

## Nanowissenschaften

### Nanosciences

Das Center for Nanointegration Duisburg-Essen, kurz CENIDE, vernetzt seit 2005 die Forschungs- und Lehraktivitäten der Universität Duisburg-Essen (UDE), die sich mit der Nanodimension beschäftigen. Know-how von über 65 Arbeitsgruppen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Medizin trifft hier zusammen: Das Spektrum reicht von der Grundlagenforschung bis hin zur Herstellung und Verarbeitung von Funktionalen Nanomaterialien. Somit zählt CENIDE zu den größten Forschungsgruppen für Nanowissenschaften im deutschsprachigen Raum und kooperiert unter anderem eng mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie namhaften Industrieunternehmen.

**The Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE) has coordinated research and teaching in nanoscience at the University of Duisburg-Essen (UDE) since 2005. It brings together the expertise of over 65 research groups from the natural and engineering sciences and medicine in work ranging from basic research to fabrication and processing of functional nanomaterials. CENIDE is one of the largest nanoscience research groups in the German-speaking world and cooperates closely with various partners including non-university research institutions and notable names in industry.**



## Forschung

Unter dem Dach von CENIDE forschen rund 400 Wissenschaftler\*innen, die in über 65 Arbeitsgruppen organisiert sind, an verschiedenen Themen rund um die Nanotechnologie. Die nachfolgenden Highlights der Jahre 2014 und 2015 geben einen Einblick in die Forschungsschwerpunkte innerhalb von CENIDE:

### *Dynamische Prozesse in Festkörpern*

Die Dynamik elementarer Anregungen in Festkörpern, an Oberflächen oder in Nanopartikeln oder -strukturen wird in CENIDE mit höchster Zeitauflösung untersucht. Die Forscher\*innen verwenden dabei extrem kurze Laserpulse mit Pulsdauern im Femtosekundenbereich, um die dadurch ausgelöste Dynamik der Elektronen und des Kristallgitters mittels Spektroskopie, Beugung und Mikroskopie zu verfolgen. Sie verwenden dabei mehrere weltweit einmalige experimentelle Methoden, mit denen Erkenntnisse über grundlegende Prozesse bei der Energieumwandlung und beim Energietransport auf der Nanoskala gewonnen werden.

In dem Schwerpunktprogramm 1391 „Ultrafast Nanooptics“ dreht sich zum Beispiel alles um die Wechselwirkung breitbandiger kohärenter Anregungen mit Nanostrukturen. Hierbei werden die kohärente Kontrolle, Propagation, nichtlineare Kopplung und Nanoantennen genau unter die „Linse“ genommen: An der UDE werden mittels nichtlinearer Photoemissionsmikroskopie die zeitliche Dynamik und die nichtlineare Wechselwirkung von Plasmon-Polaritonwellen mit selbstorganisierten Silber- bzw. Goldinseln untersucht. Durch das schnellste Mikroskop der Welt können die Forschenden beobachten, wie sich eine Plasmonwelle mit 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit in einer nur 1/100 mm großen Goldinsel ausbreitet, reflektiert und fokussiert wird.

### *Gasphasensynthese*

Die Synthese von Nanopartikeln in der Gasphase ermöglicht die Herstellung von ultrareinen maßgeschneiderten Materialien in skalierbaren Verfahren. CENIDE untersucht Gasphasenprozesse

## Research

At CENIDE, around 400 scientists organized in over 65 research groups conduct research into diverse topics relating to nanotechnology. The following highlights of 2014 and 2015 give an insight into the main research areas within CENIDE.

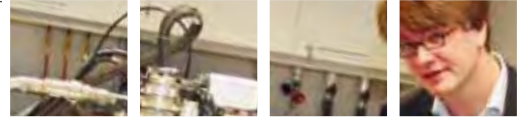
### *Dynamic Processes in Solid-State Bodies*

The dynamics of elementary excitations in solid-state bodies, on surfaces or in nanoparticles or nanostructures are investigated with the highest time resolution at CENIDE. The researchers use extremely short laser pulses (in the femtosecond range) in order to observe the resulting dynamics of the electrons and the crystal lattice by means of spectroscopy, dispersion and microscopy. Their work involves a number of unparalleled experimental techniques that are instrumental in gaining a better understanding of the fundamental processes taking place in energy conversion and energy transport at the nanoscale.

