

photonics

FLASHLIGHT



22

BERÜHRUNGSLOSE
HANDHABUNG SENSITIVER
OBERFLÄCHEN
MITTELS ULTRASCHALL

32

REVOLUTIONÄRER
ANSATZ IN DER
MIKROMONTAGE



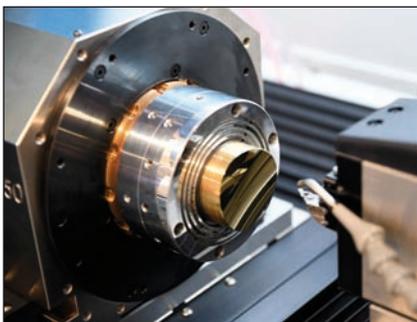
Experten in Optikfertigung und Messtechnik

- Einfache Werkstückeinrichtung dank präziser Messung des Werkzeug-Offsets
- Berührungslose Messtechnik für schnelle und hochgenaue Messung ohne Beschädigung der Oberfläche
- Zuverlässige und vergleichbare Messergebnisse durch abgestimmte Lösungen mit AMETEK Ultrapräzisionstechnologie-Systemen

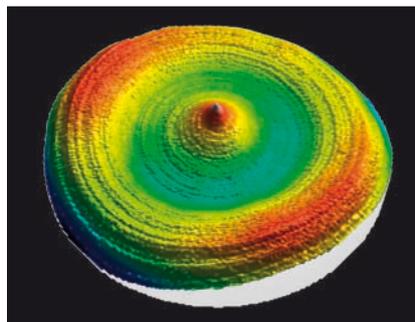
Diamant
Drehen

3D – Form-
messtechnik

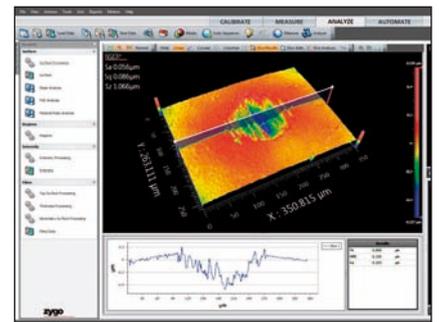
Oberflächen-
messtechnik



Precitech's Nanoform X



Taylor Hobson's LUPHOScan HD



ZYGO's Nexview™ NX2

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, dass Sie in unsere neue Ausgabe des *Photonics Flashlight* hineinschauen.

Aktuell erleben wir, dass die Branche wieder „erwacht“: nach der Photonics West in den USA, wo sowohl Aussteller als auch Besucher das Messeangebot nur sehr zögerlich angenommen haben, war die LASER in München bereits sehr viel besser besucht. Die Freude über persönliche Gespräche und über die Pflege alter und neuer Kontakte war überall spürbar. Dennoch wurde das Vor-Corona-Niveau noch nicht erreicht – auch weil viele internationale Aussteller und Besucher sowie Kongressteilnehmer fehlten. Ebenfalls wurde fast überall die schwierige Situation randvoller Auftragsbücher bei gleichzeitigen Engpässen der Zulieferkette thematisiert („bitte keine neuen Aufträge auf der Messe“).

Ein neuer Aspekt, der durch den Messebesuch eines „Technologiescouts“ aus Litauen angesprochen wurde, ist die deutliche Verschiebung der Produkt- und Technologienachfrage in Richtung Rüstung. Deutsches Photonik-Know-How wird nachgefragt, um in Waffentechnologien eingesetzt zu werden. Wer hätte vor einem Jahr gedacht, dass dieses für Deutschland sehr schwierige Thema der Rüstungstechnologien plötzlich als Absatzmarkt enorme Bedeutung gewinnt? Moralisch ist dies sicher schwierig, denn den meisten Unternehmen wird es wohl sehr schwerfallen, plötzlich einen grausamen Krieg in Umsätze und das Tagesgeschäft zu integrieren. Allerdings sind wohl ebenfalls die meisten zu der Erkenntnis gekommen, dass einseitig pazifistische Wertvorstellungen naiv und gefährlich sind und die Photonik als eine „Enabling Technology“ – leider – auch andere Einsatzmöglichkeiten bietet als Medizinprodukte, Automotive und den Consumerbereich.

Ich wünsche uns allen, dass wir uns bald wieder in friedlichen Zeiten auf die „schönen“ Seiten der Branche konzentrieren dürfen.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen
Daniela Reuter

Herausgeberin „*Photonics Flashlight*“
Geschäftsführerin Photonics Hub/Optence e.V.



Daniela Reuter
Geschäftsführerin
Photonics Hub/
Optence e.V.

BRANCHEN-NEWS

- 6** Laser Zentrum Hannover: Smarte Photonik im Fokus
- 7** Bosch gründet Start-up für Quantensensorik
- 7** Bosch will mit GreenTech für die Industrie Milliardenumsatz erzielen
- 8** Leica Microsystems gewinnt renommierten Red Dot Designpreis
- 9** TRIOPTICS erweitert sein Produktportfolio im Bereich aktive Ausrichtung von elektrischen Kameramodulen und LiDAR Systemen
- 10** PRIMES gewinnt Innovation Award Laser Technology 2022
- 11** Optische Lösungen von Fusion Bionic und MOEWE starten gemeinsame Produktentwicklung
- 11** Wechsel im Management Board der TRIOPTICS GmbH
- 12** PhoSmA „Photonics for Smart Automotive“
- 13** SCHOTT und Mainzer Stadtwerke testen Glasherstellung mit klimafreundlichem Wasserstoff
- 14** Q.ANT und Festo schließen strategische Partnerschaft
- 14** VDA Logistik Award 2022 – Continental für Industrie 4.0-Initiative ausgezeichnet



STUDIEN- INFORMATIONEN

- 15** Angewandte Physik, Bachelorstudiengang mit optionalem Schwerpunkt Optik
- 16** Optical System Engineering – Neuer Masterstudiengang
- 17** Optotechnik und Bildverarbeitung geht neue Wege

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG



- 18** Komponenten und Module für die verbesserte optische Diagnostik
- 19** Rechnen so schnell wie Licht – FAU-Forscher nutzen Laser für superschnelle Signalverarbeitung
- 20** Leistungstärkstes Dual-Comb-Spektrometer entwickelt
- 21** Ein Lichtverstärker für effiziente Glasfasernetzwerke

TECHNOLOGIE UND APPLIKATION

Berührungslose Handhabung sensitiver Oberflächen mittels

ULTRASCHALL

22

- 27 Kunststofffügen über große Flächen mit Multifokal-Laseroptik
- 28 3D Bildgebung durch haarfeine optische Faser
- 29 Optische Kohärenztomografie verbessert die Prozessstabilität des Laserauftragschweißens
- 30 Neues Verfahren ermöglicht 3D-Druck von kleinen und komplexen Bauteilen aus Glas in wenigen Minuten
- 31 Innovative Spatial ALD-Anlage kann komplex geformte Optiken präzise beschichten

32

Revolutionärer Ansatz in der **Mikromontage**



QUANTEN-TECHNOLOGIE

- 38 Projekt PhotonQ: Rund 16 Millionen Euro für photonische Quantenprozessoren
- 39 Mit Quantencomputing zum vollständigen digitalen Zwilling für die Produktion
- 40 Neue Methode, die Polarisation von Licht zu steuern

41

VERANSTALTUNGEN

42

PRODUKT-UND LIEFERANTEN-VERZEICHNIS

48

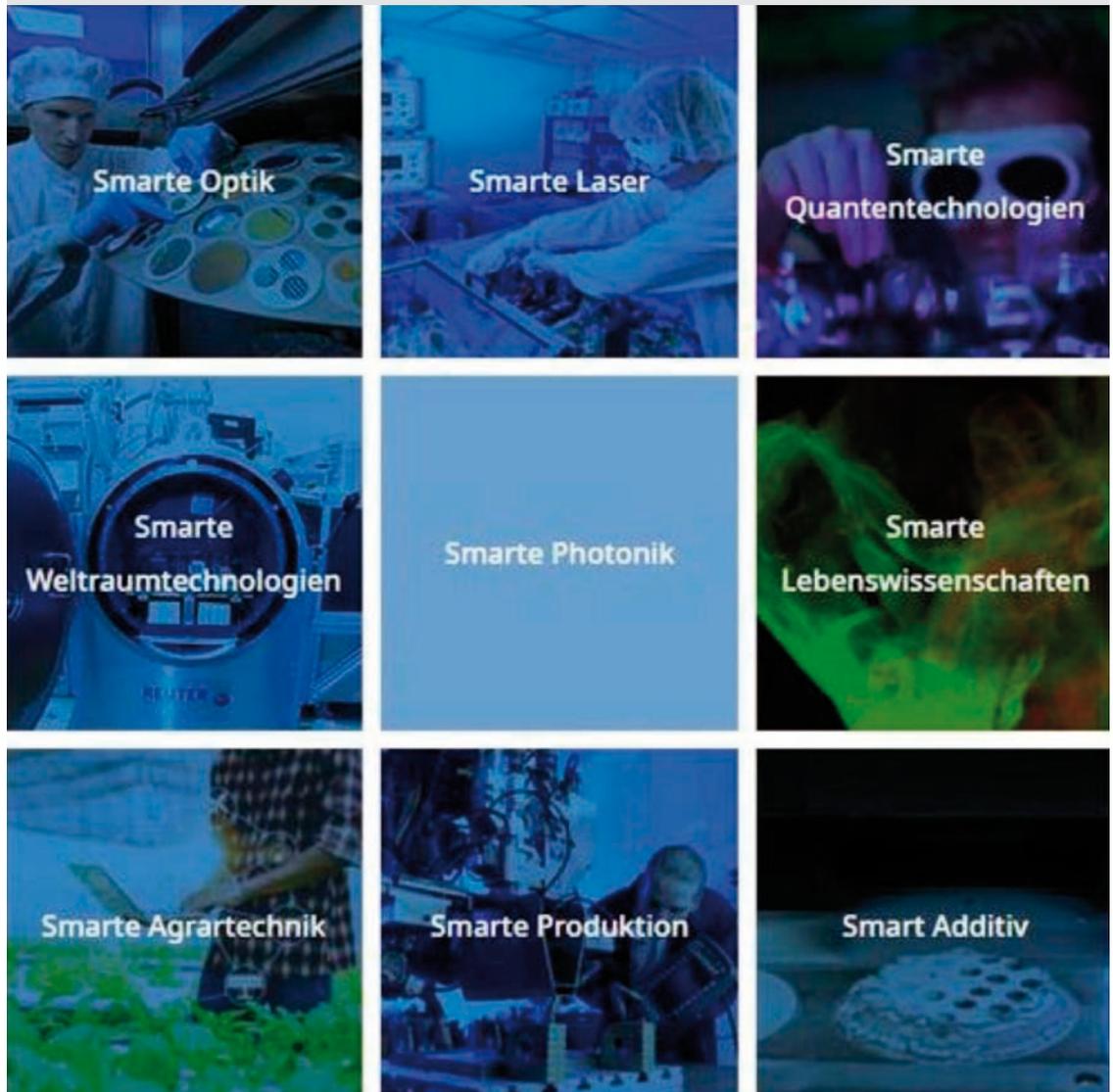
IMPRESSUM



Laser Zentrum Hannover: Smarte Photonik im Fokus

Smarte Photonik ist zukunftsweisend, digital, intelligent. Das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) bündelt ab sofort in acht Innovationsfeldern die Themen der Zukunft in den Bereichen Photonik und Lasertechnologie.

Diese acht Innovationsfelder stehen für die Forschungsschwerpunkte des außer-universitären, unabhängigen Forschungsinstituts:



In den acht Feldern arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des LZH unter anderem an automatisierten, präzisen und intelligenten Prozessen für eine digitale Produktion.

[> Weitere Informationen](#)

Bosch gründet Start-up für Quantensensorik



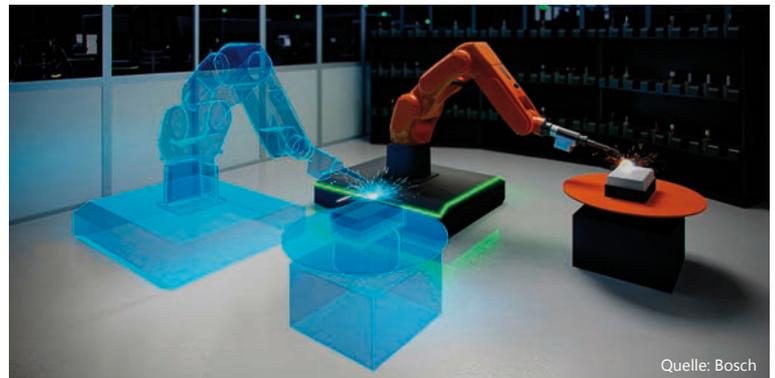
Die Robert Bosch GmbH gründet einen neuen Produktbereich zur Kommerzialisierung von Quantensensoren. Dazu werden in einem internen Start-up Forschungsergebnisse der vergangenen Jahre gebündelt und in Produkte überführt, um an dem erwarteten starken Marktwachstum zu partizipieren. Jens Fabrowsky, als Bereichsvorstand bei Bosch Automotive Electronics zuständig für das Halbleitergeschäft: „Die Quantentechnologie verschiebt die Grenzen des Machbaren – sowohl im Bereich der Datenverarbeitung als auch der Sensoren. Vor allem geht es darum, den breiten praktischen Nutzen von Quanteneffekten zu erhöhen – von der Entwicklung CO₂-neutraler Antriebe bis zur neurologischen Diagnostik. Bosch forscht seit Jahren intensiv im Bereich der Quantensensorik und wir sehen uns hier weltweit in einer führenden Position. Künftig möchten wir daraus auch Geschäftsmodelle entwickeln.“ CEO des neu gegründeten Start-ups ist Dr. Katrin Kobe. Die promovierte Physikerin bringt mehr als 25 Jahre Managementenerfahrung aus Tätigkeiten in unterschiedlichen Technologieunternehmen mit zu Bosch und hat dabei mehrfach neue Geschäftsfelder erschlossen.

> [Weitere Informationen](#)

Bosch will mit GreenTech für die Industrie Milliardenumsatz erzielen

Im Kampf gegen den Klimawandel ebnet Technik den Weg. Bosch produziert als erster globaler Industriekonzern seit Februar 2020 CO₂-neutral und entwickelt „grüne Technologien“, die Ressourcen schonen, den Energieverbrauch senken, Umwelt und Klima schützen. „Beim ökologischen Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft wird die Industrie zum Motor. Bosch mobilisiert alle Kräfte und bringt sich mit seiner Technologiekompetenz und langjährigen Fertigungserfahrung ein“, sagt Rolf Najork, in der Bosch-Geschäftsführung zuständig für die Industrietechnik. 2021 hat das Unternehmen über 800 Millionen Euro mit GreenTech für die Industrie erzielt. Das entspricht knapp 14 Prozent des Umsatzes des Bosch-Unternehmensbereichs Industrial Technology (6,1 Milliarden Euro in 2021). Jährlich wächst der GreenTech-Markt um acht Prozent (Quelle: BMU, 2021). Bosch setzt auf intelligente Industrie 4.0-Software zur Steuerung der klimaneutralen Produktion, entwickelt modulare und energieeffiziente Anlagen und Maschinen für nachhaltige Fabriken und bietet Fertigungstechnik für Batterien und Brennstoffzellen zur Transformation der Mobilität.

