

# ForLab PROMYS

Forschungslabor Mikroelektronik Freiburg  
für Hybride Integrationstechnologien

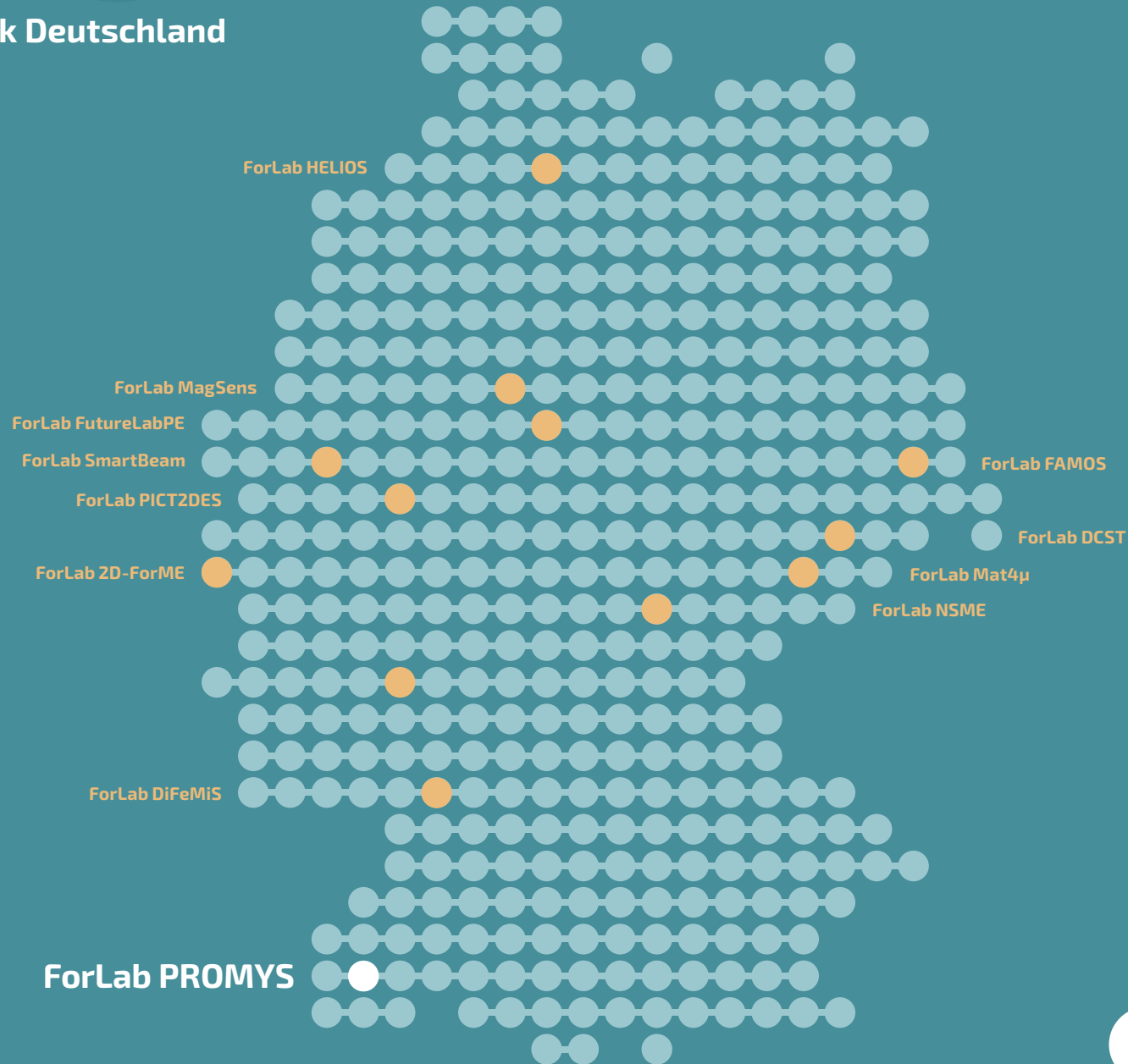


GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Forschungslabore Mikroelektronik Deutschland



# Mikroelektronik- Standort Deutschland

Die zwölf Forschungslabore Mikroelektronik Deutschland (ForLab) erschließen neue Forschungsfelder für die Mikroelektronik der Zukunft und stärken so den Mikroelektronikstandort Deutschland.

