

ForLab MagSens

Forschungslabor Mikroelektronik Bielefeld
und Mainz für Magnetfeldsensorik



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Forschungslabore Mikroelektronik Deutschland

ForLab MagSens

ForLab FutureLabPE

ForLab SmartBeam

ForLab PICT2DES

ForLab 2D-ForME

ForLab DiFeMiS

ForLab Promys

ForLab HELIOS

ForLab FAMOS

ForLab DCST

ForLab Mat4 μ

ForLab NSME

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 MagSens

Maßgeschneiderte
magnetische Sensoren

Modernste Dünnschichttechnologien

Dünnschichttechnologie bis 8 Zoll

Strukturierung und Integration

Funktionalität und Zuverlässigkeit



»Spitzenforschung auf dem Gebiet der Spintronik verbindet die Arbeitsgruppen an der Universität Bielefeld und der Johannes Gutenberg Universität Mainz. Die Zusammenarbeit in MagSens bündelt die Kompetenzen zur Entwicklung neuer Sensorsysteme.«

Prof. Dr. Günter Reiss

Inhaber der Professur für Dünne Schichten und Physik der Nanostrukturen, Bielefeld



Ein Wissenschaftler bestückt die im ForLab-Projekt realisierte Sputter-/MBE-Anlage der Firma Bestec mit einem zu beschichtenden Silicium-Wafer

»Kooperation und Interdisziplinarität, wie sie im Forschungslabor Magnet-sensorik gelebt werden, sind die Schlüssel für eine moderne Material- und Dünnschichttechnologie.«

Prof. Dr. Mathias Kläui

Experimentelle Physik, Spindynamik und Magnetismus, Mainz



Magnetsensorik spielt künftig für zahlreiche Anwendungen, wie das autonome Fahren oder die Automatisierungstechnik, eine immer größere Rolle. Denn sie gestattet es, wichtige Kenngrößen berührungslos und verschleißfrei zu messen. Wissenschaftler der Universität Bielefeld und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz entwickeln integrierbare Magnetsensoren, die eine lineare und hysteresefreie Antwort auf alle drei Komponenten des äußeren Magnetfeld-Vektors liefern. Ihr Ziel ist es zudem, die Entwicklungszeit solcher Sensoren entscheidend zu verkürzen.



Im Projekt beschaffte Sputteranlage der Firma BesTec die es ermöglicht an der Universität Bielefeld bereits während der Deposition Kennwerte der magnetischen Sensoren zu vermessen. Das Bild zeigt das Cosputtern von drei unterschiedlichen Materialien. Damit kann der Entwicklungsprozess entscheidend verkürzt werden und es lassen sich neue Materialsysteme effizient optimieren

Das Forschungslabor Mikroelektronik Bielefeld und Mainz für Magnetfeldsensorik kombiniert dazu theoretische Modellierungen mit modernsten Dünnschichttechnologien mit Genauigkeiten deutlich besser als eine Atomlage sowie komplexe Verfahren für die Charakterisierung der Sensor-Kennlinienfelder. Hierzu stehen an beiden Standorten umfangreiche und komplementäre Methoden zur Herstellung der Schichtsysteme, deren Charakterisierung hinsichtlich ihrer strukturellen und magnetischen Eigenschaften sowie zur Herstellung und Untersuchung der Sensoren zur Verfügung.

Mit modernen Konzepten der Material- und Dünnschicht-Forschung, wie Integrated Computational Materials Engineering und Machine Learning, entwickeln die Forscher um Prof. Dr. Günter Reiss vom Center for Spinelectronic Materials and Devices an der Fakultät für Physik der Universität Bielefeld und die Professoren Dr. Mathias Kläui und Dr. Gerhard Jakob vom Institut für Physik der Johannes Gutenberg Universität Mainz neuartige, robuste und maßgeschneiderte magnetische Sensoren für Automatisierung/Industrie 4.0 und weitere Anwendungsfelder. Schwerpunkte sind dabei der Riesen- und der Tunnelmagnetowiderstand als Sensorprinzipien und das Upscaling von Forschungsergebnissen auf industriekompatible Beschichtungsanlagen.



Wissenschaftler der Johannes Gutenberg Universität beobachten den Transfer von 200-Millimeter-Wafern im industriekompatiblen Singulus Rotaris® Depositionscluster der im Projekt auf 18 Sputterkathoden aufgerüstet wurde



»Im Forschungslabor MagSens bauen wir eine konkurrenzfähige Forschungsinfrastruktur auf, die den entscheidenden Schritt von der Grundlagenforschung zur industriellen Anwendung ermöglicht.«

Prof. Dr. Gerhard Jakob
Experimentelle Physik,
Spindynamik und
Magnetismus, Mainz

Kontakt Bielefeld
Prof. Dr. Günter Reiss
Fakultät für Physik
Dünne Schichten
und Physik der Nanostrukturen

Universitätsstraße 25
33615 Bielefeld

Kontakt Mainz
Prof. Dr. Mathias Kläui,
Prof. Dr. Gerhard Jakob
Institut für Physik
Spindynamik und Magnetismus

Staudingerweg 7
55128 Mainz

Universität Bielefeld

Dank internationaler und interdisziplinärer Spitzenforschung gehört die Universität Bielefeld zu den modernsten Bildungsstandorten in Deutschland – und das an einem der führenden Technologiestandorte in Europa.



