

# MEMS REPORT

1 / 2018



## INHALT

Das Fraunhofer IPMS auf der SPIE Photonics West 2018

Li-Fi statt Wi-Fi: Multipunkt-zu-Multipunkt-fähige optische Datenübertragung für die Automatisierung

Neue Maßstäbe für umweltschonende Reinigungstechnologien in der Mikrochipfertigung

Das Fraunhofer IPMS setzt die Forschung an Mesoskopischen Aktoren und Systemen in Brandenburg fort

Überwachung von Sicherheitsglasscheiben: Smarte Alarmanlage erkennt Einbruchversuch

Liebe Kunden, Partner und Freunde  
des Fraunhofer IPMS,

mit Beginn des neuen Jahres hat das Fraunhofer IPMS seine Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten ausgeweitet. Zum einen werden nach positiver Evaluierung der Fraunhofer-Projektgruppe MESYS und der Zustimmung des Bund-Länder-Ausschusses die Arbeiten an Mesoskopischen Aktoren und Sensoren im neuen Geschäftsfeld »Monolithisch integrierte Aktor- und Sensor-Systeme« als Institutsteil an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) am Standort in Cottbus fortgeführt. Zum anderen nimmt das neue Projektzentrum »Mikroelektronische und Optische Systeme für die Biomedizin« in Erfurt seine Arbeit auf, an dem das Fraunhofer IPMS gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IOF und IZI neue Anwendungsmöglichkeiten für seine Technologien erschließen wird.

Ein fester Termin im Kalender unseres Instituts ist die alljährlich Ende Januar in San Francisco stattfindende Photonics West – die weltweite größte Veranstaltung für photonische Technologien. Sowohl in zahlreichen Fachvorträgen als auch auf einem gegenüber den Vorjahren deutlich vergrößerten Messestand werden wir unsere jüngsten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse präsentieren. Falls Sie sich auch auf den Weg an die US-Westküste begeben, freuen wir uns schon heute auf Ihren Besuch an unserem Stand und auf interessante Diskussionen vor Ort. Wir wünschen eine informative Lektüre des aktuellen MEMS Reports.



Prof. Dr. Harald Schenk

Prof. Dr. Hubert Lakner

## DAS FRAUNHOFER IPMS AUF DER SPIE PHOTONICS WEST 2018

Das Fraunhofer IPMS präsentiert seine neuesten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf der diesjährigen SPIE Photonics West vom 27. Januar bis 1. Februar 2018 im Moscone Center in San Francisco, Kalifornien. Die Photonics West ist die weltweit größte Veranstaltung für die Bereiche Photonik, Laser, Biomedizin und Optik.

Wir freuen uns Sie an unserem Stand (Nr. 4522) oder bei einem unserer Vorträge begrüßen zu dürfen.

# SPIE. PHOTONICS WEST

### Unsere Vorträge auf der Photonics West:

»New way to realize miniaturized complex optical systems in high volume« (Dr. Peter Reinig)

30. Januar 2018 • 9:20 - 9:40 Uhr | SPIE OPTO

»Electrically tunable optical filters based on liquid crystal core microring resonators« (Dr. Florenta Costache)

30. Januar 2018 • 14:20 - 14:40 Uhr | SPIE OPTO

»Bringing NIR spectrometers into mobile phones« (Dr. Peter Reinig)

30. Januar 2018 • 15:00 - 15:20 Uhr | SPIE OPTO

»Recent advances of external cavity QCLs with MOEMS diffraction gratings« (Dr. Ralf Ostendorf)

31. Januar 2018 • 8:50 - 9:10 Uhr | SPIE OPTO

»Translatory MEMS actuator with wafer level vacuum package for miniaturized NIR Fourier transform spectrometers« (Dr. Thilo Sandner)

31. Januar 2018 • 14:00 - 14:20 Uhr | SPIE OPTO

»Repetitive nonlinear control for linear scanning micro mirrors« (Richard Schroedter)

31. Januar 2018 • 16:10 - 16:30 Uhr | SPIE OPTO

## LI-FI STATT WI-FI: MULTIPUNKT-ZU-MULTIPUNKT-FÄHIGE OPTISCHE DATENÜBERTRAGUNG FÜR DIE AUTOMATISIERUNG



Mobile Roboter, die in einem Warenlager die Logistik übernehmen, könnten zukünftig über Li-Fi-Hotspots miteinander kommunizieren.