Die **Forschungslabore Mikroelektronik Deutschland (ForLab)** an Universitäten und Hochschulen sollen neue Forschungsfelder für die mikroelektronischen Systeme der Zukunft erschließen. Mit diesen Innovationen will die Bundesregierung die Halbleiterforschung in Deutschland weiter stärken. Denn mikroelektronische Systeme sind forschungsintensiv – und Hochschulen sind ein zentraler Innovationsfaktor für diesen Schlüsselbereich. Aus diesem Grund stellt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 50 Millionen Euro zur Verfügung, um Investitionen in modernste Geräte und Anlagen zur Forschung an mikroelektronischen Systemen zu ermöglichen. Gefördert werden Projekte an Hochschulen, die schon heute auf internationalem Niveau agieren. Die Vernetzung der Forschungslabore untereinander und mit externen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft soll den wissenschaftlichen Austausch über mikroelektronische Systeme verbessern und den Technologietransfer beschleunigen. Im Zusammenspiel mit der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland schaffen sie so eine neue Qualität und Sichtbarkeit für die Elektronikforschung am Standort Deutschland.



»Mit den Forschungslaboren Mikroelektronik Deutschland investieren wir in die Zukunft: Technologische Souveränität im Zeitalter der Digitalisierung braucht eine Spitzen-Ausstattung für Spitzenforschung nicht allein in der Wirtschaft, sondern auch in der Wissenschaft. Wichtig sind uns dabei der Zugang auch kleiner und mittlerer Unternehmen zu einer modernen Forschungsinfrastruktur und eine Ausbildung der Nachwuchskräfte, die den steigenden Anforderungen gerecht wird. Wir wollen ein lebendiges Ökosystem schaffen, in dem neue Ideen und neues Wissen schnell nutzbar gemacht werden und in unserem Alltag ankommen.«

**Thomas Rachel**  
Parlamentarischer Staatssekretär  
bei der Bundesministerin für Bildung  
und Forschung

# Vier Fokusthemen für Mikroelektronik der Zukunft

Die ForLabs widmen sich Themenschwerpunkten, die für einen starken Mikroelektronikstandort Deutschland entscheidend sein werden.

## Integrierte Photonik

Integrierte Photonik gehört zu den ForLab-Fokusthemen, weil sie in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird. Denn bei der Verarbeitung von Daten erweist sich die Datenübertragung mittels elektrischer Signale zunehmend als Engpass. Mit Hilfe von optischen Technologien ist es möglich, hier die Geschwindigkeit deutlich zu erhöhen. Sie rücken deshalb immer näher an den Chip heran und werden teilweise auch bereits in den Chip integriert. Die Möglichkeit, optische Systeme zu miniaturisieren und in optoelektronische Systeme einzubinden, eröffnet zugleich eine Vielzahl ganz neuer Anwendungsbereiche in der Sensorik oder Medizintechnik.



## Aufbau- und Verbindungstechnik

Aufbau- und Verbindungstechnik ist ein wichtiges Querschnittsthema, das bei vielen ForLab-Projekten mit auf der Agenda steht. Kompetenzen in diesem Technologiefeld haben in jüngster Zeit an Bedeutung gewonnen. Das liegt zum einen am Trend zur Miniaturisierung: Nanostrukturen zu kontaktieren und in ein Gehäuse zu bringen ist technisch sehr anspruchsvoll. Andererseits gibt es verschiedene Arten von Halbleiterchips, die unterschiedliche Anforderungen an die Aufbau- und Verbindungstechnik stellen. Es sind somit differenzierte und auf die jeweilige Anwendung angepasste Lösungen zu entwickeln.

Im Zuge der Heterointegration werden verschiedene Chips in einem Gehäuse kombiniert. Bei Leistungselektronischen Bauelementen muss ein Gehäuse hingegen in der Lage sein, große Mengen an Wärme abzuleiten. Im ForLab-Verbund arbeiten viele Forschergruppen auch an solchen Aufgabenstellungen. Deshalb gehört die Aufbau- und Verbindungstechnik zu den ForLab-Fokusthemen.

