

JLU

NEUE WEGE. SEIT 1607.

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

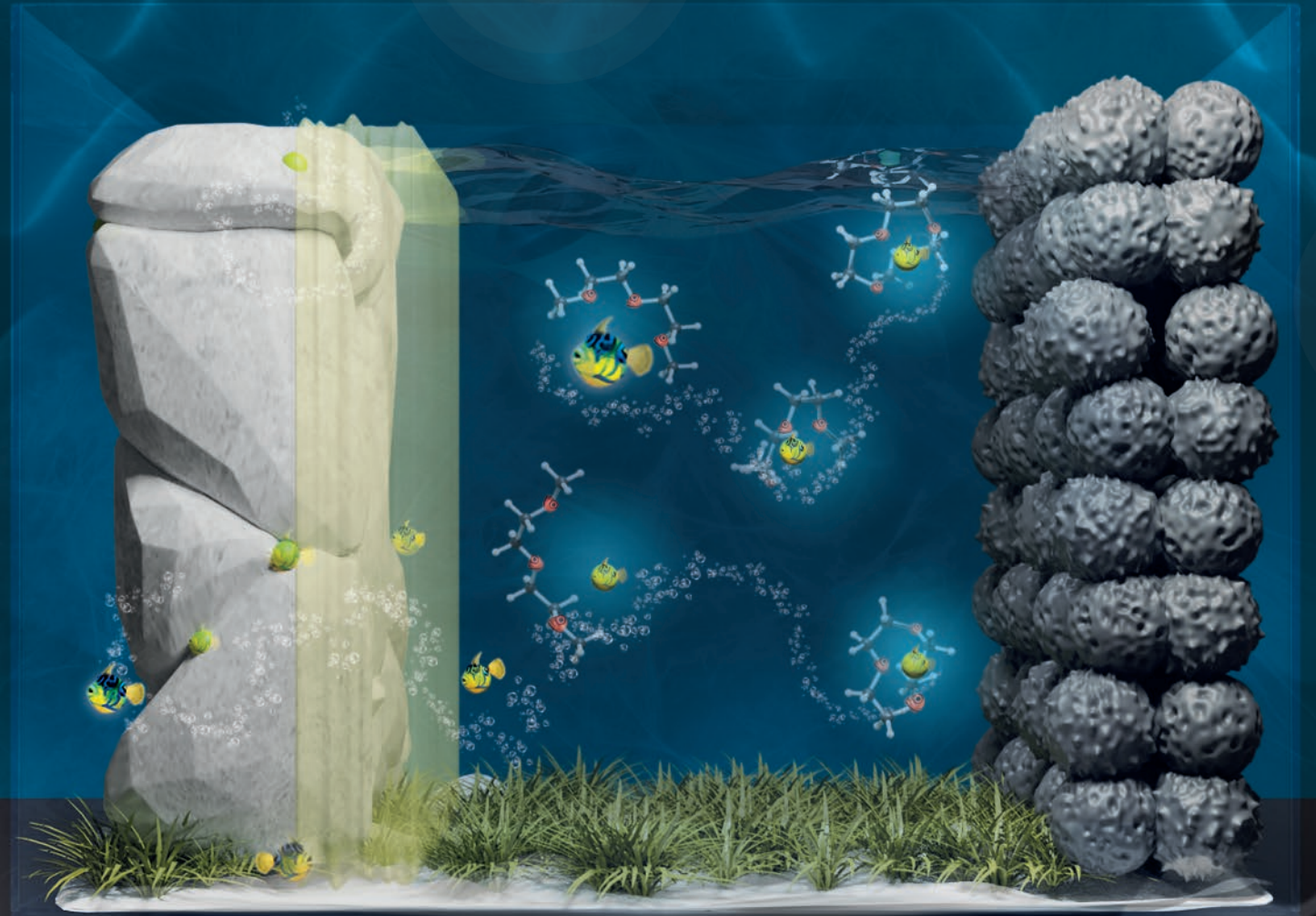


INNOVATIONSLABOR



HOCHLEISTUNGSWERKSTOFFE

INTRO



◀
Schaubild einer Lithiumbatterie |
Artistic impression of a lithium
battery
© Zentrum für Materialforschung

Werkstoffe bilden die Basis aller Bauelemente und Technologien. Neue Werkstoffe mit hochspezifischen Eigenschaften zu erforschen und für zukunftsweisende Anwendungen zu entwickeln, ist ein höchst ambitioniertes Unterfangen. Genau darauf zielt das Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ ab, mit dem die Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) ihre Kernkompetenzen in den Bereichen Physik, Chemie und Materialwissenschaften nachhaltig ausweitet.

Das Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ leistet einen wichtigen Beitrag zur Spitzenforschung sowie zum Wissens- und Technologietransfer im Bereich der Materialforschung. Die großzügige Förderung aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (ERDF) schafft dafür beste Voraussetzungen. Die bereits angelaufenen Pilotprojekte, die wir hier in einem starken Verbund mit führenden Unternehmen realisieren, untermauern die Innovationskraft der Justus-Liebig-Universität Gießen in den Zukunftstechnologien.