> [Weitere Informationen](#)



Quelle: Bosch

Auf Basis von Digitalen Zwillingen lassen sich Produktionssysteme ressourcenschonender planen, entwickeln und erproben. Mit virtuellen Abbildern physischer ‚Assets‘ werden Abläufe und Prozesse simuliert und optimiert.

Leica Microsystems gewinnt renommierten Red Dot Designpreis



Leica Microsystems, ein führender Anbieter von Mikroskopie und wissenschaftlichen Instrumenten, hat für das Design des digitalen Inspektionsmikroskop Emspira 3 einen Red Dot Award 2022 gewonnen. Ein internationales Jurorenteam zeichnete Emspira 3 mit dem „Red Dot Award: Product Design“ aus und würdigte damit die gleichermaßen robusten wie ergonomischen und ästhetisch ansprechenden Designmerkmale.

Emspira 3 lässt sich dank seines innovativen, modularen Designs und einer Vielzahl von Beleuchtungs- und Zoom-Optionen an unterschiedliche Aufgabenstellungen anpassen. Es ermöglicht den Anwendern, für jeden Probenotyp die definierte Inspektionsqualität zu erreichen. Anwender aller Qualifikationsstufen können intuitiv mit einem einzigen System inspizieren. Das spart Zeit und Aufwand im Vergleich zur visuellen Inspektion an ver-

schiedenen Arbeitsplätzen. Emspira 3 wurde für industrielle Umgebungen entwickelt. Das robuste IP 21-Gehäuse verfügt über eine antimikrobielle AgTreat-Oberfläche, die Schutz vor dem Eindringen und der Verbreitung von Keimen bietet.

> [Weitere Informationen](#)

ANZEIGE



Aktives Ausrichten von Kameramodulen mit unserem Einstiegsystem

ProCam® Lab

Mit ProCam® Lab bieten wir die ideale Lösung für unsere Kunden, die die kritische Herausforderung des aktiven Ausrichtens und die Fertigung von hochpräzisen Kameramodulen von geringen Stückzahlen meistern wollen. Dies erleichtert den Einstieg in das Kamerageschäft erheblich und die Prototypen können für die spätere Serienproduktion optimiert werden.



www.trioptics.com
A member of the JENOPTIK Group

TRIOPTICS erweitert sein Produktportfolio im Bereich aktive Ausrichtung von elektrischen Kameramodulen und LiDAR Systemen



Quelle: Trioptics

Mit der ProCam® Lab und der ProCam® Compact erweitert TRIOPTICS sein umfangreiches Produktportfolio um zwei neue Systeme für die aktive Ausrichtung und Fertigung von Kamera- und LiDAR-Modulen. Mit den beiden Systemen wird TRIOPTICS den Kundenanforderungen hinsichtlich verschiedener Produktionsmengen und den speziellen Anforderungen im Produktlebenszyklus der Kameramodule und LiDAR-Komponenten gerecht. Die ProCam® Produktgruppe begleitet die Kunden in allen Produktionsstadien vom Labor bis zur hochvolumen-Fertigung mit einem stets hohen Qualitätsniveau. Alle gemeinsam mit den Kunden entwickelten Prozesse

und prüflingsspezifischen Komponenten zur Ausrichtung und Fertigung der kundenspezifischen Kamera können in späteren Stadien der Fertigung übernommen werden – von der Prototypenfertigung über Klein- und Mittelserien bis hin zur Großserienproduktion. Aus dieser ganzheitlichen Begleitung ergeben sich große Kostenvorteile für die Kunden und auch der Zeithorizont für die Kameraprojekte reduziert sich signifikant, denn beim Hochskalieren der Produktionsmenge ist dank der anpassbaren Mess- und Fertigungsverfahren kein aufwendiger Systemwechsel mehr erforderlich.

[> Weitere Informationen](#)

PRIMES gewinnt Innovation Award Laser Technology 2022



Quelle: Primes GmbH

PRIMES gewinnt mit dem ScanFieldMonitor (SFM) nach seiner Nominierung für den Innovation Award Laser Technology 2022 in Aachen den 1. Platz! Damit setzt sich der SFM gegen 20 weitere Innovationen durch und beweist einmal mehr, zur Weiterentwicklung von Wissenschaft und Technik beigetragen zu haben.

Das neuartige und patentierte Messprinzip des ScanFieldMonitor (SFM) ermöglicht die Messung von Laserstrahlparametern während der Bewegung eines gescannten Vektors. Die daraus resultierende Charakterisierung des Laserscanners liefert alle geometrischen und laserbezogenen Parameter, die für Remote-Anwendungen relevant sind. Zusätzlich werden Strahlposition und Bewegung der Laser-Scanner-Einheit in ihrem Scanfeld im gleichen Arbeitsgang bestimmt. Die Zusammenführung vieler Messaufgaben in einem einzigen Gerät, spart dem Anwender Zeit und Geld und hilft dem Maschinenbauer bei der Inbetriebnahme und Wartung von AM-Maschinen genauso wie dem Benutzer bei der Prozesssteuerung und dem Qualitätsmanagement.

Das Messprinzip basiert auf einer definierten Streustruktur, die mit einem Ultrakurzpulslaser in ein transparentes Material eingraviert wird. Wenn der Laserstrahl diese Struktur überfliegt, wird das Licht an den eingravierten Streuelementen gestreut und von einer Fotodiode erfasst. Daraus lassen sich die Position des Vektors innerhalb des Scanfeldes, der Start- und Endpunkt des Vektors sowie die Scan-Geschwindigkeit berechnen. Neben all diesen Parametern wird gleichzeitig der Strahldurchmesser aus dem erzeugten integrierten 1D-Signal berechnet. Ohne weitere Optiken bietet der SFM einen weiten Einfallswinkel von $\pm 20^\circ$, um Messungen über das gesamte Scanfeld zu ermöglichen. Dies ermöglicht unter anderem auch das Stitching von sich überlappenden Scannerbereichen mit einer Genauigkeit von weniger als $10 \mu\text{m}$.

[> Weitere Informationen](#)

Optische Lösungen von Fusion Bionic und MOEWE starten gemeinsame Produktentwicklung



Das deutsche High-Tech-Startup Fusion Bionic, das Systeme zur Herstellung biomimetischer Oberflächen entwickelt und vertreibt, startet eine strategische Kooperation mit MOEWE optical solutions, einem führenden Hersteller polygonbasierter Lasermikrobearbeitungssysteme. Beide Unternehmen bündeln ihre Kräfte, um Ultrahochgeschwindigkeitssysteme für die Oberflächenbearbeitung und -funktionalisierung zu ermöglichen. Die Funktionalisierung von Oberflächen mittels Lasertechnologien bietet eine alternative Lösung zu funktionalen Beschichtungen, die heute in der Industrie weit verbreitet sind. Viele dieser funktionalen Beschichtungen erfüllen jedoch nicht die REACH-Konformität oder sind sehr anfällig für Abbauprozesse.

Fusion Bionic, eine Ausgründung des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, bietet einen alternativen Zugang zu funktionalen Oberflächen mittels Laser-Oberflächentexturierung. Durch die Verwendung der proprietären Lasertechnologie des Direct Laser Interference Patterning, kurz DLIP, sind Hochleistungsoberflächen erreichbar, die selbstreinigende Eigenschaften, Anti-Icing-Eigenschaften, reduzierte Reibung, verbesserte Kontaktleistung und vieles mehr bieten. Die jetzt beginnende Partnerschaft mit MOEWE erhöht die mögliche Bearbeitungsgeschwindigkeit durch die Kombination zweier hochmoderner Lasertechnologien – Polygon-Scanning und DLIP – erheblich.

> [Weitere Informationen](#)

Wechsel im Management Board der TRIOPTICS GmbH

Zum 01.04.2022 verlässt Eugen Dumitrescu nach 30 Jahren die Geschäftsführung des in Wedel ansässigen Unternehmens und übergibt die Verantwortung an eine neue, erweiterte Geschäftsführung. Neben den bereits bestellten Geschäftsführern Dr. Stefan Krey (CTO) und Jörn Lühje (CFO) komplettieren bereits ab dem 01.01.2022 Kristin Holzhey (CEO) und Simon Zilian (CSO) die neue Geschäftsführung bei TRIOPTICS. Eugen Dumitrescu, der das Unternehmen 1991 gründete, wird bis zum 31.03.2022 als aktiver Geschäftsführer und anschließend als Beirat dem Unternehmen erhalten bleiben. Die TRIOPTICS GmbH gehört seit September 2019 zum Jenoptik Konzern mit Hauptsitz in Jena.



(v.l.n.r.) Kristin Holzhey, Simon Zilian, Dr. Stefan Krey, Jörn Lühje, Eugen Dumitrescu

PhoSMA „Photonics for Smart Automotive“

Die Phase 1 des ZIM-Innovationsnetzwerkes PhoSmA, welches sich mit innovativen Lösungen zum sicheren und nachhaltigen Individualverkehr beschäftigt, hat Anfang November 2021 begonnen und läuft noch bis Ende Oktober 2022.

Im Rahmen des zweiten Netzwerktreffens im Mai wurden zum einen die Ergebnisse der internen Partnerbefragungen nach den technischen Kompetenzen, Vernetzungsgrad und Innovationskraft präsentiert. Zum anderen wurden erste Projektideen zu möglichen F&E Vorhaben von den Partnern vorgestellt.

Weil auch die Außendarstellung eine wichtige Komponente im Netzwerk darstellt, wurde eigens die Homepage www.PhoSMA.de eingerichtet, auf der werden die Netzwerkinhalte und die aktuell 14 Netzwerkpartner präsentiert.

Die Restzeit wird nun genutzt, um mithilfe der Technologie-Roadmap die Projektideen, welche sich u.a. mit den Themen

- LiDAR Technologie für autonomes Fahren
- neuartige Head-up Displays
- Kamerasysteme und 3D Sensoren für Fahrassistenzsysteme
- intelligente Beleuchtung
- Effiziente Displaytechnologie für Bedienelemente

befassen, weiter zu definieren und in den Arbeitsgruppen zu Projektskizzen für die Phase 2 auszuformulieren. Weitere Themenfelder können beim Zustoßen von neuen Netzwerkteilnehmern noch eruiert und in die Technologie Roadmap aufgenommen werden.

Der Schwerpunkt für die zweijährige Laufzeit der Phase 2, die Ende 2022 beginnen soll, wird die Überführung der einzelnen Projektideen in Forschungsprojekte u.a. ZIM-Kooperationsprojekte sein.

Sie sind ein Unternehmen oder eine Forschungseinrichtung und haben Ideen zur Entwicklung von innovativen Produkten, Verfahren oder technischen Dienstleistungen, rund um das Thema sicherer und nachhaltiger Individualverkehr? Dann sprechen Sie uns an und werden Sie Partner in unserem ZIM-Innovationsnetzwerk! Profitieren Sie von den zahlreichen Vorteilen des Netzwerkes wie technologischer Vorsprung, Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, reduzierte Entwicklungsrisiken, Unterstützung bei der Beantragung von F&E-Projekten, etc.



Kontakt:

Tobias Kammans
kammans@
photonics-hub.de



SCHOTT und Mainzer Stadtwerke testen Glasherstellung mit klimafreundlichem Wasserstoff

Als Spezialglashersteller gehört SCHOTT einer energieintensiven Branche an. Der größte Anteil des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen entsteht beim Schmelzprozess. Um Spezialgläser für Impfstofffläschchen, Handyschutzglas oder Mikrochips herzustellen, braucht es Temperaturen von bis zu 1.700 Grad Celsius. Bisher werden die Schmelzwannen vor allem mit dem fossilen Energieträger Erdgas sowie teilweise auch mit Strom beheizt.



Quelle: SCHOTT

Blick in die Schmelze: Spezialglas wird bei Temperaturen von bis zu 1.700 Grad Celsius geschmolzen

Test ist absolute Pionierarbeit für die Glasindustrie. Ziel ist es, mit den Experimenten mehr über die Auswirkungen des Einsatzes von Wasserstoff auf Glasschmelzprozesse zu lernen, um so längerfristig CO₂-Emissionen weitgehend zu vermeiden.

Um klimafreundliche Glasschmelzprozesse voranzutreiben, hat SCHOTT mehrere Forschungsprojekte mit Fokus auf Elektrifizierung auf der Basis von Grünstrom und Wasserstoff gestartet. Nun wird der Konzern erstmalig die Beimischung von Wasserstoff in großtechnischen Schmelzversuchen an einer Wanne am Standort Mainz testen.

Dafür wird sukzessive Erdgas durch Wasserstoff ersetzt. Über einen Monat hinweg werden in drei etwa 10-tägigen Versuchsphasen der Wasserstoffanteil im Erdgas-Wasserstoff-Gemisch schrittweise hochgefahren auf bis zu 35 Volumenprozent. Der großtechnische

belaufen sich insgesamt auf mehr als 714.000 Euro. Das rheinland-pfälzische Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität fördert das Projekt mit rund 338.000 Euro aus Mitteln der Europäischen Union im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Projektpartner ist die Mainzer Stadtwerke AG. Für das Versuchsprogramm stellen die Mainzer Stadtwerke SCHOTT eine mobile Beimischstation bereit, in der das Erdgas-Wasserstoff-Gemisch erzeugt wird.

[> Weitere Informationen](#)

TRUMPF

Q.ANT und Festo schließen strategische Partnerschaft

Festo und Q.ANT, ein hundertprozentiges Tochterunternehmen von TRUMPF, gehen eine strategische Partnerschaft ein. Ziel der Unternehmen ist, Automatisierungstechnik von Festo in Kombination mit der Quantentechnologie von Q.ANT für die industrielle Kultivierung von Biomasse zu nutzen. Großes Potenzial hierfür bieten Algen.

Bereits bei ihrer natürlichen Photosynthese im Freien sind Algen äußerst effizient und binden zehnmal mehr Kohlendioxid (CO) als Landpflanzen. In Bioreaktoren mit entsprechender Sensorik, Regelungstechnik und Automatisierung kann die Effizienz der Algen auf das Hundertfache von Landpflanzen gesteigert werden. Die so entstandenen Stoffe lassen sich unter anderem als Ausgangsmaterial für Pharmazeutika, Verpackungen oder Kosmetika verwenden und schließlich klimaneutral rückführen. Daher steckt in den Algen erhebliches Potenzial für die Kreislaufwirtschaft.

Eine große Herausforderung ist, die Menge der Biomasse genau zu bestimmen. Festo setzt deshalb auf Quantensensorik von Q.ANT. Der Q.ANT-Sensor gibt präzise und in Echtzeit Auskunft über das Wachstum der Organismen. Die Algen werden ihm dafür automatisiert und kontinuierlich durch spezielle mikrofluidische Komponenten von Festo, beispielsweise Pumpen zur präzisen Steuerung kleinster Flüssigkeitsmengen, zugeleitet. Der Quantensensor ist in der Lage, einzelne Zellen optisch zu analysieren, sodass die Menge der Biomasse exakt ermittelt werden kann. Zusätzlich untersucht er die Zellen mit Hilfe von künstlicher Intelligenz auf ihre Vitalität. Erst dadurch ist es möglich, vorausschauend auf Prozessereignisse zu reagieren und regelnd einzugreifen.

