Leibniz ipht
LEIBNIZ-INSTITUT für PHOTONISCHE TECHNOLOGIEN

reflexion

Jahresbericht 2021

Lösungen mit Licht

—

From Ideas to Instruments

Leibniz Gemeinschaft

jenaphotonics®

PHOTONICS FOR LIFE
from Ideas to Instruments

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Prof. Dr. Jürgen Popp © Sven Döring

Frank Sondermann © Sven Döring

Wissenschaft ist ein Teil unserer Gesellschaft. Der Drang nach Erkenntnis, das Generieren von Wissen und dessen Verbreitung sowie das Erschaffen innovativer Lösungen ist eng mit der Geschichte der Menschheit verbunden und hat nicht erst seit der Erfindung des Rades dazu beigetragen, unser Leben zu verbessern, sicherer und gesünder zu machen. Innovationen durchdringen unseren Alltag und bereichern unsere Gesellschaft in vielerlei Hinsicht. Dieser gesamtgesellschaftliche Auftrag spiegelt sich auch im Selbstverständnis des Leibniz-Institutes für Photonische Technologien wider. Wir erforschen lichtbasierte Lösungen für drängende Fragen unserer Zeit in den Bereichen Medizin, Gesundheit, Umwelt und Sicherheit.

Damit unsere Arbeit diesem Anspruch gerecht werden kann, ist es von grundlegender Bedeutung, unser Wissen, unsere Ergebnisse und Innovationen zu transferieren – also zum gemeinschaftlichen Nutzen verfügbar zu machen. In unserem Credo „*Photonics for Life. From Ideas to Instruments*“ ist dieser Transfergedanke fest verankert.

Wie kann es uns also gelingen, dass aus Erkenntnissen der Grundlagenforschung anwendungsorientierte Lösungen entstehen, die in alltagstaugliche, marktreife Innovationen überführt werden? Wie können wir unser Wissen der wissenschaftlichen Community und breiten Teilen der Gesellschaft zur Verfügung stellen? Wie schaffen wir es, junge Generationen von unserer Arbeit zu begeistern und das Interesse für eine Karriere in der Wissenschaft zu wecken? In dieser Ausgabe des Jahresberichtes möchten wir uns schwerpunktmäßig diesen Fragestellungen widmen und Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, unsere Ansätze vorstellen, die uns diesen Zielen näherbringen.

Wissens- und Technologietransfer muss aktiv betrieben werden und lebt von Interaktion und Austausch. Die Basis unserer erfolgreichen Arbeit und ausgewiesenen wissenschaftlichen Exzellenz ist unsere engagierte und motivierte Belegschaft. Und es sind die zahlreichen Partnerinnen und Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, sowie Freunde und Förderer, mit denen wir seit nunmehr 30 Jahren eng und vertrauensvoll zusammenarbeiten. Bei all diesen Menschen möchten wir uns herzlich bedanken. Die Ergebnisse und Fortschritte, die wir auf den kommenden Seiten dieser Ausgabe vorstellen, wären ohne ihr Engagement und ihre Unterstützung nicht denkbar.

Viel Freude beim Lesen wünschen

Jürgen Popp
Wissenschaftlicher Direktor

Frank Sondermann
Kaufmännischer Direktor

Inhalt

6
Happy Birthday!
Das Leibniz-IPHT feiert sein 30-jähriges Jubiläum

–

8
Von der Grundlagenforschung zum klinischen Einsatz
Translation ebnet den Weg hin zu einer besseren Diagnostik

–

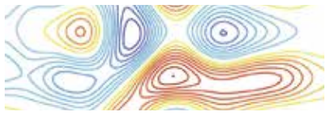
10
Blick ins Körperinnere: Dem Krebs auf der Spur

–

16
Spitzenforschung mit Licht
Marktreife Lösungen im Kampf gegen Infektionen

–

18
Modern ausgestattet für den Kampf gegen Infektionskrankheiten



–

20
Wissenschaftskommunikation par excellence
Mit dem Comic „Lasergirl. Jagd auf den Killerkeim“ hat das Leibniz-IPHT einen eher ungewöhnlichen Weg der Wissensvermittlung gewählt und das mit großem Erfolg.

–

23
Goldenes Glanzstück
Winzige Nanopartikel aus Gold setzen Wissenschaft kreativ in Szene

–

24
Vom Leibniz-IPHT in die Welt
Leibniz-IPHT-Alumni als wichtiges Bindeglied im globalen Forschungsnetzwerk

–

26
Scharf, schärfer, am schärfsten
Neues Mikroskopie-Verfahren setzt Maßstäbe mit bisher unerreichter Schärfe

–

28
Einfach spitze
Linsen auf der Spitze optischer Fasern nehmen winzig kleine Objekte in den Fokus

–

30
Tiefe Einblicke
Mit minimal-invasiven Endoskopen aus dem Leibniz-IPHT soll es in Zukunft gelingen, in tiefere Regionen des menschlichen Gehirns zu sehen.

–

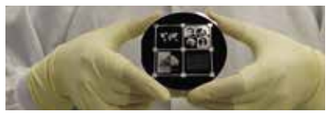
34
Initiative „IR4future“
Wirtschaft und Wissenschaft fordern Innovationsschub in der Infrarot-Technologie

–

36
Zweitmeinung Computer
Schlaue Algorithmen spüren Details auf

–

38
Rekordverdächtig: Schwarzschichten aus dem Reinraum



–

40
Blumenkohl, Farn oder Kugel?
Wie poröses Platin das Licht fängt

–

42
Mit Magnetfeldsensoren auf den Spuren mongolischer Herrscher

–

44
Im Rhythmus des Herzens
Wie optisch gepumpte Magnetometer auch die schwächsten Signale in der Biomedizin sichtbar machen.

–

46
Spitzenforschung braucht Vielfalt

–

50
Eng verwobene Exzellenzforschung
Gemeinsam Potentiale entfesseln für wissenschaftliche Höchstleistungen

–

54
Nachrichten

–

56
Ausgezeichnete Leistung

–

58
Publikationshighlights
–

60
Zahlen und Fakten 2021
–

62
Vereinsmitglieder 2021
–

63
Wissenschaftlicher Beirat
–
Kuratorium
–

64
Organigramm
–
Forschungseinheiten
–
Technologiegruppen
–
Nachwuchsgruppe
–

65
Personal des Instituts 2021
–

66
Finanzen des Instituts 2021
–

67
Wir danken unseren Förderern
–
Impressum
–

Happy Birthday!

Das Leibniz-IPHT feiert sein 30-jähriges Jubiläum

Seit mittlerweile 30 Jahren ist das (Leibniz-)IPHT ein fester Bestandteil in der Forschungslandschaft. Wobei die akademischen Wurzeln des Institutes, welches zunächst unter dem Namen Institut für Physikalische Hochtechnologie als Landeseinrichtung gegründet wurde, bis in die 50er Jahre des vergangenen Jahrhunderts zurückreichen. Das Leibniz-IPHT verfolgt die Vision, mit Licht Lösungen für Fragen und drängende Probleme in den Bereichen Gesundheit, Umwelt, Medizin und Sicherheit zu finden, die das Leben sicherer, gesünder und sauberer machen. Heute zählt das Institut zu einer der führenden internationalen Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der optischen Gesundheitstechnologien.

Gründung
1992

2005-2006
Strukturkommission unter Leitung von Prof. Dietrich Wegener (TU Dortmund)

Profilierung mit Schwerpunkt Photonik in den Lebenswissenschaften
2007

2011-2013
Evaluierungsprozess für die Aufnahme in die Leibniz-Gemeinschaft

Aufnahme in die Leibniz-Gemeinschaft
2014

2014-heute
Weiterprofilierung auf dem Gebiet der photonischen Technologien für System-Lösungen aus den Bereichen Gesundheit, Umwelt, Medizin und Sicherheit

Erfolgreiche Evaluierung
2019

> Die Arbeiten des Institutes sind nicht nur wissenschaftlich, sondern auch gesellschaftlich hoch relevant (…). Das IPHT erfüllt die Anforderungen, die an eine Einrichtung von überregionaler Bedeutung und gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischem Interesse zu stellen sind.

Stellungnahme zur Evaluierung des Leibniz-IPHT des Senats der Leibniz-Gemeinschaft (15. Juli 2020)

© Daniel Siegesmund

Von der Grundlagenforschung zum klinischen Einsatz

Translation ebnet den Weg hin zu einer besseren Diagnostik

Wie können altersbedingte Erkrankungen, wie Alzheimer, besser und frühzeitig diagnostiziert werden? Wie lässt sich innerhalb kürzester Zeit eine gefährliche Sepsis erkennen und akut behandeln? Und wie können antibiotikaresistente Krankheitserreger zuverlässig erkannt werden?

Um Antworten auf diese und ähnliche Fragestellungen und Herausforderungen unserer Zeit zu finden, forscht das Leibniz-IPHT an neuen lichtbasierten Lösungen und Technologien. Sie legen die Basis für eine schnellere und noch genauere medizinische Diagnostik und verbesserte Therapie von Krankheiten.

Doch nur wenn innovative Ansätze und Verfahren in marktfähige Produkte überführt werden, können Ärztinnen und Ärzte Krankheiten treffsicher erkennen und Therapiemaßnahmen für betroffene Patientinnen und Patienten zielgenau einleiten.

Um Forschungsergebnissen den Weg aus der Wissenschaft in die klinische Anwendung zum Wohle und Nutzen der Gesellschaft zu ebnen, sind Translationsinfrastrukturen erforderlich. Hierzu kooperiert das Leibniz-IPHT in verschiedenen Translationsnetzwerken eng mit Partnern aus Forschung, Industrie und Medizin, um Ideen und akademische Ergebnisse in medizinerprobte und patientenfreundliche Produkte und Systeme zu überführen:

Aktuell 29 Partner aus Wissenschaft und Industrie arbeiten im Rahmen des **Forschungscampus InfectoGnostics** an der Infektionsdiagnostik und -forschung von morgen. Mit neuen Verfahren sollen Infektionserreger und Antibiotikaresistenzen verlässlich erkannt und ein besseres Verständnis der Immunreaktion gewonnen werden. Erfolgversprechende Ansätze der Grundlagenforschung werden dank der engen Zusammenarbeit aus Forschung, Wirtschaft und Medizin schnell in leistungsfähige diagnostische Lösungen und Produkte umgesetzt.

Im Zentrum für **Sepsis und Sepsisfolgen** (Center for Sepsis Control & Care, CSCC) werden das Krankheitsbild der Sepsis und anderer gefährlicher Infektionen, ihre Ursachen und Spätfolgen umfassend erforscht. Grundlagen- und klinische Forschung arbeiten vertrauensvoll zusammen, um leistungsfähige Diagnosemethoden sowie akute Behandlungskonzepte entstehen zu lassen.

Die Erforschung altersassoziierter Krankheiten, wie Alzheimer, Parkinson oder Krebs, steht im Interesse des **Zentrums für translationale Medizin** (CeTraMed). Die hinter diesen Erkrankungen stehenden Prozesse und Vorgänge gilt es, aufzuklären, um moderne diagnostische Konzepte sowie therapeutische Maßnahmen zum Nutzen von Betroffenen abzuleiten.

Am **Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung** (LPI) arbeiten zukünftig Wissenschaft und Industrie in einer nutzeroffenen Translationsinfrastruktur Hand in Hand, um lichtbasierte Technologien und Verfahren schnell in die Anwendung zu überführen und damit eine bessere Diagnostik und Therapie von Infektionen zu erzielen. Der Transfer neuer Lösungsansätze in kommerzielle Produkte und Verfahren soll damit deutlich beschleunigt werden.

Leibniz | ipht

InfectoGnostics
Forschungscampus Jena

CeTraMed

LEIBNIZ-ZENTRUM *für* PHOTONIK *in der* INFEKTIONSFORSCHUNG

Center for Sepsis Control & Care

Blick ins Körperinnere: Dem Krebs auf der Spur

In einem ersten Praxistest des *invaScope*-Systems in Dänemark wurde die faseroptische Raman-Sonde direkt im OP-Saal in die Blase zur Erkennung von Blasenkrebs eingebracht.

© Iwan Schie

Weltweit erkranken jährlich circa 19,3 Millionen Menschen an Krebs[1]. Je eher ein Tumor entdeckt und behandelt werden kann, desto besser stehen die Heilungschancen für betroffene Patientinnen und Patienten. So besteht in der Tumorchirurgie ein großer Bedarf an neuen Technologien, die in der Lage sind, Tumore exakt zu lokalisieren, um diese möglichst vollständig zu entfernen, und die eine zuverlässige Tumortypisierung und -einstufung ermöglichen, um schnell einen individuellen und auf die Patientin bzw. den Patienten zugeschnittenen Therapieplan einzuleiten.

Das Leibniz-IPHT arbeitet an verschiedenen endospektroskopischen Lösungen, um diese bisher nur unzureichend adressierten medizinischen Probleme zu lösen: Ein multimodales bildgebendes Endoskop-Konzept (Seite 15) bietet das Potential, tumoröses von gesundem Gewebe direkt während einer Operation unterscheiden zu können, indem es räumlich hochaufgelöste Gewebebilder, die sowohl morphologische als biochemische Informationen enthalten, generiert. Um Tumore noch eingehender hinsichtlich Tumor-Grading und -Staging zu charakterisieren, wurde das *invaScope* (Seite 12) – ein Raman-basiertes System – entwickelt, das es Ärztinnen und Ärzten ermöglichen soll, auffälliges Tumorgewebe punktgenau, markerfrei und ohne die Entnahme einer Biopsie histopathologisch zu charakterisieren.

Kompakt und flexibel: Das *invaScope*, welches Iwan Schie (rechts) gemeinsam mit seinem Team entwickelte, vereint alle nötigen Komponenten zur Diagnostik von Blasenkrebs in einem kompakten Design © Sven Döring

Blasenkrebs mittels optischer Biopsie in-vivo-charakterisieren

Blasenkrebs rangiert auf Platz zehn der am häufigsten diagnostizierten Karzinome weltweit. Männer erkranken deutlich häufiger als Frauen. 2020 starben 212.536 Erkrankte und damit fast 40 Prozent der Blasenkrebs-Betroffenen an ihrer Erkrankung.[2] In der Statistik der Todesfälle liegt Blasenkrebs neben Lungenkrebs, Krebs des Verdauungstraktes und Brustkrebs auf Platz 13. Eine verbesserte Diagnose erhöht die Heilungschancen deutlich.

Doch bis ein Harnblasenkarzinom eindeutig diagnostiziert werden kann, dauert es meist einige Tage bis hin zu mehreren Wochen, in denen Betroffene in Ungewissheit leben. Bei Krebsverdacht entnehmen Medizinerinnen und Mediziner eine Gewebeprobe aus der Harnblase, um eine harmlose Gewebeveränderung von einem bösartigen Karzinom differenzieren zu können. In der histopathologischen Untersuchung wird die Probe anschließend unter dem Mikroskop analysiert. Lautet die Diagnose „Krebs“, folgen weitere Operationen sowie begleitende Therapiemaßnahmen.

Die histopathologische Untersuchung liefert jedoch lediglich Aussagen zu morphologischen Gewebemerkmalen, wie Struktur und Form der entnommenen Zellen. Bedeutende biochemische Informationen werden nicht erfasst. Ein molekularer Fingerabdruck betroffener Zellen würde eine genauere diagnostische Charakterisierung des Tumors ermöglichen und dabei helfen, den Verlauf der Krankheit besser prognostizieren zu können.

Um die Blasenkrebs-Diagnostik zu verbessern und zugleich die Zeit der Unsicherheit für Betroffene zu verkürzen, startete 2016 das EU-Projekt „MIB“ (Multi-modal, endoscopic biophotonic imaging of bladder cancer for point-of-care diagnosis). Gemeinsam mit zehn europäischen Partnereinrichtungen stellte sich das Leibniz-IPHT im Rahmen des Projektes der Aufgabe, ein kompaktes bildgebendes endoskopisches System zur Erkennung von Blasenkrebs zu entwickeln. „Das *invaScope* soll Ärztinnen und Ärzte bei der Charakterisierung von Blasengewebe wirkungsvoll unterstützen. Schnell und schmerzfrei wird die Tumordiagnose direkt in der Harnblase und in Echtzeit möglich sein. Befunde können so innerhalb kürzester Zeit vorliegen und Gesundheitsrisiken für Patientinnen und Patienten werden deutlich reduziert. Denn Eingriffe, wie Blasenspiegelungen, können für Betroffene mit Komplikationen, beispielsweise mit Blutungen, Blasenperforationen oder Infektionen, verbunden sein“, erklärt Prof. Dr. Iwan Schie, Arbeitsgruppenleiter für Multimodale Instrumentierung in der Abteilung Spektroskopie / Bildgebung am Leibniz-IPHT.

Eine spezielle Herausforderung auf dem Weg zum System war die Entwicklung einer kliniktauglichen endoskopischen Fasersonde. Ziel war es, die Fasersonde äußerst dünn, flexibel und robust zu gestalten, so dass der Zugang zur Blase über die Harnröhre unkompliziert möglich ist. Wichtig war vor allem, dass kein umliegendes Gewebe verletzt wird, die Untersuchung für Patientinnen und Patienten mit minimalem Risiko verbunden sowie schmerzfrei ist. Auch musste die Sonde biokompatibel und sterilisierbar sein. Durch die enge Zusammenarbeit mit Ärztinnen und Ärzten der Region Hovedstaden in Dänemark und den Medizintechnikherstellern Blazejewski MEDI-TECH GmbH und 2M Engineering konnten die anwendungsbezogenen und regulatorischen Anforderungen noch während der Forschung berücksichtigt werden.

„Mit der Europäischen Verordnung für Medizinprodukte (Medical Device Regulation, MDR) sind sehr hohe Anforderungen hinsichtlich Dokumentation, Funktionalität und Sicherheit an Geräte für die klinisch-investigative Forschung verbunden. Für uns als Leibniz-IPHT ist die Entwicklung des *invaScopes* die erste Realisierung eines Systems für die In-vivo-Anwendung am Menschen – ganz im Sinne von ‚*From Ideas to Instruments*‘“, erläutert Iwan Schie.

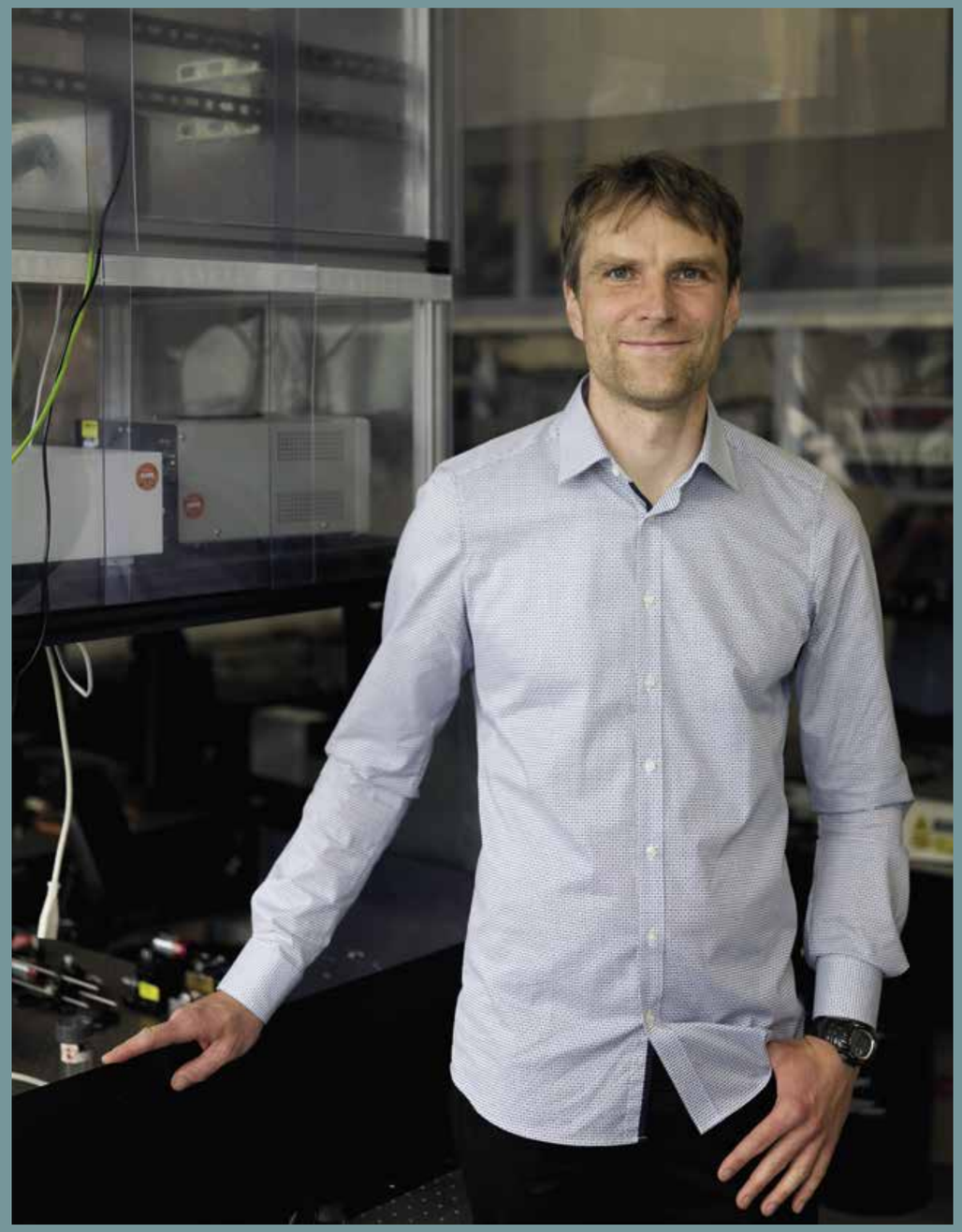
In Ex-vivo-Studien wiesen die Forschenden zunächst an Biopsien nach, dass insbesondere die Raman-Spektroskopie für die Diagnostik von Blasenkrebs und die Tumor-Grad-Differenzierung geeignet ist. Markierungsfrei ermöglicht sie die biochemische Charakterisierung von Gewebeproben. Mit einer Genauigkeit von 92 Prozent konnte zwischen gesundem und tumorösem Gewebe unterschieden werden. Bei der Differenzierung zwischen hochgradig bösartigem und weniger bösartigem Gewebe betrug die Genauigkeit 84 Prozent.

Endoskopische, faseroptische Raman-Sonde, die gesundes und krankhaftes Gewebe unterscheiden hilft. © Iwan Schie

Die diagnostische Leistungsfähigkeit verbessert sich durch die Kombination verschiedener optischer Verfahren. „In Zusammenarbeit mit der Medizinischen Universität Wien konnten wir zeigen, dass sich unterschiedliche optische Methoden gut kombinieren lassen und sich bei der Diagnose ergänzen. Die Verbindung der optischen Kohärenztomographie, kurz OCT, und Raman-Spektroskopie bietet den Vorteil, sowohl tiefenaufgelöste strukturelle als auch molekulare Informationen aus Proben gewinnen zu können. Ärztinnen und Ärzte erhalten damit umfassende und aussagekräftige diagnostische Informationen über die Aggressivität und das Stadium eines Blasenkarzinoms“, führt Iwan Schie weiter aus.