Das Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ ist eine wertvolle Investition in die Zukunft, an deren Gestaltung wir als Hochschule und Forschungseinrichtung aktiv teilhaben. Auf dem Weg dorthin gehen wir voran. Und wir laden Sie ein, mitzugehen.

Materials form the basis of all components and technologies. Researching on advanced materials with tailored properties and developing them for trendsetting novel applications are the highly ambitious goals of the innovation laboratory “High-Performance Materials”. It sustainably expands the core competencies in physics, chemistry, and materials sciences at Justus-Liebig-University Giessen (JLU).

The innovation laboratory “high-performance materials” aims to significantly impact cutting-edge research, spread knowledge and foster technology transfer in materials research. The generous funding by the European Regional Development Fund (ERDF) ensures optimum conditions by providing research infrastructure at the state of the art or even beyond. Six pilot projects, each defined with renowned industrial partners, form the backbone for future developments. This resilient alliance between academia and industry reconfirms the innovation power for future technologies at Justus-Liebig-University Giessen.

The innovation laboratory “High-Performance Materials” provides a sustainable investment and we—as a university and research institute—actively aspire to shape its future. We are continuously progressing and invite you to join us.

PROF. DR. JOYBRATO MUKHERJEE
PRÄSIDENT | PRESIDENT
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN



INLAB

IDEALES UMFELD FÜR INNOVATIVE MATERIALFORSCHUNG

Die Materialforschung ist einer der Innovationstreiber für Zukunftstechnologien und innovative materialwissenschaftliche Themen leben von zukunftsweisenden Ideen. Unser neues Innovationslabor leistet einen wertvollen Beitrag dazu, dass diese Ideen künftig Realität werden.

Im Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ arbeiten verschiedene Arbeitsgruppen aus der Physik, Chemie und den Materialwissenschaften in interdisziplinären Projekten an ebenso komplexen wie spezialisierten Themenfeldern. Das Spektrum reicht von der Erforschung und Entwicklung neuartiger Werkstoffe, die in teils extremen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden können, bis zum intelligenten Materialdesign für Anwendungen in Hochtechnologiesektoren.

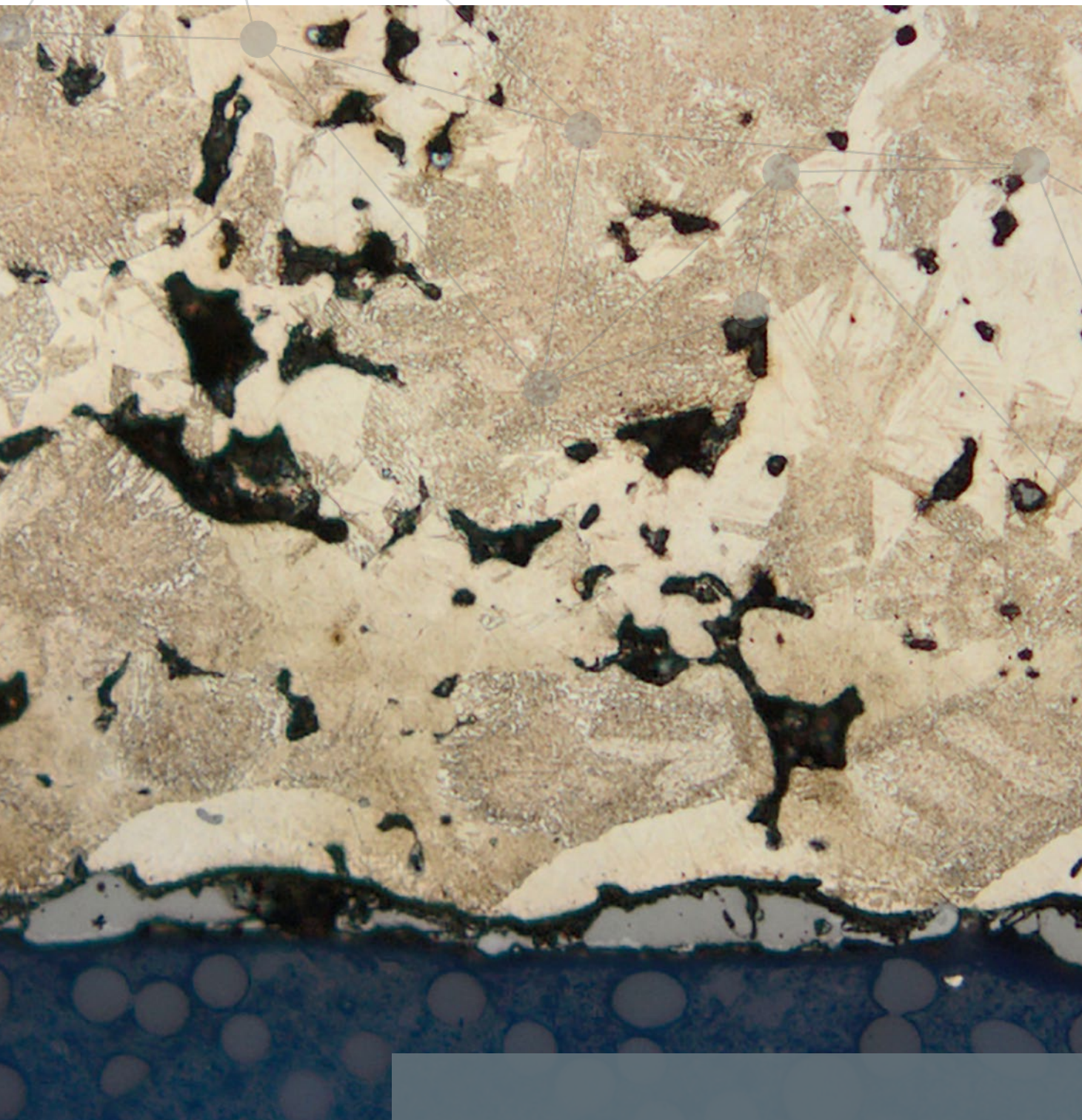
Die Anbindung des Innovationslabors an das Zentrum für Materialforschung (ZfM) schafft ein ideales Umfeld für exzellente Forschung und Lehre. Das ZfM unterstützt, vernetzt und koordiniert als Schnittstelle und „Ideeninkubator“ die Entwicklung von kooperativen Forschungsprojekten und den Aufbau eines nachhaltigen Netzwerks mit externen akademischen und industriellen Partnereinrichtungen.