[> Weitere Informationen](#)

Continental
The Future in Motion

VDA Logistik Award 2022 – Continental für Industrie 4.0-Initiative ausgezeichnet

Im Rahmen des Forums Automobillogistik (FAL) in Friedrichshafen hat der Verband der Automobilindustrie (VDA) das Technologieunternehmen Continental mit dem VDA Logistik Award 2022 ausgezeichnet. Für das ganzheitlich nachhaltige Konzept „Touchless Material Flow – internal supply chains become smart“ hat Continental die höchste Auszeichnung erhalten. Insbesondere in Zeiten zunehmender geopolitischer Unsicherheiten, volatilen Entwicklungen sowie fortschreitender Digitalisierung leistet das System einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele, reduziert manuelle Tätigkeiten im internen Materialfluss der Lieferketten und verbessert Prozesseffizienz sowie Ergonomie für die Mitarbeiter. Der VDA Logistik Award würdigt jährlich herausragende Logistikkösungen, die als Vorbild für andere Unternehmen der Automobilindustrie dienen.

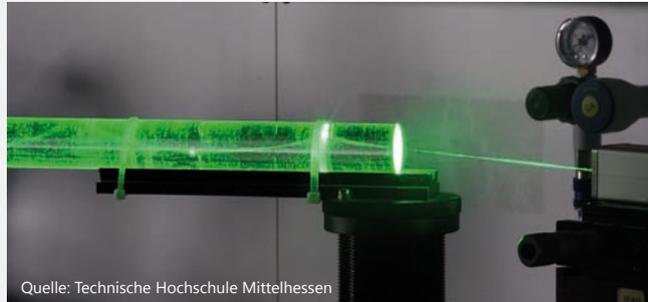
[> Weitere Informationen](#)

Angewandte Physik, Bachelorstudiengang mit optionalem Schwerpunkt Optik

Ab dem Wintersemester 2022/23 ist der Bachelorstudiengang **Angewandte Physik** (ehemals Physikalische Technik) an der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) auch mit einem optionalen Schwerpunkt Optik studierbar.

Absolvent*innen des Bachelorstudiengangs Angewandte Physik sind Allrounder mit einer umfassenden physikalischen Grundbildung und vertieften Kenntnissen in speziellen Gebieten wie der Optik, der Lasertechnik und der Informations- und Messtechnik.

Innerhalb der ersten Semester des Studiums werden die Grundlagen der Physik in ihrer ganzen fachlichen Breite intensiv vermittelt. Hinzu treten die wichtigen Nebenfächer Mathematik, Chemie und Informatik. In den höheren Semestern beschäftigen sich die Studierenden mit speziellen Themengebieten und erwerben dabei besondere fachliche, persönliche und methodische Kompetenzen. Auf diese Weise werden sie optimal auf ihre spätere berufliche Tätigkeit als anwendungsorientierte Physiker*innen vorbereitet. Ein hoher Laboranteil im Studium unter-



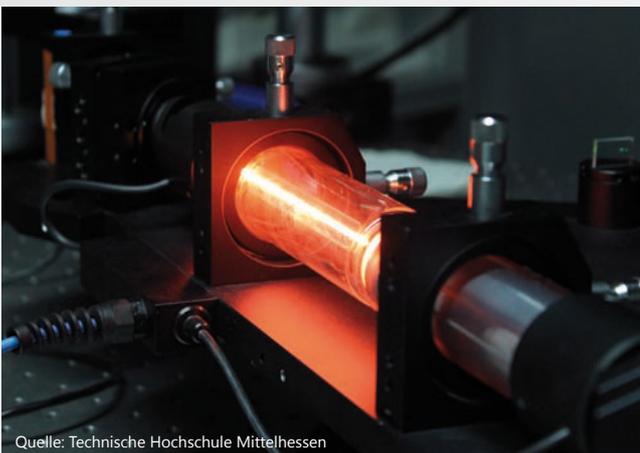
Quelle: Technische Hochschule Mittelhessen

streicht den Praxisbezug. Wichtige Fertigkeiten aus dem Bereich der Optik erwerben die Studierenden im Laserlabor und im Labor zur Technischen Optik

Durch die Auswahl entsprechender Fächer kann ein optionaler Studienschwerpunkt „Optik“ gewählt werden. Zu diesem Schwerpunkt zählen unter anderem die Module Grundlagen der Bildverarbeitung, Laseranwendung und Lasertechnik Projekt.

Praxisphasen in Unternehmen können nach entsprechender Vereinbarung in das Studium integriert werden.

Im Anschluss an das Bachelorstudium kann in direktem Übergang konsekutiv der Masterstudiengang der THM Optical System Engineering (OSE) oder der Masterstudiengang Optotechnik und Bildverarbeitung (OBV) studiert werden.



Quelle: Technische Hochschule Mittelhessen



Ansprechpartner

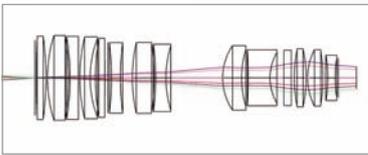
Ausführliche Informationen zum Studiengang finden sich auf der Seite go.thm.de/angewandte-physik-bachelor.

Persönliche Auskünfte erteilt gerne
Herr Prof. Dr. M. Eckhardt
E-Mail: martin.eckhardt@mnd.thm.de
Telefon: 06031 604-4768).

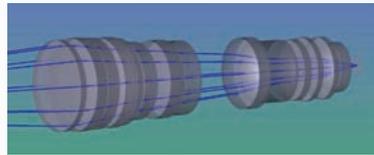
Optical System Engineering – Neuer Masterstudiengang

An der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) wird ein neuer anwendungsorientierter Optikstudiengang angeboten.

Der Masterstudiengang **Optical System Engineering** beginnt im kommenden Wintersemester 2022/23.



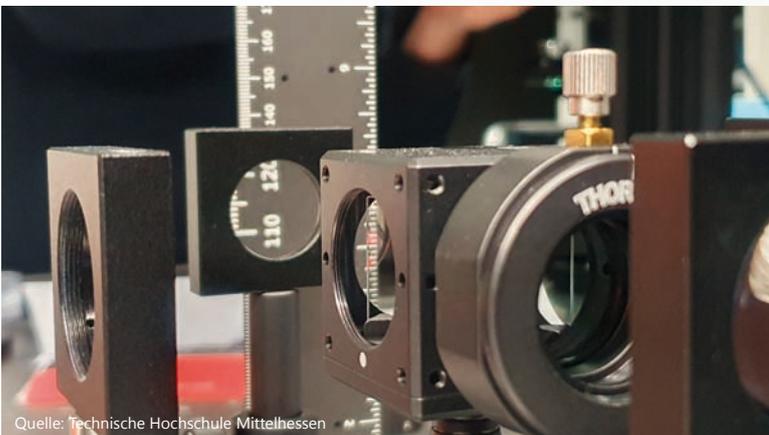
Quelle: Technische Hochschule Mittelhessen



Ziel des Studiums ist es ganzheitlich die Abhängigkeit der Performance des optischen Gesamtsystems vom Zusammenspiel der Systemkomponenten Lichtquelle, Optik und Detektor zu verstehen. Die Studierenden erlernen das Systemdesign. Sie lernen moderne optische Technologien und Fertigungsprozesse und deren Potentiale kennen und verstehen die Abhängigkeit des optischen Designs von diesen Technologien und Prozessen. Darüber hinaus können Applikationsanforderungen in Systeme umgesetzt und Qualitätssicherungsprozesse sowohl erstellt als auch überprüft werden.

Hierfür umfasst das Studium Veranstaltungen wie Optikdesign, Optische Materialien, Toleranzgebung, Messtechnik, Optiktechnologien, spezielle LASER-Technik, Optimierung und numerische Simulationenmethoden. Spezialisierungen wählen Studierende ganz nach Interesse aus. Dafür steht der THM-weite Veranstaltungspool zur Verfügung. Die aktuelle Berufserfahrung, auch externer Dozenten, ermöglicht die Ausrichtung der Lehre nahe an der beruflichen Praxis.

Der dreisemestrige Studiengang ist eingebettet in den Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Datenverarbeitung und führt zum akademischen Grad Master of Science. Das Studium ist für alle interessierten Absolventen aus mathematischen, naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen offen. Alle Veranstaltungen werden in deutscher Sprache angeboten.



Quelle: Technische Hochschule Mittelhessen

Ansprechpartner

Weitere Infos zur Bewerbung für das Studium sind auf der THM Homepage unter go.thm.de/ose-master bzw. go.thm.de/bewerbung zu finden

Bei Fragen zum Studiengang gerne bei Herrn Prof. Dr. M. Degünther melden.
 E-Mail: markus.deguenther@mnd.thm.de
 Telefon: +49 641/3 09-68 53

h_da | **Optotechnik und Bildverarbeitung geht neue Wege**



Quelle: Hochschule Darmstadt

Der innovative Ingenieurstudiengang Bachelor **Optotechnik und Bildverarbeitung** ist seit über 20 Jahren an der Hochschule Darmstadt etabliert und ab dem kommenden Wintersemester, mit dem Gütesiegel „**Duales Studium Hessen**“, auch dual studierbar.

Das 7-semestrige berufsqualifizierende Studienprogramm vermittelt umfangreiche theoretische und praktische Kenntnisse der optischen Technologien und der Bildverarbeitung. Beide Studieninhalte werden paritätisch gelehrt, so dass die AbsolventInnen in der ganzen Breite dieser Technologien erfolgreich arbeiten können. Dies ist von besonderem Wert, da beide Themengebiete in der praktischen Anwendung oft eng verzahnt sind.

Aufbauend auf einem soliden ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium (Mathematik, Physik, EDV, Feinwerktechnik und BWL) vermittelt Optotechnik und Bildverarbeitung den Studierenden umfassende Kenntnisse in den Gebieten Bildverarbeitung, Optische Messtechnik, Lasertechnik und Optik-Design.

Das Duale Studienmodell Optotechnik und Bildverarbeitung lebt von der Kooperation mit engagierten Partnerunternehmen! Die Vorteile liegen auf der Hand: bestens qualifizierte, maßgeschneiderte Nachwuchskräfte, die frühzeitig an das eigene Unternehmen gebunden werden. Die Kooperationsunternehmen betreuen und begleiten „Ihre“ Studierenden während des Hochschulstudiums und bieten ihnen durch die Mitarbeit in ihrem Unternehmen – in den vorlesungsfreien Zeiten, während der Berufspraktische Phase, zwei studentischen Projekten und der Bachelorarbeit – die Möglichkeit, das im Studium angeeignete Wissen direkt in der Praxis umzusetzen.

Fragen beantwortet Ihnen gerne Frau Jakob
E-Mail: katja.jakob@h-da.de

[> Weitere Informationen](#)



Komponenten und Module für die verbesserte optische Diagnostik

Im 2-jährigen Thüringer Verbundprojekt KODIAK entwickelt das CiS Forschungsinstitut umfangreiche Montagemodule zur hybriden Verbindung von analogen und digitalen SPAD-Schaltkreisen mit mikrooptischen Komponenten, elektrischen Kontaktierungsverfahren, Passivierungen und Packaging-Lösungen. Das CiS Forschungsinstitut ist im Verbundprojekt aktiv im Teilprojekt „Hybride Mikromontage von Mikrooptischen Sensorsystemen zur Bildgebung auf der Basis von Einzelphotonen“.

Lab-on-Chips (LOC) können viele diagnostische Verfahren eines großen Labors auf einer personalausweisgroßen Karte durchführen. Damit werden Labortests jederzeit durchführbar, kostengünstig und beschleunigen medizinische Entscheidungen, beispielsweise beim Erkennen und Überwachung von Sepsis oder dem gefürchteten Zytokin-Freisetzungssyndrom (cytokine release syndrome, CRS) als Begleiterscheinung von Krankheiten oder Immuntherapien. er kennzeichnen verschiedene, typische Biomarker im Blut einen entstehenden bzw. vorhandenen Endzündungsprozess. Ein schneller, hochempfindlicher und quantitativer Nachweis, ist hier entscheidend für das Leben der Patienten.

Das Konsortium widmet sich dieser Aufgabe und zielt auf den parallelen Nachweis der Biomarker Interleukine 6 und 8, von Interferon- sowie dem Tumornekrosefaktor TNF- in einem solchen mikrofluidischen Lab-on-Chip. Das System beinhaltet mikrofluidische, elektrische und optische Komponenten. Für die optische Diagnostik werden hochempfindliche SPAD (Single Photon Avalanche Diodes) Arrays eingesetzt, die Konzentrationen von pg/ml mittels Lumineszenz bestimmen können.

[> Weitere Informationen](#)

RECHNEN so schnell wie Licht

FAU-Forscher nutzen Laser für superschnelle Signalverarbeitung

Komplexe wissenschaftliche Modelle am Computer simulieren oder große Datenmengen wie Videomaterial bearbeiten und finalisieren, das beansprucht viel Rechenleistung und dauert. Wissenschaftler vom Lehrstuhl für Laserphysik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) konnten gemeinsam mit Kollegen der University of Rochester in New York in einem Experiment erstmals demonstrieren, wie die zugrundeliegenden Rechenoperationen in Zukunft mithilfe von Laserimpulsen bis zu eine Million Mal schneller durchgeführt werden könnten. Die Ergebnisse wurden jetzt in der Fachzeitschrift Nature veröffentlicht.

> [Weitere Informationen](#)

ANZEIGE

Sie sind auf der Suche nach einer praxisnahen, spannenden und hochqualitativen Weiterbildung im Bereich Laserschutz?

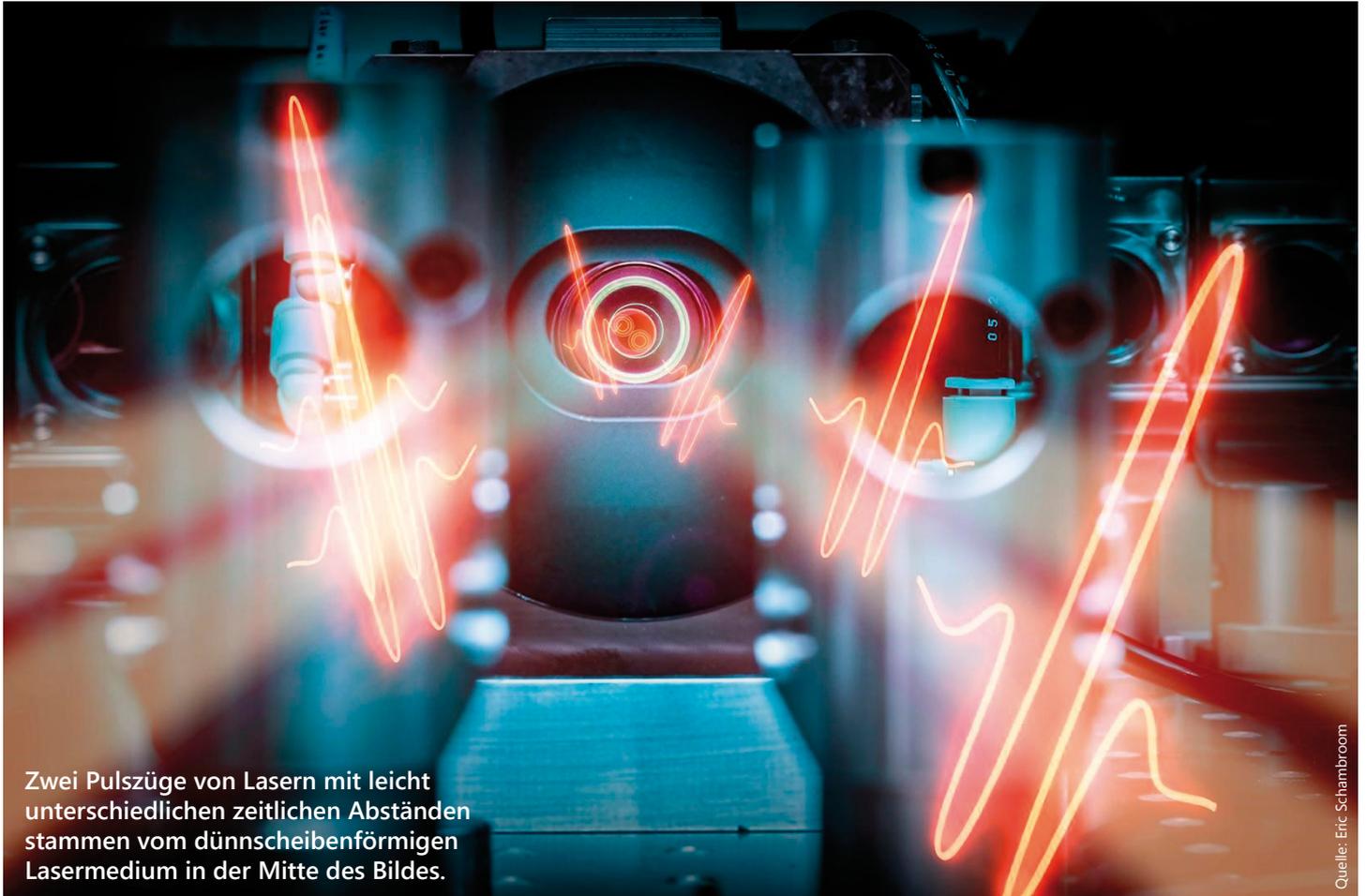
Bei uns erwartet Sie Know-How direkt von einem der international führenden Laser-Spezialisten in Medizin, Biotechnologie und Industrie.