## Mikro- und Nanotechnologie-Integration

Ein weiteres ForLab-Fokusthema ist die Mikro- und Nanotechnologie. Ein Großteil der Forschungslabore beschäftigt sich mit Nanotechnologien und hat deshalb Schwerpunkte, die diesem Bereich zuzuordnen sind. In diesem Bereich arbeitet der Forschungsverbund auch mit der VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik GMM zusammen, die einen Fachausschuss zu dieser Thematik unterhält.



## Atomlagenabscheidung

Die Atomlagenabscheidung (engl. atomic layer deposition, ALD) ist ein Verfahren, mit dem sehr dünne Schichten auf einem Substrat erzeugt werden können – und ein wichtiges Querschnittsthema im Forschungsverbund ForLab.

Denn ALD ist überall dort von Bedeutung, wo Schichten mit einer Präzision der Schichtdicke im Nanometer-Bereich aufgebracht werden müssen. In der Mikroelektronik wird diese Methode immer wichtiger. Für die Herstellung von dickeren Schichten sind andere Verfahren aufgrund der höheren Abscheiderate attraktiver. Doch mit der zunehmenden Miniaturisierung und der beständigen Verringerung der Strukturbreiten ist die Atomlagenabscheidung unverzichtbar geworden. Immer wenn in der Halbleiterfertigung extrem dünne Schichten abgeschieden werden müssen oder wenn eine perfekte Kantenbedeckung unerlässlich ist, kommt die Atomlagenabscheidung zum Einsatz. Mit ALD lassen sich Schichten einer definierten und homogenen Schichtdicke auch auf dreidimensionalen Strukturen erzeugen. Im ForLab-Verbund wird die Atomlagenabscheidung daher von vielen Arbeitsgruppen eingesetzt. Aus diesem Grund ist sie ein Fokusthema, bei dem auch mit Partnern aus der Industrie zusammengearbeitet wird.

# ForLab PROMYS

Forschungslabor Mikroelektronik  
Freiburg für Hybride  
Integrationstechnologien

Neue Funktionswerkstoffe



»Das Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) in Freiburg ist eines der weltweit größten Forschungszentren und führend auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik. Dank der hervorragenden Infrastruktur und des disziplinübergreifenden Ansatzes an der Albert-Ludwigs-Universität erforschen und entwickeln wir intelligente Elektroniksystemen für vielfältige Anwendungsszenarien insbesondere für den medizinisch-biologischen Einsatz.«

**Prof. Dr. Gerald A. Urban**

Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK)  
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Blick in eine Prozesskammer der im ForLab-Projekt angeschafften Sputter-Clusteranlage, die fünf Targets bereitstellt.

An medizinisch einsetzbaren Elektroniksystemen, die sowohl biologische Parameter bei Patienten als auch Umwelteinflüsse messen können, arbeitet das Forschungslabor Mikroelektronik Freiburg für Hybride Integrationstechnologien. Dafür wollen die Wissenschaftler um Prof. Dr. A. Gerald Urban vom Institut für Mikrosystemtechnik IMTEK der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Elektronik, Sensorik und Aktorik auf einem Chip in hochgradig miniaturisierter Form zusammenfassen.

Die Experten erproben dazu neue Funktionswerkstoffe und einen dreidimensionalen Aufbau. Die komplexen Mikrosysteme sollen zunächst in der Medizin eingesetzt werden, beispielsweise zur autonomen Patientenüberwachung, als integrierter implantierbarer Sensorik-Stimulations-Chip oder als bioanalytische diagnostische Systeme unter anderem zur Virendiagnostik.

Im ForLab PROMYS werden robuste Mikrosysteme entstehen, die universell einsetzbar sind. Denn die Forscher sehen nicht nur in der Medizin Anwendungsmöglichkeiten. Perspektivisch ist auch die Nutzung in anderen Bereichen wie Smart Home, Landwirtschaft oder Prozesstechnik denkbar, wodurch für den Standort Deutschland eine hohe wirtschaftliche Breitenwirkung entsteht.



