Leibniz ipht
LEIBNIZ-INSTITUT für PHOTONISCHE TECHNOLOGIEN

reflexion

Jahresbericht 2020

Lösungen mit Licht

—

Forschen im Krisenmodus

Leibniz Gemeinschaft

jenaphotonics®

PHOTONICS FOR LIFE
from Ideas to Instruments

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Prof. Dr. Jürgen Popp © Sven Döring

Frank Sondermann © Sven Döring

Jahresberichte sind Zeitzeugendokumente: sie erzählen – im Falle des Leibniz-Instituts für Photonische Technologien bereits zum 29. Mal – von Erfolgen ebenso wie von den jeweiligen Rahmenbedingungen, unter denen diese erreicht werden konnten. Der vorliegende Bericht bildet in dieser Hinsicht keine Ausnahme. Neu ist, dass einer der zentralen Umstände, der das Arbeiten am Institut im vergangenen Jahr maßgeblich geprägt hat, nicht spezifisch alleine das Leibniz-IPHT, oder allgemein die Wissenschaft betrifft. Vielmehr sehen wir uns mit globalen Herausforderungen konfrontiert, welche gleichermaßen alle Teile der Gesellschaft, der Wirtschaft und der Wissenschaft betreffen: die Rede ist von der Corona-Pandemie.

Angesichts der Krise sieht sich die Gesellschaft mit offenen Fragen und unbekannten Risiken konfrontiert. Die Wissenschaft ist gefordert, den Ängsten zu begegnen und Antworten zu liefern. In Zeiten von Lockdown und Homeoffice muss an konkreten Lösungen geforscht werden, um die Pandemie in den Griff zu bekommen. Diese Erwartungshaltung hat dazu beigetragen, dass der Stellenwert von Wissenschaft in der Öffentlichkeit gewachsen ist.

Das Leibniz-IPHT ist eine der international führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der optischen Gesundheitstechnologien. Wir möchten mit lichtbasierten Lösungen einen Beitrag leisten, um das Leben sicherer und gesünder zu machen. Seit mehreren Jahren arbeiten wir an innovativen Methoden und Verfahren für die Infektionsdiagnostik. Im vergangenen Jahr ist der Nachweis von Corona-Viren in den Fokus gerückt. Wir verfolgen dabei unterschiedliche Ansätze, die wir Ihnen in der aktuellen Ausgabe der „reflexion“ mit dem Schwerpunktthema „Forschen im Krisenmodus“ vorstellen möchten.

Nicht nur in der Diagnostik können photonische Technologien einen wichtigen Beitrag im Kampf gegen die Pandemie leisten. Infrarotsensoren, hergestellt im Reinraum des Leibniz-IPHT, werden in Beatmungsgeräten eingesetzt, um den Sauerstoffgehalt in der Atemluft von Patient*innen auf Intensivstationen zu überwachen.

Wir sind stolz auf unsere Kolleginnen und Kollegen, darauf, dass sie angespornt durch die aktuellen Umstände mit unverminderter Leidenschaft und enormer Leistungsbereitschaft an der Erfüllung unserer Mission und Vision arbeiten. Davon zeugen nicht zuletzt die Kennzahlen des vergangenen Jahres, allen voran die zahlreichen Publikationen in hochkarätigen Journalen. Von der Krise haben sich unsere Wissenschaftler*innen ganz offensichtlich nicht entmutigen lassen. Wir hoffen, Ihnen geht es ebenso – bleiben Sie gesund und zuversichtlich.

Viel Freude beim Lesen wünschen

Jürgen Popp
Wissenschaftlicher Direktor

Frank Sondermann
Kaufmännischer Direktor

Inhalt

6

Bestnoten von der Leibniz-Gemeinschaft
Das Institut überzeugt bei der Evaluierung 2020

–

10

Im Fokus: Forschen im Krisenmodus
Wie Forschende an Lösungen zur Bewältigung der Corona-Pandemie arbeiten

–

12

Krisenhelfer
Lebensrettende Technologie in Beatmungsgeräten

–

14

Forschungsteam entwickelt Antikörpertest auf Coronavirus mit

–

15

Kreativ gegen das Virus

–

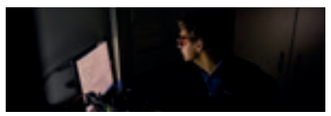
16

Dem Virus auf der Spur
Corona oder Grippe? Forschende wollen Viren optisch identifizieren

–

18

Schwere Verläufe früh erkennen



Im Visier: die Immunabwehr bei Covid-19

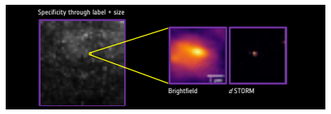
–

20

Erhellen, wie das Virus sich vermehrt
Forschende suchen nach Angriffspunkten des Erregers

–

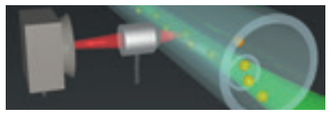
22



Coronaviren sichtbar machen mit dem Smartphone

–

23



Eingeschlossen: Das Virus in der Faser

–

24

Wissenschaftlicher Austausch in 3D
Das Institut im virtuellen Raum

–

25

Unterstützung für Eltern im Ausnahmezustand

–

26

Wir-Gefühl mit Abstand
Neue Formate für Homeoffice-Zeiten

–

28

Ein Mikroskop für alle
Nachwuchsforschende entwickeln Optik-Baukasten

–

30

Spuren auf der Netzhaut
Forschende erkennen Anzeichen von Alzheimer an Mausmodellen

–

32

Sonnenenergie nutzen in der Nacht
Chemisches System speichert Lichtenergie auf einem Molekül

–

34

Licht statt Nadel und Faden
Ultrakurze Laserpulse fügen Gewebe zusammen

–

35

Expedition ins Weltall
Jenaer Sensoren im Doppeleinsatz

–

36

Chemische Reaktionen in Großaufnahme
Stärkere Signale für die Analyse mit Licht

–

38

Schritt in Richtung Klinik
Forschende wollen Standards für Raman-Spektroskopie

–

40

Schnelltest auf gefährliche Tropenkrankheit

–

41

Vergiftete Zellen erkennen

–

Tests scheitern an neuen multiresistenten Keimen

–

42

Internationale Ausbildung im Kampf gegen Infektionskrankheiten

–

43

Den zellulären Ursprüngen von Krebs auf der Spur

–

Laserlicht spürt Tumore auf

–

44

Intelligente Nanomaterialien für die Photonik

–

45

Know-how für die Krebsforschung der Zukunft

–

46

Wegbereiter für Photonik-Innovationen in Europa

–

47

Neues Kompetenzzentrum für Spezialfaseroptik

–

48

Gemeinsam schneller

–

Neue Projekte am InfectoGnostics Forschungscampus

–

50

Innovationen beschleunigen
Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung baut Technologien auf

–

52

Infektionsdiagnostik als Superheldinnen-Abenteuer
Das Leibniz-IPHT hat einen Comic herausgebracht

–

54

Nachrichten

–

56

Ausgezeichnete Forschung

–

58

Publikationshighlights

–

60

Zahlen und Fakten 2020

–

62

Organigramm

–

Wissenschaftlicher Beirat

–

63

Forschungseinheiten

–

Kuratorium

–

64

Vereinsmitglieder 2020

–

65

Finanzen des Instituts 2020

–

66

Personal des Instituts 2020

–

67

Wir danken unseren Förderern

–

Impressum

–

Bestnoten von der Leibniz-Gemeinschaft

—

Zukunftsweisende Forschung: Bei seiner Evaluierung 2019 konnte das Leibniz-IPHT erneut überzeugen

© Daniel Siegesmund

Im Sommer kam die erfreuliche Nachricht aus Berlin: Evaluierung erfolgreich gemeistert. Ein Gremium hochrangiger internationaler Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Politik hatte sich im Dezember 2019 ein Bild des Instituts gemacht – von Wissenschaft und Forschung, Dienstleistungen und weiteren Aufgabenfeldern, von Gleichstellung und Internationalisierung über Netzwerk und Transfer bis hin zur Zukunftsplanung. Alle sieben Jahre nimmt die Leibniz-Gemeinschaft ihre Institute unter die Lupe, um zu überprüfen, wie sie sich inhaltlich und strukturell entwickelt haben und in welche Richtung künftige Planungen zielen.

Das Leibniz-IPHT hat überzeugt. Mit seinen exzellenten Leistungen in der Erforschung lichtbasierter Verfahren für Medizin, Umwelt und Sicherheit und seiner starken regionalen wie internationalen Vernetzung sei das Institut von hoher Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Jena, urteilte die Leibniz-Gemeinschaft. Damit wird das Leibniz-IPHT aufgrund seiner überregionalen Relevanz und eines gesamtstaatlichen wissenschaftspolitischen Interesses in den kommenden sieben Jahren weiterhin vom Bund und dem Freistaat Thüringen gefördert.

> Wir freuen uns sehr über die positive Bewertung, die uns motiviert, unsere Technologien für eine bessere Diagnostik und Therapie weiterzuentwickeln. Wir danken allen Mitgliedern der Bewertungsgruppe herzlich für das faire Verfahren und die konstruktive Einschätzung unserer Arbeit. Ihre Empfehlungen empfinden wir als äußerst hilfreich für unsere Zukunftspläne.
>
> Jürgen Popp, Wissenschaftlicher Direktor Leibniz-IPHT

Jena als Biophotonik-Standort international sichtbar gemacht

Dass sich Jena auf dem zukunftsweisenden Gebiet der Biophotonik und der Erforschung optischer Gesundheitstechnologien zu einem Standort von internationaler Sichtbarkeit entwickelt hat, daran hat das Leibniz-IPHT nach Einschätzung des Bewertungsgremiums maßgeblichen Anteil. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erzielten sehr gute bis hervorragende Forschungsergebnisse. In einer exzellenten Infrastruktur: Mit der hochmodernen Faserziehanlage, einem Reinraum und optischen Laboren sei diese deutschlandweit einmalig. Darüber hinaus arbeite das Institut erfolgreich daran, Forschungsergebnisse in die Anwendung zu überführen – insbesondere in die Klinik.

Das Leibniz-IPHT ist regional und international bestens vernetzt. So sei es zum einen gelungen, international ausgewiesene Forschende ans Institut zu holen und zum anderen, die fruchtbaren Kooperationen am Standort Jena weiterzuentwickeln. Neben der Beteiligung an mehreren von der DFG geförderten Sonderforschungsbereichen an der Universität Jena sowie dem einzigen Exzellenzcluster in Thüringen zeigen sich diese vor allem im geplanten Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (S. 50).

Um die Erforschung optischer Gesundheitstechnologien weiter voranzutreiben und neue Krankheitsbilder zu erschließen, will sich das Leibniz-IPHT künftig auf dem Gebiet der Infrarot-Biospektroskopie verstärken. Das Institut verfolgt zudem Pläne für einen Erweiterungsbau auf dem Beutenberg-Campus.

> In den letzten Jahren hat das Leibniz-IPHT seine regionale Vernetzung hervorragend weiterentwickelt. Hervorzuheben ist insbesondere die Zusammenarbeit mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena und dem Universitätsklinikum Jena. (…) Auch seine internationale Vernetzung hat das IPHT seit der letzten Evaluierung strategisch sinnvoll ausgebaut.
>
> Das maßgeblich vom Leibniz-IPHT mit vorangetriebene Forschungsfeld der Biophotonik besitzt ein großes Entwicklungspotential. Die Arbeiten des Institutes sind nicht nur wissenschaftlich, sondern auch gesellschaftlich hoch relevant, wie sich aktuell auch an seiner Beteiligung an der Entwicklung eines Antikörpernachweises für Sars-CoV-2 zeigt. Das Leibniz-IPHT erfüllt die Anforderungen, die an eine Einrichtung von überregionaler Bedeutung und gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischem Interesse zu stellen sind.
>
> In Bezug auf den Transfer von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in die Praxis verfolgt das Leibniz-IPHT eine schlüssige und sehr erfolgreiche Strategie. (…) Es wird begrüßt, dass das Institut besonderen Wert auf die Translation in die klinische Praxis legt, die häufig in der Zusammenarbeit mit Partnerinstitutionen erfolgt, insbesondere dem Universitätsklinikum Jena.

Aus der Stellungnahme des Senats der Leibniz-Gemeinschaft. Die vollständige Stellungnahme vom 15. Juli 2020 ist nachzulesen auf der Website der Leibniz-Gemeinschaft. **www.leibniz-gemeinschaft.de**

Walter Hauswald leitet die Technologiegruppe „Sensorsysteme und Systemtechnologie“. Bei der Evaluierung im Dezember 2019 präsentierte er das am Institut entwickelte kompakte Spektrometer Raman2Go. © Leibniz-IPHT

Im Fokus: Forschen im Krisenmodus

Auf der ganzen Welt arbeiten Forscherinnen und Forscher unter Hochdruck an Lösungen zur Bewältigung der Corona-Pandemie – auch am Leibniz-IPHT in Jena

© Sven Döring

Forscherinnen und Forscher des Instituts entwickeln Technologien, um dem Virus auf den Grund zu gehen. Sie arbeiten an diagnostischen Testverfahren auf SARS-CoV-2, untersuchen menschliche Immunreaktionen und helfen mit, Prognosen zu erstellen, wie sich die Pandemie im Land entwickeln wird. Die Technologie-Expert*innen fertigen Sensoren für Beatmungsgeräte, sie entwickeln spezielle Chips, um SARS-CoV-2 optisch zu charakterisieren und maßgeschneiderte Glasfasern, in denen sich das Virus einsperren und vermessen lässt.

Dabei bauen sie auf einem Fundament an Wissen, Technologien und starken Verbünden auf, das sich das Leibniz-IPHT über Jahrzehnte erarbeitet hat. Neben der technologischen Infrastruktur mit Reinraum und Faserzentrum, sind es vor allem die Netzwerke in Forschung, Industrie und Anwendung, die in den gemeinsamen Anstrengungen gegen die Pandemie ihre Kraft entfalten.

Dieser Themen-Schwerpunkt wirft ein Schlaglicht darauf, wie Forschende am Leibniz-IPHT nach Lösungen suchen, um das Corona-Virus und seine Auswirkungen in den Griff zu bekommen – und Licht als innovatives Werkzeug im Kampf gegen Infektionskrankheiten einzusetzen.

Krisenhelfer

Sensoren aus dem Leibniz-IPHT fliegen zu Planeten und Himmelskörpern. In der Corona-Krise werden sie auf der Erde benötigt: als lebensrettende Technologie in Beatmungsgeräten

Im Reinraum des Instituts fertigen Expertinnen und Experten die IR-Sensoren, die das Herzstück für Beatmungsgeräte bilden. © Sven Döring

Es war im März 2020, als die Auswirkungen der globalen Pandemie im Reinraum des Leibniz-IPHT ankamen. „Wir müssen die Produktion hochfahren, mindestens um das Doppelte“, lautete die Devise beim Team der IR-Sensorfertigung. Je weiter sich das neuartige Coronavirus auf der Welt verbreitete, desto dringender wurden die Sensoren gebraucht, die die Mitarbeitenden des Kompetenzzentrums für Mikro- und Nanotechnologien in Manufaktur fertigen.

Die IR-Sensoren sind ein elementarer Bestandteil in Beatmungsgeräten, die der US-Konzern General Electric an Intensivstationen und Krankenhäuser auf der ganzen Welt verkauft. Die Nachfrage wurde angesichts der in die Höhe schnellenden Infektionszahlen immer größer. Allein die USA hatten zu diesem Zeitpunkt schon hunderttausend zusätzliche Geräte angefordert. Dazu brauchen sie die Unterstützung aus Jena und Hermsdorf, wo das Technologieunternehmen Micro-Hybrid Electronic GmbH die Sensoren aus dem Leibniz-IPHT in ein Modul verbaut.

Messen, wie viel Luft die Patientin bekommt

„Die Infrarotsensoren haben unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über viele Jahre weiterentwickelt und optimiert, so dass sie heute zu den besten der Welt gehören“, erläutert Jürgen Popp, wissenschaftlicher Direktor des Leibniz-IPHT. Regelmäßig sind die Jenaer Sensoren an Bord von Weltraum-Missionen, zuletzt etwa zum Mars und zum Merkur. Ihre Messwerte von dort liefern Informationen über das Wetter auf dem Mars und tragen dazu bei, Erkenntnisse über die Entstehung des Planeten zu gewinnen.

Sensorfertigung (oben) und Pressetermin im April 2020 am Institut © Sven Döring

Das technische Prinzip ist das gleiche, ob im All oder auf der Intensivstation. Die Sensoren messen die ankommende Infrarot-Strahlung. Umgerechnet verrät diese sowohl, welche Temperatur ein Körper hat – zum Beispiel ein Planet – als auch, wie es um einen Patienten steht. „Die Beatmungsgeräte besitzen eine Infrarotlichtquelle“, erläutert Kay Dietrich, der die Arbeitsgruppe leitet, in der die IR-Sensoren gefertigt werden. „Ihr Licht strahlt in eine Kammer, in der das Atemgas des Patienten zirkuliert. Am anderen Ende der Kammer misst der Sensor die Menge des einfallenden Infrarotlichts. Je höher die CO_2-Konzentration in der Atemluft ist, desto mehr Infrarotlicht wird absorbiert. Aus der Änderung der Lichtmenge, die es bis auf den Sensor schafft, errechnet sich der Anteil an CO_2 in der Atemluft.“ So wissen Ärztinnen und Ärzte, wie hoch die Atemfrequenz ist und wie gut die Sauerstoffzufuhr durch die Lunge ins Blut funktioniert.

Doppelschichten zu Ostern

Mitten im ersten Lockdown arbeiten die gut zwei Dutzend Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Sensorfertigung auf Hochtouren: Doppelschichten bis in die Abendstunden und am Wochenende. Auch zu Ostern läuft der Betrieb weiter. Sie kämpfen an gegen coronabedingte Lieferengpässe von Substraten und meistern die Herausforderung, angesichts geschlossener Schulen und Kindergärten die Vereinbarkeit von Familie und Beruf hinzubekommen. Sie stellen ihr System um und produzieren mehr als doppelt so viele Sensoren wie zuvor. „Eine großartige Leistung“, hebt Jürgen Popp hervor. „Dafür danke ich unseren Mitarbeitenden sehr. Wir können stolz sein, dass wir auch in diesem Ausnahmezustand unsere Partner weiter so gut unterstützen können.“

Forschungsteam entwickelt Antikörpertest auf Coronavirus mit

Gut zwei Monate nachdem die erste Infektion mit dem Coronavirus in Deutschland gemeldet worden war, konnten das Leibniz-IPHT und die Weimarer Diagnostikfirma Senova Anfang April bereits einen Antikörpertest auf das neuartige Virus vorweisen: gebrauchsfertig und auf dem Markt erhältlich. Der Test zeigt anhand einer Blutprobe innerhalb von zehn Minuten an, ob sich eine Person in der akuten Phase der Infektion mit dem Virus SARS-CoV-2 befindet (IgM-Antikörper) oder die Infektion bereits überstanden hat (IgG-Antikörper).

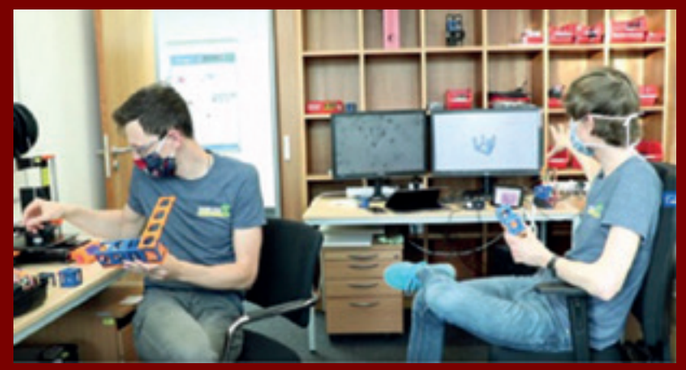
Bei dem Streifentest handelt es sich um einen Lateral Flow Assay. Ein Tropfen Blut aus der Fingerspitze genügt und nach etwa zehn Minuten zeigen Striche auf dem Teststreifen an, ob einer von zwei Typen von Antikörpern gefunden wurde. Die IgM-Antikörper finden sich bereits wenige Tage nach der Infektion im Blut, die IgG-Antikörper bilden sich erst später im Infektionsverlauf. Sie bleiben meist viele Monate nachweisbar und zeigen eine bestehende Immunität an. Ob man nach einer durchgemachten Erkrankung mit Covid-19 dauerhaft immun ist, lässt sich nach Angaben des Robert-Koch-Instituts derzeit nicht eindeutig beantworten (Stand: Januar 2021).

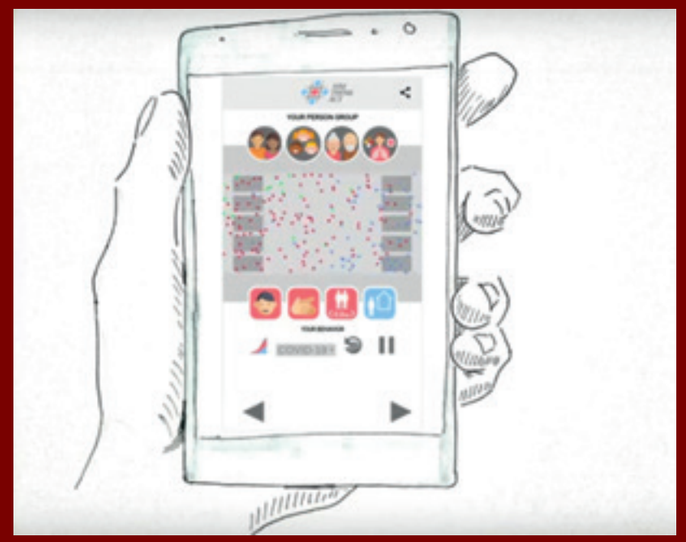
Das Bundesministerium für Bildung und Forschung vermeldete die Entwicklung des Tests auf dem Kurznachrichtendienst Twitter.

Bereits nach den ersten Berichten über den Ausbruch des Coronavirus in China hatten Senova und das Team vom Leibniz-IPHT mit einer chinesischen Firma und dem Medizinproduktehändler Servoprax begonnen, den Test zu entwickeln.

„So schnell zu einem verfügbaren Produkt zu kommen, ist nur möglich, wenn Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Medizin Hand in Hand zusammenarbeiten, wie wir es am Infectognostics Forschungscampus Jena tun", unterstreicht Ralf Ehricht vom Leibniz-IPHT, dessen Team der Forschungsabteilung „Optisch-molekulare Diagnostik und Systemtechnologie" an der Entwicklung, Beurteilung und Qualitätskontrolle des Schnelltests arbeitet.