INNOVATIONSLABOR „HOCHLEISTUNGSWERKSTOFFE“

Mit dem Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ eröffnen sich dem Bereich Materialforschung an der JLU ganz neue Möglichkeiten. Durch den systematischen Ausbau der bestehenden Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur wird für interessierte Unternehmen eine Plattform geschaffen, die die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Produkte beschleunigt.

Neue technische Verfahren und Technologien werden gemeinsam mit der Industrie entwickelt und wissenschaftlich begleitet, so dass ein schneller und problemloser Wissens- und Technologietransfer möglich ist. Darüber hinaus schlägt das Innovationslabor eine Brücke zwischen Lehre und Technologietransfer, die durch Einbindung von Studierenden sowie von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus der Industrie in die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten hoch qualifizierte Fachkräfte hervorbringt.

►
Cu-beschichtete Si_3N_4 -AMB-Substrate
(Heraeus) | Cu-coated Si_3N_4 AMB
substrates (Heraeus)
Photography: Ralf Niggemann



▲
Schliffbild eines Sintermetalls (Schunk ST) | Polished section of a sintered metal (Schunk ST)
© Zentrum für Materialforschung

FOSTERING INNOVATIVE MATERIALS RESEARCH

Materials research is one of the main innovators for future technologies. Innovative topics in materials science thrive on pioneering ideas. Our innovation laboratory contributes significantly to making these ideas a part of our future. The innovation laboratory "High-Performance Materials" provides a fruitful

intelligent materials design for applications in one of the aspiring high-tech sectors.

Embedding the innovation laboratory in the Center for Materials Research (ZfM) creates the ideal environment for excellence in research and teaching. The ZfM acts as interface and "idea incubator" for new cooperative research projects. It supports, connects, and coordinates a successful and sustainable network with external partner institutions from academia and industry.

development infrastructure at and beyond the state-of-the-art creates an open platform for interested companies that accelerates the transfer into technology and implementation into next-generation products.

Next-generation processes and technology will be developed in joint research efforts with industry, ensuring quick and successful knowledge exchange or technology transfer. In addition, the

»Das Innovationslabor ›Hochleistungswerkstoffe‹ eröffnet enorme Synergiepotenziale bei Forschungs- und Entwicklungsarbeiten und wird dadurch zum Hochtechnologie-Multiplikator. The innovation laboratory ›High-Performance Materials‹ stimulates an enormous potential for synergies in research and development, making it a high-tech super-spreader.«

PROF. DR. SANGAM CHATTERJEE
I. PHYSIKALISCHES INSTITUT
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

transdisciplinary environment for the participating research groups from physics, chemistry, and materials science to handle challenges that are as complex as they are specialized. Their spectrum ranges from the research on and development of new types of materials for applications under extreme environmental conditions, to

