

ForLab Mat4 μ

Forschungslabor Mikroelektronik Freiberg
für Materialien der Leistungselektronik

Ein Projekt an der Technischen Universität
Bergakademie Freiberg

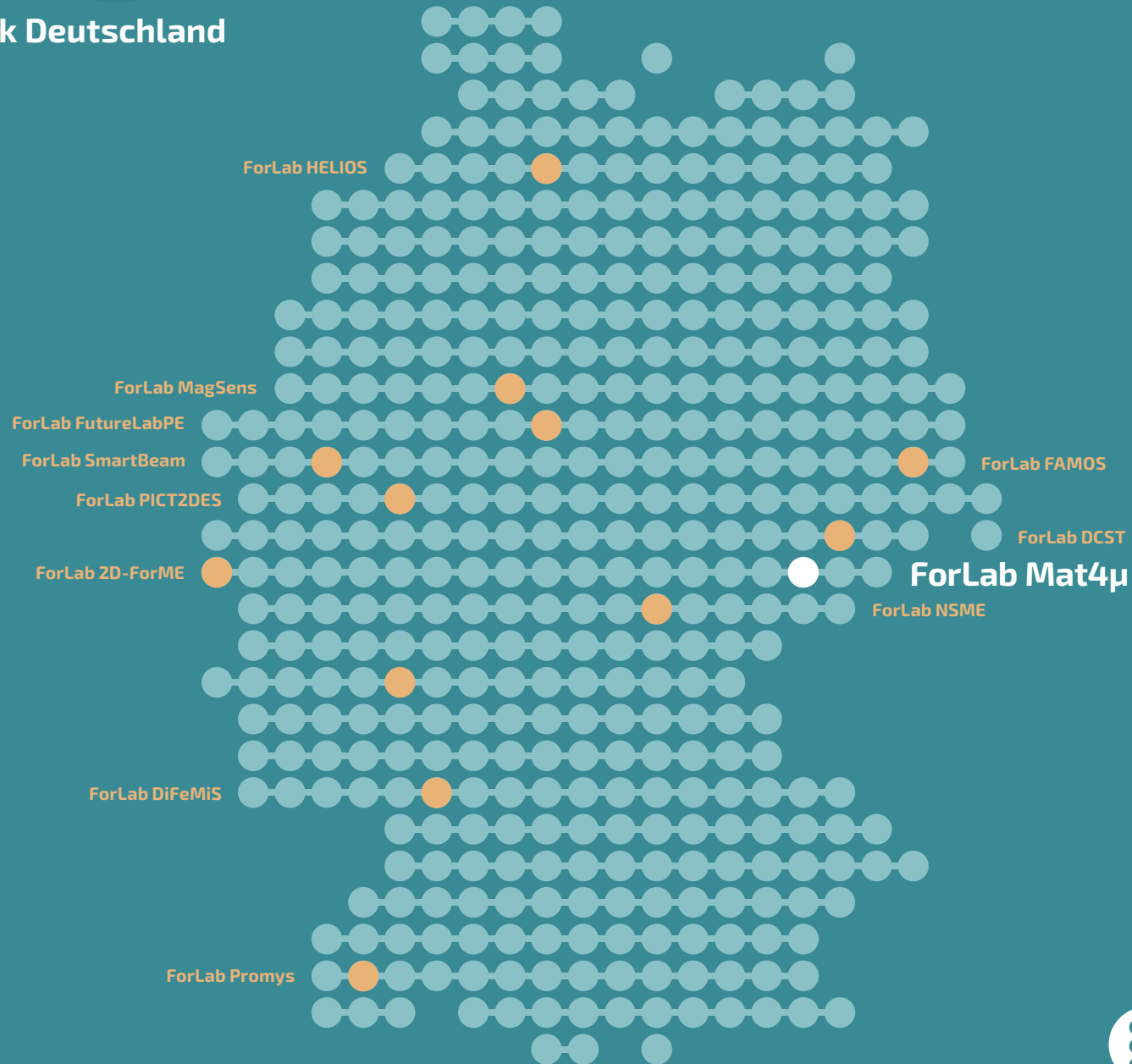


GEFÖRDERT VOM



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 Mat4 μ

Neue Grundmaterialien
für die Mikroelektronik

Grundmaterialien

Leistungselektronik

Dünnschichtdielektrika

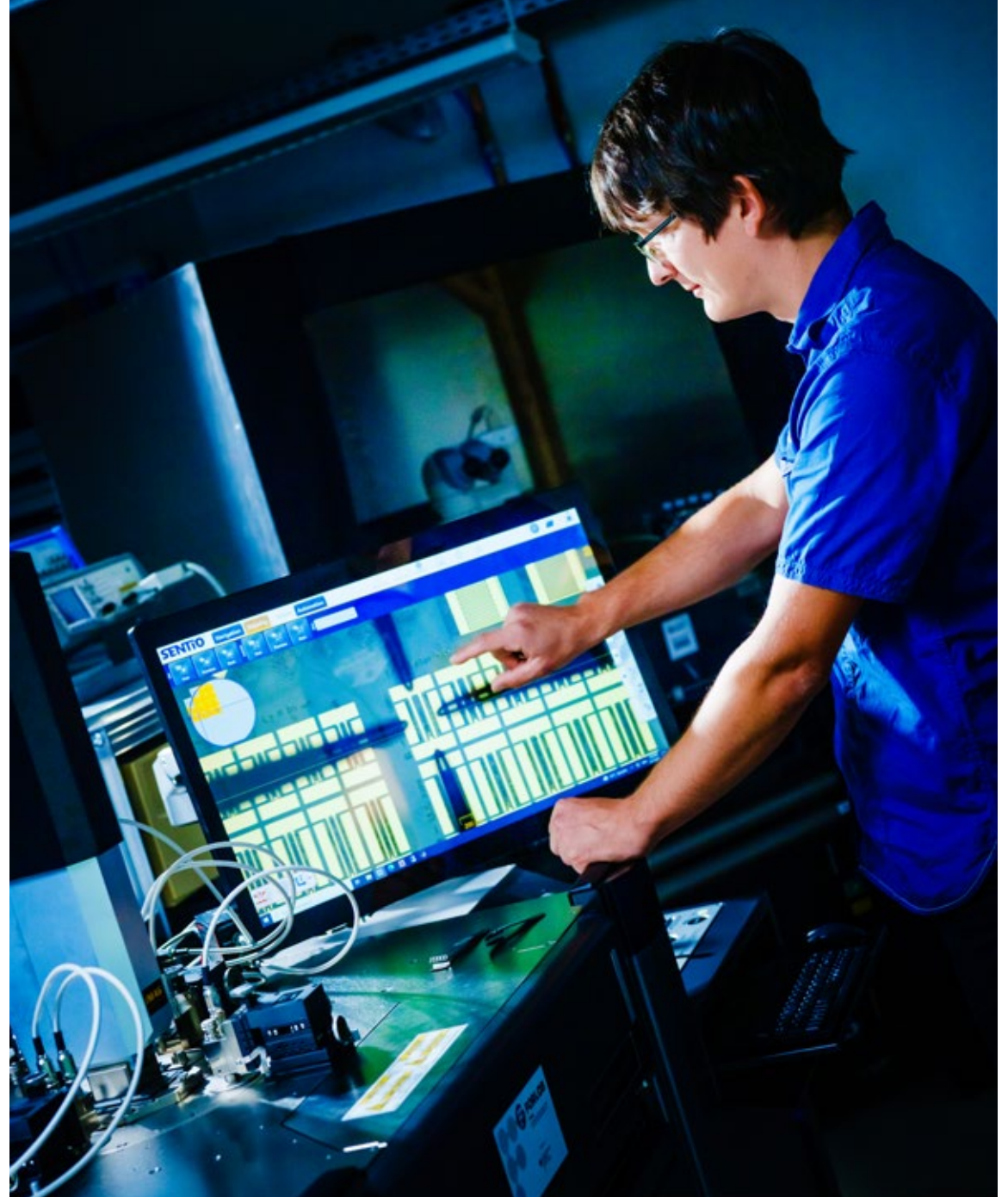
Nanokristalline Halbleiter



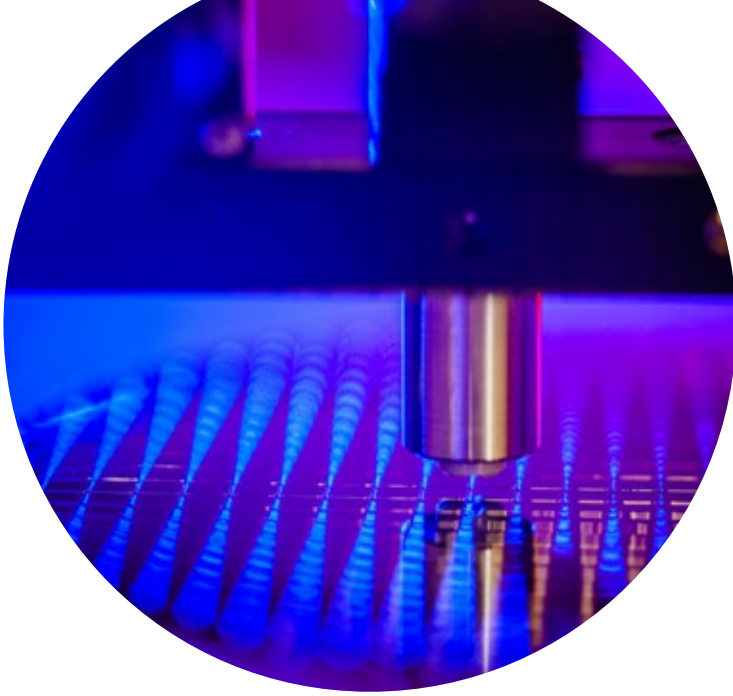
»Die TU Bergakademie Freiberg stellt sich seit ihrer Gründung ökologischen Herausforderungen, nun also denen des 21. Jahrhunderts. Mit dem Forschungslabor Mat4 μ und der Charakterisierung neuer Grundmaterialien für die Leistungs- und Mikroelektronik investieren wir dabei ganz gezielt in die ökonomische und technologische Zukunft.«