Priority Programme 1391 “Ultrafast Nanooptics”, for example, is concerned with the interaction of broadband coherent excitations with nanostructures. In this area of research, coherent control, propagation, non-linear response and nanoantennas are examined in microscopic detail: the researchers at the UDE use non-linear photoemission microscopy to investigate the temporal dynamics and non-linear interaction of plasmon polariton waves with self-assembled silver or gold islands. Through the world’s fastest microscope, they can observe how a plasmon wave travelling at 98 percent of the speed of light disperses, is reflected and focused in a gold island just 1/100 mm in size.

### *Gas-Phase Synthesis*

The synthesis of nanoparticles in the gas phase makes it possible to fabricate ultrapure, tailored materials in scalable procedures. CENIDE investigates all aspects of gas phase processes and has extensive expertise in fundamental experiments, the development of specialized



umfassend und hat eine breite Expertise in grundlegenden Experimenten, Entwicklung spezifischer Messtechnologie, Modellierung und Simulation sowie der Hochskalierung und der Synthese von Nanopartikeln im anwendungsrelevanten Maßstab.

Die neue DFG-Forschergruppe 2284 „Modellbasierte skalierbare Gasphasensynthese komplexer Nanopartikel“ setzt hier seit 2015 an: Sie wollen herausfinden, nach welchen Regeln die hoch spezifische Herstellung sicher gelingt. Zunächst sollen isolierte Nanopartikel entstehen, die in einem zweiten Schritt zu komplexeren Strukturen zusammengefügt werden. Diese sollen zuverlässig über die Eigenschaften verfügen, die für das jeweilige Anwendungsgebiet relevant sind. Die DFG stellt 2,6 Mio. Euro für die erste dreijährige Projektphase zur Verfügung, Sprecher ist der Leibniz-Preisträger Prof. Christof Schulz.

### ***Magnetismus***

Beim Magnetismus stehen bei CENIDE die Herstellung und die hochspezifische Charakterisierung neuer Materialien und Hybriden von mikroskopischen bis zu makroskopischen Längenskalen sowie die Ab-initio-Modellierung im Fokus. Sowohl ultradünne metallische und oxidische Filme, Nanopartikel als auch molekulare Nanomagnete spielen als Bausteine für moderne Hybridsysteme eine wichtige Rolle.

Mehr als eine Million Euro fließen zum Beispiel in Forschungsprojekte an der UDE, um die Nutzung von Festkörpern zur Kühlung zu untersuchen. Im DFG-Schwerpunktprogramm 1599 „Caloric Effects in Ferroic Materials: New Concepts for Cooling“ waren die Physiker\*innen und Ingenieurwissenschaftler\*innen von CENIDE 2015 sehr erfolgreich mit Anträgen für die zweite Förderperiode. Sie alle eint die Arbeit an einem besonderen Thema: Neuartige Materialien für Kühlschränke und Klimaanlage. Die bisherigen Systeme schädigen die Umwelt oder verbrauchen viel Strom. Alternativen bieten magnetische oder elektrisch polarisierte Festkörper, sogenannte ferroische Materialien. Klimaschädliche oder brennbare Gase werden hier nicht benötigt, und die Systeme sind effektiver.

measurement technology, modelling and simulation and in scaling-up and the synthesis of nanoparticles on a scale relevant to practical application.

This is where the work of the new DFG Research Unit 2284 “Model-based scalable gas phase synthesis of complex nanoparticles” began in 2015: it aims to determine under which rules it is possible to predict the success of highly specialized nanofabrication. The first step in this process is to produce isolated nanoparticles, which in a second stage are combined into more complex structures. The resulting structures should then reliably exhibit the properties relevant to the specific area of application. The DFG is providing 2.6 million euros in funding for the first three-year project phase. The coordinator of the Research Unit is the winner of the Leibniz Prize, Prof. Dr. Christof Schulz.

### ***Magnetism***

In magnetism, the focus of interest at CENIDE is the fabrication and highly specialized characterization of new materials and hybrids from microscopic to macroscopic length scales, and ab initio modelling. Ultrathin metallic and oxidic films, nanoparticles and molecular nanomagnets all have an important role to play as components for modern hybrid systems.

More than one million euros are being invested, for example, in research projects at the UDE to explore the use of solid-state bodies in cooling. In DFG Priority Programme 1599 “Caloric Effects in Ferroic Materials: New Concepts for Cooling”, the physicists and engineering scientists from CENIDE were very successful in 2015 with their proposals for the second funding period. They are united in their work by one particular topic: novel materials for refrigerators and air-conditioning systems. Existing systems are harmful to the environment or heavy on energy consumption. Magnetic or electrically polarized solid-state bodies, known as ferroic materials, are an alternative that operate without climate-damaging or combustible gases, and the systems are more effective.