Bielefeld ist so grün wie kaum eine andere Großstadt. Die Stadt verbindet Natur, urbanes Flair und industrielle Vielfalt. Neben einer großen Bandbreite an renommierten Unternehmen befindet sich hier die größte Forschungseinrichtung der Region Ostwestfalen-Lippe – die Universität Bielefeld.



Website

www.uni-bielefeld.de

Die Universität Bielefeld ist eine international erfolgreiche und global vernetzte Institution. Sie versteht sich als gesellschaftlicher Reflexionsraum, der von internationalem Austausch, kultureller Offenheit und Diversität geprägt ist

Im Jahr 1969 nahm die Universität Bielefeld als „Reformuniversität“ ihren Lehrbetrieb auf. Bis heute gilt sie als interdisziplinäre, innovative und reformorientierte Bildungsstätte mit exzellenter Forschungskraft. Rund 25.000 Studierende und über 2.000 Mitarbeitenden in Forschung und Lehre an 14 Fakultäten lernen, lehren und forschen mit den vier strategischen Schwerpunkten: The Socio-Technical World, The Material World, The Mathematical World und The Globalising World.

Die Kooperation zentraler Forschungsvorhaben wird insbesondere am Center for Spinelectronic Materials and Devices der Fakultät für Physik gelebt. Mit der Erforschung magnetischer Schichtsysteme und Bauelemente und ihrer Magnetisierungsdynamiken legen die Forscherinnen und Forscher einen wichtigen Baustein für die zukünftige Automatisierungstechnik.



Die Universität Mainz ist eine Campus Universität nahe dem Stadtzentrum



JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

Website
www.uni-mainz.de

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Exzellente Forschungskraft am Puls der Zeit: Die Johannes Gutenberg-Universität Mainz prägt mit international angesehener Spitzenforschung die Dynamik des Forschungsstandorts Mainz.

Mainz ist Innovationsstandort vom Buchdruck bis zum Corona-Impfstoff



Mainz ist Wissenschaftsstadt. Als Heimat des Buchdruckers Johannes Gutenberg steht sie wie kaum eine andere Stadt für einen innovativen Umgang mit neuen Ideen und Technologien. Ausdruck dafür ist nicht zuletzt die Johannes Gutenberg-Universität Mainz, die sich bis heute dem Geist ihres Namensgebers verpflichtet sieht.

1477 gegründet und unter napoleonischer Besetzung geschlossen, wurde die Mainzer Universität im Jahr 1946 als Johannes Gutenberg-Universität Mainz wiedereröffnet. Heute zählt sie rund 31.000 Studierende, über 500 Professoren und knapp 3.900 wissenschaftliche Mitarbeitende. Mit zehn Fachbereichen und zwei künstlerischen Hochschulen ist sie die einzige Volluniversität des Landes Rheinland-Pfalz und vereint als einzige deutsche Universität ihrer Größe nahezu alle Fachbereiche auf einem Campus. Zu den wegweisenden Forschungsrichtungen zählen insbesondere die Profillinien Teilchen- und Hadronenphysik sowie Materialwissenschaften. Mit ihren fundierten Kenntnissen in der Material- und Dünnschichtforschung treiben die Forscherinnen und Forscher des Instituts für Physik die

Forschungskraft der Johannes Gutenberg-Universität Mainz federführend voran. Hier wird das gesamte Spektrum von der Grundlagenforschung von Spinstrukturen, Magnetowiderstandseffekten sowie Spinstrom-induzierter Magnetisierungsdynamik bis zur angewandten Entwicklung von Sensorelementen und magnetischen Sensorsystemen abgedeckt.

Impressum

Herausgeber

Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, Postfach 10 01 31, 33501 Bielefeld

V.i.S.d.P.

Prof. Dr. Günter Reiss, Physics Department, Center for Spinelectronic Materials and Devices,
Postfach 100 131, 33501 Bielefeld

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 Universität Bielefeld und Universität Mainz (Fotografie: André Wirsig,
Eric Lichtenscheid, Thomas Hartmann, Gerhard Jakob), 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 rund: EdLantis/stock.adobe.com

Erstveröffentlichung

Mai 2022



GEFÖRDERT VOM



In Bielefeld und Mainz werden magnetische Nanostrukturen mit der Elektronenstrahlolithographie und -mikroskopie hergestellt und untersucht.



www.forlab.tech