Die Arbeiten am endoskopischen System mit faseroptischer Raman-Sonde konnten im Jahr 2021 abgeschlossen werden. Die entwickelte Sonde ist mehrfach sterilisierbar und somit wiederverwendbar. Alle für die Raman-Spektroskopie notwendigen Elemente, wie Laser, Spektrometer und Kamera, sind in einem kompakten und spritzwassergeschützten Gehäuse integriert und werden durch eine speziell für den klinischen Einsatz entwickelte Software ergänzt. Das Raman-System ist auf einem medizinischen Gerätewagen installiert und kann in Operationssälen oder Ambulanzen flexibel zum Einsatz kommen.

Im Kopenhagener Herlev Krankenhaus in Dänemark wurde das *invaScope*-System Ende 2021 im Rahmen einer klinischen Studie einem Praxistest unterzogen. Mit dem neuen Instrument konnten die Medizinerinnen und Mediziner die Blasenwand bei 20 Studienteilnehmern jeweils innerhalb weniger Minuten mittels Raman-Spektroskopie untersuchen. Dazu wurde die Sonde durch den Arbeitskanal eines Nephroskops in die Blase eingeführt, die Sondenspitze in Kontakt zur Blasenwand gebracht und die Messungen gestartet. Eine an das System angeschlossene Hellfeldkamera lieferte zeitgleich Aufnahmen aus dem



Dr. Tobias Meyer-Zedler will die Tumordiagnostik zusammen mit seinem Team und mit einem neu entwickelten Endomikroskop voranbringen.
© Sven Döring

Körperinneren und unterstützte die Auswahl der Geweberegion.

„Es war faszinierend, die Ergebnisse unserer Arbeit der vergangenen Jahre live im klinischen Umfeld zu erleben. Die dänischen Medizinerinnen und Mediziner zeigten sich von der einfachen Handhabung des Systems überzeugt und haben Interesse an der Fortführung der Entwicklung hin zu einem Medizinprodukt“, fasst Iwan Schie zusammen. Neben medizinischen Vorteilen könnte das *invaScope* einen wirtschaftlichen Nutzen bieten: Teure und aufwändige Operationen mit Operateuren, Anästhesisten und Schwestern ließen sich aufgrund einer verbesserten Diagnostik besser planen und könnten zielgerichteter durchgeführt werden. Dadurch könnten Kosten im Gesundheitssystem gespart werden.

Der endoskopische Ansatz und die unkomplizierte Bedienung des Systems erlauben perspektivisch, weitere schwer erreichbare Körperregionen als Anwendungsfelder zu erschließen. In einer nächsten klinischen Studie soll die Eignung des Systems zur Diagnose von Krebstumoren im Hals- und Kopfbereich gezeigt werden.

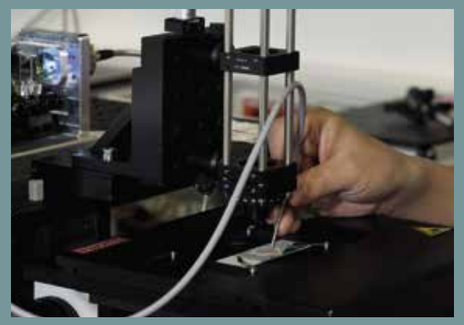
Tumorranderkennung mit Dreifachbildgebung

Forschende des Leibniz-IPHT haben gemeinsam mit der Firma Grintech aus Jena ein multimodales Endoskop für eine verbesserte Tumorranderkennung erforscht und entwickelt.

Bisher sind Chirurginnen und Chirurgen auf die Befunde der Schnellschnittdiagnostik angewiesen, um noch während des Eingriffs erkennen zu können, ob ein Tumor vollständig entfernt worden ist. Die Beurteilung der Ergebnisse erfordert langjährige Erfahrung und ist trotz alledem mitunter fehlerhaft. Erst eine spätere intensive pathologische Untersuchung des entnommenen Gewebes liefert Gewissheit. Bis zu vier Wochen können vergehen, bis ein genauer Befund vorliegt. Für Patientinnen und Patienten eine Zeit quälender Ungewissheit – in der sich eventuell verbliebene Tumorzellen bereits wieder vermehren können.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IPHT haben ein Diagnoseverfahren erforscht, das die bisherige Prozedur revolutionieren könnte: Das Endomikroskop ist in der Lage, in-vivo während einer Operation verlässlich gesundes von tumorösem Gewebe in Echtzeit zu unterscheiden. Das System vereint hierzu einen leistungsstarken Laser, eine innovative optische Glasfaser sowie ein endomikroskopisches Objektiv.

„Im vorangegangenen Projekt ‚MediCARS‘ haben wir ein Verfahren zur multimodalen Gewebediagnostik erforscht. Die hier gesammelten Erfahrungen haben wir nun in ein miniaturisiertes flexibles Endoskop-Design überführt. Gemeinsam mit unserem Partner, der Grintech GmbH, ist so eines der kompaktesten und leistungsfähigsten Endoskope für die schonende In-vivo-Bildgebung entstanden – eine noch kleinere Realisierung ist kaum möglich“, erklärt Dr. Tobias Meyer-Zedler, Leiter der Arbeitsgruppe Molekulare Bildgebung in der Abteilung Spektroskopie / Bildgebung am Leibniz-IPHT.



Das Endomikroskop soll Ärztinnen und Ärzte bei der Entfernung von Tumoren präzise unterstützen.
© Sven Döring

Um möglichst viele Informationen aus dem zu untersuchenden Gewebe generieren zu können, kombinierten die Forschenden drei Bildgebungstechniken: die kohärente Anti-Stokes-Raman-Streuung, die Frequenzverdopplung sowie die Zwei-Photonen-angeregte Fluoreszenzmikroskopie. Dieser multimodale Ansatz macht markierungsfrei Gewebestrukturen sowie deren molekulare Zusammensetzung und Morphologie bis in den Submikrometerbereich sichtbar. „Die generierten Bilder können selbst mit denen hochauflösender High-End-Mikroskope mithalten“, resümiert der Forscher.

Ein wichtiger Meilenstein bei der Entwicklung bildete die Realisierung der optischen Doppelkern-Doppelmantel-Glasfaser, die sowohl für die Laserführung als auch für die Signalerfassung konzipiert wurde. Mit der Expertise aus mehreren Jahrzehnten Erfahrung entwickelten die Faserexperten am Leibniz-IPHT eine mikrostrukturierte Faser bestehend aus zwei Kernen zur Führung der beiden Anregungslaser für die kohärente Anti-Stokes-Raman-Streuung, mit denen das Gewebe aus beiden Kernen mit Licht bestrahlt wird. Umgeben sind die beiden Kerne von einem äußeren Mantel, der die Antwort des Gewebes auf die Anregung durch Laserlicht sammelt.

„Um das Konzept fit für die klinische Anwendung zu machen, stehen noch weitere Herausforderungen bevor: So werden wir das Endoskop technologisch weiter verfeinern und klinischen Tests unterziehen. Die Zulassung als Medizinprodukt wird ein weiterer wichtiger Meilenstein sein. Schon in einigen Jahren könnte unser Endoskop dazu beitragen, die Krebsdiagnostik minimalinvasiv optimal zu unterstützen“, so Tobias Meyer-Zedler.

–

Publikation:
Schie, I. W. et al, Scientific Reports 11, 9951, 2021, https://doi.org/10.1038/s41598-021-89188-2

Pshenay-Severin, Ekaterina et al., Light: Science & Applications 10, 207, 2021, https://doi.org/10.1038/s41377-021-00648-w

[1] Vgl. Statista: Zahl der Krebsneuerkrankungen weltweit nach Krebsart im Jahr 2020, 2022: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/286545/umfrage/zahl-der-krebsneuerkrankungen-weltweit/ [17.01.2022]

[2] Vgl. Statista: Zahl der Krebstodesfälle nach Krebsart weltweit 2020, 2022: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/286584/umfrage/zahl-der-krebstodesfaelle-nach-krebsart-weltweit/ [18.01.2022]

Automatisiertes Highthroughput-Raman-System für die schnelle Charakterisierung von Zellen

© Daniel Siegesmund

Spitzenforschung mit Licht

Marktreife Lösungen im Kampf gegen Infektionen

Das Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) ist eine nutzeroffene One-Stop-Agency.

Als weltweit einzigartige Forschungsinfrastruktur wird das Zentrum dazu beitragen, die Entwicklung von marktreifen lichtbasierten Diagnoseverfahren und neuartigen Therapieansätzen zur Behandlung von Infektionskrankheiten zu revolutionieren. Alle Entwicklungsschritte vom Konzept bis hin zum zertifizierten Medizinprodukt werden in einem ganzheitlichen Prozess mitgedacht. Noch befindet sich das LPI im Aufbau – aber bereits jetzt wurde mit wissenschaftlichen Vorarbeiten begonnen und Managementstrukturen eingerichtet.

„Wir ergänzen State-of-the-Art-Technologien um neue photonische Verfahren, die es heute so kommerziell noch nicht gibt. Den Nutzerinnen und Nutzern aus Wissenschaft und Wirtschaft steht zukünftig das breite Spektrum einzigartiger lichtbasierter sowie molekularbiologischer Methoden in Kombination mit sämtlichen notwendigen Technologien zur Verfügung, um die Translation von neuen Methoden für die Diagnostik als auch Therapie von Infektionskrankheiten zu beschleunigen. Wir rücken exzellente Forschung, Technologieentwicklung sowie den klinischen Alltag enger zueinander. So wird es das LPI auch kleinen und mittelständischen Unternehmen ermöglichen, schneller zu standardisierten Ergebnissen zu kommen. Denn es muss nicht jede kleine Firma das Rad neu erfinden“, schildert Jürgen Popp, Sprecher des LPI, den Ansatz des Zentrums.

Forschende der vier Trägereinrichtungen arbeiten seit dem vergangenen Jahr in institutsübergreifenden Projekten an der Erhöhung des technischen Reifegrades der Basistechnologien (TRL – Technology Readiness Level), um diese für den Einsatz im LPI vorzubereiten.

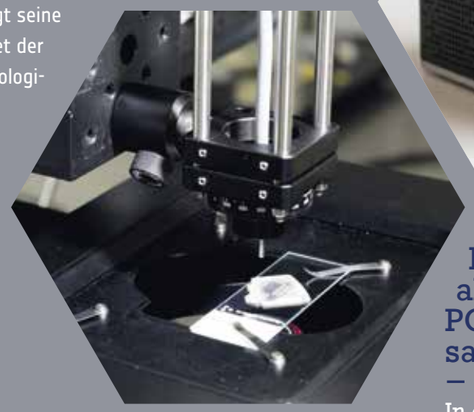
Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (LPI)

Das Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Vorhaben. 124 Millionen Euro werden für die Realisierung der Idee in den kommenden Jahren bereitgestellt. Trägereinrichtungen des LPI sind das Leibniz-Institut für Photonische Technologien (Leibniz-IPHT), das Leibniz-Institut für Naturstoffe und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (Leibniz-HKI), die Friedrich-Schiller-Universität sowie das Universitätsklinikum Jena.

Modern ausgestattet für den Kampf gegen Infektionskrankheiten

–

Im Laufe des Jahres 2021 startete der Aufbau der technologischen Infrastruktur des LPI: Das BMBF fördert fünf als Basistechnologien bezeichnete Vorhaben mit rund 50 Millionen Euro. Das Leibniz-IPHT bringt seine Kompetenzen auf dem Gebiet der optischen Gesundheitstechnologien in die Projekte ein.



Photonische Interaktionsassays für POCT / Hochdurchsatzplattformen

–

In dem vom Leibniz-IPHT koordiniertem Projekt werden methodische und instrumentelle biophotonische Plattformtechnologien für Point-of-Care-(POC) und Hochdurchsatz-Anwendungen als Basistechnologien für das LPI erforscht und realisiert. Das Leibniz-IPHT fokussiert hierbei auf die Erforschung und Entwicklung von kompakten Geräten, Analysestrategien sowie Methoden zur Aufbereitung vor allem von flüssigen Proben.

–

Projektkoordinator:
Leibniz-IPHT

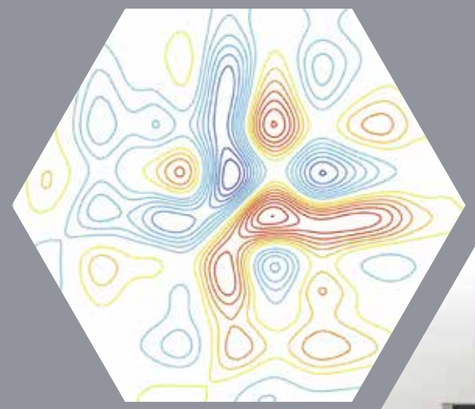
Multidimensionale, multimodale, intelligente Imaging-Plattformen

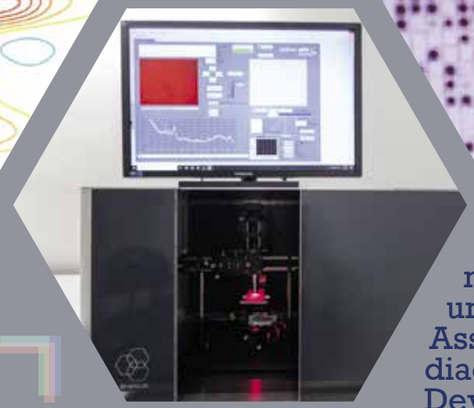
–

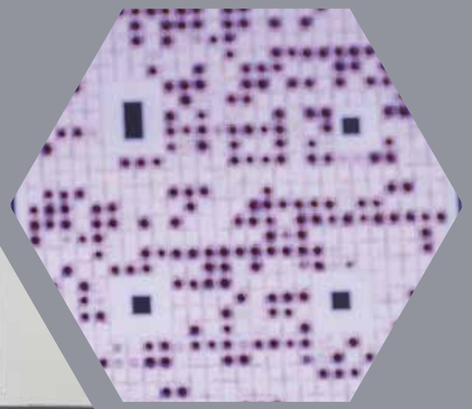
Gegenstand des Projektes ist die Erforschung und Entwicklung innovativer bildgebender Plattformtechnologien für infektionsrelevante Anwendungsszenarien kombiniert mit neuen Konzepten für die Probenaufbereitung von Zellen, Geweben sowie Organmodellen und Organen. Die Arbeiten am Leibniz-IPHT umfassen die methodische und technologische Realisierung und Bereitstellung multimodaler Bildgebungsverfahren mit dem Ziel, morphologische und chemische Veränderungen biologischer Strukturen zu erfassen.

–

Projektkoordinator:
Leibniz-IPHT







Künstliche Intelligenz für Diagnostik und Therapie

–

Nutzerinnen und Nutzer des LPI sollen bei der Entwicklung eigener Lösungen auf modernste Analysemethoden für die Auswertung diagnostischer Datensätze zurückgreifen können. Im Rahmen des von der Friedrich-Schiller-Universität Jena koordinierten Projektes werden hierfür Verfahren auf der Basis von künstlicher Intelligenz, maschinellem Lernen und tiefen Lernmethoden entwickelt. Das Leibniz-IPHT fokussiert sich auf die Schaffung von Dateninfrastrukturen für photonische, molekulare, genomische und biochemische Daten, die sowohl die Datensicherheit als auch den Datenschutz bei gleichzeitiger Datenwiedernutzbarkeit im Sinne des FAIR-Prinzips sicherstellen. Um ausreichend standardisierte Daten aufnehmen zu können, werden Fallzahl- und Experiment-Planungsverfahren entwickelt.

–

Projektkoordinator:
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Hochparalleles Profiling der Wirtsantwort auf lebensbedrohliche Infektionen

–

Krankheitsverläufe und Reaktionen des Immunsystems und somit eine passgenaue Therapie sind bei Infektionen sehr unterschiedlich und individuell. In dem vom Universitätsklinikum Jena koordinierten Projekt werden lichtbasierte Verfahren zur begleitenden Diagnostik und Überwachung von Körperfunktionen erforscht, um die individuelle Reaktion auf den Erreger auch unter Zeitdruck auf der Intensivstation schnell und genau charakterisieren zu können. Das Leibniz-IPHT fokussiert sich hierbei auf photonische Technologien, die eine Charakterisierung der Wirtsantwort direkt aus kleinsten Mengen Probenmaterial erlauben.

–

Projektkoordinator:
Universitätsklinikum Jena

Innovative molekulare und biochemische Assays für Schnelldiagnostik, Drug Development und neue Therapiekonzepte

–

Um künftig neuartige individualisierte Therapieformen entwickeln zu können, erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in dem vom Leibniz-HKI koordiniertem Projekt Moleküle und therapeutische Mikroben sowie bestimmte Proteine und Antikörper, als Alternative zu herkömmlichen Antibiotika. Für eine schnelle Diagnostik werden auf Photonik basierende molekulare und biochemische Assays entwickelt. Das Teilvorhaben des Leibniz-IPHT vereinigt unterschiedliche Methoden der Detektion von Pathogenen und bildet dabei den kompletten diagnostischen Prozess von der Probe bis zum detektierten Erreger und dem resultierenden Ergebnis ab.

–

Projektkoordinator:
Leibniz-HKI

Wissenschaftskommunikation par excellence

Mit dem Comic „Lasergirl. Jagd auf den Killerkeim“ hat das Leibniz-IPHT einen eher ungewöhnlichen Weg der Wissensvermittlung gewählt und das mit großem Erfolg.

Pressekonferenz anlässlich der Comicveröffentlichung mit Jürgen Popp, Bundesforschungsministerin Anja Karliczek und Ute Neugebauer

© BMBF / Hans-Joachim Rickel

Batman und Iron Man müssen die Technologien, die ihnen Superkräfte verleihen, erst erfinden – und doch bleiben sie Science Fiction. Bei Lasergirl ist es umgekehrt: Ihre Superkräfte, die photonischen Technologien sind real. Nur die Heldin musste noch geboren werden. Ihre erste Abenteuergeschichte handelt von einer actionreichen Reise durch den Körper und liefert einen faszinierenden Einblick in die Entstehung einer lebensrettenden Technologie.

Auf einer gemeinsamen Pressekonferenz anlässlich der Veröffentlichung des Comics im Juli 2021 zeigte sich Anja Karliczek, damalige Bundesforschungsministerin, begeistert: „Ich freue mich über diese Initiative deshalb besonders, weil Wissenschaftskommunikation immer mehr zum Teil wissenschaftlicher Arbeit werden sollte. Die Forscherinnen und Forscher vom Leibniz-Institut in Jena sind hier echte Trendsetter.“ Der Comic sei „Wissenschaftskommunikation par excellence“, so das abschließende Resümee des BMBF.

Das Magazin „Forschung und Lehre“ interessierte sich für die Entstehungsgeschichte und lud Jürgen Popp, einen der Ideengeber und zugleich Protagonist aus dem Comic gemeinsam mit den Autoren Lavinia Meier-Ewert und Daniel Siegesmund zu einem Gespräch über kreative Wissenschaftskommunikation.

Forschung & Lehre: Herr Professor Popp, das Leibniz-IPHT betreibt innovative und kreative Wissenschaftskommunikation, wie auch der neue Comic „Lasergirl. Jagd auf den Killerkeim“ zeigt, den Sie gerade veröffentlicht haben. Wie kam es dazu?

Jürgen Popp: Ich finde, wenn öffentliche Gelder verwendet und Themen von gesellschaftlichem Interesse erforscht werden, sollte man sich auch die Mühe machen, diese Forschung in die Gesellschaft einzubringen, mit einer Sprache, die allgemein verständlich ist. Am Leibniz-IPHT war es mir eine Herzensangelegenheit nach der Gründung, die Öffentlichkeitsarbeit und das Forschungsmarketing zu organisieren. Wir waren da Vorreiter und gehen auch weiterhin neue Wege, wie man an Lasergirl sehen kann.

F & L: Herr Siegesmund und Frau Meier-Ewert, Sie setzen als Leiter und Redakteurin die Öffentlichkeitsarbeit und das Forschungsmarketing des Leibniz-IPHT um. Warum sollten Forschungsergebnisse kreativ kommuniziert werden?

Daniel Siegesmund: Bei der Wissenschaftskommunikation ergeben sich vielfältige Zielgruppen. Um in Abhängigkeit von der Botschaft auch das richtige Format zu finden, ist eine gewisse Kreativität bei der Wahl der richtigen Mittel notwendig.

Lavinia Meier-Ewert: Man braucht kreative Wege, wenn man nicht nur die Ergebnisse vermitteln will, sondern auch, wie diese zustande kamen. Wenn ich den Prozess sichtbar mache, wie Forschung funktioniert, dann fasziniere ich Menschen. Junge Menschen können dafür begeistert werden, wie toll es wäre, selber zu forschen und der breiten Gesellschaft kann deutlich gemacht werden, was die Forschungsthemen für sie bedeuten.

Lasergirl auf der Frankfurter Buchmesse. Laut Hessischem Rundfunk eine der „10 Aktionen zur Buchmesse, die Sie nicht verpassen sollten“

© Daniel Siegesmund

F & L: Mit „Lasergirl. Jagd auf den Killerkeim“ bleiben Sie bei einer textbasierten Form der Vermittlung. Warum ist es dennoch innovativ?

Meier-Ewert: Das Medium Comic kombiniert Text und Bild und eröffnet so ganz andere Möglichkeiten, eine Geschichte zu erzählen. Wissenschaftliche Themen können mit Storytelling-Elementen verknüpft werden. Ein Comic bietet außerdem verschiedene Einstiegsebenen und kann unterschiedliche Level an Komplexität transportieren. Selbst fünf- bis siebenjährige Kinder verfolgen schon ganz begeistert Geschichten von Gut gegen Böse. Bei uns kämpft eine Heldin gegen ein böses Monster. Je nachdem, wieviel Komplexität man aufnehmen kann, kann man immer noch mehr erfahren, bis hin zu der Funktionsweise von spektroskopischen Verfahren.

F & L: Wie kam es zu der Veröffentlichung von Lasergirl?

Meier-Ewert: Zuerst war da der Ralf-Dahrendorf-Preis des Bundesforschungsministeriums. Der Preis ist mit dem Auftrag verbunden, die gewonnenen Forschungsergebnisse mit der Gesellschaft zu teilen. Wir haben uns mit einem Forschungsprojekt beworben, bei dem die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IPHT mit Kolleginnen und Kollegen sowohl vom Universitätsklinikum Jena, als auch aus Griechenland, Dänemark, Frankreich und Italien zusammengearbeitet hatten, um Blutvergiftungen mit Hilfe von Laserlicht schnell zu erkennen. Die Idee, daraus einen Comic zu machen, haben wir in die Bewerbung eingebunden und mit diesem Kommunikationskonzept den Preis dann auch gewonnen.

F & L: Wie haben Sie als Direktor des Leibniz-IPHT auf den Vorschlag, einen Comic zu schreiben, reagiert? Und wie fanden das die anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Institut?