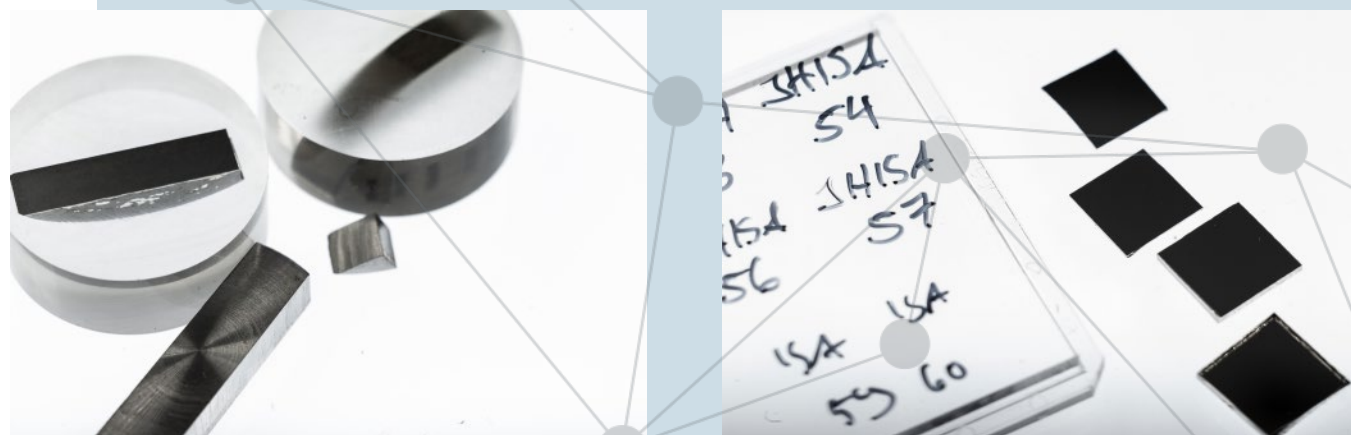
INNOVATION LABORATORY "HIGH-PERFORMANCE MATERIALS"

The innovation laboratory "High-Performance Materials" raises completely new opportunities for materials researchers at JLU. The systematic expansion of the existing research-and-

innovation laboratory links technology transfer to teaching. Involving highly qualified students and industry staff in joint research and development work creates highly trained personnel capable of solving future challenges.

Schlüsseltechnologien & Themenfelder

Key technologies Subject areas



▲ Sintermetallproben (Schunk ST) | Sintered metal samples (Schunk ST)
Photography: Ralf Niggemann

▲ Gesputterte metallische Dünnschichten für Hochpräzisionswiderstandsstrukturen (Isabellenhütte) | Sputtered metal thin-films for high precision resistor structures (Isabellenhütte)
Photography: Ralf Niggemann

Mit dem Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ baut die JLU ihre Kernkompetenzen im Bereich der Material- und Werkstoffwissenschaften gezielt aus. Die Forscherinnen und Forscher entwickeln innovative, leichtere und stabilere Werkstoffe für aktuelle und zukunftsweisende Schlüsseltechnologien wie die Elektromobilität, die Leistungs- und Hochgeschwindigkeitselektronik oder die Luft- und Raumfahrt. Das Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ ist bewusst als Forschungsplattform an der Schnittstelle zwischen universitärer Grundlagenforschung und wirtschaftlicher Produktentwicklung konzipiert. Es ermöglicht für Partnerunternehmen in gemeinsamen Forschungsprojekten einen leicht geregelten Zugang zu modernster Forschungsinfrastruktur. Über das Innovationslabor bietet die JLU den Unternehmen in Hessen und darüber hinaus Kooperationsmöglichkeiten bei der Entwicklung und Charakterisierung von Hochleistungswerkstoffen.

Daraus resultiert eine beiderseitige Win-Win-Situation: Die Unternehmen können auf das Wissen der Forscherinnen und Forscher der JLU zurückgreifen; gleichzeitig profitiert die Universität von den Industriekooperationen bei der Umsetzung der Ergebnisse in Verfahren und Produkte. Eine solche zielführende und langfristige Zusammenarbeit ist keine Zukunftsmusik, sondern bereits Realität.

JLU expands its core competencies in materials science through the innovation laboratory "high-performance materials". Here, the participating researchers develop innovative, lighter, and more robust materials for current key technologies, making them ready for future challenges including electromobility, high-performance as well as high-speed electronics, and air and space technology. The innovation laboratory "High-Performance Materials" is designed as

research platform interfacing fundamental research in academia and technology advancement with product development in industry. It enables low-key access to state-of-the-art research infrastructure for participating partner companies in joint research projects. Thereby, the innovation laboratory opens up opportunities for cooperation in the development and characterization of high-performance materials between JLU and companies in Hesse and beyond. These joint efforts result in a mutual win-win situation: companies can profit from know-how established by researchers at JLU; at the same time, the university benefits from industrial partnerships in converting scientific ideas into processes or products. Such a long-term goal-oriented cooperation may appear a dream of the future—at JLU, we are living this dream, making future a reality.