Mit über 20 Jahren Erfahrung mit Schulungen für Laserschutzbeauftragte gemäß den jeweils aktuellen gesetzlichen Vorschriften können wir individuell auf Ihre Anwendung eingehen – ob online oder vor Ort in unserem modernen Omicron TechCamp bei Frankfurt am Main.

Sie haben noch Fragen?
Unser Team freut sich auf Sie.

Tel.: +49 (0)6106 8224 0
Mail: sales@omicron-laser.de
www.omicron-laser.de

omicron
LASER AG E



Zwei Pulszüge von Lasern mit leicht unterschiedlichen zeitlichen Abständen stammen vom dünnscheibenförmigen Lasermedium in der Mitte des Bildes.

Quelle: Eric Schambroom

Leistungsstärkstes Dual-Comb-Spektrometer entwickelt

Forschende der Professur für Lasertechnologie und Spektroskopie sowie vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik München und der Ludwig-Maximilians-Universität München haben das weltweit leistungsstärkste Dual-Comb-Spektrometer entwickelt, das den Weg für viele Anwendungen in der Atmosphärenforschung und der biomedizinischen Diagnostik, unter anderem auch für die Krebsfrüherkennung, ebnet. Das Verfahren wurde in einem Artikel der Zeitschrift Nature Communications veröffentlicht. Das

Herzstück des Systems besteht aus einer speziellen Art von laseraktivem Medium, einer dünnen Kristallscheibe, und einem Laserresonator, der dieses Medium umgibt. Der Laser mit zwei Ausgängen liefert eine mehr als zehnfach höhere Leistung als alle bisherigen Dual-Comb-Laserquellen. Dies ebnet den Weg für viele Anwendungen in der Atmosphärenforschung und in der biomedizinischen Diagnostik.

[> Originalpublikation](#)

Ein Lichtverstärker für effiziente Glasfasernetzwerke



Forscher der Humboldt-Universität zu Berlin haben einen Nano-Repeater entwickelt, der Licht nur in eine Richtung verstärkt.

Glasfasern sind heute das Rückgrat unserer Informationsgesellschaft. Um in Glasfasernetzen Daten mittels Lichts über große Strecken zu übertragen, muss das Licht jedoch in regelmäßigen Abständen nachverstärkt werden, um die auftretenden Verluste zu kompensieren. Hierfür kommen sogenannte Repeater zum Einsatz. Eine wichtige Repeater-Bauart beruht dabei auf der Verstärkung von Licht mittels des Lasereffekts. Hierfür werden Atome innerhalb der Glasfaser in einen angeregten Zustand versetzt und dann von dem zu verstärkenden Licht stimuliert, ihre gespeicherte Energie in Form von zusätzlichen Lichtteilchen abzugeben. So kommt aus dem Laserverstärker mehr Licht heraus als hineingeht. Unter gewöhnlichen Umständen würde ein Laserverstärker vorwärts und rückwärts laufendes Licht gleichermaßen verstärken, da Atome runde Teilchen sind und daher in alle Richtungen gleichermaßen zusätzliche Lichtteilchen abgeben würden. In Glasfasernetzwerken kann dies zum Problem werden, wenn zum Beispiel in der Rückwärtsrichtung laufende Störsignale verstärkt werden.

Forscher um den Quantenphysiker Arno Rauschenbeutel an der Humboldt-Universität zu Berlin haben nun einen neuartigen Weg aufgezeigt, um Atome dazu zu bewegen, das Licht in einer Glasfaser nur in eine Richtung zu verstärken. Hierfür zwängten sie das in der Glasfaser geführte Licht durch eine Verjüngung, in der die Glasfaser hundertmal dünner ist als ein menschliches Haar. Das Licht in solch einer ultradünnen Glasfaser ragt dann ein winziges Stück über deren Oberfläche hinaus – man spricht hier von einem evaneszenten Lichtfeld

Wenn man nun Atome mit Laserlicht in Rotation versetzt und an das evaneszente Feld der ultradünnen Glasfaser koppelt, kann man erreichen, dass sie sich bezüglich der beiden Licht-Rotationsrichtungen unterschiedlich verhalten. Die Forscher sind optimistisch, dass das demonstrierte Prinzip schon bald praktische Anwendungen finden wird. Außer in Glasfasernetzwerken könnte es auch in supraleitenden Quantenschaltkreisen verwendet werden, die in bestimmten Quantencomputern zum Einsatz kommen.

> [Originalpublikation](#)



Berührungslose Handhabung sensitiver Oberflächen mittels Ultraschall

Autorin:
Dr.-Ing. Sonja Hanselmann



Über ZS-Handling

Die Ultraschall-Lager Technologie wurde am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der TU München für den Einsatz in der Halbleiter-Technologie erforscht und weiterentwickelt. 2006 wurde dann die ZS-Handling Technologies GmbH als Spin-Off in Regensburg gegründet, um die einzigartige berührungslose Handhabungstechnologie industriell verfügbar zu machen. Schnell wurden neben dem Bereich der Halbleiter-Fertigung auch die sensitive Handhabung von Glas, Folien und Solarzellen als Anwendungsgebiete identifiziert.



Schwebender Wafer

Herausforderungen in der Herstellung von optischen Halbleiter-Elementen

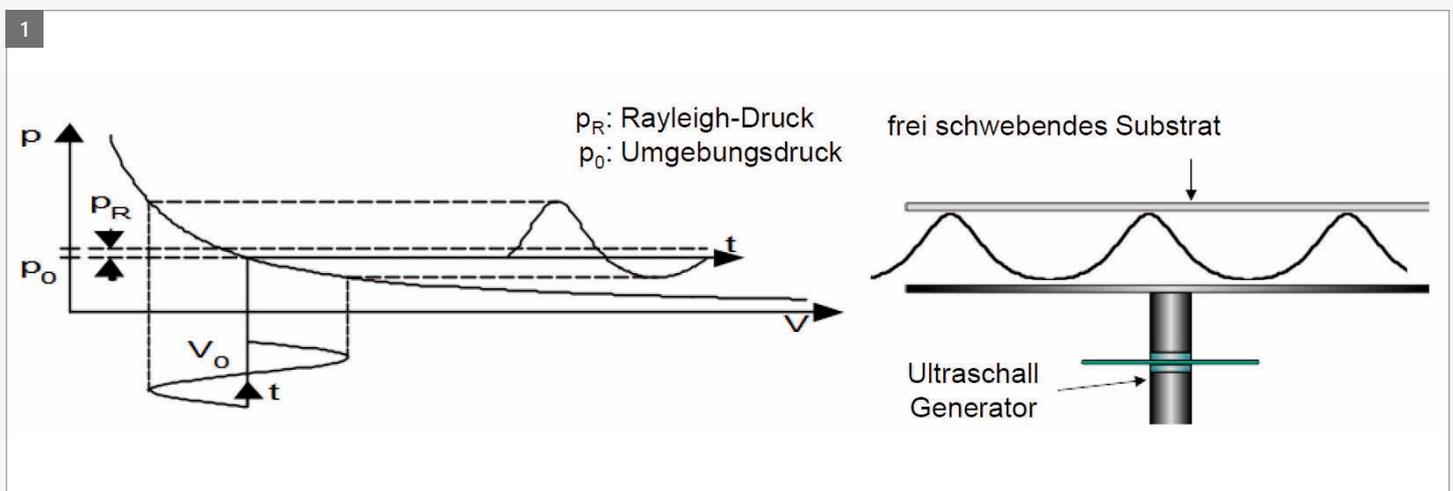
Betrachtet man die hohen Prozesskosten bis zur finalen Konfektionierung eines Silizium-Photonik-Chips wird schnell klar, dass insbesondere die Vermeidung von Defekten durch eigentlich nebensächliche Handhabungsprozesse zu einer möglichst hohen Ausbeute führt.

Jede Berührung zwischen Substrat und Handhabungs-Tool kann zu Partikelgenerierung führen. Wenn Verunreinigungen zwischen Prozessen transportiert und während der Produktion entdeckt werden, können sie im schlimmsten Fall

den Verlust eines gesamten Produktions-Batches bedeuten – und damit für den Hersteller einen erheblichen finanziellen Schaden verursachen.

Prozessierte Wafer bzw. Chips enthalten hoch-sensible Strukturen, die durch Berührung bzw. mechanische Belastung beschädigt werden können. Den Herstellern entstehen unnötige Kosten, weil trotz großer Sorgfalt ein gewisser Prozentsatz der auf den Wafern hergestellten Chips nicht funktioniert. Deshalb besteht ein hohes Interesse daran, die Ursachen solcher Ausbeute-probleme abzustellen.

Um also sowohl die Generierung von Partikeln als auch die Beschädigung von sensiblen Strukturen zu verhindern, sollte jeder Kontakt zwischen Substrat und Handhabungs-Werkzeug vermieden werden. Die naheliegendste Lösung ist eine „klassische“ Luftlagerung unter Verwendung von entsprechend der Reinraum-Anforderungen gereinigter Druckluft. Dieses Verfahren bedeutet allerdings in zweierlei Hinsicht ein erhöhtes Risiko: zum einen würden eventuell in der Druckluft noch vorhandene Partikel direkt auf das Substrat geblasen werden und zum zweiten bedeutet das aktive Einbringen eines Luftstromes die Unterbrechung bzw. Zerstörung der im Reinraum herbeigeführten laminaren Luftströmung.



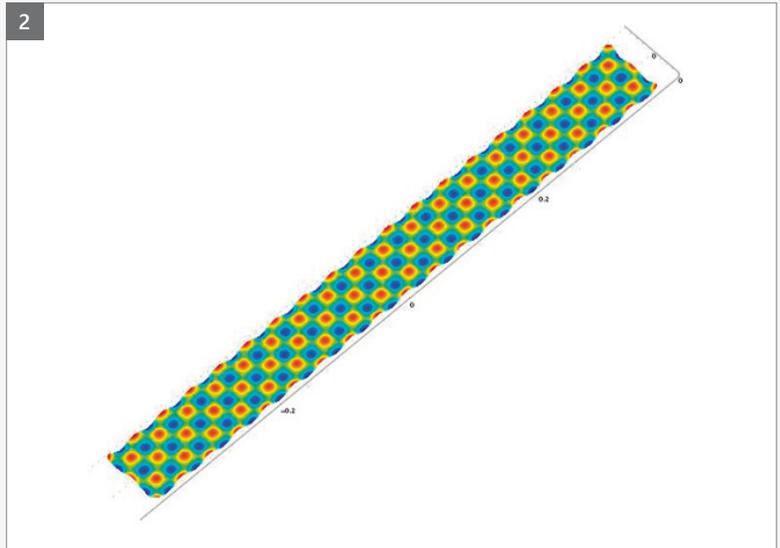
Ultraschall-Luftlager

Um die oben genannten Probleme bei der Handhabung von Halbleiter Elementen zu beseitigen, wurde die Ultraschall-Lager-Technologie entwickelt und verfeinert.

Die für stabile Handhabungsprozesse verwendete Ultraschall-Lagerung beruht nicht auf einem akustischen, sondern auf einem strömungsmechanischen Effekt (vgl. Bild 1: Druckkurven). Durch die sehr schnelle zyklische Kompression und De-Kompression des im Spalt vorhandenen Gases entsteht wohl primär auf Grund der Trägheit des Gases ein Überdruck im Spalt. Auf diesem „Luftkissen“ schweben die ansonsten unbeeinflussten Substrate. Für die Ultraschall-Lagerung ist also in jedem Fall ein gasförmiges Medium notwendig. Meist ist dies Luft, aber auch andere Prozessgase sind möglich.

Handhabung von dünnen Wafern

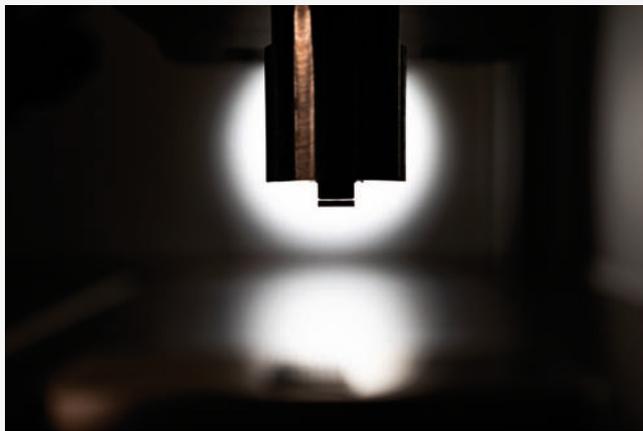
Die Wafer werden immer dünner und damit eine zunehmende Herausforderung für die Handhabungstechnik. Idealerweise werden diese großflächigen, sehr dünnen Substrate mit einem homogenen Druckfilm zum Schweben gebracht, um sie nicht zu beschädigen. Dies leistet die berührungslose Handhabung mit Ultraschall. Durch eine gezielte Auslegung der schwingenden Fläche, der sogenannten Sonotrode wird mittels einer Schwingungssimulation die notwendige Sonotroden-Geometrie ermittelt, die eine möglichst gleichförmige Eigenform der Sonotrode erzeugt. In Bild 2 (Schwingungssimulation) ist das Ergebnis einer solchen Simulation für das Paddle eines Wafer-Greifers (vgl. Bild 3: Wafergreifer) dargestellt. Die roten und blauen Bereiche stellen jeweils Schwingungsmaxima und -minima dar. Die grünen Bereiche sind „Nulldurchgänge“ – also Orte an denen die Sonotrode nicht schwingt. Ziel der Schwingungssimulation



ist es immer wie im Bild 2 dargestellt eine sehr gleichmäßige Verteilung des Schwingungsmusters zu erhalten, da hierdurch eben auch eine sehr gleichmäßige Kraftverteilung sichergestellt wird. Mit einer anregenden Amplitude von nur 4–5 μm und einer Leistung von wenigen Watt, kann so ein Luftspalt von 50–150 μm unterhalb des Wafers erzielt werden. Die Oberfläche des Wafers wird dabei weder berührt noch wird die laminare Strömung im Reinraum beeinflusst. Lediglich horizontale Beschleunigungskräfte wie sie beim Zuführen in die verschiedenen Prozesse auftreten, müssen bei Wafern durch entsprechende Side-Stops aufgenommen werden.



