

05/2023 SEP/OKT

NACHRICHTEN AUS TECHNIK, NATURWISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT

TECHNIK

IN BAYERN

Das Regionalmagazin für **VDI**¹ und **VDE**



Lasertechnik

Eventkalender & Aktuelles
Bewerbung VDI Preis 2023
FiB Kongress 2023



www.hm.edu

Hochschule
München
University of
Applied Sciences

H M



Foto: Silvia Stettmayer

Walter Tengler
Redaktion TiB

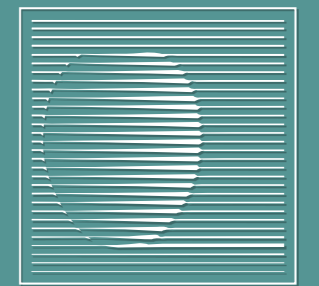
Ohne Laser geht heute nichts mehr

Sie werden sich verwundert die Augen reiben, wenn Sie durch das neue Heft blättern und die tollen Aufsätze zum Thema Lasertechnik aufsaugen. Ja ist denn heute schon Weihnachten, gibt es eigentlich noch irgendetwas in der Fertigungs- und Industrielandschaft, was nicht mit Laser geht und auch noch schneller, genauer, präziser? Die Antwort ist nein, der Laser kann alles: Schneiden, Fräsen, Bohren, Schweißen, Gravieren an unterschiedlichsten Materialien. Er ermöglicht schnelles, punktgenaues Arbeiten, hilft bei der Massenproduktion von E-Mobilen und in der Batterieproduktion. Jeder von uns kennt die typischen Lasereinsätze im täglichen Leben: Laserscanner, -drucker, DVD-Player und Laser-TV Geräte mit hoher Spitzenhelligkeit und außerordentlichem Kontrastverhältnis reißen uns nicht mehr vom Hocker. Medizinische Behandlung und Kosmetik, z. B. Augen Lasern, Haar- bzw. Tattoo-Entfernung sind en vogue. Tatsächlich hat aber die Lasertechnologie oder Photonic die letzten Jahre einen Quantensprung in Sachen moderne, innovative Anwendungen gemacht, die uns schon etwas erstaunen lässt. Die Laser World of Photonics, die Weltleitmesse in Sachen Laser, fand heuer Ende Juni in München statt, und das internationale Publikum war begeistert: 1 300 Aussteller aus 40 Ländern präsentierten den rund 40 000 Besuchern ihre Innovationen. Auf dem

parallel stattfindenden Photonics Kongress tauschte sich die internationale Wissenschaft zur Grundlagenforschung aus und auf einer weiteren Parallelmesse, der World of Quantum, waren sogar mehrere Quantencomputer zu bestaunen. Das passte alles geschickt zusammen, fehlte nur noch die KI, aber die ist ja sowieso bald überall drin. Dumm nur, dass die internationalen Förder- und Geldtöpfe nicht unendlich groß sind, alles rein in Quanten- und KI-Technologien, der Laser bleibt auf der Strecke, obwohl noch viel F&E notwendig ist, um teure Laserinnovationen, wie den Ultrakurzpuls-Laser und damit Nanostrukturen in die breite Anwendung und zum Mittelstand zu bringen. Merke: Ein Laser Forschungs- und Entwicklungsantrag hat umso mehr Chancen auf Genehmigung, je mehr Quanten und KI drin sind! Dabei gibt es sie, die innovativen Laseranwendungen der Zukunft. Einige davon finden Sie in diesem Heft. Über andere, wie die lasergetriebene Kernfusion, auch Trägheitsfusion (IFE Inertial Fusion Energy) als Schlüsseltechnologie für ein Fusionskraftwerk werden sie in den nächsten 10 bis 20 Jahren sicher noch öfter lesen. Mit dem Journal sind Sie in Sachen Laser wieder up to date.

Lassen Sie sich begeistern!
Ihr

Walter Tengler



iENA 2023
Sa. 28. – Mo. 30.10.2023
Messe Nürnberg

Home of Innovations

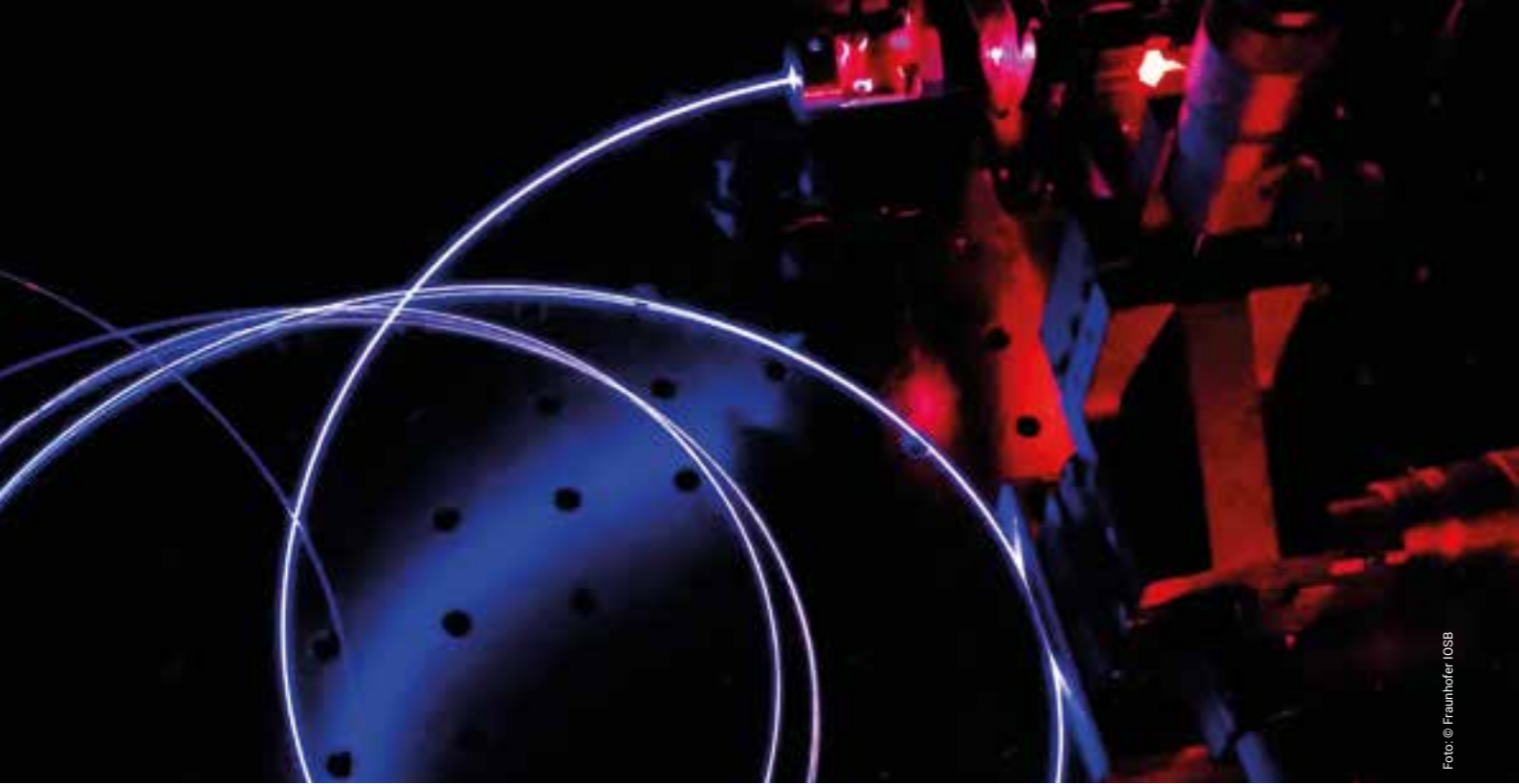
Internationale Fachmesse
Ideen • Erfindungen • Neuheiten

Mo. 30.10.2023
**iINNOVATIONS
KONGRESS**

- Innovationsförderung + -entwicklung
- Patent- und Rechtsschutz
- Produktsicherheit

www.iena.de





2-µm-Thulium-Faserlaser

Foto: © Fraunhofer IOSB

SCHWERPUNKT

Laser und seine Anwendungen – ein aktueller Überblick Arnold Gillner	06
Lasertechnologien für Verteidigungsanwendungen Christelle Kieleck	09
Die Vielfalt der Lasertechnologien Marc Eichhorn	10
Mit scharfem Strahl gelingt der tiefe Blick Gespräch mit Reinhard Kienberger	12
Ultrakurzpuls-Laser in industriellen Anwendungen Ulrich Höchner	14
Süßer Code per Laserdruck Felix Löffler	16
Photonen zur Energieübertragung Henning Helmers	18
Laser statt chemischer Pflanzenschutz Tammo Ripken und Jens Wester	20
Laser – eine neue Generation von Abwehrsystemen Doris Laarmann	22
Flexible 3D-Bildgebung mit dem Laser Tammo Ripken und Sonja Johannsmeier	24
Interferenzen im Rampenlicht Der historische Hintergrund von Eckhard Wallis	26

Lasertechnik

Der experimentelle Nachweis des Laser-effektes gelang bereits 1928, aber man wusste lange nicht, was man damit anfangen sollte. Das hat sich gründlich geändert und ein Ende der Entwicklung ist nicht absehbar. In diesem Heft laden wir Sie zu einem Rundgang zu neuen industriellen und wissenschaftlichen Anwendungen ein.

HOCHSCHULE UND FORSCHUNG

Innovative Dünnschichtsolarzellen TUM und LMU eröffnen Konrad Zuse School	41 42
--	----------

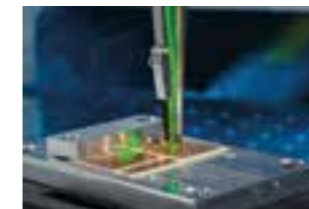
AKTUELLES

VDI München: Werksbesichtigung bei Lacon Electronic	28
VDI München: Generative KI wie ChatGPT in der Arbeitswelt	30
VDI FIB Nürnberg: Was tun, wenn's brennt?	31
VDI BG Ansbach: Exkursion Autarctech Burgoberbach	32
VDI Young Engineers München: Sommertreffen	34
VDE Bayern: Klarer Kurs Richtung Zukunft	36
VDI BG Landshut: Kooperation mit der Hochschule Landshut	38
VDI Bayern Nordost: 11. Cramer-von-Klett-Preis 2024	39
VDI Bayern Nordost: Wissenschaftstage in Erlangen	40
Materialflusskongress 2024	43

RUBRIKEN

Veranstaltungskalender	45
Buchbesprechungen	48
Impressum	49
Cartoon	50
Vorschau	50

Beilagenhinweis – MEORGA GmbH
Wir bitten um freundliche Beachtung.



Titelbild:
Laserstrahlschweißen
mit grünem Laser
Quelle: Fraunhofer ILT

VDI Landesverband Bayern
VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern e.V.
Westendstr. 199, D-80686 München
Tel.: (0 89) 57 91 22 00, Fax: (0 89) 57 91 21 61
www.vdi-sued.de, E-Mail: bv-muenchen@vdi.de

VDI Bezirksverein Bayern Nordost e.V.
c/o Technische Hochschule Georg-Simon-Ohm
Keßlerplatz 12, D-90489 Nürnberg
Tel.: (09 11) 55 40 30, Fax: (09 11) 5 19 39 86
E-Mail: geschaeftsstelle.bv-bno@vdi.de

VDE Bayern, Bezirksverein Südbayern e.V.
Heimeranstraße 37, D-80399 München
Tel.: (0 89) 91 07 21 10, Fax: (0 89) 91 07 23 09
www.vde-suedbayern.de, E-Mail: info@vde-suedbayern.de

INHALT

Suchen Sie eine
Dolmetscherin?



1500 Dolmetscher
und Übersetzer für mehr
als 40 Sprachen!



Qualifikation ✓
Spezialisierung ✓

→ by-suche.bdue.de

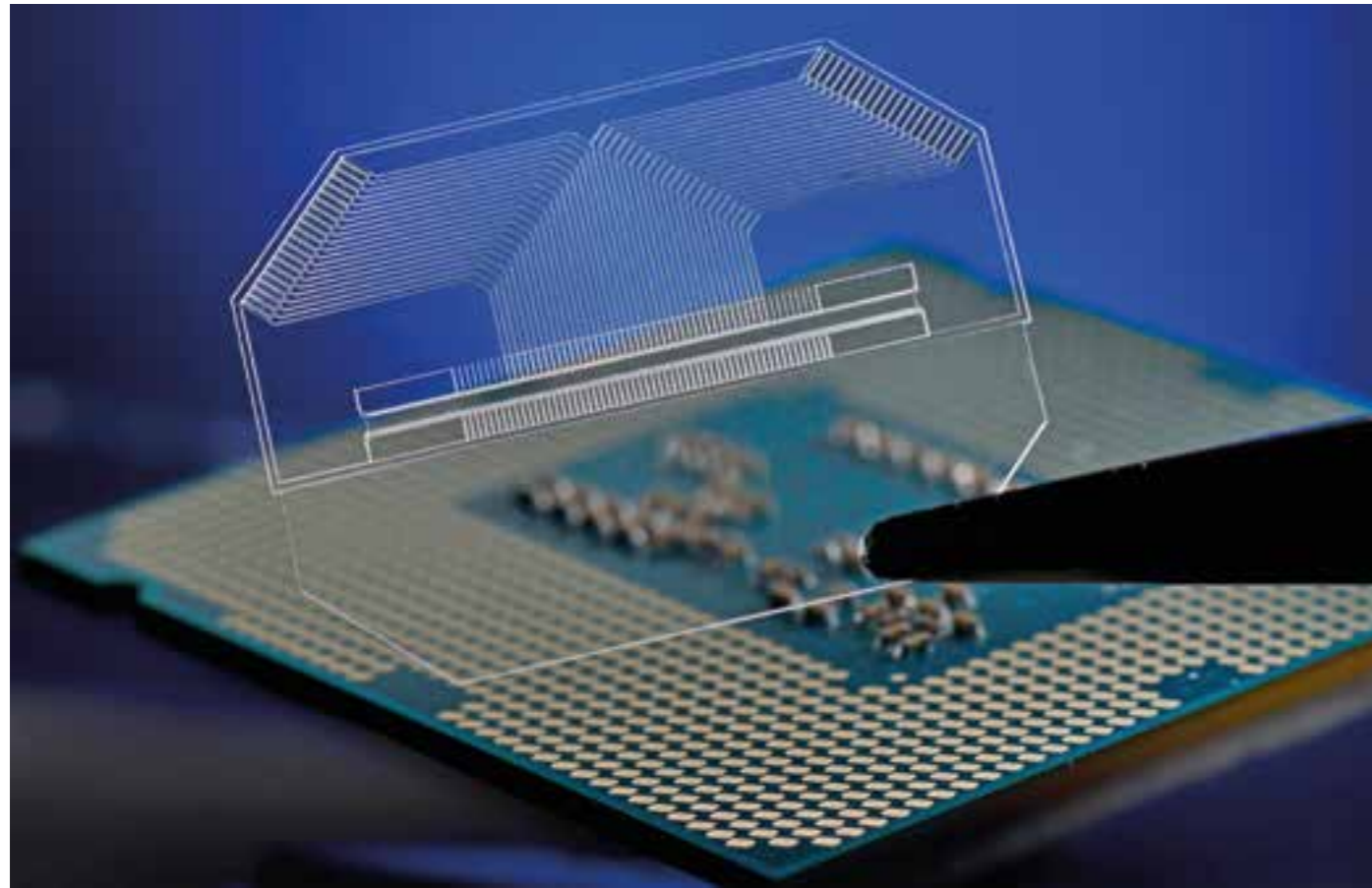
Bundesverband der
Dolmetscher und Übersetzer
Bayern



Unsere Fachliste Technik
gratis für Sie:

- Qualifizierte Sprachprofis für
200 technische Fachgebiete
- Als PDF erhältlich unter
fachliste-technik.bdue.de
oder als Printversion über
service@bdue.de





Selektives Laserätzen von Ionenfallen für Quantencomputer

Quelle: Fraunhofer ILT

Volkskrankheiten wie Krebs, Diabetes und Bluthochdruck sollen immer früher erkannt und nachhaltig behandelt werden. Gleiches gilt für degenerative Knochen- und Gelenkerkrankungen. Die Photonik spielt hier eine immer größer werdende Rolle. So können beispielsweise Blutzuckerwerte mittlerweile nichtinvasiv für optische Absorptionsverfahren ermittelt werden. Mittels hochauflösender optischer Raman-Spektroskopie lassen sich einzelne Mikroorganismen für eine effiziente Gesundheitsdiagnostik, Luft- und Bodenkontrolle sowie Lebensmittelanalytik nutzen. Darüber hinaus erlaubt die Raman-Spektroskopie die automatische Klassifizierung von Zellen wie z. B. blutkreislaufende Tumorzellen in der Tumordiagnostik. Für die Herstellung medizinischer Implantate werden Laserverfahren eingesetzt, um individualisierte Komponenten, wie beispielsweise Hüftgelenke und Zahnkronen zu erzeugen. Künftige Laserprozesse werden sich in der Herstellung künstlicher Organe finden, bei der neben

dem Laser-Zelldruck, die stereolithographische Herstellung biokompatibler Scaffolds für eine Vaskularisierung der zellbasierten hybriden Komponenten eine wichtige Rolle spielen wird. Über den medizinischen Bereich hinaus sind für eine nachhaltige Versorgung mit Lebensmitteln und Wasser neue Technologien zu deren Überwachung und Erzeugung nötig. So spielen Präzisions-Laserverfahren in der Herstellung von Wasserfiltern zur Entfernung von Mikroplastik eine Rolle wie auch in der Überwachung der Wasser- und Nährstoffversorgung in der Landwirtschaft.

Photonik und Lasertechnik – Werkzeuge mit Zukunftspotential

Sind die photonischen und lasertechnischen Werkzeuge bereits heute in einer Vielzahl von Anwendungen zu finden, so werden sich diese durch neue systemtechnische Entwicklungen noch signifikant erweitern. Insbesondere durch neue Wellenlängen, mit denen die Energie-

deposition in Laser-Fertigungsprozessen exakt an die Werkstoffe angepasst werden kann sowie durch rasant fallende Kosten bei den Standard-Laserstrahlquellen werden sich Laserverfahren zum weitgehenden Standard in der Fertigung entwickeln. Durch die fortschreitende Miniaturisierung bei den Strahlquellen und optischen Komponenten ergeben sich für sogenannte PICs (Photonic Integrated Circuits) vielfältige Anwendungen in der Sensorik und Datentechnik, wie beispielsweise im Bereich LiDAR für das autonome Fahren oder im Bereich der Umwelt- und Lebensmittelmesstechnik. Schließlich werden Laser und photonische Komponenten die Computertechnik revolutionieren und den Datentransfer und dessen Sicherheit durch Quantenverschlüsselung deutlich erhöhen.

Prof. Dr.-Ing. Arnold Gillner
Leiter Geschäftsfeldentwicklung
Fraunhofer Institut für Lasertechnik (ILT),
Aachen

Lasertechnologien für Verteidigungsanwendungen

Bereits kurz nach der Erfindung des Lasers durch Gordon Gould Ende der Fünfzigerjahre in den USA wurde dieser durch das U.S. Militär gefördert – das militärische Potenzial einer Lichtquelle mit eng kollimiertem und daher weitreichendem Strahl wurde also sofort erkannt.

Zunächst wurden Laser insbesondere zur Entfernungsmessung militarisiert (Rubinlaser, Neodym-YAG-Laser), bei der die Laufzeit eines Laserpulses zwischen dem Emittent, dem Ziel und zurück bestimmt wird. Dies ist u. a. wichtig zur Errechnung von Feuerleitlösungen. Heutige Anwendungen gehen über reine Entfernungsmessung hinaus und ermöglichen es, ein Ziel mit einem Laserstrahl zu markieren,

worauhin eine selbstgelenkte Waffe, zum Beispiel eine lenkbare Bombe oder Geschoss diesen Laserfleck ansteuert und so ins Ziel gelenkt wird.

Natürlich spielte der Gedanke der Laserwaffe von Beginn an eine große Rolle, doch viele Ideen scheiterten an den damals ineffizienten weil mit Blitzlampen gepumpten Festkörperlaser. Einzig der CO₂-Laser mit seinem passablen elektrooptischen Wirkungsgrad von bis zu 30 % oder chemische Laser (Wasserstoff-Fluor/Deuterium-Fluor, Sauerstoff-Jod, gasdynamische CO₂-Laser), bei welchen chemische Gasreaktionen ein angeregtes aktives Medium realisieren, konnten über lange Zeiten die hohen Laserleistungen von etlichen 10 kW bis über MW aufbringen, die benötigt wurden. Da viele dieser Moleküllaser im Infraroten emittieren, wurden sehr große Spiegel benötigt, um die Laserleistung aufgrund der Beugung auf eine kleine Fläche in etlichen km bis 100 km Entfernung zu fokussieren.

Leistungsstarke Faserlaser für Laserwaffen

Das änderte sich in den letzten 15 Jahren durch das Aufkommen leistungsstarker Faserlaser mit über 10 kW Grundmodeleistung pro Faser um 1 µm Wellenlänge. Für einige Anwendungen bereits ausreichend, lassen sich die Faserlaser aber auch spektral oder kohärent koppeln um noch höhere Leistungen auf die entsprechend nötige kleine Fläche zu bringen. So wurde zuletzt ein Schiff der US Navy testweise mit einer Laserwaffe ausgerüstet und auch in Deutschland wurden Tests mit see- und landgestützten Systemen unternommen. Dabei spielt die Abwehr von Drohnen und Granaten eine wichtige Rolle (s. Abb.). Lasersicherheit spielt hierbei natürlich eine besondere Rolle, insbesondere da entsprechende Konzepte vergleichbar zum Umgang mit

konventionellen Waffen gefunden werden müssen, die auch nicht aus dem (deterministischen) Arbeitsschutz abgeleitet werden, sondern auf probabilistischen Grundlagen fußen. Daher wird in diesem Bereich auch an Hochleistungslasern mit Wellenlängen um 1,5-2 µm geforscht, die einen geringeren Gefährdungsbereich für das Auge aufweisen.

Optronische Gegenmaßnahmen und Abwehr Infrarot-gelenkter Flugkörper

Ein weiteres sehr aktuelles Thema ist die Nutzung von Lasern zur Abwehr Infrarot-gelenkter Flugkörper zum Schutz fliegender Plattformen – sowohl militärisch als auch zivil. Hierzu werden insbesondere Infrarot-Laser im Wellenlängenbereich der Eigen-Wärmestrahlung der zu schützenden Objekte benötigt. Auf den Laserstrahl wird eine störende Information aufgeprägt, welche die Suchkopffunktion und Steuerung des Flugkörpers beeinträchtigt und den Flugkörper so von seinem Ziel wegführt.

Ausblick

Die aktuelle internationale Forschung und Entwicklung zielt neben der Leistungskalierung von Kristall- und Faserlasern auch auf die Erschließung neuer Wellenlängenbereiche des elektromagnetischen Spektrums und die Überführung von neuen Lasertechnologien in robuste und kompakte Realisierungen, die insbesondere den hohen Anforderungen in Größe, Gewicht und Wärmeresilienz für einen militärischen Einsatz gewachsen sind. Bei den Waffenlasern wird zusätzlich an verschiedenen Möglichkeiten zur Kombination mehrerer Laserquellen zur weiteren Leistungssteigerung geforscht.

Dr. Christelle Kieleck
Fraunhofer IOSB – Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung
Abteilungsleiterin Lasertechnologie (LAS)



Foto: © Fraunhofer IOSB

Laserimpakt auf einer Stahlprobe,
wie sie beispielsweise für die Abwehr
von Granaten untersucht wird

Die Vielfalt der Lasertechnologien

Lasers sind aus unserem heutigen Leben und einer Vielzahl von Produkten und Anwendungen nicht mehr wegzudenken – auch wenn diese dabei oft nicht sichtbar sind oder ihre Nutzung im Verborgenen geschieht. Jedes heutige Telefongespräch und jeder Internetzugriff nutzt letztlich einen Laser, CDs werden mit Lasern ausgelesen, Autos werden mit Lasern zusammengeschweißt und jeder kennt den Laserscanner an der Kasse beim Einkaufen. In Zukunft werden selbstfahrende Autos dank Laser ihre Umgebung wahrnehmen. So erweitert der 1960 von Maiman erstmals experimentell realisierte Laser stetig seine Anwendungen auf immer mehr Wellenlängen mit steigendem Leistungspegel und ermöglicht so viele neue Anwendungsbereiche und neue Möglichkeiten.

Grundlegend ist den vielfältigen Lasertypen eines gemeinsam: Sie basieren alle auf dem Prinzip der Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung – engl. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, LASER. Es wird Energie in einem laseraktiven Material in einem energiereicheren Zustand gespei-

chert und durch den Prozess der stimulierten Emission durch einfallendes Licht einer bestimmten Wellenlänge wieder als Licht freigesetzt. Dabei entsteht das freigesetzte Licht im gleichen Quantenzustand wie das einfallende Licht, was die Besonderheiten von Laserlicht im Vergleich zu (thermischem) Licht bedingt: hohe Richtbarkeit, Polarisation, Monochromasie und Kohärenz.

So unterscheiden wir Lasertypen oft nach den in ihnen verwendeten Materialien: Gaslaser, Farbstofflaser, Festkörperlaser und Freie-Elektronen-Laser (FEL), wobei letzterer kein Laser im eigentlichen Sinne darstellt, da er auf einem anderen Prinzip als der oben beschriebenen stimulierten Emission beruht.