Popp: Ich bin sehr begeisterungsfähig, daher hat es da nicht viel gebraucht, mich zu überzeugen. Uns Forschenden war allerdings sehr wichtig, dass die Dinge so dargestellt werden, dass sie auch von wissenschaftlicher Seite nachvollziehbar sind und der Wirklichkeit in gewisser Weise entsprechen. Insgesamt denke ich, waren alle sehr begeistert, sonst würden wir die gezeichneten Konterfeis von beispielsweise Professor Michael Bauer, Professorin Ute Neugebauer, Dr. Anuradha Ramoji und mir nicht im Comic wiederfinden.

Meier-Ewert: Was wir im Gespräch mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entwickelt haben, war die konkrete bildliche Darstellung der Forschung. Teilweise mussten wir mit unserer Illustratorin sandruschka (Sandra Bach) an den konkreten Bildvorschlägen arbeiten, bis die Forschenden auch zufrieden waren. Alle Teilnehmenden konnten ihre unterschiedlichen Perspektiven einbringen.

F&L: Eine Herausforderung von kreativer Wissenschaftskommunikation scheint die Frage nach der wissenschaftlichen Genauigkeit zu sein. Wie vermittelt man Forschungsergebnisse, ohne wichtige Details komplett zu vernachlässigen und die Ergebnisse abzuflachen?

Meier-Ewert: Bei der Erstellung des Comics haben wir immer wieder im Dialog mit den Forschenden geklärt, ob man etwas auch innerhalb der wissenschaftlichen Community in einer bestimmten Form darstellen kann.
Wir wollten, dass alles, was in der Geschichte funktioniert, auch wissenschaftlich stimmt.

Siegesmund: Es gibt durch die Übersetzung in die Bildsprache natürlich ein paar Übertreibungen: Unsere Heldin Lasergirl reist mit einem nanometergroßen Raumschiff in den Körper. Das ist eine kleine Hommage an diverse Science-Fiction-Filme.

Popp: Genau an dieser Stelle steckt viel Fiktion drin. Wir machen ja eigentlich Laserspektroskopie, also eine lichtbasierte Analysemethode. Das zu übertragen auf Lasergirl, aus deren Auge ein Laserstrahl kommt, entspringt natürlich der Fantasie. Aber wir haben damit eine gute Abstraktionsebene gefunden: Lasergirl bestrahlt etwas mit Laserlicht. Das, was zurückkommt, wird mit den Methoden künstlicher Intelligenz analysiert und nicht etwa von ihr selbst. Außerdem gibt es einen Erklärteil im Comic, der noch einmal klar macht, wer welche Rolle hat und wie alles mit der Wirklichkeit zusammenpasst.

Jürgen Popp ist einer der Ideengeber und in seiner Funktion als Wissenschaftlicher Direktor und Forscher auch einer der Protagonisten im Comic. © Sven Döring

Sundruschka (Sandra Bach): die Illustratorin aus Weimar hat den Comic mit viel Liebe zum Detail gezeichnet. © Daniel Siegesmund

Daniel Siegesmund, Leiter der Abteilung Öffentlichkeitsarbeit und Forschungsmarketing, hat den Comic gemeinsam mit Lavinia Meier-Ewert geschrieben. © Sven Döring

Lavinia Meier-Ewert hat als Autorin Lasergirl zum Leben erweckt. Mittlerweile arbeitet sie in der Presseabteilung am Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven. © Sven Döring

F&L: Was würden Sie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern empfehlen, die ihre Forschungsergebnisse gerne kreativer kommunizieren würden?

Popp: Wir arbeiten am Leibniz-IPHT auf Augenhöhe zusammen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind nicht nur diejenigen, die etwas abliefern. Und die Mitarbeitenden für Öffentlichkeitsarbeit sind auch nicht nur diejenigen, die etwas annehmen und verarbeiten. Keine Seite hat das Primat. Das ist wichtig für gute Zusammenarbeit.

Meier-Ewert: Die Kommunikation sollte von Anfang an mitgedacht werden und nicht erst, wenn eine Publikation fertig ist. Forschende sollten die PR-Abteilungen möglichst frühzeitig einbeziehen. Gerade im Gespräch mit Fachfremden kommt man am besten darauf, was erzählenswert oder spannend ist, wo die Nachricht steckt oder wie man von seinen Methoden erzählt. Ich glaube, dass heutige Doktorandinnen und Doktoranden schon sehr viel gelernt haben und sehr zielgruppenorientiert kommunizieren.

Siegesmund: Genau, es gibt eine neue Generation an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die damit aufgewachsen sind, dass man seine Forschung in 280 Zeichen bei Twitter kommunizieren können muss, man eloquent auftritt und allgemeinverständlich präsentieren kann. Es ist ein Trugschluss, dass Wissenschaft umso wichtiger ist, je komplizierter sie dargestellt wird.

–

Das Interview führte Charlotte Pardey. Eine ungekürzte Fassung des Gespräches befindet sich auf der Webseite des Magazins „Forschung und Lehre".

Der Comic ist unter anderem im Apple Books Store kostenfrei als E-Book erhältlich.

Goldenes Glanzstück

Winzige Nanopartikel aus Gold setzen Wissenschaft kreativ in Szene

Sie sind nur etwa 80 Nanometer klein und doch sind sie in der medizinischen Diagnostik sowie der Lebensmittel- und Wasseranalytik feste Größen: Goldnanopartikel. 2021 wurden die metallischen Strukturen glänzende Akteure eines Artist-in-Residence-Programms, das die Nanopartikel in einem neuen Licht erscheinen ließ.

„Die Geschichte der Goldnanopartikel reicht weit zurück bis in die frühen Anfänge der Menschheit. Schon aus der Römerzeit ist historisches Glas bekannt, welches Goldnanopartikel enthielt. Dieses ‚rubinrote' Glas wurde zum Beispiel für Trinkgefäße genutzt oder später in Kirchenfenstern verwendet", erläutert Prof. Dr. Wolfgang Fritzsche, Leiter der Abteilung Nanobiophotonik am Leibniz-IPHT, der sich intensiv mit Goldnanopartikeln beschäftigt.

Die Elektronen der Partikel werden durch einfallendes Licht in „Schwingung" versetzt, wodurch ihre Farben von Rot bis Grün variieren können. Die metallischen Strukturen werden im Bereich der Bioanalytik eingesetzt, um beispielsweise Krankheitserreger, Antibiotikaresistenzen oder Biomarker zu detektieren. „Docken krankmachende Keime an die Oberfläche der Goldnanostrukturen an, verändern die Partikel ihre Farbe. Durch ihre starke Reaktionsfähigkeit auf Licht, können mithilfe lichtbasierter bildgebender Verfahren Krankheitserreger schnell nachgewiesen werden. Dieses Prinzip lässt sich auch auf andere diagnostische Anwendungen, wie den Nachweis von Tumorzellen, übertragen", erklärt Wolfgang Fritzsche weiter.

Ästhetische Inszenierung

2021 führte das Kunstprojekt „Entstehung einer künstlerischen Tatsache" Jenaer Forschende sowie Kreative aus aller Welt zusammen. Begegnung, Dialog und Austausch sowie ein Blick hinter die Forschungskulissen lieferte den Kunstschaffenden die nötige Inspiration für eine kreative Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Methoden und Fragestellungen.

Der aus Italien stammende Künstler Luca Spano setzte das Leibniz-IPHT und seine Forschungsarbeit in fünf kreativen 25 x 55 Zentimeter großen Kunstwerken in Szene. In Gold auf Stahl verband er symbolisch die Goldpartikel-Forschung des Instituts mit einem poetischen Aspekt, der dem Betrachter einen spannenden Zugang zur Wissenschaft eröffnen soll.

Die Essenz seiner Auseinandersetzung mit dem Edelmetall Gold verband Luca Spano mit sinnigen Phrasen wie „Gold is red but also green". Damit stößt der Künstler eine Tür in die Nanobiophotonik auf: Durch die Interaktionsfähigkeit der Goldnanopartikel mit Licht und beeinflusst durch ihre Größe sowie die Richtung des Lichts, können unterschiedliche Farbvarianten entstehen: Goldnanopartikel, die beispielsweise Licht im grünen Wellenlängenbereich absorbieren, erscheinen Rot im durchfallenden Licht, dagegen Grün bei seitlicher Beleuchtung.

Die vom Künstler Luca Spano inszenierten Kunstwerke wurden im Kulturraum TRAFO in Jena im Rahmen einer Vernissage der Öffentlichkeit präsentiert. © Leonie Lindl

„Den entstandenen Kunstwerken und unserer Forschung ist gemein, dass wir bei unserer Arbeit mit zahlreichen Bilddaten arbeiten. Bilder sind jedoch nur der erste Schritt, physikalische Phänomene, chemische Reaktionen oder biologische Prozesse und Verfahren zu verstehen. Um diese zu entschlüsseln, müssen wir über die rein visuelle Information hinausgehen und die Daten interpretieren sowie Zusammenhänge ableiten. Auch das setzt Luca Spano in seinen Werken gekonnt um: Seine Kunst erschließt sich erst auf den zweiten Blick – dann erst wird die gesamte Geschichte erzählt und der wissenschaftliche Ansatz kommt zum Vorschein. Unsere Forschungsarbeit auf diese Weise kreativ inszeniert zu sehen, war äußerst spannend und inspirierend", so Wolfgang Fritzsche.

–

Arts & Science Residency Jena: Entstehung einer künstlerischen Tatsache. Ausstellung TRAFO Jena. Sommer/Herbst 2021

Vom Leibniz-IPHT in die Welt

Leibniz-IPHT-Alumni als wichtiges Bindeglied im globalen Forschungsnetzwerk

Transfer erfolgt nicht nur über Forschungsthemen, sondern auch über Köpfe. Die Förderung von Forschungsnachwuchs ist am Leibniz-IPHT ein zentrales Thema. Nahezu jeder Vierte in der Belegschaft promoviert oder forscht als Postdoktorandin oder Postdoktorand. Nach ihrer Ausbildung am Leibniz-IPHT verfolgen die jungen Nachwuchsforschenden in der Regel eine Karriere in der Wissenschaft oder in der Industrie. Manche bleiben in der Region, andere zieht es weiter weg. Ein Großteil bleibt dem Leibniz-IPHT weiterhin verbunden – über Forschungskooperationen, gemeinsame Projekte und den fortwährenden wissenschaftlichen Austausch. So leisten die Alumni des Leibniz-IPHT einen wichtigen Beitrag zur Vernetzung in der wissenschaftlichen Community. Und das oft weltweit.

Hier berichten vier Alumni im Porträt über ihre Zeit am Leibniz-IPHT, was sie hier gelernt haben und wie ihnen die gesammelten Erfahrungen in ihrer beruflichen Laufbahn in Schweden, Kanada, China und Australien weitergeholfen haben.

Dr. Joachim Kübel

Optik- und Entwicklungsingenieur bei Optoskand / Coherent in Mölndal, Schweden

Von 2011 bis 2016 als Diplomand und Doktorand am Leibniz-IPHT

„Das Wichtigste, das ich am Leibniz-IPHT gelernt habe? Die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu erfassen, zu analysieren und kreative Problemlösungen zu entwickeln. Viel bedeutet haben mir die praktische Arbeit im Labor sowie das Planen und Entwickeln optischer Systeme für die eigene Forschung. Ich habe viele Erkenntnisse und Detailwissen über Spektroskopie, Laser, nichtlineare Optik und Photophysik hinzugewonnen. Entscheidend für mich waren die unzähligen technischen und wissenschaftlichen Herausforderungen, an denen ich wachsen konnte.

Das Leibniz-IPHT hat als Standort mit kurzen Wegen zwischen den Abteilungen einen großen Beitrag geleistet, Interesse an Themen zu wecken, die über den eigenen Tellerrand hinausgehen. Rückblickend war es für mich ein Glücksfall, an einem Institut mit starker Kompetenz bei optischen Fasern promoviert zu haben, obwohl es nicht mein hauptsächlicher Forschungsbereich war. Ich konnte während meiner Zeit am Leibniz-IPHT durch Kolleginnen und Kollegen, Seminare und Vorträge Wissen über optische Fasern sammeln, das heute sehr hilfreich ist.“

Dr. Mario Chemnitz

Postdoktorand am Institut National de la Recherche Scientifique, Quebec, Kanada

Von 2013 bis 2019 als Doktorand am Leibniz-IPHT

„Ich habe am Leibniz-IPHT drei Schlüsselerfahrungen machen dürfen, die mich auf die akademische Karrierelaufbahn entscheidend vorbereitet haben: (1) In der Wissenschaftswelt braucht es eindeutige Daten und präzise Kommunikation, um voranzukommen. (2) Als ich zum ersten Mal Studierende betreuen durfte, habe ich gelernt, wie wichtig es ist, sie entsprechend ihrer Stärken und Interessen zu fördern. (3) Man sollte immer im Blick haben, dass die eigene Forschung Patentpotential haben kann. Vor allem für letzteres empfinde ich die interdisziplinäre und intertechnologische Forschungsumgebung am Leibniz-IPHT als ungemein beflügelnd, da man so viele physikalische Grundkonzepte für die Biophotonik in der Anwendung sieht.

Aus meiner Zeit am Leibniz-IPHT habe ich viele positive Erfahrungen in nahezu allen wichtigen Bereichen der Forschung gemacht: wissenschaftliches Veröffentlichen, Gruppenkommunikation, Studierendenbetreuung, Labor- und Institutsorganisation und vor allem das menschliche Miteinander. Mit diesem guten Vorbild im Geiste bin ich an meiner neuen Arbeitsstelle angekommen und konnte viel von dem, was ich gelernt habe, direkt einsetzen.“

Dr. Shuxia Guo

Assistant Professor an der Southeast University Nanjing in China

Von 2014 bis 2020 am Leibniz-IPHT als Doktorandin und Postdoktorandin

„Das Leibniz-IPHT ist ein sehr interdisziplinäres Institut, wodurch ich Zugang zu vielen Arten von Daten hatte, um als Statistikerin neue Methoden zu entwickeln und zu testen. Ich habe sehr vom wissenschaftlichen Austausch und der Teilnahme an Konferenzen und Events profitiert, sowohl in wissenschaftlicher als auch in sozialer Hinsicht. Die Atmosphäre am Leibniz-IPHT empfand ich als sehr herzlich; meine Betreuer haben mich jederzeit unterstützt und die Kolleginnen und Kollegen waren sehr freundlich und hilfsbereit. Das alles war sehr wichtig, zumal ich aus einer ganz anderen Kultur komme.

Nach meiner Zeit am Leibniz-IPHT konnte ich eine akademische Karriere an einer der Top-Universitäten in China beginnen. Das wäre ohne die Kenntnisse und Fähigkeiten, die ich am Leibniz-IPHT erworben habe, nicht möglich gewesen. Und dabei geht es nicht nur um Kenntnisse in Statistik, Biophotonik und Biologie, sondern auch um Soft Skills aller Art, wie die effektive interdisziplinäre Kommunikation und die gute wissenschaftliche Praxis. Meine Verbindung zum Leibniz-IPHT bleibt bestehen, denn den Austausch und die Zusammenarbeit möchte ich weiterhin fortsetzen.“

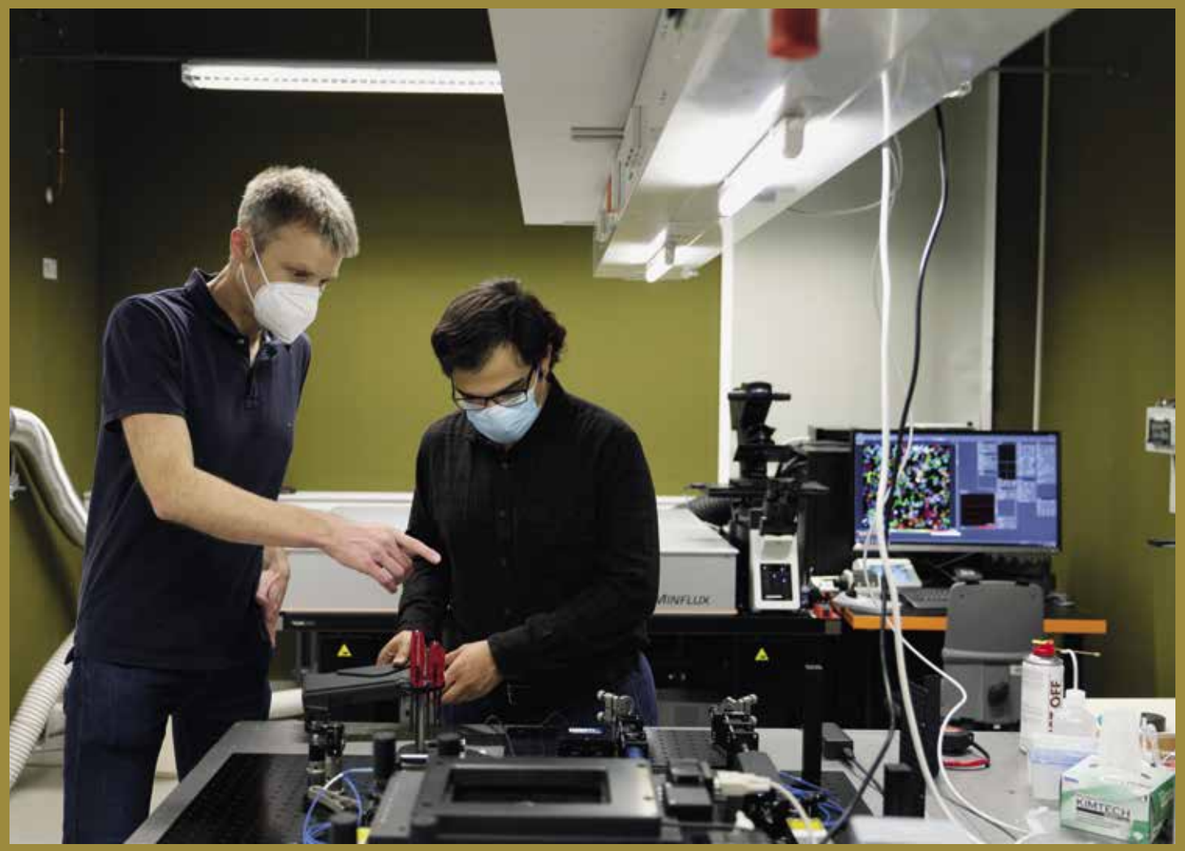
Dr. Alessandro Tuniz

Senior Lecturer an der University of Sydney, Australia

Von 2015 bis 2017 am Leibniz-IPHT als Postdoc und Humboldt-Stipendiat

„Ich habe es sehr genossen, Teil der Leibniz-IPHT-Familie zu sein: Es gab ein starkes Gemeinschaftsgefühl, durch das ich mich sofort willkommen gefühlt und auf das ich mich jeden Tag gefreut habe. Mit vielen Freunden, die ich hier gewonnen habe, stehe ich immer noch in Kontakt. Was die Forschung betrifft, so habe ich es sehr geschätzt, dass ich Zugang zu hochmodernen experimentellen Instrumenten im Haus hatte. Das ist besonders wichtig, wenn man als Nachwuchswissenschaftler nur über begrenzte finanzielle Mittel verfügt. Und es hat mir geholfen, einige meiner Ideen frei zu entwickeln.

Ich hatte das Glück, im Nachgang zwei Stipendien zu erhalten. Zweifellos waren die zwei produktiven Jahre am Leibniz-IPHT ein sehr wichtiges Sprungbrett für meine Forschungskarriere. Die Zusammenarbeit mit dem Leibniz-IPHT dauert bis heute an. Meine Zeit am Institut hat mir gezeigt, wie wichtig ein freundliches, offenes und kollaboratives Umfeld für den Forschungserfolg ist.“



Prof. Dr. Christian Eggeling und sein Kollege, Dr. Francesco Reina, wollen mit Hilfe der MINFLUX-Mikroskopie dazu beitragen, die kleinsten Details sichtbar zu machen © Sven Döring

Scharf, schärfer, am schärfsten

Neues Mikroskopie-Verfahren setzt Maßstäbe mit bisher unerreichter Schärfe

Mit der MINFLUX-Mikroskopie lassen sich die kleinsten Bausteine des Lebens mit einer beispiellosen Genauigkeit beobachten. Forschende des Leibniz-IPHT entwickeln die Supermikroskopie weiter und experimentieren mit photostabilen Fluoreszenzsonden, um neue Potentiale des neuartigen Mikroskopieverfahrens für Anwendungen in den Lebenswissenschaften zu erschließen.

Wie befallen Viren Zellen und überwinden die Zellmembran? Wie können sich Pathogene ungehindert im menschlichen Körper vermehren und zu einer Infektion ausbreiten? Was passiert im Zellinneren bei einer Entzündung? Und wie werden an der Zellhülle Signale weitergeleitet? Auf diese und ähnliche Fragestellungen versuchen Biologie und Medizin, mit der Mikroskopie Antworten zu finden. Doch die optische Lichtmikroskopie stößt bei der Betrachtung kleinster Details schnell an ihre Grenzen. Schon der Physiker Ernst Abbe erkannte im 19. Jahrhundert, dass sich Strukturen mikroskopisch nur bis zu einer Größe von bis zu 200 Nanometer präzise auflösen lassen. „Kleinere Details können unter dem Mikroskop nur verschwommen wahrgenommen und optisch nicht klar voneinander unterschieden werden“, erklärt Prof. Dr. Christian Eggeling, Leiter der Abteilung Biophysikalische Bildgebung am Leibniz-IPHT.

Um die physikalische Limitierung zu überwinden, haben Forschende eine Superauflösungsmikroskopie entwickelt: Der Nobelpreisträger und Physiker Stefan Hell erweiterte hierzu die etablierten superaufgelösten mikroskopischen Verfahren STED und (f)PALM / (d)STORM zur ultrahochauflösenden MINFLUX-Fluoreszenzmikroskopie. Statt Lichtintensitäten vom eingestrahlten Laser- oder detektierten Fluoreszenzlicht zu maximieren, werden beim MINFLUX-Ansatz Lichtintensitäten minimiert. Auf diese Weise werden gestochen scharfe Einblicke in das Innere von Zellen mit einer einzigartigen Auflösung von unter zehn Nanometer realisiert.

Dreidimensionale Einblicke in lebende Zellen gestochen scharf beobachten

Die Stärken dieser Supermikroskopie erforschen unter anderem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IPHT. Im Jahr 2021 erhielten sie ein MINFLUX-Gerät, welches im Rahmen der Großgeräte-Initiative „Neuartige, experimentelle Lichtmikroskope für die Forschung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) angeschafft werden konnte.