Komplett berührungslose Handhabung von Dies



Während die Handhabung von Wafern zwischen den verschiedenen Prozessen meist von unten realisiert wird, ist für die Handhabung von Halbleiter-Dies meist ein Top-Side Handling notwendig. Auch hier bietet die Ultraschall-Lagerung eine energieeffiziente und zudem bis zu einer Größe von ca. 15 mm x 15 mm komplett berührungsfreie Lösung.

Für die Handhabung von oben werden die abstoßenden Kräfte der Ultraschall-Schwingung mit einem stetigen Luftsog (Unterdruck) nach oben kompensiert. So wird ein Kräftegleichgewicht zwischen Gewichtskraft des Dies, Ultraschall-Druck und nach oben saugendem Unterdruck eingestellt. Die kontinuierlich um die Kanten des Dies strömende Luft erzeugt dabei auch seitlich zentrierende Kräfte (vgl. Bild 4: Zentriereffekt). Für kleine Bauteile wie eben Halbleiter-Chips, sind die so erzeugten Zentrierkräfte groß genug, dass auch seitliche Beschleunigungen von $> 3g$ [Nm/s²] realisiert werden können.

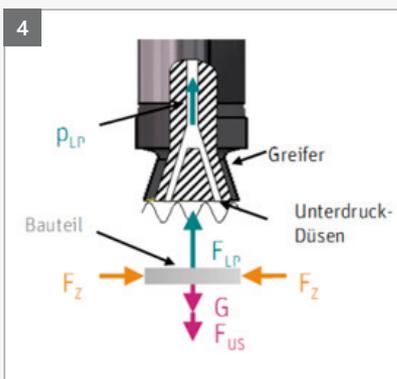
Diese komplett berührungslose „Greiftechnik“ bietet folgende Vorteile im Vergleich zu anderen komplett oder teil-taktilen Handhabungslösungen:

Für die Handhabung von oben werden die abstoßenden Kräfte der Ultraschall-Schwingung mit einem stetigen Luftsog (Unterdruck) nach oben kompensiert. So wird ein Kräftegleichgewicht zwischen Gewichtskraft des Dies, Ultraschall-Druck und nach oben saugendem Unterdruck eingestellt. Die kontinuierlich um die Kanten des Dies strömende Luft erzeugt dabei auch seitlich zentrierende Kräfte (vgl. Bild 4: Zentriereffekt). Für kleine Bauteile wie eben Halbleiter-Chips, sind die so erzeugten Zentrierkräfte groß genug, dass auch seitliche Beschleunigungen von $> 3g$ [Nm/s²] realisiert werden können.

- Keine ungewollte Partikelgenerierung
- Keine Verletzung der hochsensiblen Oberflächen / Strukturen
- Keine Beeinflussung der laminaren Luftströmung im Reinraum
- Hohe Energieeffizienz
- Wartungs- bzw. verschleißfrei
- Keine Mindestabstände zwischen einzelnen Chips notwendig
- Greifen aus Taschen möglich
- Automatische Zentrierung des Chips unterhalb der Greiferspitze

Fazit

Die Ultraschall-Lager Technologie ermöglicht eine berührungslose Handhabung sowohl von Wafern als auch von Chips ohne eine Zufuhr von Luft und damit einer ungewollten Luftströmung. In Kombination mit Unterdruck ist das Greifen von Substraten auch von oben möglich. Bei Wafern ist sowohl beim Transport von oben als auch von unten eine Anbringung von seitlichen Fixierungen notwendig, um horizontale Kräfte aufzunehmen. Im Fall von Chips ist auf Grund strömungsmechanischer Zentrierkräfte eine komplett berührungsfreie Handhabung durch die Ultraschall-Lagerung möglich. Damit stellt die Ultraschall-Lager-Technologie eine Lösung für die Herausforderungen in der hochsensiblen Halbleiter-Fertigung dar.



Autorin

Dr.-Ing. Sonja Hanselmann
 Technical Sales Manager
 ZS-Handling
 Technologies GmbH
 Budapester Straße 2
 93055 Regensburg



Kunststofffügen über große Flächen mit **Multifokal- Laseroptik**

Laserschweißverfahren für Kunststoffbauteile werden bisher vor allem dafür eingesetzt, schmale Schweißnähte zu erzeugen, etwa für Mikrofluidikanwendungen oder für das Verschweißen von elektronischen Komponenten und Behältern. Um Kunststoff über größere Anbindungsflächen zu fügen, ist ein großer Laserspot notwendig. Dieser kann jedoch Energie meist nur mit einer konstanten Intensitätsverteilung in das Werkstück einbringen. Relevant ist dies insbesondere bei Kurven: im äußeren Bereich der Kurve wird bei einem klassischen Ansatz zu wenig, im inneren Bereich zu viel Energie eingebracht.

Im Projekt MULTISPOT hat das LZH zusammen mit vier kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie mit zwei assoziierten Partnern ein neues Verfahren entwickelt, um über große Flächen Kunststoff an Kunststoff aber auch Kunststoff an Metall zu fügen. Dazu hat die neoLASE GmbH zusammen mit der COHERENT Inc. eine Diodeneinheit mit neun einzeln ansteuerbaren Diodenstacks entwickelt. Das Besondere: Die Laserleistung der Spots kann unabhängig voneinander eingestellt werden. Mit einer speziell entwickelten Optik der Sill Optics GmbH & Co. KG ist es so möglich, die Intensitätsverteilung anzupassen. Damit lässt sich die Temperatur in der Schweißnaht je nach lokaler Dicke und Beschaffenheit des Materials sowie die Schweißnahtgeometrie einstellen. Die LMB Automation GmbH hat die Komponenten in einem Schweißkopf vereint. Möglich wurde die Entwicklung erst durch ein Messgerät der PRIMES GmbH, mit dem sich erstmalig multifokale Optiken vermessen lassen.

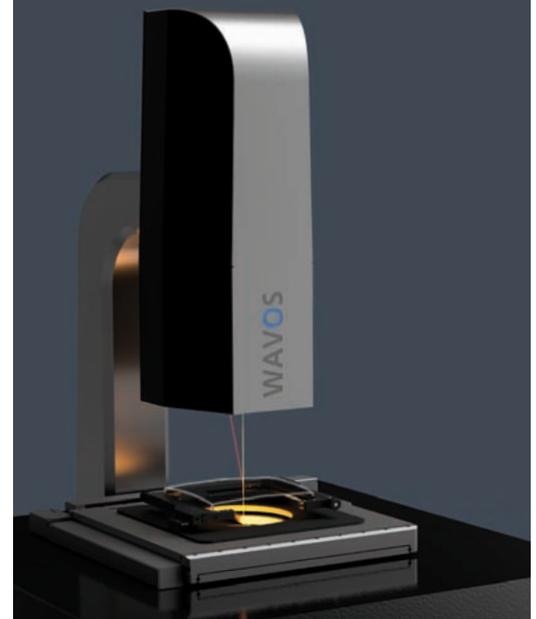
Den Prozess für den neuen Schweißkopf haben die Wissenschaftler:innen des LZH entwickelt. Für eine optimale Anbindung von Kunststoff an Metall, strukturieren sie das Metall vorab. Danach erhitzen sie das Metall des Werkstücks so stark, dass über eine Wärmeleitung der Kunststoff aufschmilzt und sich fest mit dem Metall verbindet. Mit dem Prozess konnten sie erfolgreich Türelemente aus Kunststoff an einen metallenen Rahmen fügen.

> [Weitere Informationen](#)

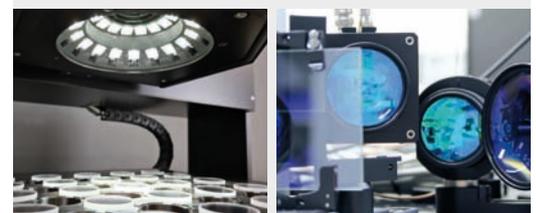
ANZEIGE

DIOPTIC

DIE SPEZIALISTEN FÜR
KOMPLEXE OPTISCHE
MESSTECHNIK



- Kundenspezifische optische Messtechnik auch für anspruchsvolle Oberflächen
- Objektive Pass/Fail-Prüfung mit Bericht nach vorgegebener Spezifikation
- Automatisierte Prüfung ohne Benutzereinfluss



DIOPTIC
thinking your optics

www.dioptic.de
+49 6201 65040-00
info@dioptic.de

3D Bildgebung durch haarfeine optische Faser

Forschende haben ein Endoskop entwickelt, das die 3D-Bildgebung mit nahezu Videoraten durch eine einzelne Glasfaser vom Durchmesser eines Haares ermöglicht. Das Verfahren kann in Zukunft von der industriellen Inspektion bis hin zur Umweltüberwachung eingesetzt werden und hat das Potential, die medizinische Bildgebung zu revolutionieren. Das System wurde von einem internationalen Team unter Leitung der Optikgruppe der Universität Glasgow entwickelt.

Die 3D-Bilder können mit einer Auflösung im Millimeterbereich aufgenommen werden und bieten Bildraten, die hoch genug sind, um Bewegungen in annähernder Videoqualität wahrzunehmen: Die Forschenden bilden bewegte Objekte ab, die sich mehrere Meter vor dem Ende einer etwa 40 Zentimeter langen Faser mit einem Kerndurchmesser von 50 Mikrometern befinden, bei Bildfrequenzen von etwa 5 Hertz.

Das Projekt ist eine Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der University of Glasgow, der University of Exeter, dem Fraunhofer Centre for Applied Photonics Glasgow, dem Leibniz-Institut für Photonische Technologien und dem Institute of Scientific Instruments of the Czech Academy of Sciences.

> [Originalpublikation](#)

ANZEIGE



Optik & Beleuchtung

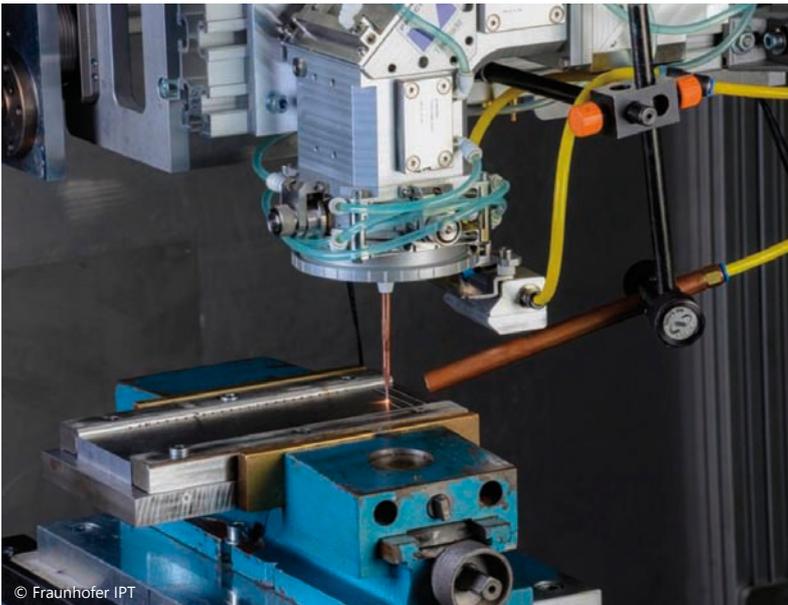
**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED**

Ihr Partner für innovative Lösungen

Kunststoff-Institut Lüdenscheid | Karolinenstr. 8 | 58507 Lüdenscheid | +49 (0) 23 51.10 64-191 | mail@kimw.de | www.kimw.de

shutterstock.com/Who_is_Danny

Optische Kohärenztomografie verbessert die Prozessstabilität des Laserauftragschweißens



Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT aus Aachen hat mit Partnern aus Industrie und Forschung das bildgebende Verfahren der optischen Kohärenztomografie (OCT) in einen coaxialen Prozess zum Laserauftragschweißen von Draht integriert.

Prozessstabilität und -kontrolle sind beim Laserauftragschweißen von großer Bedeutung: Auf Störungen und Abweichungen muss sofort reagiert werden, um Prozessabbrüche zu verhindern. Hier sind maschinenintegrierte Überwachungssysteme gefragt, die die Prozesse an Ort und Stelle prüfen und Korrekturen veranlassen können. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT hat mit Partnern aus Industrie und Forschung das bildgebende Verfahren der optischen Kohärenztomografie (OCT) in einen coaxialen Prozess zum Laserauftragschweißen von Draht integriert. Die OCT kann den Schweißvorgang nicht nur aufzeichnen, sondern die Qualität im laufenden Prozess kontrollieren und so Ausschuss reduzieren. Im

Forschungsprojekt »TopCladd – Adaptive Laser Cladding for Precise Metal Coating Based on Inline Topography Characterization« haben die Aachener Forschungspartner erstmals ein coaxiales LMD-w-System mit einem OCT-System versehen, um den Laserprozess zu stabilisieren und aktiv zu regeln. Die Integration der OCT in den Prozess des Laserauftragschweißens erlaubt es, die Oberflächenstruktur der gesamten Schmelzspur genau abzubilden. Anhand der Prozessdaten, die im Projekt gesammelt wurden, entwickeln die Aachener Forscherinnen und Forscher ein Prozessmodell für eine datengestützte Prozessanpassung und -regelung.

[> Weitere Informationen](#)

NEUES VERFAHREN

ermöglicht 3D-Druck von kleinen und komplexen Bauteilen aus Glas in wenigen Minuten

Wegen seiner herausragenden Transparenz sowie der Stabilität beim Kontakt mit Hitze oder Chemikalien ist Glas für viele Hightech-Anwendungen relevant. Herkömmliche Verfahren zur Formgebung von Glas sind aber oft langwierig, energieintensiv und stoßen bei kleinen und komplizierten Bauteilen schnell an ihre Grenzen.



Quelle: University of California, Berkeley. © UC Regents, all rights reserved

Die Freiburger Materialwissenschaftler Dr. Frederik Kotz-Helmer und Prof. Dr. Bastian E. Rapp haben in Kooperation mit der University of California in Berkeley/USA ein neuartiges Verfahren entwickelt, mit dem sich sehr kleine Bauteile aus transparentem Glas schnell und präzise per Mikro-3D-Druck herstellen lassen. Mögliche Anwendungen sind etwa Komponenten von Sensoren und Mikroskopen, aber auch von Lab-on-a-Chip-Systemen. Ihre Ergebnisse konnten die Forschenden in der aktuellen Ausgabe der renommierten Fachzeitschrift Science veröffentlichen.

Die neue Technologie basiert auf so genannten Glassomer-Materialien, die Kotz-Helmer und Rapp am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg entwickelt haben. „Glassomer-Materialien bestehen aus Glaspulver in einem speziellen Kunststoff-Binder“, sagt Kotz-Helmer, „so lässt sich Glas wie Kunststoff bearbeiten.“ Die dadurch entstehenden Komponenten kommen anschließend in einen Ofen, wodurch der Kunststoff verbrennt und das Glas gesintert, also verdichtet wird: „Am Ende bestehen die Bauteile aus einhundert Prozent hoch transparentem Quarzglas“, sagt Kotz-Helmer.