Gaslaser

Hier werden die laseraktiven Gase oft in elektrischen Entladungen angeregt, weshalb meist Niederdruck-Gasentladungsröhren zum Einsatz kommen. Beispiele sind der HeNe-Laser, der in der Messtechnik, als Justierlaser im Labor oder als Laserkreisler zur Rotationsbestimmung und Navigation genutzt wird. Der CO₂-Laser, der mit einem Gasgemisch (CO₂, N₂, He)

betrieben wird, ist mit über 30 % elektrisch-optischem Wirkungsgrad immer noch ein wichtiger Hochleistungslaser zur Materialbearbeitung (Abb. 1). Und Argon-Ionen- und Metaldampf-Laser werden in der Medizintechnik im sichtbaren Spektralbereich eingesetzt.

Farbstofflaser

Diese nutzen flüssige Lasermedien, oft organische Moleküle in einer transparenten Lösung, z. B. Stilbene, Cumarine, Rhodamine in Methanol, Wasser oder DMSO. Farbstofflaser waren lange Zeit wichtige Laser in der Spektroskopie, Medizin und Messtechnik, da die Farbstoffe oft ein sehr breites Verstärkungsspektrum aufweisen und daher durchstimmbare Laserstrahlung insbesondere im sichtbaren Spektralbereich erzeugen können. Allerdings ist die Handhabung dieser Laser eher kompliziert, was auf die Verwendung von Hochdruck-Flüssigkeitsjets als Laserelement zurückzuführen ist. Daher werden diese Laser wo möglich durch durchstimmbare Quellen auf Basis nichtlinearer optischer Kristalle ersetzt.

Festkörperlaser

Die Festkörperlaser stellen den größten Teil der Lasertypen dar. Sie nutzen laseraktiv-dotierte Kristalle oder Gläser als Lasermedium, aber auch Halbleiter- und Farbzentren-Laser fallen in diese Kategorie (Abb. 2). So war der erste Laser, ein Rubinlaser, von diesem Typ. Dabei kommt den Halbleiterlasern eine besondere Bedeutung zu, da diese effizient Elektrizität in Laserlicht wandeln, welches dann zum Anregen der anderen Lasermedien benutzt wird.

Die Festkörperlaser mit stabförmigen Lasermedien liefern im Hochleistungsbereich eher schlechte Strahlqualitäten, da die Wärmegradienten im Lasermedium zu nachteiligen Linseneffekten, sog. Thermischen Linsen, führen. Daher wur-



Abb. 2: Typische Laserkristalle für Festkörperlaser, v.l.n.r.: Cr:LiSAF, Cr:Tm:YAG, Rubin, Er:YAG

den als besondere Ausführungsform der Faser- und Scheibenlaser entwickelt.

Beim Faserlaser macht man sich die Lichtleitung zu Nutze, wie sie bspw. in einer Stufenindexfaser entsteht. Dadurch gibt das Brechungsindexprofil die geführte Lasermode und somit die Strahlqualität vor und thermische Effekte treten zunächst zurück. So konnten auf Basis von Ytterbium-Ionen in Quarzglasfasern Laserleistungen von einigen kW bis über 100 kW realisiert werden, die insbesondere bei der Materialbearbeitung eingesetzt werden.

Beim Scheibenlaser nutzt man ein sehr dünnes Lasermedium, welches oft als Spiegel ausgeführt ist. So wird eine gute Kühlung erreicht und die auftretenden Wärmegradienten liegen in Strahlrichtung und nicht transversal dazu, was die thermischen Linseneffekte signifikant reduziert. Auf Basis von Ytterbium-dotierten Kristallen werden auch hier Leistungen über 10 kW für die Materialbearbeitung erreicht.

Freier Elektronenlaser (FEL)

Der FEL ist ein Sondertypus, da er kein eigentliches Lasermedium nutzt, sondern einen relativistischen Elektronenstrahl, der über periodisch abwechselnd polarisierte Magnete zu einer Zick-Zack-Bewegung entlang einer Linie gezwungen wird. Dadurch entsteht Synchrotron-Strahlung, die sich bei geeigneter Elektronengeschwindigkeit und Magnetfeldperiode konstruktiv überlagert und verstärkt. Bau-

lich sind dies die größten einzelnen Lasersysteme, da sie einen Elektronenbeschleuniger und die FEL-Magnetstruktur benötigen. Diese Laser werden daher nur an wenigen Orten betrieben und hauptsächlich zur Strukturanalyse von komplexen Molekülen oder der Beobachtung schneller Prozesse bspw. in chemischen Reaktionen eingesetzt.

Nichtlineare Strahlungsquellen

Auch wenn es so viele verschiedene Lasermedien und Ausführungsformen von Lasern gibt, kommt es doch zu „weißen Flecken“ auf der Wellenlängenkarte – Wellenlängen, die mit keinem sinnvoll nutzbaren Lasermedium erzeugt werden können. Um diese dennoch zu erzeugen nutzt man optische Frequenzkonverter auf Basis nichtlinearer Materialien und verschiedener Prozesse.

Bei der Frequenzverdopplung wird in einem nichtlinearen Kristall die zweite Harmonische einer einfallenden Laserwelle erzeugt. Dabei spielt die Phasenanpassung, d. h. die Impulserhaltung der beteiligten Photonen, eine entscheidende Rolle. Dazu nutzt man doppelbrechende Kristalle oder periodisch-orientierte Kristalle. Beim Raman oder Brillouin-Laser werden die entsprechenden Streuprozesse genutzt, wobei das Laserlicht rotverschoben (energieärmer) wird und die Restenergie an das Medium in Form von Wärme abgegeben wird.

Beim optisch-parametrischen Oszillator wird ein nichtlinearer Kristall genutzt

um eine Laserstrahlung (Pumpe) in zwei neue Strahlen (Signal und Idler) zu konvertieren, deren Photonenenergien zusammengenommen die Energie des ursprünglichen Laserphotons ergeben. So entstehen zwei neue Wellenlängen aus einer festen Laserwellenlänge. Durch Rotation oder Erwärmung des Kristalls wird die Phasenanpassung beeinflusst und so die Wellenlängen verändert.

Eine besondere Form der nichtlinearen Konversion stellt die Superkontinuums-erzeugung dar. Dabei wird Laserlicht in einer nichtlinearen optischen Faser über verschiedene Prozesse spektral stark verbreitert, so dass es schließlich Weißlicht sehr nahekommt.

Ausblick

Die aktuellen Forschungsaktivitäten an den verschiedenen Lasertechnologien sind vielschichtig und in den meisten Fällen anwendungsgetrieben. Dabei spielen sowohl Leistungsskalierung, Industrialisierung und Kostenreduktion neuer Laserquellen eine große Rolle, von kleinsten Laserquellen bis hin zu Fragestellungen großer Lasersysteme wie in der Laserfusion, als auch das Erforschen neuer Lasermedien, zum Beispiel für spektral breitbandige Laseremission für ultrakurze Laserpulse oder neue Wellenlängen.

Prof. Dr. Marc Eichhorn
Fraunhofer IOSB und
Karlsruher Institut für Technologie



Abb. 1: CO₂-Laser im kontinuierlichen Betrieb

Mit scharfem Strahl gelingt der tiefe Blick

Wir sprachen mit Prof. Dr. Reinhard Kienberger, Ordinarius am Lehrstuhl für Laser- und Röntgenphysik an der TU München.



Prof. Dr. Reinhard Kienberger

Technik in Bayern: Welches sind die wichtigsten Forschungsgebiete an Ihrem Institut?

Prof. Reinhard Kienberger: Wir untersuchen ultraschnelle Prozesse. Ultraschnell ist alles, was schneller ist als eine Picosekunde, das sind zum Teil molekulare Prozesse, Schwingungsprozesse, aber vor allem elektronische Prozesse. Diese finden auf einer Zeitskala von Attosekunden statt, das sind 10^{-18} s. Um sich das vorstellen zu können: eine Attosekunde verhält sich zu einer Sekunde so wie die Sekunde zum Alter des Universums. Im Bereich 10 bis 100 Attosekunden finden solche Prozesse statt, und um die auch entsprechend aufnehmen zu können, braucht man entsprechend kurze Pulse,

an deren Erzeugung wir arbeiten. Dazu benötigt man ein kommerzielles Lasersystem, z. B. einen Titan Saphir Laser, aber mittlerweile gibt es auch geeignete optische parametrische Verstärker. Damit kann man Lichtpulse mit einer Dauer von wenigen Femtosekunden realisieren. Das ist aber noch nicht kurz genug. Wir müssen in den Attosekunden Bereich gehen, und da kommt man an eine natürliche Grenze, nämlich ein Oszillationszyklus des elektrischen Feldes vom Lichtpuls. Wenn ein Lichtpuls kürzer wäre als ein Zyklus des elektrischen Feldes, wäre er im Prinzip nicht ausbreitungsfähig.

TiB: Um die Auflösung der Messung zu verbessern, muss man also zu kürzeren Pulsen kommen. Wie kann das funktionieren?

Kienberger: Da die minimale Dauer des Lichtpulses vom Oszillationszyklus des optischen Feldes abhängt, kann man natürlich versuchen, zu kürzeren Wellenlängen zu gehen bis in den Röntgenbereich. Wir nutzen dazu nichtlineare Frequenzkonversion, das heißt, wir schießen mit unseren Laserpulsen auf Atome und setzen dort Elektronen frei. Diese werden vom Lichtfeld des Lasers vom Atom wegbeschleunigt, und dann im Rhythmus des oszillierenden Lichtfeldes wieder zurück beschleunigt. Wenn sie wieder an das Atom kommen, wird ein Lichtblitz im extrem ultravioletten Bereich, entsprechend etwa 100 bis 150 eV freigesetzt. Dieser Vorgang findet nur bei sehr starken Feldern statt. Deswegen hat man ihn auch erst mit Lasern beobachten können. Unsere Werkzeuge sind einerseits dieser Lichtblitz, der einen elektronischen Prozess in Gang setzt, und andererseits das Laserfeld, das diesen Prozess abtastet. Wir versuchen damit die Physik der Elektronen zu erforschen.

TiB: Sie haben einen Laser mit extrem kurzer Impulsdauer entwickelt. In welchem

Bereich liegt diese und wie wird dieser Laser technisch realisiert?

Kienberger: Die Pulsdauer alleine ist nicht aussagekräftig, sondern nur zusammen mit der spektralen Verteilung und der verfügbaren Pulsenergie. Man muss einen Kompromiss schließen zwischen der Pulsdauer und der Energieauflösung des Experiments. Es gibt Methoden, da kommen Kollegen auf Pulse mit deutlich unter 50 Attosekunden, aber diese sind für unsere Anwendungen zu breitbandig. Wir arbeiten im Bereich von 300 bis 600 Attosekunden. Festgelegt wird die Pulsdauer durch die verwendeten Spiegel, an denen der Röntgenpuls reflektiert wird. Wir erzeugen in dem vorhin beschriebenen Prozess ein sehr breitbandiges Signal, das moduliert ist und viele Pulse hat. Wenn man aber im Bereich der höchsten Photonenenergien dieses Spektrum filtert, bekommt man einen Einzelpuls. Diese Spiegel sind nicht gerade einfach. Es gibt für den Röntgenbereich Vielschichtspiegel, die durch ihre Schichtung an gewissen Photonenenergien eine brauchbare Reflektivität aufweisen und dadurch wie ein Filter wirken.

TiB: Vor etwa 10 Jahren wurde ja bereits im Bereich 600 bis 800 Attosekunden gearbeitet. Welche Fortschritte hat man seit dieser Zeit erreicht?

Kienberger: Ganz wesentliche Fortschritte sind in der Messtechnik erreicht worden. Um eine einzige Messung durchzuführen, hat man früher ein Experiment eine ganze Nacht lang laufen lassen müssen. Das ist aus heutiger Sicht steinzeitlich. Heute sind die Experimente weitgehend automatisiert und wesentlich effizienter gestaltet. Wozu man früher 9 Stunden gebraucht hat benötigt man nur noch 10 bis 12 Minuten. Die Experimente werden von Arbeitsplätzen in Büros von Ferne gesteuert und überwacht. Es befindet sich niemand mehr in unmittelbarer Nähe des

Lasers, was äußere Störmomente stark verringert. Zur Auswertung der Messwerte verwenden wir zunehmend Künstliche Intelligenz, was eine Online-Datenauswertung ermöglicht.

TiB: Wo stehen Sie bei Ihren Forschungsergebnissen im internationalen Vergleich?

Kienberger: Mit unseren Attosekunden-Messungen an Festkörperoberflächen sind wir tatsächlich Weltspitze. Es gibt vielleicht fünf Arbeitsgruppen in der Welt, die daran herankommen. Diese hervorragende Qualität konnten wir auch deshalb erreichen, weil wir unsere Anlage gemeinsam mit Festkörperphysikern kontinuierlich weiterentwickelt haben.

TiB: Wie detektiert man die Elektronen, die aus dem Festkörper herausgelöst werden?

Kienberger: Das funktioniert im Prinzip ähnlich wie ein Photonenvervielfacher. Wir benutzen ein sog. Multi Channel Plate, eine Art Bienenwabenstruktur. Wenn ein Elektron hinein kommt, wird es durch ein elektrisches Feld beschleunigt, trifft auf die nächste Wand und schlägt ein weiteres Elektron heraus, usw. Dieser Lawineneffekt wird elektronisch detektiert.

TiB: Welche neuen Erkenntnisse und welche Anwendungen verspricht man sich von der Lasertechnik?

Kienberger: Der Grundlagenforscher fragt primär nicht nach der Anwendung, sondern er versucht, die Natur ein Stück weiter zu verstehen. Und wenn er Glück hat, findet er etwas, was dann in irgendeiner Art auch in ein Produkt umgesetzt werden kann.

TiB: Haben Sie in diesem Punkt Glück?

Kienberger: Das kann man eben noch nicht sagen. Man darf als Grundlagenforscher aber nichts ausschließen und nicht von der reinen Anwendungsfrage getrieben sein. Deutschland ist in der Grundlagenforschung sehr stark, im Gegensatz z. B. zu Japan, wo die angewandte Forschung im Vordergrund steht. Natürlich hat man Ideen für Anwendungen im Hinterkopf. Beispiele sind die Optimierung von Fotovoltaik, oder die Umwandlung von Sonnenenergie in speicherbare Medien, woran hier in Garching das Cluster

e-conversion forscht. Chemische Energiespeicherung kann um einen Faktor von ca. 40 effizienter sein als elektronische Speicherung wie in (Lithium-Ionen) Akkus, da gibt es ein riesiges Potenzial. Wir versuchen, bei fotokatalytischen Prozessen die Effizienz zu verbessern, indem wir uns diesen Prozess in hoher zeitlicher Auflösung anschauen um zu lernen, wie er tatsächlich funktioniert. Ein weiteres Thema ist die Supraleitung.

TiB: Untersuchen Sie auch Moleküle in lebenden Substanzen, um medizinische Fragestellungen abzuklären?

Kienberger: Wir machen das nicht. Was Sie ansprechen, sind Arbeitsgruppen, die hauptsächlich spektroskopisch arbeiten, nicht zeitaufgelöst. Man könnte natürlich solche Experimente mit unseren Methoden durchführen, wenn man in das sog. Wasserfenster kommt. Das ist der Spektralbereich, wo Kohlenstoff absorbiert und Wasser transparent ist. Aber man ist noch nicht soweit. Mit der geschilderten Methode wurden schon sehr hochenergetische Photonen erzeugt, aber leider mit so geringem Fluss, dass man praktisch keine Experimente machen kann. Die Signale gehen noch im Rauschen unter.

TiB: Lasertechnik hat heute ein großes Feld von Einsatzgebieten. Wo sehen Sie die wichtigsten Zukunftsthemen dafür?

Kienberger: Man muss zwei Bereiche unterscheiden. Der eine ist die industrielle Anwendung und der andere die Forschungsanwendung, die ja lediglich eine Nische ist. Der große Markt ist die industrielle Anwendung mit schneiden, schweißen, bohren, markieren etc. Wichtige Anwendungen gibt es ganz aktuell bei der Fertigung von Batterien und Elektromotoren. Und ein tolles Gebiet ist die Mikrobearbeitung, also das Herstellen kleiner Strukturen in der Lithografie und bei der Oberflächenbehandlung, wo der Laser konventionellen Werkzeugen überlegen ist. Ausschlaggebend ist die Wellenlänge, je kürzer, desto kleinere Strukturen können bearbeitet werden. Und daher gibt es auch hier die Entwicklung in Richtung ultraviolette und extrem ultraviolette Laser. Ein aufkommendes Thema ist die Kombination von Lasern

mit konventionellen Methoden, z. B. der Röntgendiagnostik. Zu diesem Thema ist sogar kürzlich eine Professur an der TU München geschaffen worden.

TiB: Wie sehen Sie die Laserforschung sowie deren Umsetzung in marktreife Produkte in Deutschland?

Kienberger: Deutschland ist da sehr gut aufgestellt, es gibt mehrere bedeutende Forschungszentren. Wir bilden eben auch den entsprechenden akademischen Nachwuchs für die Firmen aus, der dort dann die Entwicklung mit unterschiedlichsten Anwendungen triggert. Insgesamt ist Deutschland sehr gut in der Umsetzung von produktorientierter Forschung. Man sieht das auch daran, dass auf vielen internationalen Lasermessen deutsche Firmen sehr prominent vertreten sind.

TiB: Kann die Kernfusion mit Lasern vorangebracht werden?

Kienberger: Die Welt ist derzeit aufgeregt über dieses aktuelle Experiment am Lawrence Livermore National Laboratory, wo man es geschafft hat, aus einem Fusionsprozess mehr Energie herauszuholen, als man mit dem Laser hineingesteckt hat. Das ist großartig, weil man sieht, dass die Fusion damit im Prinzip möglich ist. Auch in Bayern gibt es solche Projekte. Aber was fast nirgends berichtet wurde ist, wie viel Leistung man aus der Steckdose gezogen hat, um diesen Puls zu erzeugen. Wenn ich hier den Faktor 10 000 habe, bin ich natürlich noch ganz weit weg von einer Nutzung. Interessant und neu ist aber, dass in diesem Bereich auch private Firmen Forschung betreiben und Investoren aktiv sind, das Thema ist also offenbar genügend „sexy“.

Die Fragen stellten Silvia Stettmayer, Walter Tengler und Fritz Münzel

Informationen

Lehrstuhl für Laser- und Röntgenphysik
Technische Universität München
Physik-Department E11
James-Franck-Str. 1
85748 Garching
<https://www.ph.nat.tum.de/e11/startseite/>

Ultrakurzpuls-Laser in industriellen Anwendungen

In den letzten Jahren haben sich Ultrakurzpuls-Laser (UKP-Laser) als revolutionäres Werkzeug auf dem Gebiet der Material- und Mikrobearbeitung erwiesen. Mit ihren ultrakurzen Pulsen bieten sie unvergleichliche Präzision und Kontrolle und ermöglichen komplizierte und komplexe Operationen an einer Vielzahl von Materialien. In diesem Artikel werden die bemerkenswerten Fähigkeiten von in erster Linie Femtosekundenlasern anhand von Beispielen aus der Material- und Mikrobearbeitung, der Medizintechnik, Elektronikfertigung und der Werkzeugherstellung aufgezeigt.

Technik der UKP-Laser

UKP-Laser nutzen fortschrittliche Lasertechnologie, wie Modenkopplung und Nutzung des Kerr-Effekts, um extrem kurze Pulse mit einer Dauer von typischerweise im Pikosekunden- (10^{-12} s) bis in den Femtosekundenbereich (10^{-15} s) zu erzeugen. Ein „State-of-the-Art“ Femtosekunden-Laser (kurz fs-Laser) für industrielle Anwendungen liefert heute Pulsbreiten bis zu 250 fs. Zum Vergleich: In 250 Femtosekunden legt das Licht eine Strecke von 75 μm zurück, ungefähr dem

Durchmesser eines menschlichen Haares! Diese kurzen Pulse führen zu extrem hohen Spitzenleistungen (Megawatt bis Terawatt), die es den Lasern ermöglichen, auf völlig neue Weise mit Materialien zu interagieren. Die Leistungen übertreffen die mit herkömmlichen Dauerstrich- oder Nanosekundenlasern erreichbaren Werte um ein Vielfaches, was zu wesentlichen Verbesserungen bei Präzision, Genauigkeit und Materialbearbeitungsmöglichkeiten führt.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Lasern, die thermische Schäden oder unerwünschte Nebenwirkungen verursachen können, arbeiten Femtosekundenlaser durch einen Prozess, der auch als „kalte Ablation“ bekannt ist. Die Laserenergie wird vom Material so schnell absorbiert, dass es direkt verdampft, wodurch die Wärmeübertragung auf die umliegenden Bereiche minimiert und die strukturelle Integrität des Materials erhalten bleibt (vgl. Coulomb-Explosion).

Material- und Mikrobearbeitung

Eine der häufigsten Anwendungen von UKP-Lasern ist die Material- und Mikrobearbeitung. Dank ihrer Fähigkeit, präzise

und kontrolliert Energie an ein Werkstück abzugeben, eignen sie sich ideal zum Schneiden extrem feiner Bohrungen bis in den Mikrometerbereich. Auch beim Gravieren und zur Oberflächenstrukturierung einer breiten Palette von Materialien, darunter Metalle, Keramik, Verbundwerkstoffe und sogar empfindlicher Materialien wie Glas und Polymere können UKP-Laser einzigartige Leistungen erzielen.

Die Strukturierung von Oberflächen im Mikro- und Nanobereich, garantiert eine höhere Funktionalität und bessere Oberflächeneigenschaften. Damit lassen sich Mikrostrukturen, Nanostrukturen auf Oberflächen erzeugen, die neue Vorteile wie Hydrophobie, geringere Reibung oder verbessertes Lichtmanagement in optischen Geräten bieten.

Medizintechnik

UKP-Laser sind zu einem wertvollen Werkzeug bei der Herstellung und Modifizierung von medizinischen Hilfsmitteln, z. B. Stents geworden, die für die Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen von entscheidender Bedeutung sind. Sie ermöglichen komplizierte Designs mit hochwertigen Schnitten, ultrafeinen Merkmalen und

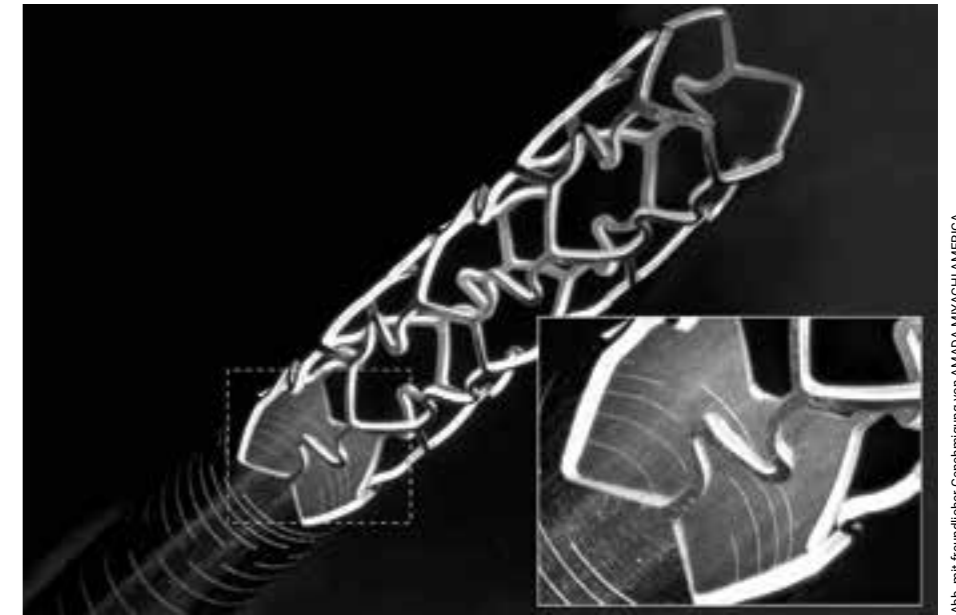
komplexen Geometrien, die eine optimale Biokompatibilität und verbesserte Medikamentenelution gewährleisten.

Auch bei Gewebeablationen und in der Chirurgie finden Femtosekundenlaser durch ihre präzise und minimalinvasive Verfahren Anwendung. Die sehr kurzen Pulse begrenzen die thermischen Auswirkungen, verringern Kollateralschäden am umliegenden Gewebe und fördern eine schnellere Heilung. In der Augenheilkunde beispielsweise können UKP-Laser eine präzise Hornhautabtragung für Sehkorrekturverfahren wie LASIK oder PRK (photorefraktive Keratektomie) sicherstellen.

Auch in der Krebsbehandlung haben sich UKP-Laser als vielversprechend erwiesen, insbesondere in der photodynamischen Therapie (PDT). Bei der PDT werden photosensibilisierende Wirkstoffe mit Laserlicht aktiviert, um Krebszellen selektiv zu zerstören. Die präzise Steuerung und die lokalen Zielfähigkeiten von UKP-Lasern erhöhen die Wirksamkeit der PDT und minimieren gleichzeitig die Schädigung des gesunden Gewebes.

