

# ForLab DCST

Forschungslabor Mikroelektronik Dresden  
für rekonfigurierbare Elektronik

Ein Projekt an der  
Technischen Universität Dresden

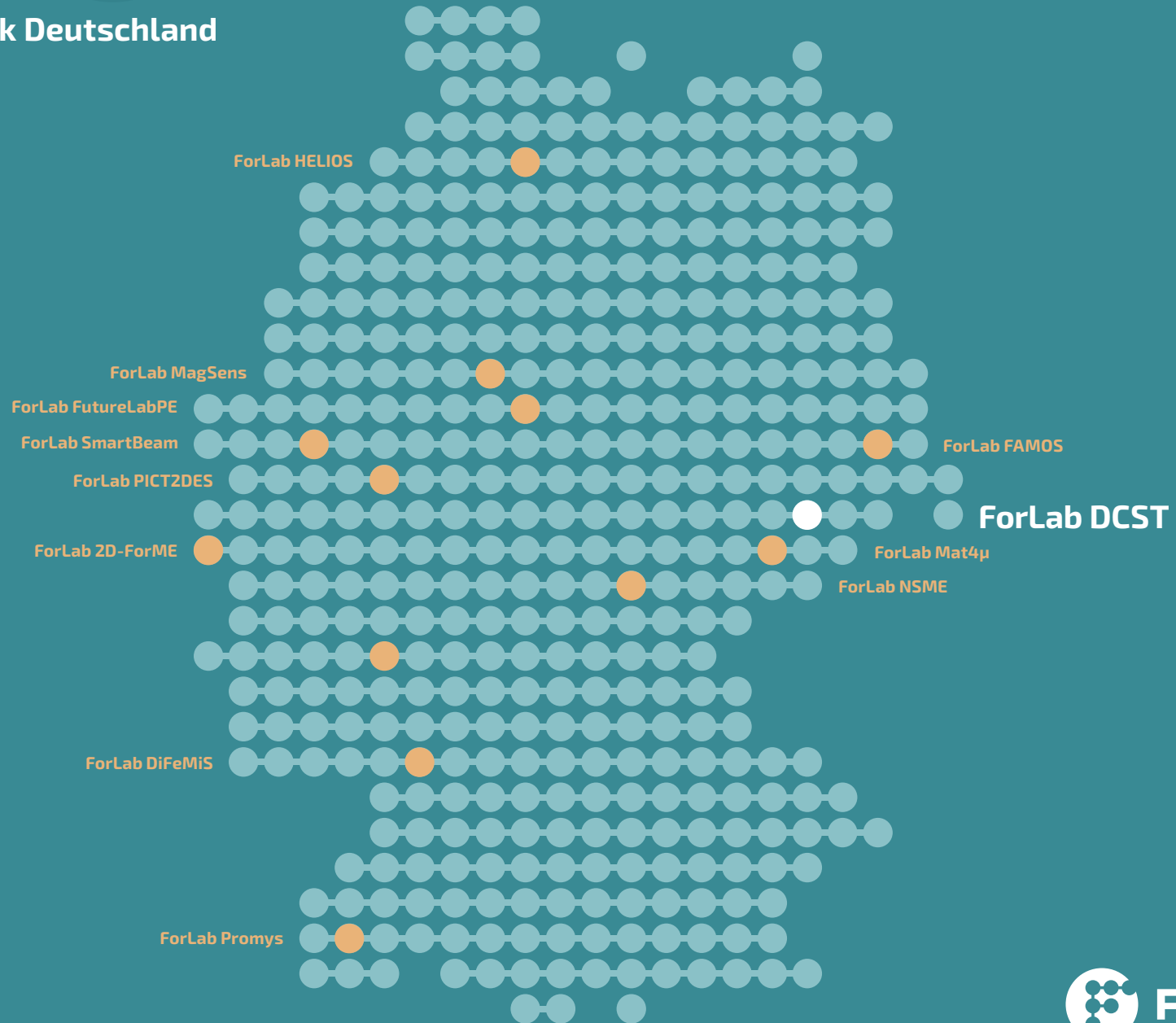


GEFÖRDERT VOM



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 DCST

Elektroniksysteme aus Nanodrähten

Rekonfiguration

Künstliche Intelligenz

Energieeffizienz



»Das einzigartige Ökosystem des Silicon Saxony ist eine fruchtbare Umgebung für exzellente Mikroelektronik-Forschung. Die TU Dresden ist ein fester Teil dieses exzellenten Umfeldes und eine hervorragende Heimat für zukunftsweisende Hightech-Forschung.«

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Mikolajick**

Inhaber der Professur für  
Nanoelektronik der TU Dresden



Eine Wissenschaftlerin bestückt die im ForLab-Projekt angeschaffte PEALD-Anlage der Firma Picosun mit einem zu beschichtenden Silicium-Wafer.





Bauelemente und einfache Schaltungen auf Basis von Nano-drähten oder 2D Materialien entwickelt das Forschungslabor Mikroelektronik Dresden für rekonfigurierbare Elektronik. An der Technischen Universität Dresden entsteht dabei eine vollständige Prozesskette von der Abscheidung verschiedener Einzelschichten bis zur Aufbau- und Verbindungstechnik für neuartige Schaltungen.