Originalpublikation: J. Toombs et al. (2022): Volumetric Additive Manufacturing of Silica Glass with Microscale Computed Axial Lithography. In: Science. DOI: 10.1126/science.abm6459

[> Weitere Informationen](#)

Innovative Spatial ALD-Anlage kann komplex geformte Optiken präzise beschichten

Mit einer neuen Spatial ALD-Anlage kann das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) auch komplex geformte Optiken gleichmäßig beschichten.

Die innovative Anlage erzielt höhere Auftragsraten als bisher möglich – und ist unter anderem für Anwendungen im Automotive Lighting- oder auch VR/AR-Bereich interessant. Die Anlage wurde von dem finnischen Unternehmen Beneq, einem führenden Anbieter im Bereich ALD-Technologie, in Zusammenarbeit mit dem LZH entwickelt.

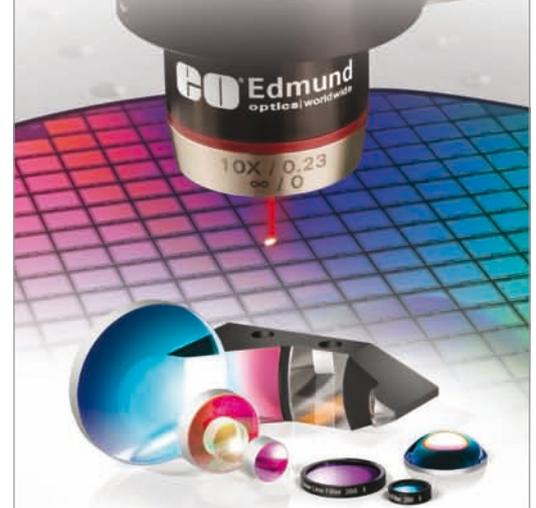
Der ALD-Prozess basiert auf selbstlimitierenden chemischen Reaktionen zwischen gasförmigen Precursoren und Substratoberflächen. In bisher üblichen Anlagen werden die Prozessreaktionen nacheinander durchgeführt, was einen zeitaufwändigen Gasaustausch der gesamten Reaktionskammer nötig macht. Anders in der Spatial ALD-Anlage am LZH: Hier laufen die Prozesszyklen räumlich getrennt ab. Die Anlage hat vier einzelne, durch Druck und Stickstoff abgetrennte Prozesskammern, in denen jeweils ein ALD-Reaktionsschritt abgeschlossen wird. Anschließend rotieren die Substrate in die nächste Kammer. So erreichen die Wissenschaftler:innen Auftragsraten die bisher nur mit anderen Beschichtungsverfahren möglich waren.

Dies macht das Verfahren besonders wirtschaftlich und ermöglicht gleichzeitig einen hohen Durchsatz bei der optischen Beschichtung.

> Weitere Informationen



OPTIK IST UNSERE ZUKUNFT



LASEROPTIKEN von Edmund Optics®

Edmund Optics® bietet eine Vielzahl optischer Komponenten ideal für Laseranwendungen.

- ✓ **Modernste Messtechnik zur konsequenten Einhaltung der Spezifikationen**
- ✓ **Versandfertige Standardkomponenten & kontinuierliche Erweiterung des Portfolios**
- ✓ **Kundenspezifisches Design & Fertigung bis zur Serienproduktion**
- ✓ **Innovative Partner im Bereich High-End-LIDT-Technologien**

Erfahren Sie mehr über Laseroptiken von EO unter:

www.edmundoptics.de/LO

+49 (0) 6131 5700 0
sales@edmundoptics.de





Revolutionärer Ansatz in der **Mikromontage**

Autor:

M.Sc. Fabian Rundel

Head of Microhandling

Greifen mit einem radikal neuen Prinzip: Die Gecomer® Technologie von INNOCISE ist die Nachahmung eines Phänomens aus der Natur. Nach Jahrmillionen Evolutionsarbeit hat die Natur die Haftfähigkeit des Geckofußes bis zur Perfektion optimiert. INNOCISE übernimmt von hier an die Übertragung dieses Naturphänomens auf die Technik und strebt eine flächendeckende, industrieübergreifende Implementierung an. Vor allem in der photonischen Industrie spielt die Gecomer® Technologie ihre Stärken aus. Sie erlaubt die sensible und präzise Handhabung miniaturisierter Bauteile, lässt empfindliche Oberflächen intakt und ist gegenüber herkömmlichen Lösungen ressourcenschonend und ohne Größeneinschränkung einsetzbar.

Der Miniaturisierung Freiraum schaffen

Die Industriegesellschaft folgt seit Jahren dem Trend der Miniaturisierung. Immer mehr funktionaler Inhalt soll auf so wenig Fläche wie möglich untergebracht werden. Dies stellt nicht nur die Chip- und die Elektronikindustrie vor Herausforderungen, sondern auch die Photonik. Während Mainboards von Smartphones mit immer mehr und immer kleineren Transistoren oder Kondensatoren bestückt werden müssen, stehen auch Hersteller von Mikrolinsen vor der Herausforderung, immer kleinere und komplexere Linsen fertigen zu müssen. Beide Industrien haben gemein, dass die Entwicklung dieser miniaturisierten Komponenten bereits weit fortgeschritten oder schon abgeschlossen ist, ihre Anwendung aufgrund fehlender Handhabungstechnologien allerdings ausgebremst wird.

Die Gecomer® Technologie von INNOCISE bietet genau hier ihren Mehrwert. Als Spin-Off des INM-Leibniz-Institut für Neue Materialien, einer international führenden Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der Materialforschung, entwickelt das Deep-Tech Start-Up INNOCISE neuartige Handhabungssysteme für industrielle Pick-and-Place-Prozesse. Die Technologie

basiert auf bio-inspirierten Mikrostrukturen, die über zwischenmolekulare Kräfte, auch bekannt als van-der-Waals-Wechselwirkungen, reversibel auf verschiedensten Oberflächen und Materialien haften. Da die Greiflösung auf keine externe Energieversorgung angewiesen ist, erlaubt sie eine energie- und ressourceneffiziente Handhabung und ist somit der Schlüssel für nachhaltige Produktionsstraßen der Zukunft.

Vorteile der Gecomer® Technologie gegenüber ihrer Konkurrenz

Um Bauteile egal welcher Größe handhaben zu können, braucht man eine Haltekraft, welche die Gravitationskraft des Bauteils überwindet. Um eine Kraft zu erzeugen und wirken zu lassen, braucht es immer Energie. Diese Energie kann auf verschiedenste Weise bereitgestellt werden. Mittels elektrischen Stroms, um die Greifarme mechanischer Parallelgreifer anzutreiben, mittels Druckluft, um Vakuum nach dem Venturi-Prinzip zu erzeugen, oder durch Anlegen eines externen magnetischen Feldes, um Bauteile schweben zu lassen.

Alle Arten haben aber eines gemein: Sie sind auf externe Energie angewiesen. Diese ist

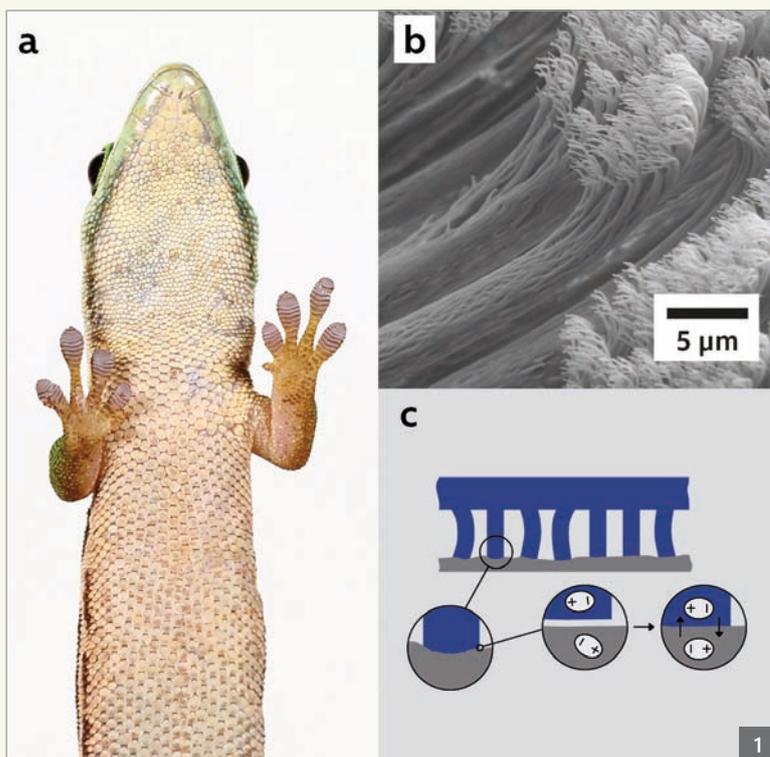
allerdings teuer und deren Erzeugung belastet zugleich die Umwelt. Die Lösung ist einfach und spannend zugleich: Der komplette Verzicht auf externe Energiequellen und die Nutzung eines internen Energiepotenzials, das ohne Aktivierung, zeitlich unbegrenzt abgerufen werden kann: Oberflächeneffekte aufgrund von Mikrostrukturierung.

Übertragung des Gecko-Effektes auf die Technik

Aber wie kann eine Haltekraft ohne externe Mechanismen wie elektrischen oder magnetischen Feldern, Unterdruck oder rückstandsbehafteten Adhäsiven erzeugt werden? Hier bedient sich INNOCISE einem Effekt aus der Natur. Die Technologie von INNOCISE beruht auf dem sogenannten Gecko-Effekt: die anpassungsfähigen, mikroskopischen („fibrillären“) Haftorgane des Geckofußes sorgen für eine temporäre, reversible Haftung auf verschiedensten Oberflächen (Bild 1). Nach diesem Vorbild aus

der Natur wurde ein künstliches, reversibles Haftsystem entwickelt, das durch die trockene, rückstandsfreie und rein physikalisch wirkende Haftung für branchenübergreifende Anwendungen interessant ist.

Das Grundprinzip von mikroskopischen Trockenhaftsystemen beruht auf der Beobachtung, dass mikrostrukturierte Oberflächen typischerweise eine höhere Haftung aufweisen als unstrukturierte, flache Klebstoffe. Dies wird als Prinzip der Kontaktaufspaltung bezeichnet. Bei einer gegebenen Fläche wird die Haftwirkung umso größer, in je mehrere, kleinere Punktflächen diese Gesamtfläche aufgeteilt wird. Auf dieser Mikro- und Nanoskala dominieren Oberflächeneffekte, die sogenannten van-der-Waals-Wechselwirkungen. Diese schwachen, zwischenmolekularen Wechselwirkungen entstehen temporär auf atomarer Skala zwischen zwei polarisierbaren Molekülen, ohne die Materialeigenschaften der jeweiligen Partner zu verändern. Die Gesamthaftwirkung kann durch Vervielfältigung der Punktflächen stufenlos und nahezu grenzenlos hochskaliert werden.



Von Makro bis Mikro

Über genau diese Expertise verfügt INNOCISE: Maßschneidern der Mikrostrukturierung auf das zu handhabende Bauteil, sowie planares Aufbringen dieser Mikrostruktur auf verschiedenste Substrate.

Mikrostrukturierte Haftsysteme in der Natur und ihre Übertragung auf synthetische Handhabungslösungen:

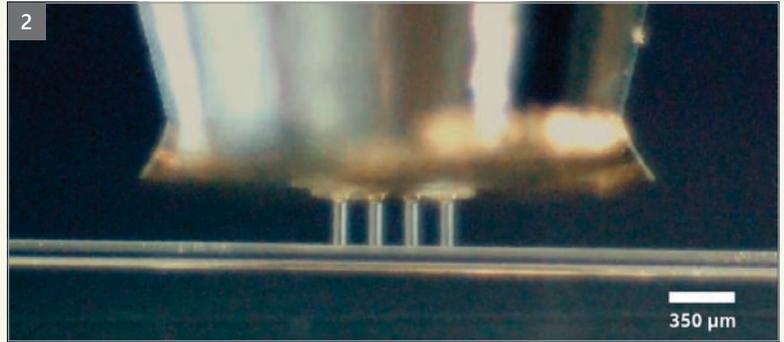
- a) lamellenartige makroskopische Strukturierung eines Geckofußes;
- b) Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme der fein verzweigten, fibrillären Haftorgane am Geckofuß;
- c) schematische Darstellung einer anpassungsfähigen, synthetischen Haftstruktur und deren Haftprinzip basierend auf van-der-Waals-Wechselwirkungen

Die Gecomer® Technologie von INNOCISE wird bereits in vielfältigen Bereichen wie der Pharmabranche, der Batterie- und Brennstoffzellenfertigung oder auch der Optik- und Verpackungsindustrie eingesetzt und arbeitet zuverlässig bis weit über eine Million Pick-and-Place-Zyklen.

Nach dem erfolgreichen Markteintritt im Bereich makroskopischer Greifsysteme hat INNOCISE seine Greiflösung zur Handhabung von Bauteilgrößen weniger Mikrometer weiterentwickelt. Mit diesem sogenannten „Microhandling“ werden vollständig neue Märkte und Kunden adressiert. Die Mikrohandhabungstechnologie von INNOCISE schließt eine wichtige Lücke in bestehenden Handhabungsaufgaben für miniaturisierte Objekte. Anwendungsbeispiele reichen vom Greifen und kraftlosen Ablegen von Glasfasern über die sensible, rückstandsfreie Handhabung beschichteter Mikrolinsen bis hin zur Herstellung modernster LED-Displays.

Kraftloses Ablegen polarisationserhaltender Glasfasern

Sei es in der Datenfernübertragung, der Beleuchtungstechnik, in der Medizin- oder Messtechnik – Glasfasern sind das Übertragungsmedium der heutigen Zeit. Speziell in der Interferometrie und der Sensorik kommen polarisationserhaltende Lichtwellenleiter, die viele unterschiedliche Signale gleichzeitig durch eine einzige Faser übermitteln können, zum Einsatz. Besonders herausfordernd ist in diesem Zusammenhang die Ankopplung einer solchen Faser. Die Faser muss nicht nur axial in Faserachse, sondern auch hinsichtlich ihrer Rotation um die Faserachse justiert und gefügt werden, ohne dabei ihre optischen Eigenschaften zu ändern. INNOCISE bietet hier speziell auf diese Anwendung maßgeschneiderte Handhabungslösungen an (Bild 2). Diese zeichnen sich einerseits durch

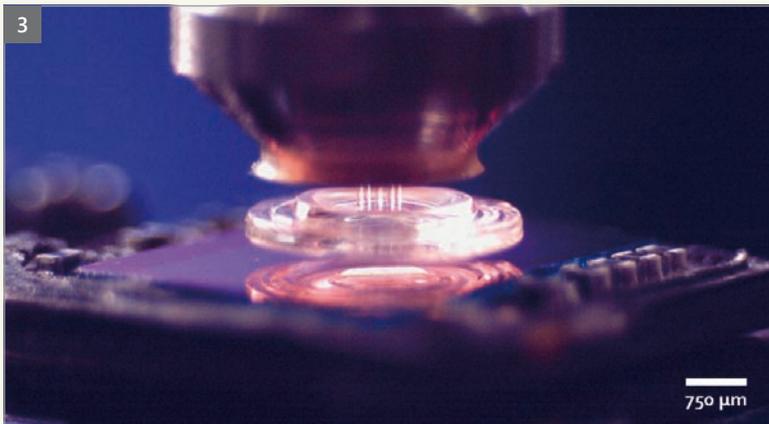


Greifen einer 200 µm dicken und 2 cm langen Glasfaser mithilfe eines maßgeschneiderten bioinspirierten Greifers von INNOCISE

ihre hohe Flexibilität, andererseits aber vor allem durch ihre Sensitivität aus: Dadurch haften sie reversibel und sanft, aber gleichzeitig sicher an der Faseroberfläche, ohne dabei mechanische Spannungen zu verursachen, welche das polarisationserhaltende Vermögen der Faser ändern würden.