Die Nutzung von Licht zum Austausch großer Datenmengen könnte den im industriellen Umfeld zunehmend eingesetzten WLAN-Netzen schon bald Konkurrenz machen. Denn die am Fraunhofer IPMS weiterentwickelte optische Li-Fi-Technologie erlaubt nicht nur die gleichzeitige Nutzung eines Accesspoints durch verschiedene Nutzer, sondern auch die Kommunikation eines Nutzers mit mehreren Accesspoints und ist so nicht mehr auf ortsfeste Anwendungen beschränkt.

Im Zeitalter von Industrie 4.0 setzen immer mehr Anwender auf eine drahtlose Datenübertragung zwischen Geräten, die in der Logistik, der industriellen Fertigung oder Wartung von Maschinen eingesetzt werden. Doch die aus dem Consumer-Bereich bewährten Funklösungen (WLAN) kommen in hochautomatisierten Produktionsumgebungen schnell an ihre Grenzen. WLAN-Netze sind störanfällig, weil andere drahtlose Verfahren wie zum Beispiel Bluetooth-Anwendungen teilweise in den gleichen Frequenzbereichen funken und so Mehrfachbelegungen der Kanäle und überlappende Frequenznutzungen verursachen. Sie sind langsam, weil sich sowohl die Datenrate als auch die Kommunikationszykluszeiten mit zunehmender Anzahl von Nutzern und steigendem Datenvolumen verschlechtern. Und sie sind anfällig für Missbrauch, weil selbst verschlüsselte Netzwerke für Kenner verhältnismäßig einfach zu knacken sind. Die optische Datenübertragung (Light Fidelity oder Li-Fi) des Fraunhofer IPMS schneidet laut Dr. Alexander Noack, Projektleiter am Fraunhofer IPMS in jeder Hinsicht weitaus besser ab: Das Sende-Empfangssystem mit Namen »Li-Fi-Hotspot«

nutzt das weltweit frei von Regulierungen verfügbare Spektrum des Lichts, so dass keine Störungen von funkbasierten Systemen ausgehen. Die möglichen Netto-Datenraten von bis zu einem Gigabit pro Sekunde sind deutlich schneller als bei verfügbaren WLAN-Funklösungen. Und schon bei geschlossenen Räumen bietet jedes Li-Fi-Netzwerk Sicherheit gegen Hackerattacken. Die optische Datenübertragung hat aber auch eine systembedingte Schwachstelle: die Sichtachse zwischen Sender und Empfänger muss frei bleiben, ein erhebliches Manko, vor allem bei mobilen Anwendungen. Um bei der Nutzung der Li-Fi-Technologie nicht auf ortsfeste Einsatzszenarien beschränkt zu sein, arbeiten die Spezialisten am Fraunhofer IPMS an so genannten Multipunkt-zu-Multipunkt-Lösungen. »Mit unseren Kommunikationsmodulen können mehrere Nutzer simultan im selben Spot agieren.«, erläutert Dr. Alexander Noack, »Gleichzeitig kann jeder Nutzer zum Beispiel entlang einer Fertigungsstraße zwischen verschiedenen, sich überlappenden Accesspoints wechseln. Eine hinreichende Abdeckung vorausgesetzt, sind wir so in der Lage, auch für mobile Nutzer jederzeit eine freie Sichtachse und somit Datenaustausch zu gewährleisten. Und dies schneller, stabiler und sicherer als es mit funkbasierten Infrastrukturen möglich ist.«

Die treiberlosen Sende-/Empfangsmodule des Fraunhofer IPMS vereinen einen optischen Transceiver und einen Protokoll-Controller mit einer Gigabit-Ethernet-Schnittstelle und lassen sich leicht mit industrieüblichen Systemen kombinieren. Um den Nutzen für unterschiedlichste Anwendungsfelder zu erproben, bietet das Fraunhofer IPMS seinen Kunden Customer Evaluation Kits an.

