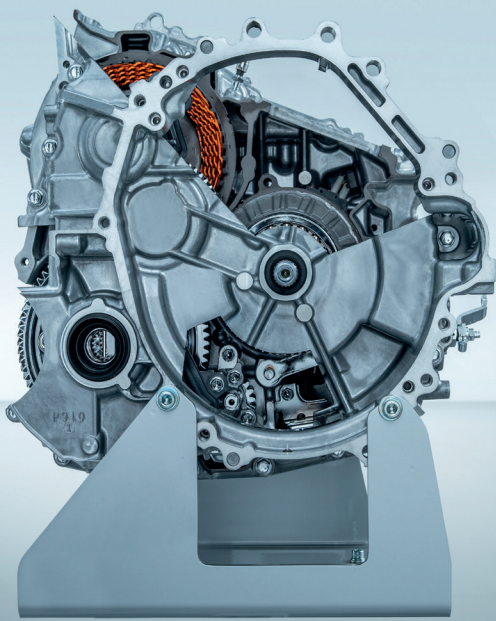


© AdobeStock 714698197 | Patrick Helmholz.

Forschungsmarkt Automobiltechnik und Mobilität am Fraunhofer ILT

- E-Mobilität
- Leichtbau
- Lighting

<https://s.fhg.de/Automobiltechnik>



Am Fraunhofer ILT additiv gefertigtes Aluminium-Druckgusswerkzeug zur Herstellung des Toyota Yaris Hybrid-Getriebegehäuses, © Toyota Europe.

»Für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Mobilität braucht es Fertigungsprozesse, die Präzision, Effizienz und reproduzierbare Qualität verbinden.«

Dr. Alexander Olowinsky

Additiv gedruckte Druckgusswerkzeuge für große Aluminiumteile

Für große Strukturbauteile braucht es entsprechende Druckgusswerkzeuge, die einerseits hohe Temperaturen aushalten und zugleich Wärme gezielt abführen. Gemeinsam mit MacLean-Fogg fertigte das Fraunhofer ILT dafür ein komplexes Werkzeuginlay per Laser Powder Bed Fusion (PBF-LB/M).

Das additiv gefertigte Werkzeug für das Getriebegehäuse eines Toyota Yaris Hybrid besitzt konturnahe Kühlkanäle, die sich spanend nicht herstellen lassen. Ein konventioneller Vorformling lieferte die Basis, additiv ergänzte Bereiche erzeugten anschließend ein leistungsfähiges Druckgusswerkzeug. Wie sich zeigte, verkürzt das neue Verfahren Zeit und senkt Kosten, zugleich lassen sich Varianten auf einer gemeinsamen Werkzeugplattform umsetzen.

Damit das Verfahren auch bei sehr großen Einsätzen für Mega- und Giga-Casting skaliert werden kann, entwickelte das Fraunhofer ILT eine gantry-basierte 5-Laser PBF-LB/M-Maschine mit beweglichem Bearbeitungskopf und lokaler Schutzgasführung weiter. Es entstand ein beheizbares Substratmodul, das die Bauplattform auf 200 °C aufheizt, damit Spannungen im Aufbau verhindert werden und das Risiko für Risse minimiert wird.

Im Ergebnis lassen sich nun Werkzeuge mit über 20.000 cm³ Volumen reproduzierbar drucken. Die Form für Toyota entstand in weniger als zehn Tagen inklusive vorbereitender Schritte. Die konturnahe Kühlung senkt lokale Temperaturspitzen, reduziert Verschleiß und erhöht die Standzeit der Werkzeuge deutlich.

<https://s.fhg.de/68KR>

Lasertrocknung für Batteriezellen: schneller, kompakter, sparsamer

Auch bei einem anderen Projekt entstand eine hybride Lösung: Im Forschungsprojekt IDEEL (Implementation of Laser Drying Processes for Economical & Ecological Lithium Ion Battery Production) setzte das Fraunhofer ILT auf ein Trocknungskonzept aus Lasermodul und Heißluft. Die Forschenden setzten zusätzlich Laserenergie ein, weil die Elektrodentrocknung für die Antriebsbatterie von Elektroautos im Rolle-zu-Rolle-Prozess besonders energieintensiv ist. Der Laser übernimmt hier die schnelle Erwärmung und Vortrocknung, der nachgelagerte Ofen hält die Temperatur und trocknet final durch. Das Konzept lässt sich auch in Bestandsanlagen nachrüsten.

Der Demonstrator erreichte bei der Trocknung eine Bahngeschwindigkeit von 30 m/min und verkürzte die Trocknungszeit um mehr als 60 Prozent; die nötige Ofenlänge halbiert sich. So sinken die operativen Kosten um 20 bis

Laserprozesse für große Bauteile und neue Antriebe

Die Mobilität wandelt sich rasant und setzt Europa sowohl strukturell als auch konzeptionell unter Druck, da Autos zunehmend aus großen Strukturbauteilen bestehen und Batterien und Wasserstoffsysteme sowohl leistungsfähiger als auch günstiger werden müssen.

30 Prozent und die CO₂-Bilanz verbessert sich durch weniger Ofenbetrieb.

Damit der Prozess stabil läuft, entstand eine integrierte Thermografiekamera mit industriekompatibler Datenausgabe, die die Zieltemperatur auch bei wechselnder Geschwindigkeit und Schichtdicke einhält. Ergänzend entwickelte das Projektteam eine modulare Lasertrocknungseinheit mit Luftkonzept und Doppelkammer-Breitschlitzdüsen für wasserbasierte Batteriepasten. Tests zeigten zudem, dass die Ergebnisse der Hybridtrocknung der Konvektion nicht nachstehen – bei Adhäsion, Restfeuchte, Leitfähigkeit und elektrochemischen Eigenschaften.

<https://s.fhg.de/34w>

Hybrid Compound Bipolarplatten für Brennstoffzellen im Schwertransport

Für schwere Nutzfahrzeuge reicht die Kapazität einer Batterie oft nicht aus, weil Masse, Ladeleistung und Ladezeiten den Einsatz begrenzen. Die Projekte BiFoilStack und HyCoFC setzen hier an mit der Entwicklung von Bipolarplatten für langlebige, kostengünstige und leistungsstarke Brennstoffzellen speziell für Schwerlastanwendungen. Immerhin entfallen in der EU etwa 30 Prozent der CO₂-Emissionen im Mobilitätssektor auf Schwerlasttransporte.

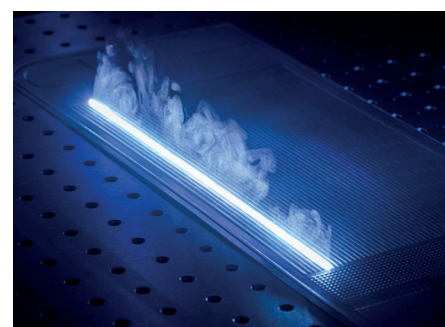
HyCoFC kombiniert eine metallische Trägerfolie mit einer leitfähigen Compoundfolie, um Robustheit, Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit zusammenzubringen. Das Fraunhofer ILT entwickelt dafür Laserprozesse, mit denen sich die Hybrid-Compound-Bipolarplatten fertigen und bearbeiten lassen.

Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Entwicklung von Verfahren, die sich wirtschaftlich hochskalieren lassen und eine kostengünstige Fertigung großer Stückzahlen ermöglichen. Das Fraunhofer ILT-Team arbeitet im Projekt an einem selektiven Schichtabtrag, um die elektrische Leitfähigkeit zu erhöhen, und testet laserstrahlgeschweißte Verbindungen, die wasserstoffdicht und reproduzierbar sind.

Projektpartner BiFoilStack und HyCoFC

- Thyssenkrupp Steel Europe (Projektkoordination)
- FEV Europe GmbH
- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
- Clean-Lasersysteme GmbH
- Schepers GmbH & Co. KG
- Dätwyler Sealing Solutions Germany GmbH & Co. KG
- RWTH Aachen University (VKA)
- Accelera by Cummins

<https://s.fhg.de/dJEG>



Großflächige Entschichtung einer Compound-Bipolarplatte.

Automobiltechnik und Mobilität

- E-Mobilität
- Leichtbau
- Lighting

Lasertechnologie für die Luft- und Raumfahrt von morgen



© iStock 1159670536 | Igor Borisenko.

Weniger Gewicht, mehr Effizienz, neue Antriebe, immer kürzere Innovationszyklen: Die Luft- und Raumfahrt steht vor technologischen Herausforderungen. Wie können moderne Laserverfahren den Wandel vorantreiben?

Die Luft- und Raumfahrtindustrie entwickelt sich rasant. Elektrische und hybride Antriebe, leichtere Materialien und autonom fliegende Systeme revolutionieren den Markt. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Effizienz. Neue Fertigungsprozesse sind gefragt, um leichtere, leistungsfähigere und kosteneffiziente Komponenten herzustellen. Das Fraunhofer ILT arbeitet mit führenden Unternehmen an innovativen Verfahren und Systemen. Im Turbinenbau ermöglichen laserbasierte Reparatur- und Fertigungsverfahren eine längere Lebensdauer und höhere Effizienz. Die Additive Fertigung mit Lasertechnologie eröffnet völlig neue Perspektiven für den Leichtbau – sowohl in der Luftfahrt als auch in der Raumfahrt. Gerade in der kommerziellen Raumfahrt gewinnen lasertechnische Lösungen auch außerhalb der Produktionstechnik an Bedeutung. So liefern satellitengestützte Laser präzise Umwelt- und Klimadaten und eröffnen neue Möglichkeiten in Navigation und Kommunikationstechnik. Durch enge Kooperationen mit Industrie und Forschung entwickelt das Fraunhofer ILT zukunftsweisende Technologien für eine effizientere und nachhaltigere Luft- und Raumfahrt.



Forschungsmarkt Luft- und Raumfahrt am Fraunhofer ILT

- Leichtbau
- Turbinenbau
- Satellitengestützte Messtechnik

Vom Triebwerk bis zur Atmosphärenmessung im Orbit

Neue Antriebe, autonome Systeme und Kleinstsatelliten verändern die Luft- und Raumfahrt. Das Fraunhofer ILT trägt dazu mit drei Schwerpunkten bei: additiv gefertigte Hochleistungsbauteile, robuste Hybridbauteile sowie weltraumtaugliche Laserstrahlquellen für satellitengestützte LIDAR-Messinstrumente.

Additiv fertigen und gezielt reparieren

Additive Fertigung gewinnt in der Luft- und Raumfahrt an Bedeutung, weil Bauteile leichter werden sollen, zugleich aber hohen Belastungen standhalten und schneller verfügbar sein müssen. Am Fraunhofer ILT stehen dafür zwei laserbasierte Verfahren im Fokus: Laser Powder Bed Fusion (LPBF) und Laser Material Deposition (LMD). Mit LPBF entstehen präzise Leichtbaukomponenten mit hoher Festigkeit. Damit lassen sich Konstruktionen realisieren, die Gewicht reduzieren und zugleich die Anforderungen an Sicherheit und Qualität zuverlässig erfüllen.

Bei Triebwerken und Startsystemen spielt LMD seine Vorteile aus. Das Verfahren baut Material lokal auf und erlaubt Formen sowie innere Strukturen, die sich konventionell nur mit großem Aufwand herstellen lassen, wie etwa filigrane, dünnwandige Kühlkanäle in Bauteilen, die hohen thermischen Lasten standhalten. Dadurch wird die Bauteilentwicklung flexibler und der Weg von der Auslegung zur fertigen Komponente verkürzt sich deutlich.

Auch im Betrieb eröffnet LMD zusätzliche Spielräume. Statt Komponenten vollständig auszutauschen, lassen sich verschlissene oder beschädigte Bereiche erneuern. Das verlängert die Nutzungsdauer, spart Material und reduziert Abhängigkeiten bei Ersatzteilen.

Gerade bei sicherheitskritischen Komponenten, bei denen Verfügbarkeit und Lieferzeiten eine große Rolle spielen, senkt dieser Ansatz Kosten und erhöht die Einsatzbereitschaft.

Metall und Kunststoff stabil verbinden

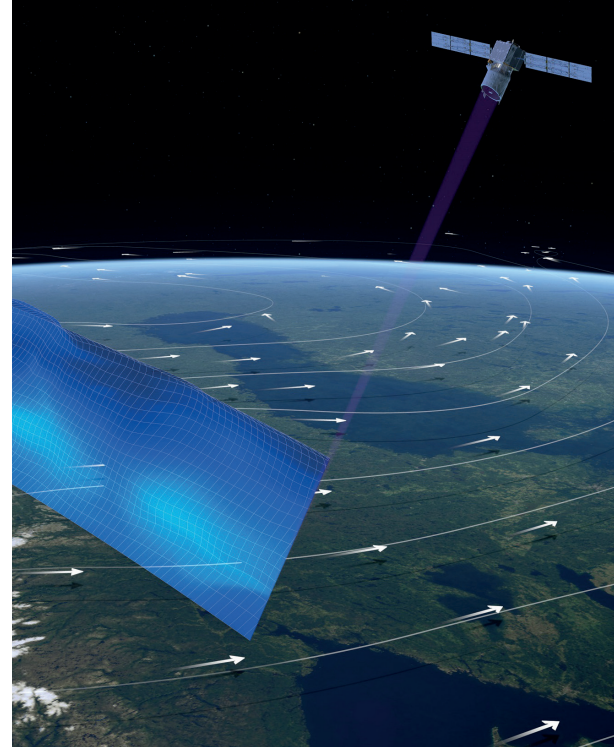
Leichtbau nutzt oft unterschiedliche Materialien, die ihre jeweiligen Stärken in einem Bauteil vereinen. Damit Hybridbauteile aus Metall und Kunststoff dauerhaft hohen mechanischen und thermischen Belastungen standhalten, entwickelt das Fraunhofer ILT laserbasierte Verfahren zur Oberflächenstrukturierung von Metallen. Durch den Laser entstehen fein definierte Mikrostrukturen, in die der Kunststoff beim Fügen einfließt und sich formschlüssig verankert.