Elektronikfertigung

UKP-Laser haben sich zu einem wichtigen Werkzeug bei der Herstellung von Displays, einschließlich LCD (Flüssigkristallanzeige), OLED (organische Leuchtdioden) und Mikro-LED-Panels, entwickelt. Die Laser bieten eine hohe Präzision und Geschwindigkeit und ermöglichen das Schneiden beliebiger Formen verschiedener Displaykomponenten mit einer Genauigkeit im Mikrometerbereich. Die kurzen Pulse minimieren thermische Effekte und verringern so das Risiko einer Beschädigung der empfindlichen Displaymaterialien. Bei der Herstellung von LCD-Bildschirmen beispielsweise werden UKP-Laser zum Schneiden der dünnen Glassubstrate verwendet, um komplizierte Muster für die Pixelbildung zu erzeugen. In der OLED- und Mikro-LED-Fertigung spielen die Laser eine entscheidende Rolle bei Einzelungs- und Dicing-Prozessen. Sie schneiden durch die empfindlichen organischen Schichten oder Halbleitermaterialien und ermöglichen so die Bildung einzelner Pixel oder Mikro-LED-Chips. Die hohe Präzision und der minimale Wärme-



Schneiden eines Stents aus Edelstahl

eintrag sorgen dafür, dass die umliegenden Pixel oder Chips kaum beschädigt werden, was zu qualitativ hochwertigen Displays mit verbesserter Effizienz und Langlebigkeit führt.

UKP-Laser werden auch in Laserabtragverfahren eingesetzt, um dünne Schichten, Beschichtungen oder Isolierschichten auf Halbleitersubstraten selektiv zu entfernen oder zu verändern. Die hohe Präzision und die vernachlässigbaren thermischen Effekte schaffen eine präzise Entfernung unerwünschter Materialien, ohne das darunter liegende Substrat anzugreifen. Als breites Anwendungsfeld ist hier z. B. die Photovoltaik sowohl in der kristallinen als auch in der Dünnschicht-Technologie zu nennen.

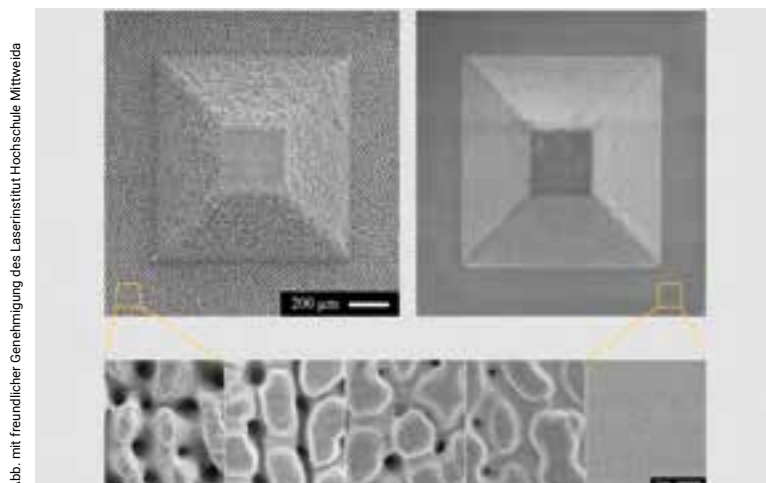
Weitere Möglichkeiten sind das präzise Trimmen von Komponenten und Strukturieren von Schaltkreisen, um damit die Herstellung und Modifizierung elektronischer Schaltungen zu erleichtern. Ebenso lassen sich leitende Materialien wie Dünnschichtwiderstände oder Leiterbahnen mit einer Präzision im Mikrometerbereich selektiv entfernen oder modifizieren. Auch die „Laseraktivierung“ von verschiedenen Materialien zur späteren Aufbringung von hochauflösenden Leiterbahnen auf Polymere, Glas, Keramik und anderen dielektrischen Materialien zählen zu den Anwendungen der fs-Laser im Elektronikbereich.

Werkzeugherstellung

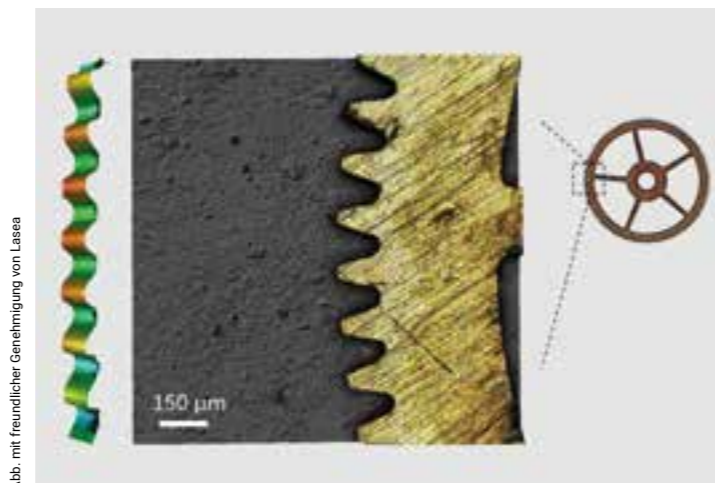
Durch den Einsatz von UKP-Lasern können Werkzeughersteller heutzutage neben Hartmetallen, Keramiken und Saphir auch verschiedenste im Labor hergestellte Diamanten bearbeiten. Kundenspezifische Spanbrecher, optimierte Nuten und maßgeschneiderte Schneid geometrien verbessern die Spanabfuhr, reduzieren die Schnittkräfte und erhöhen die Werkzeugstandzeit. Die hohe Präzision des Lasers gewährleistet die Wiederholbarkeit und Konsistenz dieser Merkmale, was zu einer konstanten Werkzeugleistung führt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich Femtosekundenlaser zu einer bahnbrechenden Technologie für die Industrie und Wissenschaft (auf diese wurde hier nicht näher eingegangen) entwickelt haben, die sich durch enorme Präzision, Geschwindigkeit und Vielseitigkeit auszeichnet. Ihr Einfluss erstreckt sich auf ein breites Spektrum von Anwendungen. Mit weiteren Fortschritten und Verfeinerungen haben Femtosekundenlaser das Potenzial, Branchen umzugestalten, Innovationen voranzutreiben und die Lebensqualität der Menschen zu verbessern.

Ulrich Höchner
Head of Sales, Light Conversion
Vilnius, Litauen



Struktur eines Edelstahl-Mikrokegels vor und nach der Laserpolierung (oben) und schrittweiser Glättung im GHz Burst Mode (unten, v. li. n. re.)



Schneiden eines Zahnrads aus Messing

Fluoreszenzmarkierung für fälschungssichere Produkte

Süßer Code per Laserdruck

Eine neue Methode könnte die Produktfälschung zukünftig deutlich erschweren. Mittels Laserübertrag und gleichzeitigem „Karamellisieren“ ist es möglich, einzigartige, nicht kopierbare Fluoreszenzmuster schnell, umweltfreundlich und preiswert zu erzeugen.

wendung kommen, enthalten in der Regel toxische, anorganische Bestandteile. Hinzu kommt, dass die meisten dieser Techniken binnen 18 Monaten kopiert werden können, nachdem die fluoreszierende Verbindung entschlüsselt wurde.

kann man die entstehenden mikroskopischen Muster nicht vorhersagen, was diese nicht kopierbar und somit fälschungssicher macht. Die Mikro- und Nanostrukturen lassen sich in beliebigen makroskopischen Mustern drucken, wie zum Beispiel künstliche Fingerabdrücke (Abb. 2a).

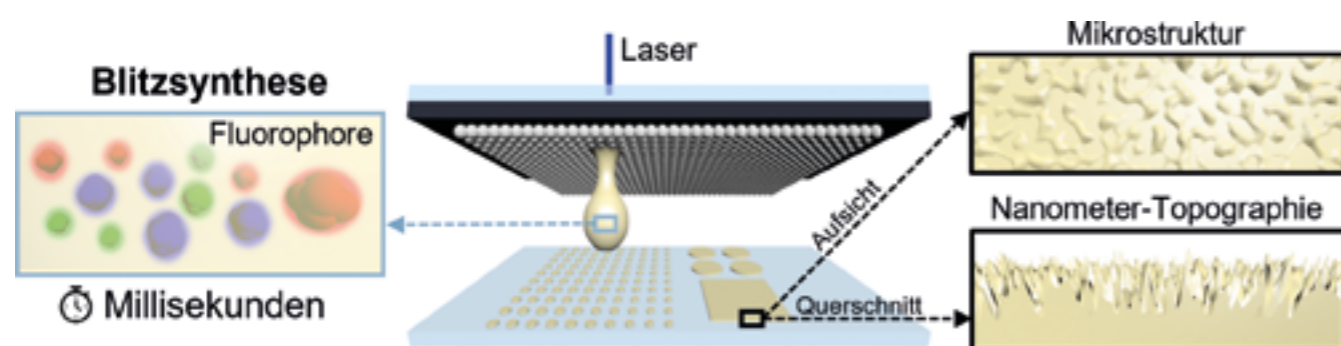


Abb. 1: Prinzip der neuen Laserdruckmethode für die Herstellung von Fluoreszenzmustern. Der Laser erhitzt und überträgt einen dünnen Zuckerfilm, wobei der Zucker „karamellisiert“ und sich fluoreszierende Moleküle bilden. Die entstehenden Mikro- und Nanostrukturen sind zufällig und hochkomplex, wodurch diese äußerst schwer zu kopieren sind [4]

Durch Fälschungen von Elektronik, Zertifikaten oder Medikamenten entstehen jährlich weltweit wirtschaftliche Verluste in Milliardenhöhe. Schätzungen des EU-Statusberichts über Rechtsverletzungen (EQUIPO, 2019) zufolge betragen die Umsatzeinbußen der europäischen Pharmaindustrie, die jährlich durch gefälschte Medikamente entstehen, rund 9,6 Milliarden Euro [1]. Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) liegt der Fälschungsanteil von Arzneimitteln, die über nicht autorisierte Online-Versandhändler bezogen werden, bei 50 Prozent [2]. Um dagegen anzugehen, werden Medikamentenverpackungen seit 2019 EU-weit mit Sicherheitsmerkmalen versehen [3]. Aktuell verwendete Materialien zur Fälschungssicherheitserkennung, die zum Beispiel in fluoreszierenden Hologrammen zur An-

Laserbasierte Methode zur Erzeugung von süßen Fluoreszenzmustern

Ein Team am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) möchte dagegen vorgehen und hat in einer Veröffentlichung im Fachjournal Nature Nanotechnology einen ganz neuen Ansatz für nicht kopierbare Nanomuster vorgestellt [4]: Zunächst wird ein dünner Zuckerfilm, bestehend aus einfachen Monosacchariden, mit einem Laser beschossen (Abb. 1). Bei dieser Blitzsynthese „karamellisiert“ der Zucker in Millisekunden und gleichzeitig drückt der Laser auf eine gewünschte Oberfläche „Karamellmuster“. Obwohl zwei erzeugte Muster makroskopisch gleich erscheinen können, sind die dabei entstehenden Mikro- und Nanostrukturen komplett zufällig. Ähnlich wie beim Eintrocknen eines Kaffeetropfens

Literatur

- [1] OECD (2020): Impact of counterfeit medicines: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/ad927008-en/index.html?itemId=/content/component/ad927008-en>
- [2] securPharm e. V. (2020): Faktenblatt: <https://www.securpharm.de/wp-content/uploads/2020/05/2020-05-14-Faktenblatt-Arzneimittelfälschungen-1.pdf>
- [3] Europäische Kommission (2019): Factsheet: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_19_802
- [4] Junfang Zhang, Yuxin Liu, Christian Njel, Sebastian Ronneberger, Nadezda V. Tarakina, Felix F. Loeffler. An all-in-one nanoprining approach for the synthesis of a nanofilm library for unclonable anti-counterfeiting applications. Nature Nanotechnology (2023). <https://doi.org/10.1038/s41565-023-01405-3>

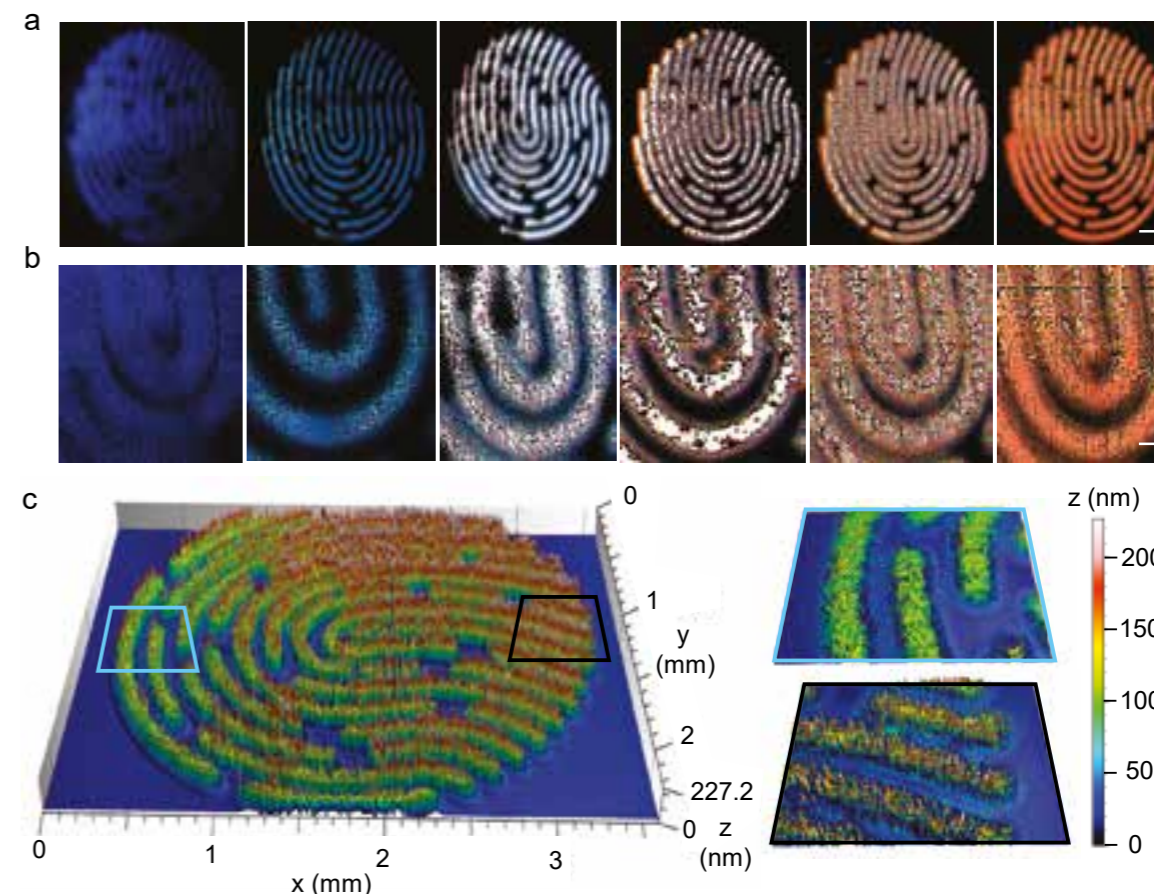


Abb. 2: Sechs unterschiedliche künstliche Fingerabdruckmuster (2a) versehen mit verschiedenen Eigenschaften, um die individuelle Fluoreszenz (2b) und Topographie (2c) sichtbar zu machen. Die jeweiligen Syntheseparameter wurden aus der Nanofilm-Bibliothek abgeleitet [4]

Je nach gewählten Laserparametern und Zusatzstoffen fluoreszieren die Muster unter dem Scanner in einmaligen Farbabstufungen von Rot, Grün oder Blau. Jedes Zuckermuster besitzt dabei eine einzigartige mikroskopische Verteilung dieser Farben (Abb. 2b). Zusätzlich ist auch die Topographie im Nanometerbereich einzigartig (Abb. 2c).

Erzeugung einer Materialbibliothek

Wie für eine gute Crème brûlée musste zuerst das beste Rezept herausgefunden werden. Durch die Einfachheit und Schnelligkeit der Methode konnte in den

Versuchen innerhalb kurzer Zeit eine Nanofilm-Bibliothek mit ca. 2.000 Nanomustern erstellt werden, wobei unterschiedlichste Zucker, Zusatzstoffe und Laserparameter studiert wurden. Durch zwei Scan-Methoden kann die Mikro-/Nanostruktur dieser nicht kopierbaren Zuckermuster schnell und unabhängig voneinander ausgelesen werden: Fluoreszenz-Scan und Topographie-Scan. Mit dem richtigen Rezept produziert, belegen beide Scan-Methoden die sehr hohe Zufälligkeit der Muster, was wichtig für die Funktion als Kopierschutz ist. Je komplizierter und unbere-

chenbarer ein Muster ist, desto schwieriger ist es zu kopieren. Die Kombination beider Scan-Methoden verbessert die Fälschungssicherheit (PUF = physical unclonable function) deutlich. Mit dem Verfahren könnten auf 1 mm² bis zu 10 hoch 63.000 verschiedene Varianten erzeugt werden. Zum Vergleich, die Anzahl der Atome im Universum beträgt ungefähr 10 hoch 89.

Dr. Felix Löffler
Biomolekulare Systeme
Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG), Potsdam

Photonen zur Energieübertragung

Die Welt der Energieübertragung befindet sich im Wandel, und eine Technologie, die zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist die Energieübertragung in Form von Licht (Power-by-Light). Seit ihren Anfängen in den späten 1970er Jahren, mit der Demonstration eines rein über optische Faser gespeisten akustischen Alarmgebers [1], hat sich die Technologie insbesondere in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Die Art und Weise, wie Energie übertragen werden kann, steht an der Schwelle eines revolutionären Durchbruchs. Gegenüber der konventionellen Stromübertragung über Kupferkabel weisen sowohl die fasergebundene optische Übertragung (bekannt als Power-over-Fiber) als auch die Freistrahübertragung für spezifische Anwendungen bedeutende Vorteile auf oder machen diese überhaupt erst möglich.

Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Stromversorgungssystemen

Im Vergleich zu herkömmlichen Stromversorgungssystemen bietet die optische Energieversorgung verschiedene Vorteile.

Eine rein optische Verbindung ist unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen. Ebenfalls wird die Gefahr von elektrischem Durchschlag oder Funkenbildung im Fall eines Defekts vermieden, was zu einer erhöhten Sicherheit führt. Durch die Verwendung von Lichtwellenleitern anstelle von Kupferdrähten können Platzbedarf und vor allem Gewicht erheblich reduziert werden. Zudem ist die Übertragung von elektrischer Energie über Glasfasern immun gegen Korrosion und bietet somit eine längere Lebensdauer. Ein weiterer Vorteil speziell von Power-over-Fiber Technologie ergibt sich aus der Möglichkeit umfassende bereits vorhandene Fasernetzwerke auch zur Leistungsversorgung zu nutzen. Eine gänzlich drahtlose Freistrahübertragung schließlich ermöglicht die Energieübertragung ganz ohne Kopplungsmedium und damit ohne physische Verbindung zwischen Anwendung und Versorgungsstation.

Anwendungsbereiche und Potenzial

Die photonische Leistungsübertragung hat das Potenzial, eine Vielzahl von Anwendungsbereichen zu revolutionieren.

Vielfältige Anwendungen finden sich in der Versorgung von Sensorik in kritischer Umgebung. Beispiele sind die Überwachung von Hochspannungsleitungen oder die Versorgung von Elektronik in Magnetfeldern wie z. B. in der Medizintechnik, bei der die inhärente galvanische Trennung einen entscheidenden Vorteil bietet. Eine weitere Anwendung ist die Versorgung von blitzschlaggefährdeter Sensorik wie beispielsweise in Rotorblättern von Windenergieanlagen. Auch in explosionsgefährdeter Umgebung wie Treibstofftanks von Flugzeugen sind Anwendungen zu finden. Freistrahlanwendungen reichen von der Versorgung von Erkundungsrovern auf dem Mond zur eher pragmatischer Drahtlosversorgung allerlei smarterer Geräte für das Internet-der-Dinge um lästige Batteriewechsel zu vermeiden. Erste kommerzielle Anwendungen zielen auf das komfortable kabellose Aufladen verschiedener Alltags- und Unterhaltungselektronik.

Darüber hinaus besteht im Telekommunikationsbereich ein hohes Anwendungspotenzial. Optische Fasern dienen bereits als Rückgrat der Hochgeschwindigkeitskommunikation und können nun auch zur Energieversorgung genutzt werden. Dasselbe gilt für die aufkommende drahtlose optische Kommunikationstechnik, auch bekannt als LiFi Technologie. Dadurch ergeben sich Synergieeffekte, bei denen sowohl Kommunikation als auch Energieübertragung über eine rein optische Schnittstelle erfolgen können [2] und so eine erhöhte Integrationsstufe ermöglichen.

Schlüsselkomponenten

Die Schlüsselkomponenten einer optischen Verbindung zur Leistungsversorgung sind eine Lichtquelle als Transmitter, eine Photovoltaikzelle als Empfänger, sowie deren optische Kopplung. In den letzten Jahrzehnten wurden bedeutende Fortschritte in allen Bereichen erzielt.

Als leistungsstarke und energieeffiziente, schmalbandige Lichtquelle werden zu meist Hochleistungslaserdioden eingesetzt. Für fasergekoppelte Systeme sind optische Fasern mit geringer optischer Verlustleistung verfügbar, mit Dämpfungsmi nima im Bereich der Telekommunikationswellenlängen um 1310 nm (O-Band) und 1550 nm (C-Band). Mit photonischen Kristallfasern wurden für Wellenlängen im C-Band Faserdämpfungen kleiner 0.2 dB/km demonstriert [3].

Spezielle Photovoltaikzellen, auch bekannt als photonische Leistungskonverter (engl. photonic power converter, PPC) oder Laserleistungszellen, dienen als Empfänger und werden speziell für die effiziente optoelektronische Wandlung der Photonenenergie des Lasers entwickelt und optimiert. Im Gegensatz zu Solarzellen, welche stets für das breitbandige Sonnenspektrum optimiert werden, können bei Photovoltaikzellen für monochromatisches Licht die energetische Bandlücke des Absorbermaterials optimal zur Photonenenergie eingestellt und so energetische Verluste minimiert werden.

Wandlung von 858-nm monochromatischem Licht in elektrische Leistung in Höhe von 68.9 % demonstrieren [4]. Für niederenergetischere Photonen der Telekommunikationswellenlängen setzen wir Materialien mit geringerer Bandlückenenergie ein, wie z. B. Indiumgalliumarsenid ($\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$, $E_g = 0.74$ eV). Zu beachten ist hier, dass die Ausgangsspannung der Photovoltaikzelle mit der Bandlückenenergie skaliert: Beträgt diese bei GaAs 1,0-1,2 V, reduziert sie sich bei InGaAs auf nur 0.3-0.5 V. Für die Versorgung eines elektrischen Schaltkreises sind in der Regel höhere Spannungen erwünscht. Erfreulicherweise kann dies durch eine monolithische Serienschaltung einzelner Teilzellen auf einem Empfängerchip realisiert werden. Dazu können bereits während des epitaktischen Wachstums der Halbleiterschichten mehrere Teilzellen vertikal gestapelt und mittels Tunnelioden in Reihe geschaltet werden. Alternativ kann die Zellfläche durch Einbringen von Ätzgräben in laterale Segmente einzeln und noch während der Prozessierung auf dem Chip verschaltet werden.



Photonischer Leistungswandler im Messplatz am Fraunhofer ISE

lichen Bereichen. Anwendungen mit Leistungsbedarfen im Bereich einiger Milliwatt bis wenigen Watt lassen sich schon heute mit kommerziell verfügbaren Komponenten realisieren. Einer Skalierung auch zu mehreren Größenordnungen höheren Leistungen steht im Übrigen kein fundamentaler Grund entgegen, so wurde auch die Übertragung mehrerer Hundert Watt bereits erfolgreich demonstriert. Für die weitere Erschließung neuer Anwendungen sind nun Entwickler:innen und Tüftler:innen, gerne mit Unterstützung durch Forschende am Fraunhofer ISE, gefragt die Technologie zu erproben und einzusetzen.

Dr. Henning Helmers
Fraunhofer ISE

Quellen

- [1] DeLoach, 1978, <https://ieeexplore.ieee.org/document/6770797>
- [2] Fakidis, 2020, <https://ieeexplore.ieee.org/document/917475>
- [3] Jasion, 2022, <https://opg.optica.org/abstract.cfm?URI=OFC-2022-Th4C.7>
- [4] Helmers, 2021, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pssr.202100113>



Die Kombination von Kommunikation und Energieübertragung in einer rein optischen Schnittstelle eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten im Telekommunikationsbereich

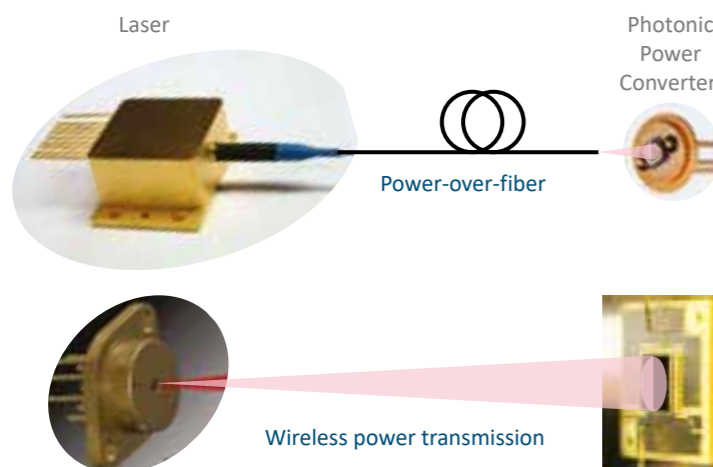
Zudem können photonische Effekte gewinnbringend genutzt werden. Über die geschickte Erzeugung einer optischen Mikrokavität kann beispielsweise die Absorption durch Resonanzeffekte verbessert und Licht effektiv im Absorbermaterial eingefangen werden (Light Trapping). Dadurch können sehr hohe Wandlungswirkungsgrade realisiert werden.