Die Wissenschaftler um Prof. Dr.-Ing. Thomas Mikolajick arbeiten im Forschungslabor Dresden Center for Semiconductor Technologies (ForLab DCST) an einer Zukunftstechnologie, auf die Experten große Hoffnungen setzen. Denn rekonfigurierbare Schaltungen können auch noch während des Betriebs verändert werden. Sie sind damit eine Basis für Elektroniksysteme, die auf der untersten Ebene rekonfiguriert werden können.

Im Reinraum der TU Dresden werden Forscher aus verschiedenen Fachgebieten zukünftig dazu sowohl einzelne Prozessschritte erkunden als auch einfache rekonfigurierbare Demonstratorschaltungen entwickeln. Ziel ist es, die Energieeffizienz integrierter Schaltungen weiter zu erhöhen, ohne ausschließlich auf die geometrische Skalierung angewiesen zu sein.

Damit werden vollkommen neue Anwendungen möglich, beispielsweise intelligente Sensoren oder Basiselemente für die Künstliche Intelligenz. Denkbar sind auch besonders sichere Schaltungen, bei denen weder das Auslesen der Schaltungsfunktion noch das Zurückverfolgen der genauen Schaltungstechnik möglich ist.



◀ Am Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik der Technischen Universität Dresden wurde im ForLab-Projekt eine PEALD-Anlage mit einer neuartigen und leistungsstarken Mikrowellen-Remote-Plasmaquelle in Betrieb genommen. Hiermit sollen in Zukunft Beschichtungsprozesse für leitfähige, metallische Schichten entwickelt werden.

Der Bereich der Fotolithografie des DCST, der die Grundlage für die Herstellung kleinster Strukturen bildet, wurde durch das ForLab-Projekt mit einem neuen Raster-elektronenmikroskop zur Kontrolle der erzeugten Strukturen ausgestattet.

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Thomas Mikolajick  
Professur für Nanoelektronik  
TU Dresden

#### Adresse

Nöthnitzer Straße 64  
01187 Dresden

# Technische Universität Dresden

An der Technischen Universität Dresden kommen exzellente Forschung mit Lehre auf hohem Niveau zusammen – und das in einer der lebenswertesten Städte und führenden Hightech-Standorte Europas.



**Dresden ist ein vielseitiger Hochtechnologie-Standort.**



**1978 als Technikum Mikroelektronikmontage gegründet, befindet sich das IHM heute im 1983 in Betrieb genommenen Mierdel-Bau auf dem Uni-Campus.**

Dresden ist einzigartig. Die Stadt an der Elbe vereint lebendige Ökosysteme in den fünf europäischen Schlüsseltechnologien Mikro- und Nanotechnologie, Nanoelektronik, Neue Werkstoffe, Biotechnologie und Photonik. Dresden liegt im Herzen des Silicon Saxony, dem größten europäischen Mikroelektronikstandort, und ist Heimat der Technischen Universität Dresden.

Die Technische Universität Dresden ist mit rund 31.500 Studierenden, etwa 600 Professorinnen und Professoren sowie rund 8.000 Beschäftigten aus 70 Ländern die größte Universität des Freistaates Sachsen und gehört mit drei Exzellenzclustern zum Kreis der elf deutschen Exzellenz-Universitäten.

Der 1828 gegründete Bildungsstandort führt seit 1961 den Titel Technische Universität und beherbergt als Volluniversität 17 Fakultäten in insgesamt fünf übergeordneten Bereichen. Ein Forschungsschwerpunkt ist die Profillinie »Informationstechnologie und Mikroelektronik«, die das gesamte Spektrum von der Grundlagen- und angewandten Forschung im Bereich Materialien und Bauelemente für die Datenspeicherung, -verarbeitung und -übermittlung bis zur System- und Softwareentwicklung für zum Beispiel die Kommunikationstechnik abdeckt.





Wesentliche Pfeiler der Forschungsprofilinie sind an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, eine der großen Fakultäten der TU Dresden, angesiedelt. Forschung und Lehre dieser Fakultät beschäftigen sich mit Zukunftsthemen wie Halbleitertechnologie, Halbleiterbauelementen, Mikrosystemen, Taktilem Internet, Smart Systems, nachhaltige Energiesysteme oder Biomedizintechnik. Am Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik wird auf den Gebieten der Halbleitertechnik, der Mikrosystemtechnik, der optoelektronischen Bauelemente und Systeme sowie der Nanoelektronik geforscht. Drei Professuren und eine Seniorprofessur stellen sich den Herausforderungen der fortschreitenden Miniaturisierung der Mikrosysteme und insbesondere dem Einsatz neuer Werkstoffe und Wirkprinzipien in der Nanotechnik. Das Forschungslabor Mikroelektronik Dresden für rekonfigurierbare Elektronik ist eines seiner zukunftsweisenden Projekte. Ferner ist das Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik, das eine der größten und fokussiertesten universitären Einrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau und Verbindungstechnik in Deutschland darstellt, am ForLab DCST beteiligt.

**Die Forscher am ForLab  
DCST arbeiten in einem  
hochmodernen Reinraum.**



**Website**  
[www.tu-dresden.de](http://www.tu-dresden.de)

## Impressum

### Herausgeber

Professur für Nanoelektronik, Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

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

Thomas Mikolajick, Professur für Nanoelektronik, 01062 Dresden

### 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

Alle Bilder ForLab DCST/ 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 Dresden: Nikada/istockphoto.com

### Erstveröffentlichung

Juli 2021



Mit der neuen PEALD-Anlage können ultradünne Schichten kontrolliert und reproduzierbar auf bis zu 200 Millimeter großen Silicium-Wafern hergestellt werden.





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