**NanoBioMaterialien**

Biomaterialien sind natürliche oder künstliche Substanzen in Kontakt mit biologischen Systemen, beispielsweise im spannenden Gebiet der Nano-BioPhotonik. In CENIDE wird diese Interaktion an Materialien, Oberflächen, Partikeln und Makromolekülen untersucht. Der Forschungsschwerpunkt profitiert von den Expertisen in den Material- und Biowissenschaften (Kolloide, Makromoleküle, Proteine, Imaging) und den chemisch bzw. physikalisch ausgerichteten Wissenschaften (Synthese, Magnetismus, Photonik).

Feierlich eröffnet wurde 2014 beispielsweise der neue Sonderforschungsbereich 1093 „Supramolekulare Chemie an Proteinen“, der von der DFG mit rund sieben Mio. Euro gefördert wird. Fünf CENIDE-Mitglieder sind als Projektleiter beteiligt. Hier werden mit Methoden der supramolekularen Chemie gezielt Proteinfunktionen und biologische Fragestellungen adressiert. Interdisziplinär wird Hand in Hand gearbeitet: Zunächst werden in der Chemie neue Greifwerkzeuge für Eiweißmoleküle konstruiert. Mit ihrer Hilfe untersuchen die Biologen dann biochemische Mechanismen. Die Mediziner wiederum leiten daraus neue Ansatzpunkte zur Diagnose und Bekämpfung von Krankheiten ab. Nutzbringend ist die verfügbare, umfangreiche Palette an Charakterisierungsmethoden wie der modernen instrumentellen Nanopartikel-Kolloidanalytik (AUZ, DLS, NTA, ADC, AFF), kombiniert mit dem DFG-Gerätezentrum ICAN „Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale“ für Oberflächenanalytik von Festkörpermaterien.

**NanoEnergieTechnik**

Hierbei befasst sich CENIDE mit der Frage, wie Nanomaterialien vorteilhaft für die Energietechnik, insbesondere bei der Energiewandlung und -speicherung, ausgenutzt werden können. Dafür steht das hochmoderne Forschungsgebäude NanoEnergie-TechnikZentrum (NETZ) mit rund 4.000 qm Fläche zur Verfügung. Basis hierfür ist eine Anlage zur Gasphasensynthese von Nanomaterialien im anwendungsrelevanten Maßstab. Wesentliche Anwendungsgebiete sind Thermoelektrik, Katalyse, Photovoltaik, Lithium-Ionen-Batterien und Lichtemitter (LEDs).



*Wissenschaftlicher Direktor / Scientific Director:  
Prof. Dr.-Ing. Stephan Barcikowski*

**Nanobiomaterials**

Biomaterials are natural or synthetic substances that are in contact with biological systems, such as in the fascinating field of nanobiophotonics. At CENIDE, this interaction is studied on materials, surfaces, particles and macromolecules. The main research area benefits from the pooling of expertise in the materials and biological sciences (colloids, macromolecules, proteins, imaging) and the chemical and physical sciences (synthesis, magnetism, photonics).

2014 saw the official inauguration of the new Collaborative Research Center SFB 1093 “Supramolecular Chemistry on Proteins”, which is receiving some seven million euros in funding from the DFG. Five CENIDE members are leading projects within the SFB in which methods from supramolecular



Für die Entwicklung eines thermoelektrischen Generators aus umweltfreundlichem Material, der Wärme in elektrische Energie umwandeln kann, erhielt Dr. Gabi Schierning 2014 den Innovationspreis NRW in der Kategorie „Nachwuchs“. Zusammen mit anderen UDE-Wissenschaftler\*innen entwickelte ihr Team einen thermoelektrischen Generator, der aus nanostrukturiertem Silizium besteht, statt aus bisherigen Materialien wie Tellur oder Blei, die selten und teuer oder umweltschädlich sind.

### **Auswahl derzeit geförderter koordinierter Projekte**

In zahlreichen Kooperationen sowohl innerhalb von CENIDE als auch mit nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Industrie entstehen kontinuierlich wissenschaftliche Veröffentlichungen, neue Patente und kreative Ideen. Daher geben die ausgewählten Projekte nur einen kleinen Einblick in die Forschungsaktivitäten bei CENIDE.