## DAS FRAUNHOFER IPMS SETZT DIE FORSCHUNG AN MESOSKOPISCHEN AKTOREN UND SYSTEMEN IN BRANDENBURG FORT



*Mögliche Applikationsfelder sind miniaturisierte Lautsprecher für Hearables, Hörgeräte und Im-Ohr-Kopfhörer.*

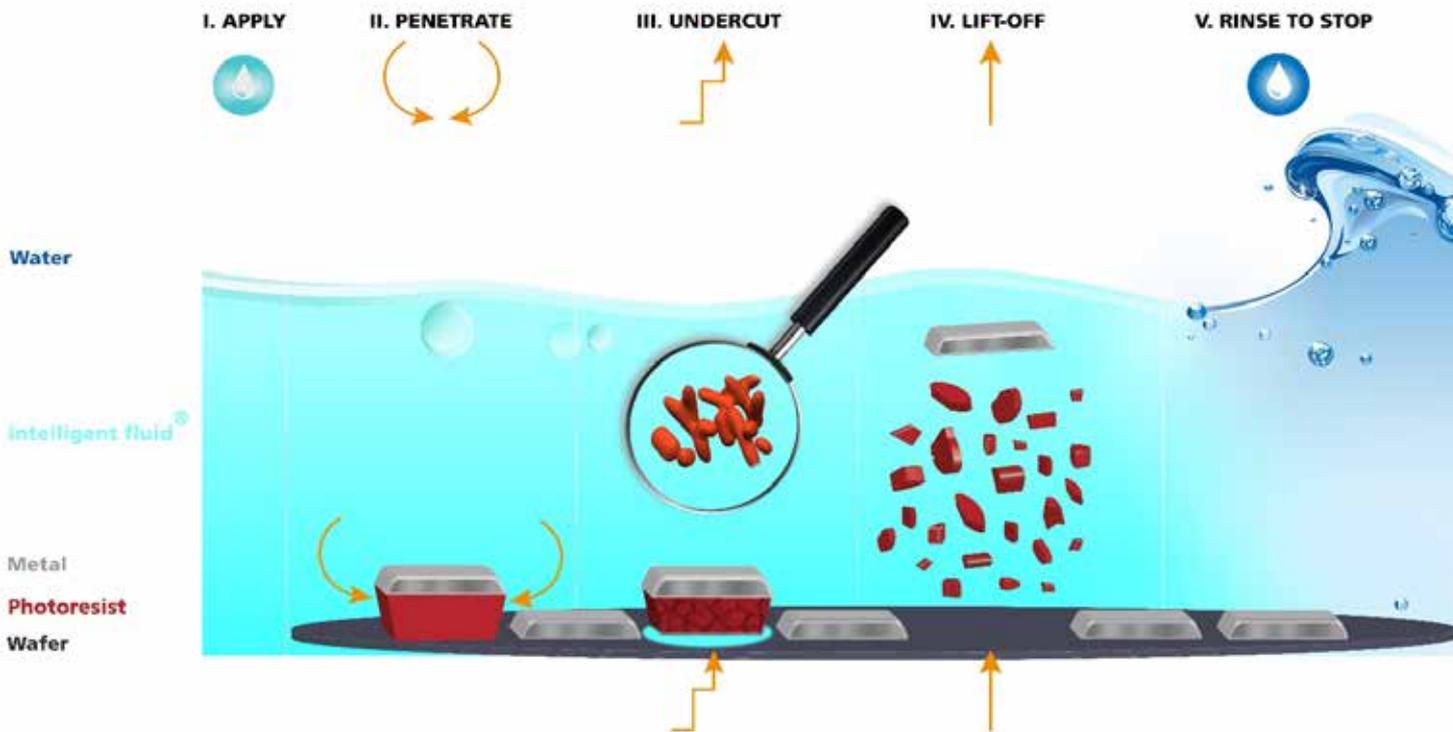
Das Fraunhofer IPMS hat allen Grund zur Freude: Bereits im September 2017 wurde die seit fünf Jahren bestehende und vom Land Brandenburg finanzierte Fraunhofer-Projektgruppe Mesoskopische Aktoren und Systeme (MESYS) positiv evaluiert. Nachdem im November nun auch der Bund-Länder-Ausschuss zugestimmt hat, wird diese Projektgruppe zum 1. Januar 2018 als Institutsteil des Dresdner Fraunhofer IPMS an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) am Standort Cottbus fortgeführt und in die Bund-Länder-Förderung aufgenommen. Damit ist der Weg geebnet, die Forschungsaktivitäten in Brandenburg in diesem Bereich fortzuführen und weiter auszubauen.