Kreativ gegen das Virus





Wie trägt mein Verhalten dazu bei, das Virus zu verbreiten? Das simuliert die Web-App #SimThinkAct. © #SimThinkAct

„Wir vs. Virus": Unter diesem Motto hatte die Bundesregierung im März 2020 dazu aufgerufen, in einem Hackathon digitale Projekte zur Bewältigung der Corona-Krise anzustoßen. Mehr als 28.000 Menschen erarbeiteten in diesem digitalen Beteiligungsprozess über 1.500 kreative Lösungen, um mit den Herausforderungen der Pandemie umzugehen. Dabei waren auch Francesco Reina, Alex Seltmann und John Wigg aus der Forschungsabteilung von Christian Eggeling. Innerhalb von 48 Stunden stellten sie mit ihrem Team die interaktive Web-App #SimThinkAct auf die Beine. Sie simuliert, in welchem Maß das eigene Verhalten dazu beiträgt, das Virus zu verbreiten.

In der lokalen Ausgabe „Jena vs. Virus" brachten Renē Lachmann und Benedict Diederich aus der Forschungsabteilung von Rainer Heintzmann ebenfalls eine findige Idee ins Rollen. Sie erarbeiteten ein Programm, mit dem Studierende in „Stay Home"-Zeiten ihre Versuche unter dem Mikroskop auch vom heimischen Rechner aus steuern können. Dazu nutzten sie ihren optischen UC2-Baukasten (Ein Mikroskop für alle, S. 58).

Dem Virus auf der Spur

SARS-CoV-2 oder Grippe? Forschende entwickeln eine optische Methode, um Viren schnell zu identifizieren. Dazu kombinieren sie topographische und spektroskopische Verfahren

Die Strukturen auf den hauchdünnen Spezialsubstraten, auf denen die Viren untersucht werden, stellt das Team im Reinraum des Instituts her. © Sven Döring

Chip zur Untersuchung von Nanopartikeln © Leibniz-IPHT

AA 33, AA 34, AA 35 in der Waagerechten; AB 33, AC33, AD 33 senkrecht… Mit bloßem Auge sind die 50 Mikrometer winzigen goldenen Zahlen auf dem feinen Mikroskop-Deckblättchen nicht zu erkennen. Das Koordinatensystem auf dem Chip erinnert an das Spiel „Schiffe versenken" – nur, dass die Forschenden hiermit keine Boote, sondern Viruspartikel aufspüren und lokalisieren. Um SARS-CoV-2 schnell und strukturspezifisch zu charakterisieren, kombiniert ein abteilungsübergreifendes Team am Leibniz-IPHT topographische und spektroskopische Verfahren. So wollen die Forschenden eine Methode erarbeiten, um einzelne Viruspartikel in klinischem Probenmaterial per Raman-Spektroskopie schnell und zuverlässig zu identifizieren. Ob eine Person mit Grippe oder mit SARS-CoV-2 infiziert ist, könnte man so perspektivisch innerhalb von Minuten unterscheiden.

Basis für die Erforschung ist der Chip mit dem Kästchenmuster. Er geht zurück auf eine Idee aus der Gruppe des Nanooptik-Experten Jer-Shing Huang. Huang und sein Team nutzen ihn, um Nanopartikel zu lokalisieren und gezielt zu vermessen oder zu bearbeiten. Gefertigt werden die hauchdünnen Chips per maskenbasierter Photolithographie im Reinraum des Instituts. Mit Vakuumverfahren bedampfen die Mitarbeiter die feinen Strukturen mit Gold. Nach einem abschließenden „Lift-Off" verbleiben nur das Kästchenmuster und die Schrift als Goldstrukturen auf dem Chip.

Für die Arbeit mit den filigranen Materialien braucht es Fingerspitzengefühl. „Aus optischen und messtechnischen Gründen verwenden wir sehr dünne Glassubstrate; das sind Mikroskop-Deckblättchen, die gerade einmal 170µm dick sind", erläutert Uwe Hübner, Leiter des Kompetenzzentrums für Mikro- und Nanotechnologien. „Sie neigen bei den Bearbeitungsschritten zum Zerbrechen – für einen Chip hat man also genau einen Versuch."

Zum Einsatz kommen die Chips dann zuerst unter dem Rastersondenmikroskop. Damit untersucht das Team des Nanoskopie-Experten Volker Deckert Proben von SARS-CoV-2-Virionen; das sind einzelne Viruspartikel außerhalb einer Zelle. Die Forschungspartner aus der Arbeitsgruppe der Virologin Stefanie Deinhardt-Emmer vom Institut für Medizinische Mikrobiologie am Universitätsklinikum Jena haben die Virus-RNA zuvor mit dem Farbstoff SYBR-Gold markiert, der die Größe der Virionen nicht verändert.

Drei Methoden, eine Aussage

Deckert und sein Team untersuchen die Proben nun zunächst topographisch, treffen also nach morphologischen Kriterien anhand der Größe eine schnelle Vorauswahl von potentiellen Viren-Kandidaten für die weitere Untersuchung. Ohne die speziell gefertigten Substrate, sagt Volker Deckert, wären die zwischen 50 und 100 Nanometer kleinen Viruspartikel in den nachfolgenden Experimenten gar nicht aufzufinden. Über das Raster jedoch lassen sich die infrage kommenden Partikel genau über ihren Fundort zuordnen – und die Probe geht in die nächste Runde: zu Christian Eggeling in dessen Forschungsabteilung „Biophysikalische Bildgebung".

Eggeling und sein Team untersuchen die Probe an derselben Stelle mit dem Fluoreszenzmikroskop. Über die Fluoreszenz des SYBR-Gold-Farbstoffs finden sie die gelabelte RNA der Virionen. Zur Kontrolle geht das Substrat zurück an Volker Deckert: Per Rasterkraftmikroskopie überprüft der noch einmal, ob es Verluste oder Veränderungen an der Probe gibt. In der überwiegenden Zahl der Fälle, so Deckert, seien diese jedoch zu vernachlässigen. Zusammengenommen liefern die Fluoreszenzbilder und die Topographien nun eine sichere Identifikation der Virenpartikel. Dazu werden die Bilder miteinander in Korrelation gesetzt, also überlagert.

Um herauszufinden, ob das Virus aktiv ist oder ob RNA verloren gegangen ist, kommt nun ein weitere Methode ins Spiel: Per Superresolution-Fluoreszenz-Mikroskopie nimmt Rainer Heintzmann mit seinem Team der Forschungsabteilung „Mikroskopie" das Spike-Protein des Virus in den Fokus. Dieses Protein nutzt SARS-CoV-2, um an die Zellen anzudocken. Über die stachelförmigen Strukturen bindet das Virus an spezifische Rezeptoren auf der Oberfläche menschlicher Zellen, um sie so zu infizieren.

Weil der vorhandene RNA-Farbstoff nicht superresolution-tauglich ist, markieren Heintzmann und sein Team die Probe mit Antikörpern. Diese können das Virus anhand des Spike-Proteins erkennen. Mit der superauflösenden Fluoreszenz-Mikroskopie erzielen die Forschenden eine Auflösung von etwa 50 Nanometern. So können sie das Spike-Protein der Proben identifizieren. Für weitere Untersuchungen sind die gelabelten Proben danach allerdings nicht mehr verwendbar.

Drei Methoden, eine Aussage: Über den genauen lokalen Vergleich gelingt es den Forschenden, die Größenverteilung von SARS-CoV-2-Virionen in der Probe sicher einzugrenzen. „Sie ist ein essentieller Schritt, um die SARS-CoV-2-Partikel eindeutig zu identifizieren und schnell und markierungsfrei eine Vorauswahl potentieller Kandidaten für weitere Untersuchungen zu treffen", erläutert Volker Deckert: „allein aufgrund morphologischer Eigenschaften und unter klinisch relevanten Umgebungsbedingungen."

Diese Vorauswahl erlaubt es Deckert und seinem Team schließlich, die Struktur der identifizierten Virenpartikel mittels spitzenverstärkter Raman-Spektroskopie TERS (Tip Enhanced Raman Spectroscopy) nanoskalig zu untersuchen. „Mit TERS können wir uns die einzelnen Viruspartikel gezielt ansehen und sie mit Nanometer-Auflösung und chemischer Spezifität genau vermessen", so Deckert. „Über die erhaltenen TERS-Spektren können wir die Probenoberfläche der Partikel sehr schnell erfassen; in weniger als einer Sekunde pro Spektrum."

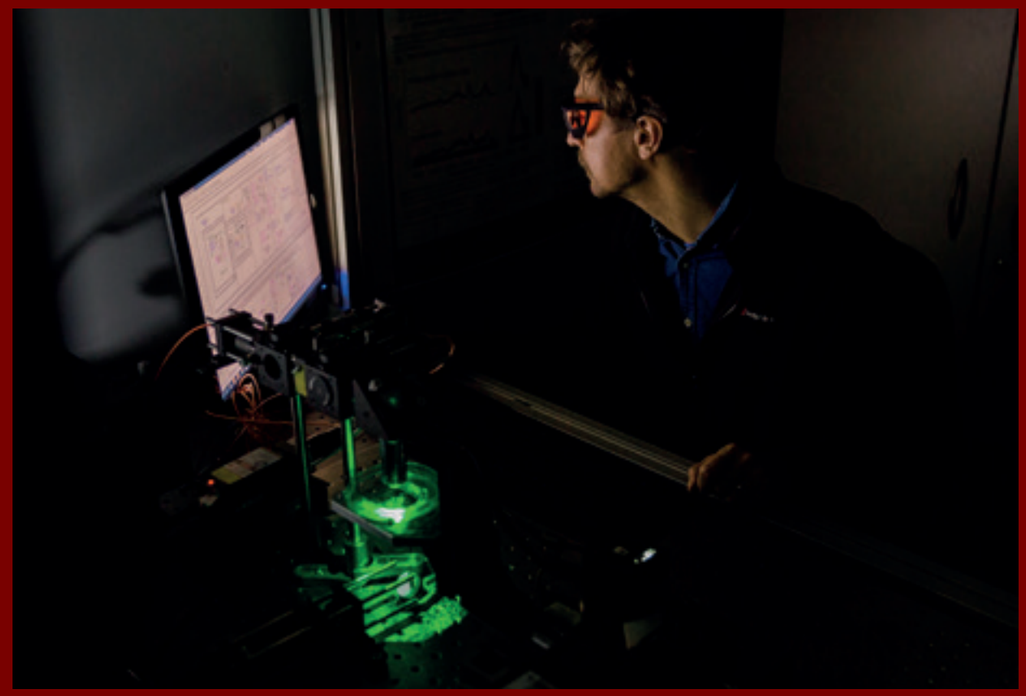
Das Ziel: markierungsfreie Schnelldiagnostik

Schnell, genau und markierungsfrei: Die Untersuchung von SARS-CoV-2 per spitzenverstärkter Raman-Spektroskopie könnte es perspektivisch ermöglichen, mehr über die Mechanismen zu erfahren, mit denen das Virus mit der Zelloberfläche wechselwirkt. „Dies zu untersuchen, ist nur möglich, wenn keine Farbstoffe verwendet werden", so Deckert.

Für eine schnelle Diagnostik könnte das kombinierte Verfahren ganz neue Möglichkeiten eröffnen. Über die topographische Messung ließe sich sehr schnell feststellen, ob in einer Probe Virenpartikel vorhanden sind oder nicht. Die Forschenden arbeiten nun daran, das Verfahren so zu optimieren, dass sie innerhalb kürzester Zeit erkennen können, ob in einer Probe SARS-CoV-2- oder Grippeviren enthalten sind. Dies ginge, sagt Voker Deckert, sogar bereits, bevor Antikörper vorhanden sind.

–

Publikationen: V. Deckert et al., Laser spectroscopic technique for direct identification of a single virus I: FASTER CARS, Proc. Natl. Acad. Sci. (2020), DOI: /10.1073/pnas.2013169117. // T. Peng et al., Enhancing sensitivity of lateral flow assay with application to SARS-CoV-2, Appl Phys Lett. 117, 120601 (2020), DOI:10.1063/5.0021842.



Ein in der Arbeitsgruppe von Iwan Schie entwickeltes Verfahren, erlaubt die Raman-spektroskopische Analyse von etwa 2.000 Zellen in einer Stunde. © Sven Döring

Forschungspartner: Der Intensivmediziner Michael Bauer und sein Team am Universitätsklinikum Jena © Sven Döring

Schwere Krankheitsverläufe früh erkennen

Ein Forschungsteam vom Leibniz-IPHT und dem Universitätsklinikum nimmt die Immunabwehr in den Fokus. Sie soll verraten, ob Menschen mit dem Coronavirus infiziert sind und könnte helfen zu prognostizieren, wie sie auf die Erkrankung reagieren

Die Corona-Pandemie setzt das Gesundheitssystem unter eine besondere Belastung. Menschen mit schweren Verläufen sind auf eine intensivmedizinische Behandlung angewiesen – doch die Anzahl von Betten und Beatmungsgeräten ist begrenzt. Ein Team vom Leibniz-IPHT und dem Universitätsklinikum Jena (UKJ) erforscht ein prognostisches Modell, um schwere Covid-19-Krankheitsverläufe früh vorauszusehen. Es könnte das medizinische Personal in Zukunft dabei unterstützen, die Belegung vorausschauend zu planen und besonders gefährdete Patientinnen und Patienten rechtzeitig in Kliniken mit freien Kapazitäten zu verlegen.

Ins Visier nehmen die Forschenden dazu die Immunabwehr des Körpers. „Wir erstellen ein Profiling von weißen Blutkörperchen mittels Raman-Spektroskopie. Daran können wir erkennen, wie es der Patientin oder dem Patienten geht“, erläutert Jürgen Popp. Seine Forschungsabteilung „Spektroskopie / Bildgebung“ erarbeitet den Ansatz gemeinsam mit dem Team der „Klinisch-spektroskopischen Diagnostik“ von Ute Neugebauer, der Forschungsabteilung "Photonic Data Science" von Thomas Bocklitz und mit Sina Coldewey und Michael Bauer vom Universitätsklinikum Jena. Als Direktor der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin und Sprecher des Center for Sepsis Control and Care (CSCC) ist Bauer, ebenso wie die Intensivmedizinerin Coldewey als Leiterin einer Nachwuchsgruppe am ZIK Septomics, maßgeblich für den Sepsis- und Infektionsschwerpunkt des Klinikums verantwortlich, in den auch das Leibniz-IPHT eingebunden ist. Ebenfalls im Team ist Michael Kiehntopf, der das Institut für Klinische Chemie und Laboratoriumsdiagnostik am UKJ leitet.

Für die Studie zu Krankheitsverläufen von Covid-19-Patientinnen und -Patienten knüpfen die Forschenden an ein lichtbasiertes Verfahren für die schnelle Sepsis-Diagnostik an, das sie gemeinsam mit internationalen Partnern entwickelt haben (Infektionsdiagnostik als Superheldinnen-Abenteuer, S. 52). Dabei bestrahlen sie die Leukozyten in einer Blutprobe mit Laserlicht. Über die so erhaltenen Raman-Spektren gewinnen sie einen molekularen Fingerabdruck der Zellen und können ihre chemische Zusammensetzung aufschlüsseln. Eine auf künstlicher Intelligenz basierende Auswertung liefert dann innerhalb kürzester Zeit und mit hoher Genauigkeit die Information, ob eine Sepsis vorliegt und was sie auslöst: eine Infektion mit einem Virus, einem Bakterium oder einem Pilz.

„Unser Ziel ist es, aus einer Blutprobe das Maximum an Informationen herauszuholen“, sagt Photonic-Data-Science-Experte Thomas Bocklitz. „Liegt eine Infektion vor oder nicht? Wird sie von einem bakteriellen oder einem viralen Erreger ausgelöst? Wenn es ein Virus ist: Ist es SARS-CoV-2? Und wenn ja: Ist ein schwerer oder ein milder Krankheitsverlauf zu erwarten?“ Dazu untersuchen die Forschenden Leukozyten aus Blutproben von Patientinnen und Patienten, die mit einer Covid-19-Erkrankung am Jenaer Universitätsklinikum behandelt worden sind. „Wir vergleichen die Wirtsantwort zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Erkrankung unter Verwendung von ML-Verfahren“, erläutert Thomas Bocklitz: vom ersten Tag der Einlieferung über die erste Woche in der Klinik bis zu einem Jahr danach. Ein am Leibniz-IPHT erforschtes Verfahren erlaubt die Analyse von etwa 2.000 Zellen in einer Stunde.

Aus der Auswertung der Immunabwehr wollen die Forschenden ein prognostisches Modell entwickeln, das anzeigt, welchen Verlauf die Erkrankung bei Covid-19-Patientinnen und -Patienten in den ersten drei bis sieben Tagen der Infektion nehmen wird. Dass die Leukozyten wertvolle Informationen darüber liefern, wie das Immunsystem eines Menschen jeweils auf eine Infektion reagiert und welchen Verlauf diese nehmen wird, konnte das Team bereits im Rahmen des Sepsis-Forschungsprojekts HemoSpec zeigen. „Jetzt verfolgen wir die Vision, auf Grundlage dieser Erkenntnisse mehr über die Krankheitsverläufe bei Corona-Infektionen zu erfahren, und damit Patientinnen und Patienten zu der für sie richtigen Behandlung zu verhelfen“, blickt Ute Neugebauer voraus.

Die Carl-Zeiss-Stiftung fördert die Forschungsarbeit mit Mitteln aus ihrem Corona-Maßnahmen-Fonds, mit dem sie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dabei unterstützt, Lösungsansätze zur Bewältigung der Corona-Pandemie zu finden.

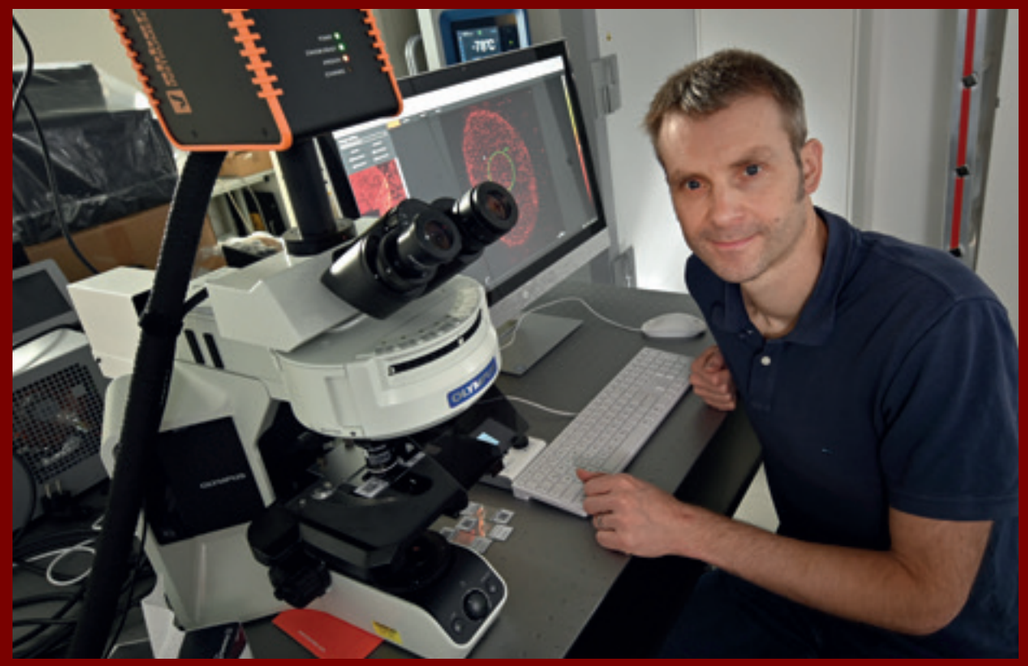
–

Studie: ICROS / CoRA: Identification of Cardiovascular and Molecular Prognostic Factors for the Mid- and Long-term Outcome of Sepsis / Corona-detection with Raman spectroscopy

Publikation: Anuradha Ramoji et al. HemoSpec study: Leukocyte activation profile assessed by Raman spectroscopy helps diagnosing infection and sepsis. Critical Care Explorations, 2021.

Erhellen, wie das Virus sich im Körper vermehrt

Das Team um Christian Eggeling und Pablo Carravilla will sichtbar machen, wie das Coronavirus in die Zelle eindringt und seine Angriffspunkte identifizieren



Mit dem von ihm mit entwickelten STED-Mikroskopieverfahren untersucht Christian Eggeling HI-Viren. Nun nimmt er auch SARS-CoV-2 in den Fokus. © Jan-Peter Kasper / Universität Jena

Sars-CoV-2 gehört zur Familie der Coronaviren. Sie heißen so, weil ihre vielen Stacheln an eine Krone erinnern. Mit diesen Stacheln, den sogenannten Spike-Proteinen, dockt das Virus an die menschliche Zelle an und kapert sie. So schleust das Virus sein Betriebsprogramm in die Zelle ein und lässt sie dadurch neue Viren produzieren. Der Erreger benutzt seinen Wirt, um sich zu vermehren.

Christian Eggeling und Pablo Carravilla wollen herausfinden, wie man diesen Vorgang blockieren kann. „Dazu untersuchen wir, wie Viren in Zellen eindringen, insbesondere, welche Prozesse an der Zellmembran, der Pforte zur Zelle, ablaufen“, erläutert Christian Eggeling, der am Leibniz-IPHT die Forschungsabteilung „Biophysikalische Bildgebung“ leitet. Um die molekulare Struktur und Dynamik des Virus zu untersuchen, nutzen die Forschenden superauflösende Fluoreszenz-STED-Mikroskopie; die umgeht die Auflösungsgrenze der optischen Mikroskopie und macht es möglich, dynamische Prozesse in den winzig kleinen Viren detailliert sichtbar zu machen.

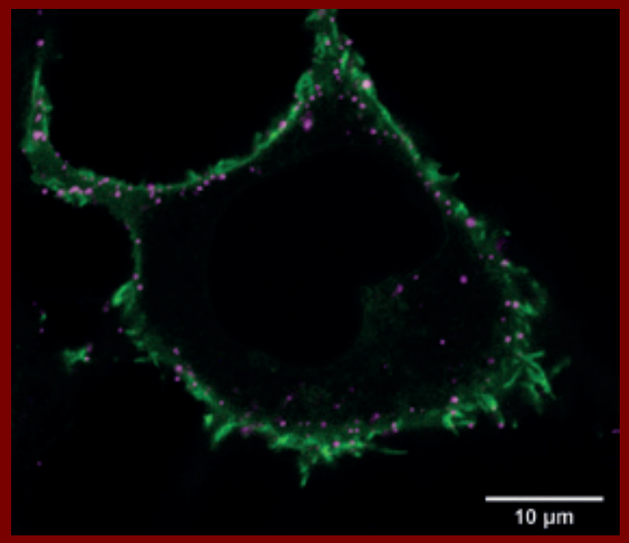
Dem Virus den Durchgang versperren

Mithilfe höchstauflösender Bildgebung haben Eggeling und Carravilla bereits erforscht, wie sich HI-Viren, Auslöser der AIDS Krankheit, zwischen lebenden T-Helferzellen verbreiten und beobachtet, wie das Virus auf neutralisierende Antikörper reagiert. „Dabei haben wir potentielle Angriffspunkte identifiziert, an denen antivirale Medikamente ansetzen können“, berichtet Christian Eggeling. Das sind zum einen Besonderheiten in der Zell- und Virusmembran, um ein Andocken an die Wirtszelle abzuschwächen oder sogar zu verhindern; zum anderen ist es die Schleuse, durch die das HIV-Virus wieder aus der Zelle heraustritt – nachdem es sich in ihr vermehrt hat –, um weitere Zellen zu infizieren.