„Die Technologie eröffnet völlig neue dreidimensionale Einblicke in lebende Zellen. Mit ihr lassen sich Vorgänge an der Zellmembran nicht nur sichtbar machen, sondern sie erweitert unser Verständnis des Wechselspiels der Zellbestandteile deutlich. Intrazelluläre Vorgänge, wie der Befall von Zellen mit HIV- oder Corona-Viren, können so entschlüsselt werden. Um die Potentiale der MINFLUX-Mikroskopie voll auszuschöpfen, arbeiten wir an der technologischen Weiterentwicklung, optimieren beispielsweise die Hardware sowie Methoden der Auswertung und studieren ihre Möglichkeiten und Grenzen. Damit wird der Weg geebnet, die Technologie weiter zu verbessern, um langfristig Biologie und Medizin bei der Beantwortung zellbiologischer Fragestellungen besser unterstützen zu können“, erklärt Christian Eggeling.

Die Farbe macht den Unterschied

Um Dynamiken an der Zellmembran mikroskopisch zu verfolgen, braucht es fluoreszierende Farbstoffe. „Mit diesen Farbstoffen wird eine Markierung in die zu beobachtenden Zellen eingebracht. Das Anregungslicht des Mikroskops bringt die Farbstoffe zum Leuchten. So kann die Bewegung der Moleküle zeitlich und räumlich nachverfolgt und ihre Diffusion durch die Zellmembran exakt beobachtet werden. Einige dieser Farbstoffe, die Fluorophore, verlieren allerdings in Bruchteilen von Sekunden durch photochemische Prozesse ihre Fähigkeit, zu fluoreszieren, ähnlich wie bei einem Foto, dessen Farben verblassen“, so der Biophysiker Christian Eggeling. Das Verbleichen der Farbstoffe ist insbesondere bei Langzeitbeobachtungen ein Problem.

Neuartige photostabile Farbstoffe, auch Fluoreszenzsonden genannt, bieten das Potential, die sich aus der Fotobleiche ergebenden Nachteile zu umgehen und Beobachtungen an Zellmembranen in Echtzeit mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung sowie langen Aufnahmezeiten zu ermöglichen. Das Team von Christian Eggeling und seinem Kollegen Pablo Carravilla testete 2021 neue Fluoreszenzsonden auf Basis von Nilrot, die von ihrem Kollaborationspartner Prof. Dr. Andrey Klymchenko an der Université de Strasbourg synthetisiert wurden. Diese Marker lagern sich nur kurzzeitig in der Zellmembran an und erst dort beginnen sie, angeregt durch die Lichteinstrahlung, zu fluoreszieren.

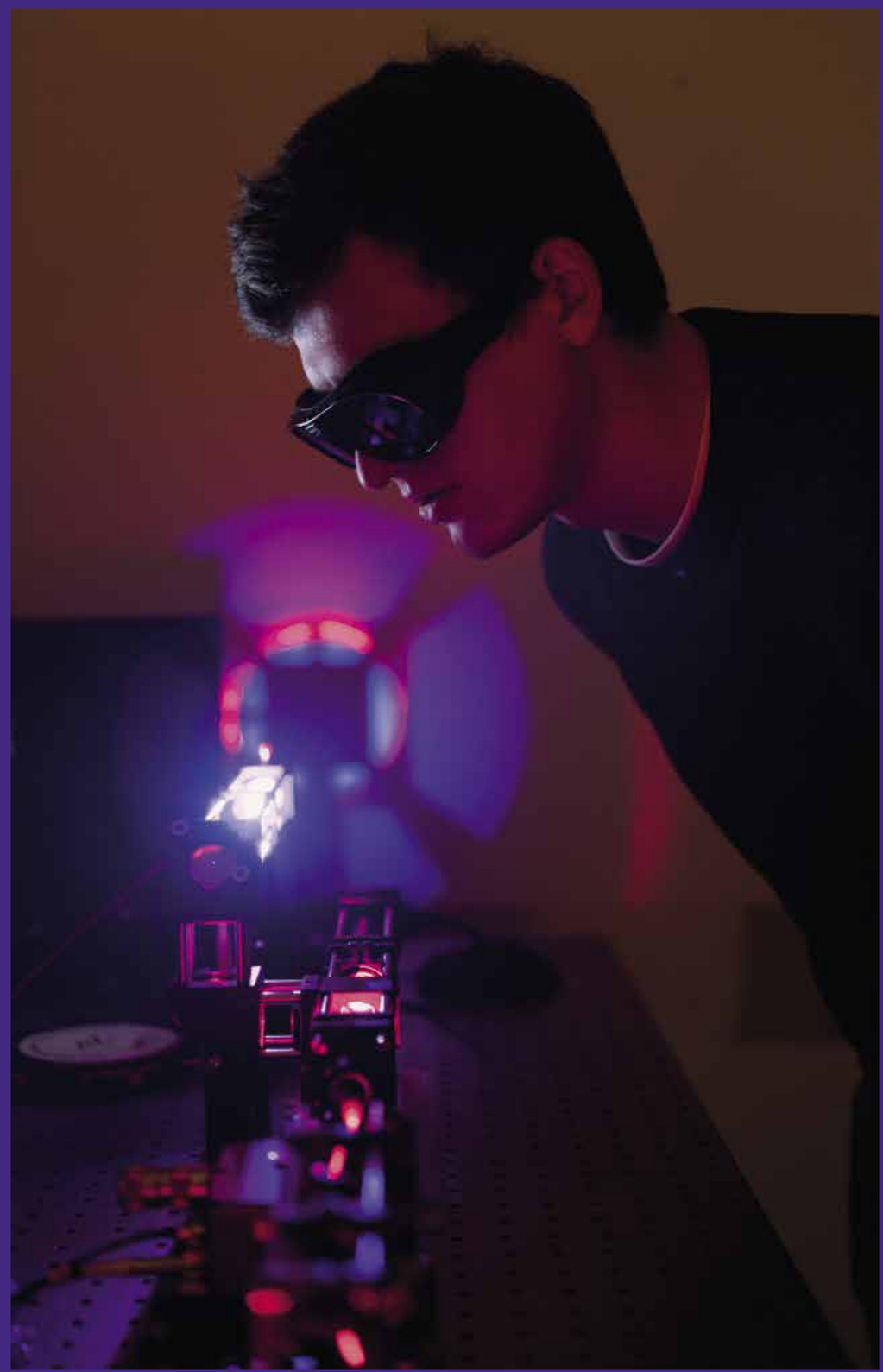
Mit Hilfe der Fluoreszenzsonden lassen sich zum Beispiel die Verschmelzung von Membranvesikeln mit der Zellmembran, die Membranfusion, sowie die Vereinigung von Lipidschichten beobachten. Damit eröffnen die neuen Farbstoffe die Chance, detaillierte Erkenntnisse zur molekularen Mobilität an biologischen Membranen über hochaufgelöste Zeitrafferaufnahmen oder Echtzeitbildgebung zu gewinnen. Da die MINFLUX-Technologie für ihre hohe Präzision niedrige Konzentrationen von Fluoreszenzsonden benötigt, wären die Farbstoffe, die sich nur für kurze Zeit anreichern, auch für dieses Verfahren geeignet.

„In Zukunft wollen wir die Leistungsfähigkeit der superaufgelösten STED- und MINFLUX-Mikroskopieverfahren weiter untersuchen, um sie für biomedizinische Anwendungen nutzbar zu machen. Die Technologie hat das Potential, Pharmaforschung und moderne Medizin zu beflügeln“, zeigt sich Christian Eggeling hoffnungsvoll.

–

Publikation:
Carravilla, Pablo et al., Biophysical Reports, Vol 1 (2), 2021, https://doi.org/10.1016/j.bpr.2021.100023

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.



Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Leibniz-IPHT erforschen, wie sich flinke Zellen mit optischen Fallen noch genauer untersuchen lassen © Sven Döring

Einfach spitze

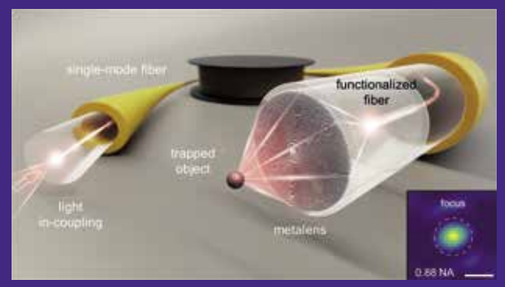
Linsen auf der Spitze optischer Fasern nehmen winzig kleine Objekte in den Fokus

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am Leibniz-IPHT ist es gelungen, mittels 3D-Nanodrucks eine ultradünne Linse auf das Ende einer Glasfaser aufzubringen, die gerade einmal so dünn wie ein menschliches Haar ist. Die Kombination aus diffraktiver Optik und Faser ermöglicht das optische Einfangen kleinster Partikel und bietet neuartige Möglichkeiten für In-vivo-Anwendungen.

Sollen in bioanalytischen oder medizinischen Anwendungen Objekte von nur wenigen Mikrometern Größe mikroskopisch untersucht werden, ist eine Fixierung dieser Objekte häufig von Vorteil. Möglich machen dies optische Fallen, auch optische Pinzetten genannt. Sie halten Objekte berührungslos fest und ermöglichen – kombiniert mit bildgebenden oder spektroskopischen Verfahren – während des Fangens hochauflösende optische Messungen.

Eine optische Falle nutzt die Kraft des Lichts, um Objekte im Zentrum eines fokussierten Laserstrahls einzufangen. Bestehende Ansätze setzen dabei auf aufwändige und komplexe optische Systeme, die zum Beispiel Mikroskop-Objektive zur Fokussierung des Laserstrahls verwenden. Um diese Nachteile zu überwinden, entwickelten die Forschenden des Leibniz-IPHT ein flexibles Design, um mikro- und nanoskopische Objekte möglichst präzise optisch kontrollieren zu können.

Die Forschenden brachten hierzu mittels 3D-Nanodrucks eine diffraktive optische Linse mit einem Durchmesser von 90 Mikrometern und einer Höhe von drei Mikrometern auf das Ende einer Glasfaser auf. „Diese Polymerlinse auf der Spitze einer flexiblen optischen Faser ermöglicht uns eine hochgenaue Fokussierung des eingekoppelten Laserlichts. Damit konnten wir erstmals frei bewegliche Mikroobjekte, wie Kolibakterien, mit einer einzigen optischen Faser in Wasser einfangen und über mehrere Minuten stabil optisch fixieren, was bislang einmalig ist“, erläutert Dr. Malte Plidschun, Wissenschaftler in der Arbeitsgruppe Hybride Fasern in der Abteilung Faserphotonik am Leibniz-IPHT.



Miniaturisierte Objekte in Mikro- oder Nanometergröße lassen sich durch einen fokussierten Laserstrahl optisch mithilfe der flexiblen Meta-Faser fangen © Leibniz-IPHT

Das Besondere: Durch das smarte Design der diffraktiven optischen Linse, auch Meta-Linse genannt, konnte eine außerordentlich hohe numerische Apertur (NA) von bis zu 0,9 erzielt werden. Die NA beschreibt die Vergrößerungs- und Fokussierungsleistung optischer Systeme. Je höher ihr Wert ist, desto präziser können zu analysierende Details mikroskopisch aufgelöst und desto besser kann das Licht fokussiert werden. Bisher war ein solches optisches Fangen mit einer vergleichsweisen hohen NA nur mit aufwändigen und komplexen Aufbauten möglich.

„Optische Fallen, die auf flexiblen Fasern basieren, bieten völlig neue diagnostische Möglichkeiten, vor allem für schwer zugängliche Regionen. Eine Verknüpfung aus optischem Fangen und Raman-Spektroskopie zum Beispiel, ermöglicht während der Zeit des optischen Fixierens eine molekulare Charakterisierung von Zellen direkt in ihrer natürlichen Umgebung in lebenden Organismen. Auf diese Weise könnte unter anderem die Untersuchung von Blutkörperchen oder die Diagnose von Krankheitserregern deutlich beschleunigt und vorangebracht werden“, so Malte Plidschun.

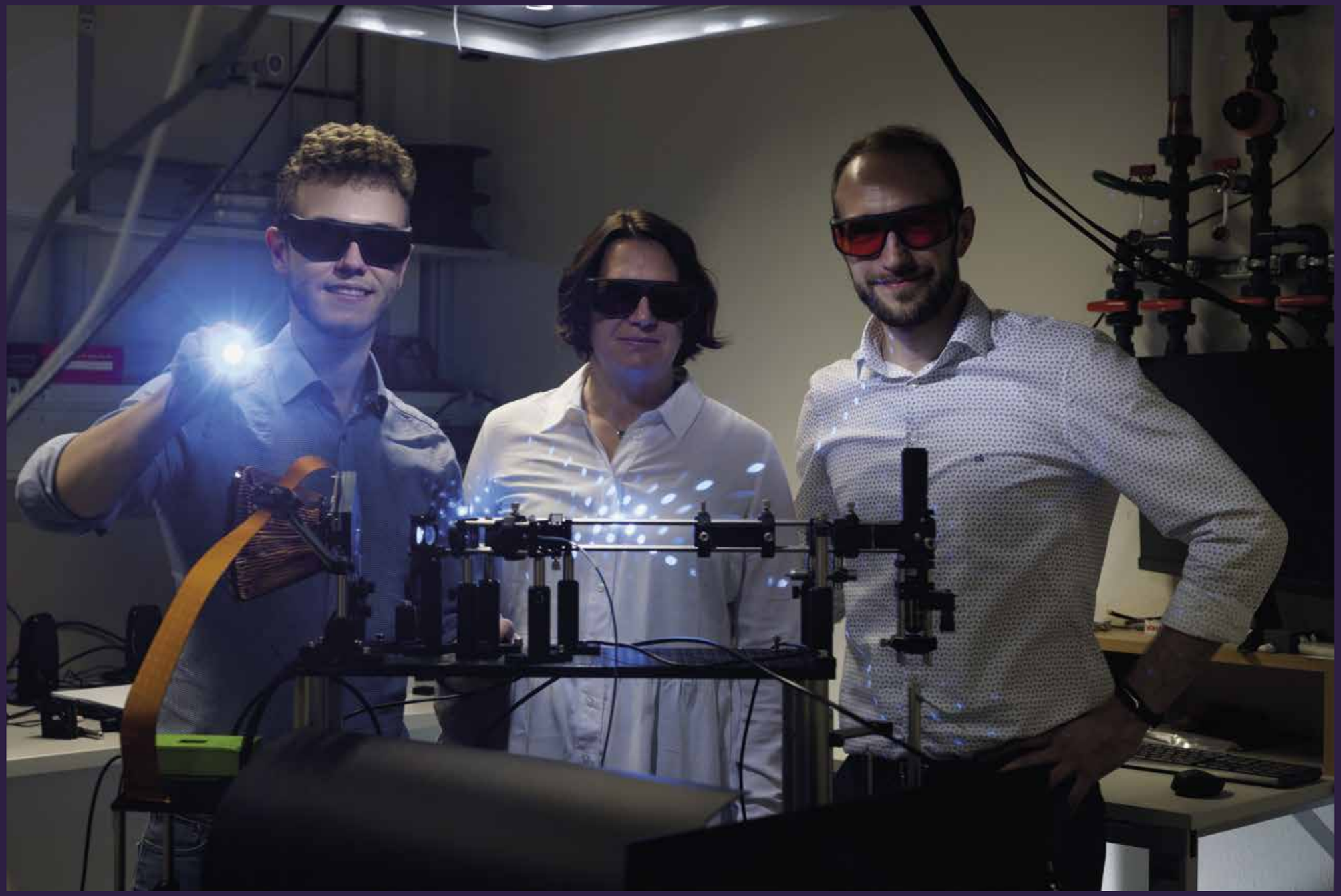
–

Publikation:
Plidschun, Malte et al., Light: Science & Applications 10, 57, 2021, https://doi.org/10.1038/s41377-021-00491-z

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.

Tiefe Einblicke

Mit minimal-invasiven Endoskopen aus dem Leibniz-IPHT soll es in Zukunft gelingen, in tiefere Regionen des menschlichen Gehirns zu sehen.



Die EXIST-Gründerstipendiaten Patrick Westermann, Dr. Hana Čižmárova und Dr. Sergey Turtaev mit dem Versuchsaufbau des haarfeinen Endoskops

© Sven Döring

Eine innovative Technologie, ein hochmotiviertes Team und ein Einsatzfeld, das neue Lösungen braucht: Haarfeine Endoskope aus dem Leibniz-IPHT sollen in Zukunft die Hirnforschung voranbringen. Daran arbeiten Dr. Sergey Turtaev, Dr. Hana Čižmárova, Dr. Jiri Hofbrucker und Patrick Westermann unter der Mentorschaft von Prof. Dr. Tomáš Čižmár. Das interdisziplinäre Team bereitet sein Spin-Off *DeepEn* aus der Forschungsabteilung Faserforschung und -technologie vor. Gefördert wird das Projekt mit Mitteln aus dem BMWK-Förderprogramm EXIST-Forschungstransfer.

Das Gehirn als komplexestes Organ des menschlichen Körpers ist nach wie vor noch lange nicht in seiner Gänze erforscht. Konventionelle Methoden bei der In-vivo-Hirn-Bildgebung verursachen Gewebeschäden, die die Untersuchung innerer Hirnregionen stark einschränken. Das *DeepEn*-Team will Neurowissenschaftlerinnen und Neurowissenschaftlern haarfeine holografische Endoskope zur Verfügung stellen, die Einblicke in bisher nicht zugängliche Bereiche des Gehirns ermöglichen. Damit sollen die Ursachen von neurodegenerativen Krankheiten ,wie Parkinson, Alzheimer oder auch Schlaganfällen, noch besser untersucht werden können.

Gut aufgestellt für den Transfer

„Das Timing ist genau richtig: Die Technologie ist reif für den Transfer

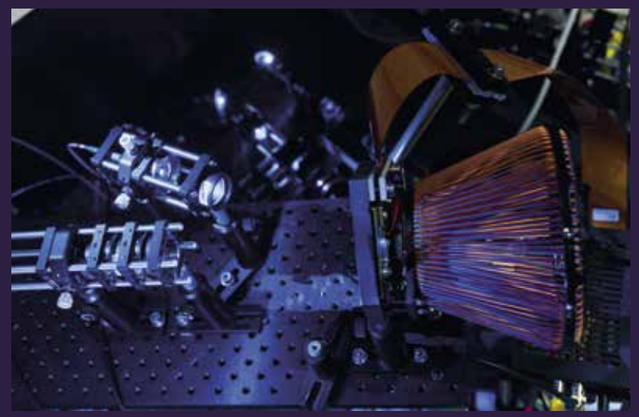
Das *DeepEn*-Team hat 26 Monate, um ihren Versuchsaufbau in eine marktreife Lösung umzusetzen © Sven Döring

und es gibt aktuell weltweit den Trend, Krankheiten minimalinvasiv mit Licht zu diagnostizieren und zu therapieren“, sagt Tomáš Čižmár, Leiter der Abteilung Faserforschung und -technologie und der Arbeitsgruppe Holographische Endoskopie. Das Ziel von *DeepEn* ist es, den Versuchsaufbau zu stabilisieren und zu miniaturisieren, so dass am Ende eine einfach zu bedienende Brain-Imaging Arbeitsstation für die Neurowissenschaft auf dem Tisch steht – der *NeuroDeep*. „Mich treibt an, in der Forschung über den Proof of Concept hinaus zu gehen und wissenschaftliche Kenntnisse in die Anwendung umzusetzen“, verrät Sergey Turtaev, Leiter und Technologie-Experte des Start-up-Projekts.

Der technologische Ansatz von *DeepEn* basiert auf einer multimodalen Faser – dem schmalsten bekannten Kanal, der Bildinformationen übertragen kann. Durch eine Faser kann normalerweise kein Bild von einer Seite zur anderen übertragen werden, wie bei herkömmlichen Endoskopen. Wenn sich Licht durch eine optische Faser bewegt, kommt es auf der anderen Seite nicht in der gleichen Form wieder heraus, sondern wird völlig verzerrt. Das Team der Arbeitsgruppe Holographische Endoskopie hat eine Methode erforscht, wie die Bildübertragung trotzdem gelingt: „Mit modernen holografischen Modulatoren und intelligenten Algorithmen schaffen wir es, diese haarfeine Glasstruktur in ein hochauflösendes Bildgebungsinstrument zu verwandeln“, erklärt Sergey Turtaev. „Der entscheidende Vorteil ist, dass die Stirnfläche einer solchen Faser um mehr als eine Größenordnung kleiner ist als die von herkömmlichen Endoskopen. Unser Faser-Endoskop hat die subzelluläre Auflösung moderner Multiphotonen-Mikroskope und kann tief in das Hirngewebe eindringen ohne große Schäden zu verursachen.“

Für Hana Čižmárova steht die Nutzerfreundlichkeit des *NeuroDeep* im Zentrum. Sie ist Ärztin und hat durch ihre praktische Erfahrung in der Geriatrie erfahren, wie Symptome neurodegenerativer Krankheiten aussehen können. „Nun arbeite ich am anderen Ende und kann dazu beitragen, diese Krankheiten besser erforschen zu können“, sagt sie. Dafür arbeitet sie eng zusammen mit den Forschungspartnern am Institute of Scientific Instruments in Brünn, Tschechien. Ihre wichtigste Aufgabe ist es derzeit, Bedürfnisse und Feedback von potentiellen Anwenderinnen und Anwendern des Systems zu sammeln. In Zukunft wird sie sich mit dem Protokoll, der Gestaltung der Nutzeroberfläche und dem Schulungsplan für die Einführung des *NeuroDeep* befassen.

Marktrecherche, Wettbewerbsanalyse, Schätzung des Marktpotentials: Patrick Westermann hat federführend den Business Plan für die Gründung des Start-ups erstellt. Er hat seinen Master im Management in Belgien und Spanien im Sommer 2021 abgeschlossen und hat nun die betriebswirtschaftliche Verantwortung bei *DeepEn*. Er kümmert sich um organisatorische Belange, denkt Arbeitspakete neu, priorisiert Aufgaben, baut Kontakte auf und spricht mit Entwicklungspartnern und ersten potenziellen Kunden an neurowissenschaftlichen Instituten. „Das ist eine echte Zukunftsvision: Dass später unsere Faserendoskope die Forschung vorantreiben und Menschenleben besser machen oder sogar retten können“, sagt der junge Entrepreneur.



Mithilfe dieses Versuchsaufbaus soll aus einer haarfeinen optischen Faser ein hochauflösendes Bildgebungsinstrument werden © Sven Döring

Erste Erfolge beim Aufbau des Start-ups

Highlights gab es in der Aufbauphase bisher viele. Allen voran konnte das *DeepEn*-Team durch Jiri Hofbrucker vervollständigt werden, der mit seinem Hintergrund in Physik und seiner Leidenschaft für Technik zusätzliche Kompetenz einbringt. Er arbeitet nun mit Sergey Turtaev im Labor daran, ein voll funktionsfähiges Test-System zu konfigurieren. „Den Test-Aufbau verfeinern wir in enger Abstimmung mit unseren Forschungspartnern und zukünftigen Nutzerinnen und Nutzern. Wir planen, das Design zunächst sehr flexibel zu gestalten, um jederzeit auf neue Anregungen reagieren zu können“, erklärt Jiri Hofbrucker. „Die Möglichkeiten, die unsere Endoskope bieten, sind neu für die Zielgruppe. Deshalb sind viele Feedback-Schleifen notwendig, um die Bedürfnisse der Forschenden in den neurowissenschaftlichen Laboren genau zu ermitteln“, fügt Hana Čižmárova hinzu.