Mit einer Dünnschichtzelle auf Basis von Galliumarsenid (GaAs) mit einer Bandlückenenergie von $E_g = 1.42$ eV konnten wir am Fraunhofer ISE so einen photovoltaischen Spitzenwirkungsgrad zur

Die Aufteilung auf mehrere Teilzellen führt gleichzeitig zu einer Reduktion des Stroms, wodurch höhere Leistungsdichten im Bereich 100 W/cm² und mehr erreichbar werden.

Fazit

Power-by-Light Technologie hat das Potenzial, die Art und Weise, wie Energie übertragen wird, grundlegend zu verändern. Zahlreiche Vorteile gegenüber herkömmlichen Stromversorgungssystemen eröffnen vielseitige Anwendungsmöglichkeiten und Innovationen in unterschied-



Photonische Leistungsübertragung kann fasergebunden oder im Freistrahl realisiert werden

SMARTE Agrartechnik

Laser statt chemischer Pflanzenschutz

Seit Jahren wird der Ruf nach wirksamen chemiefreien Lösungen im Pflanzenschutz immer lauter, sowohl durch gesetzliche Vorgaben als auch durch die Gesellschaft. In der konventionellen Landwirtschaft stehen Landwirte vor immer größeren Herausforderungen durch den Verlust von verfügbaren Wirkstoffen und das Auftreten von Resistenzen. Im ökologischen Landbau sind die Kosten und die Verfügbarkeit von Arbeitskräften für die manuelle Unkrautbekämpfung ein entscheidender Faktor. Der smarte Einsatz von Lasern könnte ein alternatives Werkzeug in der Agrartechnik sein.

Selektive und chemiefreie Unkrautregulierung mittels KI-geführter Laserstrahlung

Seit einigen Jahren wird am Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) intensiv an der Anwendung von Lasertechnologie zur Unkrautbekämpfung geforscht. Dabei

werden gezielt Bereiche empfindlicher Pflanzenteile wie zum Beispiel das apikale Meristem oder der Stengelansatz des Beikrautes mit einem Laserstrahl zerstört. Vorzugsweise werden kleine Pflanzen behandelt, die gerade erst aufgelaufen sind und sich höchstens im 4-Blattstadium befinden, um die Wirkungseffizienz des Lasers zu garantieren. Bei weiter entwickelten oder mehrjährigen Pflanzen bewirkt die Laserbehandlung eher eine Verzögerung des Wachstums: Die Pflanzen treiben zwar erneut aus, aber ihr Wachstum ist im Vergleich zur Kulturpflanze erheblich verlangsamt. Dank der berührungslosen Arbeitsweise und des geringen Strahldurchmessers im Bereich weniger Millimeter können mit dieser Technologie Unkrautpflanzen auch in der unmittelbaren Nähe der Nutzpflanzen behandelt werden. Voraussetzung dafür ist, dass der Laser eine klare Sicht auf die Zielgewächse hat. Zur Steuerung

der Laserbehandlung kommt künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz. Durch Bilderkennung werden Nutzpflanzen und Unkraut unterschieden, und die Ziele für den Laser werden festgelegt (Abb. 1). Aufgrund des thermischen Wirkmechanismus ist im Gegensatz zu chemischen Pflanzenschutzmitteln eine Resistenzbildung nicht möglich.

Lasertechnologie aufs Feld bringen

Um laserbasierte Verfahren für die Agrartechnik zu entwickeln, müssen seit langem im Labor etablierte Geräte, Methoden und Sicherheitsaspekte in den Outdoor-Bereich übertragen werden. Für die Regulierung von Unkraut ist eine Laserstrahlquelle erforderlich, die sowohl mechanisch als auch thermisch robust ist und über eine geeignete Wellenlänge sowie eine hohe Ausgangsleistung bei maximaler Effizienz verfügt. Die eingesetzte Laserstrahlung muss von den Zielpflanzen gut absorbiert werden und gleichzeitig eine stabile und handhabbare Strahlführung ermöglichen. Für den Einsatz auf dem Feld muss die Laserstrahlquelle auch mit effizienten Erkennungs- und Zielfindungssystemen sowie geeigneten Strahlauslenksystemen kombiniert werden. Aufgrund der komplexen, sich ständig ändernden Umgebungssituation, z. B. aufgrund verschiedener Untergründe, wechselnder Lichtverhältnisse aber auch unterschiedlichem Befallsdruck (Menge und Arten) von Unkräutern basieren die Erkennungs- und Zielfindungssysteme vorzugsweise auf Bilddaten, die mithilfe von vorab trainierten künstlichen neuronalen Netzen arbeiten. Die Systeme müssen stabil, schnell und präzise arbeiten, um reproduzierbar alle zuvor identifizierten Problemunkräuter anzuvisieren und die erforderliche Energie zur Zerstörung des Pflanzengewebes in diesen Pflan-



Abb. 1: Laserapplikation in das apikale Meristem (Wuchszentrum) des Beikrautes; Ziel: Letale Schädigung durch Verödung des sensiblen Pflanzenteils; grüne Rechtecke verdeutlichen die KI-erzeugte Pflanzenerkennung



Abb. 2: Autonomer Feldroboter mit Gummikettenlaufwerk und vorgebauter Lasermoduleinheit; Trägerfahrzeug samt Lasereinheit wurde im Rahmen des EU-Projektes „WeLASER“ entwickelt

zen einzubringen. Abschließend muss der Gesamtaufbau alle Anforderungen an die Lasersicherheit als Teil der Maschinensicherheit erfüllen, um einen (ggf. sogar autonomen) Einsatz im Freien zu ermöglichen und jegliche Gefährdung von Mensch und Umwelt unter allen Umständen zu vermeiden.

Fahrplattform: Autonomer Roboter oder Traktor denkbar

Die Nutzung der Lasertechnologie ist sowohl auf Feldrobotern (Abb. 2) als auch als Anbaugerät am Schlepper möglich. Momentan werden beide Optionen angestrebt. Die derzeit verwendeten Industrie- und Laborlaser, die für die Unkrautbekämpfung angepasst werden, sind normalerweise für den Betrieb mit Netzspannung in Innenräumen konzipiert. Neben diesen notwendigen elektrischen Anpassungen liegt der aktuelle Entwicklungsstand auch auf der Robustheit der optischen Systeme unter Feldbedingungen sowie der Implementierung von Sicherheitsmaßnahmen für den Lasereinsatz und den Arbeitsschutz. Feldroboter bieten den Vorteil, dass sie ihre Fahrgeschwindigkeit flexibel anpassen können, beispielsweise je nach lokalem Unkrautdruck. Als Anbaugerät am Traktor integriert sich das Laserwerkzeug direkt in die Infrastruktur landwirtschaftlicher

Betriebe. Der Schlepper selbst dient als Stromquelle und versorgt das System mit Energie.

Forschungstransfer im LZH

Das Verfahren aus Laser, Bilderkennung und KI wurde bereits auf andere Bereiche der Landwirtschaft übertragen und in Forschungsprojekten näher untersucht. So werden mittels Kameratechnik Schädlinge von Nützlingen unterschieden und mittels Laserstrahl Erstere letal geschädigt. Die Anlockung erfolgt bei diesem Verfahren über eine digitale Farbtabelle, da verschiedene Schädlinge auf unterschiedliche Farben reagieren und dies ausgenutzt werden kann. Erste Versuche hierzu wurden im Labor abgeschlossen und finden aktuell im Gewächshaus statt. Auch bei der Desinfektion von Lebensmitteln gegen mikrobielle Belastungen (Keime, v. a. Bakterien, Viren, Pilze) kann Lasertechnik erfolgreich eingesetzt werden. In einem laufenden Projekt wurde untersucht, inwieweit die Keimzahl auf frischem Geflügelbrustfilet in der Verarbeitungslinie reduziert werden kann. Erste Ergebnisse zeigen eine deutliche Reduzierung der Belastung ohne Beeinträchtigung des Fleisches. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen startet bald ein weiteres Forschungsprojekt, das sich mit der Desinfektion von Frischluft in Putenställen

beschäftigt. Das Ziel ist die Verhinderung der Ausbreitung von Viren in Geflügelställen. Hierzu soll ein UV-„Laservorhang“ in den Luftschächten installiert werden, der die Viren im Luftstrom abtötet.

Zusammengefasst stellt die Lasertechnologie zur Unkrautregulierung im landwirtschaftlichen Außenbereich eine vielseitige, flexible und präzise Ergänzung bzw. Alternative zu anderen Pflanzenschutzmaßnahmen dar. Die aktuell begrenzten Behandlungsgeschwindigkeiten und Flächenleistungen sind wesentliche Faktoren, die im Rahmen diverser Forschungsprojekte am LZH weiter untersucht werden sollen. Hierbei werden abgesehen von einer Optimierung der reinen Laserbehandlung auch Kombinationsverfahren entwickelt und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit evaluiert.

Dr. Tammo Ripken
LZH, Leitung Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik
Dr. Jens Wester
LZH, Gruppe Food and Farming

Literatur

<https://www.lzh.de/innovationsfelder/smar-te-agrartechnik>
<https://welaser-project.eu/>

Laser – eine neue Generation von Abwehrsystemen

Die verheerenden Auswirkungen selbst kleinster Drohnen sind seit der Schließung des Flughafens Gatwick im Jahr 2018 für jedermann offensichtlich geworden. Hochdynamische, kleine Ziele wie Klein- und Kleinstdrohnen können mit konventionellen Wirkmitteln nicht sinnvoll bekämpft werden – weder effektiv noch unter Vermeidung von Kollateralschäden.

Lasereffektoren können in Zukunft eine wirksame Ergänzung zu den bestehenden Fähigkeiten sein: Laser stellen eine neue Generation von Abwehrsystemen dar, die Ziele mit Lichtgeschwindigkeit, höchster Präzision und geringstmöglichem Kollateralschaden bekämpfen können. Darüber hinaus ist es bei Laserwaffen möglich, die abgegebene Wirkleistung an das jeweilige Bekämpfungserfordernis anzupassen, so dass die skalierte Leistung etwa zur Zerstörung von Sensoriken eingesetzt werden kann. Sie sind außerdem in Bezug auf die Logistik weniger aufwändig als konventionelle Waffen – jegliche Munitionsbevorratung entfällt.

Auch bei der Bundeswehr wird das Potential von Laserwaffen für zukünftige Anwendungen erkannt. So wurden Lasertechnologien und -effektoren in den vergangenen knapp zehn Jahren intensiv

erforscht und Aktivitäten zur Förderung der Technologiereife mit dem Ziel der Entwicklung eines operativen Laserwaffensystems unternommen.

Wesentlicher Meilenstein dabei war die Bündelung dieser Anstrengungen in einem Demonstrator, der die gesamte Funktionalität von der Aufklärung über die Datenverarbeitung, die Zielzuweisung bis hin zur Bekämpfung mit einem Hochenergielaser in sich vereint. Bereits Ende Juni 2022 wurde der Laserwaffendemonstrator, entwickelt durch die Arbeitsgemeinschaft Hochenergielaser Marinedemonstrator (bestehend aus MBDA Deutschland GmbH und Rheinmetall Waffe Munition GmbH), auf der Fregatte Sachsen eingärüstet, um diesen unter realitätsnahen operativen Bedingungen im maritimen Umfeld zu erproben. Dazu wurde ein umfangreiches Erprobungsprogramm mit verschiedenen Zieltypen an Land, zu Wasser und in der Luft durch das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) entwickelt. Im Rahmen der Erprobung, die das BAAINBw zusammen mit den Spezialisten der Wehrtechnischen Dienststellen 71 und 91 sowie der Deutschen Marine durchgeführt hat, wurde der Demonstrator erfolgreich gegen feindliche Drohnen

und angreifende Flugkörper sowie weitere Ziele erprobt. Die Testergebnisse zeigen: die Laserwaffe hat das Potential, die Fähigkeiten der Bundeswehr sinnvoll zu erweitern.

Wie wirken Laserwaffen?

Laser wirken durch sehr intensive, gebündelte Strahlung im visuellen oder infraroten Spektrum. Die Wirkung von Lasern ist abhängig von der Intensität der Laserleistung auf dem Ziel: diese wird entscheidend geprägt durch die optische Ausgangsleistung der Laserwaffe und die Strahlqualität – aber auch durch weitere Parameter wie die Aperturgröße, atmosphärische Störungen, die die Strahlqualität mit zunehmender Entfernung immer weiter verschlechtern und durch die Haltepunktgenauigkeit auf dem Ziel. Der Haltepunkt ist ein gewählter Punkt auf dem Zielobjekt, der über die Wirkdauer möglichst konstant durch das System verfolgt werden muss. Damit stellt das Tracking eine entscheidende Teilkomponente einer Laserwaffe dar: nur eine hochgenaue, dynamische und effiziente Verfolgung des Ziels ermöglicht eine präzise und effektive Bekämpfung verschiedener Ziele in unterschiedlichen Szenarien.

Tracking für Laserwaffen

MBDA hat im Auftrag der Bundeswehr ein Technologiemuster für ein hochdynamisches und präzises Trackingsystem aufgebaut, das eine Reihe von Alleinstellungsmerkmalen aufweist. Das Tracking erfolgt zweistufig: Das Grobtracking dient der Verfolgung des Ziels und das Feintracking der Verfolgung eines spezifischen Haltepunkts auf dem Ziel. Zur Verbesserung der Performanz des Feintrackings wird eine aktive Beleuchtung durch einen Beleuchtungslaser genutzt. Durch Nutzung von speziellen Verfahren können Vorder- und Hintergründe ausgeblendet werden und damit etwa Rauch und Nebel

sowie z. B. Wolken oder Bäume im Hintergrund ausgeblendet werden. Dies verbessert die Trackstabilität sowie Allwetterfähigkeit und erleichtert die Nutzung des Systems unter Gefechtsfeldbedingungen. Durch vergleichbare Verfahren wird auch das helle Prozessleuchten, das bei der Bekämpfung von Zielen mit einem Hochenergielaser entsteht, ausgeblendet und so der Haltepunkt bis zum Ende der Bekämpfungszeit absolut stabil gehalten und damit die Bekämpfungszeit optimiert.

Die Trackingtechnologie wurde ausgiebig unter verschiedensten Rahmen- und Wetterbedingungen, unter anderem auch unter einsatznahen Bedingungen im Rahmen der Erprobung des Laserwaffendemonstrators auf der Fregatte Sachsen, getestet.

Durch die bei MBDA verwendete Beleuchtung in augensicherer Wellenlänge – die eine Gefährdung des Erprobungspersonals und unbeteiligter Dritter weitgehend ausschließt – unterliegt MBDA bei den Trackingtests keinen wesentlichen Einschränkungen in Bezug auf die Lasersicherheit und hat das Tracking in vielen Versuchskampagnen „auf Herz und Nieren“ geprüft.

Woran arbeitet MBDA derzeit?

Parallel zur Erprobung des Laserwaffendemonstrators auf der Fregatte Sachsen bereitet sich MBDA auf die Folgephase und weitere Anwendungen vor:

Einerseits erarbeitet MBDA dazu Konzepte und Technologien für zukünftige Anwendungen, sowohl auf Marineschiffen, als auch auf weiteren land- oder luftgestützten Plattformen. Dazu wird der MBDA-eigene Demonstrator – aktuell integriert in einem 20-Fuß-Container – genutzt und permanent weiterentwickelt. Dies geschieht insbesondere im Hinblick auf die Optimierung von Tracking- und Bekämpfungsreichweiten aber auch in Richtung Modularisierung und Miniaturisierung. Vor allem werden für diese Aktivitäten die „lessons learned“ aus der Erprobung des Laserwaffendemonstrators genutzt.

So werden beispielsweise verschiedene Designansätze zur Anordnung des Beleuchtungslasers und Hochenergielasers evaluiert. Die Nutzung getrennter Kanäle

für Beleuchtungs- und Hochenergielaser liegt nahe und ist wenig komplex – erfordert aber eine hochgenaue Justage, um sicherzustellen, dass das Ziel in jeder Bekämpfungsrichtung tatsächlich im Kegel des Beleuchtungslasers liegt. Durch ein komplexeres, koaxiales System, bei dem Beleuchtungslaser und Wirklaser die gleiche Apertur und den genau gleichen Pfad nutzen, ist über alle Reichweiten und in jeder Bekämpfungsrichtung die Überlappung sichergestellt. Der Öffnungswinkel des Beleuchtungslasers kann dann wesentlich kleiner gewählt werden und die Energie des Beleuchtungslasers kann somit deutlich effizienter genutzt werden. Dies führt zu deutlich höheren Trackreichweiten, die andernfalls nur mit einer signifikant höheren Laserleistung des Beleuchtungslasers erreicht werden könnten. MBDA konnte dieses Vorgehen mit dem eigenen Demonstrator erfolgreich realisieren.

Weiterhin wird die unabhängige Richtbarkeit von Grobtracking- und Feintrackingplattform erprobt. Damit kann während der Bekämpfung und des Feintrackings eines Ziels schon das nächste Ziel für die Bekämpfung ausgewählt und mit dem Grobtracking verfolgt werden. Dies minimiert die Zielwechselzeiten und bietet Verbesserungen bei der Bekämpfung von Drohnen Schwärmen.

Durch ein quellenoffenes Konzept beim Demonstrator können unterschiedlichste Hochenergie-Laserquellen eingebunden werden, die zum jeweiligen Zeitpunkt der Laserwaffenentwicklung marktfähig und für das jeweilige Anwendungsszenarium am besten geeignet sind.

Neben den gerade beschriebenen Arbeiten zu den komplexeren Anwendungen von Laserwaffensystemen der Zukunft gibt es aber auch Anwendungsmöglichkeiten für deutlich kleinere, bis hin zu tragbaren, Laserwaffen. Auch im Hinblick auf diese Anforderungen hat MBDA ein Konzept und Technologien entwickelt, die in einem ersten Labormuster umgesetzt wurden.

Natürlich liefert dieser kleine – aktuell von zwei Soldaten tragbare Laser – nicht die gleiche optische Ausgangsleistung sowie Einsatzdauer und besitzt kein komplexes System für ein dynamisches Tracking,



Mobiles Laserwaffensystem

wie etwa der Laserwaffendemonstrator auf der Fregatte Sachsen. Damit ist das Zielspektrum aktuell beispielsweise auf statische Ziele beschränkt. Mit diesem Demonstrator sollen vielmehr die Fähigkeiten einer Laserwaffe für einen mobilen Einsatz von Infanterie, Spezialkräften und anderen Sicherheitskräften gezeigt werden.

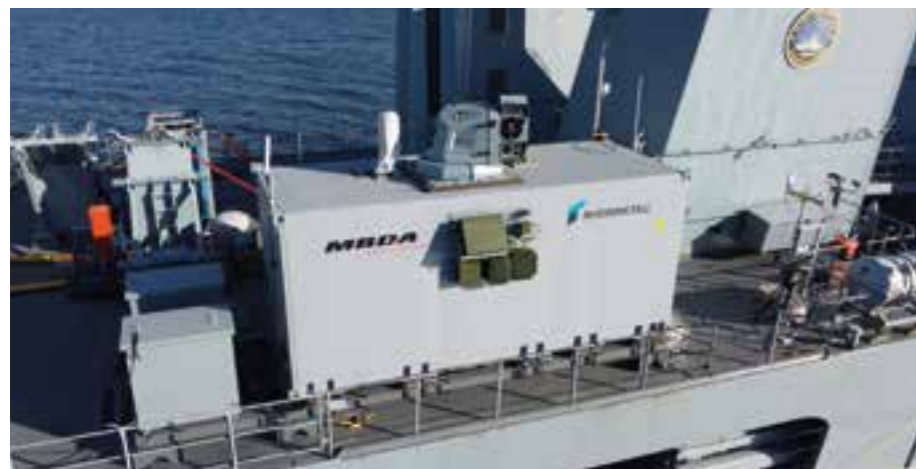
Fazit

MBDA hat wertige und wichtige Technologien für zukünftige Laserwaffensysteme vorbereitet. Diese kommen zur Anwendung sowohl im Laserwaffendemonstrator auf der Fregatte Sachsen, als auch in den MBDA-eigenen Demonstratoren, containerisiert wie tragbar.

Zukünftige Anwendungen von Laserwaffensystemen umfassen plattformbasierte Waffen auf maritimen und landbasierten sowie langfristig ggf. auch luftgestützten Einheiten ebenso wie kleine, tragbare Systeme.

Ziel ist es, alle notwendigen Technologien für zukünftige Laserwaffensysteme zu erproben und die Technologiereife soweit voranzutreiben, dass eine anschließende Entwicklungsphase für passgenaue operative Anwendungen gestartet werden kann – und das im ständigen Austausch mit der Bundeswehr.

Doris Laarmann
Leiterin Laserwaffensysteme MBDA
Deutschland GmbH



Laserwaffe auf der Fregatte Sachsen

Scanning Laser Optical Tomography Flexible 3D-Bildgebung mit dem Laser

Seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahr 1895 hat sich der Einsatz von zerstörungsfreien bildgebenden Verfahren erheblich erweitert. Das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) hat einen spannenden laserbasierten Tomographen entwickelt, um biologische, technische und hybride Proben auf der Mesoskala (einige Mikrometer bis wenige Zentimeter) zu untersuchen. Die hochflexible Technik kann in vielen Forschungsbereichen neue Erkenntnisse liefern. Die mikroskopische Bildgebung ist seit jeher

von großem Interesse in der industriellen und biomedizinischen Forschung. Vor allem zerstörungsfreie Techniken bieten den Forschenden große Vorteile. Eines dieser Verfahren ist die tomografische Bildgebung, bei der ein Objekt in virtuelle Schnitte zerlegt wird, ohne dass ein physisches Schneiden erforderlich ist. Bekannte Beispiele für diese Methode sind die medizinische Ultraschalluntersuchung oder die Röntgentomographie. Ein ähnlicher Ansatz wird am Laser Zentrum Hannover verfolgt, wobei Licht anstel-

le von Röntgenstrahlen eingesetzt wird: Der Scanning Laser Optical Tomograph (SLOT) ist ein laserbasiertes Gerät, das tomografische Daten von Proben bis zu einer Größe von wenigen Zentimetern erfasst.

Qualitätskontrolle von Implantaten oder Bildgebung von 3D-Zellstrukturen: Der Anwendungsbereich von SLOT ist vielseitig

Bei SLOT wird ein Laserstrahl über eine Probe gescannt und dabei zum Beispiel die Restintensität des einfallenden Laserlichts, das gestreute Licht oder angeregte Autofluoreszenz gemessen. Das Ergebnis ist ein zweidimensionales Bild der Probe im jeweiligen Kontrastmodus. Die Erfassung vieler dieser Bilder in Kombination mit einer 360°-Drehung der Probe ergibt einen vollständigen Datensatz, der dann rekonstruiert werden kann, um eine vollständige dreidimensionale Darstellung zu erhalten. Die verschiedenen Kontrastkanäle können gleichzeitig verwendet werden. Neben Autofluoreszenz wird zusätzlich häufig auch Fluoreszenz für biologische Proben verwendet, da sie es den Forschern ermöglicht, zwischen gefärbten Zelltypen oder Gewebeschnitten zu unterscheiden.

Der Parameterraum für typische SLOT Messungen wird beispielsweise mit einfachen Laserdioden im UV- bis Infrarot-Wellenlängenbereich mit wenigen Milliwatt Leistung im cw-Betrieb (continuous wave – dauerhaft emittiert) beschrieben. Dabei können Proben unaufgeklärt bis zu 1 mm, aufgeklärt sogar bis in den Zentimeterbereich dargestellt werden.

Da SLOT in hohem Maße anpassbar ist, hat es in der wissenschaftlichen Forschung bereits großes Potenzial gezeigt. Die zerstörungsfreie Technik ist besonders für die Qualitätskontrolle von

technischen, biologischen oder hybriden Proben interessant. Dazu können sowohl zelluläre Konstrukte als auch Implantate gehören.

Das Einsetzen der empfindlichen Cochlea-Implantate in das Innenohr erfordert beispielsweise großes chirurgisches Geschick und eine umfassende Ausbildung. Untersuchungen der Implantatstelle ermöglichen es, die Qualität des Einsetzens sowie Gewebemerkmale, wie z. B. Entzündungen, zu bewerten (Abb. 1). Eine weitere Anwendung ist die Abbildung von 3D-Zellclustern. Solche zellulären Sphäroide werden zunehmend bei der Prüfung von Substanzen und der Entwicklung von Medikamenten eingesetzt, da sie die menschliche Physiologie genauer abbilden als die entsprechenden 2D-Zellmonolayer (Abb. 2). Ihre Herstellung erfordert jedoch eine Qualitätskontrolle, um sowohl die korrekte Form als auch die inneren Eigenschaften der 3D-Konstrukte sicherzustellen. SLOT kann für solche Kontrollmessungen eingesetzt werden: Dank seiner hohen Empfindlichkeit wird das bei anderen Mikroskopiertechniken oftmals auftretende Photobleaching auf ein Minimum reduziert. Die gleichzeitige Messung von Absorption und Fluoreszenz reduziert zudem die Aufnahmezeit.