Um herauszufinden, wie SARS-CoV-2 in die menschliche Zelle eindringt, stellen die Forscher so genannte Pseudoviren her – ein Kniff, den sie auch für ihre Untersuchung des AIDS-Erregers nutzen. „Sie haben eine Oberfläche wie das richtige Virus und die gleiche Fähigkeit, in Zellen einzudringen, sind aber nicht reproduktionsfähig und daher nicht pathogen“, erläutert Pablo Carravilla. Somit können Experimente auch in Laboren mit niedriger Sicherheitsstufe durchgeführt werden.

Die virusähnlichen Partikel bestehen aus einem Kern mit lentiviralen Genen – zur Gattung der Lentiviren gehört auch das HI-Virus – und einer Hülle mit den Oberflächenproteinen von SARS-CoV-2. Außerdem bauen die Forscher noch ein fluoreszierendes Protein ein, das die virusähnlichen Partikel unter dem Mikroskop sichtbar macht. Diese Pseudoviren hat das Forscherteam auch anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern für eigene Messungen zur Verfügung gestellt.

Um die Prozesse, in denen Pathogene wie Viren, Bakterien oder Pilze unseren Organismus infizieren, nicht allein an einzelnen Zellen zu beobachten, sondern herauszufinden, wie diese Infektion in einer natürlicheren Umgebung von Zellschichten abläuft, arbeiten die IPHT-Forscher wie viele weitere Jenaer Forschungsteams mit Alexander Mosig und seiner Arbeitsgruppe am Universitätsklinikum zusammen. Mosig und sein Team entwickeln Biochips, die komplexe Organfunktionen nachbilden, um mit diesen Chips bestimmte Aspekte dieser Organfunktionen unter Laborbedingungen zu untersuchen. „Für viele Pathogene wie SARS-CoV-2 aber auch andere Viren wie den Influenza-Virus, den Auslöser der jährlichen Grippe, sind dies Lungen-Chip-Modelle – eine Lunge auf dem Chip“, sagt Christian Eggeling. Dafür legen die Forschenden derzeit die Grundlagen, indem sie zum Beispiel die erweiterte Bildgebung innerhalb der Chips optimieren.



SARS-CoV-2-Pseudoviren (magenta) dringen in eine menschliche Zelle ein, die den Eintrittsrezeptor ACE2 (grün) exprimiert. © Leibniz-IPHT

Mit Forschenden vom Universitätsklinikum Jena unter der Leitung von Ralf Mrowka, von der TU Ilmenau sowie der Forschungsabteilung „Spektroskopie / Bildgebung“ von Jürgen Popp am Leibniz-IPHT entwickelt Eggelings Team außerdem ein optisch-photonisches Nachweisverfahren, um SARS-CoV-2 aus Patientenproben schnell und effizient zu diagnostizieren und zu quantifizieren. Gefördert vom Freistaat Thüringen, untersucht die Forschergruppe „SARS-rapid“ am Thüringer Innovationszentrum für Medizintechnik-Lösungen (ThIME-DOP), wie das neuartige Coronavirus mit der Wirtszelle interagiert. Hierbei werden auch die virusähnlichen Partikel weiterentwickelt.

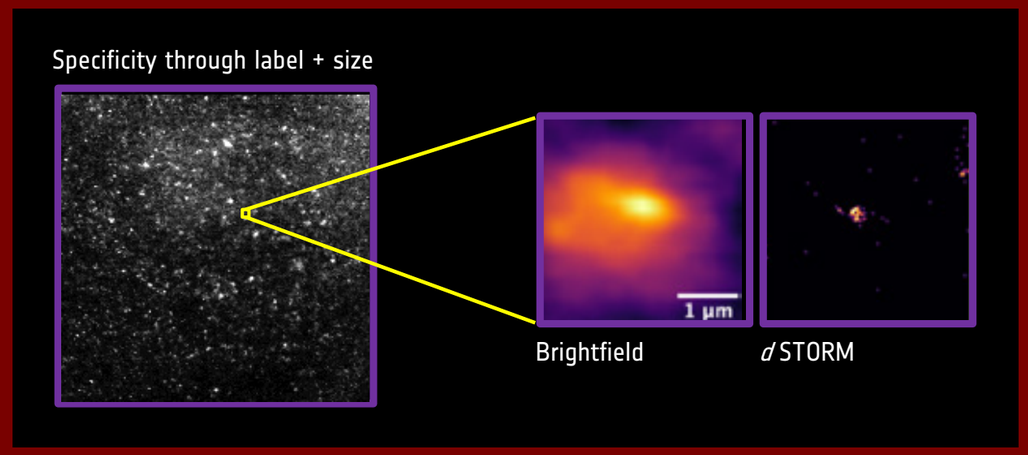
Per Medikamenten-Taxi zum Entzündungsort

Ein neuartiges Verfahren, um Infektionen und Entzündungsreaktionen mithilfe von maßgeschneiderten Nanopartikeln direkt am Ort der Entzündung zu behandeln, entwickelt ein interdisziplinäres Forschungsteam aus Chemie, Biochemie, Physik, Materialwissenschaft, Medizin und Pharmazie am Sonderforschungsbereich (SFB) Polytarget an der Universität Jena, an dem auch das Leibniz-IPHT mit mehreren Forschungsabteilungen beteiligt ist. Gemeinsam mit dem Chemiker und SFB-Sprecher Ulrich Schubert und dem Intensivmediziner Michael Bauer planen Christian Eggeling und sein Team, Träger für antivirale Substanzen am Beispiel von Sars-CoV-2 zu erforschen. „Grundlage sind virusähnliche, polymere Nanopartikel. Diese sollen die Substanzen schützen und zu den richtigen Gewebezellen leiten“, so Christian Eggeling. Die Nanopartikel-Behandlung könne man sich vorstellen wie ein Taxi mit GPS, erläutert Michael Bauer, Direktor der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin am Universitätsklinikum und stellvertretender Sprecher des Sonderforschungsbereichs. „Dieses Taxi transportiert die Arzneimittel zum Bestimmungsort im Körper und bringt sie dort zielgenau zur Wirkung.“

–

Publikation: Hoffmann, M., et al. (2020). SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. Cell 181, 271-280 e278. // Carravilla, P., et al. (2019). Molecular recognition of the native HIV-1 MPER revealed by STED microscopy of single virions. Nat Commun 10, 78. // Favard, C., et al. (2019). HIV-1 Gag specifically restricts PI(4,5)P2 and cholesterol mobility in living cells creating a nanodomain platform for virus assembly. Science Advances 5, eaaw8651. // Chojnacki, J., et al. (2017). Envelope glycoprotein mobility on HIV-1 particles depends on the virus maturation state. Nat Commun 8, 545.

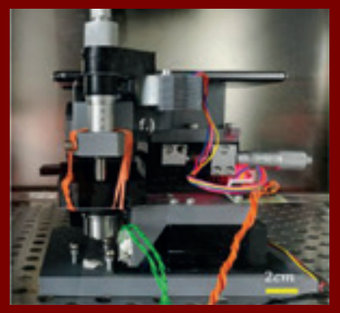
Corona-Viren sichtbar machen mit dem Smartphone



Lokalisierung von SARS-CoV-2 mit CellSTORM: Die Bilder zeigen mit Spike-Antikörpern markierte aktive SARS-CoV-2-Partikel mit klassischer Weitfeld-Fluoreszenz und hochaufgelöster Einzelmolekül-Lokalisationsmikroskopie. Die Auflösung ist höher als 100 nm. © B. Diederich

Es kostet weniger als 1.000 Euro und kann aktive SARS-CoV-2-Viren sichtbar machen: Der Nachwuchsforscher Benedict Diederich hat mit einem internationalen Team aus Jena, Tromsö und Oslo ein Do-it-Yourself-Mikroskop konstruiert, das mit einem Smartphone und speziellen photonischen Wellenleiter-Chips hochauflösende Bilder jenseits der optischen Auflösungsgrenze liefert.

Mit einer nanometergenau positionierbaren Linse aus einem handelsüblichen Blu-Ray-Player koppeln die Forschenden einen Laserstrahl in den Singlemode-Wellenleiter. Auf dem Wellenleiter liegt eine fluoreszierende Probe; diese lässt sich mittels Total Internal Reflection Flourescent Microscopy (TIRFm) visualisieren. „Die Intensität im TIRF-Bereich und die Sensitivität der Handy-Kamera sind groß genug, um einzelne Moleküle nachzuweisen“, erläutert Benedict Diederich; beispielsweise mittels direct Stochastic Optical Reconstruction Microscopy (*d*STORM).



So klein, dass es in einen Inkubator passt: das DIY-Mikroskop. © Leibniz-IPHT

Die fluoreszierenden Moleküle binden die Forschenden mit Antikörpern an das Skelett einer Zelle oder an die Spike-Proteine des SARS-CoV-2-Virus. Indem sie viele dieser Proteine lokalisieren, können sie eine Auflösung im Bereich von weniger als 80 nm erzielen.

„Aus einer Variation des Anregungsmusters und der damit verbundenen Änderung des Emissionssignals können wir mithilfe maschinell lernender Algorithmen die Auflösung bei Lebendzellaufnahmen noch einmal erhöhen“, so Diederich. Das Handy übernimmt dabei sowohl die Bildverarbeitung als auch die Steuerung des 3D-gedruckten Mikroskops.

Das komplette Gerät passt in eine handliche Box und damit gut in einen Inkubator oder ins Hochsicherheitslabor. Dort könnte man damit etwa Lebendzellen sichtbar machen oder sich anschauen, wie Viren in Zellen eindringen. „Ideal, wenn man nicht die Probe zum Mikroskop bringen will, sondern das Mikroskop zur Probe“, sagt Diederich, der seine Promotion am Leibniz-IPHT und der Universität Jena Anfang 2021 erfolgreich abgeschlossen hat (Ein Mikroskop für alle, S. 28).

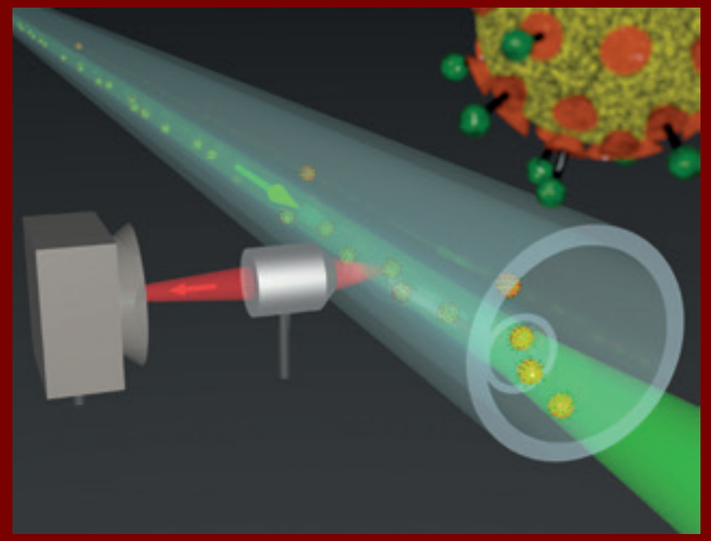
„Sicherheitslabore mit superauflösenden Mikroskopen, das ist eine exklusive Kombination, die es nur in sehr wenigen Forschungseinrichtungen auf der Welt gibt“, erläutert er. Die Bauanleitung für das DIY-Nanoskop indes sind mitsamt der Handy-Software quelloffen zugänglich. Damit wurden bereits einige Geräte auch außerhalb des Leibniz-IPHT nachgebaut.

–

Publikation: Benedict Diederich et al. (2020): Nanoscopy on the Chea(i)p. BioRxiv, https://doi.org/10.1101/2020.09.04.283085

Eingeschlossen: Das Virus in der Faser

Viren sind ständig in Bewegung. Und sie sind so klein – die Viruspartikel von SARS-CoV-2 messen im Schnitt knapp 100 Nanometer –, dass man sie unter dem Mikroskop nicht sehen kann. Um die winzigen Nanopartikel zu charakterisieren und ihre Dynamik zu beobachten, sperrt Markus Schmidt sie ein – in eine Faser. Dafür haben er und sein Team mit den Expertinnen und Experten vom Kompetenzzentrum für Spezialfaseroptik am Leibniz-IPHT eine ausgeklügelte mikrostrukturierte Faser mit speziellen optischen Eigenschaften entwickelt. Sie hat einen hohlen Kern und lässt sich nutzen wie ein Analysegefäß. „Wir füllen eine Lösung mit den zu untersuchenden Nano-Objekten – also beispielsweise Viren – in die Faser, koppeln Licht ein und schauen uns an, wie die Viren diffundieren“, erklärt Markus Schmidt die Methode.



In der Hohlkern-Faser lässt sich beobachten, wie die Viren diffundieren. © Markus Schmidt

Dabei bringt die einzigartige Mikrostruktur der von hauchdünnen Glasmembranen durchzogenen Faser einen ganz entscheidenden Vorteil: Sie beschränkt die laterale Diffusion der Partikel. Sprich: Die Viren im Hohlkern können nicht wegschwimmen. Das gibt den Forschenden die Möglichkeit, die Lichtstreuung einzelner Partikel über lange Zeiträume zu beobachten. „Wir können uns die Viren in bis zu 100.000 Bildern anschauen“, sagt Markus Schmidt. Das sind deutlich mehr Bilder als Forschende mit herkömmlichen Methoden erzielen, die typischerweise 200 bis 500 Bilder liefern.

„Das verbessert die Aussagefähigkeit über die Größenverteilung der Partikel in der Probe enorm“, so Schmidt. Etwa 1.000 Partikel analysieren er und sein Team in einer Probe. Die Größenverteilung dient ihnen als Maßstab, um herauszufinden, ob sich das Virus verändert – ob es sich beispielsweise unter dem Einfluss von UV-Strahlung zersetzt.

„Indem wir die elastische Streuung messen, können wir, ohne zuvor bleichen oder anfärben zu müssen, Aussagen über einzelne Nanopartikel treffen – und zwar präziser als dies mit bisherigen nicht-invasiven Methoden möglich ist“, bringt Schmidt den Vorteil des Verfahrens auf den Punkt. In Zusammenarbeit mit der Forschungsabteilung „Optisch-molekulare Diagnostik und Systemtechnologie“ haben er und sein Team dies in Experimenten mit Lambda-Phagen bereits erfolgreich gezeigt. Die sind sogar noch kleiner als SARS-CoV-2-Viren.

Für die Erforschung des Coronavirus arbeiten die Faserphotonik-Expertinnen und -Experten nun mit der Virologie des Universitätsklinikums zusammen. Erste erfolgreiche Experimente mit SARS-CoV-2-Viren haben sie bereits durchgeführt. Nun arbeiten sie die Methode weiter aus. „Unser Ziel ist es, SARS-CoV-2 zuverlässig und markerfrei zu erkennen und über die lange Beobachtungszeit von Einzelviren Informationen zu gewinnen“, blickt Markus Schmidt voraus.

–

Publikationen: Förster et al.: ACS Sens. 2020, 5, 3, 879, doi.org/10.1021/acssensors.0c00339 // Jiang et al.: Nanoscale 2020, 12, 3146, doi.org/10.1039/C9NR10351A

Wissenschaftlicher Austausch in 3D

Seine internationalen Konferenzen holte das Leibniz-IPHT 2020 auf den Bildschirm – und den Veranstaltungsort gleich mit dazu: mit einer begehbaren digitalen Ausgabe des Instituts

Zwei große internationale Konferenzen standen 2020 am Leibniz-IPHT an: die „EurAsian Conference on Nanophotonics“ (EACON) mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem diesjährigen Partnerland Taiwan und der Karriere-Workshop „Women in Photonics“, für den sich Nachwuchsforscherinnen aus Frankreich, Spanien und der Schweiz, aus Indien, Australien und den USA angemeldet hatten. Dass beide angesichts der Corona-Pandemie nicht stattfinden konnten wie geplant, war spätestens mit dem ersten Lockdown im März klar. Also verlagerte das Leibniz-IPHT die Konferenzen in den virtuellen Raum – und das Institut selbst gleich mit.

Die Weimarer Agentur Rooom baute das Foyer und die Veranstaltungsräume digital nach. So konnten sich die Teilnehmenden im dreidimensionalen Leibniz-IPHT bewegen wie in einem Computerspiel und Angebote wahrnehmen wie auf einer realen Konferenz: mit Live-Diskussionen, Video-Vorträgen und einer Posterausstellung. „Unser Ziel war es, die Veranstaltung auch online zu einem Erlebnis zu machen. Das kam sehr gut an“, berichtet Marc Skupch, der sich am Leibniz-IPHT um die Organisation von Veranstaltungen kümmert. „Wir sind überzeugt, dass wir damit ein nachhaltiges Format für die Zukunft geschaffen haben.“

Auf der digitalen EACON tauschten sich vom 5. bis 7. Oktober mehr als 80 Teilnehmende aus Deutschland und Taiwan zum Thema Chemie, Materialien und Nanotechnologien für die „Nanophotonik“ aus. Jer-Shing Huang, Leiter der Forschungsabteilung Nanooptik, hat die Konferenz-Reihe iniitiiert, um Expertinnen und Experten aus Chemie und Photonik in Asien und Europa enger miteinander zu vernetzen. Die nächste Ausgabe der EACON ist für 2021 geplant.

Der Karriere-Workshop „Women in Photonics“ brachte mehr als 90 internationale junge Wissenschaftlerinnen mit Photonik-Expertinnen aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen zusammen. Die Teilnehmerinnen kamen vom ICFO in Barcelona, aus Harvard oder von der École Polytechnique Fédérale aus Lausanne. Neben dem inhaltlichen Schwerpunkt auf Biophotonik, Schwingungsspektroskopie und Photonic Data Science ging es vor allem darum, den Postdocs die Möglichkeit zu geben, sich mit erfahrenen Wissenschaftlerinnen aus Forschung und Industrie auszutauschen und gemeinsam Strategien für eine erfolgreiche Karriere zu entwickeln.

Einblicke in ihre eigene Laufbahn gaben etwa die renommierte Medizintechnik-Expertin Anita Mahadevan-Jansen von der Vanderbilt University oder Katarina Svanberg, Expertin für laserbasierte Krebsdiagnostik und photodynamische Therapie am Universitätsklinikum Skåne/Schweden und frühere Präsidentin der International Society for Optics and Photonics SPIE. „Der Workshop bot viele Anknüpfungspunkte, sich auzutauschen, neue Kooperationen zu starten und die eigene Karriere zu entwickeln“, sagt Maria Chernysheva. Beim ersten „Women in Photonics“-Workshop 2018 am Leibniz-IPHT war sie Teilnehmerin; heute leitet sie die Nachwuchsgruppe „Ultrakurzpuls-Faserlaser“. „Sie sind Teil einer großartigen Gemeinschaft“, hatte Elisabeth Rogan, CEO der Optical Society OSA den Teilnehmerinnen zum Start des Workshops auf den Weg gegeben. „Ich sehe hier Optimismus und Hoffnung und eine Zukunft, in der Sie die Möglichkeit haben, erfolgreich zu sein. Wir alle brauchen ein wenig Inspiration in diesen herausfordernden Zeiten, und ich denke, diese Veranstaltung gibt sie uns.“

Unterstützung für Eltern im Ausnahmezustand

Während der Corona-Pandemie bietet das Leibniz-IPHT Mitarbeitenden ein Arbeitszeitkonto an

Ein straffer Stundenplan beim Homeschooling, nebendran ein Kleinkind, das auch beschäftigt werden möchte – und dann wartet zwischen Schulcloud-Absturz, Äpfelschneiden und Ausmalbildern ja noch die eigene Arbeit. Eltern müssen in Corona-Zeiten vor allem eines sein: flexibel. Um Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dabei zu unterstützen, angesichts geschlossener Schulen und Kindergärten Beruf und Familie unter einen Hut zu bringen, hat das Leibniz-IPHT im Herbst 2020 ein Angebot geschaffen, das ihnen diese Flexibilität ermöglicht – mit einem Arbeitszeitkonto.

© Sven Döring

Auf dem Konto können Mitarbeitende in ruhigeren Zeiten Arbeitsstunden ansammeln – und das angesparte Zeitbudget dann einlösen, wenn es aufgrund von Kindergarten- oder Schulschließungen schwierig wird, das volle Arbeitspensum zu schaffen. Umgekehrt haben sie die Möglichkeit, in belastenden Phasen auch Zeitschulden zu erfassen und diese in Absprache mit ihren Vorgesetzten zu einem späteren Zeitpunkt wieder abzuarbeiten. Ein Ampelsystem hilft Mitarbeitenden und Vorgesetzten, den Kontostand jederzeit im Blick zu behalten und Vor- und Nacharbeitszeiten zu planen.

„Uns ist es ein Anliegen, die Belastung für Eltern in diesen herausfordernden Zeiten zu minimieren,“ sagt Jürgen Popp. „Ich freue mich, dass wir unseren Mitarbeitenden mit Unterstützung des Betriebsrats dieses Angebot machen können.“

Wir-Gefühl mit Abstand

Um trotz Homeoffice den Austausch und den Zusammenhalt unter den Mitarbeitenden zu fördern, setzt das Leibniz-IPHT auf neue Kommunikationsformate

Und plötzlich war die halbe Belegschaft im Homeoffice. Wie überall anders auch, markierte der erste Corona-Lockdown im März 2020 auch für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Leibniz-IPHT einen Einschnitt in ihren Arbeitsalltag. Für die einen mehr, für die

anderen weniger – denn da das Institut zu keinem Zeitpunkt geschlossen werden musste, konnten all jene, die zwingend etwa in Laboren oder in der Werkstatt arbeiten, dies unter Einhaltung der Hygieneauflagen auch weiterhin vor Ort tun.

„Wir haben schon frühzeitig strenge Sicherheits- und Hygieneregeln aufgestellt, um die Gesundheit unserer Mitarbeitenden zu gewährleisten und den Betrieb aufrechterhalten zu können“, sagt Institutsdirektor Jürgen Popp. „So haben wir es bis jetzt sehr gut durch die Krise geschafft, etwa mit einer detailliert ausgearbeiteten Raumbelegung, die ein sicheres Arbeiten garantiert.“ Das war und ist nicht zuletzt auch deshalb wichtig, weil das Leibniz-IPHT teils ganz unmittelbar zur Bewältigung der Pandemie beiträgt; mit seiner Forschungsarbeit zur

Infektionsdiagnostik und insbesondere der Produktion von Sensoren für Beatmungsgeräte (siehe S. 18).

Um auch die Mitarbeitenden zu Hause an aktuellen Entwicklungen am Institut teilhaben zu lassen und trotz Homeoffice, Einzelschichten im Labor und geschlossener Kaffeepausen-Ecke das Wir-Gefühl im Team zu fördern, hat die Öffentlichkeitsarbeit einige neue Formate ins Leben gerufen.

Auf dem Laufenden mit dem virtuellen Schwarzen Brett

Auf der digitalen Newswall laufen neben den Beiträgen aus den Social-Media-Kanälen des Leibniz-IPHT auch interne Nachrichten. Über das Intranet kann man sie von überall aus lesen; vor Ort auch im Vorbeilaufen: auf Monitoren im Foyer und auf den Gängen.