#### ***Dynamische Prozesse in Festkörpern***

- SPP 1391: Ultrafast Nanooptics (seit 2009)
- FOR 1700: Time-resolved spectroscopy of photoinduced transitions and electronic excitations in quasi-1D metal wires on semiconductors (seit 2013)

#### ***Gasphasensynthese***

- Koordination EU-Projekt BUOANAPART-E: Better Upscaling and Optimization of Nanoparticle and Nanostructure Production by Means of Electrical Discharges (2012–2016)
- FOR 2284: Modellbasierte skalierbare Gasphasensynthese komplexer Nanopartikel (seit 2015)

#### ***Magnetismus***

- Beteiligung mit drei Projekten am SPP 1538: Spin Caloric Transport (seit 2011)
- Beteiligung mit vier Projekten am SPP 1599: Caloric Effects in Ferrioc Materials: New Concepts for Cooling (seit 2012)

#### ***NanoBioMaterialien***

- SFB 1093: Supramolekulare Chemie an Proteinen (seit 2014)

chemistry are used to address specific protein functions and biological questions. The teams work hand-in-hand to conduct this interdisciplinary work: first, the chemists construct new tweezers for protein molecules. These are then used by the biologists to investigate biochemical mechanisms. Based on their findings, the medics in turn draw new insights for the diagnosis and combating of disease. Their work benefits from the comprehensive range of characterization methods available to them, such as in modern instrumental nanoparticle colloid analysis (AUZ, DLS, NTA, ADC, AFFF), combined with the DFG Core Facility ICAN “Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale” for surface analysis of solid-state materials.

#### ***Nano Energy Technology***

CENIDE’s interest in this area concerns how nanomaterials can be exploited for the benefit of energy technology, especially in energy conversion and storage. The ultramodern Nano Energy Technology Center (NETZ) research building provides researchers with the facilities and 400 m<sup>2</sup> of space to explore this question. The basis for their work is a system for the synthesis of nanomaterials in the gas phase on a scale relevant to applications in areas such as thermoelectrics, catalysis, photovoltaics, lithium-ion batteries and light emitters (LEDs).

In 2014, Dr. Gabi Schierning received the NRW Innovation Award in the “Young Researcher” category for the development of a thermoelectric generator to convert heat into electrical energy and made from environmentally friendly material. Working with other UDE scientists, her team developed the thermoelectric generator using nanostructured silicon rather than materials used to date, such as tellurium or lead, which are rare and expensive or harmful to the environment.

#### **Selection of Current Funded Coordinated Projects**

The many instances of cooperation within CENIDE and with national and international partners from science and industry are a constant source of scientific publications, new patents and creative ideas. The projects presented here are

- Koordination des SPP 1313: Biological Responses to Nanoscale Particles (2008–2015)

#### **NanoEnergieTechnik**

- Beteiligung mit drei Projekten am SPP 1386: Nanostrukturierte Thermoelektrika (seit 2009)
- BMBF-Projekt INNOKAT: Integration und Applikation von ligandenfreien und kontrolliert liganden-funktionalisierten Nanopartikeln in der Katalyse (2013–2017)

#### **Weitere**

- BMBF-Projekt nanoGRAVUR – Nanostrukturierte Materialien: Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz und Risikominimierung (2015–2018)
- DFG-Gerätezentrum ICAN: Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale (2014–2017)

#### **Internationales**

Gemeinsame Forschungsinteressen kennen keine Ländergrenzen, im Gegenteil. Seit einigen Jahren kooperiert die japanische University of Tsukuba gefördert unter anderem durch den DAAD eng mit den Forscher\*innen von CENIDE. Sie gehört zu den führenden asiatischen Hochschulen in den Nanowissenschaften. Wie erfolgreich diese Zusammenarbeit ist, belegen mehrere japanisch-deutsche wissenschaftliche Publikationen und eine gemeinsame Patentanmeldung in den Jahren 2014 und 2015. Zudem fanden mehrere Workshops sowohl in den Partnerländern als auch am Campus Duisburg statt, an denen sich auch erstmals die taiwanesisische National Tsing Hua University beteiligte.

Aktuelle Forschungsentwicklungen über die Zeitabhängigkeit der strukturellen Eigenschaften im Nanobereich stellten nahezu zwei Dutzend internationale Expert\*innen aus den USA, Kanada, Japan und den Niederlanden während des von CENIDE organisierten internationalen Workshop „Microstructural Functionality“ im Frühjahr 2014 in Duisburg vor.