Vom Labor bis zur Marktreife in 26 Monaten – das ist das Ziel des interdisziplinären Teams. Dabei können sie auf viel Erfahrung von intern wie auch extern zurückgreifen. „Mit dem Leibniz-IPHT haben wir eine ausgezeichnete Infrastruktur und ein hervorragendes Umfeld, um unser Projekt voranzutreiben. Wir haben viel Unterstützung aus dem Institut erhalten, unter anderem von der Leiterin der Wissenschaftlichen Koordination Ivonne Bieber, dem Team der Öffentlichkeitsarbeit und den Kolleginnen des Personalbüros“, betont Sergey Turtaev. Von extern stand der Start-up-Support der Leibniz-Gemeinschaft von Anbeginn mit Rat und Tat zur Seite. Auf dem Kick-off-Meeting des EXIST-Programms, organisiert vom Projektträger Jülich, tauschte sich das Team in Berlin mit anderen EXIST-Gründerstipendiaten aus. Auch von ihrem Business Coach, einem Berater mit über 20 Jahren Erfahrung in der Mikroskopie- und Bio-Imaging-Branche, konnten sie viel dazu lernen.

Ein weiterer Höhepunkt war der Workshop mit den Forschungspartnern in Brünn, den das *DeepEn*-Team zusammen besucht hat. „Sich dort gemeinsam zu präsentieren hat uns noch ein Stück zusammenwachsen lassen“, berichtet Patrick Westermann. Er freut sich, dass bereits viele wichtige Schritte abgearbeitet werden konnten. Das Labor ist ausgestattet, Teile für den Test-Aufbau bestellt, ein Büro eingerichtet und ein Logo für *DeepEn* entworfen. „Wir sind ein gutes Team und unsere Kompetenzen ergänzen sich hervorragend. Ich bin zuversichtlich, dass wir die Herausforderung meistern können, unsere fortschrittliche Technologie auf den Markt zu bringen.“

Großes Potential für haarfeine holografische Endoskope

Wenn sich der *NeuroDeep* in der Neurowissenschaft durchgesetzt hat, plant das *DeepEn*-Team als nächste Stufe, den Markt für die Diagnostik und Therapie in der Humanmedizin anzuvisieren. Dort kann so auch Bildgebung in-situ ermöglich werden, zum Beispiel während Operationen oder für eine schnellere Diagnose. „Unsere Technologie ist vielseitig einsetzbar“, erklärt Tomáš Čižmár. „In Zukunft könnte sich das holografische Endoskop auch dafür eignen, um neuartige photonische Methoden wie die Photoablation und die optische Biopsie in bestimmten Körperregionen durchzuführen."

–

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.

Initiative „IR4future“

Wirtschaft und Wissenschaft fordern Innovationsschub in der Infrarot-Technologie

Dr. Christoph Krafft, Leiter der Arbeitsgruppe Raman- und Infrarot-Histopathologie aus der Abteilung Spektroskopie / Bildgebung: „Das Potential der IR-Spektroskopie droht, ungenutzt zu versanden.“ © Sven Döring

Die Infrarot-Spektroskopie ermöglicht vielfältige Anwendungen in der medizinischen Diagnostik und Analytik. Doch das Verfahren wird derzeit mehrheitlich als Routine-Messverfahren betrieben und gelehrt – die methodische Weiterentwicklung ist ins Stocken geraten. Unter Beteiligung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Leibniz-IPHT haben Forschende und Industriepartner aus dem deutschsprachigen Raum die Initiative „IR4future“ ins Leben gerufen. Ziel ist es, die Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der IR-Spektroskopie zu intensivieren und Anwendungspotenziale zu erschließen.

Den Blutzucker messen, ohne zu stechen, anhand der Atemluft Lungen- und Nierenkrankheiten oder Diabetes schon im Frühstadium erkennen oder die chemische Zusammensetzung von Gewebe bestimmen, um krankhafte Veränderungen aufzuspüren: Die IR-Spektroskopie liefert eine Fülle an Informationen, insbesondere für die gleichzeitige Bestimmung chemischer und physikalischer Parameter und ermöglicht Analysen ohne die Verwendung von externen Labeln. Dies macht sie zu einer Schlüsseltechnologie auf dem Gebiet der Gesundheitstechnologien sowie in den Bereichen Landwirtschaft und Ernährung.

Prof. Christian Huck von der Leopold-Franzens Universität aus Innsbruck hat gemeinsam mit seinem Kollegen Prof. Jürgen Popp vom Leibniz-IPHT die interdisziplinäre Interessensgemeinschaft „IR4future“ initiiert. Zusammen mit elf weiteren Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft haben sie ein Positionspapier veröffentlicht, in dem sie den aktuellen Stellenwert der IR-Spektroskopie kritisch analysieren und aktuelle Trends aufzeichnen. Dr. Christoph Krafft, Leiter der Arbeitsgruppe Raman- und Infrarot-Histopathologie aus der Abteilung Spektroskopie / Bildgebung am Leibniz-IPHT ist einer der Autoren des Positionspapiers. Er warnt: „Das Potential der IR-Spektroskopie droht, ungenutzt zu versanden. Ich sehe die Gefahr, dass Forschungseinrichtungen und Gerätehersteller im deutschsprachigen Raum international den Anschluss verlieren.“ Mit seiner Meinung ist er nicht allein: Kolleginnen und Kollegen aus dem Forschungsverbund „Leibniz Gesundheitstechnologien“, der Freien Universität Berlin und der Universität Innsbruck sowie von Spektrometer- und Optoelektronik-Herstellern aus dem deutschsprachigen Raum haben sich dem Appell angeschlossen. Gemeinsam fordern sie ein stärkeres Engagement bei der Erforschung und Entwicklung neuer Strahlungsquellen, Sensortechniken und Detektoren sowie der KI-gestützten Auswertung, insbesondere für biomedizinische Fragestellungen.

Appell an die Politik: In die Entwicklung neuer Methoden investieren

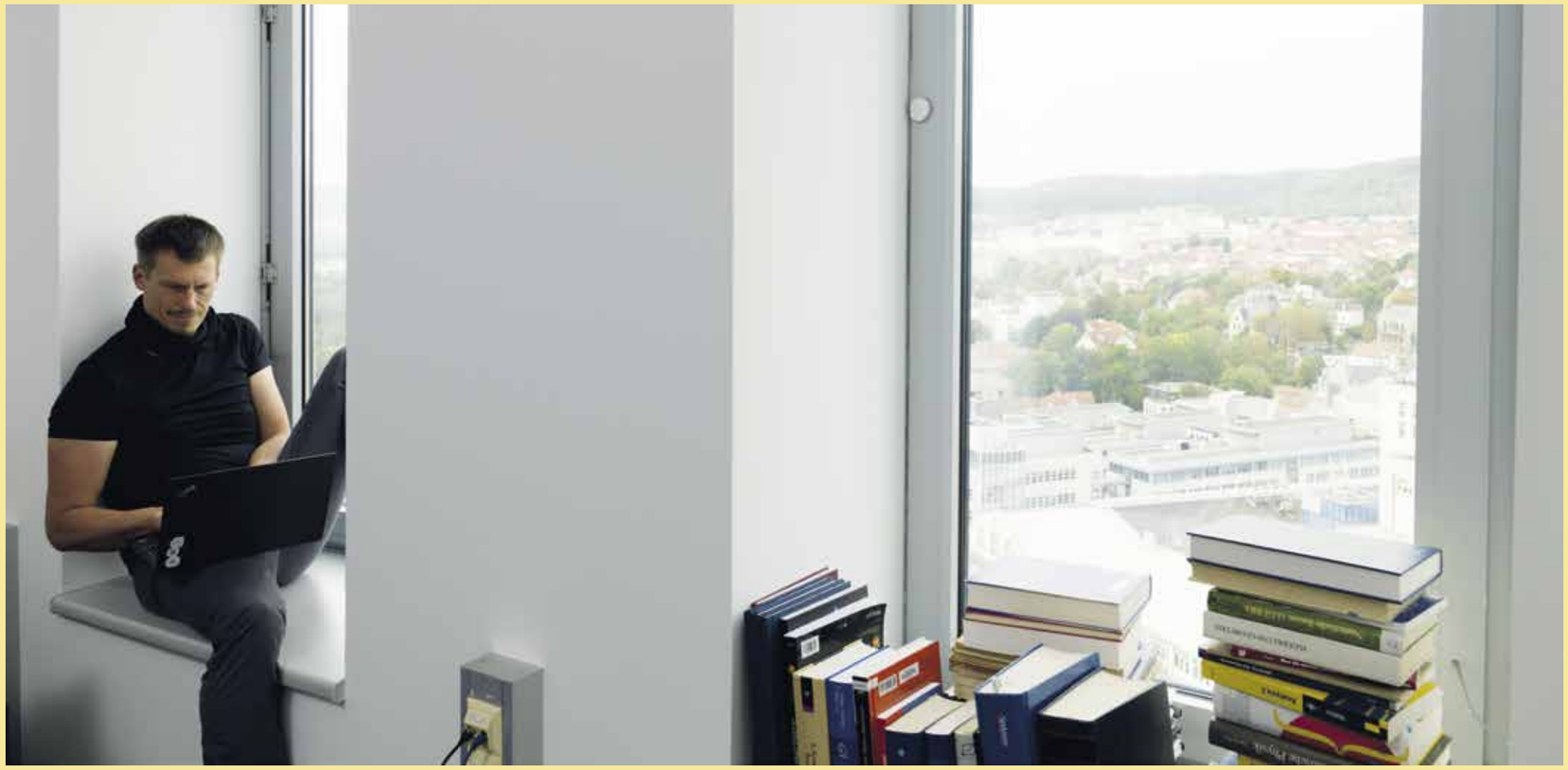
Man wolle öffentliche Mittelgeber ermuntern, wieder verstärkt Projekte zur Methodenentwicklung zu fördern. „Es ist dringend erforderlich, das vorhandene Potenzial der Methodenforschung nachhaltig zu sichern und auszubauen“, appellieren die Expertinnen und Experten in einem gemeinsam veröffentlichten Positionspapier. „Um neue Ansätze in Produkte und Dienstleistungen zum Wohl der Gesellschaft überführen zu können, besteht ein wesentlicher Bedarf an geeigneter Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur.“

In ihrem im April 2021 veröffentlichten Statement skizzieren die Autorinnen und Autoren konkrete Lösungsvorschläge, um einen Innovationsschub zu ermöglichen. In einem IR-Spektroskopie-Technologie-Hub sollten vorhandene Kompetenzen gebündelt und zugänglich gemacht werden. Es sei notwendig, IR-basierte Methoden mit „Enabling Technologies“ – etwa Mikro- und Nanotechnologien, Mikrofluidik und Fasertechnologie – zu kombinieren. Deep-Learning-Ansätze für die Auswertung von IR-Spektren müssten neu bzw. weiterentwickelt werden.

Um die Potentiale der IR-Spektroskopie insgesamt besser und effizienter zu erschließen, sei es unabdingbar, die Rahmenbedingungen zu verbessern, insbesondere in der kontinuierlichen Qualifizierung von wissenschaftlichem und technischem Personal an Universitäten und Forschungseinrichtungen. „Dies ist entscheidend für Fortschritte in der Forschung und für deren wirtschaftliche Anschlussfähigkeit“, betonen die Forschenden.

–

Positionspapier unter: www.ir4future.de



Der Physiker PD Dr. Thomas Bocklitz arbeitet daran, KI-Algorithmen zu trainieren, so dass sie langfristig lernen, schnell und effizient zum Beispiel gesundes von krankem Gewebe zu unterscheiden – und das sowohl auf Bildern als auch in komplexen Raman-Spektren. © Sven Döring

Zweitmeinung Computer

Schlaue Algorithmen spüren Details auf

Künstliche Intelligenz (KI) ist längst in unserem Alltag angekommen und bereichert das Leben vieler Menschen: Ob selbststeuernde Drohnen, intelligente Raumbeleuchtung oder smarte Sprachassistenten – KI durchdringt nahezu alle Lebensbereiche. Neben Logistik, Automobilbranche oder Unterhaltungsindustrie hält die clevere Unterstützung durch KI auch Einzug in die Medizin und liefert wertvolle Hinweise auf Krebs- oder Infektionserkrankungen. Leibniz-IPHT-Forschende arbeiten gemeinsam mit der Biophotonics Diagnostics GmbH an der KI-gestützten Auswertung von Raman-Spektren und Bilddaten.

„Das Ziel ist, mithilfe computergestützter Algorithmen Auffälligkeiten in der bildgebenden Diagnostik sowie in spektral gemessenen Daten innerhalb kürzester Zeit identifizieren zu können. Medizinerinnen und Mediziner könnten so ihren Verdacht auf eine Erkrankung oder einen Infektionserreger im Sinne einer Zweitmeinung bestätigen. Außerdem wäre es möglich, auffälligen Bereichen einer Gewebeprobe nochmals besondere Aufmerksamkeit zu schenken und diese weiter medizinisch abzuklären.“, erläutert PD Dr. Thomas Bocklitz, Leiter der Abteilung Photonic Data Science am Leibniz-IPHT. Gemeinsam mit seinem Team widmet er sich mit der Erforschung der smarten Algorithmen genau diesem Ziel und dem Gewinn von KI für die Medizin. Der Experte ist sich sicher, KI-basierte Verfahren werden Medizinerinnen und Mediziner in Zukunft nicht ersetzen, ihnen jedoch echten Mehrwert bieten: Durch ihre Fähigkeit, schnell Muster in pathologischen Befunden zu erkennen, unterstützen die computerassistierten Methoden bei der Therapieentscheidung.

Kompetente Innovation

Vor allem die Raman-Spektroskopie kann über die biochemische und molekulare Charakterisierung von Proben die Diagnostik und Analytik sinnvoll unterstützen. Ihr Potential wird in der klinischen Anwendung jedoch aufgrund der Komplexität und des Umfangs der Daten nur unzureichend ausgeschöpft.

Die Biophotonics Diagnostics GmbH beweist mit ihren intelligenten und KI-gestützten Softwarelösungen, dass die Analyse selbst umfassender spektroskopischer Daten einfach und ohne Spezialwissen gelingen kann.

Das Spin-Off, welches aus einer Kooperation des Leibniz-IPHT mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena und dem Universitätsklinikum Jena hervorgegangen ist, führt die intensive Forschungsarbeit der drei Einrichtungen erfolgreich in einem anwenderfreundlichen Produkt zusammen: Die von ihr realisierte RAMANMETRIX-Software beschleunigt die schnelle und intuitive Auswertung von Raman-Spektren.

Künftige Ideallösung

Um die Anwendung der Raman-Spektroskopie im medizinischen Umfeld weiter voranzubringen, sind außerdem einheitliche Vorgehensweisen und Messmethoden, wie standardisierte Messbedingungen und -aufbauten, für die Generierung und Auswertung vergleichbarer Messdaten nötig. Das Team von Thomas Bocklitz hat deshalb eine Anleitung zur Raman-Spektraldatenanalyse unter Nutzung von KI verfasst. Damit möchten die Forschenden einen Beitrag zur internationalen Standardisierung der Datenerhebung, -aufbereitung und KI-gestützten Auswertung leisten.

„In Zukunft wollen wir KI verstärkt für die inverse Modellierung von Messprozessen einsetzen. Mit Unterstützung von KI werden aus bereits generierten Messdaten Rückschlüsse auf die Probe und mögliche Fehler der Messung gezogen. Dadurch können wir die Ausgangsdaten verbessern und Diagnosen weiter optimieren“, blickt der Wissenschaftler, der auch den Gesamtverbund „KI für die Diagnostik und Therapie“ als Teil des Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) an der Friedrich-Schiller-Universität Jena leitet, in die Zukunft.

–

Publikation:
Guo, Shuxia, Nature Protocols 16, 5426–5459, 2021, https://doi.org/10.1038/s41596-021-00620-3

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.

Künstliche Intelligenz

KI steht für künstlich erzeugtes intelligentes Verhalten von Maschinen mittels mathematischer Algorithmen. Denken, Probleme lösen und lernen sind ihre charakteristischen Merkmale. Ein Teilgebiet von KI ist das maschinelle Lernen, dessen Algorithmen durch Datensätze trainiert werden. Dank Mustererkennung kann das maschinelle Lernen Aufgaben immer besser lösen. Deep Learning als Teildisziplin des maschinellen Lernens ist meistens dem menschlichen Gehirn nachempfunden. Es ist in der Lage, mittels künstlich neuronaler Netze aus großen komplexen Datenmengen zu lernen, Gesetzmäßigkeiten intelligent zu erkennen und logische Schlussfolgerungen zu treffen.

Rekordverdächtig: Schwarzschichten aus dem Reinraum

Schwarz erscheint eine Oberfläche, wenn praktisch kein Licht reflektiert wird, sondern alle Farben des einfallenden Lichts absorbiert werden. Früher kroch der Fotograf zum Scharfstellen unter das schwarze Einstellungstuch an seinem Apparat, um Umgebungslicht von der empfindlichen Fotoplatte abzuhalten. Auch heute werden schwarze Oberflächen eingesetzt, um Licht einzufangen: Im Optik-Labor minimieren Schwarzschichten zum Beispiel störendes Streulicht beim Einsatz von Lasern in optischen Aufbauten.

Dabei ist schwarz nicht gleich schwarz. Dr. Mario Ziegler, Wissenschaftler am Zentrum für Mikro- und Nanotechnologien am Leibniz-IPHT, ist es mit seinen Teamkolleginnen und -kollegen im Reinraum gelungen, Schwarzschichten herzustellen, die die Absorptionseigenschaften aller bisher dagewesenen Dünnschicht-Lösungen übertreffen. Auf ein Profilblech aus dem Baumarkt aufgetragen, schluckt es alle für das menschliche Auge sichtbaren Konturen. Das Profil kann man nur noch durch einen extrem steilen Einfallswinkel erkennen.

Das Schwarz aus dem Reinraum ist nachweislich schwärzer als das schwärzeste Schwarz, das den Weltrekord im Guinness Buch der Rekorde hält. „Unser ‚Dark Mirror' erreicht Spitzenwerte bei der Lichtabsorption. Und das in einem sehr breiten Wellenlängenbereich. Damit absorbiert unser Schwarz mehr Licht als vergleichbare Dünnschichten wie ‚Vantablack' oder der aktuelle Rekordhalter ‚Dark Chamaleon Dimers'", berichtet Mario Ziegler, der das Verfahren in seiner Doktorarbeit im Detail beschrieben hat.

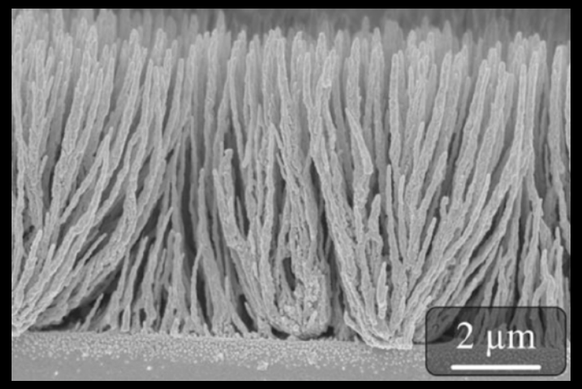
Valentin Ripka hält einen Wafer mit strukturierter Dark-Mirror Oberfläche
© Sven Döring

Hergestellt wird die Schwarzschicht mit Hilfe des neuartigen Verfahrens der metastabilen Atomlagenabscheidung MS-ALD (Metastable Atomic Layer Deposition), das am Leibniz-IPHT entwickelt und patentiert wurde. Dabei wird eine Silberdünnschicht in die metastabile Phase Silberoxid überführt. Diese Metastabilität wird genutzt, um in einem selbst-organisierten Wachstum komplexe 3D-Nanostrukturen aus Siliziumdioxid und Silbernanopartikeln herzustellen. Das rekordverdächtige Schwarz entsteht durch das Zusammenspiel von zwei optischen Effekten: Einerseits wird das Licht von den Siliziumdioxid-Nanostrukturen eingefangen (Light Trapping), andererseits absorbieren die auf den Nanostrukturen entstandenen Silbernanopartikel durch ihre besonderen optischen Eigenschaften das einfallende Licht.

Die Schwarzschichten werden im Institut bereits zur Streulichtminimierung bei Spektroskopie-Aufbauten eingesetzt. „Ein Novum ist, dass die Schwarzschicht chemisch stabil ist. Dadurch ist sie für viele Anwendungen einsetzbar", erklärt Valentin Ripka, Labortechniker im Reinraum. „Gerade bereiten wir alles für die Raumfahrtqualifikation vor. Dafür muss die Schicht weiter stabilisiert werden, schließlich muss sie Anforderungen wie einen Raketenstart überstehen. Es ist geplant, die Schwarzschicht auf unsere langjährig erprobten Infrarotlichtsensoren aufzubringen, um diese zur kontaktlosen Messung von Wärme in Weltraumerkundungsmissionen zum Einsatz zu bringen."

Name	Dark Chamaleon Dimers	Dark Mirror
Institution	König-Abdullah-Universität für Wissenschaft und Technologie	Leibniz-IPHT
Schichtdicke	10,2 µm	9,0 µm ± 0,2 µm
Maximale Absorption	99,2 % @ 497 nm Wellenlänge	99,77 % @ 1646 nm Wellenlänge 99,69 % @ 497 nm Wellenlänge
Wellenlängenbereich mit Absorption > 99 %	400 bis 800 nm Wellenlänge	220 nm bis 2500 nm Wellenlänge (UV, VIS, NIR)

Vergleich der Schwarzschicht des derzeitigen Rekord-Halters für die Rubrik "Darkest manmade substance" bei den Guinness World Records und dem am Leibniz-IPHT entwickelten „Dark Mirror".



Rasterelektronenmikroskopie-Aufnahme der Silber-Siliziumdioxid-Hybridnanostrukturen (Dark-Mirror)
© Leibniz-IPHT

Parallel arbeitet das Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern daran, das Trägermaterial mit einer halbleitenden Substanz wie Zink- oder Titanoxid zu ersetzen. Damit könnte es möglich sein, die Schwarzschicht als photokatalytische Oberfläche einzusetzen. In Verbindung mit Sonnenlicht wäre es somit möglich, schädliche chemische Bestandteile zu zersetzen und aus dem verunreinigten Wasser herauszufiltern. Dieser Effekt könnte in Zukunft zum Beispiel bei der Abwasserreinigung von Textilfabriken genutzt werden.

„Das Element Wasserstoff ist ein Schlüsselbaustein für die globale Energiewende. In einem nächsten Schritt wollen wir unsere Schwarzschichten im Hinblick auf die Synthese von grünem Wasserstoff hin erforschen", gibt Mario Ziegler einen Ausblick. Durch die Plasmonen-induzierte Photokatalyse soll es möglich werden, mittels Sonnenlicht Wasser zu spalten und so Wasserstoff zu gewinnen. „Wasserstoff als Synthesegas und Energieträger ließe sich dann dezentral herstellen und direkt ohne aufwändige Speicherung anwenden, zum Beispiel in Mobilitätskonzepten der Zukunft."