SLOT: Eine flexible und kosteneffiziente Lösung für die 3D-Bildgebung auf der Mesoskala

Ein einfacher SLOT-Aufbau kann zu einem Bruchteil der Kosten anderer 3D-Systeme, wie z. B. Lichtblatmikroskope, erstellt werden. Darüber hinaus zeichnet sich das gesamte System durch ein kompaktes Design aus, was es als erschwingliches Tischgerät für Laboranwendungen interessant macht. Kundenspezifische Erweiterungen des Grundaufbaus sind möglich, um zusätzliche Bildinformationen zu nutzen. Neben Absorption, Streuung und Fluoreszenz wurde mit dem tomographischen Gerät auch die Bildgebung mit der Generation der zweiten Harmonischen (Second Harmonic Generation SHG) demonstriert. Dies wurde durch die Verwendung eines fs-Lasers (1 Femtosekunde $fs = 10^{-15} s$) anstelle von Laserdioden realisiert. Die SHG-Bildgebung von gewebeeigenen Kollagenetzwerken ist

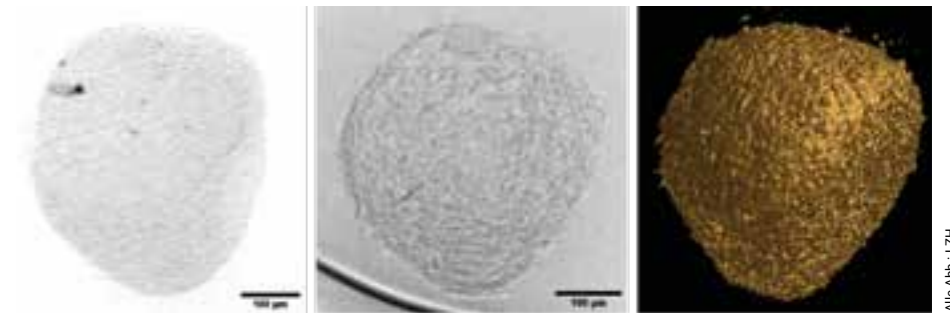


Abb. 2: Humaner Zellsphäroid aus Knochenzellen, aufgenommen mit dem SLOT. Links: Die originale SLOT Aufnahme, die durch die Absorption der Laserintensität entsteht. Mitte: Ein mit Hilfe von Computeralgorithmen rekonstruiertes Schnittbild aus dem Inneren des Sphäroids. Rechts: Der Sphäroid, dargestellt als 3D-Modell, zusammengesetzt aus den rekonstruierten Schnittbildern

in der Biologie von besonderem Interesse, da sie die ursprüngliche Gewebestruktur ohne zerstörende Schnitte offenbart. Eine neuere Entwicklung ermöglicht die hyperspektrale tomographische Bildgebung: Ein Fluoreszenzspektrometer wurde in den Aufbau integriert, und die Laser wurden durch eine Weißlichtquelle ersetzt, um zusätzliche spektrale Informationen zu erfassen. Die Methode kann 3D-Darstellungen von jeder annähernd optisch klaren Probe (d. h. Proben mit homogenem Brechungsindex) erzeugen. Biologische Proben können mit einer Reihe von etablierten Clearing-Protokollen behandelt werden. Selbst Hartgewebe wie Knochen und Zähne können auf diese Weise behandelt werden. Dabei bleiben sowohl Hart- als auch Weichgewebemorphologie vollständig erhalten. Transparente technische Proben sind ebenfalls für die Untersuchung geeignet. Durch die Rotation der Probe erzeugen intransparente Strukturen wie Implantate oder andere Einschlüsse keine Artefakte bei der Bildaufnahme, sondern können als Teil der Probe abgebildet werden. SLOT ist daher auch für die Qualitätskontrolle z. B. in der additiven Fertigung geeignet, um beispielsweise Rückschlüsse auf mehrschichtige Designs zu ziehen und den Druckprozess zu verbessern. Auch intransparente Proben können abgebildet werden, wenn nur die Oberfläche von Interesse ist. Durch die Verwendung unterschiedlicher Wellenlängen ist es möglich, zwischen verschiedenen Oberflächenkomponenten zu unterscheiden, z. B. bei der Darstellung eines bakteriellen Biofilms auf einer Zahnschraube aus

Metall. Die vollständige Rotation der Probe ermöglicht dann eine genaue Bewertung des Biofilmwachstums. Kontinuierliche Forschung wird die technischen Grenzen der SLOT-Technik definieren. Die Automatisierung des Aufbaus führt zu einem benutzerfreundlichen Gerät, das seinen Zweck in verschiedenen Disziplinen erfüllen kann. SLOT ist daher eine vielseitige Lösung für die 3D-Darstellung verschiedener Proben auf der Mesoskala.

Dr. Tammo Ripken

LZH, Leitung Abteilung Industrielle und Biomedizinische Optik

Dr. Sonja Johannsmeier

Laser Zentrum Hannover e.V.

Head of Biophotonics Group

Literatur

Bode, K., Nolte, L., Kamin, H., Desens, M., Ulmann, A., Bergmann, G. A., Betker, P., Reitmeier, J., Ripken, T., Stern, M., Meyer, H., & Bicker, G. Scanning laser optical tomography resolves developmental neurotoxic effects on pioneer neurons. *Scientific Reports* 10(1), Article number 2641 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59562-7>

Kellner, M., Heidrich, M., Lorbeer, R. A., Antonopoulos, G. C., Knudsen, L., Wrede, C., Izykowski, N., Grothausmann, R., Jonigk, D., Ochs, M., Ripken, T., Kühnel, M. P., & Meyer, H. A combined method for correlative 3D imaging of biological samples from macro to nano scale. *Scientific Reports* 6(1), Article number 35606 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep35606>

Schulze, J., Nolte, L., Lyutenski, S., Tinne, N., Heinemann, D., Ripken, T., Willaredt, M. A., Nothwang, H. G., Lenarz, T., & Warnecke, A. Scanning laser optical tomography in a neuropathic mouse model. *HNO*, 67, 69–76 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00106-019-0654-2>



Abb. 1: Explantierte murine Cochlea nach dem Einsetzen eines Cochlea-Implantats. Das Gewebe wurde vor der Aufnahme optisch aufgeklärt. Die 360°-Rotation im SLOT erlaubt eine Beurteilung der Implantationsqualität

Interferenzen im Rampenlicht

In diesem Artikel geht es um unerwartete Dinge: Glasscherben, Kleber, und einen tschechischen Szenografen. Es ist die Geschichte des Bühnenlasers BL70 von Siemens, Objekt Nummer 2007-1202 der Sammlung des Deutschen Museums.

Ein ästhetischer Reiz

Die Geschichte beginnt in den späten 1960er Jahren. In den Münchner Laboren der Firma Siemens beschäftigten sich Gerhard Winzer, Wolfgang Bergfeld, Achim Reichelt und Reinhard Schober – das WiBerg-Team – mit der kaum zehn

Jahre alten Technologie des Lasers. Praktische Anwendungen kannten die vier Herren zu genüge: Datenübertragung, Vermessungswesen, Metallbearbeitung, die Kernfusion (auch damals schon!), Chirurgie und Augenheilkunde, holographische Datenverarbeitung, und vieles mehr. Aber ihr Interesse weckte etwas Anderes: Lichtverteilungen, „die außer dem wissenschaftlichen Aussagewert auch einen ästhetischen Reiz ausüben, der zum gestaltenden Spielen geradezu herausfordert.“ Zur gleichen Zeit suchte Josef Svoboda, der erwähnte tschechische Szenograf, nach immer neuen Wegen, um mit Licht sphärisch-abstrakte Bühnenlandschaften zu schaffen. Ein Besuch bei Siemens machte ihn auf die Möglichkeiten des Lasers aufmerksam. Ermutigt durch Svoboda und in engem Austausch mit ihm entwickelte das WiBerg-Team ein schlüsselfertiges System, den Bühnenlaser BL70. Seinen ersten Einsatz hatte er am 14. Juli 1970 bei der Eröffnung der Münchner Opernfestspiele: Svoboda nutzte das Lasersystem für das Bühnenbild für Mozarts Zauberflöte.

Wellenphänomene

Mit 600 kg auf fast fünf Kubikmetern war der Bühnenlaser ein wuchtiges System. Das Licht lieferten zwei Ionenlaser mit 0,7 Watt und 1,6 Watt Leistung. Zum Vergleich: Für frei verkäufliche Laserpointer liegt die maximale Leistung nach deutschen Normen bei einem Milliwatt.

Aus heutiger Sicht funktionierte der Bühnenlaser nach einem recht unerwarteten Prinzip. In den uns heute vertrauten Lasershows liefert der Laser einen perfekt geraden Lichtstrahl. Der Rest ist geometrische Optik, die komplexe Figuren auf Leinwände oder in den Nebel zeichnet. Das WiBerg-Team und Svoboda nutzten hingegen die Wellennatur des Lichts. Anders als herkömmliche Lichtquellen liefert der Laser kohärentes Licht, also

Wellen im perfekten Gleichtakt. Wenn solche Wellen aufeinandertreffen, kommt es zur Interferenz: An manchen Stellen löschen sich die Wellen gegenseitig aus – Licht und Licht ergibt plötzlich Schatten!

Scherben fürs Museum

Besonders spannende Interferenzerscheinungen entstehen, wenn Licht an komplexen oder chaotischen Strukturen gestreut wird. Dann entstehen Muster, die kaum vorhersehbar sind, und weiche, fast schon organische Übergänge von Licht und Schatten auf der Bühnenleinwand. Im Siemens-Bühnenlaser wurden sogenannte Strukturkörper in den Strahlengang eingebracht und dort verschoben und gedreht. In den Sammlungen des Deutschen Museums sind 110 fein säuberlich nummerierte Glasscheiben in vier langen Holzkassetten erhalten geblieben. Neben

Butzenscheiben oder Riffelglas finden sich auch mit Kleber verschmierte Scheiben oder solche, die mit Glasscherben beklebt sind. Die zusätzlichen transparenten Schichten und die eingeschlossenen Luftbläschen dienten als Streuzentren zur Erzeugung noch komplexerer Bilder.

Die Interferenzbilder passten zum Zeitgeist. Ebenfalls um 1970, aber in Kalifornien, entwickelte die Physikerin Elsa Garmire (heute emeritierte Professorin in Dartmouth) ein ganz ähnliches System für Lasershows. Mit dem psychedelischen Film „Death of the Red Planet“ schafften es ihre Laserbilder 1973 auf die Titelseite der Zeitschrift American Cinematographer. Doch Garmire kehrte der Kunst kurz darauf wieder den Rücken. Auch die Spuren des Bühnenlasers verlieren sich Mitte der 1970er Jahre. Im Jahr

2007 fand er schließlich seinen Weg ins Deutsche Museum. Ein Glücksfall! Ab Mitte 2024 können Sie die Spuren der Arbeit des WiBerg-Teams in der neuen Ausstellung „Licht und Materie“ bewundern und in einem interaktiven Versuchsaufbau auch Ihre eigenen kohärenten Lichtkunstwerke erzeugen.

Eckhard Wallis

Deutsches Museum München

Zum Weiterlesen

G. Winzer, W. Bergfeld, A. Reichelt, R. Schober: Lasergrafie. Verlag G.D.W. Callwey, München 1975
P. McCray: Making Art Work. The MIT Press, Cambridge, MA, 2020

Beide Bücher finden Sie in der Präsenzbibliothek des Deutschen Museums.



Vorführung des Bühnenlasers auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin 1971



VDI München

Bewerben Sie sich noch für den VDI Preis 2023!

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern e.V. lobt jährlich den VDI Preis für außerordentliche Ingenieurleistungen aus allen technisch-wissenschaftlichen Bereichen aus.

Ihre Bewerbung richten Sie bitte an bv@vdi-sued.de, Einsendeschluss ist der 14. September 2023
Informationen und Teilnahmebedingungen unter: www.vdi-sued.de/vdi-vor-ort/vdi-preis

Der Vorstand des VDI BV München, Ober- und Niederbayern

VDI München Elektronik ist das Fundament der modernen Welt Werksbesichtigung bei Lacon Electronic in Karlsfeld



Gruppenbild mit den Besuchern des VDI BV München, Ober- und Niederbayern e.V. bei der Lacon-Gruppe in Karlsfeld. Auf VDI-Seite wurde der Besuch von Albert Sölter (6. v. r.) vom VDI Arbeitskreis Aktuelles Forum Technik organisiert

Im Rahmen einer Werksbesichtigung hatten 14 Teilnehmer des VDI BV München, Ober- und Niederbayern e.V. Gelegenheit, die Produktion der Lacon Electronic in Karlsfeld kennenzulernen. Nach der Begrüßung durch Marketingleiter Dr. Mark Hempelmann und COO Afrem Alfa wurden sie von Sales Director Alexander Ostermeier und Sales Manager Michael Berchie durch die Produktion des Elektronikspezialisten geführt. Auf VDI-Seite wurde der Besuch von Albert Sölter vom VDI Arbeitskreis Aktuelles Forum Technik organisiert.

Schlüsselkomponenten für Energiewende

Lacon-Electronic fertigt als Original Design Manufacturer (ODM) für Firmen vieler Branchen elektronische Produkte, Komponenten und Baugruppen. Und

zunehmend verantwortet der Elektronikspezialist neben der reinen Fertigung alle Prozessschritte von der Produktidee, über Design und Industrial Engineering, Produktion bis zum After Sales Service für viele bekannte und noch mehr unbekannte Unternehmen weltweit. Dr. Mark Hempelmann in seiner Einleitung: „Wir sind so etwas wie ein Hidden Champion, aber unseren Namen sehen Sie in der Regel nicht auf oder in den Artikeln. Denn viele Elektronikprodukte, die Sie täglich benutzen und auf denen bekannte Logos oder Firmennamen prangen, sind von uns entwickelt und gefertigt.“

Die Unternehmensgruppe beschäftigt über 630 Mitarbeiter an den Standorten Karlsfeld (bei München) und Galați (Rumänien). Die Division Unit Euroconnectors, ebenfalls am Standort Karlsfeld, vertreibt herstellerunabhängig Steck-

verbindungen, Kabel und Zubehör, und im niederbayerischen Geisenhausen ist der Sitz der Tochtergesellschaft Querom, die auf die Entwicklung kundenspezifischer Hochleistungselektronik mit dem Schwerpunkt DC/DC-Wandler spezialisiert ist. Diese sind Schlüsselkomponenten für die Energiewende, denn regenerative Energiequellen und Batterien arbeiten mit Gleichstrom.

Bedeutung lokaler Partner nimmt wieder zu

Die Gäste besuchten auf ihrem Rundgang das Steckercafe von Euroconnectors und konnten hier kurz in die Welt der Steckverbinder eintauchen. So lernten sie etwa, dass mit der zunehmenden Digitalisierung auch die richtige Auswahl der Steckverbindungen immer wichtiger wird, und der Trend zur Miniaturisierung entsprechend kleinere Steckverbindungen voraussetzt.

Im weiteren Verlauf des Rundgangs erfuhren sie Details zum Industrial Engineering der elektronischen Komponenten und Produkte, zur Beschaffung der erforderlichen Teile und Materialien und der Lieferkettenproblematik der Elektronikbranche im allgemeinen sowie im speziellen der Vorteile für die Kunden, die sich auch in Krisenzeiten auf die bewährte Supply Chain von Lacon verlassen können. „Seit Corona und den damit verbundenen Nachschub-Unterbrechungen stellen wir fest, dass immer mehr Firmen wieder die Zusammenarbeit mit zuverlässigen Partnern vor Ort suchen“, erklärte Dr. Mark Hempelmann. „Das ist quer durch alle Bereiche der Elektronikbranche zu beobachten.“

In der Fertigung konnte die Besuchergruppe dann u.a. die Bestückung der Leiterplatten live erleben. Leiterplatten – auch

Platinen genannt – sind das Herz und Hirn aller elektronischen Geräte: Sie schicken die elektronischen Signale von Sender zu Empfänger, übertragen die Daten und bilden so das Fundament der digitalisierten Welt. Die Leiterplattenbestückung ist dadurch charakterisiert, dass viele Bauteile unterschiedlicher Hersteller automatisiert in hoher Geschwindigkeit von oft mehr als 100.000 Bauteilen je Stunde auf einer Leiterplatte bestückt werden.

Rückgrat elektronischer Produkte

Sind die Leiterplatten Herz und Hirn, dann sind Kabelbäume das Rückgrat von Elektronik- und Elektroprodukten: In der Kabelkonfektionierung konnten die Gäste beobachten, wie aus einem Gewirr an Kabeln, Steckern, Hülsen und Kontakten einbaufertige Kabelbäume für die unterschiedlichsten Anwendungen und Produkte entstehen.

In mehreren Qualitätssicherungsstationen wurden ihnen dann die verschiedenen Inspektions- und Kontrollverfahren demonstriert, die sicherstellen, dass die hergestellten Produkte den erforderlichen Standards entsprechen. Dazu gehören beispielsweise Abzugstests, Schlibbilder, Materialanalysen und Stichprobenkon-



Serienfertigung in der Gerätemontage bei Lacon: Hochmoderne Technologie und Präzision verleihen den fertigen Produkten die Perfektion und Qualität, die es dem Elektronikspezialisten ermöglicht, trotz globalem Wettbewerb erfolgreich am Markt zu bestehen

trollen. So wurde etwa im In-Circuit-Testing (ICT) gezeigt, wie die Funktionalität der Leiterplatte und der elektronischen Bauteile überprüft wird.

In der Montage beobachteten die interessierten Besucher zum Abschluss ihres mehrstündigen Rundganges am Beispiel von eAuto-Ladesäulen, die Lacon für den Partner Qwello fertigt, die Verkabelung und den Einbau der Komponenten. Die Ladesäulen inklusive der gesamten Ladeinfrastruktur stellt Qwello interessierten Städten und Gemeinden durch ein ausgeklügeltes Geschäftsmodell kostenlos zur Verfügung.



Lacon fertigt für den Partner Qwello die Ladesäulen für eAutos. Ladesäulen inklusive der gesamten Ladeinfrastruktur stellt Qwello interessierten Städten und Gemeinden durch ein ausgeklügeltes Geschäftsmodell kostenlos zur Verfügung

„Roter Teppich ausgerollt“

In der abschließenden Fragerunde konnten Dr. Mark Hempelmann, Alexander Ostermeier und Michael Berchie dann noch alle restlichen offenen Fragen zu technischen und organisatorischen Details der Elektronikfertigung klären. Die Besucher bekamen mit der Besichtigung ein klares Bild davon, wofür Lacon steht: ein innovatives Elektronikunternehmen mit einem hochmotivierten Team, kurzen Entscheidungswegen und einer ausgezeichneten Unternehmenskultur, das sich durch seine hohe Kundenorientierung zu einem der Top 20 Electronic Manufacturing und Service-Dienstleister in Deutschland entwickelt hat.

VDI-Organisator Albert Sölter fasste den Eindruck der Besuchergruppe so zusammen: „Welche Firma wir auch immer besuchen, wir sind willkommen. Bei Lacon allerdings hat man uns einen roten Teppich ausgerollt, so breit und so dick, das hatten wir noch nie erlebt. Wir fühlten uns außerordentlich umsorgt, geführt und an jedem Ort mit kompetenten und ausführlichen Erklärungen versorgt, die auf Nachfragen klar und erschöpfend ergänzt wurden. Wir haben viel gesehen und gelernt. Ein Firmenbesuch, für den wir eine glatte ‚Eins mit Sternchen‘ ins Zeugnis schreiben möchten. Danke!“

Albert Sölter

VDI München

Generative KI wie ChatGPT in der Arbeitswelt

Die rasante Entwicklung der künstlichen Intelligenz (KI) hat in den letzten Jahren zu tiefgreifenden Veränderungen in vielen Lebensbereichen geführt. Insbesondere bei der Generativen KI, wie beispielsweise ChatGPT in seiner neuesten Version, sind beeindruckende Fortschritte zu verzeichnen.

Im VDI Arbeitskreis „Unternehmer und Führungskräfte“ wollten rund 90 Interessierte beim online Themenabend mehr über Generative KI und deren Möglichkeiten erfahren.

Referent Dr. Matthias Stephan machte anhand vieler Beispiele deutlich, wie sich ein Werkzeug wie ChatGPT nutzen lässt und wie sehr KI die Arbeitswelt beeinflusst.

Was ist Generative KI?

Generative KI ist eine Technologie, die automatisch Inhalte wie Texte, Bilder und sogar Softwarecode erstellt. Dr. Stephan nahm das Publikum mit durch die Geschichte der KI und stellte ChatGPT als ein prominentes Beispiel für Generative KI vor. Im Laufe des Themenabends wurden zwei zentrale Thesen intensiv diskutiert:

- Es ist nicht die KI selbst, die die eigene Position gefährdet, sondern der Wettbewerber, der KI als Instrument in seiner Arbeit effektiv einsetzt.
- Trotz ihrer beeindruckenden Fähigkeiten bleibt KI ein Werkzeug und kann die Einzigartigkeit menschlicher Kreativität nicht ersetzen.

Arbeitsplatz 2.0 – Transformation der Arbeitsumgebung

Der Einsatz Generativer KI am Arbeitsplatz verbessert die Effizienz und ermöglicht es den Mitarbeitern, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren. Als konkretes Beispiel für KI-Anwendung wurde Microsoft 365 Copilot diskutiert. Ein Tool, das große Sprachmodelle mit Microsoft

Graph-Daten kombiniert und direkt in Microsoft 365-Anwendungen wie Word, Teams, Outlook, PowerPoint oder Excel integriert ist. Es agiert wie ein Copilot, der in Echtzeit intelligente Unterstützung bietet und so die Produktivität der Benutzer erhöht.

Business-Anwendungen mit Generativer KI

- **Produktentwicklung** | KI reduziert bei der Erstellung von Prototypen Zeitaufwand und Kosten, prüft Syntax und Struktur oder liefert Simulationsumgebungen für realitätsnahe Szenarien. Tools wie GPT Engineer, ein Codegenerierungstool basierend auf GPT-Sprachmodellen, erspart Softwareentwicklern viel Zeit, da schon aus einem einzigen Prompt eine gesamte Codebasis generiert wird.
- **Marketing** | Generative KI erstellt automatisiert Inhalte für Produktbeschreibungen, Presseartikeln etc. oder unterstützt zumindest inspirativ. Komplexere Prozesse wie automatisierte Social-Media-Updates mit Texten und Bildern lassen sich effizient bewältigen.
- **Geschäftsleitung** | KI hat das Potenzial, bei der Automatisierung von alltäglichen Aufgaben und Informationsverwaltung zu unterstützen. KI-Agenten wie AutoGPT, eine KI-Technologie basierend auf dem GPT-4-Modell von OpenAI, fungieren als persönliche Assistenten, z. B. bei Meeting-Planung, Überwachung von Aufgaben und Projekten wie auch Beantwortung von Emails. Durch maschinelles Lernen passen sich solche KI-Assistenten an die Präferenzen der Leitung an und bieten maßgeschneiderte Unterstützung.

Fazit

Dr. Stephans Vortrag gab umfassende Einsicht, wie intelligente Werkzeuge die



Dr. Matthias Stephan Gründer und Geschäftsführer Quandes GmbH

Arbeitswelt und das tägliche Leben revolutionieren werden. Generative KI ersetzt nicht die menschliche Kreativität, kann jedoch die Arbeitsbelastung erheblich reduzieren und den Fokus auf die wesentlichen Aspekte lenken. Ausgiebig diskutiert wurden die vielfältigen ethischen und rechtlichen Aspekte, die unkontrollierte KI-Einsätze mit sich bringen können und auch, dass falsche Inhalte gezielt zur Desinformation genutzt werden. Befürwortet wurde, dass es Regularien geben muss, so wie derzeit das Europäische Parlament an einer Verordnung arbeitet, die sicherstellen soll, dass die in der EU eingesetzten KI-Systeme sicher, transparent, nachvollziehbar, nicht diskriminierend und umweltfreundlich sind. KI-Systeme sollten von Menschen und nicht von der Automatisierung überwacht werden, um schadenbringende Ergebnisse zu unterbinden.

Die KI-Revolution in der Arbeitswelt hat schon längst begonnen, und dieser VDI Arbeitskreis wird KI mit all seinen Auswirkungen immer wieder ansprechen.

*Dr. Matthias Stephan
Gründer und Geschäftsführer
Quandes GmbH
Dipl.-Ing. Christa Holzenkamp
Leitung VDI AK Unternehmer und
Führungskräfte*

VDI FIB Nürnberg

Was tun, wenn's brennt?

Wann darf ich die Feuerwehr nicht rufen? „Wie viele Fehlalarme gibt es?“ „Was kann ich selbst tun, wenn es brennt?“ Dies sind nur einige von vielen Fragen, welche die Mitglieder des Netzwerks Frauen im Ingenieurberuf (FIB) zum Besuch auf der Feuerwache 5 am 15. Juni mitgebracht hatten. In einer lockeren Atmosphäre stellte uns unser Netzwerkmitglied Heike Greb die Feuerwehr Nürnberg im Allgemeinen, die Feuerwache 5 und ihren Alltag als Wachabteilungsführerin vor und gab Tipps für den Brandfall.

Als erste Frau in der Position als Wachabteilungsführerin leitet sie eine der 15 Wachabteilungen der Berufsfeuerwehr Nürnberg, welche im 24-h-Einsatzdienst tätig sind. Während auf der Wache u. a. der Tagesablauf, die anstehenden Arbeiten und die Ausbildung zu organisieren sind, führt sie bei Alarm als Zugführerin einen Lösch- oder Hilfeleistungszug. Der Löschzug setzt sich in Nürnberg aus zwei Löschfahrzeugen, einer Drehleiter und einem Kleinalarmfahrzeug zusammen und ist mit 17 Feuerwehrleuten besetzt.

Nicht auf jeder der fünf Feuerwachen in Nürnberg ist ein vollständiger Löschzug stationiert, und es gibt verschiedenste Sonderfahrzeuge; daher werden im Einsatz häufig Fahrzeuge von mehreren Wachen alarmiert. Die Feuerwache 5 besetzt als Sonderfahrzeug den Einsatzleitwagen 2. Dieser bietet Raum und Ausstattung zum Führen und Koordinieren größerer Einsatzlagen.