So entsteht eine belastbare Verbindung ohne zusätzliche Befestigungselemente. Das verbessert die Gewichts- und Funktionsbilanz der Bauteile und erhöht zugleich die Zuverlässigkeit der Schnittstelle zwischen den Werkstoffen. Besonders relevant ist dieser Ansatz für Anwendungen, bei denen Leichtbau und strukturelle Stabilität gleichzeitig gefragt sind, etwa in Strukturkomponenten von Flugzeugen sowie in Bereichen, die zusätzlich erhöhten Temperatur- und Vibrationsbelastungen ausgesetzt sind.

<https://s.fhg.de/YVMT>

**»Mit Additiver
Fertigung können
wir leichtere
und zugleich
hochbelastbare
Bauteile effizient
herstellen und
gezielt instand-
setzen.«**

Dr. Thomas Schopphoven



Aus Luft und Orbit Treibhausgase messen

Für Klimaschutz, verlässliche Wettervorhersagen und robuste Klimamodelle braucht es Messdaten, die räumlich dicht und über lange Zeiträume vergleichbar sind. Satellitengestützte LIDAR-Instrumente leisten dazu einen wichtigen Beitrag: Sie senden definierte Lichtimpulse aus und werten das zurückgestreute Signal aus, um Spurengase und vertikale Profile in der Atmosphäre zu bestimmen. Am Fraunhofer ILT entstehen dafür weltraumtaugliche Laserstrahlquellen, die diese Messsysteme mit genau definierten Wellenlängen versorgen.

Bei Methan liegt der Vorteil gegenüber rein passiven Verfahren vor allem in der Messstrategie. Passive Verfahren sind auf Sonnenlicht angewiesen und liefern je nach Beleuchtung, Untergrund und Bewölkung nur eingeschränkt nutzbare Daten. LIDAR nutzt dagegen zwei eng benachbarte Laserwellenlängen im nahen Infrarot: Eine Wellenlänge liegt in einem Bereich, in dem Methan Licht stärker absorbiert, die andere in einem Referenzbereich mit deutlich geringerer Absorption. Aus dem Unterschied beider Signale lässt sich die Methankonzentration entlang des Messpfads zuverlässig bestimmen.

Für die Mission MERLIN entwickelt das Fraunhofer ILT gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie, darunter Airbus Defence

and Space und ADLARES, eine weltraumtaugliche Laserstrahlquelle. Sie erzeugt die präzise abgestimmten Wellenlängen, mit denen das System Methan aus einer Umlaufbahn von rund 500 Kilometern Höhe erfassen kann. Der Einsatz im All stellt hohe Anforderungen: Die Laser müssen Schock- und Vibrationsbelastungen beim Start sowie starke Temperaturwechsel im Orbit aushalten und über mehrere Jahre stabil arbeiten.

<https://ls.fhg.de/8m98>

Laserquelle für Wasserdampf

Im Projekt QLEO – Laser Breadboard for Future Water Vapor LIDAR entsteht eine Laserquelle, die aus einer sonnensynchronen Umlaufbahn Wasserdampf- und Aerosolprofile in der Troposphäre erfassen soll. Dafür ist ein LIDAR im nahen Infrarot vorgesehen. Das Messprinzip benötigt vier eng benachbarte Laserwellenlängen, die in schneller Folge als kurze Pulse ausgesendet werden, damit sich Wasserdampf zuverlässig von Referenzsignalen trennen lässt.

Eine passende weltraumtaugliche Hochleistungs-Laserquelle in diesem Spektralbereich steht bislang nicht als Standard zur Verfügung. QLEO prüft deshalb zwei technische Wege, um aus einer etablierten Laserbasis im Infrarot die benötigten Wellenlängen zu erzeugen.

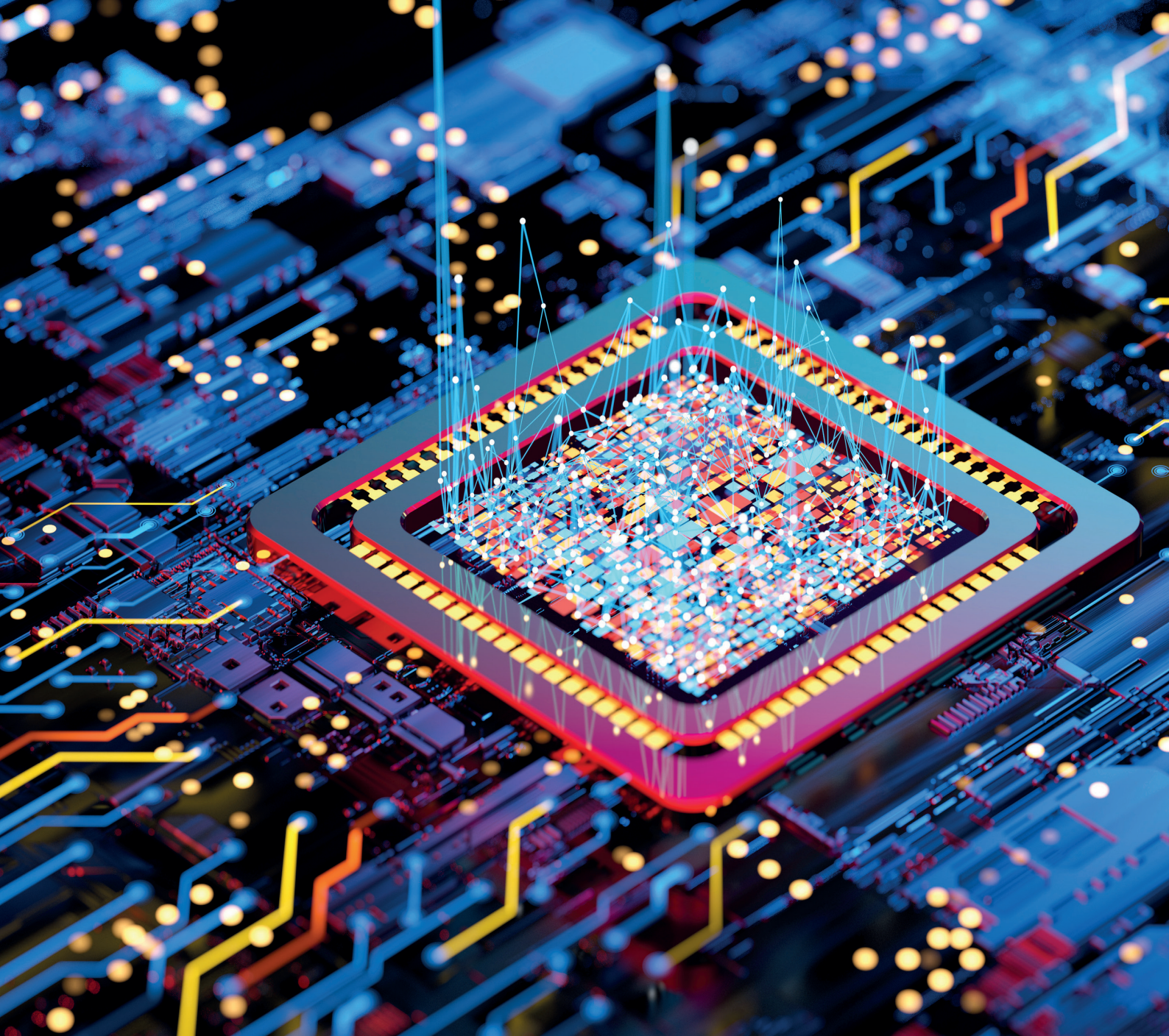
<https://ls.fhg.de/lik24>

1 Helikopter mit LIDAR-System und vom Fraunhofer ILT entwickelter Strahlquelle, © Fluxys Belgium, David Samyn.

2 Nachfolger des ADM Aelus Satelliten mit vom Fraunhofer ILT entwickelter Strahlquelle soll mit einem kräftigen UV-LIDAR-System Windprofile über der Erde im Detail vermessen, © ESA/ATG medialab.

Luft- und Raumfahrt

- Leichtbau
- Turbinenbau
- Satellitengestützte Messtechnik



© iStock 1361008761 | MF3d.

Mikroelektronik: Hochtechnologie auf kleinstem Raum

Immer leistungsfähiger, energieeffizienter und kompakter – Mikroelektronik ist das Rückgrat der digitalen Welt. Wie helfen Lasertechnologien, die Grenzen des Machbaren zu verschieben?

Die Mikroelektronik erreicht physikalische Grenzen, während gleichzeitig neue Anwendungen wie KI, Quantencomputing und das Internet der Dinge leistungsfähigere Chips erfordern. Strukturen im Nanometerbereich, flexible Materialien sowie neue Materialkombinationen und energieeffiziente Herstellungsverfahren sind entscheidend, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Die Ultrakurzpulsbearbeitung ermöglicht es, sensible Materialien zu strukturieren, ohne thermische Schäden zu verursachen. Mit selektivem Laserätzen entstehen Interposer, optoelektronische Bauteile sowie mikrofluidische Kanäle für Sensoren oder biomedizinische Anwendungen. Die EUV-Lithographie profitiert von neuartigen Strahlquellen und Metrologieverfahren. Leistungsstarke Laser treiben Plasmaquellen an, die extrem ultraviolette Strahlung erzeugen und so die weitere Miniaturisierung ermöglichen. Auch in der Aufbau- und Verbindungstechnik kommen Laser zum Einsatz. Glaslotbonden und Laserstrahlschweißen schaffen stabile, hermetische Verkapselungen für empfindliche Mikrosysteme. Durch die Kombination von Lasertechnik und digitalen Fertigungsmethoden entstehen neue Produktionsprozesse, die nicht nur leistungsfähigere Bauteile ermöglichen, sondern auch Materialeinsatz und Energieverbrauch reduzieren.

Forschungsmarkt Mikroelektronik am Fraunhofer ILT

- Additiv gefertigte Sensorik
- Laserbasiertes Packaging
- Halbleitertechnik

Präzision skalieren, Prozesse verstehen, Funktionen integrieren

Miniaturisierung, 3D-Integration und KI treiben die Mikroelektronik weiter an. Am Fraunhofer ILT stehen dafür laserbasierte Prozesse und Messmethoden im Fokus.

Austausch, Systemtechnik und Anwendungen für die Mikroelektronik

Miniaturisierung, 3D-Integration und KI treiben die Mikroelektronik weiter an. Am Fraunhofer ILT entstehen dafür laserbasierte Prozesse und Messmethoden. Besonders Ultrakurzpuls (UKP)-Laser ermöglichen es, kleinste Strukturen präzise, materialschonend und stabil zu erzeugen. Vor diesem Hintergrund kommt dem UKP-Workshop in Aachen eine besondere Bedeutung zu. Er zeigt aktuelle UKP-Laseranwendungen aus Industrie und Forschung und legt den Fokus auf Skalierung und Produktivität, etwa durch Strahlformung, schnelle Strahlablenkung, leistungsstarke Strahlquellen und passende Systemtechnik.

Für die Mikroelektronik ist dieser Fokus unmittelbar relevant. Während die Strukturen immer kleiner werden, steigen zugleich die Anforderungen an Durchsatz, Wiederholgenauigkeit und Prozessstabilität. Das betrifft Waferprozesse ebenso wie das Bearbeiten dünner Funktionsschichten oder empfindlicher Substrate, bei denen thermische Effekte, Partikel und Mikrodefekte die Ausbeute direkt beeinflussen. Entscheidend ist daher, dass Prozesse über lange Laufzeiten reproduzierbar bleiben, sich sicher in bestehende Anlagen und Reinräume integrieren lassen und im Takt der Fertigung arbeiten.

Genau diese Fragen standen beim UKP-Workshop 2025 im Vordergrund: Wie lassen sich UKP-Prozesse von der Laboranwendung in robuste Produktionsfenster überführen? Welche Rolle spielen Strahlformung, Multi-strahlkonzepte und schnelle Strahlablenkung, um Flächenprozesse zu beschleunigen, ohne die Präzision zu verlieren? Und wie unterstützt Mess- und Prozessüberwachung eine stabile Qualität, wenn Material, Schichtdicke oder Bauteilgeometrie variieren? Entsprechend zeigten Beiträge und Diskussionen Beispiele aus dem Umfeld von Waferlevel-Prozessen und materialschonender Bearbeitung. Live-Einblicke direkt in den Laboren des Fraunhofer ILT offenbarten, wie sich hohe und mittlere Leistungen mit prozesssicherer Strahlführung und geeigneter Systemtechnik in High-Power-Setups umsetzen lassen.

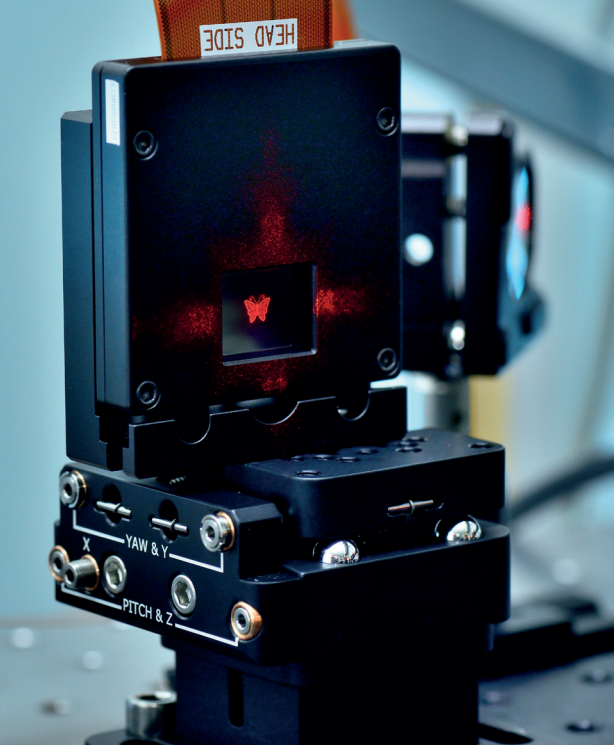
<https://s.fhg.de/LB3p>

Ein schneller Puls statt Scannen

Mit dem optischen Stempeln setzen Forschende am Fraunhofer ILT einen Ansatz um, der Mikrostrukturen in einem einzigen Laserpuls erzeugt, ohne die Fläche zeitaufwändig mit einem Spot abzufahren. Ein Spatial Light Modulator (SLM) formt dafür das Intensitätsprofil per Software zum gewünschten Muster und überträgt es direkt auf die Oberfläche. Das verkürzt Prozesszeiten deutlich; erste Tests zeigen Einsparungen von mindestens 80 Prozent.