Prof. Dr. Johannes Heitmann

Institut für Angewandte Physik der TU Bergakademie Freiberg

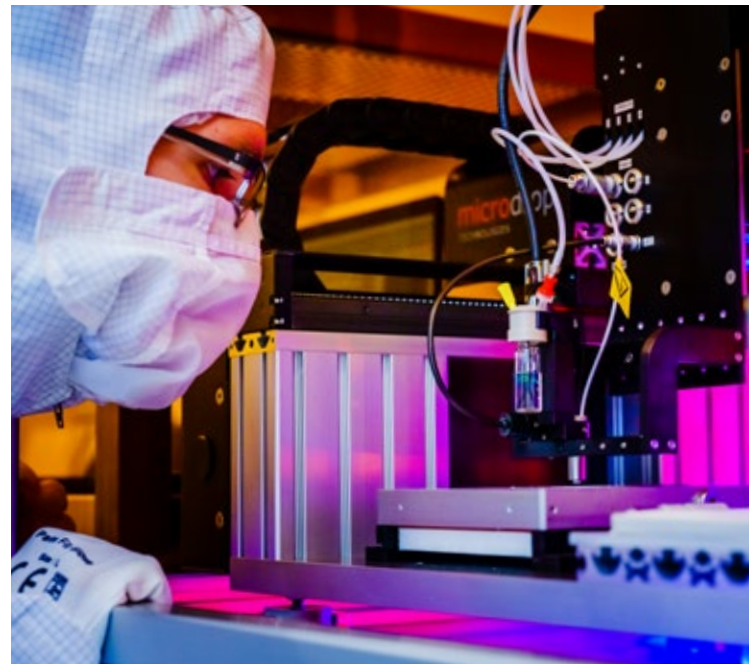


Der im Rahmen des ForLab-Projektes angeschaffte halbautomatische 300mm-Waferprober ermöglicht temperaturabhängige Messungen von sehr kleinen Strömen und Kapazitäten.



Das sehr gut ausgestattete Reinraumlabor ermöglicht es, diese Defektcharakterisierung mit der Integration der Materialien in Testbauelemente auf Waferlevel zu kombinieren. Damit können bereits während der Materialentwicklung Aussagen über mögliche Auswirkungen von Defekten auf die Funktionalität von Bauelementen getroffen werden. Die Freiburger Wissenschaftler wollen damit die Integration neuer Halbleitergrundmaterialien in die Leistungs- und Mikroelektronik vereinfachen und Innovationszyklen im Materialbereich verkürzen.

Das **Forschungslabor Mikroelektronik Freiberg für Materialien der Leistungselektronik (ForLab Mat4 μ)** untersucht neuartige Halbleitermaterialien für Anwendungen im Bereich der Leistungs- und Mikroelektronik. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Prof. Dr. Johannes Heitmann am Institut für Angewandte Physik der »Ressourcenuniversität« TU Bergakademie Freiberg arbeiten beispielsweise an der Abscheidung und Integration von Dünnschichtdielektrika sowie an Halbleitern mit großer Bandlücke für leistungs- und mikroelektronische Anwendungen. Darüber hinaus werden gemeinsam mit dem weiteren Partner am ForLab Mat4 μ , dem Institut für Theoretische Physik, verschiedene spektroskopische Verfahren zur elektrischen und optischen Charakterisierung von Halbleitermaterialien mit großer Bandlücke genutzt.