Prof. Harald Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IPMS und Professor für Mikro- und Nanosysteme an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), zeigt sich hoch erfreut: »Die enge Kooperation zwischen Fraunhofer und der BTU stellt einen wichtigen Innovationsfaktor dar. Daher freuen wir uns an dieser Stelle sehr, als Ergebnis der positiven Evaluierung, die vielversprechenden Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IPMS in Kooperation mit der BTU in Brandenburg weiter fortsetzen zu können.«

Die Fraunhofer-Projektgruppe MESYS ist 2012 in enger Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer IPMS und der BTU ins Leben gerufen worden. Unter der Leitung von Prof. Schenk forschen neun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an den beiden Standorten in Dresden und Cottbus an neuartigen elektrostatischen Mikroaktoren – sogenannten nanoskopischen elektrostatischen Antrieben (engl. nanoscopic electrostatic drives, NED). Die von MESYS entwickelte und bereits patentierte neue Aktorklasse ist CMOS-kompatibel und löst fundamentale Probleme elektrostatischer Aktoren. Zukünftig können so die Leistungsfähigkeit von Mikrosystemen verbessert und völlig neuartige Designlösungen für selbige geschaffen werden. Mögliche Applikationsfelder sind Mikropumpen, MEMS-Lautsprecher oder Mikropositioniersysteme.

Nach der erfolgreichen Evaluierung konnten auch schon erste Erfolge bei der Integration der neuen NED-Aktortechnologie verzeichnet werden: Es ist erstmals gelungen, funktionsfähige, in Silizium integrierte Mikrolautsprecher herzustellen. Prof. Schenk schaut zuversichtlich in die Zukunft: »Wir hoffen, dass wir die bisher erzielten wissenschaftlichen Erfolge rasch in die Verwertung und industrielle Nutzung überführen können. Damit wollen wir auch unseren Beitrag zur Stärkung der lokalen Wirtschaft leisten.«

## NEUE MASSSTÄBE FÜR UMWELTSCHONENDE REINIGUNGSTECHNOLOGIEN IN DER MIKROCHIPFERTIGUNG



Wirkungsprinzip der Reinigungstechnologie von intelligent fluids.

Das Leipziger Technologieunternehmen **intelligent fluids** (ehem. **bubbles & beyond**) qualifiziert in Zusammenarbeit mit dem **Center Nanoelectronic Technologies (CNT)** des **Fraunhofer IPMS** und lokalen **Mikrochipherstellern innovative und umweltschonende Reinigungslösungen für die industrielle Volumenproduktion.**

Die auf Phasenfluiden basierende Technologie setzt neue Standards in Sachen Umweltfreundlichkeit, Arbeitssicherheit und Anlagenverträglichkeit und stellt einen großen Schritt in Richtung Green Fab bei der Halbleiterproduktion dar.

Bei der Herstellung sind nun weniger Prozessschritte notwendig, was Einsparungen bei der Produktionszeit und den Verbrauchsmitteln mit sich bringt und neue Anwendungsszenarien bei der Prozessintegration ermöglicht. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, bei denen z.B. Fotolacke mittels aggressiven Lösungsmitteln und zum Teil toxischen Chemikalien aufgelöst und im Anschluss aufwendig entsorgt werden, unterwandern Phasenfluide die entsprechenden Schichten, fragmentieren sie und »heben« diese defektfrei von der Waferoberfläche ab. Im Anschluss werden das Phasenfluid und der abgelöste Fotolack mit DI-Wasser abgespült und rückstandsfrei entfernt.

»Mit intelligent fluids gibt es nun endlich ein physikalisch wirkendes Reinigungsprodukt, das CMOS-kompatibel ist und in die Halbleiterfertigung integriert werden kann.« sagt der Wissenschaftler Matthias Rudolph vom Fraunhofer IPMS und wird durch Igor Eichinger (Category Manager intelligent fluids) ergänzt: »Da bei der Phasenfluidreinigung nur smarte und sanfte Inhaltsstoffe zum Einsatz kommen, setzt unsere Technologie neue Maßstäbe hinsichtlich Performance, Schadstoffreduzierung, biologischer Verträglichkeit und Arbeitssicherheit in der Mikrochipfertigung.« Seit Jahren beliefert intelligent fluids namhafte Halbleiterhersteller in Europa, USA und Asien in den Bereichen Fotolackentfernung, Metal Lift-Off und Equipment Cleaning. Darüber hinaus laufen in der Screening Fab des Fraunhofer IPMS die Vorarbeiten für die Qualifizierung der neuesten intelligent fluids Technologie für Fotolackentfernung im Front-End Bereich. Dabei wurden die Phasenfluide vom Labormaßstab für den industriellen Einsatz in 300-mm-Fertigungsanlagen weiterentwickelt und auf ihre Einsatzfähigkeit in industrietypischen Fertigungsprozessen hin untersucht. In dem vom Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) geförderten Verbundprojekt (Antragsnummer 10284497) werden in den kommenden beiden Jahren die Produkte und Prozesse in eigenen Pilotlinien für die anschließende Industriefertigung qualifiziert.