Mikroelektronik

- Additiv gefertigte Sensorik
- Laserbasiertes Packaging
- Halbleitertechnik



Für mikroelektronische Anwendungen ist die Kombination aus Reproduzierbarkeit und Musterflexibilität besonders wertvoll. Das Verfahren erlaubt schnelle Anpassungen, wenn sich Bauteilanforderungen, Folgeprozesse oder Layouts ändern. Zudem eröffnet es neue Wege, funktionale Flächen im großen Maßstab herzustellen, ohne mechanisches Umrüsten an der Optik.

<https://ls.fhg.de/ljmZS>

Prozesse sichtbar machen, Qualität absichern

Laserprozesse werden in der Mikroelektronik erst dann wirklich industrietauglich, wenn sie sich nicht nur präzise ausführen, sondern auch robust beherrschen und überwachen lassen. Unterschiedliche Forschungsprojekte haben 2025 daher die Themen Datengewinnung, Prozessverständnis sowie -regelung konsequent vorangetrieben.

Gemeinsam mit dem Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg und weiteren Partnern koppelt das Fraunhofer ILT Laserbearbeitung mit hochauflösender Röntgenbildgebung, um Vorgänge im Prozess direkt zu beobachten. In der Studie entstanden hunderte Experimente und große Datensätze. Bei der Auswertung nutzten die Forschenden datengetriebene Methoden, um Prozessfenster besser zu verstehen und Schritte in Richtung adaptiver Prozessführung zu ermöglichen.

Das zählt in der Mikroelektronik unmittelbar auf Yield, Reproduzierbarkeit und Fehlervermeidung ein – etwa dort, wo kleinste Defekte später die Zuverlässigkeit von Kontakten, Verbindungen oder Gehäusen begrenzen.

Mit ihrer herausragenden Brillanz und Intensität ermöglicht Synchrotronstrahlung Untersuchungen mit einer Auflösung im Mikro- und sogar Nanometerbereich, Einblicke in feinste Materialstrukturen und dynamische Prozesse

<https://ls.fhg.de/lk5RG>

EUV-Mikrolithographie für die nächste Chipgeneration

Die EUV-Lithographie ermöglicht die Herstellung von Halbleiterstrukturen im Nanometerbereich und treibt die Miniaturisierung moderner Chips weiter voran. Am Fraunhofer ILT entstehen dafür Laserplasma-Strahlquellen, bei denen leistungsstarke Laser auf Zinntröpfchen treffen und ein Plasma erzeugen, das extrem ultraviolette Strahlung im benötigten Wellenlängenbereich emittiert. Neben der Stabilität der Strahlquelle stehen Effizienz und Prozesskontrolle im Mittelpunkt. Ziel ist es, die EUV-Erzeugung so weiterzuentwickeln, dass Lithographiesysteme auch bei kleinsten Strukturen zuverlässig, reproduzierbar und mit hohem Durchsatz arbeiten, auch unter den Bedingungen industrieller Serienfertigung und bei variierenden Prozessparametern.

1 Mit dem optischen Stempeln lässt sich der Strahl eines UKP-Lasers exakt in das gewünschte Muster bringen, wie z. B. ein Schmetterling.

2 Vom 8.–9. April 2025 fand der 8. UKP-Workshop in Aachen statt.

»Mikroelektronik braucht Prozesse, die kleinste Strukturen sauber erzeugen und zugleich stabil im Takt laufen.«

Dr. Christian Vedder

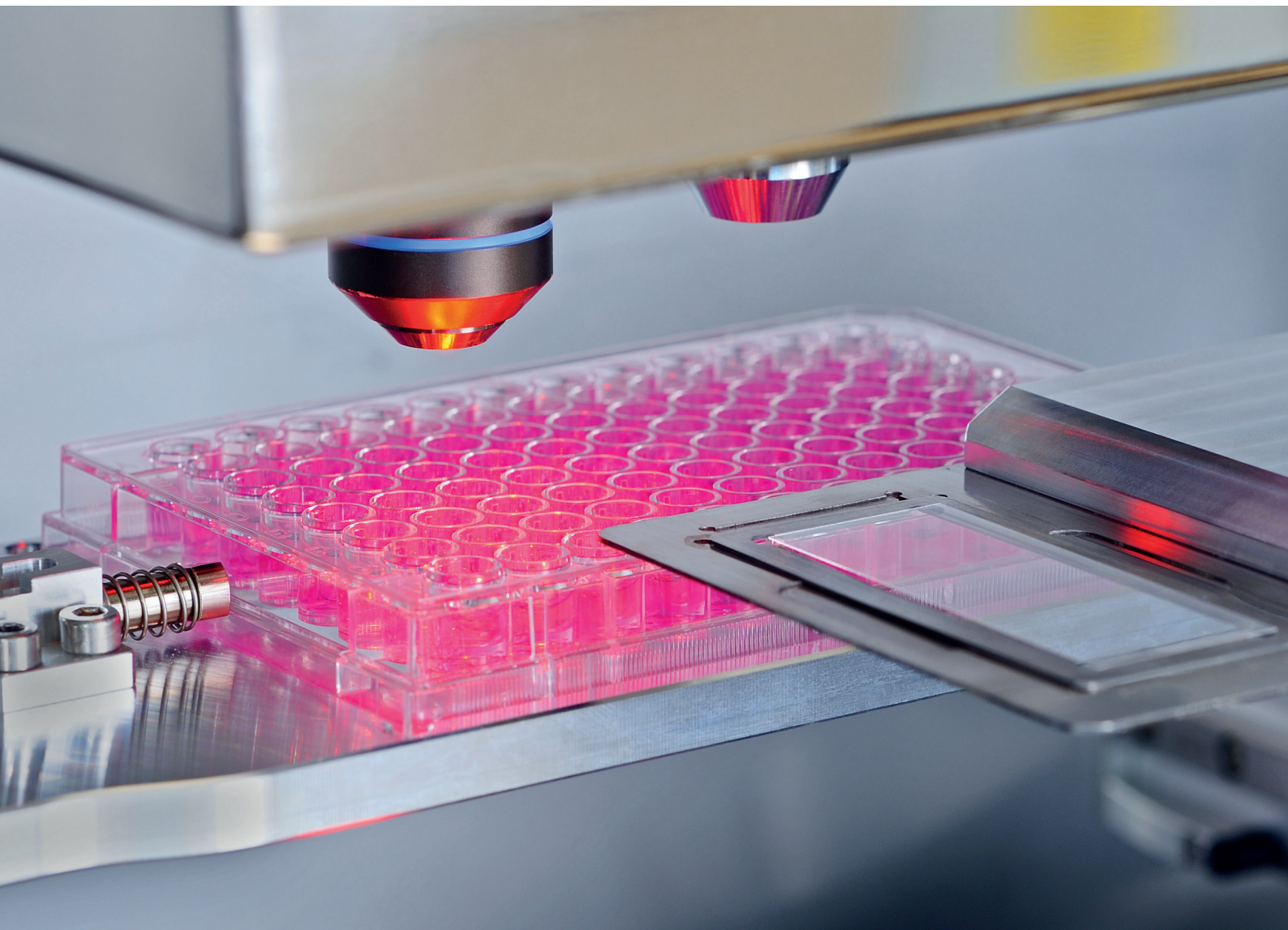
Medizintechnik der nächsten Generation: Präzision für die Gesundheit

Hochpräzise Diagnosen, minimalinvasive Eingriffe und personalisierte Medizin – moderne Lasertechnologien sorgen für neue Möglichkeiten in der Medizintechnik.

Die Medizintechnik entwickelt sich rasant: Künstliche Intelligenz in der Diagnostik, automatisierte Laborsysteme und minimal-invasive Behandlungen verändern die Patientenversorgung. Gleichzeitig steigt der Bedarf an innovativen Lösungen, um die Gesundheitsversorgung effizienter und individueller zu gestalten.

Das Fraunhofer ILT setzt auf hochpräzise Photonik-Technologien, um neue Behandlungsmethoden zu ermöglichen. Lasersysteme verbessern die Sortierung lebender Zellen und optimieren diagnostische Verfahren mit KI-gestützten Laserscannern. In der Bioanalytik kommen Laser zur Identifikation von Zellen und Wirkstoffen zum Einsatz, während in der Medizin Laser in der Diagnostik und der minimalinvasiven Chirurgie eingesetzt werden. Mit additiven Fertigungsverfahren verbessert das Fraunhofer ILT die Herstellung individualisierter Implantate. Auch die Entwicklung kompakter Lasersysteme mit reduziertem Bauvolumen trägt dazu bei, innovative Medizintechnik zugänglicher zu machen.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Kliniken und Industrie entwickelt das Fraunhofer ILT maßgeschneiderte Lösungen für eine innovative und nachhaltige Gesundheitsversorgung – von der präzisen Diagnostik bis hin zur personalisierten Medizin.



Forschungsmarkt Medizintechnik
und Gesundheit am Fraunhofer ILT

- Biofabrikation
- Bioanalytik und Diagnostik
- Lasertherapie

<https://s.fhg.de/MedizintechnikGesundheit>

Das am Fraunhofer ILT entwickelte robotisch assistierte, handgeführte Laseroperationssystem soll mechanisches Highspeed-Fräsen ersetzen und OP-Risiken am offenen Wirbelkörper minimieren.



Automatisierte Hochdurchsatz-Sortierung lebender Zellen mit Laserlicht und KI

Tests an lebenden Zellkulturen werden für die personalisierte Medizin, Wirkstoffentwicklung und klinische Forschung immer wichtiger. Ein neues KI-gestütztes Hochdurchsatzverfahren der Fraunhofer-Institute ILT und IPT ermöglicht es, spezifische Zelltypen automatisiert zu isolieren. Mit dem so genannten LIFTOSCOPE können Labore dutzende lebende Zellen pro Sekunde lokalisieren, identifizieren sowie ihre Größe und Schwerpunkte vermessen und analysieren. Anschließend transferieren die Forschenden die Zellen mit dem Laser-Induced Forward Transfer (LIFT) in Mikrotiterplatten – und dies bei Überlebensraten von über 90 Prozent.

Das LIFTOSCOPE integriert einen KI-gestützten Hochdurchsatzprozess in ein marktübliches inverses Mikroskop, das über eine Hochgeschwindigkeitskamera und eine Blitzlichtquelle verfügt. Die KI kann hierfür auf das Erkennen von pluripotenten Stammzellen, ebenso wie von High-Producer-Zellen oder Immunzellen trainiert werden. Ziel ist es, die vollautomatisierte Zellerkennung und den LIFT-Prozess im Sinne hoher Durchsätze zu verstetigen und die Gesamtprozesszeit für eine komplette Mikrotiterplatte auf zehn Minuten zu begrenzen.

<https://s.fhg.de/XQCw>

Laser-Tauchsonde für Inline-Monitoring von Wasser und Abwasser

Eine neuartige laserbasierte Tauchsonde, die das Fraunhofer ILT im Zuge BMBF- und EU-geförderter Projekte mit Industriepartnern und Anwendern erprobt, könnte den Weg zu einem fortlaufenden Inline-Monitoring von Wasseraufbereitungsprozessen in Kläranlagen ebnen. Das 2D-Fluoreszenzmessverfahren generiert direkt vor Ort spektroskopische Daten im Klärbecken. Diese sind in Verbindung mit einer intelligenten Auswertesoftware der Schlüssel zu einer energie- und ressourcen-effizienten Wasseraufbereitung.

Die Forschenden realisierten das komplexe Inline-Messverfahren, das üblicherweise offline in Laborgeräten erfolgt, in Form einer handlichen Tauchsonde. Als Strahlquelle dient lasergezündete Xenon-Plasma-Lampe. Über einen Monochromator wird aus ihrem Licht die jeweils gewünschte Wellenlänge gefiltert und über eine optische Faser zur Tauchsonde geleitet. Dort kollimiert eine Linse das Licht der Quelle und fokussiert es mit einer asphärischen Optik am Messpunkt. Dieselbe Optik koppelt Fluoreszenzsignale der gesuchten Inhaltsstoffe in eine weitere Faser ein und überträgt sie zu einem CCD-Spektrometer.

<https://s.fhg.de/NsYQ>

Medizintechnik und Gesundheit

- Biofabrikation
- Bioanalytik und Diagnostik
- Lasertherapie

Großes Potenzial für die Gesundheit

Der demografische Wandel führt zu besonderen Herausforderungen in der medizinischen Versorgung. Lasertechnik ermöglicht Diagnosen mit mehr Zielsicherheit, effizientere Laborprozesse, wirksamere Medikamente und Therapien, schonendere operative Eingriffe sowie individualisierte Implantate und eine hochwirksame personalisierte Medizin. Außerdem birgt die laserbasierte Inline-Analytik großes Potenzial für den Umweltschutz – eine tragende Säule der Gesundheitsvorsorge.