Electromobility
ELEKTROMOBILITÄT

Ultra-precision current measurement
PRÄZISIONSSTROMMESSUNG

Hochgeschwindigkeitselektronik
High speed electronics

Leistungselektronik
High-power electronics

Air and space technologies
LUFT- UND RAUMFAHRT

Oberflächenfunktionalisierung von Sinterwerkstücken
Surface functionalization of sintermetals

Kontaktierung und Heat Management von Halbleiterchips
IC bonding and heat management

Dünnschicht-Widerstände
Thin-film resistors

Beschichtung von Keramikfasern
Coating of ceramic fibers

SiC/GaN Technologie
GaN-on-SiC technology

Dünnschicht-Elektride
Thin-film electrides



INPROGRESS

Das Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ ist ein Innovationsmotor, der die akademische und vorwirtschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Werkstoff- und Materialforschung effizient und nachhaltig unterstützt. Die Aktivitäten des Innovationslabors werden von sieben Professuren aus den Fachgebieten Physik und Chemie der JLU initiiert und verantwortet. Die von den Forscherinnen und Forschern zu bearbeitenden Themenfelder sind unmittelbar an konkrete Pilotprojekte geknüpft. Bereits jetzt wur-

den sechs Pilotprojekte mit Partnern aus der Industrie auf den Weg gebracht, die auf ihren Gebieten zu den Weltmarktführern gehören. Die Forschungsk Kooperationen widmen sich Werkstofffragestellungen künftiger Mobilitätskonzepte und adressieren damit einen der Schlüsselbereiche der Hightech-Strategie 2025 der Bundesregierung. Der gemeinsame Fokus der Pilotprojekte auf diesen Schlüsselbereich erlaubt schon jetzt die Möglichkeit zur Entwicklung und Erprobung von Synergien. Dies macht den besonderen Mehrwert des Innovationslabors aus.

The innovation laboratory “High-Performance Materials” aims to efficiently and sustainably support academic and pre-commercial research in virtually all fields of modern materials research. From JLU’s side, seven professorships from physics and chemistry have decided to join forces to initiate and sustain the activities of the innovation laboratory. The research areas defined in the initial phase of the innovation laboratory are each linked to a specific pilot project. With the innovation

laboratory’s founding, six pilot projects have been launched with partners from industry who are international champions and technology leaders in their respective fields. All research collaborations are dedicated to materials issues in future mobility concepts and, thus, address one of the key areas of the high-tech strategy 2025 defined by the German federal government. The common focus of the pilot projects on this key area already gives the opportunity to develop and test synergies. This defines the special added value of the innovation laboratory.

PILOTPROJEKTE *PILOT PROJECTS*

1

LASERINDUZIERTE MODIFIKATION DER OBERFLÄCHENEIGENSCHAFTEN VON SINTERMETALLBAUTEILEN *LASER-INDUCED TAILORING OF SURFACE PROPERTIES OF SINTERED METAL COMPONENTS*

Partnerfirma | Partner company: Schunk Sintermetalltechnik GmbH (Heuchelheim)

Hochpräzise Sinterteile von Schunk werden vor allem in der Automobilindustrie eingesetzt—insbesondere im Motor und in dessen Peripherie, wie etwa Turbolader, Einspritzsystemen, Pumpen und Ventilsteuerungen sowie in Brems- und Sicherheitssystemen, in Sitzverstellmechanismen oder auch in Sensoren bzw. Aktuatoren. *High-precision sintered components from Schunk are widely used in the automotive industry—in particular in engines and their peripherals, such as gear boxes, turbo chargers, injection systems, pumps and valve controls, as well as in brake and safety systems, in seat adjustment mechanisms or in sensors or actuators.*

2

HERSTELLUNG, CHARAKTERISIERUNG UND OPTIMIERUNG VON WIDERSTANDS-MÄANDERSTRUKTUREN ALS PRÄZISIONSWIDERSTÄNDE *REALIZATION, CHARACTERIZATION, AND OPTIMIZATION OF THIN-FILM MEANDER STRUCTURES AS HIGH PRECISION RESISTORS*

Partnerfirma | Partner company: Isabellenhütte Heusler GmbH und Co. KG (Dillenburg)

Die Isabellenhütte Heusler GmbH und Co. KG zählt zu den bedeutendsten Herstellern von elektrischen Widerstandswerkstoffen und thermoelektrischen Werkstoffen zur Temperaturmessung sowie von passiven Bauelementen für die Automobil-, Elektro- und Elektronikindustrie. *Isabellenhütte Heusler GmbH und Co. KG is one of the most renowned manufacturers of electrical resistance materials and thermoelectric materials for temperature measurement as well as passive components for the automotive, electrical and electronics industries.*

3

HERSTELLUNG, CHARAKTERISIERUNG UND OPTIMIERUNG VON GALLIUMNITRID-HALBLEITERSCHICHTEN AUF SILIZIUMCARBID-SUBSTRATEN *PRODUCTION, CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION OF EPITAXIAL GALLIUM NITRIDE LAYERS ON SILICON CARBIDE SUBSTRATES*

Partnerfirma | Partner company: PVA Crystal Growing Systems GmbH (Wettenberg)