Momentaufnahmen aus dem neuen Alltag

Arbeiten ist anders geworden in der Coronakrise – auch am Leibniz-IPHT: „Snapshots: Research at Leibniz IPHT“ fängt den neuen Alltag am Institut ein. In der Kurzfilm-Reihe erzählen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, wie die Corona-Pandemie ihr Arbeitsleben und ihr Miteinander verändert: in der Betriebstechnik, der Verwaltung, im Reinraum oder im Labor.

Adventskalender statt Weihnachtsfeier

Wie kommt man in Weihnachtsstimmung, wenn die Heimat fern ist und Glühweinrunden ausfallen? – Mit einer Reise um die Welt in 24 Tagen.

Im Video-Adventskalender 2020 erzählten internationale Mitarbeitende des Leibniz-IPHT 24 Geschichten aus 24 Ländern: warum in Syrien die Bäume ihre Spitzen beugen, was in England aus Teig mit jeder Menge Schnaps wird, was in einen deutschen Kartoffelsalat gehört oder wie ein Weihnachtslied aus Ghana klingt.

Verbreitet auf den Social-Media-Kanälen und der Website des Instituts, lösten diese Momente der Zuversicht und Vorfreude ein äußerst positives Echo aus.

Ein Mikroskop für alle

Ein junges Forschungsteam entwickelt einen quelloffenen Optik-Baukasten für Forschung und Ausbildung. Das System kommt aus dem 3D-Drucker und liefert so hochauflösende Bilder wie kommerzielle Mikroskope, die hundertmal so viel kosten

Spieltrieb und Experimentierfreude wecken: Auch das wollen René Lachmann (links) und Benedict Diederich mit ihrem optischen Baukasten UC2 erreichen. © Sven Döring

Moderne Mikroskope, die biologische Prozesse sichtbar machen, kosten viel Geld, stehen in spezialisierten Laboren und erfordern hoch qualifiziertes Personal. Damit neue, kreative Ansätze für drängende wissenschaftliche Fragestellungen zu erforschen – zum Beispiel im Kampf gegen Infektionskrankheiten wie Covid-19 –, ist vor allem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an gut ausgestatteten Forschungseinrichtungen in reichen Ländern vorbehalten.

Benedict Diederich, René Lachmann und Barbora Maršíková wollen das ändern. Die Nachwuchsforschenden haben einen optischen Baukasten entwickelt, mit dem sich für wenige Hundert Euro Mikroskope bauen lassen, die so hochauflösende Bilder liefern wie kommerzielle Mikroskope – aber nur ein Hundertstel oder Tausendstel soviel kosten. Mit quelloffenen Bauplänen, Komponenten aus dem 3D-Drucker und Smartphone-Kamera lässt sich das Baukasten-System UC2 (You. See. Too.) so kombinieren, wie die Forschungsfrage es erfordert – von der Langzeitbeobachtung lebender Organismen im Inkubator bis zum Einsatz in der Optik-Ausbildung.

Grundbaustein des UC2-Systems ist ein 3D-druckbarer Würfel, in den Komponenten wie Linsen, LEDs oder Kameras eingebaut werden können. Mehrere solcher Würfel werden auf eine magnetische Raster-Grundplatte gesteckt. Geschickt angeordnet, entsteht so ein leistungsfähiges optisches Instrument.

Krankheitserreger beobachten – und dann das kontaminierte Mikroskop recyceln

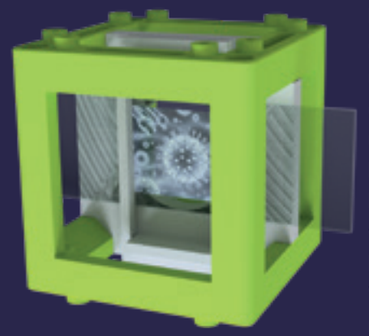
Helge Ewers ist Professor für Biochemie an der Freien Universität Berlin und der Charité. Er nutzt den UC2-Baukasten, um Krankheitserreger zu untersuchen. „Das UC2-System erlaubt es uns, zu geringen Kosten ein hochqualitatives Mikroskop herzustellen, mit dem wir in einem Inkubator lebende Zellen beobachten können“, berichtet er. Damit erschließt UC2 Einsatzgebiete für die biomedizinische Forschung, für die sich herkömmliche Mikroskope nicht eignen.

„Kostspielige Mikroskope schleust man kaum in ein kontaminiertes Labor ein“, sagt Benedict Diederich. Der Post-Doc am Leibniz-IPHT hat den optischen Baukasten gemeinsam mit René Lachmann in der Forschungsabteilung „Mikroskopie“ von Rainer Heintzmann entwickelt – und zwar genau aus diesem Dilemma heraus: Ihr Doktorandenkollege Swen Carlstedt, der als Biologe am Universitätsklinikum forscht, wollte im Inkubator beobachten, wie sich Monozyten zu Makrophagen entwickeln, um mehr über das Wachstums- und Ernährungsverhalten dieser Fresszellen des Immunsystems zu erfahren. Nur: Dafür gab es kein geeignetes Mikroskop. „Dann bauen wir uns eben selbst eins“, dachten sich die Doktoranden: mit Kunstoff-Teilen aus dem 3D-Drucker. Die lassen sich – ebenso wie Diederichs Selbstbau-Mikroskop aus Smartphone und Blu-Ray-Player (S. 29) – nach dem Einsatz im Sicherheitslabor einfach verbrennen oder recyceln.

Bauen nach dem Lego-Prinzip

Bauen nach dem Lego-Prinzip – das weckt nicht nur den inneren Spieltrieb, sondern eröffnet auch neue Möglichkeiten, sich ein Werkzeug maßzuschneidern. „Es lässt sich schnell das passende Gerät zusammenstellen, um bestimmte Zellen abzubilden“, sagt Benedict Diederich. „Wird beispielsweise eine rote Wellenlänge als Anregung benötigt, baut man einfach den passenden Laser ein und tauscht den Filter. Braucht man ein inverses Mikroskop, stapelt man die Würfel entsprechend.“ Mit dem UC2-System lassen sich Elemente je nach benötigter Auflösung, Stabilität, Dauer oder Mikroskopiemethode kombinieren und im „Rapid Prototyping“-Verfahren direkt testen.

Baupläne und Software archivieren die Forschenden auf dem frei zugänglichen Online-Repositorium GitHub, so dass jeder darauf zugreifen, die Aufbauten nachbauen, umändern und erweitern kann. „Mit dem Feedback der Nutzenden verbessern wir das System Stück für Stück und ergänzen es um immer neue kreative Lösungen“, berichtet René Lachmann.



Ein Würfel ist der Grundbaustein des UC2-Systems. © UC2

Dahinter steht das Ziel, eine offene Wissenschaft zu ermöglichen. Dank der Dokumentation können Forschende überall auf der Welt, Experimente reproduzieren und weiterentwickeln. „Change in Paradigm: Science for a Dime“, nennt Benedict Diederich diese Vision: einen Paradigmenwechsel einläuten, in dem der wissenschaftliche Prozess offen und zugänglich ist und Forschende ihr Wissen miteinander teilen.

Um auch jenseits der wissenschaftlichen Community junge Menschen für Optik zu begeistern, hat das Forschungsteam einen Baukasten speziell für die Ausbildung an Schulen und Universitäten entwickelt. „UC2: The Box“ enthält einen ausgeklügelten Bausatz, mit dem Nutzende optische Konzepte und Mikroskopie-Methoden kennenlernen und ausprobieren können. „Die Bauteile lassen sich zum Projektor oder zum Teleskop kombinieren; man kann sich ein Spektrometer oder ein Smartphone-Mikroskop bauen“, erläutert Barbora Maršíková, die die Experimente erarbeitet und mit dem UC2-Team schon in Workshops in Jena und den USA, in Großbritannien und Norwegen getestet hat.

UC2-Experimentierbox holt Wissenschaft an die Schulen

In Jena haben sie den Baukasten bereits an mehreren Schulen eingesetzt und beispielsweise Schülerinnen und Schüler dabei unterstützt, sich ein Fluoreszenz-Mikroskop zu bauen, um Mikroplastik nachzuweisen. „Wir haben UC2 mit unserem Smartphone kombiniert“, berichtet Emilia Walther von der Montessorischule Jena. „So konnten wir ohne größeres optisches Vorwissen kostengünstig unser eigenes Mikroskop bauen und eine einfache Methode erarbeiten, um Plastikpartikel in Kosmetika aufzuspüren.“ Mit Erfolg: Beim Regionalwettbewerb von „Jugend forscht“ holten Emilia und ihre Mitschüler Robin und Elias Anfang 2021 den ersten Platz in der Kategorie Chemie, Platz 2 im Bereich Technik.

Forschergeist und Experimentierfreude zu wecken – auch das ist die Mission von UC2. „Wir wollen moderne Techniken einem breiten Publikum zugänglich machen“, sagt Benedict Diederich, „und eine offene und kreative Mikroskopie-Community aufbauen.“ Gerade in den Homeschooling-Zeiten der Corona-Pandemie können sich Schülerinnen und Schüler ihre Lehrmaterialien so zu Hause einfach selber bauen.

www.useetoo.org

–

Publikation: Benedict Diederich, René Lachmann et al.: A Versatile and Customizable Low-Cost 3D-Printed Open Standard for Microscopic Imaging. Nature Communications 11 (2020), DOI: 10.1038/s41467-020-19447-9.

© Charlotte Siegesmund

Spuren auf der Netzhaut

Forschende erkennen mit spektroskopischen Methoden Anzeichen von Alzheimer auf der Netzhaut von Mausmodellen. Dies eröffnet Chancen, die Erkrankung künftig bereits in einem frühen Stadium nachzuweisen

Neurodegenerative Erkrankungen an den Augen erkennen, lange bevor sie ausbrechen: Diesem Ziel ist ein europäisches Forschungsteam unter Beteiligung des Leibniz-IPHT einen Schritt näher gekommen. Mithilfe eines laserbasierten Verfahrens gelingt es den Forschenden, die Netzhaut eines Alzheimer-Mausmodells von einer gesunden anhand ihres spektralen Fingerabdrucks zu unterscheiden.

Anders als bislang vorliegende Studien setzen die Forschenden nicht auf den kontrovers diskutierten Nachweis bestimmter Biomarker – etwa alzheimertypischer Eiweißablagerungen –, sondern entschlüsseln mit spektroskopischen Mitteln die biochemische Zusammensetzung der Netzhaut von Mausmodellen. So können sie minimale Veränderungen aufspüren, noch bevor sich diese auf der Netzhaut niederschlagen. Damit ließen sich Anzeichen für eine entstehende Alzheimer-Erkrankung bereits deutlich früher nachweisen, als dies mit derzeitigen Methoden möglich ist.

„In der Literatur wird beschrieben, dass feinste biochemische Modifikationen vermutlich bereits stattfinden, bevor sie sich auf der Netzhaut zeigen", erläutern Clara Stiebing und Izabella Jahn, Erstautorinnen der Studie. Während sich morphologische Veränderungen der Netzhautschichten mit der gängigen optischen Kohärenztomographie (OCT) in vivo diagnostizieren lassen, können Abweichungen in der biochemischen Zusammensetzung so jedoch nicht erkannt werden. „Hier könnte die Raman-spektroskopische Untersuchung als Zusatz zur optischen Kohärenztomographie und der Fluoreszenzbildgebung einen entscheidenden Beitrag liefern, um die Genauigkeit der Diagnose von Augenkrankheiten zu verbessern", so Jürgen Popp, wissenschaftlicher Direktor des Leibniz-IPHT.

Gemeinsam mit der Medizinischen Universität Wien und Partnern aus Deutschland und den Niederlanden arbeitet das Team vom Leibniz-IPHT an einer neuartigen Diagnoseplattform für altersbedingte Augenkrankheiten und Alzheimer. Sie kombiniert Raman-Spektroskopie mit der OCT.

Diagnostische Merkmale für die Entwicklung von Medikamenten

Ob spezifische Biomarker für eine Alzheimer-Erkrankung nichtinvasiv in der Netzhaut nachgewiesen werden können, ist in der Forschung umstritten. In einigen Studien konnten die für die Erkrankung charakteristischen Eiweißablagerungen – amyloide Plaques und Tau-Fibrillen – sowohl in menschlichen Netzhäuten wie an Mausmodellen identifiziert werden. Andere dagegen berichten vom Fehlen dieser Indizien und stellen den diagnostischen Wert des Ansatzes infrage.

Medizinisches Zulassungsverfahren in Kürze abgeschlossen

Indem die Forschenden erstmals spektroskopische Methoden zur Unterscheidung von gesunden und kranken Proben verwendet haben, zeigen sie nun einen neuen Weg auf, um eine Alzheimer-Erkrankung an der Netzhaut zu erkennen. „Wir haben zwei definierte Mausmodelle biochemisch charakterisiert", berichtet Clara Stiebing. Dabei gelang es den Forschenden, die einzelnen Schichten der Netzhaut anhand von Querschnitten über ihren unterschiedlichen Gehalt an Nukleinsäuren, Rhodopsin, Lipiden und Proteinen biochemisch zu identifizieren. Anhand von Frontalaufnahmen – die der angestrebten *In-vivo*-Anwendung näher kommen – konnten sie gesunde und kranke Maus-Retinas mit einer Genauigkeit von 86 Prozent unterscheiden. Deutliche Anhäufungen amyloider Plaques konnten weder in den Querschnitten, noch in den Frontalaufnahmen gefunden werden.

Dass spektroskopische Untersuchungen der Netzhaut – ein Augenscan per Laserlicht – theoretisch möglich sind und wertvolle Hinweise auf Krankheiten liefern können, hatte das Jenaer Forschungsteam bereits in einer früheren Studie gezeigt (siehe auch Jahresbericht 2019). „Die Frage, die es danach zu beantworten galt, war: Kann die Raman-Spektroskopie Unterschiede zwischen gesunden und kranken Netzhäuten erkennen?", erläutert Izabella Jahn. „Dass dies möglich ist, haben wir nun anhand der Retina von Mausmodellen gezeigt. Dies war wichtig, um die Hypothese zu testen, dass es bei neurodegenerativen Erkrankungen auch in der Netzhaut Unterschiede in der biochemischen Information gibt."

Die Experimente haben die Forschenden an *Ex-vivo*-Proben von Mäusen unter idealen Versuchsbedingungen durchgeführt, also ohne die Laser-Sicherheitsgrenzen für die Augenexposition einzuhalten. Es bleibe die Frage offen, ob es möglich ist, qualitativ hochwertige Raman-Spektren direkt am lebenden Menschen zu erhalten, so Clara Stiebing, „und ob diese Daten für die Erstellung robuster statistischer Methoden verwendet werden können." Man müsse natürlich vorsichtig sein, Ergebnisse aus Messungen an Mäusen auch auf den Menschen zu verallgemeinern, sagt auch Rainer Leitgeb von der Medizinischen Universität Wien, der das Projekt koordiniert. „Die neuen Ergebnisse bestärken uns jedoch in unserem konkreten Ziel, auch neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer durch einen einfachen Augenscan erkennen zu können. Auch ohne die bisher angenommenen Ablagerungen von amyloiden Plaques gibt es Veränderungen der Netzhaut, welche potentiell durch die Raman-Spektroskopie erkannt werden könnten. Damit hätte man ein objektives und vergleichbares diagnostisches Merkmal, welches auch für die Entwicklung von Medikamenten von großer Wichtigkeit wäre. Dies zeigen die Forschenden in einer Studie mit Mausmodellen. Wie spezifisch diese Veränderungen wirklich sind, müssen letztlich die angestrebten Studien am Menschen zeigen."

Die Projektpartner bauen nun an der Medizinischen Universität Wien ein Gerät, das die Raman-Spektroskopie mit der optischen Kohärenztomografie (OCT) kombiniert. Die medizinische Zulassung soll im ersten Halbjahr 2021 abgeschlossen sein, berichtet Rainer Leitgeb. Dann kann das Gerät an ersten Patientinnen und Patienten getestet werden.

moon2020.meduniwien.ac.at

–

Publikation: Clara Stiebing, Izabella J. Jahn et al.: Biochemical Characterization of Mouse Retina of an Alzheimer's Disease Model by Raman Spectroscopy. ACS Chem. Neurosci. 2020, 11, 20, 3301–3308. doi.org/10.1021/acschemneuro.0c00420

Multimodale optische Diagnostik für altersbedingte Erkrankungen des Auges und des Zentralnervensystems (MOON)

Im Projekt MOON erforschen Wissenschaftler*innen des Leibniz-IPHT zusammen mit Partnern aus Deutschland, Österreich, Frankreich und den Niederlanden neue Technologien für die Diagnose altersbedingter Augenerkrankungen und neurodegenerativer Erkrankungen. MOON wird von der Europäischen Union gefördert.

Die Energie aus Licht nutzen: Doktorandin Carolin Müller mit einem Photoreaktor © Sven Döring

Sonnenenergie nutzen in der Nacht

Forschende entwickeln ein chemisches System, das Lichtenergie sammelt und für mehrere Stunden auf einem Molekül speichert

Die Natur hat das Problem bereits gelöst: In der Photosynthese wandeln Pflanzen Kohlendioxid mit Hilfe von Sonnenlicht in chemische Verbindungen um – und zwar so, dass die in chemischen Bindungen gespeicherte Sonnenenergie auch dann zur Verfügung steht, wenn es dunkel ist. Forschende versuchen, diesen Prozess nach dem Vorbild der Natur nachzuahmen. Gelänge es, die Energie aus der Sonne ebenso effizient zu nutzen und in chemische Energie umzuwandeln wie die Natur, ließe sich der weltweite CO_2-Ausstoß drastisch verringern. Allerdings funktioniert die solargetriebene Photochemie mangels geeigneter Speichermöglichkeiten bislang nur bei Helligkeit.

Forschende vom Leibniz-IPHT und der Universität Jena haben nun einen molekularen Ansatz zur Speicherung von Sonnenenergie vorgestellt, mit dem es erstmals gelingt, photochemische Reaktionen unabhängig vom Tageslicht stattfinden zu lassen. Sie haben ein chemisches System entwickelt, das Lichtenergie sammelt und auf einem Molekül speichert. Der molekulare Speicher auf der Basis eines Kupferkomplexes entkoppelt damit photochemische Prozesse vom Tag-Nacht-Zyklus.

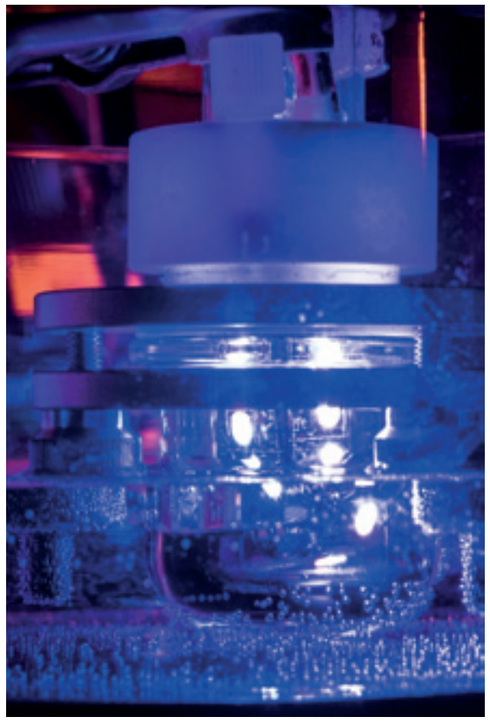
Lichtgetriebene Photochemie erstmals im Dunkeln möglich

Im Unterschied zu bisherigen Ansätzen, die auf Festkörpermaterialien basieren, erzeugen die Forschenden reaktive Photoredox-Äquivalente auf einem kleinen Molekül. Damit können sie die Lichtenergie nicht nur über eine zuvor nicht erreichte Dauer von mindestens 14 Stunden speichern, sondern sie bei Bedarf auch regenerieren.

„Die Abhängigkeit von Helligkeit und Dunkelheit war bislang eine große Hürde, wenn es darum ging, die solarbetriebene Photochemie für kontinuierliche industrielle Produktionsprozesse einzusetzen“, erläutert Erstautor Martin Schulz, der an der Universität Jena sowie in der Forschungsabteilung „Funktionale Grenzflächen“ am Leibniz-IPHT forscht. „Wir gehen davon aus, dass unsere Ergebnisse neue Möglichkeiten eröffnen, um Systeme zur Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie sowie für die Photo(redox)katalyse zu erforschen.“

Hohe Ladekapazität auch nach mehreren Zyklen

Im chemischen System, das die Jenaer Forschenden im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „CataLight“ entwickelten, befinden sich der Photosensibilisator und die Ladungsspeichereinheit auf demselben kleinen Molekül. Dies macht den intermolekularen Ladungstransfer zwischen einem separaten Sensibilisator und einer Ladungsspeichereinheit überflüssig. Das System behält auch nach vier Zyklen Dreiviertel seiner Ladekapazität bei.



Photoreaktor für die Untersuchung lichtgetriebener Reaktionen © Martin Schulz

Die Forschenden nutzen einen Kupferkomplex und somit ein Molekül, das auf einem gut verfügbaren Metall basiert, während bisherige Ansätze auf seltene und teure Edelmetalle wie Ruthenium zurückgreifen. Der doppelt reduzierte Kupferkomplex kann nach der photochemischen Aufladung gelagert und als Reagenz in Dunkelreaktionen, etwa der Reduktion von Sauerstoff, verwendet werden.

Den Ansatz erarbeiteten die Jenaer Forschenden gemeinsam mit Partnern der Universität Ulm, des Leibniz-Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden und der Dublin City University im Sonderforschungsbereich „CataLight“ („Light-driven Molecular Catalysts in Hierarchically Structured Materials – Synthesis and Mechanistic Studies“). Hier erforschen Wissenschaftlerteams der Universitäten Jena und Ulm nachhaltige Energiewandler nach dem Vorbild der Natur.

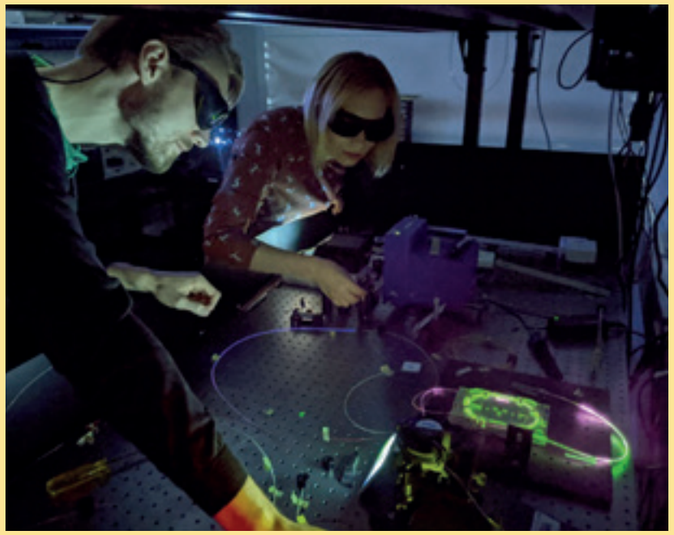
Im Rahmen des SFB hatte ein anderes Team vom Leibniz-IPHT zuletzt ein weiteres wichtiges Puzzleteil geliefert. Den Forschenden war es erstmals gelungen, reaktive Zwischenstufen in ultraschnellen Elektronentransferschritten sichtbar zu machen (nachzulesen im Jahresbericht 2019). „Für unser gemeinsames Ziel, künstliche Photosynthese zu betreiben und zu verstehen, liefert das ein mächtiges Werkzeug, um die Einzelschritte lichtgetriebener Elektronentransferreaktionen zu entschlüsseln und zu verstehen – und zwar unter Prozessbedingungen“, erläutert Martin Schulz. „Wir wiederum entkoppeln effektiv Licht- und Dunkelreaktion, indem Lichtenergie umgewandelt und gespeichert wird. Das eröffnet uns eine völlig neue Möglichkeit, Photochemie zu betreiben: Zum einen können wir die Elektronen durch die langen Speicherzeiten quasi abzählen, wenn wir sie in der Dunkelreaktion nutzen.“ Zum anderen, sagt Schulz, ermögliche das System im Prinzip eine „Photokatalyse round-the-clock“.