Laserosteotom – Roboterassistiertes Laserverfahren für Wachoperationen in der Neurochirurgie

Um während neurochirurgischer Eingriffe komplexe Hirnfunktionen testen zu können, werden diese an wachen, lokal anästhesierten Patienten durchgeführt. Doch das Öffnen des Schädels im Wachzustand ist für die Betroffenen psychisch äußerst belastend. Ein neues roboterassistiertes und optisch präzise überwachtes Laserverfahren des Fraunhofer ILT soll künftig schonende, vibrationsfreie und nahezu lautlose Kraniotomien ermöglichen. Das Knochengewebe des Schädels wird dabei mit kurzgepulster Laserstrahlung abgetragen. Da die für das Laser-Kraniotom gefragte Kurzpulslaserquelle mit 3 µm Wellenlänge und 100 ns Pulsdauer kommerziell nicht erhältlich ist, wird sie vom Fraunhofer ILT gemeinsam mit Industriepartnern entwickelt. Um sicherzustellen, dass der Laserstrahl tatsächlich nur Knochengewebe abträgt und die darunterliegenden Strukturen wie die Hirnhaut oder das Rückenmark unversehrt bleiben, wird der Laserschneidprozess durch ein OCT (Optical-Coherence-Tomography)-Messsystem überwacht.

<https://ls.fhg.de/k22>

Weiterentwicklung des Systems für Wirbelsäulen-OPs

Für Wirbelsäulen-OPs wollen die Forschenden den vorhandenen Applikator nun miniaturisieren und als ergonomisches Handstück auslegen, so dass Chirurgen den zurzeit noch automatisierten Schneidprozess auch händisch ausführen können. Zur präzisen Handführung des Applikators soll der Operateur durch ein kollaboratives robotisches System unterstützt werden. Das Forschungsteam plant zudem, für das Feedback beim berührungslosen Laserschneidprozess die Sensorik und Aktorik eines kollaborativen Roboters (Cobot) zu nutzen.

Denn die Kraft-Momenten-Sensorik des Cobots ermittelt die Kraftwirkung auf den Roboterarm. Auf dieser Basis kann die Aktorik schließlich dem Operateur bei der manuellen Führung des Laserapplikators ein haptisches Feedback vermitteln. Das Laseroperationssystem soll zudem für die Sicherheit der teilautomatisierten Operation mit einer OP-Planungssoftware und einem Navigationssystem verknüpft werden. In einem solch integrierten System könnten die mit dem Laser erzeugten Schnitte in Echtzeit in präoperativ erstellten Bilddaten visualisiert werden.

<https://ls.fhg.de/28Xr>



Stichprobenartige manuelle Probenentnahme soll durch laserbasierte Tauchsonde des Fraunhofer ILT ergänzt bzw. langfristig ersetzt werden, © Wasserverband Eifel-Rur.

Lasergesteuerte Qubits für praxisrelevante Anwendungen



© AdobeStock 721035927 | The 2R Artificiality.

Revolutionäre Rechenleistung, abhörsichere Kommunikation und ultrapräzise Messungen – Quantentechnologien verändern die Welt. Welche Rolle spielen Lasersysteme in dieser Zukunftstechnologie?

Quantentechnologien eröffnen neue Möglichkeiten für Hochleistungsrechner, sichere Datenübertragung und präzisere Messverfahren. Doch um einzelne Atome, Ionen oder Photonen gezielt zu manipulieren, sind hochspezialisierte optische Systeme erforderlich. Laser ermöglichen die Kontrolle und Steuerung von Quantensystemen. In Quantencomputern werden sie genutzt, um Qubits gezielt anzuregen und auszulesen. In der Quantenkommunikation übertragen sie verschränkte Photonen über Glasfaser- oder Satellitenverbindungen. Auch in der Messtechnik bieten quantenoptische Verfahren neue Ansätze: Die Quanten-Optische Kohärenztomographie nutzt verschränkte Photonen für extrem detailreiche Materialanalysen.

Das Fraunhofer ILT entwickelt Technologien, die diese Anwendungen ermöglichen. Dazu gehören laserbasierte Mikro- und Nanostrukturierungen für photonische Quantencomputer sowie Selektives Laserätzen für komplexe Quantenbauteile aus Glas. Rauscharme Quantenfrequenzkonverter sorgen für stabile Signalverarbeitung über große Distanzen. Diese Fortschritte bilden die Grundlage für eine neue Generation von Informationsverarbeitung und Sensorik, die klassische Systeme weit übertrifft.



Strategisches Programm Quantentechnologie am Fraunhofer ILT

- Nahezu rauschfreier Quantenfrequenzkonverter
- Quanten-Optische Kohärenztomographie (qOCT)
- Schlüsselkomponenten für photonische Quantencomputer

Quantentechnologie: Licht als Werkzeug im Reich der Atome

Quantentechnologie stößt in neue Dimensionen vor – und nutzt dafür oft photonische Lösungen. Am Fraunhofer ILT gewinnt das junge Technologiefeld an Bedeutung.



Nachwuchsgruppe
Quantum Photonics.

**LP.PRO-Podcast
zur Quanten-
technologie
mit Dr. Bernd
Jungbluth und
Dr. Matthias
Laasch**

<https://s.fhg.de/kXY6>

Photonische Enabler für die Kontrolle einzelner Quantensysteme

Die Quantentechnologie setzt den technischen Fortschritt der letzten 100 Jahre fort. Ihre Methoden ermöglichen es, einzelne Atome, Ionen und Photonen zu kontrollieren und präzise zu manipulieren. Damit wird eine mikroskopische Welt mit eigenen, oft kontraintuitiven Gesetzmäßigkeiten makroskopisch zugänglich: Ein Werkzeugkasten mit neuartigen Funktionen, die den Vorstoß in neue Dimensionen des Computings, der Kommunikation, Messtechnik und Sensorik ermöglichen. Lasertechnik und Photonik sind im wahrsten Sinne des Wortes Schlüsseltechnologien, ohne die diese Mikrowelten verschlossen blieben. Das Fraunhofer ILT treibt die Entwicklung solcher Enabling Photonic Solutions auf vielen Ebenen voran wie die folgenden fünf Highlights aus dem Jahr 2025 zeigen.

Koordination der Roadmap QT.NRW

Im Januar 2025 übergab Bernd Jungbluth in seiner Funktion als Koordinator der Roadmap QT.NRW das Positionspapier »Auf dem Weg zum Quantentechnologieland NRW« an die Staatssekretärinnen Silke Krebs (MWIKE) und Gonca Türkeli-Dehnert (MKW). Kernpunkte des Positionspapiers, an dem 200 Fachleute aus Wissenschaft und Industrie mitgewirkt

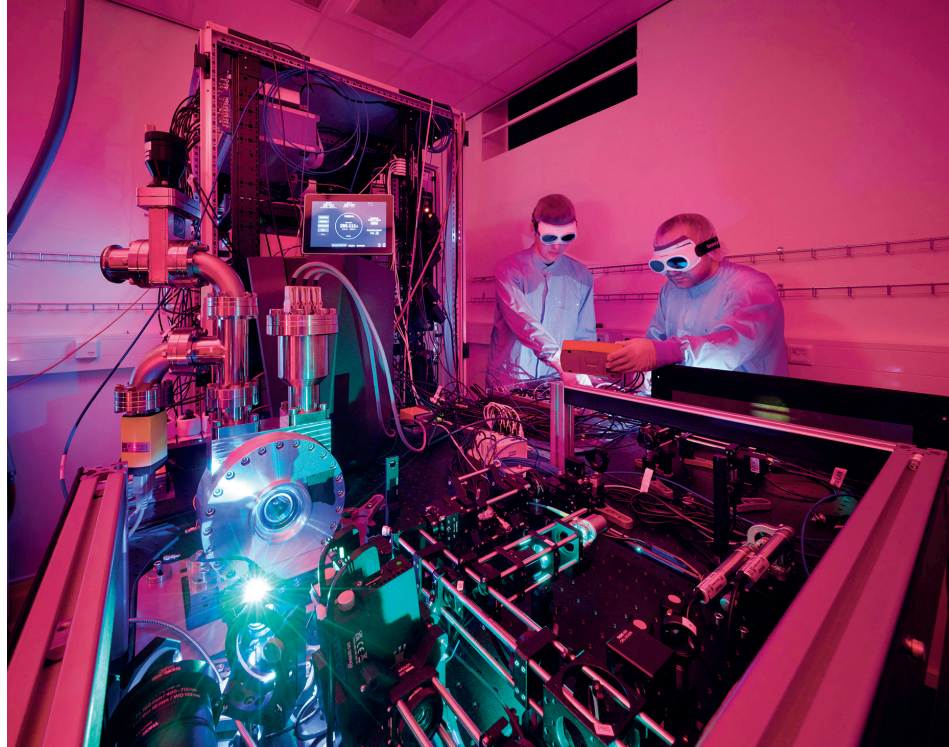
hatten: Stärkung von Ausbildung und Qualifizierung, Förderung des Technologietransfers und die Einrichtung von Applikationszentren für praxisnahe Experimente und Entwicklungen.

<https://s.fhg.de/ZtyV>

Inbetriebnahme des ersten Quanteninternetknotens in NRW

Im Zuge des NRW-Förderprojekts N-QUIK hat ein Team des Fraunhofer ILT den Bau eines Quantennetzwerkknotens in Delft begleitet. Dieser entwickelt die Knotentechnologie fort, mit der es über eine herkömmliche Glasfaserleitung zwischen Delft und Den Haag gelungen war, eine Spin-Photon-Verschränkung (NV in Diamant) zu übertragen. Das Team hat diesen Knoten in Delft demontiert und anschließend in Aachen in Betrieb genommen. Nun bindet es ihn im Folgeprojekt PLUQ-IN an die Faserinfrastruktur des Campus in Aachen an, wo er als Kernmodul der Open-Access-Facility ALICE dient. Diese soll Akteure aus Forschung und Industrie entlang der Entwicklungskette für das Quanteninternet der Zukunft zusammenführen. Hinter dem Projekt steht die Zielsetzung der Quantum Internet Strategy for Europe, bei deren Entwicklung das Fraunhofer ILT in der Quantum Internet Alliance – QIA mitwirkt. In den kommenden Jahrzehnten sieht diese den Aufbau eines europäischen Quantennetzwerks mit bis zu 1.000 Knoten vor.

<https://s.fhg.de/i2i>



BMFTR-Förderung für EPIQS

Seit 2022 baut Dr. Florian Elsen am RWTH-Lehrstuhl für Lasertechnik LLT die Nachwuchsgruppe Quantum Photonics auf. Mit seinem 7-köpfigen Team wird er in den nächsten fünf Jahren das Projekt EPIQS – Engineering Photonic Interconnects for Distributed Quantum Systems durchführen. Das mit rund vier Mio. Euro vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt geförderte Projekt zielt auf neue Anwendungen mit vernetzten Quantencomputern, Sensoren und Kommunikationssystemen im Quanteninternet der Zukunft. Dafür müssen unterschiedliche physikalische Quantensysteme gekoppelt werden. Voraussetzung: effiziente Frequenzkonversion sowie die Anpassung von photonischen Eigenschaften wie Bandbreite und Pulsdauer.

<https://s.fhg.de/PdPD>

Auslieferung Tweezer Array für das Projekt QRydDemo

Rydberg-Quantencomputer sind seit einigen Jahren im Aufwind und ziehen viel Aufmerksamkeit der Fachwelt auf sich. Als Qubits bieten Rydberg-Atome den Vorteil, dass sie als natürliche Quantensysteme identisch sind und daher keine durch Herstellungsprozesse bedingten Toleranzen aufweisen. Gleichzeitig ermöglichen sie starke, gezielt steuerbare Wechselwirkungen über mehrere Atome hinweg, was sie für komplexe Rechenoperationen in Systemen mit vielen Qubits prädestiniert.

Ein Team der Universität Stuttgart entwickelt in dem BMFTR-geförderten Verbundprojekt QRydDemo einen Rydberg-Quantencomputer mit einer Tweezer-Array-Optik. Diese kann als optische Pinzette 2.000 einzelne Strontium-Atome in einer Vakuumkammer einfangen, sortieren und für Rechenprozesse vorbereiten.

Das Fraunhofer ILT hat hierfür ein komplexes optisches System entwickelt, aufgebaut und Mitte 2025 ausgeliefert. Es positioniert die Atome in einem Array aus 2.000 Laserstrahlen und kann sie im laufenden Rechenprozess jederzeit neu anordnen. Jeder der 20 x 100 Laserfoki ist dafür individuell ansteuerbar und die Atome docken an ihnen an. Der hochentwickelte optische Aufbau ist eine zentrale Voraussetzung für die Erhöhung der Qubitanzahl und Rechenleistung. Es ist im Kern photonische Technologie, die diese Art Quantencomputer überhaupt erst möglich macht.

BMFTR Quantum Future Academy am Fraunhofer ILT

Mit 30 MINT-Studierenden aus Deutschland und den Niederlanden machte die vom BMFTR initiierte Quantum Future Academy im August 2025 Station am Fraunhofer ILT. Neben Amsterdam, Delft und Jülich war Aachen die vierte Station, bei der die Studierenden einen Workshop und eine Lab-Tour mit exklusiven Einblicken in unterschiedliche Bereiche angewandter Quantentechnologien absolvierten.