Die PVA Crystal Growing Systems GmbH ist ein führender Systemlieferant von Kristallzuchtanlagen für die Halbleiter- und Photovoltaikindustrie sowie für den Elektronik- und F&E-Bereich. Seit mehr als 60 Jahren unterstützt das Unternehmen seine Kunden bei der Herstellung ultrareiner Monokristalle. *PVA Crystal Growing Systems GmbH is a leading system supplier of crystal growing systems for the semiconductor and photovoltaic industries as well as for the electronics and R&D sectors. The company has been supporting its customers in the production of ultra-pure monocrystals for over six decades.*

4

OPTIMIERUNG DES VERARBEITUNGSPROZESSES VON LOT- UND SILBERSINTERPASTEN ZUM VERBINDEN UND FÜGEN VON HOCHLEISTUNGSBAUELEMENTEN *OPTIMIZATION OF SOLDERING PROCESSES AND SILVER-CONTAINING SINTERING PASTES FOR BONDING HIGH-PERFORMANCE SEMICONDUCTOR COMPONENTS*

Partnerfirma | Partner company: Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG (Hanau)

Heraeus Electronics ist Experte für Materialien und aufeinander abgestimmte Materiallösungen in der Aufbau- und Verbindungstechnik. Dazu zählt u. a. die Entwicklung von Elektronik, die eine höhere Leistungsdichte und längere Lebensdauer auch unter extremen Bedingungen aufweist. *Heraeus Electronics is an expert in materials and coordinated material solutions in packaging and assembly technology. This includes the development of electronics that have a higher power density and longer service life even under extreme conditions.*

5

BESCHICHTUNG VON FASERWERKSTOFFEN *COATING OF CERAMIC FIBER MATERIALS*

Partnerfirma | Partner company: Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (Heuchelheim)

Die Schunk Kohlenstofftechnik, eine Division des Technologiekonzerns Schunk Group, entwickelt und fertigt Komponenten aus Kohlenstoff, Graphit, kohlenstofffaserverstärktem Kohlenstoff (CFC), Siliziumcarbid, Aluminiumoxid und Quarz—u. a. für die Automobilindustrie. *Schunk Kohlenstofftechnik, a division of the Schunk Group, develops and manufactures components made of carbon, graphite, carbon fiber reinforced carbon (CFC), silicon carbide, aluminum oxide, and quartz—only to name a few. Their main markets include the automotive industry.*

6

HERSTELLUNG DÜNNER SCHICHTEN UND BESCHICHTUNGEN DES ELEKTRIDS C12A7:E– MITTELS LASERABLATION *LASER-ASSISTED DEPOSITION OF ELECTRIDE THIN-FILMS*

Partnerfirma | Partner company: ArianeGroup GmbH (Standort | site Lampoldshausen)

Die ArianeGroup ist eines der weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet der Raumfahrttechnologien. Am Standort Lampoldshausen befindet sich das europäische Kompetenzzentrum für die Entwicklung und Fertigung von Antriebssystemen für Satelliten und Orbitalplattformen. *ArianeGroup is one of the world's leading companies in the field of space technologies. Its European competence center for the development and manufacture of propulsion systems for satellites and orbital platforms is located at the company's Lampoldshausen site.*



INPROGRESS

Blick ins Innere der Molekularstrahlepitaxie-
Anlage | View inside the molecular beam
epitaxy system
Photography: Ralf Niggemann