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.

Die Forschenden untersuchten den Mechanismus für das elektrochemische Wachstum nanoporöser Platinschichten.
© Sven Döring

Blumenkohl, Farn oder Kugel?

Wie poröses Platin das Licht fängt

Oberflächen und Strukturen von porösem Platin können unterschiedlicher nicht sein. Dank seiner unverwechselbaren Eigenschaften und Beschaffenheit ist das Edelmetall in vielen Bereichen, wie Astronomie, Physik oder Medizin, nicht wegzudenken. Forschende des Leibniz-IPHT studieren das chemische Element und sein Design im Nanometermaßstab.

Fieber im Ohr messen, das Wetter auf dem Roten Planeten erkunden oder kritische Prozesse in Industrieumgebungen überwachen – berührungslos arbeitende Strahlungsthermometer finden in verschiedensten Anwendungen Einsatz. Ihre im Inneren verborgenen IR-Sensoren fangen einfallende Infrarot-Strahlung ein, wandeln sie lokal in Wärme um und generieren ein thermoelektrisches Signal, welches mit dem Temperaturunterschied skaliert und messbar ist. Auf diese Weise machen IR-Sensoren Wärme und Temperaturparameter sichtbar. Verstärkung erhalten diese Sensoren von lokal aufgebrachten Breitbandabsorberschichten, welche aus nanoporösem Platin bestehen. Diese ausgeklügelte Oberflächenveredlung kann die empfindlichen IR-Sensoren bei der Teilaufgabe, IR-Strahlung in Wärme umzuwandeln, unterstützen.

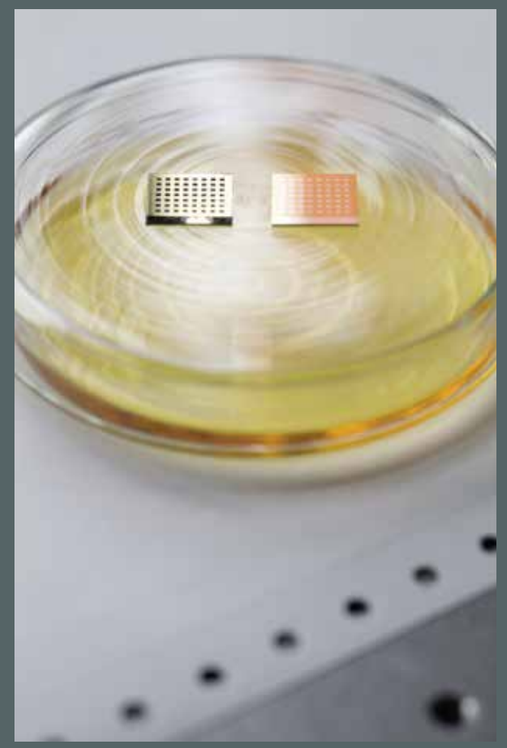
Eingefangenes Licht

„Porenfreies Platin absorbiert normalerweise nur geringe Anteile des einfallenden Lichts, ein Großteil wird reflektiert. Hochporöses Platin hingegen weist völlig veränderte optische Eigenschaften auf. So ist hochporöses Platin sehr absorptionsfähig und kann einfallende Strahlung fast vollständig aufnehmen. Sein Reflexionsvermögen, das heißt, die Fähigkeit, die Strahlung wie ein Spiegel zurückzuwerfen, ist dagegen äußerst gering“, erläutert Dr. Gabriel Zieger, Arbeitsgruppenleiter im Bereich Thermosensorik in der Abteilung Quantendetektion am Leibniz-IPHT.

Diese Eigenschaft macht poröses Platin als optisches Absorbermaterial über ein breites Wellenlängenspektrum interessant. „Seine feine Struktur, die durch seine Erhebungen und Vertiefungen unter dem Mikroskop blumenkohl-, farnartig oder kugelförmig mit unterschiedlichen Porengrößen und -verteilungen aussehen kann, vergrößert seine Oberfläche enorm. Durch diese spezielle Oberflächenstruktur hat die einfallende Strahlung kaum eine Chance, zu entkommen“, so Gabriel Zieger weiter.

Schicht für Schicht

Die Absorptionsfähigkeit von porösem Platin hängt vor allem von seiner Struktur und Dicke ab. Um das Wachstum von nanoporösen Platinschichten präzise zu steuern, untersuchten 2021 die Jenaer Forschenden die hinter dem Abscheideprozess stehenden Mechanismen. „Um hochlokalisierte Platinschichten elektrochemisch zu erzeugen, müssen zunächst leitfähige Muster, beispielsweise auf einem Substrat, erzeugt werden, auf dem die Beschichtung erfolgen soll. Die Beschichtung selbst findet in einem elektrolytischen Bad mit Platinchlorid statt. Durch Anlegen eines elektrischen Stromes lösen sich Metallionen im Bad und lagern sich selektiv an den zuvor definierten Strukturen an. Auf diese Weise wächst genau dort die nanoporöse Platinschicht“, erklärt Dr. Sarmiza Stanca, Wissenschaftlerin in der Arbeitsgruppe Thermosensorik.



Nanoporöses Platin zeichnet sich durch sein hohes Absorptionsvermögen aus.
© Sven Döring

Die Forschenden stellten fest, dass sich die Entstehung der Platinschichten gezielt manipulieren lässt: Entscheidende Faktoren für die Platinschichtdicke sind die angelegte Spannung sowie die Elektrolytkomposition. Auch eine Temperaturerhöhung kann den elektrochemischen Prozess und damit die Schichtdicke beeinflussen. Die Zeit spielt ebenso eine wichtige Rolle, denn je länger das Ausgangsmaterial in der Elektrolytlösung verbleibt, desto mehr wächst die Platinschicht. Entstehender Wasserstoff während der Elektrolyse beeinflusst zudem die Porosität des Platins. „Das Besondere ist, dass wir Platin mithilfe einer wasserfreien Elektrolyse wachsen lassen können. Dies ist vor allem für wasserempfindliche Sensormaterialien von Vorteil und bietet großes Potential für optoelektronische und viele weitere Anwendungen“, so Sarmiza Stanca.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen zur exakten Steuerung des Platinwachstums, seiner Oberflächenstruktur, Porosität und Dicke können perspektivisch noch sensiblere IR-Sensoren mit optimaler Absorptionscharakteristik entstehen. Durch die Platin-Veredelung sind diese IR-Sensoren in der Lage, die zu detektierende Strahlung fast komplett zu absorbieren und in Wärme umzuwandeln, so dass sie noch feinere Details wahrnehmen können.

–

Publikation:
Stanca, Sarmiza-Elena et al., Communications Chemistry 4, 98, 2021, https://doi.org/10.1038/s42004-021-00535-w

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.

Mit Magnetfeldsensoren auf den Spuren mongolischer Herrscher

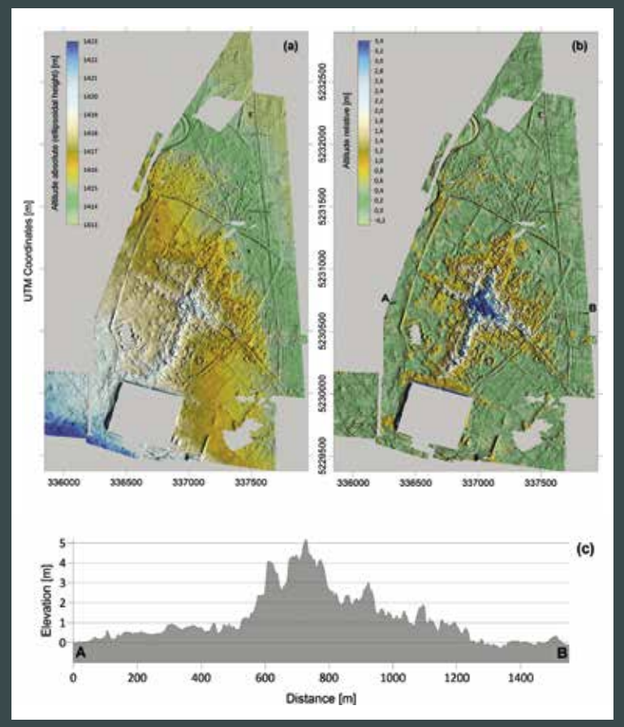
Der Messwagen ist mit drei mit flüssigem Helium gefüllten Kryostaten bestückt, in denen sich die SQUID-Magnetfeldsensoren befinden. © Leibniz-IPHT / Sven Linzen

Verborgen unter Steppen- und Ackerland im Orchon-Tal der zentralen Mongolei liegt die 800 Jahre alte Herrscherstadt Karakorum, Zentrum des ehemaligen mongolischen Reiches und jetzt UNESCO Weltkulturerbe. Forschende aus Jena und Bonn haben die Stadt und das umliegende Gelände vermessen und herausgefunden, dass die frühere Metropole deutlich größer war als bisher angenommen.

Mit einem Jeep haben die Forschenden ihr Messsystem aus Magnetfeldsensoren – sogenannten SQUID (Supraleitende Quanten Interferenz Detektoren) – und einem differentiellen GPS-System über eine Fläche von über 650 Fußballfeldern gezogen, um die Überreste der alten Stadt zu kartieren. Das System misst kleinste Änderungen des Erdmagnetfelds mit sehr hoher Auflösung und kann durch diese zerstörungsfreie geomagnetische Abtastung anthropogene, über der Erde nicht sichtbare Bodenstrukturen sehr detailliert vermessen.

Dr. Sven Linzen, Dr. Ronny Stolz und das Team der Abteilung Quantensysteme konnten so gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Archäologie und Kulturanthropologie der Universität Bonn erstmals einen umfassenden geomagnetischen und topographischen Vermessungsplan für dieses Gebiet erstellen. Daraus gewannen sie Erkenntnisse, wie die Stadt gegliedert war, wie sie sich entwickelt hat und welche Verkehrswege und Handelsrouten zu ihr führten.

Bei den Expeditionen in die zentrale Mongolei hatten die Forschenden einige Herausforderungen zu bestehen: Das Messsystem musste aufgrund von verbauten Lithium-Akkus über den Landweg nach Asien transportiert werden und die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren im Jurtenzeltlager ohne stabile Stromversorgung untergebracht. Das Expeditions-Team wie auch die Sensorik musste Lufttemperaturunterschiede von -5 bis an die 40 Grad aushalten. Sven Linzen ist stolz auf den Teamerfolg: „Für die Messungen und die Interpretation der großen Datenmengen müssen Physik und Archäologie eng zusammenarbeiten.“ Die gelungene Kooperation wurde 2021 mit einer Hervorhebung der publizierten Forschungsergebnisse [1] als „Research Highlight“ in der Fachzeitschrift Nature belohnt [2].



Zentimetergenaues Geländemodell der Stadtanlage, berechnet aus den Messdaten des SQUID-Systems in a) absoluter und b) relativer Höhendarstellung. Ein Profilschnitt durch das Stadtzentrum ist in c) gezeigt. Abbildung aus Antiquity [1] © Leibniz-IPHT / Sven Linzen

Die Forschenden waren während der Expedition in Jurtenzeltlagern untergebracht. © Leibniz-IPHT / Stefan Dunkel

SQUID: Vielseitig einsetzbar

Die Erforschung von SQUID in Jena reicht bis in das Jahr 1968 zurück. Anfangs wurden die haarfeinen Strukturen der SQUID noch von Hand unter dem Mikroskop gekratzt. Im Reinraum lassen sich durch Dünnschicht- und Lithographietechniken heute SQUID mit Strukturen im Nanometerbereich erzeugen. Sie gehören zu den empfindlichsten weltweit und ermöglichen Magnetfeldmessungen mit geringem Rauschen und sehr hoher Magnetfeldauflösung.

SQUID aus dem Leibniz-IPHT werden in vielen Bereichen eingesetzt – auf der Erde, in der Luft und auch unter Wasser. Etwa, um magnetische Anomalien in der Erdkruste aufzuspüren, um mineralische Lagerstätten oder geothermische Potentiale zu suchen oder um Altlasten, Altmunition und Blindgänger im Boden zu identifizieren. Gemeinsam mit der 2001 ausgegründeten Firma Supracon arbeitet das Team von Ronny Stolz daran, solche Systeme zu kommerzialisieren, zum Beispiel für die Baugrunderkundung. „Durch die Zusammenarbeit mit Supracon kommt unsere Sensorik flächendeckend zum Einsatz. Ein schönes Beispiel für den gelungenen Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis. In der Forschung arbeiten wir gerade daran, unser Messsystem mithilfe optischer Magnetfeldsensoren weiterzuentwickeln“, gibt der Forschungsabteilungsleiter einen Ausblick.

–

Publikation:
[1] Bemmann, Jan et al., Antiquity, 2021, https://doi.org/10.15184/aqy.2021.153

[2] Nature 599, 182, 2021, https://doi.org/10.1038/d41586-021-03013-4

Im Rhythmus des Herzens

Wie optisch gepumpte Magnetometer auch die schwächsten Signale in der Biomedizin sichtbar machen.

Messaufbau zur Charakterisierung der OPM-Zellen und Erforschung neuer Ausleseverfahren. © Sven Döring

Für viele ist das kleinste oft das größte Glück: Wenn Paare ein Kind erwarten, steigt die Vorfreude auf eine spannende Zeit in einem neuen Lebensabschnitt. Oft sind damit Unsicherheiten verbunden, nämlich, ob das Herz des Kindes im richtigen Takt schlägt. Eine Möglichkeit, den Rhythmus der Herztöne von außen schon im Bauch der Mutter zu untersuchen, ist die sogenannte fetale Magnetokardiographie (MKG). Diese kann schmerz- und kontaktfrei Aussagen zur Herztätigkeit des ungeborenen Kindes treffen. Auch der Herzschlag von Erwachsenen lässt sich mittels MKG schnell und einfach messen. Auf diese Weise können Ärztinnen und Ärzte Anomalien feststellen, die auf krankhafte Veränderungen der Herztätigkeit hindeuten.

Optisch gepumpte Magnetometer für winzige biomagnetische Signale

Herzstück dieses Diagnostikverfahrens sind hochempfindliche Quantensensoren, hier optisch gepumpte Magnetometer (OPM), die kleinste Magnetfelder detektieren können. Jede Kontraktion des Herzmuskels ist mit elektrischen Strömen im menschlichen Körper und damit einem sekundären Magnetfeld verbunden. OPM sind in der Lage, diese sehr schwachen biomagnetischen Signale nicht-invasiv zu messen und sichtbar zu machen. Mit diesen Sensoren kann der kostenintensive Einsatz häufig verwendeter supraleitender Sensoren, sogenannter SQUID, mit aufwändiger Kühlung durch flüssiges Helium oder Stickstoff umgangen werden. Das eröffnet eine breite Anwendung dieser diagnostischen Methode weit über einzelne Forschungseinrichtungen und Spezialkliniken hinaus.

Herz- und Gehirnaktivitäten messen

Nicht nur das menschliche Herz, sondern auch das Gehirn erzeugt biomagnetische Signale, die noch einmal deutlich kleiner sind. Die Quellen der Hirnaktivität können mit OPM in drei Dimensionen abgebildet werden, um zum Beispiel neuronale Erkrankungen, wie Epilepsie, zu untersuchen. Daneben sind OPM auch für eine Reihe weiterer potenzieller Anwendungsfelder, wie die Magnetomyographie, eine Methode zur Untersuchung von Nervenleitungen, oder für die Krebsforschung attraktiv.

Mikrofabrizierter OPM-Zellverbund mit zentralem Reservoir, zwei Messvolumina und integrierten Heizer- und Temperatursensorstrukturen in Dünnschichttechnologie. © Sven Döring

„Vor allem miniaturisierte OPM eröffnen perspektivisch interessante Möglichkeiten in der Neurodiagnostik, da die Sensoren äußerst flexibel am Kopf von Betroffenen zur Messung neuronaler Tätigkeiten angebracht werden können. Der Kopf eines Kindes zum Beispiel, ist sehr viel kleiner als der eines Erwachsenen. Folglich müssen die Sensoren bei Kindern einem anderen Aufbau als bei erwachsenen Menschen folgen. Eine Messung der Signale muss immer sehr nah an der Quelle, in diesem Fall am Kopf, stattfinden, um aussagekräftige Ergebnisse zu liefern. Mit kleinen OPM lassen sich solche flexiblen Anordnungen sehr gut realisieren“, erklärt Dr. Theo Scholtes, Arbeitsgruppenleiter im Bereich Quantenmagnetometrie am Leibniz-IPHT, der sich intensiv mit den Sensoren beschäftigt.

Seine Arbeitsgruppe erforscht und entwickelt Quantensensoren für biophotonische Anwendungen. „Unser Ziel ist es, SQUID zukünftig durch OPM mehr und mehr zu ersetzen, da sie die Nachteile der supraleitenden Sensoren überwinden und keine extrem kalten Temperaturen für ihre Verwendung nötig sind. Gleichzeitig ist es unsere Vision, auf die magnetische Abschirmung, die bei der Verwendung dieser hochempfindlichen Magnetometer nötig ist, um das Erdmagnetfeld sowie technische Störfaktoren aus der Messung auszuschließen, verzichten zu können“, so Theo Scholtes weiter.

Gut zu wissen: Wie funktionieren optische Magnetometer?

OPM sind integrierte optische Anordnungen, welche die Wirkung eines umgebenden Magnetfeldes auf einen atomaren Dampf spektroskopisch messen können. Kernstück ist eine Zelle mit Atomdampf, welche im Reinraum des Leibniz-IPHT mikrosystemtechnisch hergestellt und mit dem Element Cäsium befüllt wird. Verändert sich das die Zelle umgebende Magnetfeld, hat dies Auswirkungen auf die optischen Eigenschaften der Atome des Dampfes, die mit Laserlicht detektiert werden. Die Arbeitsgruppe erforscht verschiedene Aspekte der OPM, unter anderem die Vor- und Nachteile verschiedener Ausleseprinzipien, um sie maßgeschneidert in einer Reihe von Anwendungen einzusetzen.

–

Publikation:
Oelsner, G., Physical Review Applied 17, 024034, 2022, https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.17.024034

Hier geht's zum Artikel.

Hier geht's zum YouTube-Beitrag.

Spitzenforschung braucht Vielfalt

International und weltoffen – das ist die Lichtstadt Jena. Zahlreiche namhafte Hightech-Unternehmen und forschende Einrichtungen arbeiten in der Wiege der Optik und Photonik an wegweisenden Schlüsseltechnologien von Gegenwart und Zukunft.

Jahr für Jahr entscheiden sich Fachkräfte aus aller Welt für den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Jena. Mit ihrem Know-how und ihrer Erfahrung tragen sie dazu bei, neue Ideen zu entwickeln und in tragfähige Lösungen zu verwandeln. So stellen photonische Technologien die Weichen für neue Diagnoseverfahren und Therapieansätze, heben die industrielle Fertigung auf ein neues Level, lassen uns fremde Galaxien erkunden oder legen die Basis zukünftiger Mobilität.

Auch das Leibniz-IPHT ist durch seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus über 35 Ländern, weltweiten Forschungskooperationen, Austauschprogramme und Partnerschaften international geprägt. Genau diese Vielfalt ist es, die Innovationen, internationale Projekte, globale Netzwerke und nicht zuletzt Forschung auf höchstem wissenschaftlichen Niveau entstehen lassen.

Um diese Forschungsexzellenz nachhaltig zu sichern, braucht es Exzellenz in der wissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung. Forschende aller Karriere-Stufen zu fördern, ihnen Raum zur Entfaltung zu geben, sie in ihr Forschungsgebiet tiefer eintauchen und interkulturelle Erfahrungen sammeln zu lassen, ist für das Leibniz-IPHT von zentraler Bedeutung.

Für die Stärkung seiner Forschungsleistungen, Innovationskraft und internationalen Zusammenarbeit beteiligt sich das Institut zudem an EU-Förderprogrammen wie etwa dem **Europäischen Forschungsrat** und **Marie Skłodowska-Curie**-Maßnahmen, um wissenschaftliche Fragestellungen mit globaler gesellschaftlicher Relevanz zu bearbeiten.

Drei Promovierende des Leibniz-IPHT geben im Portrait einen Einblick in ihre Geschichte und ihre Erfahrungen. Sie erzählen von ihrer Leidenschaft für eine von Internationalität geprägten Forschung, die richtungweisende Lösungen für mehr Sicherheit, Gesundheit und eine saubere Umwelt entstehen lassen.

–

Das global sichtbare, europäische Förderprogramm für Spitzenforschung des Europäischen Forschungsrates (ERC) fördert exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit bahnbrechenden interdisziplinären Forschungsprojekten.

Mit den Marie-Skłodowska-Curie-Maßnahmen will die Europäische Union die Karriere von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern fördern. Eingerichtet von der Europäischen Kommission sollen wissenschaftliche Laufbahnen für Forschende damit attraktiver werden.

Julia Sophie Böke

Doktorandin der Chemie

Seit 2020 am Leibniz-IPHT

Abteilung Nanobiophotonik

„An brisanten Themen von großer globaler Tragweite, wie der Verschmutzung unserer Gewässer durch Mikroplastik, mitzuarbeiten und damit zum Schutz von Umwelt und Natur beizutragen, ist unglaublich spannend. Vor allem die enge Verzahnung aus Mikrofluidik und Photonik machen die Forschung auf diesem Gebiet so faszinierend.“

Von der weiten Welt mitten hinein in die Saalestadt

Nach Stationen in Spanien, Belgien und Asien spürt die gebürtige Braunschweigerin Julia Sophie Böke im Rahmen ihrer Doktorarbeit in Jena Mikroplastik anhand ihrer Eigenschaften auf. Dafür werden die winzig kleinen Kunststoffpartikel eingefärbt und mithilfe mikrofluidischer Verfahren, Optik und Bildverarbeitung in Menge und Größe sichtbar gemacht. Damit könnten Trink- und Abwasser oder Meeresboden analysiert und auf Plastikrückstände untersucht werden. Die Ergebnisse ihrer Forschungsarbeit bringt sie in das EU-geförderte Projekt „MonPlas“ ein. Im engen Austausch arbeiten in diesem interdisziplinären Netzwerk Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler europäischer Forschungseinrichtungen und Hochschulen an den Technologien und Verfahren von morgen. Mikroplastik soll auf diese Weise in Zukunft noch zuverlässiger und schneller identifiziert werden können.

Internationalität, Gleichstellung und Vielfalt sind der **Marie Skłodowska-Curie**-Stipendiatin als Gleichstellungsbeauftrage am Leibniz-IPHT besonders wichtig. Respekt und Toleranz seien die Eckpfeiler, die eine erfolgreiche Zusammenarbeit über alle Grenzen hinweg ermöglichen und Spitzenforschung entstehen lassen. Besonders junge Menschen in ihren Neigungen und Interessen zu bestärken und sie zu ermutigen, ihren Weg vor allem im Bereich Natur- und Ingenieurswissenschaften zu gehen, ist Julia Sophie Böke eine Herzensangelegenheit.