Die Frauen des FIB-Netzwerks Nürnberg beim Besuch auf der Feuerwache 5

Weiterhin übernimmt jede Wache bestimmte Aufgaben für die ganze Feuerwehr, so ist zum Beispiel das Füllen und Prüfen der Feuerlöscher sowie die Schlauchwäsche und -reparatur auf der Feuerwache 5 untergebracht. Für Letzteres wird der markante, rote Schlauchturm als Trockenraum genutzt.

Der Schlauchturm selbst wurde aufgrund der vielen interessierten Fragen aus Zeitgründen nicht mehr begangen, aber ein sehr wichtiges Rettungsmittel, die Drehleiter, konnten wir noch in Aktion erleben, wie sie auf fast 30m Höhe ausgefahren wurde. Ebenso wurde auch noch näher auf die Frage nach dem bestmöglichen Verhalten im Brandfall eingegangen.

So wurde in einem kurzen Film demonstriert, wie schnell sich ein Feuer ausbreiten kann und wie wichtig eine frühzeitige Erkennung u.a. durch Rauchmelder ist. Nach dem Notruf (112) kann dann besonders die Zeit bis zum Eintreffen der

Feuerwehreinheiten noch sinnvoll genutzt werden. So sollten – ohne sich selbst zu gefährden – möglichst alle Personen aus dem betroffenen Bereich evakuiert bzw. Informationen über deren Aufenthaltsort gesammelt werden. Auch der Schlüssel zum Objekt und der Hinweis auf den kürzesten Weg zum Brandraum können weiterhelfen und sollten an die erst-eintreffende Führungskraft der Feuerwehr weitergegeben werden. Sollte ein Löschversuch ohne Eigengefährdung möglich sein, kann dieser zum Beispiel mit einer Löschdecke oder einem Feuerlöscher unternommen werden. Den Einsatz letzterer konnten wir dann als Abschluss mit Übungslöschern im Hof selbst praktisch ausprobieren.

Es war wieder ein toller FIB-Netzwerkabend, den wir gemütlich in der Pizzeria haben ausklingen lassen.

*Heike Greb und
Dr.-Ing. Verena Schmidt*

VDI BG Ansbach

Autarctech Burgoberbach: Die mit den ausgeglichenen Solarspeichern

Der Besuch der Ansbacher Bezirksgruppe des VDI-Bezirksvereins Bayern Nord-Ost bei der Autarctech GmbH brachte viele Mitglieder des Ingenieurvereins ins Grübeln. Denn der Solarstrom-Speicher-Hersteller aus Burgoberbach, Kreis Ansbach, nutzt als einer von sehr wenigen deutschen Anbietern „Active Balancing“, um die Unterschiede

bei der Spannung zwischen den Batteriezellen auszugleichen.

„Die Energiewende wird nichts werden ohne Speicher. Das ist seit vielen Jahren bekannt“, sagt Matthias Bäuerle. Doch der Geschäftsführer der Autarctech GmbH weiß auch, dass erst in den letzten gut zehn Jahren die Speicherung von Solar- oder Windstrom zum Ausgleich von

Nacht- oder Flauten-Lücken hierzulande ernsthaft vorangetrieben wird.

Dieser Zeitraum stimmt in etwa mit der Historie der Firma überein. Gründer Werner Zenke hatte schon damals als wesentlichen „Unternehmensgegenstand die Herstellung, den Vertrieb und die Installation von Energiespeichern für alle Arten von regenerativen Energieerzeugungsanlagen“ eingetragen. Dazu zählen natürlich Solarstromspeicher. Mitte 2018 übernahm Matthias Bäuerle die Geschäftsführung. Und etwa ein Jahr später wurde „intelligente Batterie“ als Gebrauchsmuster geschützt und zum Patent angemeldet. Inzwischen ist der Schutz aber erloschen.

Das Speicher-Angebot von Autarctech greift wesentlich weiter. Zwar steht weiterhin im Zentrum die Kompetenz beim Batteriemangement. Dabei setzt man ganz konkret auf einen Chip des Typs LTC 3300 vom Hersteller Advanced Technologies. Der wird verbaut auf einem eigenentwickelten „6-Layer-Board“, also einer sechslagigen Leiterplatte. Diese enthält die Steuerelektronik für jenes „Active Balancing“, also den ständigen Spannungsabgleich auf elektronischer Basis zwischen den einzelnen Batteriezellen. Damit ist das fränkische Unternehmen einer von wenigen Anbietern hierzulande.

Schon 2013 startete hier die Entwicklung dieser speziellen Art von Energiemanagement für Speicherbatterien – heute ist er Standard bei Autarctech. „Normal ist Balancing passiv, der Ausgleich der Zellen erfolgt über Widerstände. Dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Das Besondere bei uns: Die Energie wird laufend hin- und hergeschaufelt“ und eben nicht als Wärme freigesetzt, also energiesparend, klärt Bäuerle die VDI-Besuchergruppe auf.

Dieses Active Balancing führe laut dem Geschäftsführer nicht nur zu einer um

30 Prozent höheren Lebensdauer neuer Batterien: In stationären Anwendungen, zum Beispiel zur Versorgung von Wohnhäusern oder Betriebsstätten, müssen nicht unbedingt neue, sondern können auch „Second Life“-Batterien weiter genutzt werden. Die stammen – weil ihre Kapazität zurückgegangen ist – beispielsweise aus Elektroautos.

Im Vordergrund steht aber natürlich auch bei Autarctech-Anwendungen die Nutzung fabrikneuer Stromspeicher. Bei der Führung durch die Manufaktur nahe Ansbach zeigt Matthias Bäuerle auf „die Komponenten: Die stammen alle von Lieferanten aus der Region. Bis auf die Batteriezellen: die kommen aus China.“ Jedoch werde jede einzelne Zelle vom deutschen Importeur geprüft und nach Qualitäten selektiert: „Wir bekommen nur A-Ware. B- und C-Ware können Bastler bei Versandhändlern kaufen.“

Ob Akkus in Autos oder im Elektrorasierer: Heutzutage sind fast überall Lithium-Ionen-Batterien eingebaut. Doch da-

von gebe es verschiedenste Typen, klärt Bäuerle auf. Und, dass sein Unternehmen nicht die am weitesten verbreiteten mit Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxiden (LNMC) als Material der positiven Elektrode einsetzt, sondern den sogenannten LFP-Typ. Hier sind die positiven Elektroden aus Lithium-Eisen-Phosphor-Material gefertigt.

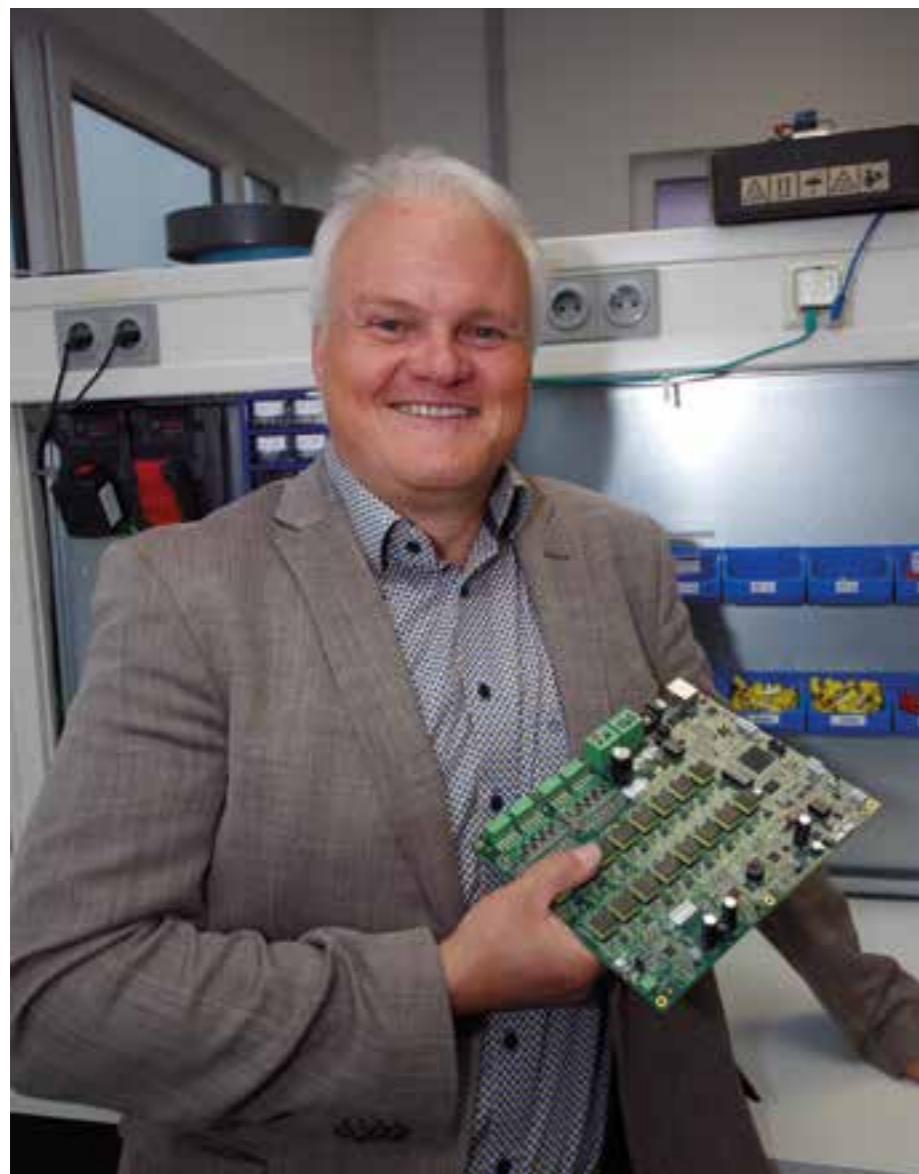
LFP-Zellen seien zwar etwas schwerer als LNMCs, doch die Zyklenzahl – also die Zahl der vollständigen Be- und Entladungen – sei wesentlich höher. Weil Autarctech die Kapazität nur zu 80 Prozent ausnütze, liege diese Zahl bei 5 000. „Und LFP hat den großen Sicherheits-Vorteil: es kann nicht brennen.“ Eine Gefahr, die immer wieder genannt wird, wenn es um stationäre Solarstromspeicher geht, vor allem im Privathausbereich.

Natürlich sind auch viele Batterien des fränkischen Anbieters in Wohngebäuden eingebaut. Doch im Lauf der vergangenen zehn Jahre hat die Firma auch jede Menge Speichersysteme für andere Anwen-

dungen produziert, zum Beispiel 2021 eine Autark-Energieversorgung mit einer Brennstoffzelle des Münchner Herstellers Proton Motors. Insgesamt sieben Megawattstunden (MWh) an Speicherkapazität aus Burgoberbach sind weltweit im Einsatz, selbst in Indien.

Ganz am Ende räumt Matthias Bäuerle zudem mit einem Missverständnis auf: „Lithium kommt etwa zur Hälfte aus australischen Tagebauen. Nur zirka 30 Prozent wird in Bolivien, Argentinien, Chile aus Salzsole gewonnen.“ Diese mit viel Wasserverbrauch verbundene Herstellung in Südamerika nehmen Kritiker gerne her, um Lithium-Akkus allgemein und speziell solche in Elektroautos als umweltschädlich zu brandmarken. Und „in LFP-Akkus ist auch kein Kobalt enthalten“, das oft unter unmenschlichen Abbaubedingungen gewonnenen werde, merkt er noch an.

Heinz Wraneschitz



Matthias Bäuerle

Innovationen für die Zukunft Erfindermesse iENA Nürnberg & Innovationskongress 2023

www.iena.de



Die internationale Fachmesse „Ideen – Erfindungen – Neuheiten“ iENA 2023 findet von Samstag, 28. bis Montag, 30. Oktober in der Messe Nürnberg statt und feiert in diesem Jahr 75-jähriges Jubiläum. An drei Tagen werden im Rahmen der iENA Erfindungen aus der ganzen Welt präsentiert. China ist der diesjährige Partner – die China Association of Inventions (CAI) bringt zahlreiche Innovationen aus China nach Nürnberg.

Am 30. Oktober wird die iENA vom Innovationskongress begleitet, der spannende Impulse liefert und von fruchtbringenden Diskussionsrunden getragen wird. Die Kombination beider Veranstaltung bringt viele Synergien: Die Erfindermesse steht auch für die Kongressteilnehmer offen, gleichzeitig können die Erfinder die fachlichen Impulse des Kongresses nutzen, um sich und ihre Innovationen weiterzuentwickeln.

Das Technik-Event Hack & Make findet ebenfalls parallel zur iENA statt und richtet sich an Kreative, Tüftler und Neugierige.



Teilnehmer des YE-München-Stammtisches im Juni

Foto: YE München

YE München Sommertreffen

An einem sonnigen Tag in München trafen sich junge Ingenieure im Zunfthaus zu einem Stammtisch der Young Engineers München. Das Treffen fand am 12. Juni statt und wurde von insgesamt 14 Studenten und Jungingenieuren besucht, darunter auch einige internationale Teilnehmer.

Die Gespräche waren lebhaft und inspirierend. Die Gruppe tauschte Ideen über den Energiewandel unserer Zeit aus und diskutierte die neuesten Herausforderungen in der Baubranche. Es war faszinierend zu hören, wie die Teilnehmer ihre Erfahrungen und Perspektiven zu diesen wichtigen Themen einbrachten.

Die Diskussionen über erneuerbare Energien, Elektromobilität und nachhaltiges Bauen regten die Vorstellungskraft an und zeigten die Vielfalt der technologischen Innovationen in der heutigen Zeit. Die jungen Ingenieure tauschten auch ihre Ansichten darüber aus, wie sie mit den aktuellen Herausforderungen in ihren jeweiligen Fachbereichen umgehen.

In der entspannten Atmosphäre des Zunfthauses genossen die Teilnehmer nicht nur die spannenden Gespräche, sondern auch leckere Speisen und Getränke.

Ein besonderes Highlight des Stammtisches war die internationale Note, die einige Studenten aus anderen Ländern einbrachten. Die unterschiedlichen kulturellen Perspektiven bereicherten die Diskussionen und trugen zu einem breiteren Verständnis der Themen bei.



DI-YOUNG.ENGINEERS.MUENCHEN

Am Ende des Tages verließen die jungen Ingenieure den Stammtisch mit neuen Erkenntnissen, wertvollen Kontakten und einem Gefühl der Gemeinschaft. Der Stammtisch der Young Engineers München im Zunfthaus bot eine perfekte Mischung aus fachlichem Austausch und geselligem Beisammensein.

Gregor Nies

Wenn du gerne bei einem der nächsten Stammtische oder Veranstaltungen von den Young Engineers München dabei sein möchtest, dann melde dich doch gerne bei unserem WhatsApp-Broadcast an. Schreib uns doch unter +4915150322854 an und wir fügen dich hinzu.

Kein SPAM, kein Gruppenchat, nur die wichtigsten Announcements des Monats!

VDI

15./16.09.2023 – Bremen Kongress der Frauen im Ingenieurberuf

Zum Kongress der Frauen im Ingenieurberuf sind Frauen und alle Interessierten herzlich eingeladen!

Wir sind zu Gast im Forschungs- und Technologiezentrum ECOMAT in der Bremer Airport-Stadt.

Während der zwei Kongresstage wird es ein interessantes und abwechslungsreiches Programm geben. Neben Workshops, Fachvorträgen und mehr gibt es auch viele Gelegenheiten zum Netzwerken und Austauschen.

Seien Sie dabei und profitieren Sie von fachlichen Impulsen, Soft-Skill-Themen und lebendigem Netzwerken beim Kongress der Frauen im Ingenieurberuf im Forschungs- und Technologiezentrum ECOMAT in der Bremer Airport-Stadt.

Am 15. und 16. September 2023 steht alles unter dem Motto Raumfahrt. Dazu diskutieren wir über Themen, wie „Klimaneutrales Fliegen“, aber sprechen auch über Soft-Skill-Themen wie „Sexismus am Arbeitsplatz“ und „Schlagfertigkeit“.

Freuen Sie sich auf ein lebendiges Netzwerk-Event und viele interessante Themen.

Mehr Infos und Anmeldung:
www.vdi.de/veranstaltungen/detail/vdi-kongress-2023-frauen-im-ingenieurberuf

MEORGA

MSR-Spezialmessen
Prozess- u. Fabrikautomation

Fachmesse für
Prozess- und Fabrikautomation

- Messtechnik
- Steuerungstechnik
- Regeltechnik
- Automatisierungstechnik
- Prozessleitsysteme

+ 36 begleitende Fachvorträge

Der Eintritt zur Messe und die Teilnahme an den Fachvorträgen ist für die Besucher kostenlos.

Wirtschaftsregion **Südost**

Landshut

18.10.2023

8.00 bis 16.00 Uhr

Sparkassen-Arena

Niedermayerstr. 100
84036 Landshut

BESUCHER- REGISTRIERUNG

erforderlich für Einlass-Code



www.meorga.de

MEORGA GmbH - Sportplatzstr. 27 - 66809 Nalbach
Telefon 06838 8960035 - info@meorga.de

VDE Bayern Klarer Kurs Richtung Zukunft: VDE Bayern stellt sich neu auf

Der VDE Bayern hat sich nach der Verschmelzung der beiden Bezirksvereine Nordbayern und Südbayern neu aufgestellt und geht mit frischer Dynamik in die Zukunft. Bei der Mitgliederversammlung am 12. Juni in Nürnberg wählten die stimmberechtigten Teilnehmer einen neuen Vorstand. Außerdem wurde ein neuer Beirat bestimmt, der erstmals auch mit externen Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft besetzt ist. Für den Herbst sind als wichtigste Netzwerk-Veranstaltungen der VDE Tec Cruise am 21. September mit dem Schiff auf dem Main und der VDE Bayern Abend am 23. November in München geplant.

Der offizielle Teil der Mitgliederversammlung zeigte sehr klar, wie bedeutend der Schritt war, den die beiden ehemaligen bayerischen Bezirksvereine in den vergangenen Jahren mit der Fusion zum VDE Bayern e. V. gegangen waren. In seinem Grußwort würdigte Dr. Martin Hieber (VDE-Vorstand Technik und

Netzwerke) die Verschmelzung als einen klaren Kurs hin zu einer modernen Verbandsarbeit. Der VDE gewinne in Bayern an Relevanz in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft und könne damit einen wesentlichen Beitrag bei der Gestaltung einer sicheren und nachhaltigen Zukunft leisten. Gleichzeitig werde es durch die neue Größe möglich, den Mitgliedern ein umfangreicheres und attraktiveres Angebot zu bieten und das technisch-wissenschaftliche Engagement des VDE in der gesamten Breite auszuspielen. Hieber dankte allen, die sich für die Verschmelzung eingesetzt hatten und stellte das „bayerische Modell“ als mögliches Vorbild für Bezirksvereine in anderen Regionen Deutschlands heraus.

Nach den Ehrungen langjähriger Mitglieder, die für 25, 40, 50 oder gar 60 Jahre Treue zum VDE ausgezeichnet wurden, waren die Teilnehmer aufgerufen, einen neuen Vorstand zu bestimmen. Zum neuen Vorsitzenden wählte die Versammlung Dipl.-Ing. Klaus Bayer, der bis 2022

bereits sieben Jahre im Vorstand des VDE Südbayern tätig war, erst als Schatzmeister und anschließend als Vorsitzender. In den vergangenen Jahren hatte er sich gemeinsam mit seinen nordbayerischen und südbayerischen Vorstandskolleginnen und -kollegen für die Kooperation der beiden Bezirksvereine stark gemacht und mit ihnen die Verschmelzung maßgeblich voran getrieben. Bayer dankte den anwesenden Mitgliedern für das Vertrauen und machte deutlich, wie wichtig ihm eine gleichmäßige Präsenz des VDE in allen Regionen des Freistaats und auch ein Gleichgewicht zwischen nord- und südbayerischen Vertretern in den Gremien sind. Eine wichtige Rolle spielen hier auch Peter Rief, Leiter VDE Bayern, der bei seiner Arbeit stets ganz Bayern im Blick habe.

Bayer zeigte sich sehr erfreut, als die Teilnehmer der Mitgliederversammlung ausgewogen Vertreter aus Nordbayern und Südbayern zu seinen Vorstandskollegen machten: Zu stellvertretenden

Vorsitzenden wurden Julia Schuster, B. Sc., und Dipl.-Ing. Jochen Steinbauer gewählt – beide waren in den vergangenen Jahren nacheinander Vorsitzende des VDE Nordbayern. Zur neuen Schatzmeisterin wurde Dr.-Ing. Friederike Fohlmeister bestimmt – sie bringt für dieses Amt ebenfalls viel Erfahrung mit, war sie doch bereits in Südbayern für die Finanzen des Bezirksvereins zuständig. Neuer Schriftführer wurde Dipl.-Ing. Arne Redl, der diesen Posten ebenfalls viele Jahre lang beim VDE Südbayern ausgeübt hatte. Dipl.-Ing. Gerald Winzer, bislang stellvertretender Vorsitzender des VDE Bayern und zuvor des VDE Nordbayern, hatte sich dagegen nicht mehr zur Wahl gestellt. Winzer bat die Anwesenden um Verständnis, nach 15 Jahren Vorstandsarbeit etwas zurück treten zu wollen. Er werde im VDE Bayern aber trotzdem aktiv bleiben.

Bei den Wahlen zum neuen Beirat zeigte sich dann, welche Ideen und Visionen die Vereinsvertreter aus Nord- und Südbayern in den vergangenen Monaten für die Neuausrichtung des VDE Bayern entwickelt hatten. Man sei sich einig gewesen, dass der Beirat eine andere Struktur bekommen solle, um neue Wirkung zu entfalten. Der grundlegende Gedanke sei, den Beirat erstmals auch mit externen Personen zu besetzen, um eine Vernetzung zu Unternehmen, Forschung, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft zu erzielen, so der frisch gewählte Vorsitzende Klaus Bayer. Gleichzeitig könne man auf diese Weise durch Impulse von außen profitieren. Die Mitgliederversammlung folgte dem Vorschlag und wählte diese acht Vertreter:

- Hans Auracher – Handwerk
Präsident Landesinnungsverband
Elektrohandwerk (LIV)
- Marion Grether – Gesellschaft
Direktorin Zukunftsmuseum Nürnberg
- Dipl.-Ing. Sandro Kirchner – Politik
Staatssekretär im Bayerischen
Staatsministerium des Innern
- Marco Krasser – EVU
Geschäftsführer Stadtwerke
Wunsiedel / Future Energy Lab



Dipl.-Ing. Klaus Bayer wurde von der Mitgliederversammlung als neuer Vorsitzender des VDE Bayern e.V. gewählt



Der neue Vorstand des VDE Bayern e.V. (von links): Dipl.-Ing. Arne Redl (Schriftführer), Dr.-Ing. Friederike Fohlmeister (Schatzmeisterin), Dipl.-Ing. Jochen Steinbauer (stellv. Vorsitzender), Dipl.-Ing. Klaus Bayer (Vorsitzender). Auf dem Bild fehlt Julia Schuster, B. Eng. (stellv. Vorsitzende)

- Prof. Dr. Alexander Kurz – Forschung
Fraunhofer Gesellschaft, Vorstand für
Innovation, Transfer und Verwertung
- Dr. Benjamin Nixdorf – Industrie
Geschäftsführer Europa, Zuken GmbH
- Prof. Dr. Fritz Pörnbacher – Wissenschaft
Präsident Hochschule Landshut
- Dagmar Schuller – Mittelstand
CEO Audeering GmbH / Vizepräsidentin
IHK München & Oberbayern

Um den bayerischen VDE-Mitgliedern direkt in ihren Regionen Ansprechpartner zu bieten, plant der neue Vorstand, in jedem bayerischen Regierungsbezirk eine Anlaufstelle einzurichten. Das erleichtert auch die Organisation von Veranstaltungen, die künftig vermehrt über ganz Bayern verteilt stattfinden sollen. Bereits zu Beginn der Mitgliederversammlung hatte Peter Rief, Leiter VDE Bayern, über viel gelobte und rege besuchte Veranstaltungsreihen berichtet, die seit dem Ende der Corona-Pandemie etabliert wurden. So fand im Mai zum zweiten Mal das VDE Bayern Zukunftsforum statt, das nach der Premiere 2022 in Schweinfurt stattfindend hatte – eine Konferenz, die sich vor allem an Studierende und junge Wissenschaftler richtet. Zum ersten Mal wurde bereits im April das VDE Bayern Young Pro Symposium in München durchgeführt, das hauptsächlich für Berufseinsteiger gedacht ist. Auch

der VDE Bayern Cyber Security Sundowner, eine Abendveranstaltung mit Impulsvorträgen zum Thema Internetsicherheit, fand im Juni schon zum zweiten Mal statt, in diesem Jahr in Rosenheim.

Die traditionelle Fahrt mit dem Schiff, den VDE Tec Cruise, wird es 2023 wieder geben – allerdings nicht auf dem Starnberger See, sondern erstmal als abendliche Flusskreuzfahrt ab Würzburg. Am 21. September gibt es auf dem Main nicht nur spektakuläre Aussichten zu genießen, der VDE Tec Cruise ist auch eine hervorragende Gelegenheit zum Netzwerken. Kurz vor Beginn der Adventszeit lädt der VDE Bayern dann wieder Mitglieder, Unternehmen, Wissenschaft und Politik zum VDE Bayern Abend in den Festsaal des Hotels Bayerischer Hof in München. In feierlicher Stimmung werden dort am 23. November auch wieder die VDE Bayern Awards an ausgezeichnete wissenschaftliche Arbeiten, außerordentliche MINT-Förderung an Schulen und an erfolgreiche StartUps verliehen. Und nach dem offiziellen Ende der Mitgliederversammlung gab es beim Netzwerkabend mit Buffet natürlich die Gelegenheit zum Austausch, zum Reden und miteinander anzustoßen. Für manche vielleicht der noch wichtigere Teil des Abends.