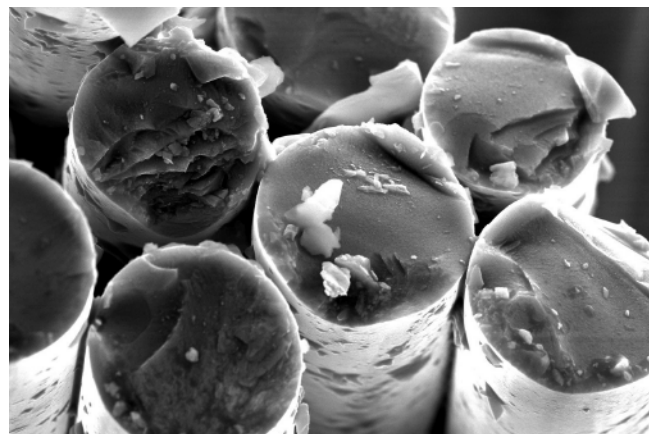
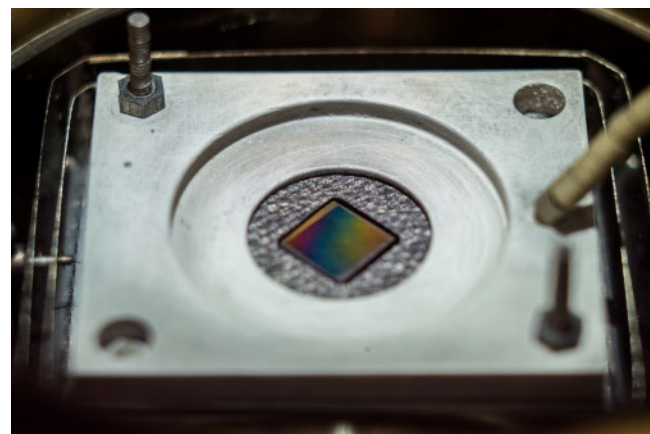
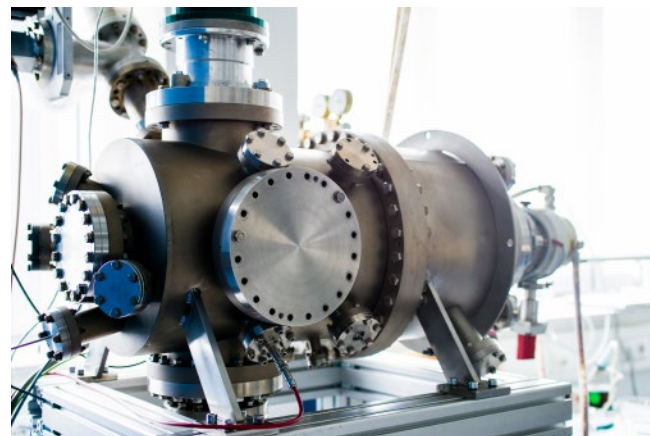
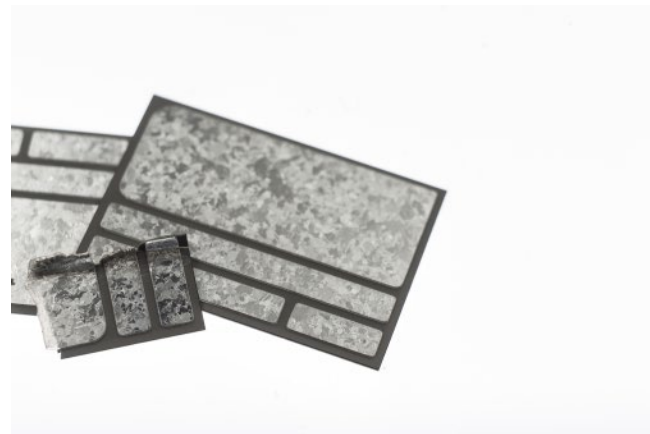
INFRASTRUCTURE

INNOVATIONSLABOR „HOCHLEISTUNGSWERKSTOFFE“

Die wissenschaftlich begleitete Entwicklung von Hochleistungswerkstoffen und -materialien ist nur auf Basis einer differenzierten Palette von Messapparaturen für strukturelle, elektronische, mechanische und optische Untersuchungen möglich. Neben dem klassischen Ansatz der Werkstoffentwicklung werden zunehmend computergestützte Verfahren etabliert. Diese umfassen moderne Methoden zur prozessbegleitenden Analyse, deren große Datenmengen u. a. mittels „Deep Learning“ bewältigt werden. Zudem sollen Materialsimulationen im großen Maßstab erfolgen, um „Materials Libraries“ aufzubauen, die zu einer schnellen und zielführenden Werkstoffentwicklung beitragen.

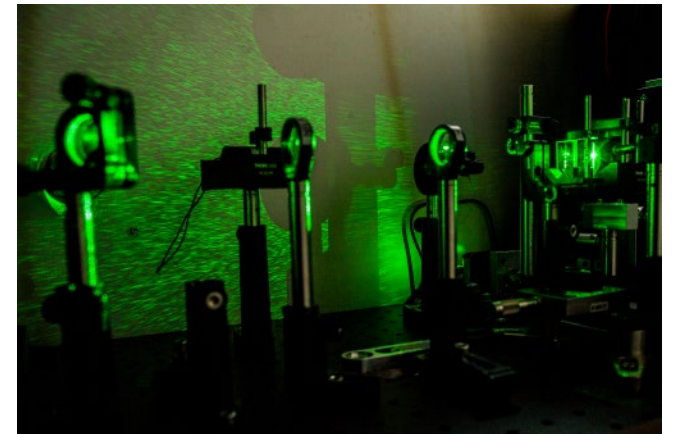
INNOVATION LABORATORY “HIGH-PERFORMANCE MATERIALS”

Materials research and development of high-performance materials in particular requires a large portfolio of dedicated experimental apparatus for accessing structural, electronic, mechanical, and optical properties to the full extent. Computer-aided “in-silico” studies are increasingly implemented to complement and enhance the above, more established learning curve. These approaches include modern methods for in-process analysis, where large amounts of data amongst others are mastered by means of “deep learning”. In addition, material simulations are to be carried out on a large scale in order to build up “materials libraries” that contribute to rapid and targeted material development.