–

Publikation: Martin Schulz, Nina Hagmeyer, Frerk Wehmeyer, et al. (2020), Photoinduced Charge Accumulation and Prolonged Multielectron Storage for the Separation of Light and Dark Reaction. J. Am. Chem. Soc. 2020, August 22, 2020. https://doi.org/10.1021/jacs.0c03779

Licht statt Nadel und Faden

Schweißen mit ultrakurzen Laserpulsen: Forschende arbeiten an einer schonenden Methode, um Gewebe wieder zusammenzufügen



Maria Chernysheva und Doktorand Dennis Kirsch bei einem Experiment mit einem Tm-Faserlaser (lila), der von einem Erbium-Faserlaser (grün) gepumpt wird. © Leibniz-IPHT

Um Organe und Gewebe nach einem chirurgischen Eingriff wieder möglichst natürlich zu verbinden und die Funktion rasch wiederherzustellen, erweisen sich Laser zunehmend als eine schonende und wirkungsvolle Alternative. Etablierte Methoden, um Wunden durch Nähen, Klammern oder Kleben wieder zu verschließen, sind zwar gut entwickelt, jedoch kein Allheilmittel. So erlauben Kleber, einmal aufgetragen, keine Korrektur des Wundverschlusses mehr, während etwa Metallklammern keine wasserdichte Verbindung bilden, was zu Entzündungen führen kann.

Maria Chernysheva, Leiterin der Nachwuchsgruppe „Ultrakurzpuls-Faserlaser“, hat nun gemeinsam mit einem Team der britischen Aston Medical School eine multifunktionale optische Fasersonde entwickelt, mit der sich biologisches Gewebe zuverlässig wieder vereinigen lässt.

Mit einem ultraschnell gepulsten Faserlaser ist es den Forschenden gelungen, die Wände sezierter Hühnerherzen so zusammenzuschweißen, dass eine dem nativen Gewebe entsprechende, zugfeste Verbindung entstanden ist. Den Schweißprozess überwachten die Forschenden mit Hilfe von Fluoreszenzspektroskopie, die die biochemische Zusammensetzung des Gewebes erkennt. „Wir sind ganz spontan auf diese Idee gekommen“, berichtet Maria Chernysheva. „Bei einem Experiment zur Laserablation von Herzgewebe fiel uns auf, dass sich das Fluoreszenzspektrum des Gewebes während der Laserbestrahlung bei bestimmten Strahlungsparametern anders verhielt, als wir es erwarteten.“ Als sie das Spektrum untersuchten, kamen die Forschenden zu dem Schluss, dass die Zunahme der charakteristischen Peaks von Elastin, Kollagen und Methämoglobin den Beginn der Verschweißung anzeigt. Geführt durch die Fluoreszenzspektroskopie, variierten sie Laserleistung, Pulspaketdauer und Belichtungsrate und fanden schließlich das effektivste Verfahren. Im Vergleich zum konventionellen modengekoppelten Betrieb ermöglicht dies eine schonendere und zugleich tiefergehende Verschweißung des Gewebes.

Schnellere Heilung, weniger Komplikationen

„Im Vergleich zum konventionellen Nähen ist das Laserschweißen potenziell weniger traumatisch sowie für die Chirurginnen und Chirurgen einfacher und schneller durchzuführen“, erläutert Maria Chernysheva. „Die Heilung wird beschleunigt. Die Wunde ist sofort dicht verschlossen, das Risiko postoperativer Komplikationen sinkt.“ So würden Fremdkörperreaktionen vermieden; die Gefahr von Nekrosen – ein Absterben von Gewebe – an den Rändern werde ebenso minimiert wie die Bildung einer großen Narbe.

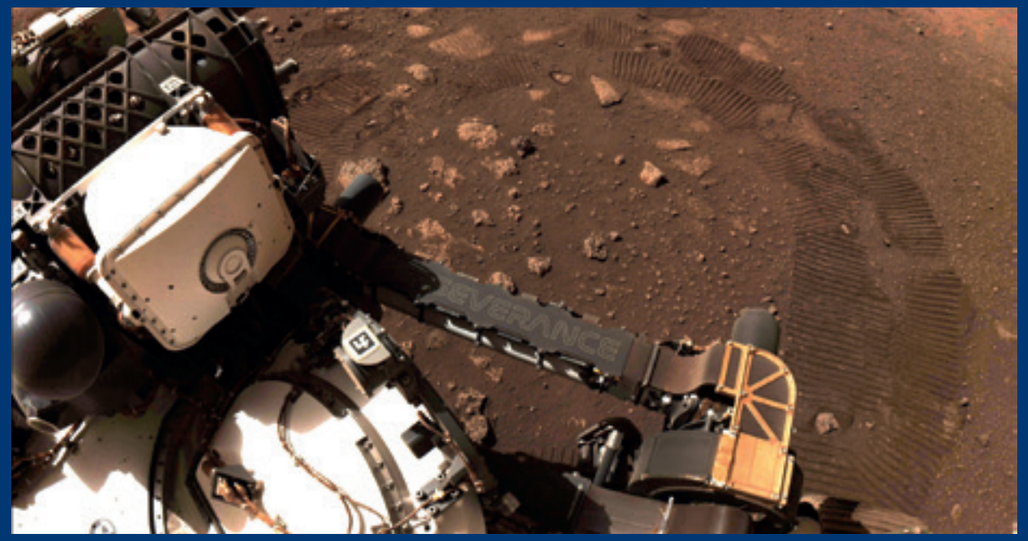
In einem nächsten Schritt wollen die Forschenden ihren Ansatz für die minimalinvasive Chirurgie nun auf andere biologische Gewebe ausweiten und das Laserschweißen von Gewebe für die In-vivo-Anwendung erforschen. Eine Langzeitstudie an Tiermodellen soll zeigen, wie sich das Laserschweißen auf die Dynamik der Wundheilung auswirkt.

–

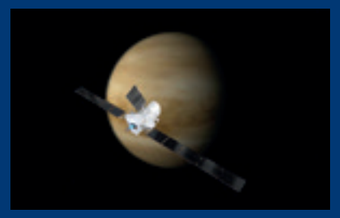
Publikation: Karina Litvinova, Maria Chernysheva, Berthold Stegemann, Francisco Leyva: Autofluorescence guided welding of heart tissue by laser pulse bursts at 1550 nm. Biomedical Optics Express. 2020 Nov 1; 11(11): 6271–6280. DOI: 10.1364/boe.400504

Expedition ins Weltall

Die einen auf Stippvisite bei der Venus, die anderen im Einsatz auf dem Mars: 2020 gingen Thermosensoren aus dem Leibniz-IPHT auf zwei spektakuläre Weltraum-Missionen



Die erste Fahrt von Perseverance auf dem Mars am 4. März 2021. Das Bild wurde von den Navigationskameras des Rovers aufgenommen. © NASA / JPL-Caltech



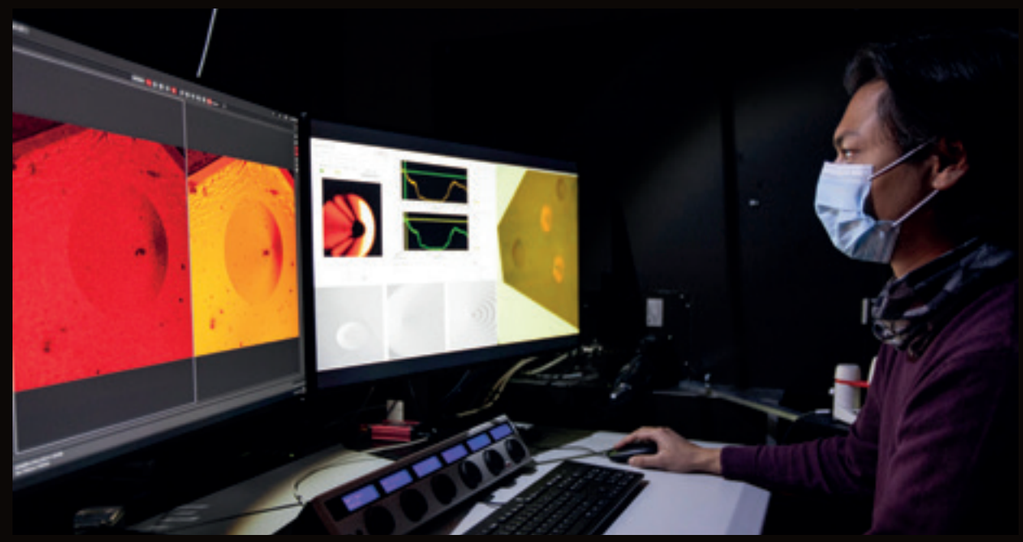
BepiColombo im Vorbeiflug an der Venus © ESA / ATG Medialab

Touchdown confirmed. Überall auf der Welt fieberten Menschen vor ihren Bildschirmen mit, als der Mars-Rover Perseverance im Februar 2021, ein gutes halbes Jahr nach dem Start, auf dem Roten Planeten landete. Mit an Bord: Thermosensoren aus dem Leibniz-IPHT. Sie tragen zu einem der Ziele der NASA-Mission bei – zu erkunden, wie das Wetter auf dem Mars ist.

Als Teil eines Instrumentenpakets, das die spanische Weltraumorganisation INSA entwickelt hat, messen die Sensoren berührungslos die Temperaturen an der Oberfläche des Jezero-Kraters, in dem der Rover gelandet ist. Sie beruhen auf dem thermoelektrischen Wandlungsprinzip und kommen ohne Stromversorgung aus. Für die weltraumerprobte Technik aus dem Leibniz-IPHT ist es schon die dritte Entsendung auf den Mars. Auch im Rover Curiosity, der seit 2012 auf dem Planeten im Einsatz ist, und in dem im November 2018 abgesetzten Lander In-Sight sind die Sensoren des Instituts verbaut worden.

Eine weitere Mission mit Jenaer Sensoren an Bord passierte im Oktober 2020 die Venus – ein Vorbeiflug der europäisch-japanischen Sonde BepiColombo auf ihrer fast neun Milliarden Kilometer weiten Reise zum Merkur. Den Sensor haben die Jenaer speziell für diese Mission entwickelt. Er misst ebenfalls höchst genau und berührungslos die Temperatur, leistet darüber hinaus aber noch deutlich mehr Operationen auf einmal als der Mars-Sensor, berichtet Gabriel Zieger, in dessen Arbeitsgruppe Thermosensorik er entwickelt wurde. Der robuste Sensor soll die mineralogische Zusammensetzung des kleinsten und bislang am wenigsten erforschten Planeten erkunden – und das unter Extrembedingungen: bei tagsüber bis zu 430, nachts minus 180 Grad Celsius, gewappnet gegen den Sonnenwind und hohe Strahlung.

„Ein Weltraum-Einsatz ist jedes Mal aufs Neue eine Herausforderung“, sagt Gabriel Zieger. „Denn man hat nur einen Versuch: Man kann die Sensoren vorher nicht im Einsatzgebiet testen und ist die Mission einmal gestartet, müssen sie funktionieren. Wir haben keine Möglichkeit, noch etwas nachzujustieren.“ Bisher, fügt er hinzu, hat es aber immer geklappt.



Parijat Barman, Doktorand im SFB NOA, vor einem nicht-linearen Raman-Aufbau zur Aufnahme der SECARS-Spektren an plasmonischen Nanostrukturen. Sie dienen der Erhöhung der Empfindlichkeit der Raman-Spektroskopie hin zur Aufnahme von Raman-Spektren einzelner Moleküle. © Daniel Siegesmund

Chemische Reaktionen in Großaufnahme

Was sich zwischen Atomen und Molekülen abspielt, wenn sie miteinander reagieren, lässt sich bisher nicht direkt beobachten. Ein Team um Jürgen Popp und Jer-Shing Huang hat eine Strategie entwickelt, um die schwachen Signale ihrer Wechselwirkung mit Licht zu verstärken – ein entscheidender Schritt, um künftig mitten in eine chemische Reaktion hinein sehen zu können

Wir fördern Wissen „zu Tage“. Wenn wir eine Erkenntnis gewinnen, „geht uns ein Licht“ auf. Metaphern über die erkenntnisstiftende Wirkung von Licht gibt es viele. Und das nicht ohne Grund: „Wenn wir etwas über unsere Umwelt lernen wollen, über Materie und Moleküle, die uns umgeben und die grundlegenden Prozesse, die darin ablaufen, brauchen wir Licht“, sagt Jürgen Popp. „Angefangen von einfachsten Mikroskopen bis zu modernsten Bildgebungsverfahren, die auf der Wechselwirkung von Laserlicht mit Materie beruhen, ist Licht der Schlüssel zu dem, was wir sehen.“ Popp und seine Teams am Leibniz-IPHT und am Institut für Physikalische Chemie der Universität Jena forschen an spektroskopischen Methoden, die es ermöglichen, mitten in eine chemische Reaktion hinein sehen zu können.

Dafür optimieren sie die Raman-Spektroskopie – ein spektroskopisch-analytisches Verfahren, das bereits vielfältig Anwendung findet, etwa in der Analytik von Trinkwasser, Nahrungsmitteln oder der klinischen Diagnostik zum Nachweis von Krankheitserregern. Mittels Raman-Spektroskopie lässt sich berührungslos jedes Material und jedes Molekül eindeutig identifizieren. „Das Spektrum einer Probe gleicht einem chemischen Fingerabdruck“, veranschaulicht Michael Schmitt aus Popps Team. Allerdings: Der dem Raman-Signal zugrundeliegende Effekt der inelastischen Lichtstreuung ist ein schwacher Prozess; wollen die Forschenden Einzelmoleküle betrachten, müssen sie die Signale verstärken, um sie überhaupt messen zu können.

Genau daran arbeiten Jürgen Popp und Michael Schmitt gemeinsam mit Jer-Shing Huang, Leiter der Forschungsabteilung Nanooptik am Leibniz-IPHT, im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „Nonlinear optics down to atomic scales“ an der Universität Jena. Ende 2020 haben sie einen ersten entscheidenden Schritt gemacht: Mit Partnern aus Taiwan kombinierten die Jenaer Forscher zwei Methoden, um das Raman-Signal effektiv zu verstärken.

Schwaches Raman-Signal wird plasmonisch verstärkt

Zum einen nutzen sie dafür plasmonische Nanostrukturen. Mit solchen optischen Antennen lassen sich selbst nanometerkleine Bereiche ausleuchten und so die Auflösung bildgebender Verfahren erhöhen. Hier nutzen die Forschenden plasmonische Strukturen jedoch, um das schwache Raman-Signal selbst zu verstärken: In den Nanostrukturen werden die Elektronen mit einem Laser zu sogenannten Oberflächenplasmonen angeregt. Dadurch entsteht ein starkes elektrisches Feld, mit welchem Moleküle absorbiert werden und an den Nanostrukturoberflächen wechselwirken können. Durch dieses „Surface-enhanced Raman scattering“ (SERS) wird die Wechselwirkung zwischen Raman-Anregungslicht und den zu untersuchenden Molekülen verstärkt und damit auch die Intensität der Raman-Streuung.

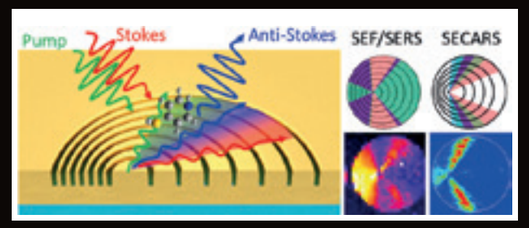
Nanostrukturen aus Gold

Für die Experimente nutzt das Forschungsteam Nanostrukturen aus Gold. Diese werden in spiegelglatte, nur Hunderte von Mikrometer breite und etwa 300 Nanometer dünne Einzelkristalle, sogenannte Goldflakes, gefräst. „Wir verwenden unterschiedliche Größen und Formen der Nanostrukturen und wollen herausfinden, wie sich das Design auf den plasmonischen Effekt auswirkt“, erläutert Jer-Shing Huang. Dabei gehen die Forschenden höchst planvoll vor: Von theoretisch arbeitenden Gruppen des SFB um Stefanie Gräfe und Ulf Peschel von der Universität Jena lassen sie zunächst die Wechselwirkung der Strukturen mit Licht am Computer modellieren, um daraus für den jeweils gewünschten Effekt die optimalen Designparameter abzuleiten.

Plasmonische Nanostrukturen

Dabei handelt es sich um winzige optische Antennen. Wie bei Radio- oder Fernsehantennen, lassen sich mit optischen Antennen elektromagnetische Wellen an einem Ort konzentrieren und die Welle in einen elektrischen Strom umwandeln oder umgekehrt ein elektrisches Signal in Form einer Welle abstrahlen. Die Länge der Antenne ist dabei an die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung angepasst. Anders als Radiowellen mit einer Wellenlänge von mehreren Metern weist sichtbares Licht Wellenlängen von nur ca. 380 bis 780 nm auf. Optische Antennen müssen also extrem klein sein. Erst die Entwicklung der Nanotechnologie in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts ermöglichte es, so kleine Strukturen herzustellen.

Werden die Nanostrukturen beleuchtet, interagieren die elektromagnetische Lichtwelle und die beweglichen Leitungselektronen im Metall. Die Elektronen werden in kollektive Schwingungen versetzt, die als Oberflächenplasmonpolaritonen, kurz Plasmonen, bezeichnet werden. Damit lassen sich sehr viel kleinere Strukturen ausleuchten und detektieren als mit einem gewöhnlichen Lichtmikroskop.



Mit SERS- und SECARS-Verfahren verstärken die Forschenden das Raman-Signal. © ACS Nano 2021, 15, 1, 809-818

Neben dem SERS-Verfahren wenden die Forschenden eine weitere Möglichkeit an, das Raman-Signal zu verstärken: Durch nichtlineare Wechselwirkungen zwischen Licht und Material wird das über intensive Kurzpulslaser angeregte Raman-gestreute Licht kohärent gebündelt. Das „Coherent anti-Stokes Raman Scattering“ (CARS) führt dadurch ebenfalls zu verstärkten Raman-Signalen.

Mit diesem Know-how, so das Fazit der Forschenden, lasse sich die Nachweisgrenze der Raman-Spektroskopie wesentlich verbessern. „Zu den bestehenden Vorteilen des Verfahrens – etwa dass man die Probemoleküle direkt ohne Farbstoffe verwenden kann – kommt nun eine hohe Sensitivität hinzu“, macht Jürgen Popp deutlich. Das Ziel, ergänzt Michael Schmitt, sei es, die Methodik soweit zu verfeinern, dass sich damit chemische Reaktionen an Einzelmolekülen direkt beobachten lassen, „der Traum eines jeden Chemikers“.

www.noa.uni-jena.de

–

Publikation: Lei Ouyang et al.: Spatially Resolving the Enhancement Effect in Surface-Enhanced Coherent Anti-Stokes-Raman Scattering by Plasmonic Doppler Gratings, ACS Nano 2021, DOI: 10.1021/acsnano.0c07198

Mit einem Raman-Mikrospektroskop erfasst Doktorand Marcel Dahms die spezifischen Schwingungsspektren von auf einem Chip gefangenen Bakterien.

© Sven Döring

Schritt in Richtung Klinik

Europäische Labore wollen Standards für Raman-Spektroskopie schaffen. Dazu hat das Leibniz-IPHT den bis dato größten europäischen Laborvergleich ins Leben gerufen

Ist das Gewebe gesund oder krankhaft verändert? Wirkt das Antibiotikum gegen den Keim oder ist er dagegen resistent? Mithilfe der Raman-Spektroskopie lassen sich derartige Fragen schnell und präzise beantworten. Eine Herausforderung für den Einsatz der lichtbasierten Analysemethode im klinischen Alltag besteht jedoch darin, dass die Ergebnisse empfindlich von den jeweiligen Messbedingungen abhängen. Um Lösungen für diese Herausforderung zu schaffen, hat das Leibniz-IPHT den bis dato größten europäischen Laborvergleich ins Leben gerufen.

Mittels der Raman-Spektroskopie lassen sich biologische Proben in Diagnostik, Mikrobiologie, Forensik oder Pharmakologie über den einzigartigen Fingerabdruck der Moleküle präzise charakterisieren. „Allerdings enthalten die Ergebnisse auch noch weitere Fingerabdrücke: jene des Messsystems, zum Beispiel des Raman-Spektrometers“, erläutert Thomas Bocklitz, Leiter der Forschungsabteilung „Photonic Data Science“. So könne dieselbe Probe zu unterschiedlichen Raman-Spektren führen, wenn sie mit verschiedenen Aufbauten, unter unterschiedlichen Bedingungen oder zu unterschiedlichen Zeiten gemessen werde, so Bocklitz, der auch an der Friedrich-Schiller-Universität Jena tätig ist.

Auf Initiative des Leibniz-IPHT haben nun 86 Forschende aus 15 Institutionen in sieben europäischen Ländern die Vergleichbarkeit von Raman-spektroskopischen Geräten mit unterschiedlichen Konfigurationen auf den Prüfstand gestellt. Die Europäische Union förderte das Projekt „Raman4Clinics“ als COST-Aktion (European Cooperation in Science and Technology). Mit dem bis dato größten Laborvergleich von Raman-Spektroskopie-Experimenten sei die Studie ein wichtiger Schritt auf dem Weg, die Raman-Spektroskopie in die klinische Anwendung zu bringen, so Jürgen Popp, Sprecher des „Raman4Clinics“-Konsortiums.

Open Source entscheidend für gemeinsame Standards

Fazit des Teams ist eine klare Empfehlung sowohl an die Hersteller von Spektrometern wie an die wissenschaftliche Community der Raman-Spektroskopie. „Hersteller und Wissenschaftler sollten die Kalibrierung des Spektrometers standardmäßig durchführen und die entsprechenden Software-Module Open Source zur Verfügung stellen“, so Thomas Bocklitz. Dies sei ein praktikabler und attraktiver erster Schritt, um den Einfluss messtechnisch bedingter Effekte auf die Raman-Signale zu korrigieren.