**Die Sputter-Clusteranlage ermöglicht in drei Kammern das Beschichten von Proben mit dünnen metallischen oder dielektrischen Schichten.**



**Mit einem Drahtbonder werden mikroskopische Spulen gewickelt, die eine induktive Verbindung zu Mikrochips ermöglichen.**

#### **Kontakt**

Prof. Dr. A. Gerald Urban  
Institut für Mikrosystem-  
technik (IMTEK)  
Albert-Ludwigs-Universität  
Freiburg

Georges-Köhler-Allee 103  
79110 Freiburg

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Ausgezeichnet als eine der besten Universitäten Deutschlands ist die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Zentrum für transdisziplinäre Spitzenforschung mit internationalem Weitblick.



**Freiburg im Breisgau ist die südlichste Großstadt Deutschlands und bietet durch die Universität und zahlreiche Fraunhofer Institute eine hervorragende Forschungs-umgebung.**



**Der Reinraum des Instituts für Mikrosystemtechnik bietet auf ca. 600 m<sup>2</sup> eine ausgezeichnete Infrastruktur für Spitzenforschung im Bereich der Mikroelektronik.**

Die selbsternannte »Green City« Freiburg ist nicht nur Vorreiter in Sachen Umweltfreundlichkeit, sondern belegt auch im Bereich Digitalisierung und beim Ausbau zukunfts-trächtiger Wachstumsbranchen deutschlandweit eine Spitzenposition. Besonders die europäische Zentrallage im Dreiländereck Deutschland-Frankreich-Schweiz sowie zahlreiche Bildungseinrichtungen machen Freiburg zu einem exzellenten Standort für den technologischen Fortschritt. Inmitten der Schwarzwaldmetropole befindet sich die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – eine der ältesten deutschen Bildungsstätten. Seit 1457 prägt die Universität die lange Forschungs- und Bildungstradition der Stadt Freiburg. Das Fundament ihrer exzellenten Forschungskraft bilden heute etwa 25.000 Studierende und mehr als 4.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Als Volluniversität bietet die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg ein breites Fächerspektrum an, das sich in insgesamt 17 Fakultäten und elf wissenschaftlichen Zentren diverser technischer, geisteswissenschaftlicher und medizinischer Disziplinen niederschlägt.





Das Prinzip der Transdisziplinarität wird an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg großgeschrieben und ist insbesondere am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) eine täglich gelebte Praxis. Gemeinsam mit den Hahn-Schickard-Instituten sowie fünf Fraunhofer-Instituten bildet das IMTEK einen idealen Nährboden für die Erforschung von Mikrosystemtechnik und verwandten Disziplinen in Europa. Zu den Forschungsschwerpunkten zählen Energieautonome Mikrosysteme, die Erforschung von Smarten Materialien, Oberflächen und Prozessen sowie medizinische Mikrosysteme. Das Forschungslabor Mikroelektronik Freiburg für Hybride Integrationstechnologien fokussiert sich auf neue Funktionswerkstoffe für den Einsatz unter anderem in der Medizin, im Bereich von Smart Homes und in der Prozesstechnik. Somit fügt es sich nahtlos in das breite Wissens- und Forschungsspektrum des IMTEK ein.

**Das Institut für  
Mikrosystemtechnik  
umfasst 21  
Professuren und ca.  
340 wissenschaftliche  
Mitarbeiter\*innen.**



**Website**  
[www.uni-freiburg.de](http://www.uni-freiburg.de)

## Impressum

### Herausgegeben von

Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,  
Georges-Köhler-Allee 102, 79110 Freiburg

### V.i.S.d.P.

Prof. Dr. Gerald A. Urban, IMTEK, Georges-Köhler-Allee 102, 79110 Freiburg

### Redaktion

WeichertMehner, Unternehmensberatung für Kommunikation GmbH & Co. KG,  
An der Dreikönigskirche 5, 01097 Dresden

### Gestaltung und Satz

Ostsüdost – Klare Gestaltung, Großenhainer Straße 99, 01127 Dresden

### Fotografie

Bildrechte © ForLab PROMYS / André Wirsig

außer Seite 3: Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär bei der Bundesministerin für  
Bildung und Forschung © Presse- und Informationsamt der Bundesregierung; Seite 4 rund:

© TU Ilmenau; Seite 4 eckig: © Universität Duisburg-Essen; Seite 5 rund: © TU Cottbus-Senftenberg;  
Seite 5 eckig: © TU Dresden/IHM; Seite 8: istockphoto.com / SerrNovik