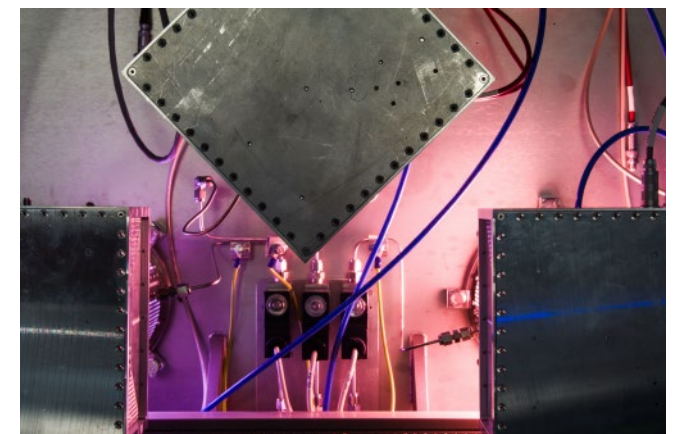
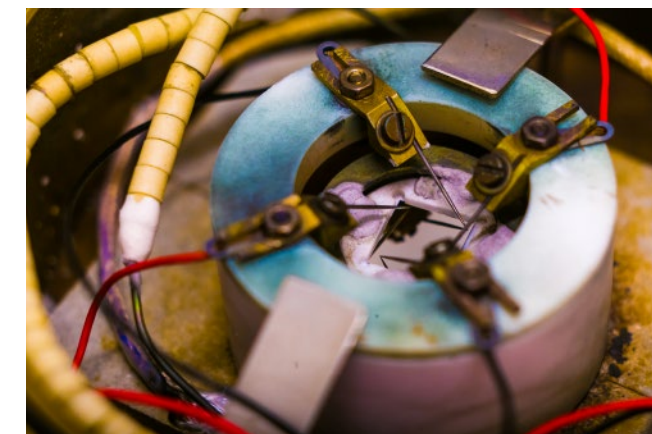
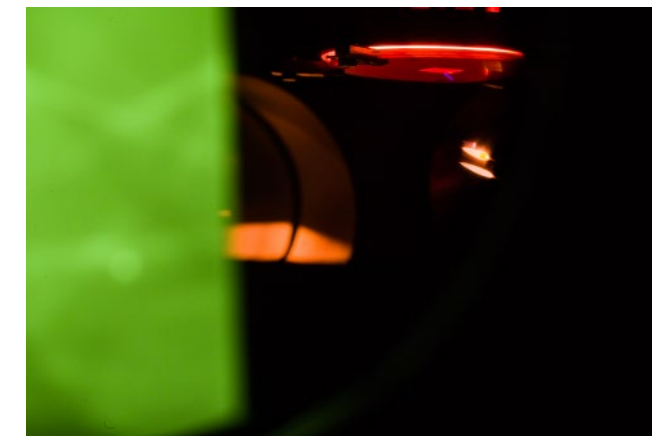


1 2 3 4 5

1. SiC Fasern (Schunk KT) | SiC fibers (Schunk KT)—2. Schliffprobe eines AMB Substrates mit SiC-Chip (Heraeus) | Polished cross section of an AMB substrate with SiC chip (Heraeus)—3. AMB-Substrate (Heraeus) | AMB substrates (Heraeus)—4. Testkammer zur Bestimmung der Elektronenaustrittsarbeit | Test chamber for measuring the electronic work function—5. Elektrizid-Dünnschichtprobe (Ariane Group) | Electride thin-film sample (Ariane Group)—6. Metall-Grünling (Schunk ST) | Metal green body (Schunk ST)—7. Versuchsaufbau zur Oberflächenbehandlung von Sintermetallen mit Lasern | Set-up for surface treatment of sintered metal samples with lasers—8. Blick in die Molekularstrahlpitaxieanlage während des GaN-Wachstums | View inside the MBE chamber during GaN growth—9. SiC Substrat für das Wachstum von GaN Schichten (PVA TePla) | SiC substrate for growth of GaN (PVA TePla)—10. Elektrische Vermessung eines Metalldünnschichtfilms | Electrical characterization of a metal thin-film—11. Teil der Ionenstrahlsputteranlage für die Herstellung von Metalldünnschichtfilmen—Photography: Ralf Niggemann



6 7 8 9 10 11



Kontakt



PROF. DR. S. CHATTERJEE //

PROF. DR. P. J. KLAR //

I. Physikalisches Institut



Zentrum für Materialforschung

Heinrich-Buff-Ring 16

35392 Gießen

Deutschland

www.uni-giessen.de/inlabs

inlabs@natwiss.uni-giessen.de

INFORMATION



Das Innovationslabor „Hochleistungswerkstoffe“ wird gefördert mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) für Vorhaben zur Stärkung von Forschung, technischer Entwicklung, Transfer und Innovation von Hochschulen, Forschungs- und Transfereinrichtungen.

The innovation laboratory “High-Performance Materials” is funded by the European Regional Development Fund (ERDF) for projects to strengthen research, technical development, transfer, and innovation from universities, research, and transfer institutions.

**JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN**

Justus-Liebig-Universität Gießen
Ludwigstraße 23
35390 Gießen

Tel.: 0641 99-12004
Fax: 0641 99-12009
e-mail: info@jlu.de
www.uni-giessen.de

EUROPÄISCHE UNION:



Investition in Ihre Zukunft
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

HESSEN



**Hessisches
Ministerium für
Wissenschaft
und Kunst**