Entscheidend sei auch, dass sowohl Hersteller wie Forschende ihre Daten offen zugänglich machten. „Wir ermutigen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, aktiv zum Aufbau größerer Datenbanken beizutragen“, appelliert Thomas Bocklitz. „Dies wäre eine enorm wertvolle Ressource, um maschinelle Lern-Modelle und chemometrische Verfahren zu erstellen, die tolerant gegenüber unerwünschten Abweichungen sind.“

Die Ergebnisse des Forschungsteams, das nach der Untersuchung einfacher Substanzen wie Polystyrene und Paracetamol nun komplexe biologische Proben in den Blick nimmt, fließen in die nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) ein. Diese von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte vernetzte Struktur soll die Datenbestände von Wissenschaft und Forschung systematisch erschließen, nachhaltig sichern und zugänglich machen.

„Unsere Daten tragen dazu bei, zu einheitlichen Standards für die Raman-Spektroskopie zu kommen“, erläutert Bocklitz, der offizieller Mitwirkender („Participant“) im Chemie-Konsortium der NFDI (NFDI4Chem) ist. Ziel ist es, international verbindliche Protokolle für die Raman-Spektroskopie auf den Weg zu bringen. „Wir hoffen, dass wir mit unserer Studie die wissenschaftliche Community der Raman-Spektroskopie dazu bewegen, sich für solche gemeinsamen Standards einzusetzen“, betont Thomas Bocklitz. „Nur so können wir das ganze Potential dieser leistungsstarken nicht-invasiven Methode für die Anwendung in der Klinik ausschöpfen.“

–

Publikation: Thomas Bocklitz et al., Comparability of Raman Spectroscopic Configurations: A Large Scale Cross-Laboratory Study, Anal. Chem. 2020, 92, 24, 15745–15756. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c02696

Neues Standardwerkzeug für die Mikrobiologie

Zu erfahren, was passiert, wenn Mikroorganismen untereinander oder mit höher entwickelten Lebewesen interagieren, kann für Menschen sehr wertvoll sein. Bakterien beispielsweise produzieren bei solchen Prozessen häufig Substanzen, die die Grundlage für neue Arzneiwirkstoffe oder Antibiotika liefern könnten. Um solche Prozesse zu beobachten, nutzen Forschende moderne Bildgebungsverfahren wie die Raman-Spektroskopie.

Um Mikrobiologinnen und Mikrobiologen an der Friedrich-Schiller-Univewrsität Jena zu ermöglichen, diese leistungsstarke Technologie für die Untersuchung biologischer Proben und Biomoleküle zu nutzen, stellt das Forschungsteam der Arbeitsgruppe von Jürgen Popp ihnen nun ein Raman-Mikroskop zur Verfügung und unterstützt sie bei der Anwendung. Das Land Thüringen fördert dies im Rahmen des Projektes „Untersuchung mikrobieller Interaktionen mithilfe von Raman-Spektroskopie“ – kurz: „MICROVERSE-Raman“ – mit 400.000 Euro. Die neue Raman-Technologie wird ein wesentlicher Baustein im „Imaging Center“ des Exzellenzclusters „Balance of the Microverse“ sein, das verschiedene moderne Bildgebungsverfahren bereithält.

Meldungen aus der Forschung

Schnelltest auf gefährliche Tropenkrankheit

Bakterienkolonie des Melioidose-Erregers Burkholderia pseudomallei. Den abgebildeten Erreger isolierte Forscher Stefan Monecke aus einer Probe eines deutschen Reiserückkehrers aus Asien. © Stefan Monecke; JMM Case Reports

Die Infektionskrankheit Melioidose – auch bekannt als Pseudorotz – ist in Südostasien und Nordaustralien sowie in tropischen Regionen Afrikas und Südamerikas verbreitet. Der Erreger kommt in Böden und Gewässern, etwa in Reisfeldern, vor – ein Bakterium, das bereits von Natur aus resistent gegen zahlreiche Antibiotika ist. Melioidose ist schwer zu behandeln, die Sterblichkeit hoch. Das größte Hindernis, sie erfolgreich zu bekämpfen, besteht bislang darin, dass die Infektion wegen ihres unspezifischen klinischen Verlaufs oft nicht rechtzeitig erkannt wird.

Das Team der Forschungsabteilung „Optisch-molekulare Diagnostik und Systemtechnologie“ hat nun mit der Weimarer Diagnostikfirma Senova und weiteren nationalen und internationalen Partnern einen Schnelltest entwickelt, der innerhalb von 15 Minuten Klarheit liefert. Der günstige Blutserum-Streifentest erfüllt in Risikogebieten wie Thailand erstmals die Anforderungen, um in die diagnostische Routine Einzug zu halten und sie deutlich zu verbessern – eine zuverlässige Alternative zu teuren und aufwendigen Labortests gibt es in den betroffenen Ländern bislang nicht. Senova – Industriepartner im InfectoGnostics-Netzwerk – entwickelt den Test nun für die Märkte in Asien und Australien weiter.

Publikation: Wagner GE et al. (2020) Melioidosis DS rapid test: A standardized serological dipstick assay with increased sensitivity and reliability due to multiplex detection. PLOS Neglected Tropical Diseases 14(7): e0008452. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008452

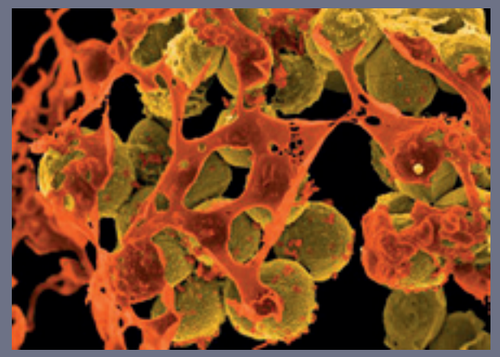
Vergiftete Zellen automatisiert erkennen

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IPHT, des Universitätsklinikums Jena und der TU Ilmenau entwickeln eine Auswerteplattform, mit deren Hilfe Zellreaktionen auf giftige Stoffe frühzeitig und effektiv festgestellt werden können. Die Plattform soll in der Wirkstofftestung oder für neue diagnostische Verfahren eingesetzt werden. Der Forschungsverbund MorphoTox erhält über 600.000 Euro Förderung vom Land Thüringen.

Das Forschungsteam vom Leibniz-IPHT untersucht die veränderte Gestalt der vergifteten Zellen mittels spektroskopischer Bildgebungsverfahren, beispielsweise der multimodalen Bildgebung. Die Analyse der gewonnenen Bilddaten ist der zweite große Projektteil. „Neben einer verlässlichen Korrektur von Messartefakten besteht die Herausforderung in der Zusammenführung der Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungsverfahren“, so Thomas Bocklitz, Leiter der Forschungsabteilung „Photonic Data Science“. Die entsprechend bearbeiteten Messdaten sollen als Trainingsdaten für Algorithmen des maschinellen Lernens dienen, auf denen die entstehende Auswerteplattform basiert.

Mögliche Anwendungen der Plattform sind nicht nur die Toxizitätstests von Wirkstoffkandidaten, bei denen die frühzeitige Erkennung giftiger Zellreaktionen hilft, kostspielige Tier- oder Patientenstudien einzusparen. Denkbar wäre der Einsatz auch zum Nachweis gewollter giftiger Reaktionen, zum Beispiel beim Test neuer Chemotherapeutika. Analysen an Zelllinien, die aus Patientenproben gewonnen werden, könnten zudem als individualisierte Toxizitätstests zu personalisierten Therapieentscheidungen beitragen.

Tests scheitern an neuen multiresistenten Keimen



Digital gefärbte Aufnahme eines MRSA-Stamms, der mit einem Rasterelektronenmikroskop aufgenommen wurde © NIAID

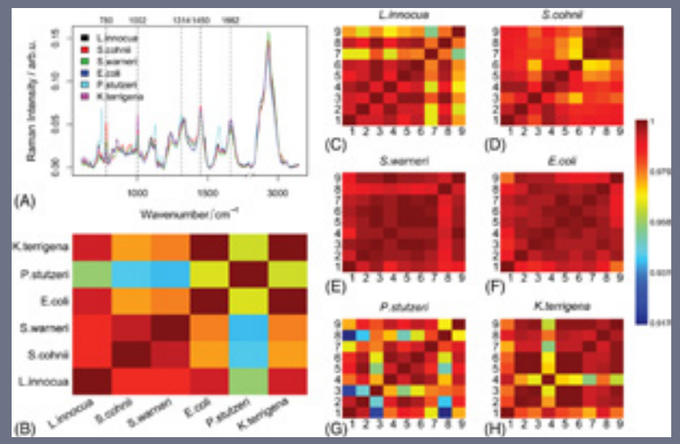
Zwei marktführende Schnelltests können einen neuen multiresistenten Bakterienstamm nicht erkennen. Das hat ein Team der Forschungsabteilung „Optisch-molekulare Diagnostik und Systemtechnologie“ und des InfectoGnostics-Forschungscampus mit internationalen Partnern herausgefunden. Die Forschenden zeigen, dass ein neuer Bakterienstamm, der sich in Europa zunehmend verbreitet, sein Genom so verändert hat, dass einige der marktführenden PCR-Tests ihn nicht mehr korrekt als MRSA erkennen.

Ursprung des neuen Erregers mit dem Namen „European CC1-MRSA-IV“ ist vermutlich Südost-Europa. Auch in Irland, Italien, Deutschland und Österreich wurde der MRSA-Stamm nachgewiesen. MRSA sind Bakterien der Art *Staphylococcus aureus*, die gegen das Antibiotikum Methicillin und auch die meisten anderen Antibiotika resistent, also unempfindlich werden.

Die falsch-negativen Testergebnisse könnten zu Fehlentscheidungen bei der Antibiotika-Therapie führen und Maßnahmen zur Infektionsprävention in Kliniken verzögern, warnen die Forschenden.

Publikation: Stefan Monecke et al., An epidemic CC1-MRSA-IV clone yields false-negative test results in molecular MRSA identification assays: a note of caution, Austria, Germany, Ireland, 2020. Euro Surveill. 2020;25(25):pii=2000929. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.25.2000929

Internationales Ausbildungsnetz im Kampf gegen Infektionskrankheiten



Mittlere Spektren und Korrelationskoeffizienten des Bakterien-Datensatzes. (A) Mittlere Spektren von jeder Spezies, berechnet aus allen Chargen. (B) Intergruppen Korrelationskoeffizienten, berechnet aus dem mittleren Spektrum jeder Spezies. (C)-(H) Inter-Replikat-Korrelationskoeffizienten der verschiedenen Spezies, berechnet aus dem mittleren Spektrum von jeder Charge von der gleichen Spezies.

Sie gehören zu den häufigsten Todesursachen weltweit, nicht erst seit dem Ausbruch der Corona-Pandemie. Infektionskrankheiten werden von meist mikroskopisch kleinen Organismen wie Bakterien, Viren, Pilzen oder Parasiten verursacht und von Mensch zu Mensch übertragen. Um junge Forschende dazu zu befähigen, innovative Verfahren für eine bessere Diagnostik und Behandlung von Infektionskrankheiten zu entwickeln, ist 2020 das europäische Marie-Skłodowska-Curie-Ausbildungsnetzwerk IMAGE-IN an den Start gegangen.

Koordiniert vom Leibniz-IPHT, bieten führende Einrichtungen aus Forschung und Medizin in diesem von der Europäischen Union geförderten International Training Network (ITN) gemeinsam mit Unternehmen aus Deutschland und Portugal internationalen Nachwuchsforschenden eine exzellente Ausbildung auf dem Gebiet von Bildgebung und Datenanalyse. Das Programm umfasst Stationen in verschiedenen Partner-Einrichtungen, etwa am Universitätsklinikum Jena sowie bei der portugiesischen Software-Firma BMD in Aveiro.

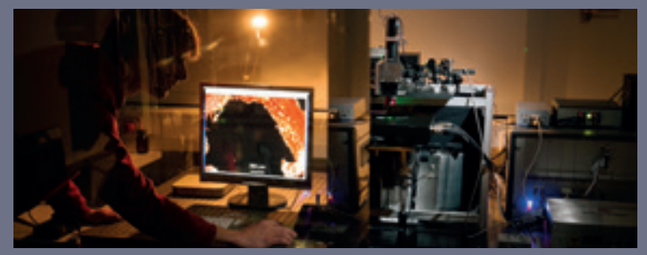
„Die Forschenden erhalten Einblicke in den medizinischen Bedarf und erlernen bildgebende und spektroskopische Techniken“, erläutert Ute Neugebauer, deren Forschungsabteilung „Klinisch-spektroskopische Diagnostik“ an IMAGE-IN beteiligt ist. Dazu gehört die molekulare Bildgebung sowie die mehrskalige Visualisierung von Infektionen und Wirtsreaktionen für eine genaue Diagnostik und personalisierte Behandlung.

„Um aus den großen, multidimensionalen Datenmengen, die die bildgebenden Verfahren produzieren, die entscheidenden Informationen herausziehen zu können, vermitteln wir die Fähigkeit mit diesen Daten umzugehen und sie zu analysieren“, ergänzt Thomas Bocklitz, Leiter der Forschungsabteilung „Photonic Data Science“. Um die Pathogenese schwer zu behandelnder Infektionen besser zu verstehen, kombinieren die Forschenden Daten aus unterschiedlichen bildgebenden Verfahren. Ebenfalls maßgeblich an dem Ausbildungsnetz beteiligt sind die Forschungsabteilungen „Spektroskopie / Bildgebung“ und „Mikroskopie“ mit Jürgen Popp und Rainer Heintzmann.

IMAGE-IN: Imaging Infections – integrated, multiscale visualization of infections and host response

www.image-in-itn.eu

Den zellulären Ursprüngen von Krebs auf der Spur



Tobias Meyer-Zedler erforscht laserbasierte, multimodale Bildgebungsverfahren, um Biomoleküle in Zellen, Geweben und Organen darzustellen.
© Sven Döring

Jenaer Forschende wollen mit europäischen Partnern aus Forschung, Medizin und Industrie eine neuartige Mikroskopie-Technologie entwickeln und auf den Markt bringen. Sie soll dazu beitragen, den zellulären Ursprüngen von Krebskrankheiten auf die Spur zu kommen und die Präzisionsmedizin entscheidend voranbringen. Mit diesem Ziel startete das Team vom Leibniz-IPHT, dem Universitätsklinikum Jena (UKJ) und dem Lasersystem-Hersteller Active Fiber Systems im Dezember 2020 das länderübergreifende transdisziplinäre Forschungsprojekt CRIMSON (Coherent Raman Imaging for the Molecular Study of the Origin of Diseases). Koordinator ist das Politecnico di Milano.

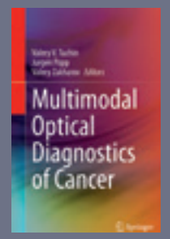
Gemeinsam mit weiteren führenden Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus Italien, Großbritannien und Frankreich entwickeln sie ein biophotonisches Bildgebungsgerät, basierend auf der kohärenten Raman-Mikroskopie der nächsten Generation für die biomedizinische Forschung. Es kombiniert fortschrittliche Lasertechniken mit Datenanalyse durch künstliche Intelligenz. Die Europäische Kommission fördert das Projekt über 42 Monate mit mehr als 5 Millionen Euro.

Innovative Mikroskopie-Technik für die Bildgebung im Körperinneren

„Unser Ziel ist es, eine innovative, markierungsfreie Mikroskopie-Technologie auf den Markt und in die Klinik zu bringen, die es ermöglicht, anhand eines molekularen Fingerabdrucks Veränderungen in Zellen zu erkennen“, erläutert Jürgen Popp. Das mikroskopische Verfahren soll perspektivisch auch für die endoskopische Bildgebung im Körperinneren eingesetzt werden und eine schnelle, hochpräzise Gewebe-Diagnostik ermöglichen. „Diese innovative Technologie wird uns die Möglichkeit geben, die Interaktion zwischen Krebszellen im Kopf- und Halsbereich und den Zellen des Immunsystems besser zu verstehen“, ergänzt Orlando Guntinas-Lichius, Direktor der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde am UKJ. Für das geplante Gerät entwickelt das Jenaer Unternehmen Active Fiber Systems (AFS) einen neuartigen kompakten Faserlaser, der es zukünftig ermöglicht, dass das erforschte mikroskopische Verfahren direkt in der Klinik eingesetzt werden kann.

www.crimson-project.eu

Laserlicht spürt Tumore auf: Wie optische Technologien die Krebsdiagnostik verbessern

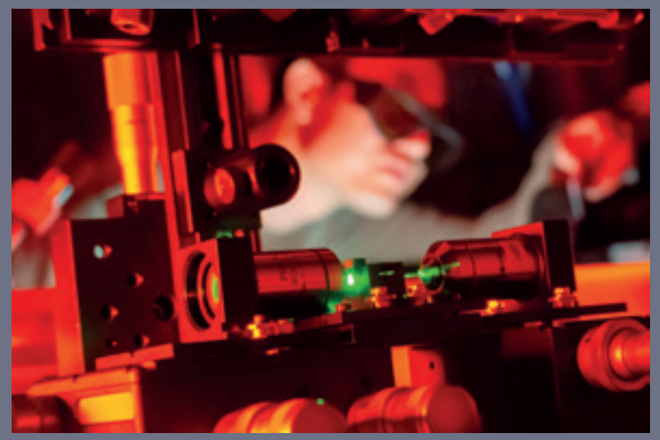


Einen wissenschaftlichen Überblick über neueste optische Methoden für die nicht-invasive Erkennung und Behandlung von Krebserkrankungen geben die internationalen Biophotonik-Experten Jürgen Popp, Valery V. Tuchin und Valery Zakharov im Sammelband „Multimodal Optical Diagnostics of Cancer“. Er dient als Wegweiser durch die optischen Ansätze für Krebsdiagnostik und Screening, für die Langzeitüberwachung bis hin zur bildgesteuerten Intervention.

„Lichtbasierte Methoden sind ein zukunftsweisendes Werkzeug, um die Früherkennung und die Diagnose von Krebserkrankungen zu erleichtern“, erläutert Jürgen Popp. „Der multimodale Ansatz liefert eine Vielzahl an Informationen: etwa zu Struktur und Morphologie des Gewebes und zu seiner molekularen Zusammensetzung. Das hilft Medizinerinnen und Medizinern, eine exakte Diagnose zu stellen und die entsprechende Behandlung zu wählen.“ Die rasanten Fortschritte in den photonischen Technologien beförderten die Erforschung neuer diagnostischer Verfahren, so die Autoren. So könnten neuartige faseroptische Instrumente einen Weg zu einer minimal-invasiven Medizin eröffnen.

Publikation: Jürgen Popp, Valery V. Tuchin, Valery Zakharov (Hg.): Multimodal Optical Diagnostics of Cancer. Springer, Heidelberg 2020. ISBN 978-3-030-44593-5

Intelligente Nanomaterialien für die Photonik



Doktorand Quyet Ngo von der Universität Jena untersucht optische Fasern, die durch 2D-Materialien funktionalisiert wurden.

© Jens Meyer / Universität Jena

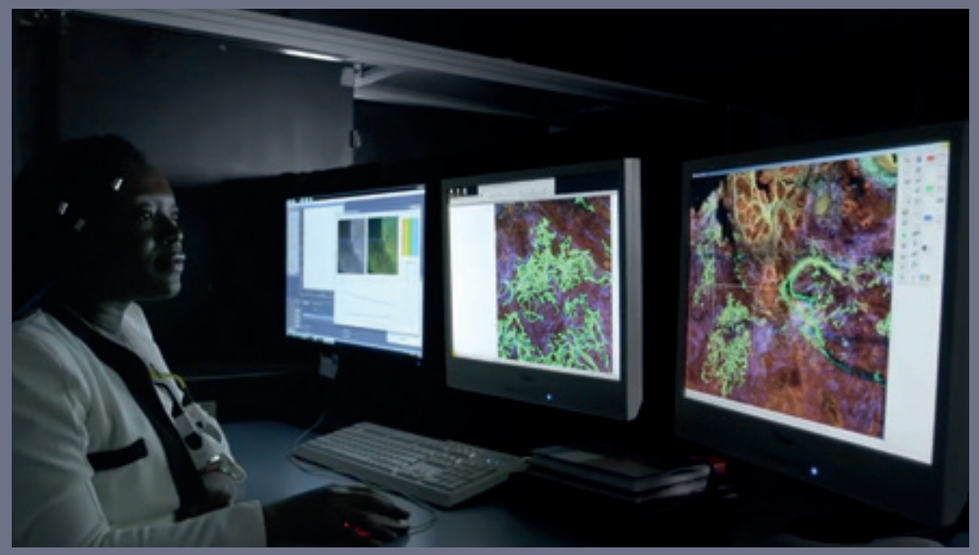
Jenaer Forschenden ist es gemeinsam mit australischen Kolleginnen und Kollegen gelungen, erstmals 2D-Materialien direkt auf optischen Fasern wachsen zu lassen. Das Verfahren vereinfacht die bisher sehr aufwändige Herstellung hybrider Nanomaterialien deutlich. In Kombination mit Lichtwellenleitern ermöglichen 2D-Materialien mit herausragenden optischen Eigenschaften neue Anwendungen im Bereich der Sensorik, der nichtlinearen Optik und der Quantenelektronik.

Das Forschungsteam integrierte ein 2D-Material mit exzellenten optischen und photonischen Eigenschaften in speziell entwickelte Glasfasern. Das Wachstumsverfahren entwickelte ein Team um den Graphen-Experten Andrey Turchanin am Institut für Physikalische Chemie der Universität Jena; die Faser stammt von Markus Schmidt, der am Leibniz-IPHT die Forschungsabteilung Faserphotonik leitet und an der Universität eine Stiftungsprofessur für Faseroptik innehat. Als Substrat für die Faser dient reines Quarzglas, erläutert Markus Schmidt. „Es ist hitzebeständig bis 2.000 Grad Celsius und hält die hohen Temperaturen des Wachstumsverfahrens hervorragend aus. Ihr geringer Durchmesser und ihre Biegsamkeit machen die Faser zu flexibel einsetzbaren Lichtwellenleitern“, so Schmidt.

Zur Anwendung kommen könnte das System für Sensortechnik in Biotechnologie oder Medizin, als nichtlinearer Lichtkonverter bei spektroskopischen Untersuchungen sowie in der Quantenelektronik und Quantenkommunikation.

Publikation: G. Quyet Ngo et al. (2020): Scalable functionalization of optical fibers using atomically thin semiconductors, Advanced Materials, https://doi.org/10.1002/adma.202003826

Know-how für die Krebsforschung der Zukunft



Doktorandin Elsie Quansah nimmt multimodale CARS / SHG / TPEF-Bilder von Proben entzündlicher Darmerkrankungen auf.

© Leibniz-IPHT

Um Nachwuchsforschende dazu zu befähigen, innovative lichtbasierte Verfahren für die Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen zu entwickeln, hat sich das Leibniz-IPHT mit weiteren profilierten Forschungseinrichtungen, Kliniken und Unternehmen aus sieben europäischen Ländern zu einem Ausbildungsnetzwerk für Promovierende zusammengeschlossen. 15 Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler erhalten in dem von der Europäischen Kommission geförderten Programm PHAST (Photonics for Healthcare: multiscAle cancer diagnosiS and Therapy) eine exzellente, fachübergreifende Qualifizierung auf dem zukunftsweisenden Forschungsgebiet der Biophotonik.