Christian Scholze



Peter Rief (Leiter VDE Bayern) informierte die Anwesenden über die Vielzahl an Veranstaltungen, die bayernweit bis Jahresende geplant sind



Vier Mitglieder wurden für 60 Jahre Treue zum VDE ausgezeichnet. Es gratulieren Dipl.-Ing. Jochen Steinbauer (stellv. Vorsitzender; ganz links) und Dipl.-Ing. Gerald Winzer (ehem. stellv. Vorsitzender; ganz rechts), dazwischen die Jubilare mit ihren Urkunden (von links): Dipl.-Ing. Georg-Otto Warmuth, Dipl.-Ing. Fritz Hopf, Prof. Dr.-Ing. Helmut Ermert und Dipl.-Ing. (FH) Hanns Strobel



Dr. Martin Hieber (VDE-Vorstand Technik und Netzwerke) würdigte in seinem Grußwort die Verschmelzung der beiden bayerischen VDE-Bezirksvereine und bezeichnete sie als Vorbild für andere Regionen

VDI BG Landshut Kooperation der VDI BG Landshut mit der Hochschule Landshut

Mit der Veranstaltungsreihe „Netzwerkforum Projektmanagement“ des „Institute for Data and Process Science“ (IDP) der Hochschule Landshut unter der Leitung von Prof. Dr. Holger Timinger sollen einmal pro Semester aktuelle Entwicklungen der Disziplin aufgezeigt und das Netzwerk von am Thema Interessierten gestärkt werden.

Die VDI BG Landshut sieht für ihre Mitglieder ein großes Interesse und hat das Angebot des IDP zur Kooperation gerne angenommen. Die erste Veranstaltung des Netzwerkforums Projektmanagement in Kooperation mit der VDI BG Landshut, und die neunte insgesamt, fand am 27. Juni 2023 mit dem Thema „Mit Data-Science zu Nachhaltigkeit und Projekterfolg“ statt.

Prof. Dr. Holger Timinger stellte das Institut und die drei nachfolgenden Vorträge „Neuere Entwicklungen und Anwendungen im Projektmanagement“ vor.



Prof. Dr. Holger Timinger

Der erste Vortrag durch Alexander Wallis und Christoph Glück (beide IDP) befasste sich mit der Nutzung großer Datenmengen, die in wertvolle Erkenntnisse umgewandelt werden, um Prozesse zu verbessern und Kosten zu senken. Dazu wurden einige erfolgreiche Beispiele aus der Praxis vorgestellt, um zu zeigen, wie Unternehmen bereits von der Nutzung von Daten profitieren.

Frau Martina Hörmann (IDP) stellte danach das Konzept CSR (Corporate Social Responsibility) vor, das den Unternehmen

als Grundlage dient, auf freiwilliger Basis soziale Belange und Umweltbelange in ihre Unternehmenstätigkeit und Wechselbeziehungen zu integrieren. Die Bedeutung hat in den letzten Jahren enorm

ren die Effektivität von Projekten steigern kann und den Erfolg von Projekten sicherstellt. In einem kurzen Impulsvortrag wurde ein gezieltes Datenmanagement und unterschiedliche Herangehensweisen an

zugenommen. Eine nachhaltige Unternehmensausrichtung betrifft alle Aspekte des Produktlebenszyklus und alle Unternehmensbereiche. Mit dem vorgestellten 5-Stufen-Plan wurden Schritt für Schritt Anknüpfungspunkte für eine solche Ausrichtung anhand von Beispielen vorgestellt und diskutiert.

Im letzten Vortrag des Abends durch Frau Anna Schidek (IDP und VDI) wurde aufgezeigt, dass ein gezieltes Tailoring des Projekt-Management-Ansatzes an unternehmens- und projektspezifische Fakto-

das Tailoring zusammen mit einer interaktiven Onlineumfrage vorgestellt, diskutiert und Vor- und Nachteile beleuchtet.

Im Anschluss an die Vorträge wurde von den Teilnehmern die Gelegenheit zur Diskussion mit den Referenten und Institutsmitarbeitern rege genutzt. Die VDI BG Landshut wird die Kooperation mit dem IDP der Hochschule Landshut gerne fortsetzen und freut sich auf den nächsten Termin im kommenden Semester.

Dr.-Ing. Helmut Straßer

VDI Bayern Nordost

11. Cramer-von-Klett-Preis 2024 Innovative Ingenieurinnen und Ingenieure aus Nordbayern gesucht

Auch 2024 prämiert der VDI Bezirksverein Bayern Nordost e.V., mittlerweile zum elften Male, herausragende technisch-wissenschaftliche Ideen, Methoden, Verfahren oder Produkte aus Nordbayern mit dem Cramer-von-Klett-Preis.

Wesentliche Voraussetzung für die Preiswürdigkeit: Die Entwicklung muss entweder praktisch umsetzungsfähig sein oder ihre Alltagstauglichkeit bereits unter Beweis gestellt haben. Ermittelt wird die Preisträgerin oder der Preisträger durch eine Experten-Jury aus Hochschulen, Instituten, der Industrie und dem VDI-BVBNO e. V.

Der Preis hat einen Wert von ca. 3.000 Euro und wird im Juli 2024 im Rahmen einer Feierstunde in Anwesenheit der Presse öffentlichkeitswirksam übergeben. Von der Auszeichnung profitieren sowohl der Preisträger als auch sein Unternehmen, das hierbei vorgestellt wird. Die Teilnahmeunterlagen können ab Januar 2024 bis zum 23. April 2024 bei der Geschäftsstelle des BV-BNO eingereicht werden. Weitere Informationen werden Sie ab November auf der Homepage des BV-BNO finden.

Der Preisträger 2022 war der Jungingenieur Andreas Laumen, der bei der VAG mittlerweile für den Einsatz von ca. 40 E-Bussen in Nürnberg gesorgt hat und für seine außerordentliche Arbeit geehrt wurde. Der öffentliche Busverkehr der VAG ist durch seine Arbeit technologisch ganz vorne dabei und durch eine speziell entwickelte Software energetisch optimiert. Den Sachpreis nutzte der Preisträger für eine Fallschirmausbildung in Belgien und durfte den freien Fall aus extremer Höhe erleben.

Mit dem Cramer-von-Klett-Preis, den der VDI-Bezirksverein Bayern Nordost e. V. bereits seit 2002 auslobt, soll die Bedeutung und Attraktivität des Ingenieurberufs in unserer Industriegesellschaft verdeutlicht werden. Gerade auch, um junge Menschen für diesen großartigen Beruf zu begeistern und zu gewinnen.

Der Vorstand VDI BV Bayern Nordost

24. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag am 13.09.

Seit vielen Jahren bieten wir im Rahmen des Bayreuther 3D-Konstrukteurstag eine Plattform zum Austausch über verschiedenste Themen rund um die virtuelle Produktentwicklung an.

Wie sich die Herausforderungen und Lösungen der letzten Jahre weiterentwickelten, so entwickelt sich auch die Welt um sie herum. Im Zeichen der Verknüpfung zwischen klassischen und neuen Fragestellungen rund um das Arbeitsfeld des Ingenieurs bieten wir mit dem etablierten Bayreuther 3D-Konstrukteurstag eine bundesweit wohl einzigartige, neutrale Plattform zum Informationsaustausch und zur Informationsgewinnung für kreative Ingenieurinnen und Ingenieure aus Industrie und Forschung an. Nutzen Sie deshalb die Gelegenheit, sich kompakt und kostenlos an einem Tag durch verschiedene Anwendervorträge und eine umfangreiche Firmenausstellung über die neuesten Trends und Entwicklungen zu informieren.

Der 24. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag findet am 13.09.2023 an der Universität Bayreuth statt.



Nähere Informationen sowie die Möglichkeit zur kostenfreien Anmeldung finden Sie unter www.konstrukteurstag.de

Wir freuen uns auf Ihr Kommen und verbleiben mit besten Grüßen aus Bayreuth

Prof. Tremmel und das Team des LSCAD

Wissenschaftstag der Metropolregion Nürnberg in Erlangen Wissen zum 16. Mal an einem Tag vermittelt

Er ist schon zur guten Tradition geworden, der alljährliche Wissenschaftstag der Europäischen Metropolregion Nürnberg, an dem auch diesmal wieder Mitglieder des Vorstands des VDI-BVBNO teilnahmen.

Der Titel der 16. Auflage in Erlangen in den Räumen der Friedrich-Alexander-Universität FAU lautete „Mensch im Zentrum“. Passend zur Selbsteinschätzung Erlangens als Medizinstadt ging es um „Gesundheit, Innovation, Verantwortung“. Deshalb traten auch zunächst drei tagtäglich mit Medizinthemen Beschäftigte ans Rednerpult des Plenums. Dr. Bernd Montag, der Vorsitzende der Geschäftsführung (CEO) von Siemens Healthineers erläuterte, „wie wir für jeden Menschen, überall, den Zugang zu moderner Gesundheitsversorgung verbessern“. Als Vertreterin der verhinderten Ministerin stellte Mario Brandenburg, der Parlamentarische Staatssekretär des Bundesgesundheitsministeriums den „Fortschritt im Duett: Wie Gesundheit & Pflege analog und digital transformieren“ vor. Und aus München war Bayerns Wissenschaftsminister Markus Blume angereist mit einem Vortrag über „Die Highmed Agenda als Gesundheitsgarantie in Bayern“. Rund 700 Gäste waren an diesem Tag nach Erlangen gekommen. Nachdem die



Blick ins Publikum des Plenums

Akteur:innen und Multiplikator:innen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Bildung durch diese Referate ins Thema eingeführt worden waren, teilten sie sich auf die fünf Fachforen des Nachmittags auf. Darin ging es neben „Ernährung und Sport als Medizin“ oder „Herzinsuffizienz, Telemedizin und das ewige Leben“ vor allem um Fragen zur Nutzung Künstlicher Intelligenz (KI) in der Medizin. Gesprochen wurde über „Wenn Roboter kooperieren“ oder „KI-Innovationen auf dem Weg zum Produkt“. Es stand aber auch die Frage in einem Panel-Raum: „Dürfen wir, was wir können? Verantwortung im Umgang mit KI-Innovationen – nicht nur in der Medizin.“ Mit gewissem Stolz resümierte Prof. Dr. Joachim Hornegger die Veranstaltung. Als Präsident der FAU Erlangen-Nürnberg und damit Gastgeber hob er „die Vielfalt der Panelthemen – von Künstlicher Intelligenz in der Medizin, bis hin zur medizinischen Versorgung in Stadt und Land“ heraus.

Zumal die FAU aus seiner Sicht „einmal mehr das breite Spektrum unserer volluniversitären Forschung vorstellen konnte.“ Mit einem nicht ganz ernst gemeinten Science Slam fand der WT16 seinen Ausklang. Darin hatten Promovierende der FAU Fakten und Erkenntnisse ihrer Forschungen witzig aufbereitet, zum Beispiel zu Körperfunktionsmodellen für digitale Gesundheitsanwendungen.

Nur an der Organisation äußerten Teilnehmende Kritik: Die Brezen, die für das „Get Together“ zum Ausklang bereitgestellt worden waren, reichten beileibe nicht für alle Gäste. Doch trotz solcher kleiner Unzulänglichkeiten fasste Erlangens Oberbürgermeister Dr. Florian Janik die Veranstaltung sehr positiv zusammen: „Der Wissenschaftstag hat einmal mehr unterstrichen, dass das Herz des Medical Valleys in Erlangen schlägt. Über Landkreise hinweg denken wir als ein Standort für Spitzenforschung und hohe Innovationskultur. Eine ideale Kulisse, um Zukunftsthemen der Gesundheitsversorgung von morgen zu diskutieren.“

Hans-Georg Manns / WRA



Die Protagonist:innen des Science Slam

Hochschule München Innovative Dünnschichtsolarzellen Solartechnik mit 10 bis 15 Prozent höherem Wirkungsgrad

Mehr Energieausbeute durch Laserverfahren: HM-Professor Heinz P. Huber und sein Team forschen am Laserzentrum der Hochschule zu Herstellungsverfahren und Trägermaterialien von Dünnschichtsolarzellen. Ihr Ziel ist die industrielle Anwendbarkeit und eine Steigerung der Effektivität. Bereits jetzt spart dieser Produktionsprozess circa 20.000 Tonnen CO₂-Emissionen jährlich.

Weltweit ist etwa 100-mal mehr Solarenergie verfügbar als Energie aus Windkraft und nachwachsenden Rohstoffen. Solarenergie ist deshalb ein wesentlicher Teil des Mix aus erneuerbaren Energien für die Energiewende. Bisherige Silizium-Solarzellen sind durch ihre massenhafte Produktion zwar günstig, aber im Herstellungsprozess komplexer und weniger ressourcenschonend als Dünnschichtzellen. Werden jene wiederum mit der Technik eines Pikosekundenlasers hergestellt, verfügen sie über einen noch 10 bis 15 Prozent höheren Wirkungsgrad.

CIGS-Dünnschichtzellen mit Pikosekundenlaser herstellen
Sogenannte CIGS-Dünnschichtsolarzellen bestehen aus nur wenige Mikrometer messenden Schichten. Namensgebend ist die lichtabsorbierende Schicht aus dem Halbleiter Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid, kurz CIGS. Die hauchdünnen Zellen bestehen aus einem Sandwich von vier Schichten: dem Trägermaterial 3 Millimeter Glas unten, einer Molybdänschicht von nur einem Mikrometer, der namensgebenden CIGS-Schicht von drei Mikrometern sowie einer Fensterschicht aus Zinkoxid von einem Mikrometer oben auf. Die großflächige CIGS-Schicht der Zelle muss für die Stromproduktion eine Struktur aus feinen Rillen bekommen, die die große CIGS-Fläche in ungefähr hundert einzelne Zellen unterteilen. Wie Batterien, die seriell hintereinander verschaltet werden, erhöht sich so die circa ein Volt Spannung einer Zelle auf um die hundert Volt eines ganzen Zellen-Moduls. Die Molybdänschicht unter der CIGS-Schicht darf bei diesem Prozess jedoch nicht verletzt werden.

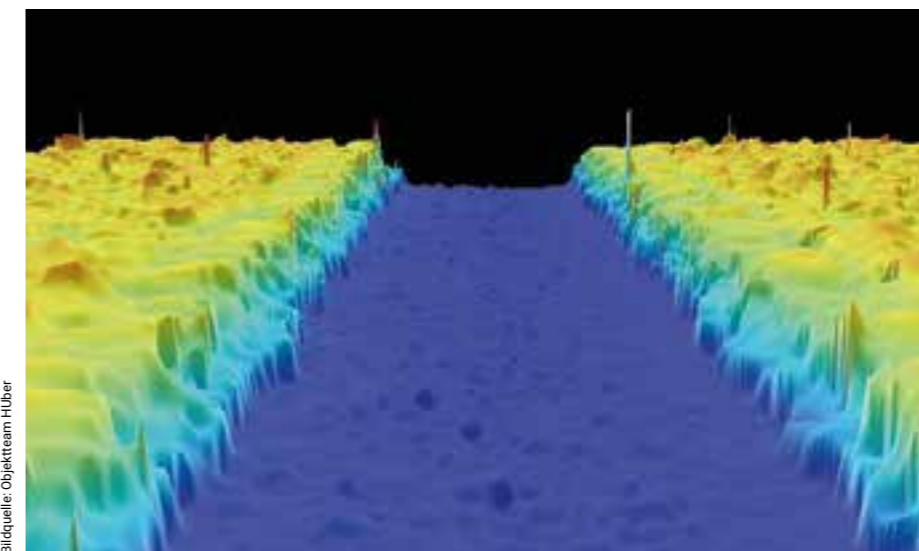
Das bisherige mechanische Ritzen der Rillen, das Scriben, hatte Nachteile: „Mit der Ritznadel werden breitere Furchen erzeugt und auf dem Grund der Rillen bleiben schlecht leitende Reste übrig. Trägt man die Schichten mit dem Pikosekunden-Laser ab, kann man feinere Linien erzeugen, die den Strom besser leiten. Der Wirkungsgrad der Zelle steigt, ohne dass sich Kosten nennenswert erhöhen“, sagt Huber.

Industrieller Produktionsprozess für CIGS-Zellen

Durch den Einsatz von Laserimpulsen mit einer Dauer von Picosekunden konnten Huber und seine Mitstreiter erst die zuverlässige und effiziente industrielle Herstellung der CIGS-Dünnschichtmodule erreichen: „Mit dem Nanosekundenlaser verbrennt man alle drei Schichten und schmilzt sie zusammen. Nur mit einem Ultrakurzpuls-Laser wie dem Pikosekunden-Laser kann man die obere CIGS-Schicht strukturieren, ohne die Molybdänschicht darunter zu beschädigen“, sagt der Forscher. Die Verbindung zwischen dem Molybdän und der transparenten Zinkoxid-Deckschicht ist fester. Auch dadurch sinken die inneren Energieverluste, womit der Wirkungsgrad steigt.

Durch eine Straffung des Herstellungsprozesses sieht Huber in Zukunft weitere Verbesserungsmöglichkeiten in punkto Wirkungsgrad und Reduzierung der Produktionskosten. Der jeweils abwechselnde Schichtenauftrag der einzelnen CIGS-Schichten und Strukturierung soll in einen gemeinsamen Auftrag aller Schichten und ihre gemeinsame Laserstrukturierung zusammengezogen werden.

Christiane Taddigs-Hirsch



Pikosekundenlaser-Verfahren erzeugen saubere Rillen mit einer Breite von ca. 30 µm in der CIGS-Schicht der Zellen (gelb), ohne die Molybdänschicht (blau) darunter zu verletzen

Ausbildung von KI-Expert:innen TUM und LMU eröffnen Konrad Zuse School

Die Technische Universität München (TUM) und die Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) starten ein Weiterbildungs- und Forschungsprogramm zur Zuverlässigkeit Künstlicher Intelligenz (KI). Die neue Konrad Zuse School of Excellence in Reliable AI (reAI) wird mit Masterstudierenden und Promovierenden sowohl zum technischen Know-how als auch zur gesellschaftlichen Bedeutung zuverlässiger KI arbeiten.

Expert:innen ausgebildet, die nicht nur technisches Know-how, sondern auch ein Bewusstsein für die gesellschaftliche Bedeutung der Zuverlässigkeit von KI entwickeln. „Mit reAI wollen wir neben der Ausbildung von KI-Expert:innen die internationale Sichtbarkeit von Deutschland und insbesondere München als KI-Standort weiter stärken. Wir wollen München attraktiv machen für internationale Talente, um so Fachkräfte für die wachsende KI-Industrie zu gewinnen“, sagt Stephan

Forschungsprogramm in Ergänzung zu den bestehenden Lehrveranstaltungen an. „Unsere Studierenden und Promovierenden profitieren von der Expertise der beiden Exzellenzuniversitäten und werden durch verschiedene Module in der Ende-zu-Ende-Entwicklung zuverlässiger KI-Systeme geschult. Zurzeit betreuen wir acht Masterstudierende und 20 Promovierende. Jedes Jahr können wir 15 Masterplätze und zehn Promotionsstellen vergeben“, sagt Gitta Kutyniok, Gründungsdirektorin der Konrad Zuse School reAI und Professorin für mathematische Grundlagen der künstlichen Intelligenz an der LMU.

Die Forschungsschwerpunkte der Zuse School reAI kombinieren mathematische und algorithmische Grundlagen mit den Anwendungsbereichen Medizin und Gesundheitswesen, Robotik und interagierende Systeme sowie algorithmische Entscheidungsfindung. Jeder dieser vier Bereiche deckt dabei zentrale Themen zuverlässiger KI ab: Safety, Security, Privacy und Responsibility.

„Die neu eröffnete Zuse School of Excellence in Reliable AI bildet den nächsten Baustein für Bayerns dauerhaften Erfolg als Europas KI-Kraftzentrum: Als global vernetztes Bindeglied zwischen internationaler Spitzenforschung und innovativer Lehre bündelt reAI die Exzellenz der beiden besten deutschen Universitäten, um KI noch zuverlässiger und vertrauenswürdiger zu machen. Wir müssen sichere und resiliente KI-Systeme entwickeln, die nach unseren Wertvorstellungen funktionieren. Dabei gehen wir als Freistaat voran: Dank unserer 5,5 Milliarden Euro schweren Hightech Agenda gehört Bayern inzwischen zu den Top-3-KI-Regionen der Welt. Mit der Ausbildung verantwortungsvoller Visionäre wird die Zuse School reAI dieses einzigartige Ökosystem langfristig stärken. Viel Erfolg!“, sagt Wissenschaftsminister Markus Blume.

Quelle: TUM



Eröffnung Zuse School of Excellence in Reliable Artificial Intelligence; (v. re.) Prof. Dr. Gitta Kutyniok, LMU; Prof. Dr. Stephan Günemann, TUM; Markus Blume, Bavarian State Minister for Science and the Arts, StMWK; Prof. Dr. Gerhard Kramer, Senior Vice President for Research and Innovation, TUM; Prof. Dr. Francesca Biagini, Vice President for International Affairs and Diversity, LMU; Dr. Kai Sicks, DAAD Secretary General

Aspekte wie Sicherheit und Wahrung der Privatsphäre sind wesentliche Voraussetzungen für den Einsatz von KI. Denn mangelnde Zuverlässigkeit führt regelmäßig dazu, dass KI-Technologien auf fehlende Akzeptanz in Gesellschaft und Industrie stoßen.

Diese Perspektive soll durch die gestern von Wissenschaftsminister Markus Blume eröffnete Zuse School reAI stärker in den Fokus rücken. Hier werden künftig KI-Ex-

Günemann, Gründungsdirektor der Konrad Zuse School reAI, Executive Direktor des Munich Data Science Institutes und Professor für Data Analytics and Machine Learning an der TUM.

Ausbildung und Forschung stehen im Fokus

Die Zuse School reAI bietet für Masterstudierende und Promovierende der TUM und LMU ein individuelles Weiterbildungs- und



Materialflusskongress 2024

Der 31. Deutsche Materialfluss-Kongress 2024 steht ganz im Zeichen von Künstlicher Intelligenz und Robotik, zwei Themen, die in den letzten Jahren enorm an Bedeutung für unsere Branche gewonnen haben. Durch die Integration von Künstlicher Intelligenz und Robotik können Unternehmen ihre Logistikprozesse effizienter, flexibler und zuverlässiger gestalten. Durch den Einsatz modernster Technologien eröffnen sich neue Möglichkeiten, die Herausforderungen in der Intralogistik zu meistern und die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

Als Veranstaltungsort haben wir uns in diesem Jahr für einen Wechsel entschieden. Aufgrund von Terminüberschneidungen kann der Materialfluss-Kongress 2024 nicht wie gewohnt an der Technischen Universität München stattfinden. Stattdessen heißen wir Sie vom **29. Februar bis 1. März 2024** an der Hochschule München herzlich willkommen.

Call for Papers

Neben den Schwerpunktthemen Künstliche Intelligenz und Robotik freuen wir uns auch auf weitere Themen der Intralogistik. Wir möchten allen Herstellern, Anwendern, Planern, Beratern und Experten der Intralogistik die Möglichkeit geben, ihre Erkenntnisse aus Forschung und Praxis zu präsentieren. Wir laden Sie daher herzlich ein, Ihre Vortragsvorschläge einzureichen und sich aktiv am Programm zu beteiligen.

Bitte reichen Sie bis zum **14. September 2023** eine Kurzfassung im Umfang von max. einer DIN-A4-Seite an den Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität München von Professor Johannes Fottner ein unter: mfk.fml@ed.tum.de.

Wir freuen uns auf Ihre Beiträge und hoffen, Sie als Referenten auf dem 31. Deutschen Materialfluss-Kongress 2024 begrüßen zu dürfen.

Im Namen des Programmausschusses
Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner, Tagungsleiter

VDI Hochschultour Heute hat doch jeder Internet was soll ich denn noch im VDI?

Zu solchen oder ähnlichen Fragen mussten die Herren Mokabel und Ulrich treffsichere Antworten geben. Sie wurden in Düsseldorf für eine Hochschultour trainiert.

Die heutigen Studenten sind informierter und Neuem gegenüber kritischer als noch zu meiner Studentenzeit. Im Zuge der Tour wurden 60 Hochschulen besucht, u. a. auch Ansbach, Ingolstadt und Erlangen. Der Besuch in Ansbach fand leider in der Exkursionszeit statt. Aus diesem Grund war nicht mit einem Besucherandrang zu rechnen.

Erstaunlicherweise wurden aber trotzdem 15 Anträge ausgefüllt und übergeben. Einige Interessenten hatten auch die Antragsformulare mitgenommen und zur Erinnerung Kugelschreiber oder Metermaß mit VDI-Aufdruck geschenkt bekommen. Selbstverständlich hat auch Herr Petruschek (BG-Leiter Ansbach) vorbeigeschaut und sich ein Bild von der Aktion gemacht.



von links: Die Herren Mokabel und Ulrich von der VDI HG in Düsseldorf

Fotos: Knut Bergmann

Es war aber nicht immer einfach, die Fragen der interessierten Studierenden erschöpfend zu beantworten. MEHRWERT einer Mitgliedschaft ist das Schlagwort, mit dem neue Mitglieder gewonnen werden.

Argumente, wie: Veranstaltungskalender, Fachvorträge, Firmenbesichtigungen, Fachzeitschriften, FIB, Netzwerkkonstrukt, Berufsberatung, Erfahrungsaustausch (Betriebsblindheit), Gehaltsanalysen, Statistiken, Exkursionen, Ingenieurhilfe und vieles Anderes wurden angesprochen und erklärt.