Auch die diversen CENIDE Science Talks, zu denen regelmäßig international renommierte Wissenschaftler\*innen eingeladen werden und zu-



*Geschäftsführer CENIDE/Managing Director CENIDE: Dr. Tobias Teckentrup*

just a small selection of the research activities underway at CENIDE.

#### **Dynamic Processes in Solid-State Bodies**

- SPP 1391: Ultrafast Nanooptics (since 2009)
- FOR 1700: Time-resolved spectroscopy of photoinduced transitions and electronic excitations in quasi-1D metal wires on semiconductors (since 2013)

#### **Gas-Phase Synthesis**

- Coordination of EU project BUONAPART-E: Better Upscaling and Optimization of Nanoparticle and Nanostructure Production by Means of Electrical Discharges (2012–2016)
- FOR 2284: Model-based scalable gas-phase synthesis of complex nanoparticles (since 2015)

## Ausgewählte Publikationen

### Selected Publications

- N. Fontaina-Troitino, S. Liebana-Vinas, B. Rodriguez-Gonzalez, Z. Li, M. Spasova, M. Farle, V. Salgueirino (2014): Room-Temperature Ferromagnetism in Antiferromagnetic Cobalt Oxide Nanooctahedra, *Nano Lett.* 14, 640.
- J. Landers, S. Salamon, M. Castillo, D. Lupascu, H. Wende (2014): Mossbauer Study of Temperature-Dependent Cycloidal Ordering in BiFeO<sub>3</sub> Nanoparticles, *Nano Lett.* 14, 6061.
- R. Fainblat, F. Muckel, C.J. Barrows, V. A. Vlaskin, D. R. Gamelin, G. Bacher (2014): Valence-band mixing effects in the upper-excited-state magneto-optical responses of colloidal Mn<sup>2+</sup>-doped CdSe quantum dots, *ACS Nano* 8, 12669.
- M. Behrens (2014): Heterogeneous Catalysis of CO<sub>2</sub> Conversion to Methanol on Copper Surfaces, *Angew. Chem. Int. Ed.* 53, 12022.
- F. Cilento, S. Dal Conte, G. Coslovich, S. Peli, N. Nembrini, S. Mor, F. Banfi, G. Ferrini, H. Eisaki, M. Chan, C. Dorow, M. Veit, M. Greven, D. van der Marel, R. Comin, A. Damascelli, L. Rettig, U. Bovensiepen (2014): Photo-enhanced antinodal conductivity in the pseudogap state of high-T<sub>c</sub> cuprates, *Nat. Commun.* 5, 4353.
- O. Ochedowski, O. Osmani, M. Schade, B. Kleine Bussmann, B. Ban-d'Etat, H. Lebius, M. Schleberger (2014): Graphitic nano-strips in silicon carbide surfaces created by swift heavy ion irradiation, *Nat. Commun.* 5, 3913.
- R. Koester, D. Sager, W.-A. Quitsch, O. Pflingsten, A. Poloczek, S. Blumenthal, G. Keller, W. Prost, G. Bacher, F.-J. Tegude (2015): High-Speed GaN/GaInN Nanowire Array Light-Emitting Diode on Silicon (111), *Nano Lett.* 15, 2318.
- W. Xie, S. Schluecker (2015): Hot electron-induced reduction of small molecules on photorecycling metal surfaces, *Nat. Commun.* 6, 7570.
- D. Gautam, M. Engenhorst, C. Schilling, G. Schierning, R. Schmechel, M. Winterer (2015): Thermoelectric Properties of Pulsed Current Sintered Nanocrystalline Al-doped ZnO by Chemical Vapour Synthesis, *J. Mater. Chem. A* 3, 189.
- L. Xiao, M. Schroeder, S. Kluge, A. Balducci, U. Hagemann, C. Schulzad, H. Wiggers (2015): Direct self-assembly of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/reduced graphene oxide nanocomposite for high-performance lithium-ion batteries, *J. Mater. Chem. A* 3, 11566.