◀ **Mit dem Nanoplotter werden kleine Flüssigkeitsmengen auf ebene Halbleiterproben aufgetragen. Mit dem System können sowohl Linien und Freiformen geschrieben als auch vorab geätzte Gräben mit kleinen Flüssigkeitsmengen gefüllt werden.**

Die gezielte Applikation von Flüssigkeiten mithilfe des Nanoplotters auf Strukturbreiten von 50 μm bis 300 μm wird gewissenhaft überwacht.

Kontakt

Prof. Dr. Johannes Heitmann
Institut für Angewandte Physik
TU Bergakademie Freiberg

Adresse

Leipziger Straße 23
09599 Freiberg

Technische Universität Bergakademie Freiberg

Als »Ressourcenuniversität« ist die TU Bergakademie Freiberg weit über die Grenzen Sachsens hinaus bekannt und Sinnbild für den verantwortungsvollen Umgang mit Rohstoffen.



Die Technische Universität Bergakademie Freiberg wurde 1765 gegründet, um Transformationsprozesse und Zukunftstechnologien voranzutreiben.



Die sächsische Universitätsstadt Freiberg beherbergt gleich mehrere Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung.

Über 800 Jahre Silberbergbau begründeten in Freiberg am Nordrand des Erzgebirges eine bis heute bestehende Tradition der Erkundung, Gewinnung und Verarbeitung von Ressourcen. Im Jahr 1765 als Ausbildungsstätte für Bergleute gegründet, ist die TU Bergakademie Freiberg heute die älteste montanwissenschaftliche Hochschule der Welt. Ihren internationalen Ruf als »Ressourcenuniversität« verdankt sie ihrem Forschungsprofil, das maßgeblich die vier Wissenschaftsfelder Geo, Material und Werkstoffe, Energie sowie Umwelt umfasst. Im Mittelpunkt stehen dabei neben der Charakterisierung und Aufbereitung von Rohstoffen auch die Gewinnung, Speicherung und Umwandlung von Energie sowie die Entwicklung und das Recycling von Materialien und Werkstoffen. Außerdem untersuchen die Forschenden, wie die neuen Lösungsansätze mit innovativen, nachhaltigen und umweltverträglichen Methoden ökonomisch sinnvoll umgesetzt werden können.



An der Universität lernen, lehren und arbeiten aktuell insgesamt rund 4000 Studierende, 89 Professorinnen und Professoren sowie rund 2200 Beschäftigte an sechs Fakultäten mit über 40 Einzelinstituten.

Nicht von ungefähr ist Freiberg auch wichtiger Teil des »Silicon Saxony«, Europas größter Mikroelektronikregion. Mikroelektronik und Halbleiterindustrie haben eine lange Tradition in Freiberg: Die Elemente Germanium und Indium, beide wichtige Rohstoffe für die Entwicklung von zum Beispiel Wafern und Transistoren, wurden Ende des 19. Jahrhunderts von Chemikern und Physikern an der TU Bergakademie Freiberg entdeckt. Die Halbleiterforschung gehört seit jeher zu den wichtigsten Forschungsgebieten der Universität. Das Institut für Angewandte Physik der Fakultät für Chemie und Physik kooperiert auf dem Gebiet der Halbleitergrundmaterialien mit der starken lokalen Wirtschaft als auch mit nationalen und internationalen Partnern.

**Halbleiterforschung ist
seit den 1980er Jahren
wichtiger Schwerpunkt der
physikalischen Institute
an der TU Bergakademie
Freiberg.**



Website
www.tu-freiberg.de

Impressum

Herausgeber

Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Angewandte Physik, 09596 Freiberg

V.i.S.d.P.

Johannes Heitmann, Direktor des Institutes für Angewandte Physik, 09596 Freiberg

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 Mat4μ/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 eckig: Sina Ettmer/Adobe Stock; Seite 8 rund:

TU Bergakademie Freiberg / C. Mokry

Erstveröffentlichung

Februar 2022



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Das neue Laserlithographie-system erhöht die Flexibilität der Mikrostrukturierung, da keine Photo- oder Schattenmasken benötigt werden und so systematische Variationen von Strukturen möglich sind.