*1 Die Spiegelkaskade soll 2 000 Laserstrahlen auf ein winziges Array lenken. Diese dienen als optische Pinzetten, um Rydberg-Atome im Vakuum zu positionieren.
2 Der Netzwerkknötchen für das Quanteninternet der Zukunft wird in Aachen als Testfeld und Knotenpunkt für erste »Metropolitan Scale Quantum Networks« dienen.*

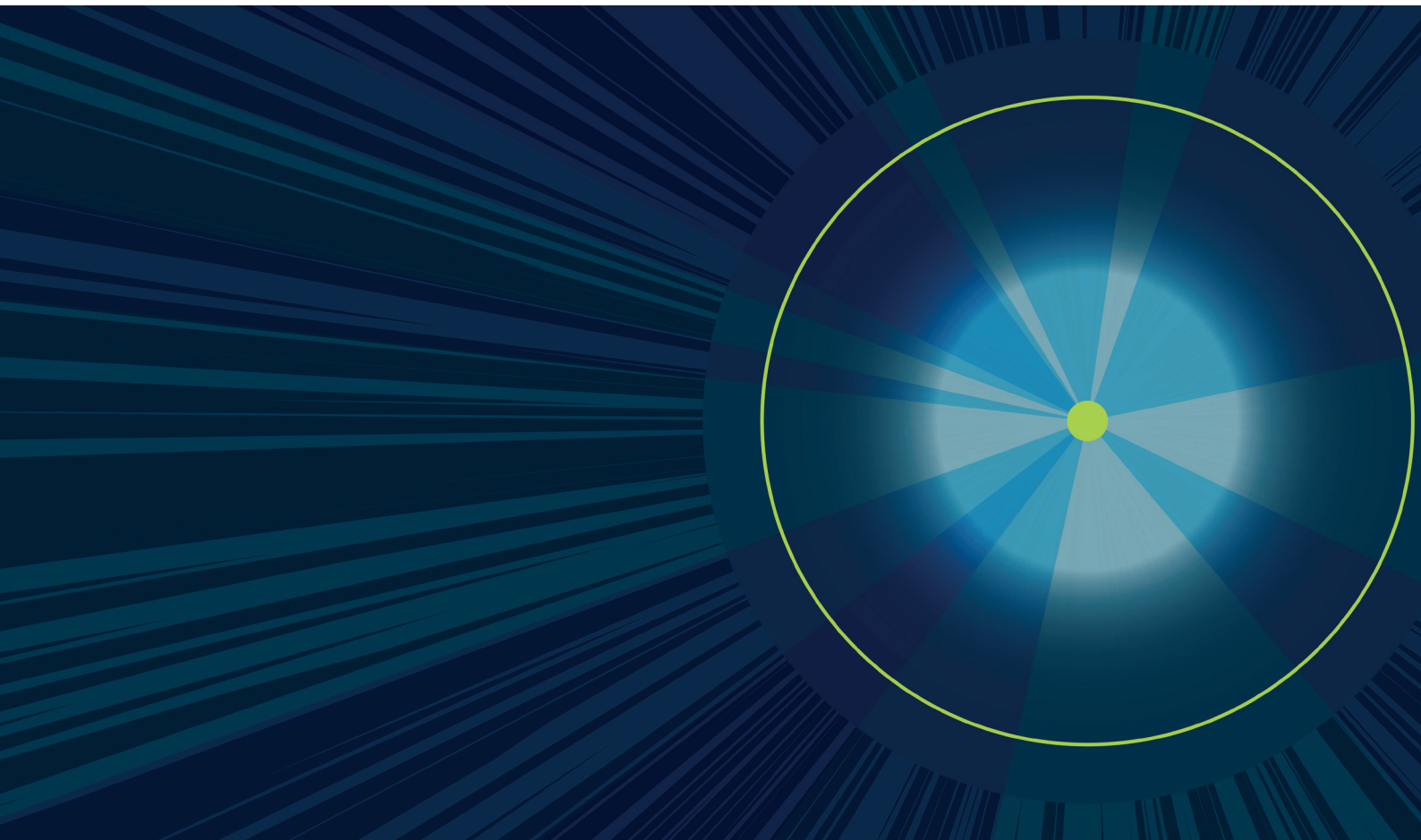
Quantentechnologie

- Nahezu rauschfreier Quantenfrequenzkonverter
- Quanten-Optische Kohärenztomographie (qOCT)
- Schlüsselkomponenten für photonische Quantencomputer

Kontakt

Dr. Bernd Jungbluth
Leiter Strategisches Programm
Quantentechnologien
Telefon +49 241 8906-414
bernd.jungbluth@ilt.fraunhofer.de

Fusion – sichere, quasi unerschöpfliche Energiequelle der Zukunft



© Fraunhofer-Gesellschaft.

Über 20 Fraunhofer-Institute erforschen, entwickeln und liefern zentrale Technologiebausteine sowohl für die Laserfusion als auch die Magnetfusion. Das Fraunhofer ILT treibt die Technologieentwicklung im Rahmen öffentlich geförderter Verbundforschung mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft voran. Hinzu kommen internationale Kooperationsprojekte, unter anderem mit dem US-amerikanischen Lawrence Livermore National Laboratory.

Das Fraunhofer ILT bringt seine lasertechnische Expertise dabei gezielt in beide Fusionsansätze ein. Für die Laserfusion liegen die Schwerpunkte auf der simulationsgestützten Entwicklung von Hochenergielasern, Diodenlaser-Pumpmodulen, hochbelastbaren Optiken sowie auf massenmarkttauglichen Fertigungsverfahren für die zentralen photonischen Komponenten sowie der Brennstofftargets und komplexen Reaktorwände. Für die komplexen und hochbelasteten Wände sowie für die Herstellung der Targets entwickeln wir unter anderem laserbasierte additive Fertigungsverfahren. Die laserbasierte Fertigung und Bearbeitung wird auch für die Magnetfusion unverzichtbar sein: Laser strukturieren Oberflächen, fügen und trennen hochfeste Wandmaterialien, und sie ermöglichen die Additive Fertigung komplexer Kraftwerkskomponenten. Ein Spillover der Hochenergielaser-Forschung sind lasergetriebene Sekundärquellen zur Erzeugung von Röntgen-, Neutronen- oder extrem ultravioletter Strahlung. Neben der Anwendung in anderen Märkten sind Sekundärquellen auch für realitätsnahe Materialtests künftiger Fusionskraftwerke gefragt.

Taskforce Fusion am Fraunhofer ILT

- Know-how für Laser- und Magnetfusion
- Der Weg von der Forschung zum Fusionskraftwerk

Fusion ist ein relevanter Zukunftsmarkt für die Photonik

Bis 2029 lenkt die Bundesregierung über 2 Mrd. € in die Fusionsforschung. Das Fraunhofer ILT gehört zu den First Movern. Im Interview sprechen Dr. Sarah Klein, Koordinatorin der Fusionsforschung, und Dr. Martin Adams, Gruppenleiter Computational Methods, über technologische Ansätze und das Marktpotenzial sowie über Spillover-Effekte der Fusionsforschung.

Fusion gilt als sichere, klimaneutrale und fast unbegrenzte Energiequelle. Was kann die Photonik dazu beitragen?

Dr. Sarah Klein: Die lasergezündete Trägheitsfusion (IFE) hat als bisher einziger Ansatz den Nachweis erbracht, dass die Fusion funktioniert. Sie setzt mittlerweile deutlich mehr Energie frei, als der Laser einbringt. Weltweit ist ein technologieoffener Wettlauf entbrannt, der auch in der Magnetfusion (MFE) beachtliche Fortschritte hervorruft.

Dr. Martin Adams: IFE-Anlagen benötigen Hochenergielaser für die extreme Kompression und Aufheizung zur Zündung des Plasmas. Temperaturen über 100 Millionen Grad Celsius liefern die nötige kinetische Energie, damit die Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium zu Helium fusionieren. Laserbasierte Verfahren werden aber auch zur Herstellung der komplexen Komponenten für IFE- und MFE-Kraftwerke eine wichtige Rolle spielen.

Was fehlt zur kommerziellen Nutzung?

Adams: Laserperformance! In Kalifornien ist bei den erfolgreichen Fusionsexperimenten ein mit Blitzlampen gepumpter Hochenergielaser im Einsatz, der nach jedem Schuss stundenlang abkühlen muss. Kraftwerkslaser müssen 10 bis 15 Schüsse pro Sekunde

gewährleisten. Auch der Wirkungsgrad der Wandlung von elektrischer in optische Energie muss mindestens um den Faktor zehn steigen.

Klein: Die Targets – stecknadelkopfkleine Kügelchen mit Fusionstreibstoff – sind ebenso wie die Pumpmodule, Verstärkerplatten und Optiken um Größenordnungen zu teuer. Auch der Energieüberschuss muss von Faktor vier auf Faktor 50 bis 100 steigen. Es braucht außerdem Lösungen zum Erbrüten des Brennstoffs Tritium. Neutronen aus der Fusionsreaktion sollen in den Wandelementen der Kraftwerke Lithium in Tritium wandeln, um neue Targets damit zu befüllen. Es gilt, im Zusammenspiel von Industrie und Forschung robuste Lieferketten auf- und ausbauen. Hierbei wird es vor allem auf Industriepartner ankommen.

Welche Forschungen laufen am Fraunhofer ILT?

Klein: Wir wirken in diversen Förderprojekten des Programms »Fusion 2040« mit, dessen Budget das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) auf über zwei Milliarden Euro bis zum Ende der Legislaturperiode aufgestockt hat. Es adressiert IFE- und MFE-Kraftwerke. In den Projekten PriFUSIO, DioHELIOS, IFE-Targetry-HUB und Durable treiben wir photonische Schlüsseltechnologien voran: Simulation und Hardwareentwicklung für hocheffiziente diodengepumpte Festkörperlaser, laserbasierte Fertigungsketten für die Herstellung der

Fusion

- Know-how für Laser- und Magnetfusion
- Der Weg von der Forschung zum Fusionskraftwerk



Optiken oder additiv gefertigte Komponenten und Targets. Wir lenken unser jahrzehntelang aufgebautes Know-how in die Fusionsforschung. Dabei bewegen wir uns am Fraunhofer Arbeitspunkt: Wir denken Technologien neu, um sie aus der Forschung in die konkrete industrielle Anwendung zu überführen.

Adams: In PriFUSIO entwickelt und validiert ein breites Konsortium optische Komponenten für Hochenergielaser. Wir legen Optiken für die Dauerbelastung im 24/7-Kraftwerksbetrieb aus, müssen ihre Zerstörschwellen dafür deutlich erhöhen und Verfahren entwickeln, um die optischen Elemente in erforderlicher Größe günstig fertigen zu können. Dafür entwickeln wir Prozessketten, in denen die Formgebung, Politur und Nachbearbeitung jeweils laserbasiert umgesetzt werden. Es geht um die Herstellung von Linsen, optischen Gittern aber auch von Verstärkerplatten. Letztere sollen die im Projekt DioHELIOS entwickelten Diodenlaser-Module pumpen. In beiden Projekten entwickeln wir hochkomplexe Simulationstools, um das Design der Laserdioden und der Hochenergielaser virtuell optimieren zu können. Auch erarbeitet das Konsortium Ansätze für eine hochautomatisierte Fertigung. Die Kosten der Pumpmodule pro Watt Ausgangsleistung müssen in den Cent-Bereich sinken, da für die effiziente Konversion von elektrischer in optische Energie sehr viele davon benötigt werden. Ein einziges Kraftwerk braucht mehr Hochleistungslaserdioden, als heute in einem Jahr weltweit produziert werden.

Gibt es einen Impact der Fusionsforschung auf die Laser- und Optikentwicklung?

Klein: Spannend am Großprojekt Fusionskraftwerk ist, dass es nur in enger Kooperation von Industrie und Forschung umsetzbar ist. Unternehmen investieren nur, wenn sie vom Return-on-Investment überzeugt sind. Dafür müssen die Innovationen für Fusionskraftwerke auch in Märkten Fuß fassen, die es noch gar nicht gibt. Wir müssen sie schaffen. Wenn wir günstige Laserdioden herstellen wollen, braucht es mehr Produktionsvolumen. Damit mehr produziert wird, muss mehr verkauft werden. Es gilt dieses Zusammenspiel zu nutzen, um Skaleneffekte zu erzielen: Technologie in neue Märkte tragen, Spillover-Effekte auslösen. Erkenntnisse der Material-, Optik- oder Hochenergielaser-Entwicklung sind für viele Märkte interessant, bis hin zum laserbasierten Tiefseebergbau und Tunnelbau oder auch für kompakte Röntgen- und Neutronenquellen.

Adams: Wir arbeiten nicht nur an einem Kraftwerk! Es gibt auf dem Weg dahin spannende Seiteneffekte. Deutschland hat eine herausragende Laser- und Optikindustrie, die wir mit der Fusionsforschung weiterentwickeln und zukunftsfest machen.

Klein: Wir haben jetzt die Chance, unsere Position im globalen Wettbewerb auf Jahrzehnte zu stärken und Produktionen sowie Marktanteile in Deutschland zu halten.

»Wir haben jetzt die Chance, unsere Position im globalen Wettbewerb auf Jahrzehnte zu stärken.«

Dr. Sarah Klein

Fraunhofer-Standorte in Deutschland



Fraunhofer-Netzwerke

In Clustern und Leitprojekten bündelt das Fraunhofer ILT zusammen mit anderen Fraunhofer-Instituten seine Kompetenzen und entwickelt Anwendungen für Industrie und Forschung.

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie. Fraunhofer-Fachkräfte begleiten die Industriepartner dabei von der Idee bis zur Markteinführung. Als einer der aktivsten Patentanmelder in Deutschland und Europa entwickelt die Forschungsgesellschaft ein umfangreiches, internationales Patentportfolio. Dieses dient als Grundlage für den Transfer von Technologien durch Forschungsprojekte, Ausgründungen und Lizenzierung.