Dr. André Gomes

Seit 2016 am Leibniz-IPHT

Seit 2017 Doktorand

Seit 2020 Postdoktorand

Doktor der Physik in 2021

Abteilung Faserforschung und -technologie

Schon heute zu erkennen, welches Potential in unserer Forschung steckt und zu sehen, welchen Einfluss die Ergebnisse in einigen Jahren auf unser aller Leben haben können, ist überaus inspirierend und motivierend.

Von Porto ins Optical Valley nach Jena

Den gebürtigen Portugiesen Dr. André Gomes zog es aufgrund eines Stipendiums des Deutschen Akademischen Austauschdienstes bereits während seines Studiums 2016 von Porto nach Jena. Am Leibniz-IPHT folgte er seiner Leidenschaft für das Thema Optik und konnte sein Wissen im Rahmen seiner Masterarbeit vertiefen. Die Begeisterung und Faszination für optische Technologien blieben und führten ihn für seine Dissertation 2018 erneut in die Lichtstadt. Mit seiner Doktorarbeit an neuartigen Fasersensortechnologien in Glasfasern legte er wichtige Weichen für eine neue Generation hochempfindlicher Sensoren. Diese eignen sich mit verbesserten Eigenschaften, wie erhöhter Sensitivität und Auflösung, für Anwendungen wie Temperatur- und Druckmessungen.

Vor allem die positive Bewertung der internationalen Forschungsgemeinschaft für seine wissenschaftliche Leistung und Publikation im renommierten Magazin „Laser & Photonics Reviews“ 2021 waren Bestätigung seiner bisherigen Arbeit und Ansporn zugleich, seinen Weg auch weiterhin fortzusetzen.

Nach Abschluss seiner Promotion 2021 konzentriert sich der Wissenschaftler im Rahmen eines vom **Europäischen Forschungsrat** geförderten Projektes auf die biomedizinische Bildgebung für minimalinvasive Untersuchungen des Gehirns. Mit haarfeinen endoskopischen Fasersonden trägt er dazu bei, neuronale Strukturen noch besser zu beobachten.

Amir Nakar

Doktorand der Chemie

von 2018 bis 2022 am Leibniz-IPHT

Abteilung Spektroskopie / Bildgebung

Wenn Ärzte innerhalb kürzester Zeit Krankheiten diagnostizieren und die richtige Therapie wählen können, könnten Menschenleben gerettet werden. Einen Beitrag zu solch wegweisenden Technologien zu leisten, um Herausforderungen in der Medizin zu meistern – das war und ist mein Traum.

Einmal von Israel nach Jena und zurück

Am Leibniz-IPHT hat sich der Biochemiker Amir Nakar krankmachenden Infektionserregern und deren Behandlung verschrieben. In seiner Doktorarbeit gelang es ihm, Enterobakterien mittels Raman-Spektroskopie von anderen Erregern zu unterscheiden sowie Bakterien zu identifizieren, die gegen eine Antibiotikabehandlung resistent sind. Solche Resistenzen stellen ein großes Problem dar, da Medikamente immer unwirksamer werden. Deshalb setzt er sich dafür ein, dass Ärztinnen und Ärzte in Zukunft schneller beurteilen können, welche Bakterien eine Infektion auslösen. Medikamente könnten zielgenau verabreicht, Antibiotikaresistenzen verringert und Menschenleben gerettet werden.

Aber nicht nur im Rahmen seiner Dissertation setzte sich der gebürtige Israeli für gesellschaftliche Belange ein. Auch den Doktoranden am Leibniz-IPHT verlieh er als Doktorandenvertreter eine Stimme. Sie bei der fachlichen Weiterentwicklung und im Austausch mit der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft zu unterstützen, war Amir Nakar ein Anliegen.

Eine besondere Leidenschaft hat er für die Wissenschaftskommunikation. Ob bloggen, twittern oder posten – kluge Ideen und brillante internationale Köpfe faszinieren ihn.

Amir Nakar wird seinen Weg im Kampf um krankmachende Erreger und Antibiotikaresistenzen auch 2022 fortsetzen. Von Jena zieht es ihn zurück nach Israel in die Industrie.

Eng verwobene Exzellenzforschung

Gemeinsam Potentiale entfesseln für wissenschaftliche Höchstleistungen

Um gemeinsam Forschungsvorhaben mit kooperierenden Hochschulen und regionalen Netzwerken voranzutreiben und Akzente für die eigene Forschungsarbeit zu setzen, arbeitet das Leibniz-IPHT in verschiedenen Sonderforschungsbereichen und Exzellenzclustern eng mit Partnern zusammen.

Dr. Carolin Müller, Wissenschaftlerin in der Abteilung Funktionale Grenzflächen am Leibniz-IPHT, untersucht mit spektroskopischen Methoden, wie Photokatalysatoren dabei helfen können, Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufzuspalten © Sven Döring

„Grüne Energie für die Zukunft"

Grüne Pflanzen wandeln durch Photosynthese und mit Hilfe von Sonnenenergie Wasser und Kohlendioxyd in Sauerstoff und Glukose um. Davon inspiriert versuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, diesen natürlichen biochemischen Prozess im Labor zu imitieren: Im **SFB CataLight** wird an neuartigen Materialien gearbeitet, die künstliche Photosynthese betreiben und beispielsweise Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff, als grünen Energieträger, spalten können. Hierzu werden Photokatalysatoren entwickelt und in innovative Materialien eingebracht, welche die Energie des Sonnenlichts für die Spaltung von Sauerstoff und Wasserstoff aus Wasser nutzen. Das Leibniz-IPHT beleuchtet im Rahmen des SFB CataLight photokatalytische Prozesse mit Hilfe von spektroskopischen Verfahren und trägt so zu einem besseren Verständnis der Reaktivität und Stabilität der neuartigen Materialien bei.

„Feuer exakt dort löschen, wo es brennt"

Dr. Maria Sittig erforscht als Wissenschaftlerin in der Abteilung Funktionale Grenzflächen am Leibniz-IPHT die auf Licht reagierenden Nanostrukturen © Sven Döring

Entzündungen können sich rasant im menschlichen Körper ausbreiten und im Falle einer Sepsis zu multiplem Organversagen führen. Medikamente zur Behandlung dieser entzündlichen „Brandherde" wirken meist nicht genau dort, wo sie benötigt werden, sondern verteilen sich über die Blutbahn im gesamten Organismus. Unerwünschte oder zum Teil schädliche Nebenwirkungen sind die Folge. Forschende arbeiten im **SFB PolyTarget** deshalb an der Kehrtwende: Sie entwickeln polymerbasierte Nanostrukturen, die sie in den Körper einschleusen und ihre Wirkstoffe kontrolliert und exakt dort freisetzen, wo es brennt. Der Körper wird durch die gezielte Wirkstoffverabreichung weniger mit Arzneimitteln belastet und Symptome können besser behandelt werden. Das Leibniz-IPHT widmet sich unter anderem lichtaktivierten Partikeln, deren spektroskopischer Charakterisierung sowie den Mechanismen lichtgesteuerter Reaktivität. Außerdem wird an der Untersuchung der nanoskaligen Zusammensetzung polymerer Nanopartikel sowie der die Freisetzung von Wirkstoffen beeinflussenden Faktoren gearbeitet. Weitere Teilvorhaben werden von den Professoren des Leibniz-IPHT in ihrer Zugehörigkeit zur Friedrich-Schiller-Universität Jena bearbeitet.

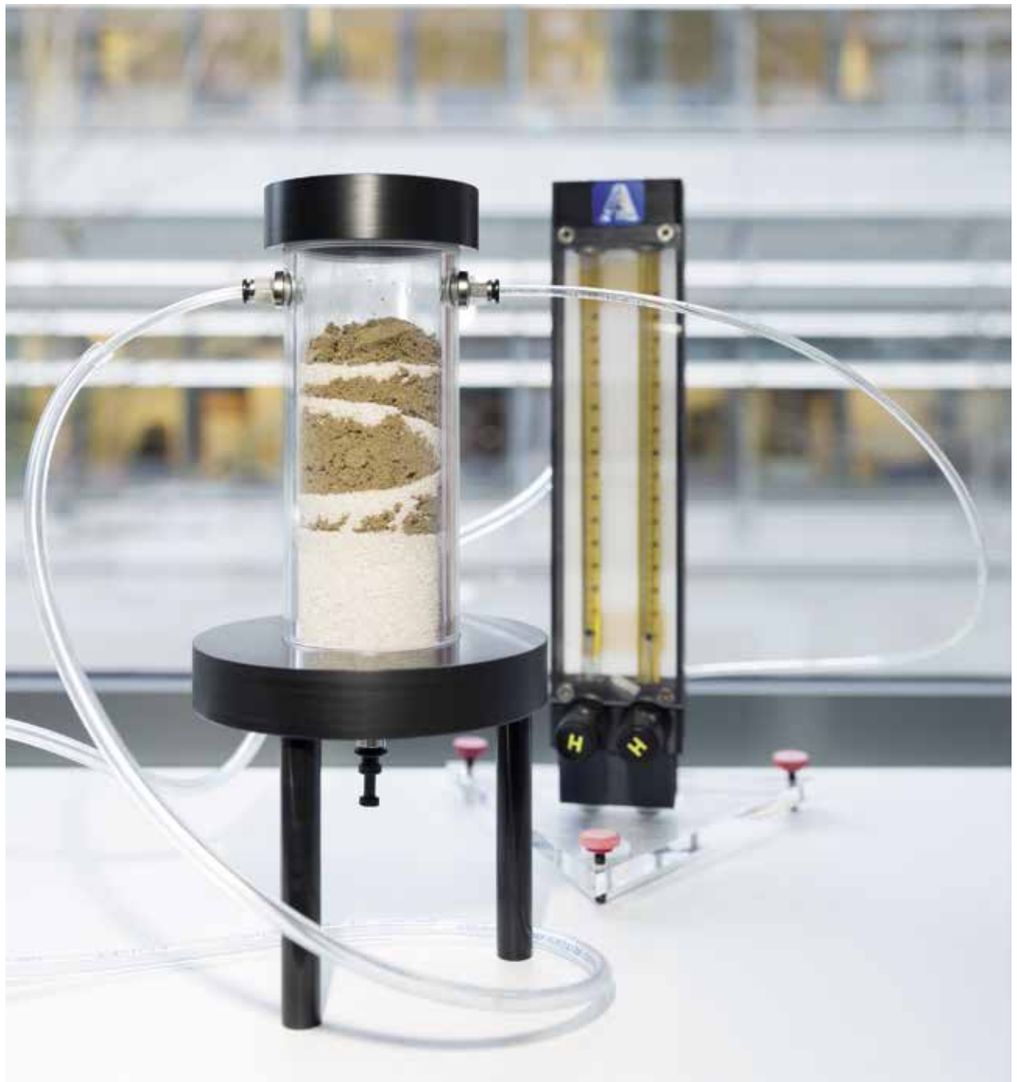
Sonderforschungsbereiche

Sonderforschungsbereiche (SFB) sind langfristig angelegte Forschungsvorhaben an Hochschulen, in denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fachübergreifend zusammen mit Forschenden außeruniversitärer Einrichtungen global bedeutende Themen beleuchten und erforschen. Sie werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) über eine Dauer von bis zu 12 Jahren gefördert. Das Leibniz-IPHT arbeitet gemeinsam mit renommierten Forschenden zum Beispiel in den **SFB PolyTarget**, **AquaDiva**, **NOA** und **CataLight** an den Herausforderungen der Zukunft.

Exzellenzcluster

Exzellenzcluster bündeln die Kräfte unterschiedlicher wissenschaftlicher Akteure in enger Kooperation mit der Industrie, um eine synergetische Forschungskultur zu schaffen, die neue wegweisende Ideen entstehen lässt. Exzellenzcluster werden im Rahmen der Exzellenzstrategie von Bund und Ländern gefördert. Das Leibniz-IPHT ist Teil des **Exzellenzclusters Balance of the Microverse**.

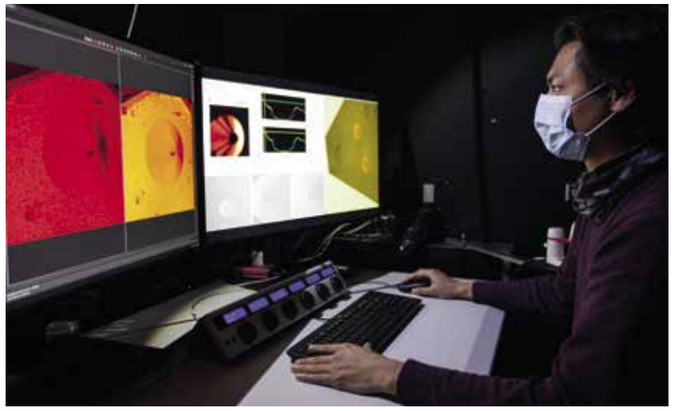
Entschlüsseln, was die Welt im Innersten zusammenhält



Die Arbeitsgruppe Faserspektroskopische Sensorik in der Abteilung Spektroskopie / Bildgebung am Leibniz-IPHT forscht daran, mit neuen Technologien dazu beizutragen, Gase unter der Erde zu analysieren © Sven Döring

Unsere Natur und Umwelt mit ihrer unvergleichlichen biologischen Vielfalt zu schützen und für nachfolgende Generationen in einem gesunden Gleichgewicht zu erhalten, ist von äußerster Wichtigkeit. Doch die Biodiversität umfasst nicht nur oberirdische Lebensräume, sondern auch verborgene Ökosysteme unter der Erdoberfläche. Die Wechselwirkung dieser beiden Lebensräume zu enträtseln und zu erforschen, wie diese die Biodiversität prägen, ist Ziel des **SFB AquaDiva**. Die Forschenden sind bestrebt, ein tieferes Verständnis unter anderem zu Auswirkungen intensiver Landwirtschaft, dem Einsatz von Pestiziden oder Wetterextremen auf unterirdische Lebensräume und den hier vorkommenden Grundwasserreservoirs zu erlangen. Das Leibniz-IPHT erforscht optische Gassensoren, welche helfen, die Stoffwechselvorgänge und Austauschprozesse unter der Erde zu entschlüsseln. Aus den im SFB AquaDiva gewonnenen Erkenntnissen sollen perspektivisch Empfehlungen für den Schutz dieser Lebensräume abgeleitet werden.

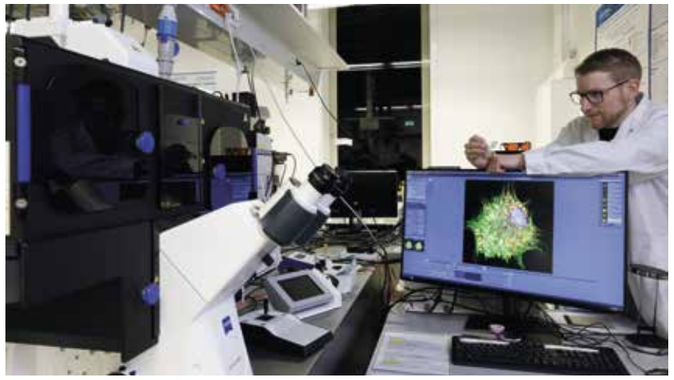
Die Geheimnisse nichtlinearer Optik ans Licht bringen



Parijat Barman, Doktorand in der Abteilung Spektroskopie / Bildgebung am Leibniz-IPHT, forscht an der Optimierung der Raman-Spektroskopie © Daniel Siegesmund

Die Besonderheit nichtlinearer Optik besteht darin, dass die durch sie hervorgerufenen Licht-Materie-Wechselwirkungs-Effekte keine lineare, sondern eine nichtlineare Abhängigkeit von der Intensität des einfallenden Lichts zeigen und daher vollkommen neuartige Licht-Materie-Phänomene erzeugen können. Forschende im **SFB NOA** (Nichtlineare Optik auf Atomaren Skalen) untersuchen nichtlineare Licht-Materie-Phänomene in Nanostrukturen und wie sich diese Phänomene zur Manipulation von Licht nutzen lassen, zum Beispiel zur Erzeugung hoher Harmonischer. Ein besseres Verständnis dieser Prozesse soll dazu beitragen, mittels Nanostrukturierung neuartige Materialien (wie zum Beispiel Metamaterialien) zu entwickeln, die sich durch spezifische nichtlineare Effekte auszeichnen. Damit wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter anderem einen Beitrag leisten, um hochsensible Sensoren zu entwickeln oder hocheffiziente, kompakte Röntgenquellen für zukünftige Anwendungen zu generieren. Das Leibniz-IPHT forscht im Rahmen des SFB NOA unter anderem daran, die oberflächenverstärkte Raman-Spektroskopie besser zu verstehen und zu nutzen, um zum Beispiel chemische Reaktionen von Einzelmolekülen und ihre Interaktionen mit bisher unerreichter Präzision untersuchen zu können.

Dem „Flüstern“ der Mikroorganismen lauschen



Wissenschaftler Dr. Patrick Then aus der Abteilung Biophysikalische Bildgebung am Leibniz-IPHT und am Microverse Imaging Center trägt mit der Erforschung mikroskopischer Methoden dazu bei, die Kommunikation von Mikroorganismen zu verstehen © Sven Döring

Mikroorganismen, wie Bakterien oder Pilze, sind auf unserem Planeten in allen Lebensbereichen zu finden – vom Boden über das Wasser bis hin zur Luft. Sie leben und arbeiten oft in enger mikrobieller Gemeinschaft zusammen. So erfüllen sie wichtige Aufgaben in der Umwelt und als Mikrobiom in größeren Organismen, wie dem Menschen. Gerät dieses mikrobielle Universum aus dem Gleichgewicht, kann dies für Flora und Fauna fatale Konsequenzen haben – aus der Balance geratene Gewässer oder Krankheiten sind die Folgen. Das **Exzellenzcluster Balance of the Microverse** untersucht, wie diese mikrobiellen Gemeinschaften untereinander und mit ihrer Umgebung kommunizieren und interagieren. Die im Exzellenzcluster gewonnenen Erkenntnisse sollen einen Beitrag leisten, um mikrobielle Gemeinschaften langfristig zu erhalten oder wieder zu stabilisieren. Das Leibniz-IPHT trägt gemeinsam mit seinen Partnern mit der Erforschung modernster Bildgebungsmethoden zu diesem Ziel bei. Das Promotionsprogramm „Jena School for Microbial Communication“ (JSMC), welches Forscherinnen und Forscher unterschiedlichster Fachrichtungen vereint und der Nachwuchsförderung dient, ist seit 2019 Graduiertenschule des Exzellenzclusters.

Nachrichten

Jürgen Popp als Direktor des Leibniz-IPHT wiedergewählt

Der Chemiker Prof. Dr. Jürgen Popp wird in den kommenden fünf Jahren weiterhin das Leibniz-IPHT leiten. Das Kuratorium des Instituts bestellte ihn einstimmig erneut zum wissenschaftlichen Direktor mit Wirkung ab 1. Juni 2021. Jürgen Popp steht seit 15 Jahren an der Spitze des Leibniz-IPHT, das sich der Erforschung lichtbasierter Technologien für die medizinische Diagnostik und Therapie, für Gesundheit, Umwelt und Sicherheit widmet und in zahlreichen nationalen und internationalen Kooperationen die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Anwendung vorantreibt.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

2000 Meter unter der Erde: Jenaer Flugsonden liefern Signale aus der Tiefe

Im West-Harz testen Forschungspartner des Leibniz-IPHT neuartige Messverfahren für den weltweiten Einsatz. Sie liefern geologische Erkenntnisse aus bislang nicht erreichten Tiefen. Dazu setzen sie ein neuartiges Messinstrument ein, das Forschende des Leibniz-IPHT gemeinsam mit der Jenaer Supracon AG entwickelt haben. Die hochempfindlichen Sensoren nutzen elektromagnetische Signale und ermöglichen es erstmals, das Gelände in bis zu zwei Kilometer Tiefe flächendeckend zu erforschen. Bisher war dies nur stationär an einzelnen Stellen und bis etwa 300 Meter möglich.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

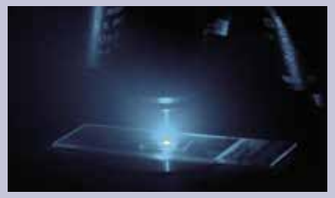
Deutsch-britisches Forschungsteam entwickelt quantenoptischen Lichtkäfig auf einem Chip

Der neuartige Hohlkern-Lichtkäfig für nichtlineare und Quantenanwendungen überwindet Nachteile bisheriger photonischer Strukturen und könnte künftig als Grundlage für Quantenspeicher dienen. Skalierbare integrierte Technologieplattformen zur gezielten Ansteuerung der kohärenten Wechselwirkung zwischen Licht und Atomen sind essentiell für die Erforschung neuer Anwendungen in den Quantentechnologien. Der Lichtkäfig auf dem Chip verhält sich auch in der Atmosphäre chemisch stark reaktiver Alkaliatome stabil und könnte künftig eine integrierfähige, kostengünstige und vielseitig einsetzbare Basis für das Verzögern von Einzelphotonenpulsen in atomaren Dämpfen darstellen. Ihre Ergebnisse veröffentlichen die Forschenden in der Fachzeitschrift Light: Science & Application.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

Leibniz-Gemeinschaft fördert Forschungsverbund Gesundheitstechnologien weiter



Der Forschungsverbund LGT erhält bis Ende 2024 eine Förderung von 1,2 Millionen Euro durch die Leibniz-Gemeinschaft. „Leibniz Gesundheitstechnologien" (LGT) startet damit in seine zweite Entwicklungsphase mit neuen Projekten, in denen sich Kompetenzen aus 14 Leibniz-Instituten zur Erforschung innovativer Gesundheitstechnologien ergänzen.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

Energiewende voranbringen

Gemeinsam an den Stellschrauben drehen, mit denen Thüringen den klimaschädlichen CO_2-Ausstoß reduzieren kann: So formuliert Jonathan Plentz das Ziel des Vereins SolarInput. Seit Dezember 2019 ist der Wissenschaftler vom Leibniz-IPHT im Vorstand des Vereins und Netzwerks, in dem sich mehr als 30 Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Universitäten, Hochschulen und Kommunen dafür einsetzen, die Solarbranche im Freistaat zu stärken und das Thema Nachhaltigkeit voranzubringen.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

Maria Wächtler ist neue yPC-Sprecherin: „Eine ideale Plattform, um Netzwerke zu knüpfen"

Zwei junge Forscherinnen stehen seit Mai an der Spitze der Nachwuchsorganisation der Bunsen-Gesellschaft: Maria Wächtler vom Leibniz-IPHT und Katharina Meyer von der Georg-August-Universität Göttingen. Eine ideale Plattform für Forschende am Anfang ihrer Karriere, die sich ein Netzwerk aufbauen wollen, seien die „young Physical Chemists" (yPC), findet deren neu gewählte Sprecherin Maria Wächtler – sowohl innerhalb der wissenschaftlichen Community wie in der Industrie.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

Fortschritt in der Phagen-Therapie: Forschende weisen breite Wirksamkeit gegen MRSA-Bakterien nach

Bakteriophagen sind spezielle Viren, die ausschließlich Bakterien angreifen und deshalb eine Alternative zu Antibiotika darstellen können. Forschende des Leibniz-IPHT konnten gemeinsam mit einem Team von österreichischen, deutschen und schweizerischen Forschenden erstmals zeigen, dass gezielt herangezüchtete Phagen deutlich besser gegen multiresistente Keime wirken als bekannte Wildtypen.