## ÜBERWACHUNG VON SICHERHEITSGLASSCHEIBEN: SMARTE ALARMANLAGE ERKENNT EINBRUCHSVERSUCH



Testreihe mit dem Sicherheitsglas in den Laboren der Schott Technical Glass Solutions GmbH.

Fensterscheiben von Juweliergeschäften, Galerien oder Banken sind alarmgeschützt und mit Sicherheitsglas ausgestattet. Der Nachteil: Die Scheibe beziehungsweise ein Teil der Scheibe muss erst brechen, damit der Alarm auslöst. Denn herkömmliches Sicherheitsglas ist mit Metallfäden ausgerüstet, die erst bei einer mechanischen Beschädigung reißen und somit den Alarm aktivieren. Wird das Glas beispielsweise durch einen Schneidbrenner oder lokal mit einem Bohrer beschädigt, reagieren konventionelle Anlagen gar nicht oder zu spät. Diesen Umstand machen sich Einbrecher zunutze und verwenden anstelle eines Hammers einen Bohrer oder Gasbrenner.

Forscher am Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT und am Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS haben gemeinsam einen intelligenten Einbruchschutz entwickelt, der diesen Nachteil überwindet: Das System erfasst thermische und mechanische Belastungen durch äußeres Einwirken zeitnah und dynamisch. Bereits ein leichter Schlag gegen das Sicherheitsglas oder die Manipulation

durch eine Flamme reicht aus, um den Alarm auszulösen. Durch die Gewalteinwirkung ändert sich die mechanische Eigenschaft der Scheibe, was das neue System erfasst. Die Überwachung der Glasscheibe basiert auf einem Glasbruchsensor, der durch ein Faser-Bragg-Gitter, also in Lichtwellenleiter eingeschriebene optische Interferenzfilter, in einer Glasfaser realisiert wird. Die Glasfaser kann in der Ecke der Fensterscheibe oder an anderen Positionen eingebracht werden.

### Lichtgestützte Überwachung von Glasscheiben

Der Sensor mit Faser-Bragg-Gitter ist ein optischer Sensor, der eine spezifische Wellenlänge des Lichts reflektiert, die durch Temperatur- und/oder Dehnungsabweichungen verändert wird. »Übt jemand Druck auf die Glasscheibe aus oder wird sie erhitzt, ändert sich der Abstand der Gitterelemente zueinander und somit auch die übertragene Wellenlänge. Diese Änderungen können empfindliche optische Messgeräte erfassen. Sind die Veränderungen größer als ein vorher identifizierter Schwellenwert, werden Signale an die Alarmanlage übermittelt«, erläutert Udo Weinand, Diplom-Ingenieur am Fraunhofer INT die Funktionsweise

des patentierten Systems. »Wir können unser System sehr fein und gezielt einstellen, es kann sowohl auf leichte als auch auf starke Schläge reagieren. Das lässt sich je nach Anwendungsfall individuell anpassen«, ergänzt Dr. Peter Reinig, Wissenschaftler am Fraunhofer IPMS.

Der neuartige Einbruchschutz besteht aus einem Bragg-Gitter, einer Glasfaserzuleitung, einer Schnittstelle zur Alarmanlage und einer Auswerteelektronik, die das optische Messgerät enthält. Die Auswerteeinheit, an die sich unterschiedliche Glasfasern anschließen lassen, soll künftig im Rahmen der Fensterscheibe verbaut werden. Im Hochsicherheitsbereich kann die Auswerteeinheit sich in großer Entfernung von dem Sicherheitsglas befinden, da das Faser-Bragg-Gitter in der Lage ist, Licht in der Glasfaser auch über mehrere Kilometer zu transportieren. »Die Messung mit optischen Glasfasersensoren stellt eine gute Lösung für diese Anforderungen dar, da sie Licht anstelle von Strom und handelsübliche Glasfasern anstelle von Kupferdrähten einsetzt«, so Weinand.