Sensitives Greifen von Mikrolinsen

Nicht nur die Handhabung von Glasfasern, sondern auch das Greifen und der Einbau von Mikrolinsen erfordert eine sensitive Greiftechnologie. Egal ob aus Kunststoff oder Glas, spritzgussgefertigt oder gepresst, beschichtet oder unbeschichtet: Im Bereich der Optik gelten höchste Anforderungen in Sachen Reinheit, Rückstandsfreiheit und Kratzfreiheit. Jeder Fremdkörper entlang des optischen Pfades kann mit dem hindurchtretenden Licht interagieren und die optische Performance der Linse beeinflussen. Herkömmliche Handhabungstechnologien stoßen hier an ihre Grenzen. Vakuumgreifer können Rückstände auf den optischen Oberflächen hinterlassen, mechanische Parallelgreifer können die Oberflächenbeschichtungen verkratzen. Mit der Gecomer® Technologie kann hingegen intuitiv und direkt auf der optischen Fläche gegriffen werden, ohne Rückstände oder Kratzer zu hinterlassen. Zudem macht die

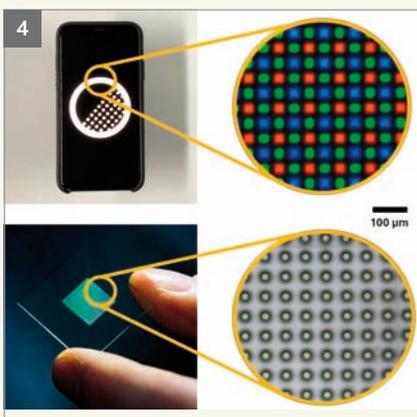


Handhabung von Mikrolinsen mithilfe der Gecomer® Technologie: Ablegen einer Mikrolinse aus der Frontkamera des iPhone SE Gen6 auf einen optischen Sensor mithilfe eines INNOCISE-Standardgreifers

Gecomer® Technologie durch ihre Anpassungsfähigkeit auch vor asphärischen Linsen keinen Halt (Bild 3).

Massentransfer von MicroLEDs

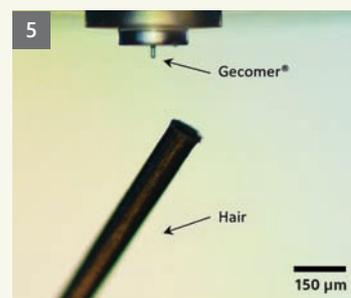
Bleibt man im Feld schwer zu handhabender Bauteile, so zeigt sich im Hinblick auf die Reduzierung des Kosten- und Materialeinsatzes eine weitere Einsatzmöglichkeit: MicroLEDs. Ihre Handhabung limitiert derzeit noch den großflächigen Einsatz der MicroLED-Display-Technologie. Sie gilt als Nachfolgetechnologie der LCD- und OLED-Displays und wird seit Beginn der 2010er-Jahre verstärkt entwickelt.



oben: rote, grüne und blaue 20 µm LEDs eines Smartphone-Displays; unten: maßgefertigter Greifer von INNOCISE für den simultanen Massentransfer mehrerer tausender LEDs

Bei Größen unter 10 µm pro Leuchtelement kommen jedoch nur noch disruptive Handling-technologien in Frage. Betrachtet man zudem die enorme Menge an zu transferierenden Elementen – über 100 Mio. für ein 8K-Bildschirm – so wird klar, dass ein einzelner Greifer dieser Sisyphus-Aufgabe nicht gewachsen ist. Die Lösung ist hier ein Greifsystem, das viele tausend Leuchtelemente mit höchster Ausbeute und in einem einzigen Zyklus rückstandsfrei und präzise transferieren kann (Bild 4). Jeder Defekt würde zu einem toten Pixel führen, der nicht ersetzt werden kann, und somit den ganzen Bereich unbrauchbar macht. Es ist daher ein nahezu fehlerfreier Prozess notwendig, der Defekte so weit minimiert, dass eine Ausbeute erzielt wird, die bei > 99,999 % liegend eine wirtschaftlich sinnvolle Produktion von Micro LED zulässt.

Hier spielt die Technologie ihre Anpassungsfähigkeit aus und fängt durch die Verwendung elastischer Materialien leichte Schiefstellungen (Misalignment) des Greifers auf. Diese Fügsamkeit in vertikaler Richtung ermöglicht ein schnelleres Alignment und verkürzt Zykluszeiten signifikant. INNOCISE entwickelt diese Greif- und Transfersysteme genau nach Kundenwünschen und spezifischen Erfordernissen in der Produktion. Bei Objektgrößen von einem Bruchteil eines menschlichen Haares (Bild 5) benötigt man hochauflösende Kamerasysteme zur Lokalisierung. Ein großer Vorteil der Greifsysteme von INNOCISE: Durch ihre Transparenz können Kamerasysteme direkt im Werkzeug integriert werden und damit die Ausrichtung von Greifer- zu Objektmatrix stark vereinfachen.



Eine 10µm-Gecomer®-Haftstruktur im Größenvergleich mit einem menschlichen Haar (80 µm)

Anpassungsfähigkeit durch flexibles Design

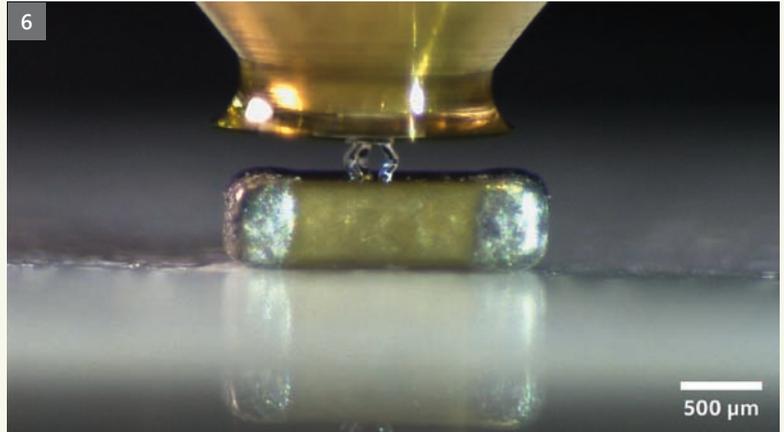
Die Nutzung hochauflösender Laserlithographie zur Strukturherstellung ermöglicht es INNOCISE Greiflösungen für diese große Objektvielfalt anbieten zu können. Durch das flexible Design gepaart mit der Expertise, diese Haftstrukturen zielgenau auf verschiedenste Halter zu applizieren, schafft INNOCISE neue Möglichkeiten des Zusammenbaus.

Ähnlich zu den mikroskopischen Haftorganen des Geckos, sind auch die Greifer von INNOCISE aus säulenartigen Mikrostrukturen aufgebaut. Diese Säulen können in Größe, Anzahl und Anordnung modifiziert und somit passgenau auf ein zu handhabendes Objekt angepasst werden. Trotz des miniaturisierten Designs können normierte Haftkräfte von über 2 kg/cm^2 realisiert und somit eine zuverlässige Handhabung gewährleistet werden. Der patentierte Ablösemechanismus erlaubt es, zwischen einem stark adhäsiven und einem schwachadhäsiven Zustand rein mechanisch zu schalten und damit Objekte nach dem Transferzyklus wieder positionsgenau abzulegen (Bild 6).

Integrierbar in verschiedenste Anlagen

Sehr häufig wird aber ein Umstieg auf eine andere Handhabungstechnologie trotz technologischer Vorteile nicht vollzogen. Grund hierfür sind die sehr hohen Kosten für die Planung und Neuanschaffung von Produktionsanlagen. Zur Sicherung der Investitionen können die Haftsysteme von INNOCISE deshalb nicht nur auf das zu greifende Objekt, sondern auch auf bestehende Produktionsanlagen maßgeschneidert werden.

Hier profitieren Anlagenhersteller und -betreiber gleichermaßen von einem schlanken



Patentierter Ablösemechanismus zum definierten Ablegen mikroskopisch kleiner Bauteile durch Knicken der Säulenstruktur

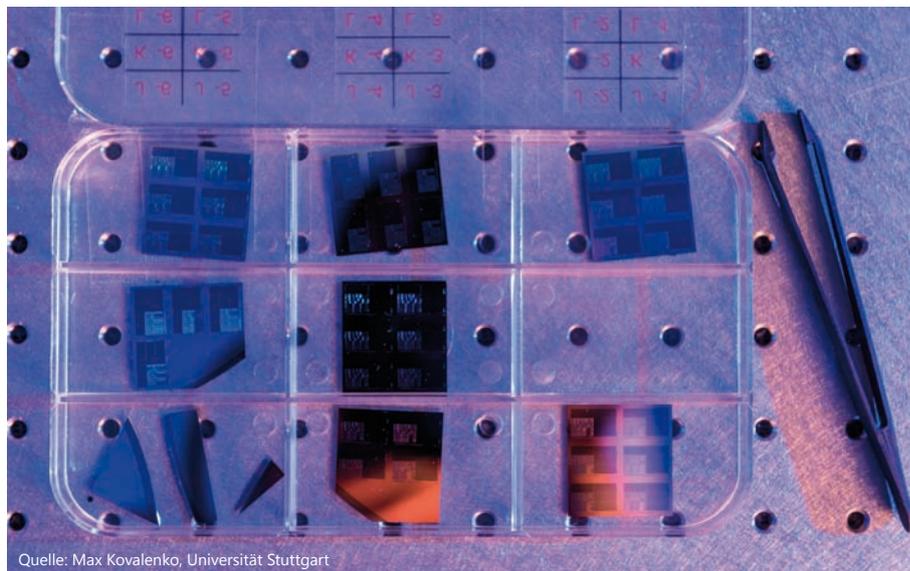
Greiferportfolio, welches einen großen Objektgrößenbereich abdecken kann.

INNOCISE versteht sich als Technologieführer im Bereich adhäsiver Greifsysteme und steht hier für eine kontinuierliche Weiterentwicklung ein. Zusammen mit Partnerunternehmen arbeitet INNOCISE fortlaufend an neuen Innovationen, um die Technologie stetig zu verbessern und weitere Anwendungsfelder erschließen zu können. Eine innovative Greiftechnologie benötigt immer auch innovative Anlagenhersteller. Um für die grüne Produktion von Morgen innovative und intelligente Greifsysteme bereitstellen zu können, setzt INNOCISE auf intensive Kooperationen mit Unternehmen verschiedenster Bereiche.

Kontakt:

INNOCISE GmbH
 Ursulinenstraße 35
 66111 Saarbrücken
 Telefon +49 681 965923 17
 E-Mail: f.rundel@innocise.com
 www.innocise.com

Projekt PhotonQ: Rund 16 Millionen Euro für photonische Quantenprozessoren



Quelle: Max Kovalenko, Universität Stuttgart

Integrierte photonische Schaltkreise sind das Herzstück des Quantenprozessors.

Quantencomputer sollen einmal in hohem Tempo Problemstellungen lösen, die für klassische Computersysteme nicht bearbeitbar sind. Bis die Rechner jedoch praxistauglich werden, müssen sie eine deutlich höhere Anzahl an Qubits verarbeiten und niedrigere Fehlerraten aufweisen. Ein Forschungsverbund unter Federführung von Prof. Stefanie Barz von der Universität Stuttgart entwickelt hierfür nun einen photonischen Quantenprozessor, der die Realisierung von Quantenalgorithmen mit wenigen Qubits erlaubt und perspektivisch eine schnelle Skalierung auf praxisrelevante Qubit-Zahlen ermöglichen soll.

Startpunkt für einen messbasierten Quantenprozessor ist ein hochverschränkter Quantenzustand. Verschränkung bedeutet, dass eine Messung an einem Teilchen den Zustand eines anderen Teilchens unabhängig von der Entfernung verändern kann. Um universelle Quantenrechnungen durchzuführen, werden an das jeweilige Rechenproblem angepasste (adaptive)

Messungen an einem großen verschränkten Zustand durchgeführt. „Die Herausforderung dabei liegt darin, einen solchen Zustand in einem photonischen System mit hoher Effizienz und Qualität herzustellen und zu verarbeiten.“

Eine zentrale Rolle spielt dabei die Entwicklung integrierter optischer Bausteine und Schaltkreise. Hierbei sind vor allem optische Verluste im System so gering wie möglich zu halten. Gleichzeitig muss eine hohe Effizienz in der Erzeugung und der Detektion der Photonen gegeben sein. Dies erfordert die Entwicklung neuer oder wesentlich verbesserter Komponenten in allen Teilsystemen“, erklärt Projektkoordinatorin Prof. Stefanie Barz vom Institut für Funktionelle Materie und Quantentechnologien der Universität Stuttgart. Entsprechend sollen im Projekt PhotonQ deterministische Photonenquellen, skalierbare Silizium-Photonik-Schaltkreise, bessere Verbindungstechnik und neuartige Einzelphotonendetektoren realisiert werden.

Mit **Quantencomputing** zum vollständigen **digitalen Zwilling** für die Produktion



Der digitale Zwilling ist eine Schlüsseltechnologie, um Produktionsprozesse und Bauteile zu optimieren und die Wirtschaftlichkeit der Fertigung zu erhöhen. Bei der Erzeugung eines vollständigen digitalen Zwillings kommen komplexe und rechenintensive Simulationsmodelle zum Einsatz, was den Einsatz in der industriellen Praxis sehr erschwert. Mit dem Forschungsprojekt »QUASIM« verfolgen das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT aus Aachen und ihre Konsortialpartner das Ziel, Fertigungssimulationen mithilfe unterschiedlicher Algorithmen und Technologien des recheneffizienten Quantencomputings zu beschleunigen und dadurch

Hürden für den industriellen Einsatz abzubauen. Das Forschungsprojekt »QUASIM – Quantum Computing Enhanced Service Ecosystem for Simulation in Manufacturing« verbindet erstmals Quantencomputing (QC) und die metallverarbeitende Industrie: Ziel der Projektpartner ist die Entwicklung und Erprobung von Lösungen des Quantencomputings in der Fertigung, etwa für Zerspanprozesse. Sie möchten herausfinden, inwiefern eine QC-Unterstützung die Erstellung eines digitalen Zwillings in der Zerspannung beschleunigen und damit die Ergebnisqualität verbessern kann.

[> Weitere Informationen](#)

ANZEIGE

HESSEN

TECHNOLOGIELAND
HESSEN

VERNETZT.
ZUKUNFT.
GESTALTEN.

technologieland-hessen.de

Informieren, beraten, vernetzen

Das Technologieland Hessen unterstützt Unternehmen dabei, zukunftsweisende Innovationen zu entwickeln. Umgesetzt wird das Technologieland Hessen von der Hessen Trade & Invest GmbH im Auftrag des Hessischen Wirtschaftsministeriums.

Im Innovationsfeld Materialtechnologien unterstützen wir die hessischen Akteure bei der Entwicklung, Fertigung und Anwendung innovativer Materialien. Dabei legen wir einen besonderen Fokus auf Nachhaltige Materialien, Funktionsmaterialien und neue Fertigungsverfahren.

Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

Projekträger:
Hessen Trade & Invest GmbH

Neue Methode, die Polarisation von Licht zu steuern

Für die Quantenkommunikation oder optische Computer ist es wichtig, messen und beeinflussen zu können, in welche Richtung Licht schwingt.

Nun ist es zum ersten Mal gelungen, diese Polarisation bei einem kontinuierlichen Laserlichtstrahl mithilfe einer speziellen Glasfaser zu manipulieren, die an beiden Enden mit Spiegeln versehen ist.

Den Effekt hat ein Forschungsteam des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts in Erlangen gemeinsam mit Kolleg*innen aus der Schweiz, Großbritannien und Deutschland entdeckt. Die Wissenschaftler*innen können nun die Polarisation einer kontinuierlichen Lichtwelle, die in einer Ebene schwingt, so ändern, dass sie sich kreisförmig fortbewegt – was an die Form eines Korkenziehers erinnert. Sie erzeugen diesen Effekt, indem sie infrarotes Laserlicht in eine zwei Meter lange Faser aus Quarzglas schicken. An deren beiden Enden befinden sich Spiegel, die mehr als 99 Prozent des Lichts reflektieren und aus dünnen Schichten Tantalpentoxid und Siliziumdioxid bestehen.

Werden künftig mehrere dieser Strukturen auf einem optischen Bauteil angeordnet, lassen sich komplexe Polarisationszustände etwa für Telekommunikationssysteme erzeugen.

[> Originalpublikation](#)



MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR DIE PHYSIK DES LICHTS

Termine 2022/2023

Veranstaltung	Datum	Ort
JULI 2022		
W3+ Fair	06.–07.07.2022	Wetzlar
AUGUST 2022		
LANE 2022	04.–08.08.2022	Fürth
SEPTEMBER 2022		
IFA	02.–06.09.2022	Berlin
CIOE	07.–09.09.2022	Shenzen, China
Glasstec	20.–23.09.2022	Düsseldorf
12. Wetzlarer Herbsttagung „Moderne Optikfertigung“	27.–28.09.2022	Wetzlar
OKTOBER 2022		
Light and Building	02.–06.10.2022	Frankfurt
Optatec	18.–20.10.2022	Frankfurt
JANUAR / FEBRUAR 2023		
Photonics West	28.01.–02.02.2023	San Francisco
MAI 2023		
Control	09.–12.05.2023	Stuttgart
JUNI 2023		
LASER	27.–30.06.2023	München

APPLIKATIONEN

SYSTEME FÜR BILDVERARBEITUNG UND MACHINE VISION



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

SYSTEME FÜR BIOPHOTONIK, LIFE SCIENCE UND PHARMA



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

SYSTEME FÜR DRUCKTECHNOLOGIE UND GRAPHIK



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

SYSTEME FÜR FORSCHUNG UND WISSENSCHAFT



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

SYSTEME FÜR DIE HALBLEITER INDUSTRIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

APPLIKATIONEN

SYSTEME FÜR SENSORTECHNOLOGIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BELEUCHTUNG



Kunststoff-Institut Lüdenschaid
 +49 (0) 2351 1064-191
 mail@kunststoff-institut.de
 www.kunststoff-institut-luedenschaid.de

INTELLIGENTE SYSTEME ZUR BELEUCHTUNGSSTEUERUNG



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

LEDS UND KOMPONENTEN



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BILDGEBUNG

FASEROPTISCHE BELEUCHTUNG



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BILDGEBUNG

LED BELEUCHTUNG



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BIOPHOTONIK UND MEDIZINTECHNIK



Multiphoton Optics
 +49 (0) 931 908792 00
 info@multiphoton.de
 www.multiphoton.de

BIOTECHNOLOGIE

ZELLBIOLOGIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

MANIPULATIONS-TECHNIKEN

OPTISCHE PINZETTE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BIOPHOTONIK UND MEDIZINTECHNIK

MEDIZIN

BIOCHEMIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

DERMATOLOGIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

HUMANGENETIK



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

NEUROLOGIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

PATHOLOGIE UND FORENSISCHE MEDIZIN



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BIOPHOTONIK UND MEDIZINTECHNIK

MEDIZIN

MEDIZIN, ANDERE APPLIKATIONEN



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

MIKROSKOPIE UND BILDGEBUNG

ENDOSKOPIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

LINEARE- UND NICHT-LINEARE FLUORESCENZ-BILDGEBUNG



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

LINEARE- UND NICHT-LINEARE VIBRATIONSMIKROSKOPIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

MIKROSKOPIE IM ALLGEMEINEN (WEISSLICHT, PHASENKONTRAST)



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BIOPHOTONIK UND MEDIZINTECHNIK

SPEKTROSKOPIE

FLUORESCENZSPEKTROSKOPIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

PHOTOLUMINESZENZ



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

RAMAN-SPEKTROSKOPIE



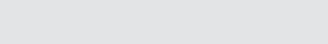
Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

THERAPIE

LASERBASIERTE THERMOTHERAPIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

BIOPHOTONIK UND MEDIZINTECHNIK

THERAPIE

PHOTODYNAMISCHE THERAPIE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

PHOTOKOAGULATION



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

DIENSTLEISTUNGEN



Kunststoff-Institut Lüdenscheid
 +49 (0) 2351 1064-191
 mail@kunststoff-institut.de
 www.kunststoff-institut-luedenscheid.de

BEHÖRDEN, INSTITUTIONEN, ORGANISATIONEN



TECHNOLOGIELAND HESSEN
 Vernetzt. Zukunft. Gestalten.

Technologieland Hessen
 +49 (0) 611 95017-8672
 info@technologieland-hessen.de
 www.technologieland-hessen.de

DIENSTLEISTUNGEN, ANDERE



TECHNOLOGIELAND HESSEN
 Vernetzt. Zukunft. Gestalten.

Technologieland Hessen
 +49 (0) 611 95017-8672
 info@technologieland-hessen.de
 www.technologieland-hessen.de

DIENSTLEISTUNGEN

KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN



DIOPTIC
 thinking your optics

DIOPTIC GmbH
 +49 (0) 6201 65040-00
 info@dioptric.de
 www.dioptric.de

KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN



IMM Photonics GmbH
 +49 (0) 89 321412-0
 sales@imm-photonics.de
 www.imm-photonics.de

OPTIKDESIGN UND INGENIEURDIENSTLEISTUNGEN



DIOPTIC
 thinking your optics

DIOPTIC GmbH
 +49 (0) 6201 65040-00
 info@dioptric.de
 www.dioptric.de

OPTIKDESIGN UND INGENIEURDIENSTLEISTUNGEN



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

OPTIK- UND BELEUCHTUNGSDESIGN



DIOPTIC
 thinking your optics

DIOPTIC GmbH
 +49 (0) 6201 65040-00
 info@dioptric.de
 www.dioptric.de

DIENSTLEISTUNGEN

TECHNOLOGISCHE BERATUNG UND AGENTUREN



TECHNOLOGIELAND HESSEN
 Vernetzt. Zukunft. Gestalten.

Technologieland Hessen
 +49 (0) 611 95017-8672
 info@technologieland-hessen.de
 www.technologieland-hessen.de

DIODEN-LASER

DIODEN-LASER MODULE



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

DIODEN-LASER SYSTEME



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

DIODEN-LASER

GEPULSTE DIODEN-LASER



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR OPTIKEN



Kunststoff-Institut Lüdenschheid
 +49 (0) 2351 1064-191
 mail@kunststoff-institut.de
 www.kunststoff-institut-luedenschheid.de

BESCHICHTUNGEN VON STRAHLTEILERN



Layertec
 +49 (0) 36453 7440
 info@layertec.de
 www.layertec.de

DICHROITSCHES BESCHICHTUNGEN



Layertec
 +49 (0) 36453 7440
 info@layertec.de
 www.layertec.de

DIELEKTRISCHE BESCHICHTUNGEN



Layertec
 +49 (0) 36453 7440
 info@layertec.de
 www.layertec.de

FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR OPTIKEN

HOCHREFLEKTIERENDE BESCHICHTUNGEN



Layertec
 +49 (0) 36453 7440
 info@layertec.de
 www.layertec.de

FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR OPTIKEN

METALLISCHE BESCHICHTUNGEN



Layertec
 +49 (0) 36453 7440
 info@layertec.de
 www.layertec.de

BESCHICHTUNGEN, VERSCHIEDENE



Edmund Optics
 +49 (0) 6131 5700 0
 sales@edmundoptics.de
 www.edmundoptics.de

FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR OPTISCHE SYSTEME, SONSTIGES



Multiphoton Optics
 +49 (0) 931 908792 00
 info@multiphoton.de
 www.multiphoton.de

FERTIGUNGSANLAGEN FÜR OPTIKEN, SONSTIGES



Multiphoton Optics
 +49 (0) 931 908792 00
 info@multiphoton.de
 www.multiphoton.de

ULTRAPRÄZISIONSBEARBEITUNG



Multiphoton Optics
 +49 (0) 931 908792 00
 info@multiphoton.de
 www.multiphoton.de

FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR OPTIKEN

ULTRAPRÄZISIONSKOMPONENTEN



AMETEK
 +49 6150 543 7060
<https://www.taylor-hobson.com.de/contactus/contactus>
 www.ametek.de

KOMPONENTEN ZUR LASERSTRAHLANALYSE



Multiphoton Optics
 +49 (0) 931 908792 00
 info@multiphoton.de
 www.multiphoton.de

KOMPONENTEN FÜR DIE OPTISCHE ÜBERTRAGUNG

FASERKOPPLER



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

OPTISCHE FASERN



Omicron
 +49 (0) 6106 8224-0
 mail@omicron-laser.de
 www.omicron-laser.de

LASERMATERIALBEARBEITUNG



Hamamatsu Photonics
+49 (0) 8152 3750
Info@hamamatsu.de
www.hamamatsu.com

LASER- SPEKTROSKOPIE UND
-ANALYTIK, SPEKTROSKOPIE

FEMTO- UND PIKOSEKUNDEN-
SPEKTROSKOPIE



Hamamatsu Photonics
+49 (0) 8152 3750
Info@hamamatsu.de
www.hamamatsu.com

LASERSYSTEME FÜR DIE
FERTIGUNGSTECHNIK



Multiphoton Optics
+49 (0) 931 908792 00
info@multiphoton.de
www.multiphoton.de

LASER UND OPTOELEKTRONIK



Hamamatsu Photonics
+49 (0) 8152 3750
Info@hamamatsu.de
www.hamamatsu.com



IMM Photonics GmbH
+49 (0) 89 321412-0
sales@imm-photonics.de
www.imm-photonics.de

LASER UND OPTOELEKTRONIK

DIODENGEpumPTE FESTKÖRPERLASER



Omicron
+49 (0) 6106 8224-0
mail@omicron-laser.de
www.omicron-laser.de

LASERKOMPONENTEN, SPIEGEL



Layertec
+49 (0) 36453 7440
info@layertec.de
www.layertec.de

LASERKOMPONENTEN, VERSCHIEDENE



Edmund Optics
+49 (0) 6131 5700 0
sales@edmundoptics.de
www.edmundoptics.de

LEDS UND KOMPONENTEN



Omicron
+49 (0) 6106 8224-0
mail@omicron-laser.de
www.omicron-laser.de

NICHT-KOHÄRENTE LICHT- UND
STRAHLQUELLEN



Omicron
+49 (0) 6106 8224-0
mail@omicron-laser.de
www.omicron-laser.de

OPTIK



Edmund Optics
+49 (0) 6131 5700 0
sales@edmundoptics.de
www.edmundoptics.de

DIFFRAKTIVE OPTIKEN



DIOPTIC GmbH
+49 (0) 6201 65040-00
info@dioptic.de
www.dioptic.de

LASERSTRAHLFORMUNG



DIOPTIC GmbH
+49 (0) 6201 65040-00
info@dioptic.de
www.dioptic.de

MEHRELEMENTLINSEN



Multiphoton Optics
+49 (0) 931 908792 00
info@multiphoton.de
www.multiphoton.de

MIKROOPTISCHE KOMPONENTEN



Multiphoton Optics
+49 (0) 931 908792 00
info@multiphoton.de
www.multiphoton.de

OPTIK

OPTISCHE SPIEGEL



Layertec
+49 (0) 36453 7440
info@layertec.de
www.layertec.de

POLARISATOREN



Layertec
+49 (0) 36453 7440
info@layertec.de
www.layertec.de

PROTOTYPENBAU VON LINSYSTEMEN



DIOPTIC
thinking your optics
DIOPTIC GmbH
+49 (0) 6201 65040-00
info@dioptric.de
www.dioptric.de

STRAHLTEILER



Layertec
+49 (0) 36453 7440
info@layertec.de
www.layertec.de

OPTIKPRÜFGERÄTE

SPEKTROSKOPISCHE MESSUNGEN



Hamamatsu Photonics
+49 (0) 8152 3750
Info@hamamatsu.de
www.hamamatsu.com

OPTISCHE INFORMATION UND KOMMUNIKATION

OPTISCHE TRANSMITTER, RECEIVER UND TRANSCEIVER



IMM Photonics GmbH
+49 (0) 89 321412-0
sales@imm-photonics.de
www.imm-photonics.de

OPTIKPRÜFGERÄTE

SPEKTROSKOPISCHE MESSUNGEN



Hamamatsu Photonics
+49 (0) 8152 3750
Info@hamamatsu.de
www.hamamatsu.com

OPTISCHE INFORMATION UND KOMMUNIKATION

OPTISCHE TRANSMITTER, RECEIVER UND TRANSCEIVER



IMM Photonics GmbH
+49 (0) 89 321412-0
sales@imm-photonics.de
www.imm-photonics.de

OPTISCHE MESSTECHNIK



Kunststoff-Institut Lüdenschaid
+49 (0) 2351 1064-191
mail@kunststoff-institut.de
www.kunststoff-institut-luedenschaid.de

OPTISCHE MESSTECHNIK

COMPUTERGENERIERTE HOLOGRAMME



DIOPTIC
thinking your optics
DIOPTIC GmbH
+49 (0) 6201 65040-00
info@dioptric.de
www.dioptric.de

INTERFEROMETER



AMETEK
+49 6150 543 7060
<https://www.taylor-hobson.com.de/contactus/contactus>
www.ametek.de

OBERFLÄCHENPRÜFSYSTEME



DIOPTIC
thinking your optics
DIOPTIC GmbH
+49 (0) 6201 65040-00
info@dioptric.de
www.dioptric.de

SENSOREN, TESTS UND MESSTECHNIK

TESTSYSTEME FÜR OPTISCHE KOMPONENTEN



AMETEK
+49 6150 543 7060
<https://www.taylor-hobson.com.de/contactus/contactus>
www.ametek.de

WELLENFRONTSENSORIK



DIOPTIC
thinking your optics
DIOPTIC GmbH
+49 (0) 6201 65040-00
info@dioptric.de
www.dioptric.de



Herausgeber

Photonics Hub GmbH
Ober-Saulheimer-Straße 6
55286 Wörrstadt

Handelsregister: HRB 48437
Registergericht: Amtsgericht: Mainz

Vertreten durch die Geschäftsführerin:
Daniela Reuter

Kontakt

Telefon: +49 67 32-93 51 22
Telefax: +49 67 32-93 51 23
E-Mail: info@photonics-hub.de
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer
gemäß § 27 a Umsatzsteuergesetz:
DE320644526

Layout

Ulrike Speyer
Dipl. Grafik-Designerin
Am Rabenkopf 6
55270 Ober-Olm
E-Mail: ulispeyer@online.de