–

Hier geht's zum Online-Beitrag.

Ausgezeichnete Leistung

Erfolgreich ausgründen: EXIST-Forschungstransfer-Förderung

Haarfeine Endoskope aus dem Leibniz-IPHT sollen in Zukunft die Hirnforschung voranbringen. An diesem Ziel arbeiten Dr. Sergey Turtaev, Dr. Hana Čižmárová, Patrick Westermann und Dr. Jiri Hofbrucker aus der Abteilung Faserforschung und -technologie. Um dieses Ziel Wirklichkeit werden zu lassen, wurde das Team mit der finanziellen Förderung „EXIST-Forschungstransfer" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) bedacht. Mit Hilfe des Startkapitals soll bis 2023 ein Spin-Off-Unternehmen gegründet werden, um die am Institut unter der Leitung von Prof. Tomáš Čižmár entwickelte Endoskopie-Technologie zur Marktreife zu führen. Damit wollen sie einen Beitrag leisten, um Ursachen neurogenerativer Erkrankungen, wie Parkinson oder Alzheimer, noch besser erforschen zu können.

Exzellente Idee: Leibniz-Gründungspreis

Für ihre Idee, ein Mikroskop für alle zu entwickeln, erhielten Dr. Benedict Diederich, Renē Lachmann und Barbora Maršīková aus der Abteilung Mikroskopie am Leibniz-IPHT den Leibniz-Gründungspreis in Höhe von 25.000 Euro. Der Preis wird an smarte Gründungsvorhaben aus den Leibniz-Instituten vergeben, um ambitionierten und erfolgversprechenden Ideen zum Durchbruch zu verhelfen und die Unternehmensgründung zu unterstützen. Mit dem von ihnen entwickelten optischen Baukasten-System „UC2" (You. See. Too.) lassen sich mit Hilfe des 3D-Druckers maßgeschneidert und kostengünstig leistungsfähige Mikroskope herstellen, die hochauflösende Bilder für Forschung und Ausbildung ermöglichen.

Ausgezeichnetes Forschungsmarketing: DFG Community Prize

Für ihr Konzept, in einem Wissenschaftscomic zu erzählen, wie Forschende lichtbasierte Lösungen für die Erforschung des Weltalls erarbeiten, hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) das Leibniz-IPHT mit dem Community Prize ausgezeichnet. Das Preisgeld ermöglicht die Realisierung des Comics, in dem die Superheldin „Lasergirl" zum Mars reist, um dort mithilfe ihrer technologischen Ausrüstung extraterrestrisches Leben aufzuspüren. Damit erzählt das Leibniz-IPHT, wie seine Technologien zum Gelingen der wissenschaftlichen Ziele der Mars-Mission „ExoMars" beitragen: Denn unter Beteiligung der Jenaer Forschenden ist ein Raman-Laser-Spektrometer entstanden, welches die Mission bei der Suche nach Anzeichen von Leben durch molekulare Fingerabdrücke unterstützt.

Hochkarätige Ehrung: Changjiang Stipendienpreis

Prof. Dr. Volker Deckert, Leiter der Abteilung Nanoskopie am Leibniz-IPHT, erhielt mit dem renommierten chinesischen Changjiang Stipendienpreis die höchste akademische Auszeichnung, die das Bildungsministerium der Volksrepublik China an führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Hochschulbereich verleiht. Der als Pionier für spitzenverstärkte Raman-Spektroskopie geltende Wissenschaftler erhält für den Förderzeitraum von drei Jahren einen Yangtze-River-Gastlehrstuhl an der School of Physics and Information Technology an der Shaanxi Normal University in Xian, China, um dort im Bereich Nanooptik zu forschen und zu lehren. Das Stipendium ermöglicht darüber hinaus einen wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch und das Durchführen optischer Experimente.

Im Goldregen: iENA-Goldmedaille

Für ihre Erfindung „Augmented Reality (AR) im OP – Echtzeit-Bildgebung für markerfreie molekulare Tumordetektion" erhielten die Leibniz-IPHT-Forscher Prof. Dr. Iwan Schie, Dr. Wei Yang und Prof. Dr. Jürgen Popp die Goldmedaille der Fachmesse für Ideen, Erfindungen und Neuheiten, der iENA. Das prämierte Verfahren könnte in Zukunft bei Operationen zur Tumorresektion eingesetzt werden. Die Kombination aus Raman-Spektroskopie, faseroptischer Sonde, Echtzeit-Datenverarbeitung und Bildgebung erlaubt es, Tumorgrenzen zu bestimmen und dadurch den Tumor möglichst vollständig zu entfernen. Der Einsatz von AR dient dabei der nutzerfreundlichen Darstellung der Ergebnisse auf einem Monitor oder durch Projektion direkt auf dem Tumor.

Überzeugend präsentiert: Student Research Achievement Award

Die Biophysical Society zeichnete Anindita Dasgupta, Doktorandin in der Abteilung Biophysikalische Bildgebung am Leibniz-IPHT, mit dem Student Research Achievement Award (SRAA) für ihre hervorragenden Forschungsleistungen aus. Die Promotionsstudentin forscht im Bereich der 3D-Superauflösungsmikroskopie, um zelluläre Strukturen nanometergenau sichtbar zu machen und selbst kleinste Details präzise untersuchen zu können. Den begehrten Preis erhielt die Wissenschaftlerin für ihre herausragende Präsentation ihrer Forschungsergebnisse im Rahmen des Posterwettbewerbs der Biophysical Society. Die Gewinnerinnen und Gewinner des Posterwettbewerbs werden jährlich von einer Jury aus hunderten Einreichungen prämiert.

Publikationshighlights

Multimodal Nonlinear Endomicroscopic Imaging Probe Using a Double-core Double-clad Fiber and Focus-combining Micro-optical Concept

–

Light: Science & Applications, 2021, 10:207 Official journal of the CIOMP 2047-7538, https://doi.org/10.1038/s41377-021-00648-w

–

Pshenay-Severin et al.

Spatially Resolving the Enhancement Effect in Surface-Enhanced Coherent Anti-Stokes Raman Scattering by Plasmonic Doppler Gratings

–

Spatially Resolving the Enhancement Effect in Surface-Enhanced Coherent Anti-Stokes Raman Scattering by Plasmonic Doppler Gratings, ACS Nano, 15, 809-818, 2021, https://doi.org/acsnano.0c07198

–

Ouyang et al.

Direct Supercritical Angle Localization Microscopy for Nanometer 3D Superresolution

–

Nature Communications, 2021, 12:1180, https://doi.org/10.1038/s41467-021-021333-x

–

J. Ries et al.

Memory Effect Assisted Imaging Throughmultimode Optical Fibres

–

Nature Communications, Volume 12, 2021, Article number: 3751 (2021), https://doi.org/10.1038/s41467-021-23729-1

–

S. Li et al.

Characterizing Photocatalysts for Water Splitting: from Atoms to Bulk and from Slow to Ultrafast Processes

–

Chem. Soc. Rev., 2021, 50, 1407-1437, https://doi.org/10.1039/D0CS00526F

–

C. Kranz et al.

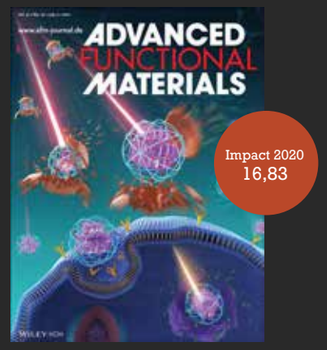
Time-of-flight 3D Imaging Through Multimode Optical Fibers

–

Science, 9 Dec 2021, Vol 374, Issue 6573, pp. 1395-1399, https://doi.org/10.1126/science.abl3771

–

D. Stellinga et al.



1D p–n Junction Electronic and Optoelectronic Devices from Transition Metal Dichalcogenide Lateral Heterostructures Grown by One-Pot Chemical Vapor Deposition Synthesis

–

Advanced Functional Materials, Volume 31, Issue27, July 2, 2021, 2101086, https://doi.org/10.1002/adfm.202101086

–

E. Najafidehaghani et al.

Ultrahigh Numerical Aperture Meta-fibre for Flexible Optical Trapping

–

Light: Sci. & Appl. 10, 57, 2021, https://doi.org/10.1038/s41377-021-00491-z

–

M. Plidschun et al.

Silicon Sub-oxides as Driving Force for Efficient Light-enhanced Hydrogen Generation on Silicon Nanowires

–

Silicon suboxides as driving force for efficient light enhanced hydrogen generation on silicon nanowires, Small February 24, 2021, 2007650, https://doi.org/10.1002/smll.202007650

–

T. Ming et al.

Chemometric Analysis in Raman Spectroscopy from Experimental Design to Machine Learning-based Modeling

–

Nature Protocols, 2021, 05.11., https://doi.org/10.1038/s41596-021-00620-3

–

S. Guo et al.

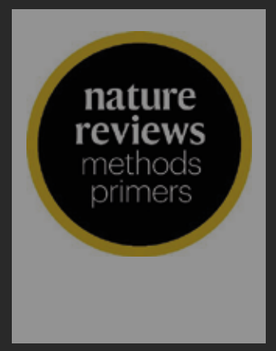
Coherent Interaction of Atoms with a Beam of Light Confined

–

Light: Science & Applications, Volume 10, Article number: 114, 2021, https://doi.org/10.1038/s41377-021-00556-z

–

F. Davidson-Marquis et al.



Raman Microspectroscopy for Microbiology

–

Nature Reviews Methods Primers, Volume 1, Article number: 80, 2021, https://doi.org/10.1038/s43586-021-00075-6

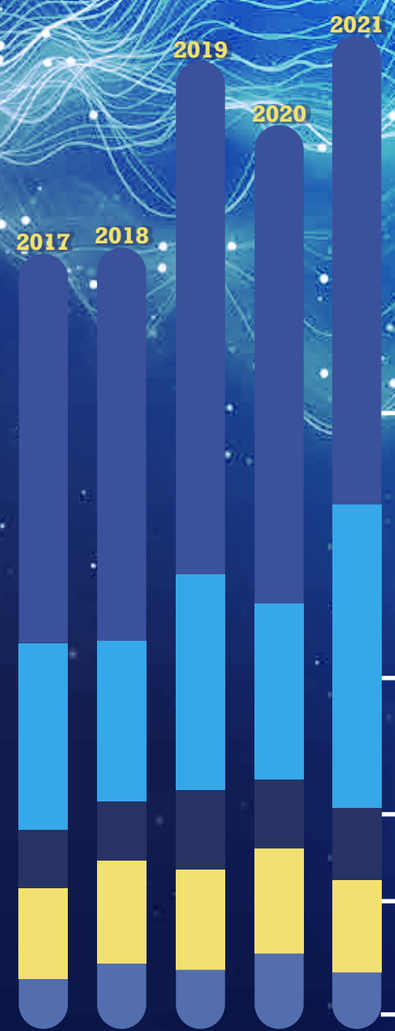
–

K. S. Lee et al.

Zahlen und Fakten 2021

15 Patent-anmeldungen
9 davon prioritätsbegründend

37 Patent-erteilungen
4 davon prioritätsbegründend



15.110.599 €
Grundfinanzierung

9.809.588 €
Nationale Projekte, **3.690.501 €** davon für Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektions-forschung (LPI)

2.275.454 €
DFG-Mittel

3.045.554 €
Industrieprojekte

1.789.627 €
EU-Drittmittel, **255.914 €** davon ERA-Net / ERA-NetPlus, JPI etc.

32.030.821 €
Gesamtbudget
= 52,82 % Drittmittelquote

413 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus **35** Ländern

44 % Anteil internationaler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Doktorandinnen und Doktoranden

25 EU-finanzierte Projekte
5 davon durch Leibniz-IPHT koordiniert

3 EU-kofinanzierte Projekte (ERA-Net, Eurostars, etc.)

7 Markenanmeldungen
3 davon national

10 Markeneintragungen
10 davon IR- / Gemeinschaftsmarken

30 Vorträge | Poster
8 davon Invited Talks
1 davon Keynotes
2 davon Plenary Talks
19 davon Contributed Talks

15 Promotionen
6 davon von Frauen

247 Publikationen in referierten Journalen

© www.freepik.com

Vereinsmitglieder 2021

Institutionelle Mitglieder

4H Jena Engineering GmbH, Jena // vertreten durch Michael Boer

CiS Institut für Mikrosensorik e. V., Erfurt // vertreten durch Prof. Dr. Thomas Ortlepp

Ernst-Abbe-Hochschule, Jena // vertreten durch den Rektor Prof. Dr. Steffen Teichert

Friedrich-Schiller-Universität Jena // vertreten durch Dr. Jörg Neumann

j-fiber GmbH, Jena // vertreten durch Dr. Ulrich Lossen

Leibniz-Institut für Festkörper-und Werkstoffforschung e. V., Dresden // vertreten durch Prof. Dr. Oliver G. Schmidt

Robert Bosch GmbH, Stuttgart // vertreten durch Hartmut Spennemann

Sparkasse Jena // vertreten durch Michael Rabich

Stadt Jena // vertreten durch den Oberbürgermeister Dr. Thomas Nitzsche

Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft, Erfurt // vertreten durch Jana Podßuweit

Persönliche Mitglieder

Prof. Dr. Hartmut Bartelt // Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V., Jena

Dr. Klaus Fischer // Jena

Elke Harjes-Ecker // Thüringer Staatskanzlei, Erfurt

Prof. Dr. Hans Eckhardt Hoenig // Erlangen

Bernd Krekel // Commerzbank AG, Gera

Prof. Dr. Jürgen Popp // Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V., Jena

Frank Sondermann // Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V., Jena

Prof. Dr. Herbert Stafast // Wiesbaden

Wissenschaftlicher Beirat

Sprecher

Prof. Dr. Werner Mäntele // Universität Frankfurt / DiaMonTech GmbH (ab 01.07.2021)

Mitglieder

Prof. Dr. Jörg Bewersdorf // Yale University, USA

Prof. Dr. Cornelia Denz // Westfälische Wilhelms-Universität Münster (ab 01.07.2021)

Prof. Dr. Heike Ebendorff-Heidepriem // University of Adelaide, Australien (ab 01.07.2021)

Eugen Ermantraut (bis 30.06.2021) // BLINK AG, Jena

Prof. Dr. Heinz-Wilhelm Hübers // Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin

Prof. Dr. Werner Mäntele // Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt

Prof. Dr. Monika Ritsch-Marte // Medizinische Universität Innsbruck (ab 01.07.2021)

Prof. Dr. Katja Schenke-Layland // Eberhard Karls Universität Tübingen

Prof. Dr. Christian Spielmann (bis 30.06.2021) // Friedrich-Schiller-Universität Jena

Prof. Dr. Frank W. Weichold // Food and Drug Administration, Silver Spring, USA

Kuratorium

Vorsitzender

Dr. Bernd Ebersold // Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft, Erfurt

Mitglieder

Klaus Berka // Jena

Dr. Ludwin Monz // Carl Zeiss Meditec AG, Jena

Prof. Dr. Georg Pohnert // Friedrich-Schiller-Universität Jena

Dr. Petra Wolff // Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Organigramm

Mitgliederversammlung

Vorstand
Prof. Dr. Jürgen Popp // Vorsitzender & Wiss. Direktor /// **Frank Sondermann** // Administrativer Direktor

Vorstandsreferentinnen
Susanne Hellwage // Persönliche Referentin des Wissenschaftlichen Direktors /// **Dr. Karina Weber** // Vorstandsreferentin

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. Werner Mäntele // Sprecher

Verwaltung, Betriebstechnik
Frank Sondermann // Leiter

Stabsstellen
Dr. Ivonne Bieber // Wissenschaftliche Koordination /// **Gabriele Hamm** // Internationalisierung /// **Daniel Siegesmund** // Öffentlichkeitsarbeit und Forschungsmarketing

Kuratorium
Dr. Bernd Ebersold // Vorsitzender

Stellv. Direktor*innen
Prof. Dr. Ute Neugebauer // Stellv. Wissenschaftliche Direktorin /// **Prof. Dr. Benjamin Dietzek-Ivanšić** // Stellv. Wissenschaftlicher Direktor

Personalvertretung
Claudia Aichele // Vorsitzende des Betriebsrates /// **Sarah Meinhardt** // Gleichstellungsbeauftragte /// **Amir Nakar** // Promovierendenvertreter

Forschungseinheiten

Biophysikalische Bildgebung
Prof. Dr. Christian Eggeling

Faserforschung & -technologie
Prof. Dr. Tomáš Čižmár

Faserphotonik
Prof. Dr. Markus Schmidt

Funktionale Grenzflächen
Prof. Dr. Benjamin Dietzek-Ivanšić

Klinisch-Spektroskopische Diagnostik
Prof. Dr. Ute Neugebauer

Mikroskopie
Prof. Dr. Rainer Heintzmann

Nanobiophotonik
apl. Prof. Dr. Wolfgang Fritzsche

Nanooptik
PD Dr. Jer-Shing Huang

Nanoskopie
Prof. Dr. Volker Deckert

Optisch-Molekulare Diagnostik und Systemtechnologie
Prof. Dr. Ralf Ehricht

Photonic Data Science
PD Dr. Thomas Bocklitz

Quantendetektion
Prof. Dr. Heidemarie Schmidt

Quantensysteme
Dr. Ronny Stolz

Spektroskopie / Bildgebung
Prof. Dr. Jürgen Popp

Technologiegruppen

Kompetenzzentrum für Mikro- & Nanotechnologien
Dr. Uwe Hübner

Kompetenzzentrum für optische Spezialfasern
Dr. Tobias Habisreuther

Sensorforschung und Systemintegration
Dr. Walter Hauswald

Nachwuchsgruppe

Ultrakurzpuls-Faserlaser
Dr. Maria Chernysheva

Personal des Instituts 2021

	Nach Vollbeschäftigungseinheit				
	Institutionelle Förderung	Drittmittel-förderung	Professorinnen Professoren	Summe	Personen
Wissenschaftler*innen	39,57	68,82	8,00	116,39	130
Gastwissenschaftler*innen[2]	–	–	–	–	27
Extern finanzierte Wissenschaftler*innen[1]	–	–	–	–	13
Extern finanzierte Mitarbeiter*innen[1]	–	–	–	–	1
Extern finanzierte Doktorand*innen[1]	–	–	–	–	48
Doktorand*innen	7,24	34,85	–	42,09	66
Technisches Personal	39,24	37,95	–	77,19	83
Kaufmännisches Personal	13,07	10,43	–	23,50	25
Wissenschaftliche Koordination	3,25	5,88	–	9,13	10
ÖA und Forschungsmarketing	3,38	1,75	–	5,13	6
Vorstand	1,00	–	0,50	1,50	2
Auszubildende	2,00	–	–	2,00	2
Gesamtpersonal	**108,75**	**159,68**	**8,50**	**276,93**	**413**

[1] Mitarbeiter*innen, die nicht über die Entgeltabrechnung des Leibniz-IPHT vergütet werden bzw. von einer anderen Institution (z. B. FSU) finanziert werden, aber ihren Arbeitsschwerpunkt am Leibniz-IPHT haben

[2] Wissenschaftler*innen, die im Kalenderjahr 2021 länger als eine Woche am Leibniz-IPHT tätig waren und von einer anderen Institution finanziert wurden. Keine Anwendung der Stichtagsregelung 31.12.2021

Finanzen des Instituts 2021

	Ausgaben in T Euro
Institutionelle Förderung: Verwendung	
Freistaat Thüringen, Bund	15.110,6
Drittmittel	16.920,2
gesamt	**32.030,8**

Institutionelle Förderung: Verwendung

Personalmittel	9.729,5
Sachmittel	4.250,2
Investitionsmittel	1.130,9
gesamt	**15.110,6**

Drittmittel

Bund davon 348,9 T€ für Projekte, finanziert von der Leibniz-Gemeinschaft davon 3.690,5 T€ für Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (LPI)	7.442,0
DFG Zusätzlich haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IPHT an der Friedrich-Schiller-Universität Jena DFG-Mittel in Höhe von 1.725,0 T€ verausgabt	2275,4
Freistaat Thüringen davon für Umstrukturierung im Rahmen EFRE 696,9 T€	2.268,0
EU davon für EU-Maßnahmen wie ERA-Net / ERA-NetPlus, Joint Programming Initiativen u. a. 255,9 T€	1.789,6
Aufträge öffentlicher Einrichtungen	173,7
Sonstige Zuwendungsgeber	99,6
Unteraufträge in Verbundprojekten	137,3
F & E Aufträge inkl. wissenschaftlich-technischer Leistungen	2.734,6
gesamt	**16.920,2**

Wir danken unseren Förderern

Freistaat Thüringen – Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft
Freistaat Thüringen – Staatskanzlei
Leibniz Gemeinschaft
Thüringer Aufbaubank – Die Förderbank.
Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
ESF Europa für Thüringen – Europäischer Sozialfonds
Europäische Union – Europäischer Sozialfonds
EFRE Europa für Thüringen – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung
STIFT – Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen
KIT – Karlsruher Institut für Technologie
AIT
OPTICA
Ernst-Abbe-Stiftung
Carl Zeiss Förderfonds
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
Alexander von Humboldt Stiftung / Foundation
Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG
FCI Fonds der Chemischen Industrie
Carl Zeiss Stiftung
DAAD – Deutscher Akademischer Austausch Dienst, German Academic Exchange Service
Internationales Büro des BMBF
VolkswagenStiftung
HORIZON 2020

Impressum

Herausgeber: Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V.

Standort: Albert-Einstein-Straße 9 | 07745 Jena

Postanschrift: PF 100 239 | 07702 Jena

Telefon | Telefax: 00 49 3641 206 00 | 0049 3641 206 399

Texte und Redaktion: Stefanie Miethbauer | Daniel Siegesmund | Andrea Borowsky | Friederike Komusiewicz

Vertretungsberechtigte: Prof. Dr. Jürgen Popp – Wissenschaftlicher Vorstand (Vorsitzender) | Frank Sondermann – Kaufmännischer Vorstand

Layout: Katrin Uhlig

Titelmotiv: Charlotte Siegesmund

© Leibniz-IPHT Jena _03.2022 | **www.leibniz-ipht.de**

PHOTONICS FOR LIFE
from Ideas to Instruments

Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V.

Standort:
Albert-Einstein-Straße 9
07745 Jena

Postanschrift:
PF 100 239
07702 Jena

www.leibniz-ipht.de

@Leibniz_IPHT @LeibnizIPHT leibniz_ipht leibniz-ipht IPHTJena

Leibniz
Gemeinschaft