Was letztlich der überzeugende Grund war, dass die Antragsformulare ausgefüllt wurden, ist mir nicht bekannt. MEIN Argument, als ich vor 54 Jahren dem VDI als Student beigetreten bin, zählt wohl heute nicht mehr. Ich war einfach nur stolz, einer so großen Gemeinschaft von Ingenieuren anzugehören. An Internet war damals noch nicht einmal zu denken. Die

„VDI-Nachrichten“ waren meine Informationsquelle.

Wie erfolgreich die Touren sind, hat Herr Nakötter (Düsseldorf) uns speziell für Ansbach gemeldet.

(Jahr/Neuzugänge) 2018/26, 2019/20, 2022/37 und SS 2023/15.

Wurden bei Ihnen, beim Lesen dieser Zeilen, auch Erinnerungen wach? Sind Sie noch von Ihrer Mitgliedschaft überzeugt und können dieses auch mit Überzeugung Ihren Kollegen mitteilen? Tun Sie das, wir brauchen neue Mitglieder, damit unser Verein stark und informativ bleibt. Es ist Ihr Erfolg für uns, wenn Sie es schaffen ein neues Mitglied zu werben.

Gehen Sie ins Internet mit der Frage: Warum bin ich im VDI? Sie erhalten eine Fülle an Vorteilen genannt, die Sie bei Ihrer „Werbetour“ unterstützen. Danke dafür.

Knut Bergmann

Nicht verpassen!

Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI München/VDE Südbayern

06. September 2023 / Mittwoch

19:00 Treff

Stammtisch VDI/VDE Rosenheim

Veranstalter: VDI BG Rosenheim, VDE Rosenheim
Ort: Rosenheim
Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl
Info: Info bei Philipp Lederer: bg-rosenheim@vdi.de, Tel: 08034-7075955

12. September 2023 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Systems Engineering für kleine und mittlere Unternehmen: Einführen und verstetigen (SE4OWL)

Veranstalter: VDI AK QM
Referent: Daria, Wilke
Anmeldung: Online Anmeldung

19:00 Treff

VDI/VDE Treff

Veranstalter: VDI BG Landshut
Ort: Landshut
Adresse: Altstadt 107, 84028 Landshut, Gasthaus „Zum Krenkl“

19:00 Online-Veranstaltung

Patentstrategie | Kommerziell nützliche Patente passend zur Unternehmensstrategie

Veranstalter: VDI AK Unternehmer und Führungskräfte
Referent: Christian Metzger, Patentanwalt
Info: Als Zoom-Videokonferenz. Der Teilnahmelink wird am Vorabend verschickt.
Anmeldung: Online Anmeldung

14. September 2023 / Donnerstag

17:00 Führung

Das Olympiastadion - vor Ort erklärt

Veranstalter: VDI AK/BV München, Ober- und Niederbayern Technikgeschichte
Ort: München
Adresse: Treffpunkt am Olympiastadion, Stadionkasse Nord, 80809 München, Olympiapark
Referent: Dr.-Ing. Irene Meissner, Architekturmuseum und Dipl.-Ing. Bernd Worms
Anmeldung: Online Anmeldung

26. September 2023 / Dienstag

18:30 Treff

Stammtisch Cross Cultural Group

Veranstalter: VDI Cross Cultural Group
Ort: München
Adresse: Bergmannstr. 46, 80339 München, Griechisches Haus, Café im Erdgeschoss
Info: Zur Reservierung der Platzanzahl wird um Anmeldung gebeten.
Anmeldung: Online Anmeldung

04. Oktober 2023 / Mittwoch

19:00 Treff

Stammtisch VDI/VDE Rosenheim

Veranstalter: VDI BG Rosenheim, VDE Rosenheim
Ort: Rosenheim
Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl
Info: Info bei Philipp Lederer: bg-rosenheim@vdi.de, Tel: 08034-7075955

10. Oktober 2023 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Airborne Wind Energy / Höhenwindtechnologien

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
Referent: Uwe Ahrens, X-Winds Powerplants GmbH
Info: Als Zoom-Videokonferenz. Der Teilnahmelink wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
Anmeldung: Online Anmeldung

17. Oktober 2023 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

AUTOSAR Derived Applications – Potenziale und Implementierungsmöglichkeiten der Adaptive AUTOSAR Plattform

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
Referent: Marc Tschentscher und Hoang Thanh Le, ALTEN GmbH
Info: Als Zoom-Videokonferenz. Der Teilnahmelink wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
Anmeldung: Online Anmeldung

24. Oktober 2023 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Dienstagsvortrag Luftfahrtthema

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
Info: Als Zoom-Videokonferenz. Der Teilnahmelink wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
Anmeldung: Online Anmeldung

24. Oktober 2023 / Dienstag

18:15 Online-Veranstaltung

Ethik in der Pflege – Wer braucht das?

Veranstalter: VDE AK Medizintechnik und LifeScience Electronic
Referent: Prof. Dr. med. Walter Swoboda, Hochschule Neu-Ulm
Info: Anmeldung beim VDE

24. Oktober 2023 / Dienstag

18:30 Treff

Stammtisch Cross Cultural Group

Veranstalter: VDI Cross Cultural Group
Ort: München
Adresse: Bergmannstr. 46, 80339 München, Griechisches Haus, Café im Erdgeschoss
Info: Zur Reservierung der Platzanzahl wird um Anmeldung gebeten.
Anmeldung: Online Anmeldung

28. September 2023 / Donnerstag

18:00 Vortrag

Business Coaching – Anwendungsbereiche und Nutzen für Unternehmen und Mitarbeiter

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung
Ort: Nürnberg
Adresse: Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg, Technische Hochschule Nürnberg, KA.440b
Referent: Dipl.-Ing. Bodo Iking, CAREER COACHING, Ingolstadt
Anmeldung: Online Anmeldung

26. Oktober 2023 / Donnerstag

18:00 Vortrag

Agile Entwicklung physischer Produkte 2022 – Einblicke in die industrielle Praxis der Anwendung

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung
Ort: Nürnberg
Adresse: Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg, Technische Hochschule Nürnberg, KA.102
Referent: Dr.-Ing. Stefan Weiss und Marvin Michalides
Anmeldung: Online Anmeldung

Nicht verpassen!

Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI BV Bayern Nordost

12. September 2023 / Dienstag

19:00 Treff

Monatliche Zusammenkunft mit Erfahrungsaustausch

Veranstalter: VDI BG Coburg
Ort: Coburg
Adresse: Lossaustraße 12, 96450 Coburg, Hotel Stadt Coburg, Konferenzzimmer

19. September 2023 / Dienstag

17:00 Vortrag

Holz – ein Werkstoff für die Zukunft

Veranstalter: VDI - NW PuL
Ort: Nürnberg
Adresse: Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg, Technische Hochschule Nürnberg, KA 202
Referent: Roland Erasmi
Anmeldung: Online Anmeldung

13. September 2023 / Mittwoch

14:00 Treff

Treffpunkt Technikgeschichte

Veranstalter: VDI-NW Technikgeschichte
Ort: Nürnberg
Adresse: Siedlerstr. 111, 90480 Nürnberg, Clubhaus Restaurant „da Alessandro“
Info: Dipl.-Ing. Klaus Jantsch, Tel. (09 11) 59 13 44

20. September 2023 / Mittwoch

17:00 Vortrag

Grüner Wasserstoff: Klimaschutz-Motor für die Metropolregion Nürnberg

Veranstalter: VDI BNO BG Erlangen
Ort: Erlangen
Adresse: Bahnhofplatz 3 (Eingang Calvinstraße), 91052 Erlangen, Ev.-ref. Kirchengemeinde Erlangen / neben der Hugentotenkirche, Calvinsaal (Zugang über den Innenhof)
Referent: Simon Reichenwallner und Dr.-Ing. Sebastian Kolb
Info: Hybridveranstaltung. Jede angemeldete Person erhält ca. zwei Wochen vor der Veranstaltung einen Link zur Einwahl in Zoom.
Anmeldung: Online Anmeldung

15. September 2023 / Freitag

14:00 Kongress

FIB-Deutschland: VDI Kongress 2023 Frauen im Ingenieurberuf

Veranstalter: FIB Deutschland
Ort: Bremen
Adresse: 28199 Bremen
Info: WICHTIG: Anmeldung erfolgt über die Webseite: <https://www.vdi.de/veranstaltungen/detail/vdi-kongress-2023-frauen-im-ingenieurberuf>
Anmeldung: Online Anmeldung

27. September 2023 / Mittwoch

18:00 Online-Veranstaltung

Mess- und Automatisierungstechnik in Bayern-Nordost

Veranstalter: VDI Bayern Nord-Ost / Netzwerk Mess- und Automatisierungstechnik
Referent: Dipl.-Ing. Gabriele Hösch, MBA, Netzwerksprecherin
Info: Zoom-Link wird nach Anmeldung wenige Tage vor der Veranstaltung per email verschickt.
Anmeldung: Online Anmeldung

10. Oktober 2023 / Dienstag

19:00 Treff

Monatliche Zusammenkunft mit Erfahrungsaustausch

Veranstalter: VDI BG Coburg
Ort: Coburg
Adresse: Lossaustraße 12, 96450 Coburg, Hotel Stadt Coburg, Konferenzzimmer

11. Oktober 2023 / Mittwoch

14:00 Treff

Treffpunkt Technikgeschichte

Veranstalter: VDI-NW Technikgeschichte
Ort: Nürnberg
Adresse: Siedlerstr. 111, 90480 Nürnberg, Clubhaus Restaurant „da Alessandro“
Info: Dipl.-Ing. Klaus Jantsch, Tel. (09 11) 59 13 44

17. Oktober 2023 / Dienstag

14:00 Besichtigung

VIERLING – We are all about electronics

Veranstalter: VDI - NW PuL
Ort: Ebermannstadt
Adresse: Pretzfelder Straße 21, 91320 Ebermannstadt, VIERLING Production GmbH
Anmeldung: Online Anmeldung

19. Oktober 2023 / Donnerstag

19:00 Online-Veranstaltung

FIB Nürnberg Karriere-Coaching

Veranstalter: FIB Nürnberg
Info: Weitere Informationen werden kurz vor der Veranstaltung bekannt gegeben
Anmeldung: Online Anmeldung

28. Oktober 2023 / Samstag

11:00 Treff

walk & talk – Mess- und Automatisierungstechnik – Herbstwanderung mit Austausch unter Fachkollegen*Innen mit anschließender gemeinsamer Einkehr

Veranstalter: VDI Bayern Nord-Ost / Netzwerk Mess- und Automatisierungstechnik
Ort: Nürnberg
Adresse: Valznerweiherstraße 111, 90480 Nürnberg, Inselrestaurant Valzner Weiher, Treffpunkt an der Brücke vor dem Restaurant
Referent: Dipl.-Ing. Gabriele Hösch, MBA, Netzwerksprecherin
Info: Mess- und Automatisierungstechnik begrenzte Teilnehmerzahl
Anmeldung: Online Anmeldung

31. Oktober 2023 / Dienstag

17:00 Besichtigung

Besichtigung Siemens Elektronikwerk Amberg + Besucherzentrum „IMPULSE“

Veranstalter: Netzwerk Digitalisierung und Nachhaltigkeit VDI BV Bayern Nordost
Ort: Amberg
Adresse: Heinrich Hertz Str. 1, 92224 Amberg, Siemens AG, The Impulse
Referent: Timo Mühlhausen
Anmeldung: Online Anmeldung

Die tagesaktuelle Veranstaltungsliste finden Sie unter www.technik-in-bayern.de

Impressum

Herausgeber:
Verein Deutscher Ingenieure (VDI),
Bezirksverein München, Obb. u. Ndb. e.V. (BV München)
Anschrift der Redaktion:
„Technik in Bayern“, Westendstr. 199 (TÜV)
80686 München

Chefredakteur: Dipl.-Ing. Friedrich Münzel (verantw.)
Chefin vom Dienst: Silvia Stettmayer
Tel. (0 89) 57 91 24 56, Fax (0 89) 57 91 21 61
E-Mail: tib@bv-muenchen.vdi.de

Redaktion:
Hermann Auer Ing. (grad.); Dr. Dina Barbian; Dipl.-Ing.
Wolfgang Berger; Dipl.-Ing. Knut Bergmann; Dr. Frank
Dittmann; Christina Kaufmann M.A.; Bernhard Kramer
M.Sc.; Dipl.-Ing. Jochen Lösch; Verena Rupprich, M.Sc.;
Dipl.-Ing. Walter Tengler

Verlag:
MuP Verlag GmbH
Tengstraße 27, 80798 München
Tel. (089) 1 39 28 42-0, Fax: (089) 1 39 28 42-28
Geschäftsführer: Christoph Mattes

Anzeigenleitung: Christoph Mattes
Tel. (089) 1 39 28 42-20, Fax: (089) 1 39 28 42-28
E-Mail: christoph.mattes@mup-verlag.de

Anzeigenverkauf: Regine Urban-Falkowski
Tel. (0 89) 1 39 28 42-31, Fax: (0 89) 1 39 28 42-28
E-Mail: regine.urban@mup-verlag.de
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 25 von 01.01.2022

Vertriebsleitung: Philip Esser
Tel. (0 89) 1 39 28 42-33, Fax: (0 89) 1 39 28 42-28
E-Mail: philip.esser@mup-verlag.de

Layout und Grafik: Ruprecht Waßmann

Internet-Service: SpaceNet AG

26. Jahrgang 2023
Technik in Bayern erscheint zweimonatlich und ist das
gemeinsame Mitglieder magazin des VDI BV München,
des VDI BV Bayern Nordost e. V. und des VDE Südbay-
ern. Der Bezugspreis ist bei VDI- und VDE-Mitgliedern
der Bezirksvereine in Bayern sowie dem IDV in der
Mitgliedschaft enthalten.

Jahresabonnement 36,- Euro / 72,- SFr; Einzelheft 8,-
Euro / 16,- SFr. Jahresabonnement für Studenten gegen
Einsendung einer entsprechenden Bestätigung 27,-
Euro/ 54,- SFr. Der Euro-Preis beinhaltet die Versand-
kosten für Deutschland und Österreich, der SFr-Preis
die Versandkosten für die Schweiz. Bei Versand in das
übrige Ausland werden die Porto-Mehrkosten berechnet.
Die Abodauer beträgt ein Jahr. Das Abo verlängert sich
um ein weiteres Jahr, wenn es nicht zwei Monate vor
Ablauf schriftlich gekündigt wird.

Urheber- und Verlagsrecht

Die Redaktion behält sich vor, Manuskripte und Leser-
briefe zu redigieren. Sie übernimmt keine Haftung für
unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illust-
rationen. Die systematische Ordnung der Zeitschrift und
alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildun-
gen sind urheberrechtlich geschützt.
Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung
erwirbt der VDI vom Autor umfassende Nutzungsrechte
in inhaltlich unbeschränkter und ausschließlicher Form,
insbesondere Rechte zur weiteren Vervielfältigung mit
Hilfe mechanischer, digitaler und anderer Verfahren.

Druck: Mayr/Miesbach GmbH
Am Windfeld 15, 83714 Miesbach

Technik in Bayern ISSN1610-6563

Nächster Redaktionsschluss: 11.09.2023

Deutsches Museum München 100 Jahre Himmel auf Erden



Foto: Deutsches Museum, Reinhard Krause

Die Sternbilder am Nachthimmel über München werden bei den Shows im Planetarium gezeigt

Am 21. Oktober 1923 gab es in München die weltweit erste öffentliche Vorführung eines Projektionsplanetariums – im (damals noch im Bau befindlichen) Deutschen Museum. Das Jubiläum wird auf der Museumsinsel mit einer großen Sonderausstellung gefeiert. In der Eingangshalle warten einmalige Exponate, vom Astrolabium aus dem 16. Jahrhundert über Himmelsgloben bis zu Armillarsphären, auf die Besucherinnen und Besucher. Zu sehen sind auch vier große Sternprojektoren – darunter selbstverständlich das originale Modell I von Zeiss, mit dem alles begann. Dazu gibt es unter einer Zehn-Meter-Kuppel regelmäßige Vorführungen zum Sternhimmel über München.

Am Anfang steht eine Abfuhr: „... teilen wir Ihnen ergebenst mit, daß wir uns mit der Herstellung des Planetariums nicht befassen können, da derartige Arbeiten nicht in den Rahmen unserer Fabrikation passen.“ So lau-

tet die Antwort auf Museumsgründer Oskar von Millers Anfrage bei der Firma Carl Zeiss Jena im Juli 1913. Drei Monate später nimmt Zeiss dann doch den Auftrag aus München an – sogar für zwei Planetarien, die aus unterschiedlichen Perspektiven den Himmel auf die Erde bringen sollen. Beim Kopernikanischen fährt man auf einem „Erdwagen“ um die zentrale Sonne und blickt in die Umlaufebene der Planeten. Beim Ptolemäischen erlebt man über der Schattensilhouette Münchens die Projektion eines künstlichen Sternhimmels an eine Kuppel – etwas, was es so nirgendwo auf der Welt gibt.

Informationen

Ausstellung bis 28. Januar 2024
Der Eintritt für die regelmäßigen
Stern-Shows kostet 5 Euro
(Museumsmitglieder frei)
Deutsches Museum
Museumsinsel 1, 80538 München
www.deutsches-museum.de



Wir können auch anders
Aufbruch in die Welt von morgen
Maja Göpel
Ullstein, Berlin 2022
ISBN 978-3-550-20161-5
13,99 Euro

Ob wir die Tageszeitung aufschlagen, fernsehen oder durch die Headlines unseres Smartphones scrollen, erreicht uns das Gefühl, im Ausnahmezustand zu leben sei der neue Normalzustand.

Maja Göpels neuestes Werk fokussiert sich auf Wege zur Reformierung unserer Gesellschaft. Hierbei greift sie auf Aristoteles' Aussage „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ zurück. Um als Gesellschaft nachhaltiger zu leben, müssen wir die Zusammenhänge innerhalb „des Ganzen“ zunächst verstehen und auf dieser Basis holistische Lösungsansätze entwickeln. Konkret führt sie u. a. ein Beispiel aus dem Verkehrssektor an. Weiter thematisiert Göpel die Veränderung unseres Umgangs miteinander von Umwelt und Technologien. Hierbei betrachtet sie kritisch das Wachstumsnarrativ als Stabilisator unserer Gesellschaft.

Wir können im Einklang mit den drei wesentlichen Merkmalen Vernetztheit, zeitliche Dynamik und Zweck aktiv gegen die ungleiche Verteilung von Vermögen, das bestehende Wirtschaftssystem und die Ausbeutung der Natur vorgehen. Neue Technologien können uns bei diesem Wandel unterstützen, sofern sie bezüglich ihres Nutzens sowie störender Nebeneffekte kritisch hinterfragt werden.

Ein Buch das Mut und Hoffnung macht. Trotz weltweiter Krisenherde können wir durch individuelles Verhalten viel bewirken. Das Werk ist für alle, die nach konstruktiven Lösungen, nicht nur zur Klimakrise und Nachhaltigkeit, sondern ebenso für eine soziale und wirtschaftliche Neuorientierung suchen, ein guter Ratgeber.

Verena Rupprich



Piers Bizony Piers Bizony

Sprache und Wirkung
Das Praxishandbuch für erfolgreiche Kommunikation

Mechthild R. von
Scheurl-Defersdorf,
Theodor von Stockert
Lingva Eterna Verlag, Fürth,
2022
ISBN 978-3-947-43713-9
22,00 Euro

Sprache mag von manchen Ingenieuren als zweitrangig betrachtet werden, aber Sprache hat eine enorme Wirkung, sowohl in positiver wie auch in negativer Richtung. Wertschätzend und klar verständlich miteinander sprechen ist keine Selbstverständlichkeit, in Gegenteil, im Alltag wird es oft mit Wortwahl und Gesprächssituation nicht so genau genommen. Ingenieuren fällt es – wie fast allen Fachexperten – schwer, die Sprache der Allgemeinheit zu treffen. Die besten technischen Leistungen würden nicht das Licht der Öffentlichkeit erblicken, wenn sie nicht gut kommuniziert werden. Leider machen das manchmal andere Personen und ernten die Lorbeeren, während die Erfinder mit Almosen abgespeist werden. Eine erfolgreiche Kommunikation ist kein Zufallsprodukt. Systematisch erreicht man das mit dem im Buch vorgestellten Lingva Eterna Kommunikationsmodell, das aus fünf Schritten besteht, die die Grundlage für den Erfolg darstellen: Intention, Ansprache, Rahmen, Diskurs, Abschluss. Die Autoren erläutern nach einer theoretischen Hinführung anhand realer Kommunikationssituationen, wie es zu Missverständnissen und in der Folge zu Konflikten kommen kann, wenn einer dieser Schritte fehlt oder die Reihenfolge vertauscht wird. Sie liefern darüber hinaus klare Vorschläge, um das eigene kommunikative Handeln zu verbessern. Viele alltagsnahe Praxisbeispiele beleuchten auf jeweils etwa zwei Seiten die genannten fünf Schritte. Zusätzlich ist ein Kartenset erhältlich, mit dem man seine eigenen sprachlichen Fähigkeiten effektiv trainieren kann.

Prof. Dr. Tilko Dietert



Cartoon: Cornelia Jettke

Über den Laser hätte sich auch Munchhausen gefreut ...

VORSCHAU

Ausgabe 06/2023 erscheint am 01. November 2023 mit dem Schwerpunktthema

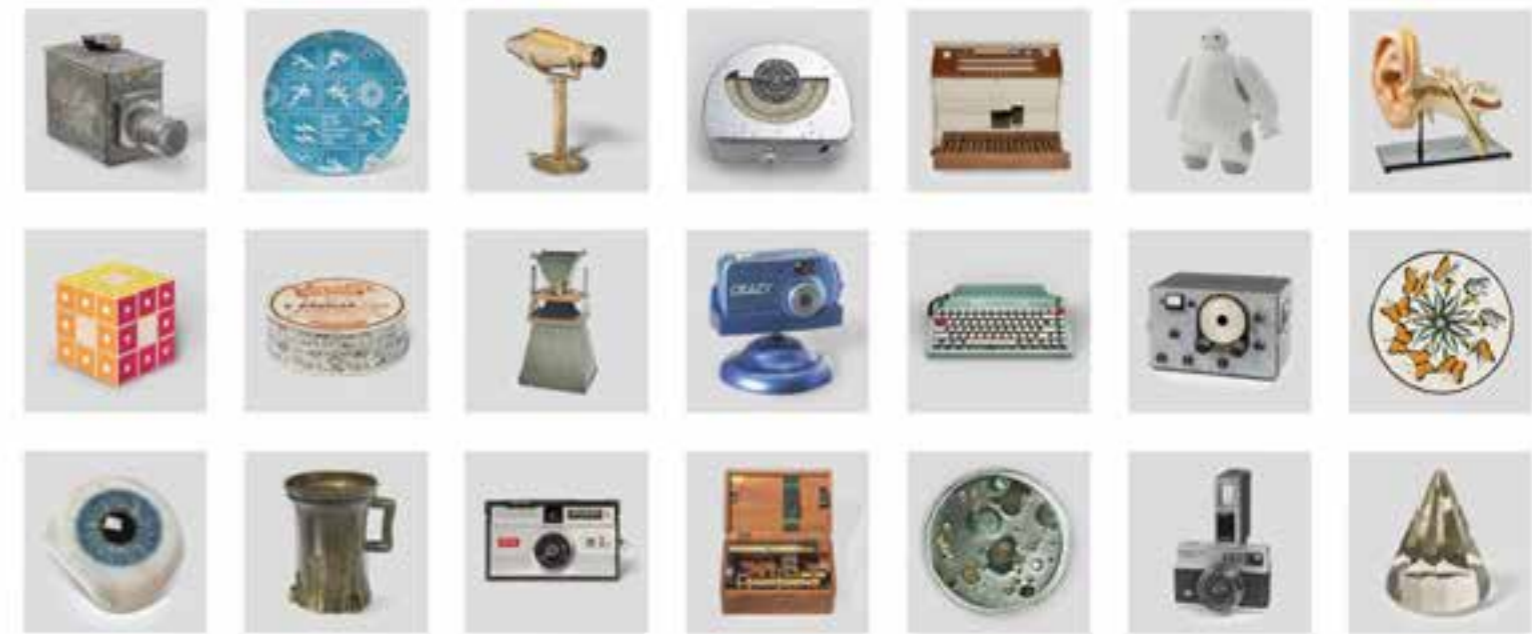
Patentrechte

Seit dem 1. Juni 2023 gibt es das Europäische Patent mit einheitlicher Wirkung, vereinfacht EU-Einheitspatent, und das zugehörige Einheitliche Patentgericht (EPG). In unserer nächsten Ausgabe beschäftigen wir uns mit dem neuen EU-Einheitspatent und dessen Auswirkungen auf die europäische Innovationslandschaft.

Anzeigenschluss: 05. Oktober 2023

Schwerpunktthema der Ausgabe 01/2024
Bahntechnik

Schwerpunktthema der Ausgabe 02/2024
Baustoffe



ALLES



DIE TECHNISCHEN GRENZEN AUSREIZEN, ÜBERWINDEN UND VERSCHIEBEN

Mit unserem Hochenergie-Laser entwickeln wir Lösungen gegen die Bedrohungen von morgen und bringen Spitzentechnologie im Bereich Sicherheit und Verteidigung zur Serienreife.

Erfahren Sie mehr über die Technologiethemata und Karrieremöglichkeiten bei MBDA, dem führenden europäischen Unternehmen in der globalen Verteidigungsindustrie.

#applyNOW

**TOGETHER.
WE'LL EXPLORE THE
LIMITS OF TECHNOLOGY.**

www.mbda-careers.de

MBDA