In 74 Instituten und Forschungseinrichtungen beschäftigt die 1949 gegründete Organisation mehr als 30 000 Mitarbeitende mit überwiegend natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung. Der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen ist das Fraunhofer-Alleinstellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft. Hoch motivierte Mitarbeitende stellen für Fraunhofer den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich. www.fraunhofer.de

Fraunhofer-Verbünde, Cluster und Leitprojekte

In verschiedenen Verbänden, Clustern und Leitprojekten organisieren sich fachlich verwandte Fraunhofer-Institute und treten gemeinsam am FuE-Markt auf.

www.ilt.fraunhofer.de/de/cluster.html

Ziel des Fraunhofer Cluster of Excellence Advanced Photon Sources CAPS ist u. a. die internationale Technologieführerschaft bei Lasersystemen, welche mit ultrakurzen Pulsen (UKP) höchste Leistungen erreichen sowie die Erforschung von deren Einsatzpotenzialen im Verbund mit derzeit 13 Fraunhofer-Instituten. Koordiniert wird CAPS vom Fraunhofer ILT in Aachen und dem Fraunhofer IOF in Jena, die interessierten Anwendern aus Industrie und Wissenschaft an ihren Standorten zwei Applikationslabore mit Multi-kW UKP-Laserquellen sowie der nötigen Systemtechnik zur Verfügung stellen.

www.caps.fraunhofer.de/de.html

Der Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces bündelt die wissenschaftlichen und technischen Kompetenzen der Fraunhofer-Gesellschaft in den Themenfeldern Optik, Photonik, Laser- und Oberflächentechnik. Zu den acht Mitgliedsinstituten zählt das Fraunhofer ILT. In den Instituten des Verbunds forschen über 1 900 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, um komplexe technologische Fragen aus Industrie und Wirtschaft mit Blick auf die konkrete Anwendung zu lösen.

www.light-and-surfaces.fraunhofer.de

Auf einen Blick

- 74 Institute
- 30 000 Mitarbeitende
- 3,6 Mrd. € Finanzvolumen
- davon 3,2 Mrd. € Vertragsforschung

Stand: April 2026

Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft am Standort Aachen

In Aachen betreibt das Fraunhofer ILT seit vielen Jahren Innovationscluster, die vor Ort eine enge Verzahnung von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich der Photonik sicherstellen. Innovationscluster bilden eine Quelle für Know-how-Transfer, Nachwuchsförderung und Ausgründungen. Der Standortvorteil fördert sowohl die personelle als auch die infrastrukturelle Vernetzung.

Die RWTH Aachen University in Zahlen (Stand 2025)

- 44 382 Studierende
- davon 15 811 Internationale
- 1 264 Mio € Finanzvolumen
- Exzellenzuniversität
- 3 Exzellenzcluster
- 175 Studiengänge

Das Fraunhofer ILT stellt mit seiner ständig aktualisierten Infrastruktur europaweit einen der größten Laseranlagenparks. Die Nähe zur RWTH Aachen University wiederum garantiert den Zufluss von sehr gut ausgebildeten Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Die systematische und langfristige Zusammenarbeit von Hochschule, Fraunhofer ILT und Industrie erfolgt insbesondere über den Campus Digital Photonic Production (DPP).
www.rwth-campus.com

International Center for Turbo-machinery Manufacturing – ICTM

Die Fraunhofer-Institute IPT und ILT sowie einige Lehrstühle der RWTH Aachen University betreiben zusammen mit 19 Industriepartnern rund um den Turbinenbau in Energietechnik und Luftfahrt das »International Center for Turbomachinery Manufacturing – ICTM«.
www.ictm-aachen.com

Lasertechnik und Optik an der RWTH Aachen University

Mit den Lehrstühlen für Lasertechnik LLT und für Technologie Optischer Systeme TOS bietet die RWTH Aachen University ein herausragendes Kompetenzcluster im Bereich der Optischen Technologien. Die enge Koopera-

tion mit dem Fraunhofer ILT garantiert industrielle Auftragsforschung auf der Basis solider Grundlagenkenntnisse.

www.ilt.rwth-aachen.de
www.tos.rwth-aachen.de

Standortinitiativen – Battery Lab und Hydrogen Lab

Im Battery Lab steht dem Fraunhofer ILT modernste Technologie für die laserbasierte Batteriefertigung zur Verfügung. Elektrische und mechanische Teststände lassen eine direkte Bewertung der Laserprozesse zu, sowohl von heute üblichen Lithium-Ionen-Batterien mit flüssigen Elektrolyten als auch zukünftigen Festkörper-Akkumulatoren. Im Fokus des Hydrogen Lab steht die Optimierung von Brennstoffzellen.

<https://s.fhg.de/bt5A>

Regionale Netzwerke

Auf lokaler Ebene kooperiert das Fraunhofer ILT mit der RWTH Aachen University, der FH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich in vielen grundlegenden Fragestellungen. Im Aachener Zentrum für 3D-Druck – einer Kooperation der FH Aachen mit dem Fraunhofer ILT – erhalten insbesondere mittelständische Unternehmen Unterstützung in allen Fragen der Additiven Fertigung.

*Hauptgebäude und
»SuperC« der RWTH
Aachen University, ©
RWTH Aachen University
/Peter Winandy.*



Das Fraunhofer ILT und die Lehrstühle LLT und TOS sind aktive Partner im vom BMFTR geförderten WIR!-Bündnis LASER.region.Aachen. Dies ist ein regionales Netzwerk von inzwischen über 60 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und weiteren Partnern rund um Laser- und Photoniktechnologien in der Aachener Region. Ziel des Bündnisses ist, die Region als führenden Standort für Lasertechnik zu stärken, Innovation und Technologietransfer zu fördern und qualifizierte Fachkräfte zu sichern. Zu den Hauptaktivitäten gehören die Vernetzung der Akteure, gemeinsame FuE-Projekte, Messe- und Marketingauftritte sowie Informations-, Qualifizierungs- und Nachwuchsförderungsangebote.

www.laserregionaachen.de

Der Fachverband IVAM e.V. ermöglicht dem Fraunhofer ILT den Zugang zu zahlreichen Experten der Mikroelektronik. Im Landescluster NMWP.NRW engagiert sich das Institut in den Bereichen Nanotechnologie, Photonik, Mikrosystemtechnik, Aerospace und Quantentechnologie.

Nationale Kooperationen

Das Fraunhofer ILT engagiert sich aktiv in zahlreichen Industrieverbänden wie DVS, SPECTARIS, VDE oder VDMA sowie in nationalen Normenausschüssen wie dem DIN NWT. Außerdem unterstützen die Laserexperten

Initiativen wie den BMBF-Forschungscampus oder das Programm »go-cluster« des BMWK. In allen Gremien setzen sie Impulse, um sowohl das Fachgebiet der Lasertechnik als auch Formen der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie zum Wohle der Gesellschaft weiterzuentwickeln.

International vernetzt

Mit ausländischen Firmen und Niederlassungen deutscher Firmen im Ausland führt das Fraunhofer ILT sowohl bilaterale Projekte als auch Verbundprojekte durch. Darüber hinaus beteiligt sich das Institut an internationalen Großprojekten wie beispielsweise in der Klimaforschung an der deutsch-französischen Raumfahrtmission MERLIN oder an der Gestaltung von Forschungsprogrammen wie bei der Europäischen Kommission über die Technologieplattform Photonics21.

Bei der Kernfusionsforschung betreibt das Fraunhofer ILT eine strategische Partnerschaft mit dem Lawrence Livermore National Laboratory LLNL. Internationale Entwicklungen begleiten die Mitarbeitenden des Instituts durch ihr Engagement in ausgewählten Verbänden und Netzwerken wie dem European Photonic Industry Consortium EPIC auf europäischer Ebene oder der OPTICA und dem Laser Institute of America LIA auf transatlantischer Ebene.

Innovationscluster als Quelle für Know-how-Transfer, Nachwuchsförderung und Ausgründungen.

Kontakt

Dipl.-Phys. Axel Bauer
Telefon +49 241 8906-194
axel.bauer@ilt.fraunhofer.de

RWTH Aachen Campus

Der RWTH Aachen Campus wächst mitten in Aachen auf 2,5 km² zu einem europaweit führenden Ökosystem für angewandte Forschung. Teil davon ist der Cluster Photonik mit dem Research Center Digital Photonic Production (DPP) und dem Industry Building DPP.

Der RWTH Aachen Campus als Katalysator für erfolgreiche Unternehmensgründungen.

Research Center DPP

Die inter- und transdisziplinäre Vernetzung verschiedener Forschungsgebiete ist ein wesentlicher Faktor für die Verkürzung von Innovationszyklen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Institute und Lehrstühle der RWTH Aachen forschen über einen verhältnismäßig langen Zeitraum gemeinsam an unterschiedlichen Themen zu gemeinsamen Zielen. Das 2019 eröffnete und 2020 vollständig in Betrieb genommene Research Center Digital Photonic Production bietet Forschenden auf ca. 4300 qm Nutzfläche – davon 2800 qm Labor-, Reinraum und Hallenflächen – Raum für grundlagenorientierte Forschung im Bereich der Photonik. Die aktuell beteiligten Institute und Lehrstühle stammen aus sechs Fakultäten der RWTH Aachen University: Maschinenwesen, Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, Elektrotechnik und Informationstechnik, Georesourcen und Materialtechnik, Medizin und Wirtschaftswissenschaften.

Industry Building DPP

In unmittelbarer Nähe zum Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT können sich Unternehmen im Industry Building Digital Photonic Production niederlassen, um neue Komponenten, Systeme, Verfahren, Prozessketten oder Geschäftsmodelle im Bereich der optischen Technologien – insbesondere für die Produktionstechnik – zu entwickeln. Für die langfristige, strategische Kooperation bietet das Industry Building DPP damit die notwendige Infrastruktur. Räumlichkeiten wie Labore und Büros können je nach Bedarf über den privaten Betreiber angemietet werden. In Open Space-Strukturen und gemeinsam belegten Laboren können gemischte Teams aus Industrie und Wissenschaft interagieren und sich gegenseitig inspirieren. Der enge Austausch vor Ort ermöglicht den direkten Zugang zum wissenschaftlichen Nachwuchs von RWTH und FH Aachen. So lassen sich junge Talente frühzeitig in praxisnahe Projekte einbinden. Auch die Aus- und Fortbildung sowie der Zugang zu wissenschaftlichen Veranstaltungen vor Ort gestaltet sich durch die »Immatrikulation der Unternehmen« an der RWTH Aachen University effizient und zukunftsweisend.

Kontakt

Dr. Christian Hinke
Telefon +49 241 80-40418
christian.hinke@ilt.rwth-aachen.de

Ausgründungen

Das Fraunhofer ILT bietet zusammen mit dem RWTH Aachen Campus ein ideales Umfeld zur Gründung eines Unternehmens im Bereich der photonischen Produktion.

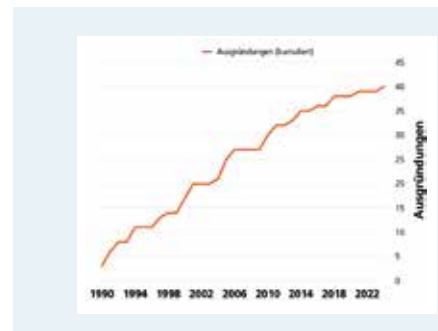
Intensive Ausgründungskultur am Fraunhofer ILT

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT pflegt seit den frühen 90er Jahren eine intensive Ausgründungskultur, die in den letzten 40 Jahren zu über 40 neuen Unternehmen geführt hat. Das Fraunhofer ILT fungiert dabei als Know-how-Partner, der je nach Kooperationsvertrag mehr oder weniger in die Entwicklung neuer Technologien einbezogen wird. Über entsprechende Lizenzverträge haben die Spin-offs auch Zugriff auf jene Patente, die die Gründer noch selbst am Fraunhofer ILT realisiert haben. Innovative Gründer sind sowohl Impulsgeber in der Branche für neue technologische Lösungsansätze und Perspektiven als auch klassische Unternehmer, die eine nachhaltige Geschäftsentwicklung im Blick halten und Arbeitsplätze sichern.

Spin-offs generieren Mehrwerte für die Laserbranche

Die rund 40 Spin-offs des Fraunhofer ILT erzeugen nicht nur neue Umsätze sondern erweitern auch das Marktpotenzial der Laserbranche. Sie sind darüber hinaus auch attraktive Arbeitgeber in einer Branche, die seit Jahren herausragende Wachstumsraten aufweist.

Das Produktspektrum der Spin-offs reicht von innovativen Reinigungsverfahren, maßgeschneiderten additiv gefertigten Implantaten über neue Hochleistungsdiodeln Laser bis hin zu leistungsstarken Ultrakurzpulslasern.



Firmensitz des Spin-offs
Lang Laser-System GmbH
in Ummendorf,
© Lang Laser-System GmbH.

Auszeichnungen und Preise

Auch in 2025 wurden wieder Mitarbeitende des Fraunhofer ILT ausgezeichnet. So wurde Dr. Wilhelm Meiners in die TCT Hall of Fame aufgenommen und Dr. Sarah Klein bekam den 3. Platz des Hugo-Geiger-Preises verliehen.

Hugo-Geiger-Preis 3. Platz für Dr. Sarah Klein

Ob Medizintechnik, Telekommunikation oder Luft- und Raumfahrt: In vielen Industriebereichen steigt der Bedarf an Hochleistungslasern. Für die Anwender zählen Wirtschaftlichkeit und Stabilität der Systeme.

Das Fraunhofer ILT hat nun einen bedeutenden Fortschritt bei der Entwicklung effizienter und stabiler Hochleistungsdiodenlaser erzielt. Dr. Sarah Klein, Wissenschaftlerin am Fraunhofer ILT, war bereits 2019 innerhalb des BMFTR-geförderten Projekts EKOLAS an der Entwicklung einer Methode beteiligt, um Faser-Bragg-Gitter (FBG) in das Innere von optischen Multimode-Fasern einzubringen. Durch das Einbringen von FBG lässt sich die Komplexität von Faserlasersystemen enorm reduzieren. Werden die optischen Gitter direkt in die Faser eingeschrieben, können sie externe Resonator-Spiegel ersetzen. Dadurch entfällt die aufwändige Spiegel-Justage.

Im Zuge ihrer Promotion übertrug Dr. Klein diese Methode im Rahmen eines Fraunhofer-Eigenprojekts auf fasergekoppelte Diodenlaser. Am 19. Februar 2025 wurde sie für ihre Arbeit »Faser-Bragg-Gitter für die Frequenzstabilisierung multimodiger Hochleistungsdioden und -faserlaser« mit dem dritten Platz des renommierten Hugo-Geiger-Preises ausgezeichnet.