Im Fokus des dreijährigen PhD-Programms steht die Entwicklung innovativer Instrumente und nicht-invasiver Methoden für die Krebs-Diagnostik und -Therapie. „Unser Ziel ist es, in enger Zusammenarbeit von Technologieentwicklung, Medizin und Industrie die nächste Generation von Forschenden auf dem Gebiet der Biophotonik auszubilden“, erläutern Jürgen Popp und Michael Schmitt, die am Institut für Physikalische Chemie der Universität Jena und am Leibniz-IPHT maßgeblich mit der Ausbildung der Promovierenden betraut sind.

„Tumoren und Tumor-Grenzen sind unter Umständen sehr schwierig zu erkennen“, erläutert Orlando Guntinas-Lichius, Leiter der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde am Universitätsklinikum Jena. Das UKJ gehört wie die Friedrich-Schiller-Universität und der Mikrooptik-Spezialist Grintech GmbH zu den Jenaer Partnern des PHAST-Netzwerks. „Optische und vor allem biophotonische Technologien können unsere diagnostischen Möglichkeiten entscheidend voranbringen – und mit ihnen die Möglichkeiten, diese Erkrankungen effektiv zu behandeln.“

www.phast-etn.eu

Wegbereiter für Photonik-Innovationen in Europa

Blick in den Faserziehturm des Leibniz-IPHT © Sven Döring

Das Leibniz-IPHT und das Thüringer Photonik-Netzwerk OptoNet sind Partner im neuen digitalen europäischen Zentrum für Photonik-Innovationen. Die Großinitiative PhotonHub Europe wird mit 19 Millionen Euro aus dem EU-Programm Horizont 2020 gefördert und soll kleinen und mittelständischen Unternehmen dabei helfen, mit einer schnelleren und intelligenteren Einführung lichtbasierter Technologien zu wettbewerbsfähigen digitalen Unternehmen zu werden.

Dadurch sollen in den kommenden fünf Jahren mehr als 1.000 neue High-Tech-Arbeitsplätze in der EU geschaffen und fast 1 Milliarde Euro an neuen Einnahmen und Risikokapital erzielt werden. PhotonHub soll Anfang 2021 den Betrieb aufnehmen und ständige offene Ausschreibungen für Unternehmen anbieten, die sich um Unterstützung bewerben möchten.

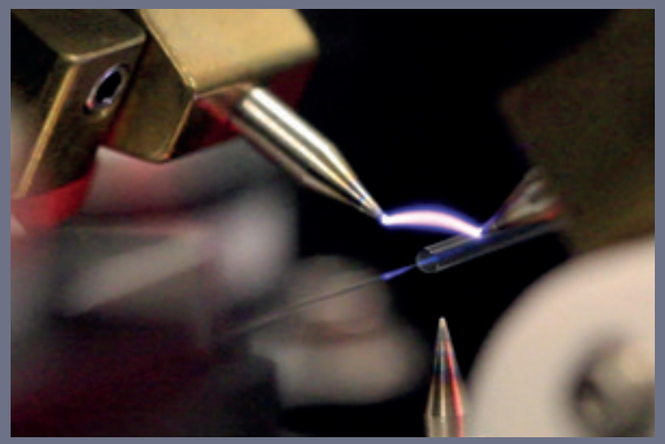
Photonik-Experten unterstützen Unternehmen

Zusammen mit weiteren führenden Forschungs- und Innovationseinrichtungen wird das Leibniz-IPHT Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette unterstützen, vom Produktkonzept bis zur Markteinführung. PhotonHub knüpft an die Vorgängerprojekte Actphast und Actphast 4.0 an, in denen das Institut bereits erfolgreich mit Unternehmen wie Toptica, Sill Optics, nano4global oder der WZW Optic AG kooperierte.

PhotonHub arbeitet eng mit der Europäischen Technologieplattform für öffentlich-private Partnerschaften „Photonics 21“ zusammen. „Wir vermitteln mit Blick auf die strategische Entwicklung der Photonik in Europa zwischen der Europäischen Kommission, der akademischen Welt und der Industrie“, erläutert Jürgen Popp, Vorsitzender der „Photonics 21“-Arbeitsgruppe Gesundheitswesen.

www.photonhub.eu

Neues Kompetenzzentrum für Spezialfaseroptik



Spleissen von Spezialfasern für faseroptische Module © Leibniz-IPHT

Das Faserzentrum steht für eine Schlüsseltechnologie des Leibniz-IPHT: Hier fertigt ein erfahrenes Team von Spezialistinnen und Spezialisten optische Glasfasern für unterschiedliche Forschungsanwendungen. Die Prozesse rund um die Faserherstellung werden von 2021 in einem neu gegründeten Technologiezentrum am Institut gebündelt. Ziel ist es, interne Abläufe so künftig noch effizienter zu gestalten.

Am Kompetenzzentrum für Spezialfaseroptik (KSF) greifen sämtliche Schritte der Technologiekette ineinander – von der Simulation über die Preform-Herstellung, den Ziehprozess, die Beschichtung und Nachbehandlung bis zur Funktionalisierung. „Die einzelnen Module stehen sowohl unseren Forschungsgruppen wie unseren externen Kooperationspartnern zur Verfügung“, erläutert Tobias Habisreuther, der das neue Zentrum leitet. „Im KSF setzen wir die Ideen und Ergebnisse der Forschung technologisch um“, ergänzt Stellvertreter Volker Reichel.

Dazu stehen die Leitenden der Forschungsabteilungen und Arbeitsgruppen, die am Leibniz-IPHT mit Fasern arbeiten, in regelmäßigem Austausch. So können alle Forschungsbereiche, in denen optische Spezialfasern zum Einsatz kommen, auf eine optimale technologische Infrastruktur zurückgreifen – von der Physik der Fasern in der Grundlagenforschung bis zur Anwendung in diagnostischen Geräten wie Sonden und Endoskopen: from Ideas to Instruments.

Gemeinsam schneller

Der InfectoGnostics Forschungscampus startet in die nächste Förderphase. Das gemeinsame Ziel der Partner aus Forschung, Medizin und Industrie: bessere Tests für die Diagnostik von Infektionserregern bei Menschen und Tieren

„Hätte es den Campus nicht schon gegeben, in der Pandemie hätte man ihn quasi erfinden müssen." So bringen Mikrobiologin Bettina Löffler vom Universitätsklinikum Jena und Leibniz-IPHT-Forscher Ralf Ehricht in der „Thüringer Allgemeinen" im Februar 2021 das Erfolgsrezept des Jenaer InfectoGnostics Forschungscampus auf den Punkt. Was die enge Kooperation zwischen Forschung, Klinik und Industrie zuwege bringt, hat das Corona-Jahr 2020 eindrücklich gezeigt. Bereits im April 2020 hatte die Weimarer Diagnostik-Firma Senova mit Unterstützung eines Forschungsteams vom Leibniz-IPHT einen der ersten Antikörper-Tests auf das neuartige Virus auf den Markt gebracht. Aktuell arbeiten die Partner unter anderem an einem Schnelltest auf die gefährliche Infektionskrankheit Melioidose – auch bekannt als „Pseudorotz".

Der Schnelltest-Spezialist Senova gehört zu den langjährigen Partnern im InfectoGnostics-Netzwerk; die gut etablierte Zusammenarbeit vereinfacht und beschleunigt gemeinsame Entwicklungen. Seit 2013 arbeiten hier Forschung und regionale Unternehmen in öffentlich-privater Partnerschaft an neuen Wegen in der Diagnostik von Infektionen. Aus sieben Gründungsmitgliedern wurden über 30 Partner aus Wissenschaft, Medizin und Wirtschaft.

Nachdem InfectoGnostics die erste Förderrunde mit einem Schwerpunkt zur Pneumonie bei Immunsuppressionen erfolgreich abgeschlossen hat, startete der Forschungscampus im September 2020 mit sechs neuen Projekten in die nächste Phase. Der Bund fördert die Vorhaben, in denen die interdisziplinären Teams die Entwicklung diagnostischer Tests weiter vorantreiben wollen, über fünf Jahre mit bis zu 10 Millionen Euro.

Hürden überwinden auf dem Weg zum zugelassenen Test

Die Teams aus Forschung, Medizin und Industrie wollen Tests für die Diagnostik und Resistenzbestimmung von Infektionserregern bei Menschen und Tieren entwickeln sowie die Immunantwort auf Infektionen und Impfungen untersuchen. Zudem arbeiten die Forschenden gemeinsam mit Hausärztinnen und Hausärzten an Lösungen, wie Vor-Ort-Tests optimal in den Alltag von Arztpraxen integriert werden können. "Wir wollen Hürden auf dem Weg bis zum zugelassenen Test überwinden und gute Ideen aus der Forschung rasch an den Markt bringen", erläutert Jürgen Popp, Vorstandssprecher des InfectoGnostics Forschungscampus Jena. Dazu arbeiten die Forschungsteams in der nun gestarteten zweiten Phase der BMBF-Förderinitiative „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen" vor allem an der Entwicklung gemeinsamer offener Diagnostik-Plattformen.

www.infectognostics.de

InfectoGnostics Forschungscampus Jena

Multiresistente Erreger bei Mensch und Tier aufspüren

Das Forschungsteam entwickelt eine kostengünstige, offene Testplattform für das Screening auf *Staphylococcus aureus* / MRSA in der Human- und Veterinärmedizin. Das System soll nicht nur den Keim, sondern auch relevante Virulenzfaktoren und Resistenzgene detektieren und die Typisierung von Erregern ermöglichen.

ADA – Adaptierbare dezentrale Diagnostik für die Tier- und Humanmedizin: BLINK AG | Leibniz-IPHT | Leibniz-HKI | Friedrich-Löffler-Institut | Universitätsklinikum Jena

Impfstatus schnell erfassen

Die Forschenden entwickeln Testformate, um den Impfstatus von Menschen und Tieren schnell zu erfassen und damit zur Prävention von Infektionskrankheiten weltweit beizutragen. Eine offene Multiparameter-Plattform für Lateral-Flow- und Mikroarraytests soll den schnellen Nachweis der immunologischen Wirtsantwort und die Bestimmung bakterieller Resistenzfaktoren ermöglichen.

RESISTOVAC – Schnelle und ökonomische POC-Tests zur Bestimmung des Immunstatus und bakterieller Resistenzfaktoren: fzmb GmbH | senova GmbH | -4H- JENA engineering GmbH | Leibniz-IPHT

Für den Alltagstest in der Arztpraxis

Gemeinsam mit Lehr- und Forschungspraxen der Allgemeinmedizin erarbeitet das Forschungsteam einen Dialog zwischen Forschung, Entwicklung und Praxis, der wechselseitig Patientennutzen und klinischen Bedarf für Point-of-Care-Testverfahren in Arztpraxen ermittelt. So sollen die Erfahrungen niedergelassener Ärztinnen und Ärzte frühzeitig in die Entwicklung neuer Tests für den Einsatz in der Praxis vor Ort einfließen.

POCT-ambulant – Forschungs-Entwicklungs-Praxis-Dialog zur bedarfsgerechten Entwicklung von Point-of-Care-Tests für die Primärversorgung: Universitätsklinikum Jena | Lehr- und Forschungspraxen der Allgemeinmedizin

Schnelltest auf Erreger und Resistenzen

Das Forschungsteam baut eine Diagnostik-Plattform auf, mit der erstmals auch aus Blutkulturen eine umfassende Raman-spektroskopische Erreger-Analyse durchgeführt werden kann. Das neue System baut auf dem Raman2Go-Instrument aus der ersten Hauptphase auf: Es soll aus positiven Blutkulturen in nur 3,5 Stunden bakterielle Erreger identifizieren und die Erstellung eines Resistogramms für gezielte Therapien in kürzester Zeit ermöglichen.

InfectoXplore – Spektroskopische Plattform zur Diagnostik von Infektionen aus Blut: Leibniz-IPHT | Ernst-Abbe-Hochschule Jena | Universitätsklinikum Jena | Biophotonics Diagnostics GmbH | MIBIC GmbH & Co. KG

Wie Bakterien Antibiotika ausschalten

Wie es Bakterien gelingt, die Wirkmechanismen von Antibiotika außer Kraft zu setzen, untersucht das Forschungsteam mithilfe maschineller Lernverfahren, die molekulare Muster identifizieren. Ziel ist die Entwicklung eines mRNA-basierten Assays, um die phänotypische Resistenz gegenüber Carbapenemen (Reserveantibiotika) bei gramnegativen Bakterien nachzuweisen.

PREPLEX – Phänotypische Resistenz durch Porin-Verlust und Efflux-Überexpression bei gramnegativen Bakterien: Universitätsklinikum Jena | Curetis GmbH

Überwachung von Infektionserregern im Abwasser

Das zu entwickelnde Analysesystem soll Erreger in Abwasseranlagen detektieren. Damit sollen Infektionserreger und Resistenzgene überwacht werden. Für die Identifizierung der Erreger kombinieren die Forschenden vier komplementäre Nachweisverfahren in einer offenen Plattform.

FastAlert – Früherkennung von Erregern und Resistenzen in Abwasser und Trinkwasser: Analytik Jena GmbH | Friedrich-Schiller-Universität Jena | fzmb GmbH | UKJ

Innovationen beschleunigen im Kampf gegen Infektionskrankheiten

Das Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung hat mit dem Aufbau der einzigartigen technologischen Infrastruktur begonnen

Im Juni 2020 unterzeichneten Vetretende der Träger den Kooperationsvertrag für das LPI im Senatssaal der Universität Jena.

© Daniel Siegesmund

Der Startschuss ist gefallen: Seit März 2021 ist der Aufbau innovativer lichtbasierter Technologien für das neue Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) in Jena in vollem Gange. Die neuartigen Werkzeuge sollen dazu beitragen, Infektionskrankheiten zu bekämpfen, die beispielsweise durch Corona-Viren oder multiresistente Keime verursacht werden. Sie legen den Grundstein für die technologische Ausstattung der weltweit einmaligen Translationsinfrastruktur, die Forschungsergebnisse zügig und zielgerichtet in die medizinische Anwendung bringen soll.

In den kommenden Jahren werden nun parallel zur technologischen Infrastruktur die Managementstrukturen aufgebaut und die Planungen für den Bau auf dem Grundstück des Universitätsklinikums vorangetrieben. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das LPI bis zur Fertigstellung des Baus mit 124 Millionen Euro. Der Spatenstich soll im Frühjahr 2024 erfolgen – die Fertigstellung ist für 2027 geplant. Bis dahin werden bereits in fünf zusammenhängenden Projekten neuartige spektraloptische, bildgebende Technologien und chipbasierte Methoden etabliert.

Weltweit einmalige Infrastruktur

Das LPI wird Nutzenden aus Forschung, Industrie und Medizin – aus Deutschland wie international – ab 2027 offenstehen und ihnen in einem standardisierten Prozess ermöglichen, Forschungsergebnisse vom Proof of Concept zum zertifizierten Produkt zu bringen. Dabei greifen Entwicklungsschritte von der Grundlagenforschung bis zur Marktreife passgenau ineinander. So sollen Lösungen für die Diagnose, Überwachung und Therapie von Infektionskrankheiten effizient in die Routineanwendung überführt werden – damit wegweisende Erkenntnisse aus dem Labor schnell bei den Menschen ankommen.

„Unsere gemeinsamen Anstrengungen gegen die Corona-Pandemie zeigen uns immer wieder, welche Innovationskraft im Forschungsstandort Deutschland steckt“, betont die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Anja Karliczek. „Das Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung wird mit Hilfe optischer Verfahren neue Wege in der Diagnostik und Behandlung von Infektionskrankheiten gehen, die zu deren Bekämpfung dringend benötigt werden. Von diesen wichtigen Entwicklungen für den Medizinstandort Deutschland werden viele Patientinnen und Patienten profitieren“, so die Ministerin. „Mit dem LPI schaffen wir zudem den Rahmen für das weltweit bisher einzigartige Zusammenspiel von exzellenter photonischer Forschung und innovativer Technik für modernste diagnostische Methoden und der direkten therapeutischen Anwendung am Patienten.“

Therapien sollen schneller bei Patientinnen und Patienten ankommen

Im März 2021 startet das LPI mit der Erforschung und Umsetzung neuartiger Basistechnologien für die Translationsinfrastruktur. „Ich freue mich sehr, dass das Jenaer Zentrum nun in einem ersten von fünf Projekten innovative Bildgebungsplattformen etabliert, die Licht als Werkzeug zur Diagnostik von Infektionskrankheiten nutzen“, betont die Bundesforschungsministerin. „Diese auf Künstlicher Intelligenz basierenden optischen Technologien fördern wir in diesem ersten Projekt mit rund 14 Millionen Euro.“

Die Basistechnologien bilden zusammen mit neuesten kommerziellen Technologien die herausragende Infrastruktur des LPI. „Wir ergänzen State-of-the-Art-Technologien durch neue photonische Verfahren, die es so heute noch nicht gibt“, erläutert Jürgen Popp, Sprecher des LPI. „Den Nutzenden steht somit das breite Spektrum einzigartiger lichtbasierter Methoden in Kombination mit sämtlichen kommerziell verfügbaren Technologien zur Verfügung, um Lösungen für biomedizinische Fragestellungen umzusetzen“, so Popp. Im Fokus stehen spektraloptische Verfahren, chipbasierte Methoden sowie spektroskopische bildgebende Technologien.

> „Das LPI revolutioniert die Diagnostik und Behandlung von Infektionskrankheiten.“
>
> Bundesforschungsministerin Anja Karliczek im März 2021

Hintergrund

Das BMBF fördert das LPI zu 100 Prozent im Rahmen der Nationalen Roadmap für Forschungsinfrastrukturen mit insgesamt 124 Millionen Euro bis zur Fertigstellung des Baus. Partner des LPI sind das Leibniz-IPHT, das Universitätsklinikum Jena, die Friedrich-Schiller-Universität Jena und das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (Leibniz-HKI).

Mit dem im März 2021 begonnenen Projekt und einer Förderung von 13,7 Millionen Euro startet das LPI mit der Erforschung und Umsetzung photonischer Basistechnologien – also Methoden und Prozessen, welche Licht als Werkzeug nutzen – für das Zentrum. Diese bereits anwendungsnahen Lösungsansätze werden an den medizinischen Bedarf angepasst. Die diagnostischen Werkzeuge erlauben eine schnelle, zuverlässige und kultivierungsfreie Identifizierung der Erreger, der Resistenz sowie der Immunantwort.

www.lpi-jena.de

Zügige Lösungen im Kampf gegen multiresistente Keime

Als national und international offene Nutzerplattform für neuartige photonische Lösungen für die Infektionsforschung soll das LPI dazu beitragen, Forschungsergebnisse effizienter umzusetzen und Entwicklungszeiten zu verkürzen. Diagnoseverfahren und Therapien sollen so schneller verfügbar werden und damit früher zur Bekämpfung der Infektionen bei Patientinnen und Patienten ankommen. Dafür sorgt ein ganzheitlicher Ansatz: „Wir rücken exzellente Forschung, Technologieentwicklung sowie den klinischen Alltag in unmittelbare Nähe zueinander“, so Jürgen Popp. 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.“

Infektionsdiagnostik als Superheldinnen-Abenteuer

Lasergirl jagt den Killerkeim: Das Leibniz-IPHT hat einen Comic herausgebracht

Wrommm, brzzzz, zischhhh, uaarrr: Wenn das Leibniz-IPHT seine Forschung zur Infektionsdiagnostik vorstellt, fallen üblicherweise andere Vokabeln. Nicht in diesem Fall, denn „Jagd auf den Killerkeim“ ist ein beinahe klassisches Superheldinnen-Abenteuer – inklusive mutiger Heldin mit übermenschlichen Fähigkeiten und finalem Zweikampf mit dem Super-Bösewicht. Während zum Beispiel Batman und Iron Man aber die Technologien, die ihnen Superkräfte verleihen, erst erfinden müssen, ist es bei Lasergirl andersherum: Die Supertechnologie existiert – nur die Heldin musste erst geboren werden.

Licht ist ihre Superkraft

Lasergirls Superkraft ist das Licht. Damit kann sie Unsichtbares sichtbar machen: zum Beispiel einen Killerkeim. Denn die Superheldin steht für die photonische Technologie. Zum Einsatz kommt sie bei einem Diagnoseverfahren, das Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Leibniz-IPHT und dem Universitätsklinikum Jena (UKJ) im Rahmen des EU-Projekts HemoSpec mit ihren europäischen Partnern entwickelt haben. Es hilft, Blutvergiftungen in kürzester Zeit zu erkennen und ermöglicht Medizinern gezieltere Behandlungen.

Für diese Methode und für die Idee, sie in Comic-Form zu erzählen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Forschungs- und Kommunikationsteam des Instituts 2019 mit dem Ralf-Dahrendorf-Preis für den europäischen Forschungsraum ausgezeichnet. Die damit verbundene Förderung hat die Realisierung des Comics möglich gemacht. „Lasergirl – Jagd auf den Killerkeim“ erzählt das laserbasierte Verfahren zur Infektionsdiagnostik als Action-Abenteuer. Idee und Drehbuch stammen von Lavinia Meier-Ewert und Daniel Siegesmund aus der Öffentlichkeitsarbeit des Leibniz-IPHT, die Bilder zeichnete die Weimarer Illustratorin Sandruschka.

Körper-Raumschiff im Nano-Modus

Die echten Forschenden lassen eine der raffiniertesten Licht-Analysemethoden der Physik – die Raman-Spektroskopie – auf Immunzellen und auf gefährliche Keime los, um Sepsis zu erkennen und den Infektionserreger zu identifizieren. Lasergirl reist mit einem auf Nanoformat schrumpfenden Raumschiff in den Körper eines Sepsis-Patienten, dessen Leben am seidenen Faden hängt, und macht sich auf die Jagd nach dem Killerkeim. In ihrem Team hat sie die tatsächlichen Protagonistinnen und Protagonisten: Ute Neugebauer und Anuradha Ramoji, Jürgen Popp und den Intensivmediziner Michael Bauer vom UKJ. Sie erforschen auch im echten Leben das spektroskopische Verfahren, um das es bei aller kreativen Freiheit (randalierende Immunpolizisten) in diesem Comic geht.

Die wissenschaftlichen Methoden übersetzt „Lasergirl“ in ein actionreiches Abenteuer. Am Ende wird erzählt, wie es tatsächlich funktioniert, multiresistente Keime mithilfe eines kleinen Chips und eines Lasers zu erkennen – und dass dies mehr retten könnte als den einzelnen Patienten. Denn die Methode könnte dazu beitragen, die stetig wachsende Zahl multiresistenter Keime zu stoppen, die gängige Antibiotika wirkungslos machen – und harmlose Infektionen in nicht allzu ferner Zukunft wieder zu einer lebensbedrohlichen Gefahr werden lassen.