### Erstveröffentlichung

Mai 2022

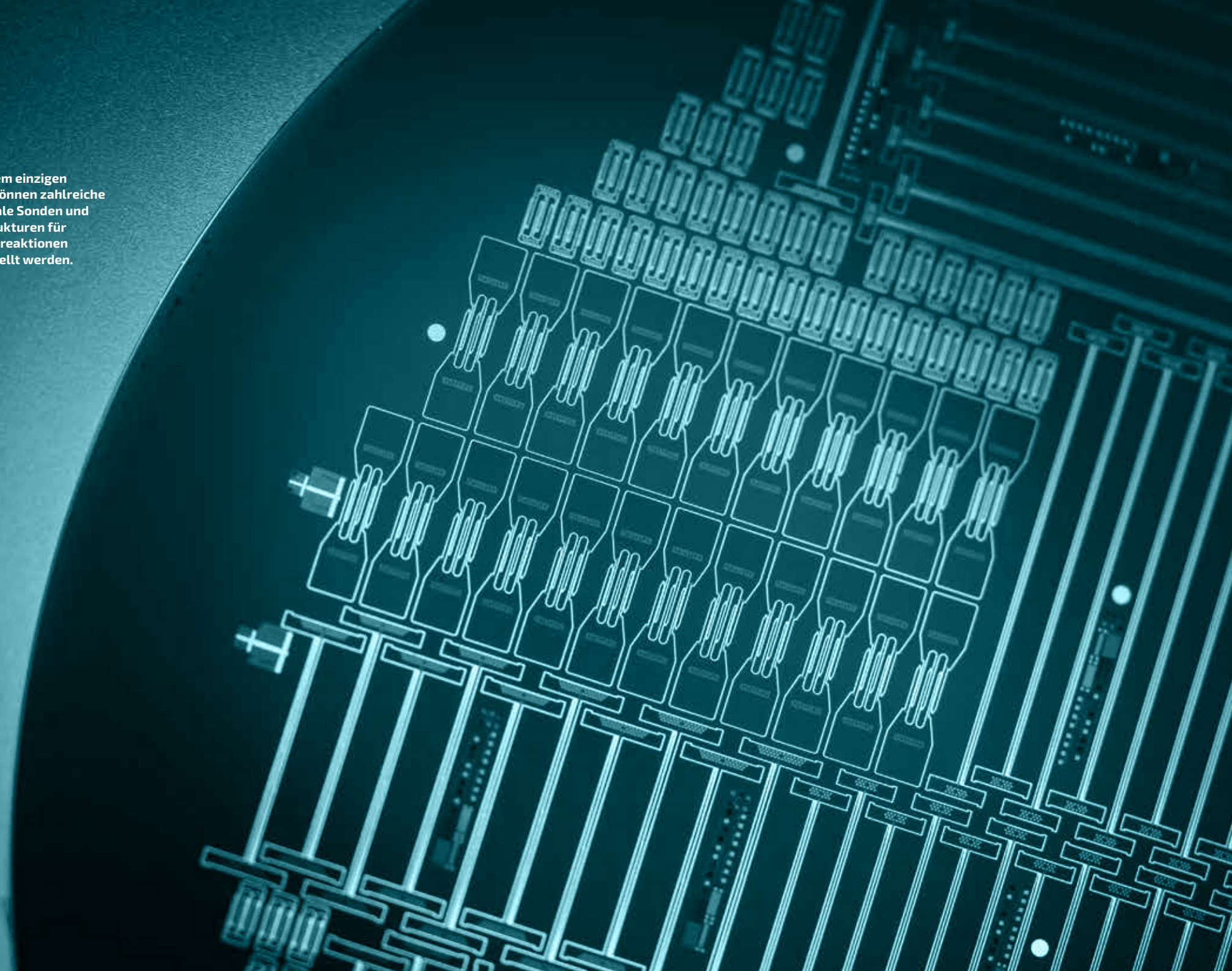


GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Auf einem einzigen Wafer können zahlreiche neuronale Sonden und Teststrukturen für Gewebereaktionen hergestellt werden.





[www.forlab.tech](http://www.forlab.tech)