Anders als bei Faserlasern dienen die FBG bei Diodenlasern primär dazu, deren spektrale Eigenschaften zu verbessern. Die Forscherin erarbeitete darum dieses Konzept, um die Bandbreite gezielt reduzieren und die Wellenlänge der Laserstrahlung stabilisieren zu können. Zentral für diesen Ansatz ist erneut ein direkt eingeschriebenes FBG. Es sorgt dafür, dass die eingesetzten Hochleistungsdiodenlaser nur noch die gewünschte Wellenlänge emittieren. Die damit einhergehende Steigerung der Brillanz macht den Energieeintrag beim Pumpen von Festkörperlasern um ein Vielfaches effizienter und damit kostengünstiger. Ein enormer Vorteil für industrielle Anwendungen, in denen die Wirtschaftlichkeit und die Energieeffizienz eine immer wichtigere Rolle spielen, wie z. B. in der laserbasierten Trägheitsfusion!

Hugo-Geiger-Preis

Der Hugo-Geiger-Preis für wissenschaftlichen Nachwuchs wird jährlich vom Bayerischen Wirtschaftsministerium und der Fraunhofer-Gesellschaft an drei junge Forschende vergeben. Er würdigt hervorragende, anwendungsorientierte Promotionsarbeiten, die in enger Kooperation mit einem Fraunhofer-Institut angefertigt wurden.



Dr. Sarah Klein (M.) mit Hubert Aiwanger (li.), stellv. Ministerpräsident Bayerns, und Prof. Holger Hanselka (re.), Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, bei der Verleihung des Hugo-Geiger-Preises in München, © Markus Jürgens, Fraunhofer.

TCT Hall of Fame 2025: Dr. Wilhelm Meiners für Lebenswerk im 3D-Druck ausgezeichnet

Dr. Wilhelm Meiners wurde in die TCT Hall of Fame 2025 aufgenommen. Mit dieser Auszeichnung würdigt die internationale Fachwelt seine herausragenden Verdienste um die Entwicklung des metallischen 3D-Drucks. Als Doktorand am Fraunhofer ILT legte Wilhelm Meiners 1996 mit der Erfindung und Patentierung des Laser Powder Bed Fusion (LPBF)-Verfahrens den Grundstein für eine Technologie, die heute weltweit Anwendung findet – von der Medizintechnik bis zur Raumfahrt.

Die Bekanntgabe der diesjährigen Preisträger erfolgte am 4. Juni 2025 im Rahmen der Fachmesse TCT 3Sixty in Birmingham. Die Jury würdigte bei Wilhelm Meiners insbesondere den nachhaltigen Einfluss des LPBF-Verfahrens auf die industrielle Produktion, die Innovationskraft des ursprünglichen Patents und die kontinuierliche Weiterentwicklung am Fraunhofer ILT. Wilhelm Meiners ist erst der zweite Deutsche, der diese Auszeichnung erhält – ein Beleg für die internationale Anerkennung des Fraunhofer ILT im Bereich des metallischen 3D-Drucks.

Kim Kallies: Botschafterin für den 3D-Druck

Kim Kallies, wissenschaftliche Mitarbeiterin und Projektleiterin am Fraunhofer ILT, wurde als »Women in 3D Printing Ambassador« für Aachen benannt. Sie arbeitet an innovativen Lösungen in der Additiven Fertigung mit LMD und EHLA. Kim Kallies hat in Frankfurt Maschinenbau mit Schwerpunkt Produktentwicklung, Produktion und Fahrzeugtechnik studiert und bringt Erfahrungen aus der gesamten Prozesskette der Additiven Fertigung mit. Mit ihrem Engagement im internationalen Wi3DP-Netzwerk setzt sie sich dafür ein, die Sichtbarkeit und Vernetzung von Frauen in der 3D-Druck-Branche zu stärken.

1. Platz beim Student Paper Award für Viktor Glushych

Viktor Glushych, Leiter der Gruppe Beschichtung LMD und Wärmebehandlung am Fraunhofer ILT, wurde während des International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics ICALEO 2025 in Orlando, Florida, USA mit dem ersten Platz des Paper Award für seine Präsentation »Advanced powder flow regulation in DED-LB/P and EHLA3D via a novel nozzle-integrated fluidic powder switching mechanism« ausgezeichnet.

Die Aufnahme in die »TCT Hall of Fame« gilt als eine der höchsten Auszeichnungen in der Welt der Additiven Fertigung.



Dr. Wilhelm Meiners (M.) wurde in die TCT Hall of Fame 2025 aufgenommen, © TCT Group.

Nachwuchsförderung

Innovation und exzellente Forschung entstehen durch Menschen. Wir investieren schon heute in die Talente von morgen und schaffen so nachhaltige Perspektiven.

Career Day für Frauen der RWTH Aachen University am 21.1.2025

Ziel des Career Days ist die Frauenförderung im MINT-Bereich – auch ein zentrales Thema am Fraunhofer ILT.

Girls'Day am 3.4.2025

Wieder luden das Fraunhofer ILT, IPT und IME Mädchen der 5. bis 8. Klasse für Labortouren und Experimente in ihre Institute ein.

meet@fh-aachen am 23.4.2025

Das Fraunhofer ILT informierte auf der Firmenkontaktmesse der FH Aachen über die verschiedenen Karrieremöglichkeiten am Fraunhofer ILT.

Vocatum Aachen am 8. und 9.5.2025

Das Fraunhofer ILT nutzte die Schüler*innenmesse, um die Jugend zu fördern.

bonding Institutsmarkt am 14.5.2025

Inmitten der vielen Institute der RWTH Aachen University waren auch Fraunhofer ILT und IPT vor Ort.

Networking Brunch der RWTH International Academy am 15.5.2025

Das Fraunhofer ILT vernetzte sich mit internationalen Top-Talenten der RWTH Aachen University.

Tag des Maschinenbaus der RWTH Aachen University am 24.5.2025

Das Fraunhofer ILT und die RWTH Aachen University Lehrstühle LLT und TOS unterstützten tatkräftig vor Ort, um den Maschinenbau für Schülerinnen und Schüler greifbar zu machen.

Führung für den Bundesverband studentischer Raumfahrt (BVSr) am 30.5.2025

Im Rahmen der BVSr-Konferenz vom 29.5.–1.6.2025 in Aachen informierten sich einige Mitglieder im Fraunhofer ILT über Projekte im Bereich der Luft- und Raumfahrt.

Kimiko Campus Festival am 14.6.2025

Die Fraunhofer-Institute ILT, IPT und IEG nutzten das Festival auf dem Campus Melaten, um Fraunhofer bekannter zu machen.



1 Fraunhofer-Mitarbeitende auf dem Kimiko Campus Festival.

2 Networking Brunch der RWTH International Academy,

© RWTH International Academy.



Schüler*innen-Uni Maschinenbau der RWTH Aachen University am 18.7.2025

Schülerinnen und Schüler ab Klasse 10 schnupperten Uniluft – das Fraunhofer ILT und die Lehrstühle LLT und TOS der RWTH Aachen University boten Einblicke in ihre Arbeit.

Hackathon #hackingforfuture am 30. und 31.7.2025

Der Hackathon des Fraunhofer ILT und IPT für Studierende bot wieder viel Raum für kreative Lösungen.

Führung der jungen Deutschen Physikalischen Gesellschaft (jDPG) am 25.8.2025

Mitglieder der jDPG erhielten einen Blick hinter die Kulissen des Fraunhofer ILT.

Quantum Future Academy am 27. und 28.8.2025

Deutsche und niederländische Studierende besuchten unter anderem das Fraunhofer ILT, um sich über die aktuelle Forschungslage und mögliche Perspektiven zu informieren.

Fraunhofer Photonica Summer School am 26. und 27.9.2025

Eine Auswahl von Top-Studierenden aus aller Welt besichtigten drei Fraunhofer-Institute, darunter auch das Fraunhofer ILT.



1 Teilnehmerinnen des Aachener Girls'Day 2025 vor dem Fraunhofer ILT, © Fraunhofer IPT.

2 Fraunhofer ILT auf dem Carrer Day für Frauen an der RWTH Aachen University, © Heike Lachmann.

Führung im Rahmen der Erstsemesterwoche der RWTH Aachen University am 7.10.2025

Institutstour für die Erstsemester der Fachschaft Materialwissenschaft und Werkstofftechnik am Fraunhofer ILT.

Tag der offenen Werkstatt von Ecurie Aix am 23.10.2025

Das Formula Student Team öffnete wieder seine Türen und das Fraunhofer ILT war mit am Start.

bonding Studierendenmesse am 5.11.2025

Das Highlight des Jahres: Auch 2025 präsentierten sich die Fraunhofer-Institute ILT und IPT wieder bei den Studierenden und Absolvent*innen.

»5 vor 12« – Nacht der Wissenschaft der RWTH Aachen University am 14.11.2025

Die Lehrstühle LLT und TOS der RWTH Aachen University begeisterten wieder einmal zu ungewohnter Zeit Jung und Alt für Wissenschaft und Forschung.

Veränderung startet mit uns!

Du möchtest Deine Ideen dort einbringen, wo Spitzenforschung entsteht? Am Fraunhofer ILT arbeitest Du an Innovationen mit echtem Impact für Wirtschaft und Gesellschaft.

Hier geht's zu unserer Karriereseite:



Zukunftsenergie Fusion macht Schule

Ein Team des Fraunhofer ILT hat in einem geförderten Projekt des »Wissenschaftsjahres 2025« zusammen mit dem auf digitale Didaktik spezialisierten Start-up tinkerbrain eine multimediale und multidisziplinäre Lernplattform zur Zukunftsenergie Fusion entwickelt. Drei Aachener Schulen haben bereits damit gearbeitet.

»Zukunftsenergie braucht junge Menschen, die Zukunft machen!«

Das BMFTR wollte im »Wissenschaftsjahr 2025« niedrigschwellige, partizipative Vorhaben der Wissenschaftskommunikation rund um Zukunftsenergien anregen. Das »Projekt Zukunftsenergie Fusion – ProZeF« der Gruppe Kommunikation des Fraunhofer ILT erhielt als eines von 15 ausgewählten Projekten den Zuschlag.

Seit Juli 2025 haben sich Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte von drei Aachener Schulen auf die Spur der Zukunftsenergie Fusion begeben und dafür webbasierte Lern- und Lehrmaterialien genutzt, die das Team des Fraunhofer ILT zusammen mit dem Start-up tinkerbrain erarbeitet hat. Vorträge, Videos, Experimente und interaktive Lernmodule führen in die komplexe Materie ein. Mit »fusionsLAB.de« lernen Schülerinnen und Schüler ab Klasse 8 zunächst, wie wirtschaftliche Entwicklung, Wohlstand und Energieversorgung zusammenhängen – und wie zentral die seit 4,6 Mrd. Jahren anhaltende Fusion auf der Sonne für das Leben auf der Erde und jede genutzte Energie ist. Zugleich beleuchtet das Material Fragen der globalen Energie- und Klimagerechtigkeit und zeigt, wie eng Primärenergieverbrauch und das Bruttosozialprodukt verknüpft sind. Schülerinnen und Schüler können zentrale Maßeinheiten und Begriffe sowie physikalische Grundlagen der laserbasierten

Trägheitsfusion und der Magnetfusion selbstständig recherchieren. Um das Gelernte weiterzugeben, präsentieren sie es sich gegenseitig in Videos, Podcasts oder Plakaten.

Faszination für Fusion wecken

Herzstück des »fusionsLAB« ist ein Modul, das die technische Faszination für die Fusion mit physikalischen Grundlagen von der atomaren Ebene bis zur Lasertechnik verknüpft. Je nach Neigung stehen sechs Themenfelder zur Vertiefung auf der physikalischen oder der technischen Ebene mit Blick auf moderne Energiesysteme, die globale Gerechtigkeit, die gesellschaftliche Akzeptanz oder auf ökonomische Fragen bereit. Zum Schluss vertreten die Schülerinnen und Schüler ihre Position in einem Planspiel zur Fusion als besorgte Bürger, Kraftwerksplaner, Wissenschaftlerinnen, Finanzexperten oder Medienschafter.