–

Publikation: Lasergirl: Jagd auf den Killerkeim. Herausgegeben vom Leibniz-Institut für Photonische Technologien, Jena. Story und Text: Lavinia Meier-Ewert und Daniel Siegesmund Illustration: Sandruschka. ISBN: 978-3-9822875-0-8

Virtuelles Licht-Labor

Zusammen mit dem Lasergirl-Comic zeichnete das BMBF eine weitere Idee mit dem Dahrendorf-Preis aus: Mit einem Science-Pop-Up-Shop im Einkaufszentrum wollte das Leibniz-IPHT eine breite Zielgruppe mit interaktiven Erlebnisformaten für die Forschung im Kampf gegen Infektionskrankheiten begeistern. So sehr die Corona-Pandemie die drängende Relevanz dieses Themas deutlich macht, so sehr machte sie indes auch dem geplanten Pop-Up-Shop mit Publikumsverkehr einen Strich durch die Rechnung. Und so verlagerte das Leibniz-IPHT das Angebot vom öffentlichen in den virtuellen Raum. In einem digitalen Licht-Labor macht das Institut vor allem Schülerinnen und Schülern seine Forschung zur Infektionsdiagnostik erlebbar. In Filmen, einer digitalen Ausstellung, in interaktiven Formaten und Mitmach-Experimenten wird darin anschaulich, wie optische Gesundheitstechnologien zu einer besseren Diagnose und Behandlung von Infektionskrankheiten beitragen.

Nachrichten

Vorsitzender des Hochschulrates der EAH Jena ...

Jürgen Popp mit EAH-Rektor Steffen Teichert (Mitte) und Sabine Wosche, Geschäftsführerin der Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen und stellvertretende Vorsitzende des Hochschulrats. © Marie Koch

... ist seit März 2020 Jürgen Popp. Der Rat gibt unter anderem Empfehlungen zur Profilbildung der Hochschule und ist vom Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft für eine Amtszeit von vier Jahren bestellt.

Auszubildende Pauline Leopold © Leibniz-IPHT

Neue Auszubildende am Leibniz-IPHT ...

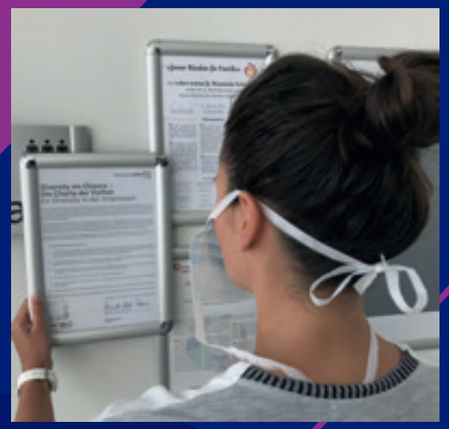
... ist Pauline Leopold. Als künftige Kauffrau für Büromanagement lernt sie die Vielfalt der Kaufmännischen Abteilung an einem Forschungsinstitut kennen.

Vorn dran beim Stadtradeln

Wissenschaftler Henrik Schneidewind trug fast 1.150 km zur Stadtradel-Bilanz des Instituts bei. © Privat

Fast einmal um die halbe Welt: 17.211 Kilometer ist das Team vom Leibniz-IPHT bei der bundesweiten Aktion Stadtradeln 2020 gefahren – und landete damit auf Platz 1 der Forschungsinstitutionen in Jena; auf Platz 5 in der lokalen Gesamtwertung. Damit haben die Mitarbeitenden des Instituts, von denen etliche auch sonst mit dem Rad zur Arbeit pendeln, allein während der dreiwöchigen Aktion gemeinsam 2.530 Kilo CO_2 eingespart, rechnet der Veranstalter.

Ausgezeichnete Vielfalt



Offiziell beurkundet: Das Leibniz-IPHT ist Teil der Charta der Vielfalt. © Leibniz-IPHT

Die Welt der Wissenschaft ist international und vielfältig – und so ist es das Leibniz-IPHT. 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus 36 Ländern bereichern das Miteinander am Institut. Sie sollen dieselben Chancen haben, Beruf und Familie in Einklang bringen können und Unterstützung in schwierigen Lebenslagen erhalten – in einem Umfeld, das von Aufgeschlossenheit und Toleranz geprägt ist. Dafür setzt sich das Leibniz-IPHT als Arbeitgeber ein und unterzeichnete 2020 die Charta der Vielfalt.

„Wir sind ein buntes, vielfältiges Institut, an dem wir dafür einstehen wollen, dass sich unsere Mitarbeitenden wohl und gleich behandelt fühlen – ganz gleich, wie alt sie sind oder wo sie herkommen, woran sie glauben, wie sie leben oder sich selber definieren, ob sie körperlich eingeschränkt sind oder nicht“, betont Gleichstellungsbeauftragte Sarah Meinhardt, die sich für das Thema Diversität in der Arbeitswelt stark macht.

Das Engagement des Leibniz-IPHT für interkulturelle Öffnung sei beispielhaft, befindet auch die Stadt Jena und würdigte es beim iWork-Business-Award 2020 als interkulturelles Institut.

© www.freepik.com

Ausgezeichnete Forschung

© David Ausserhofer

Deutscher Studienpreis 2020

an **Dr. Johanna Kirchhoff** für ihre Dissertation zur schnellen Erkennung von Infektionserregern und Antibiotika-Resistenzen. Mit dem renommierten Preis zeichnet die Körber-Stiftung exzellente Dissertationen von besonders hoher gesellschaftlicher Relevanz aus.

© Privat

Best-Thesis-Award der IBA Heiligenstadt

an **Dr. Brenda Doherty** für die Erforschung einer optischen Plattform zur Erkennung von Krankheitserregern. Ihre Promotion erarbeitete sie in den Abteilungen Faserphotonik und Nanobiophotonik.

Albert-Weller-Preis

an **Dr. Yusen Luo** für ihre herausragende Dissertation auf dem Gebiet der Photochemie. Der renommierte Preis ging bereits zum zweiten Mal an eine Forscherin vom Leibniz-IPHT.

© Privat

OSA Fellowship 2021

der Optical Society für **Prof. Volker Deckert** in Anerkennung seiner Beiträge zur Erforschung der Raman-Spektroskopie.

© Sven Döring

Ellis R. Lippincott-Award

an den TERS-Experten **Prof. Volker Deckert** für seine herausragende Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Schwingungsspektroskopie. Die Auszeichnung vergeben die Optical Society, die Coblentz Society und die Society for Applied Spectroscopy gemeinsam.

© Sven Döring

OSA-Senior Member

ist seit 2020 **Prof. Jürgen Popp**. Der höchste Mitgliederstatus innerhalb der Optical Society würdigt Leistungen und Verdienste auf dem Gebiet der Optik und Photonik.

Weibliche Vorbilder der Analytischen Chemie

sind: **Dr. Dana Cialla-May, Dr. Izabella J. Jahn, Dr. Anna Mühlig, Dr. Susanne Pahlow, Dr. Karina Weber und Dr. Olga Žukovskaja** für die Fachzeitschrift „Analytical and Bioanalytical Chemistry“. Sie wählte die IPHT-Forscherinnen für die Sonderausgabe „Female Role Models in Analytical Chemistry“ aus.

© Sven Döring

© www.freepik.com

Publikationshighlights

Impact 2019 4,352

Differential response of liver sinusoidal endothelial cells and hepatocytes to oleic and palmitic acid revealed by Raman and CARS imaging

–

Biochim. Biophys. Acta-Mol. Basis Dis. | 2020 (6), S. 165763-1 – 165763-9 | DOI: 10.1016/j.bbadis.2020.165763

–

Ewelina Matuszyk | Ewa Sierka | Marko Rodewald | Hyeonsoo Bae | Tobias Meyer | Edyta Kus | Stefan Chlopicki | Michael Schmitt | Jürgen Popp | Malgorzata Baranska

Impact 2019 12,121

nature communications

A Versatile and Costumizable Low-Cost 3D-Printed Open Standard for Microscopic Imaging

–

Nat. Commun. | 2020 (11), S. 5979-1 – 5979-9 | DOI: 10.1038/s41467-020-19447-9

–

Benedict Diederich | Swen Carlstedt | Barbora Marsikova | Haoran Wang | Xavier Uwurukundo | Alexander Mosig | Rainer Heintzmann

Eurosurveillance

Impact 2019 6,454

An epidemic CC1-MRSA-IV clone yields false negative test results in molecular MRSA identification assays: a note of caution

–

Eurosurveillance | 2020 (25), S. 1 – 8 | DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.25.2000929

–

Stefan Monecke | Elisabeth König | Megan R. Earls | Eva Leitner | Elke Müller | Gabriel E. Wagner | David M. Poitz | Lutz Jatzwauk | Teodora Vremera | Olivia S. Dorneanu | Alexandra Simbeck | Alexander Ambrosch | Ines Zollner-Schwetz | Robert Krause | Werner Ruppitsch | Wulf Schneider-Brachert | David C. Coleman | Ivo Steinmetz | Ralf Ehricht

Impact 2019 14,588

Present and Future of Surface Enhanced Raman Scattering

–

ACS Nano | 2020 (1), S. 28 – 117 | DOI: 10.1021/acsnano.9b04224

–

Dana Cialla-May | Volker Deckert | Duncan Graham | Thomas G. Mayerhöfer | Jürgen Popp | Katherine A. Willets | Chuanlai Xu | HonXing Xu | Yikai Xu | Yuko S. Yamamoto | Bing Zhao | Luis M. Liz-Marzán et al.

Impact 2019 6,785

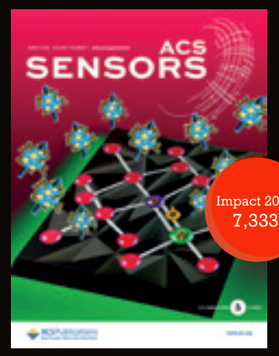
Fiber-Enhanced Raman Gas Spectroscopy for the Study of Microbial Methanogenesis

–

Anal. Chem. | 2020 (92), S. 12564 – 12571 | DOI: 10.1021/acs.analchem.0c02507

–

Andreas Knebl | Robert Domes | Sebastian Wolf | Christian Domes | Jürgen Popp | Torsten Frosch



Impact 2019 7,333

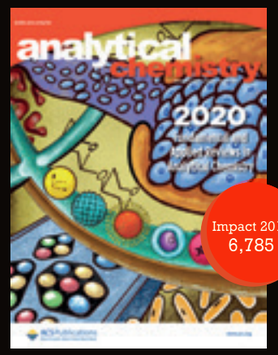
Tracking and analysing the Brownian motion of nano-objects inside hollow core fibers

–

ACS Sens. | 2020 (3), S. 879 – 886 | DOI: 10.1021/acssensors.0c00339

–

Ronny Förster | Stefan Weidlich | Mona Nissen | Torsten Wieduwilt | Jens Kobelke | Aaron M. Goldfain | Timothy K. Chiang | Rees F.; Garmann | Vinothan N. Manoharan | Yoav Lahini | Markus A. Schmidt



Impact 2019 6,785

Spatiotemporal Organization of Biofilm Matrix Revealed by Confocal Raman Mapping Integrated with Non-Negative Matrix Factorization Analysis

–

Anal. Chem. | 2020 (92), S. 707 – 715 | DOI: 10.1021/acs.analchem.9b02593

–

Xiao-Yang Liu | Shuxia Guo | Anuradha Ramoji | Thomas W. Bocklitz | Petra Rösch | Jürgen Popp | Han-Qing Yu

Impact 2019 10,655

Resonance-induced dispersion tuning for tailoring nonsolitonic radiation via nano-films in exposed core fibers

–

Laser Photon. Rev. | 2020 (6), S. 1900418-1 – 1900418-9 | DOI: 10.1002/lpor.201900418

–

Tilman Lühder | Sebastian Goerke | Erik P. Schartner | Heike Ebendorff-Heidepriem | Markus A. Schmidt

Impact 2019 10,267

A miRNA biosensor based on localized surface plasmon resonance enhanced by surface-bound hybridization chain reaction

–

Biosens. Bioelectron. | 2020 (167), S. 112465-1 – 112465-6 | DOI: 10.1016/j.bios.2020.112465

–

Andrea Miti | Sophie Thamm | Philipp Müller | Andrea Csáki | Wolfgang Fritzsche | Giampaolo Zuccheri

Impact 2019 7,491

Three-dimensional spatiotemporal tracking of nano-objects diffusing in water-filled optofluidic microstructured fiber

–

Nanophotonics | 2020 (15), S. 4545 – 4554 | DOI: 10.1515/nanoph-2020-0330

–

Shiqi Jiang | Ronny Förster | Malte Plidschun | Jens Kobelke | Ron Fatobene Ando | Markus A. Schmidt

Impact 2019 11,459

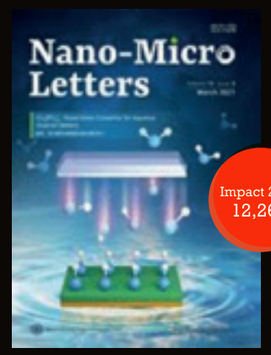
Multimodal Characterization of Resin Embedded and Sliced Polymer Nanoparticles by Means of Tip-enhanced Raman Spectroscopy and Force Distance Curve Based Atomic Force Microscopy

–

Small | 2020 (17), S. 1907418-1 – 1907418-11 | DOI: 10.1002/smll.201907418

–

Christiane Höppener | Felix H. Schacher | Volker Deckert



Impact 2019 12,264

Biomimic Vein-Like Transparent Conducting Electrodes with Low Sheet Resistance and Metal Consumption

–

Nano-Micro Lett. | 2020 (19), S. 19-1 – 19-13 | DOI: 10.1007/s40820-019-0359-9

–

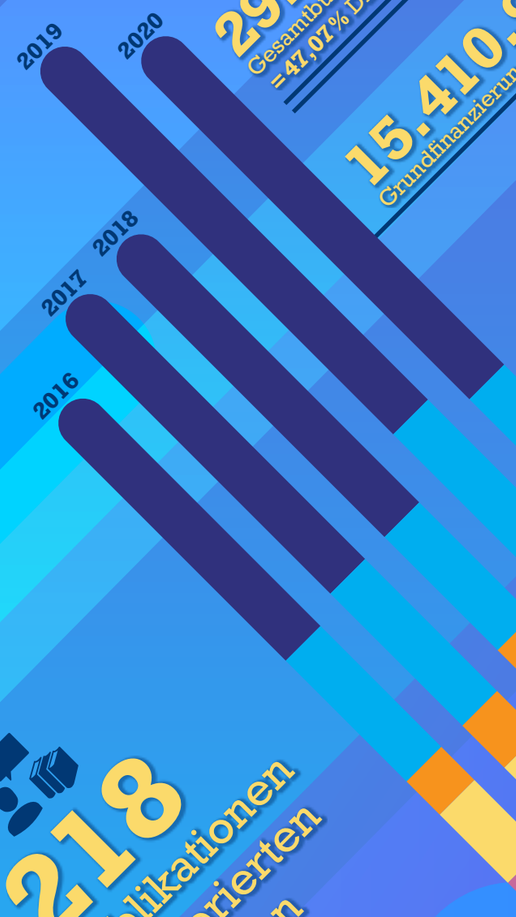
Guobin Jia | Jonathan Plentz | Andrea Dellith | Christa Schmidt | Jan Dellith | Gabriele Schmidl | Gudrun Andrä

Zahlen und Fakten 2020

29.113.673 €
Gesamtbudget
= 47,07 % Drittmittelquote

15.410.955 €
Grundfinanzierung

400
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 2020



5.698.246 €
Nationale Projekte

2.135.301 €
DFG-Mittel

3.481.023 €
Industrieprojekte

2.388.147 €
EU-Drittmittel, 341.127 € davon ERA-Net/ERA-NetPlus, JPI etc.

218
Publikationen in referierten Journalen

38 %
Anteil internationaler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Doktorandinnen und Doktoranden

13 Promotionen,
3 davon von Frauen

108
Vorträge | Poster
46 davon Invited Talks
3 davon Keynotes
4 davon Plenary Talks
24 davon Contributed Talks

17 Patentanmeldungen
10 davon prioritätsbegründend

35 Ländern
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus

20 EU-finanzierte Projekte
4 davon durch Leibniz-IPHT koordiniert

10 Markeneintragungen
6 davon IR-/Gemeinschaftsmarken

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

15 Patenterteilungen
10 davon prioritätsbegründend

© www.freepik.com

Organigramm

Mitgliederversammlung

Vorstand

Prof. Dr. Jürgen Popp //
Vorsitzender und Wiss. Direktor

Frank Sondermann //
Administrativer Direktor

Vorstandsreferentinnen

Susanne Hellwage //
Persönliche Referentin des Wissenschaftlichen Direktors

Dr. Karina Weber //
Vorstandsreferentin

Kuratorium

Dr. Bernd Ebersold //
Vorsitzender

Stellv. Direktor*innen

Prof. Dr. Ute Neugebauer //
Stellv. Wissenschaftliche Direktorin

Prof. Dr. Benjamin Dietzek //
Stellv. Wissenschaftlicher Direktor

Personalvertretung

Claudia Aichele //
Vorsitzende des Betriebsrates

Sarah Meinhardt //
Gleichstellungsbeauftragte

Tino Fremberg //
Promovierendenvertreter

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Christian Spielmann //
Kommissarischer Sprecher

Verwaltung, Betriebstechnik

Frank Sondermann //
Leiter

Stabsstellen

Dr. Ivonne Bieber //
Wissenschaftliche Koordination

Gabriele Hamm //
Internationalisierung

Daniel Siegesmund //
Öffentlichkeitsarbeit und Forschungsmarketing

Wissenschaftlicher Beirat

Sprecherin

Prof. Dr. Cornelia Denz //
Westfälische Wilhelms-Universität Münster (bis 30.06.2020)

Prof. Dr. Christian Spielmann //
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena (ab 01.07.2020, zuvor Mitglied)

Mitglieder

Prof. Dr. Jörg Bewersdorf //
Yale University, Yale, USA (ab 01.07.2020)

Prof. Dr. Heike Ebendorff-Heidepriem // University of Adelaide, Australien (bis 30.06.2020)

Eugen Ermantraut // BLINK AG, Jena

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

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

Prof. Dr. Monika Ritsch-Marte //
Medizinische Universität Innsbruck, Innsbruck (bis 30.06.2020)

Prof. Dr. Katja Schenke-Layland //
Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen (ab 01.07.2020)

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

Forschungseinheiten

Forschungsabteilungen

Spektroskopie / Bildgebung
Prof. Dr. Jürgen Popp

Nanobiophotonik
apl. Prof. Dr. Wolfgang Fritzsche

Nanoskopie
Prof. Dr. Volker Deckert

Mikroskopie
Prof. Dr. Rainer Heintzmann

Biophysikalische Bildgebung
Prof. Dr. Christian Eggeling

Klinisch-Spektroskopische Diagnostik
Prof. Dr. Ute Neugebauer

Nanooptik
PD Dr. Jer-Shing Huang

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

Photonic Data Science
PD Dr. Thomas Bocklitz

Faserforschung- und technologie
Prof. Dr. Tomáš Čižmár

Faserphotonik
Prof. Dr. Markus Schmidt

Quantendetektion
Prof. Dr. Heidemarie Schmidt

Funktionale Grenzflächen
Prof. Dr. Benjamin Dietzek

Quantensysteme
Dr. Ronny Stolz

Nachwuchsgrp.

Ultrakurzpuls-Faserlaser
Dr. Maria Chernysheva

Technologiegruppen

Kompetenzzentrum für Mikro- u. Nanotechnologien
Dr. Uwe Hübner

Kompetenzzentrum für Spezialfaseroptik
Dr. Tobias Habisreuther

Sensorsysteme und Systemintegration
Dr. Walter Hauswald

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, Jena

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

Vereinsmitglieder 2020

Institutionelle Mitglieder

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

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

Sparkasse Jena // vertreten durch Michael Rabich

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

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

Robert Bosch GmbH, Stuttgart // vertreten durch Hartmut Spennemann

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

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

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

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

Prof. Dr. Hans Eckhardt Hoenig // Erlangen

Dr. Klaus Fischer // Jena

Elke Harjes-Ecker // Thüringer Staatskanzlei, Erfurt

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 // Jena

Finanzen des Instituts 2020

in T Euro

Institutionelle Förderung: Verwendung

Freistaat Thüringen, Bund	15.411,0
Drittmittel	13.702,7
gesamt	**29.113,7**

Institutionelle Förderung: Verwendung

Personalmittel	9.754,2
Sachmittel	4.036,2
Investitionsmittel	1.620,6
gesamt	**15.411,0**

Drittmittel

Bund davon 607,1 T€ für Projekte, finanziert von der Leibniz-Gemeinschaft	3.676,5
DFG Zusätzlich haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IPHT an der Universität Jena DFG-Mittel in Höhe von 588,3 T€ verausgabt	2.135,3
Freistaat Thüringen davon für Umstrukturierung im Rahmen EFRE 786,4 T€	1.727,5
EU davon für EU-Maßnahmen wie ERA-Net / ERA-NetPlus, Joint Programming Initiativen u. a. 341,1 T€	2.388,1
Aufträge öffentlicher Einrichtungen	71,2
Sonstige Zuwendungsgeber	294,3
Unteraufträge in Verbundprojekten	211,8
F & E Aufträge inkl. wissenschaftlich-technischer Leistungen	3.198,0
gesamt	**13.702,7**

Personal des Instituts 2020

	Nach Vollbeschäftigungseinheit				
	Institutionelle Förderung	Drittmittel-förderung	Professoren Professorinnen	Summe	Personen
Wissenschaftler*innen	49,65	55,02	8,00	112,67	125
Extern finanzierte Wissenschaftler*innen[1]	-	-	-	-	16
Gastwissenschaftler*innen[2]	-	-	-	-	20
Doktorand*innen	13,85	26,80	-	40,65	70
Extern finanzierte Doktorand*innen[1]	-	-	-	-	41
Technisches Personal	40,67	33,77	-	74,44	80
Extern finanzierte Mitarbeiter*innen[1]	-	-	-	-	1
Kaufmännisches Personal	13,32	11,17	-	24,49	26
Wissenschaftliche Koordination	2,50	5,63	-	8,13	9
ÖA und Forschungsmarketing	2,62	3,88	-	6,50	7
Auszubildende	3,00	-	-	3,00	3
Vorstand	1,00	-	0,50	1,50	2
Gesamtpersonal	**126,61**	**136,27**	**8,50**	**271,38**	**400**

[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 2020 bisher länger als einen Monat am Leibniz-IPHT tätig waren und von einer anderen Institution finanziert wurden. Keine Anwendung der Stichtagsregelung 31.12.2020

Wir danken unseren Förderern

Freistaat Thüringen – Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft
Thüringer Aufbaubank – Die Förderbank.
Leibniz Gemeinschaft
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
STIFT – Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen
KIT – Karlsruher Institut für Technologie
AiF
OSA Student Chapter
Carl Zeiss Förderfonds
NIH National Institutes of Health – Turning Discovery Into Health
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: Lavinia Meier-Ewert | Daniel Siegesmund | Ute Schönfelder (S. 36)

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

Layout: Katrin Uhlig

Titelmotiv: Charlotte Siegesmund

© Leibniz-IPHT Jena _04.2021 | **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, Leibniz-Institut für Photonische Technologien @LeibnizIPHT, leibniz_ipht

Leibniz
Gemeinschaft