### Mustererkennung vermeidet Fehlalarme

Ein weiterer Vorteil des Fraunhofer-Systems: Glasfasern sind resistent gegenüber elektromagnetischen Störungen. Elektronik lässt sich zum Beispiel durch das Aussenden von Mikrowellen stören. Deren Impulse können herkömmliche Alarmanlagen außer Kraft setzen oder einen ungewollten Alarm erzeugen. Außerdem schließt eine Mustererkennung Fehlalarme durch alltägliche Erschütterungen aus. »Ein Fußball oder ein Vogel hinterlassen eine andere Signatur als ein Hammer oder ein Baseballschläger«, kommentiert Reinig. Die smarte Alarmanlage wurde in diversen Angriffsszenarien auf unterschiedlichste Arten von Sicherheits-scheiben mit Hammer, Baseballschläger, Bohrer, Schusswaffe, Axt und Heißgebläse auf Herz und Nieren getestet, um festzustellen, wann der Alarm zuverlässig auslöst. Die Wirksamkeit des Sensors mit Faser-Bragg-Gitter wurde in zahlreichen Tests nachgewiesen, unter anderem dem VdS-Test – einer Prüfkontrolle der VdS Schadenverhütung GmbH in Köln. Die unabhängige, notifizierte und akkreditierte Prüf- und Zertifizierungsstelle für Brand- und Einbruchdiebstahlschutz ist Herausgeber des in Deutschland bekannten VdS-Prüfsiegels.

Der Einbruchschutz der Fraunhofer-Forscher liegt nun als Demonstrator vor. Die Auswerteelektronik in Form eines kleinen Kästchens hat eine Größe von  $14 \times 9 \times 7 \text{ cm}^3$  und kann bei Bedarf weiter miniaturisiert werden. Nicht nur Juweliergeschäfte und andere einbruchanfällige Objekte lassen sich mit dem System schützen, es eignet sich beispielsweise auch zum Überwachen von Brücken, Gebäuden, Rohrleitungen, tragenden Strukturen in der Luft- und Raumfahrt sowie Windkraftanlagen.

## TERMINVORSCHAU

### SPIE Photonics West

San Francisco, USA 27. Januar - 1. Februar 2018  
Moscone Center, Stand 4522

### Global LiFi Congress

Paris, Frankreich 8. - 9. Februar 2018  
Palais Brongniart

### Embedded World

Nürnberg, Deutschland 27. Februar - 1. März 2018  
Messe Nürnberg, Stand 3-123

### LogiMAT

Stuttgart, Deutschland 13. - 15. März 2018  
Messe Stuttgart, Halle 4, Stand F02

### OFC

San Diego, USA 13. - 15. März 2018  
Messezentrum San Diego, Stand 5901

[www.ipms.fraunhofer.de/de/events.html](http://www.ipms.fraunhofer.de/de/events.html)

### Folgen Sie uns auch auf:



[facebook.com/FraunhoferIPMS](https://facebook.com/FraunhoferIPMS)



[twitter.com/FraunhoferIPMS](https://twitter.com/FraunhoferIPMS)



[xing.com/companies/fraunhoferipms](https://xing.com/companies/fraunhoferipms)



[linkedin.com/company/fraunhofer-ipms](https://linkedin.com/company/fraunhofer-ipms)



[youtube.com/user/fraunhoferipms](https://youtube.com/user/fraunhoferipms)

### Weitere Informationen:

Dr. Michael Scholles, Leiter Business Development & Strategy  
Tel.: +49 351 88 23 201

E-Mail: [info@ipms.fraunhofer.de](mailto:info@ipms.fraunhofer.de)

Das Fraunhofer IPMS ist Teilnehmer der



**Forschungsfabrik  
Mikroelektronik**  
Deutschland

#### **IMPRESSUM**

Herausgeber: Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS, Maria-Reiche-Str. 2, 01109 Dresden

Tel.: +49 351 88 23-0, Fax: +49 351 88 23-266, [www.ipms.fraunhofer.de](http://www.ipms.fraunhofer.de)

Redaktion: Romy Zschiedrich, Moritz Fleischer, [info@ipms.fraunhofer.de](mailto:info@ipms.fraunhofer.de)

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung des Fraunhofer IPMS.

Fotos: Fraunhofer IPMS, S. 3 © Shutterstock, S. 5 © intelligent fluids, S. 6 © Fraunhofer INT