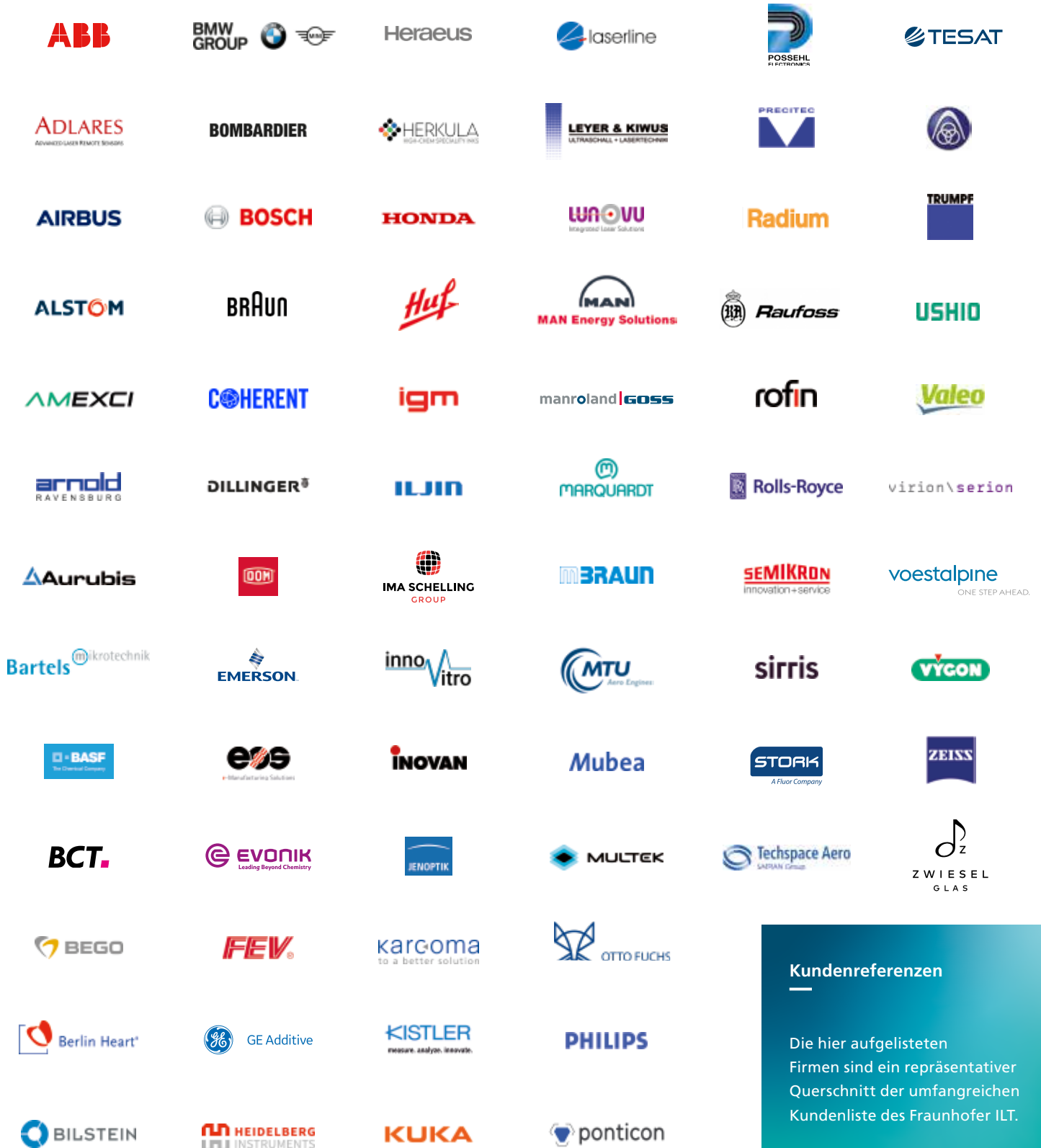
Nach einer Pilot-Projektwoche an der Städtischen Gesamtschule Aachen Brand haben die Projektpartner das multidisziplinäre Lern- und Lehrmaterial in Abstimmung mit Physiklehrern und MINT-Koordinatoren des Couven- und des Kaiser-Karl-Gymnasiums optimiert. Diese nutzen es nun im regulären Unterricht. Das Bildungsbüro der StädteRegion Aachen hatte die Kontakte vermittelt. Ab sofort steht das »fusionsLAB« allen interessierten Schulen und außerschulischen Lernorten offen.

Weitere Informationen

Peter Trechow M.A.
Telefon +49 241 8906-482
peter.trechow@ilt.fraunhofer.de

www.fusionslab.de
www.wissenschaftsjahr.de/2025

Kundenreferenzen



Kundenreferenzen

Die hier aufgelisteten Firmen sind ein repräsentativer Querschnitt der umfangreichen Kundenliste des Fraunhofer ILT.



**Fraunhofer ILT auf der Laser
World of Photonics 2025 in München
mit rund 1400 Ausstellern aus
41 Ländern und 44 000 Besuchern.**

*In Halle A3 zeigte das
Fraunhofer ILT Projekte aus vier
Technologiemärkten: Energie-
wirtschaft, Automobiltechnik und
Mobilität, Luft- und Raumfahrt
sowie Mikroelektronik.*



Laser World of Photonics, World of Quantum und automatica 2025



Unsere Forschenden präsentierten sich als innovative und exzellente Partner für digital integrierte, zukunftsorientierte Photoniklösungen.

Auf insgesamt sieben Ständen präsentierte das Fraunhofer ILT jüngste FuE-Ergebnisse. Inhaltliche Schwerpunkte waren u.a. KI in der Photonik, Hochenergielaser für die Fusion, bauteilintegrierte Sensorik, Laser für die Klimaforschung, laserbasierte Optikfertigung, Quantenkommunikation sowie Medizintechnik.

KI treibt Fertigung der Zukunft voran

Auf der Sonderschau »Photonics meets Robotics: AI Success Stories« präsentierte das Fraunhofer ILT die Automatisierung laserbasierter Fertigungsprozesse mithilfe künstlicher Intelligenz. Im Fokus standen datenbasierte Prozessmodelle, die sensorische Informationen nutzen, um Prozesse zu überwachen, Fehler zu erkennen und perspektivisch autonom zu regeln – mit dem Ziel einer First-Time-Right-Produktion. Gezeigt wurden u. a. ein autonomer, mobiler Reparaturroboter für das Laserauftragschweißen sowie ein Knickarmroboter für VR-unterstütztes Laserschweißen. Beide Exponate verdeutlichten die enge Verknüpfung von Messtechnik, Datenanalyse und KI-gestützter Entscheidungslogik.

Laserbasierte Fertigung optischer Komponenten

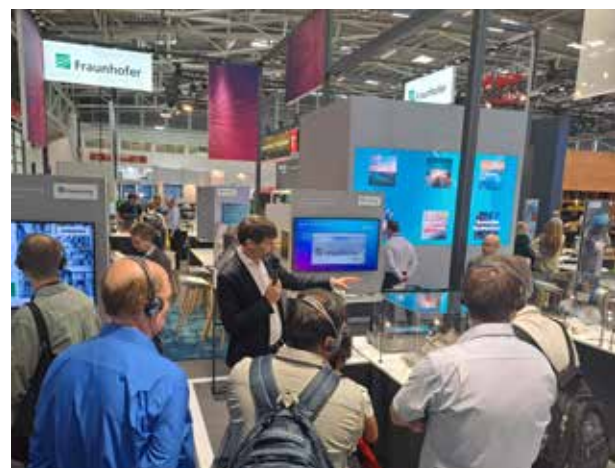
Ein weiterer Schwerpunkt war die vollständig laserbasierte Herstellung optischer Komponenten. Durch Formgebung in einer einzigen Aufspannung lassen sich Zentrierfehler vermeiden und Ausschuss reduzieren. Die finale Oberflächenbearbeitung erfolgt mittels CO₂-Laserspolitur und -Formkorrektur. Das Verfahren ist geometrieunabhängig und eignet sich auch für Asphären und Freiformoptiken, insbesondere für die flexible Fertigung kleiner Losgrößen bis hin zu Einzelstücken.

Hochenergie-Laser für Fusion und Sekundärstrahlquellen

Dritte Säule des Messeauftritts war die Entwicklung von Hochenergielasern für Anwendungen in der Fusionsforschung und für Sekundärstrahlquellen. Gemeinsam mit Industrie- und Forschungspartnern arbeitet das Fraunhofer ILT am Aufbau entsprechender Lieferketten. Z. B. entstehen im Projekt DIOHELIOS robuste, skalierbare QCW-Diodenlasermodule für großflächig homogene Strahlverteilungen. Ergänzend wurden Konzepte für kompakte EUV- und Neutronenquellen vorgestellt, etwa für zerstörungsfreie Prüfverfahren.

<https://ls.fhg.de/ir7Mc>

Gut besucht: Fraunhofer ILT auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft in München.





Sonderexponat des Fraunhofer ILT auf der Laser 2025: Solarbetriebener Rennwagen des »Team Sonnenwagen« der RWTH Aachen University und der FH Aachen, © Messe München.

Messen 2025

Das Fraunhofer ILT ist regelmäßig mit aktuellen Forschungsthemen auf Messen im In- und Ausland vertreten.

- **SPIE Photonics West**
25.1.–30.1.2025 | San Francisco
- **Hannover Messe**
31.3.–4.4.2025 | Hannover
- **The Battery Show Europe**
3.6.–5.6.2025 | Stuttgart
- **Laser World of Photonics, World of Quantum, automatica**
24.6.–27.6.2025 | München
- **Hydrogen Technology Expo Europe**
21.10.–23.10.2025 | Hamburg
- **Compamed**
17.11.–20.11.2025 | Düsseldorf
- **Medica**
17.11.–20.11.2025 | Düsseldorf
- **Formnext**
18.11.–21.11.2025 | Frankfurt am Main

Weitere Informationen zu unseren Messen und Tagungen

<https://s.fhg.de/6pz>



1



2

1 Tagung »KI in der Photonik«
in Berlin, © SPECTARIS.
2 Dr. Alexander Olowinsky
bei der LSE'25 in Aachen.

Tagungen 2025

Auch in 2025 hat das Fraunhofer ILT wieder internationale Tagungen mit Referenten aus Industrie und Forschung zu aktuellen Themen ausgerichtet. Im Fokus stehen dabei der Austausch zwischen Technologielieferanten und -abnehmern sowie die Schnittstelle zwischen Forschung und industrieller Praxis.

- **LSE'25 – Laser Symposium Electromobility**
28.1.–29.1.2025 | Fraunhofer ILT, Aachen
<https://ls.fhg.de/lhH6R>
- **7. ICTM Conference**
12.3.–13.3.2025 | Eurogress, Aachen
Veranstalter: Fraunhofer ILT und IPT
<https://www.ictm-aachen.com/en/Conference.html>
- **8. UKP Workshop Ultrafast Laser Technology**
8.4.–9.4.2025 | DAS LIEBIG, Aachen
<https://www.ultrakurzpuls-laser.de/de/ukp-workshop.html>
- **KI in der Photonik – Mehr Wertschöpfung in Laserfertigungstechnik & Optikdesign**
1.10.–2.10.2025 | Karl-Storz-Schulungszentrum, Berlin
Veranstalter: Spectaris in Kooperation mit Fraunhofer ILT und Bundesverband IT-Mittelstand e.V.
<https://ls.fhg.de/lmXzT>



Patente 2025

Patenterteilungen Deutschland

- **102022134350**
Herstellung von Quarzglasbauteilen mit optimierter Oberflächentopografie
- **102015122300**
Spiegel zur Reflexion von EUV-Strahlung in Strahlung im Spektralbereich zwischen 6 nm und 10 nm und optische Anordnung mit dem Spiegel
- **102023116881**
Stereotaktische Vorrichtung zum Schneiden von Hartgewebe am Schädelknochen mit energetischer Strahlung
- **102024125476**
Verfahren und Anlage zur Herstellung funktionell hochwertiger elektrisch leitfähiger Schichten
- **102024110083**
Verfahren und Vorrichtung zur Formkorrektur eines optischen Bauelements mittels Laserstrahlung
- **102015010369**
Verfahren zum Abtragen von sprödhartem Material
- **102023116866**
Verfahren zur Frequenzstabilisierung eines gütegeschalteten schmalbandigen Lasers

Patenterteilungen Europa

- **EP4383002**
Optische Baugruppe für ein dynamisches 2D optisches Tweezer-Array mit mikrosekunden-zeitaufgelöster Positions- und Amplitudenkontrolle

Dissertationen 2025

- **25.3.2025 – Christian Knaak (Dr.-Ing.)**
Echtzeitüberwachung und -optimierung der Nahtqualität beim Laserstrahlschweißen mittels bildgebender Sensorik und künstlicher Intelligenz
- **5.5.2025 – Jörg Hofmann (Dr.-Ing.)**
Kompensation thermischer Linseneffekte in optischen Systemen für die Lasermaterialbearbeitung
- **14.5.2025 – Thilo Alexander Barthels (Dr.-Ing.)**
Prozessführung bei stark parallelisierten UKP-Bearbeitungsprozessen für Metallfolien
- **28.5.2025 – Manuel Jung (Dr.-Ing.)**
Einfluss des Temperatur-Zeit-Verlaufs auf Formtreue und Welligkeit bei der Laserpolitur von Glas
- **8.10.2025 – Woo-Sik Chung (Dr.-Ing.)**
Increase of Joint Area by Gap-bridging Laser Beam Welding on Metalized Substrates
- **8.10.2025 – Max Fabian Steiner (Dr.-Ing.)**
Entwicklung und experimentelle Untersuchungen des coaxialen Laser-Lichtbogen-Hybridschweißens als additives Verfahren

Veröffentlichungen und Vorträge

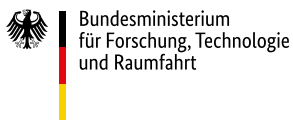
Eine Liste der wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Vorträge finden Sie online in unserer Mediathek unter:

www.ilt.fraunhofer.de/de/mediathek.html

Zuwendungsgeber

Einige der in diesem Tätigkeitsbericht erwähnten und auf unseren Internetseiten vorgestellten Verbundprojekte wurden mit öffentlichen Mitteln gefördert. Wir möchten den Zuwendungsgebern an dieser Stelle für Ihre Unterstützung danken.

Gefördert durch:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen



DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft



EUROPÄISCHE UNION

Tätigkeitsbericht 2025 online



Bleiben Sie in Kontakt

Besuchen Sie unsere Homepage:
www.ilt.fraunhofer.de

Folgen Sie uns auf Social Media:



Impressum

Redaktion

Dipl.-Phys. Axel Bauer (verantw.)
Stefanie Flock, Martin Grolms M.A.,
Petra Nolis M.A., Peter Trechow M.A.

Bildredaktion

Dipl.-Des. Andrea Croll

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Axel Bauer
Telefon +49 241 8906-194
axel.bauer@ilt.fraunhofer.de

Gestaltung und Produktion

Dipl.-Des. Andrea Croll

Druck

Press-Finish
www.press-finish.de

Bildnachweis

Sofern nicht anders in der jeweiligen
Bildunterschrift vermerkt, lautet die
Bildquelle: © Fraunhofer ILT, Aachen.

Änderungen bei Spezifikationen und
anderen technischen Angaben bleiben
vorbehalten.

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit schriftlicher
Genehmigung der Redaktion.

© Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT,
Aachen 2026.