### *Magnetism*

- Three projects as part of SPP 1538: Spin Caloric Transport (since 2011)
- Four projects as part of SPP 1599: Caloric Effects in Ferroic Materials: New Concepts for Cooling (since 2012)

### *Nanobiomaterials*

- SFB 1093: Supramolecular Chemistry on Proteins (since 2014)
- Coordination of SPP 1313: Biological Responses to Nanoscale Particles (2008–2015)

### *Nano Energy Technology*

- Three projects as part of SPP 1386: Nano-structured Thermoelectric Materials (since 2009)
- BMBF project INNOKAT: Integration and application of ligand-free and controlled ligand-functionalized nanoparticles in catalysis (2013–2017)

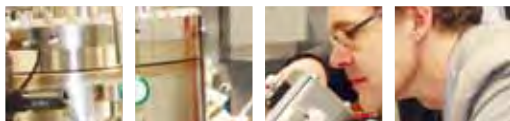
### *Other*

- BMBF project nanoGRAVUR – Nanostructured Materials: Grouping of nanostructured materials for protection of workers, consumers, the environment and risk minimisation (2015–2018)
- DFG Core Facility ICAN: Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale (2014–2017)

### **International News**

Shared research interests know no territorial boundaries. Quite the opposite, in fact. For several years now, the Japanese University of Tsukuba has been cooperating closely with the researchers from CENIDE with funding from the DAAD and others. The university is one of the leading Asian institutions in nanoscience. The success of their cooperation is apparent from several Japanese-German scientific publications and a joint patent application in 2014 and 2015. Several workshops also took place in the partner countries and on the Duisburg campus and were attended for the first time by the Taiwanese National Tsing Hua University.

Current research developments on the time dependence of structural properties at the nano-



sammen mit CENIDE-Mitgliedern Vorträge halten, belegen die intensive internationale Zusammenarbeit: Begrüßen durften wir in den letzten zwei Jahren unter anderem Forscher\*innen aus China, Japan, Taiwan, Südkorea und Kanada.

### Preise und Auszeichnungen

Die bemerkenswerten Forschungsleistungen unserer CENIDE-Mitglieder sowie deren Mitarbeiter\*innen sind beeindruckend. Diese nachfolgend vollständig vorzustellen ist zwar nicht möglich, jedoch möchten wir stellvertretend ein paar dieser Preise und Auszeichnungen hervorheben.

Mit dem wichtigsten deutschen Forschungsförderpreis, dem Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis, wurde Prof. Christof Schulz 2014 ausgezeichnet. Der ehemalige langjährige wissenschaftliche Direktor von CENIDE hat entscheidende Beiträge zu Grundlagen und Technologien hochauflösender laserdiagnostischer Messverfahren und ihrer Anwendung zur experimentellen Charakterisierung technischer Verbrennungs- und Partikelsyntheseprozesse geleistet. Über den Innovationspreis NRW 2014 in der Kategorie „Nachwuchs“ freute sich hingegen Dr. Gabi Schierning anlässlich ihrer Arbeiten zur Entwicklung eines thermoelektrischen Generators aus umweltfreundlichem Material.

Edelmetalle wie Gold, Palladium oder Platin durch Textilien aus Abwässern zurückzugewinnen, damit überzeugte ein Forscherteam des Deutschen Textilforschungszentrum Nord-West (DTNW) und des Instituts für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) gleich mehrfach: Die Wissenschaftler\*innen erhielten 2014 nicht nur den Deutschen Rohstoffeffizienz-Preis und den UMSICHT-Wissenschaftspreis. Im Jahr 2015 bekamen sie zudem den renommierten Paul Schlack Honory Prize verliehen.

Optimierte Nanokristalle als Voraussetzung für visionäre Automobilkonzepte: Die Ingenieurin Dr. Ekaterina Nannen begeisterte mit ihrer Dissertation über „Komplett-anorganische Weißlicht-Emitter auf Basis von Zinkoxid-Nanokristallen“ und bekam 2014 den Woman DrIVING Award des Volkswagen Konzerns verliehen. Für sein außerordentliches fachliches Engagement im Klima- und

scale were presented by almost two dozen international experts from the USA, Canada, Japan and the Netherlands at the CENIDE-organized international workshop on “Microstructural Functionality” in the spring of 2014 in Duisburg.

Internationally renowned scientists are also regularly invited to give lectures with CENIDE members on a variety of topics at the CENIDE Science Talks. Participation in the series is a clear reflection of the intensity of our international ties and cooperation, and over the past two years, we have had the pleasure of welcoming researchers from countries including China, Japan, Taiwan, South Korea and Canada to the talks.

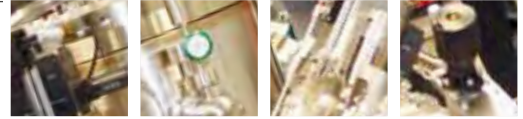
### Awards and Distinctions

The remarkable achievements of our CENIDE members and their teams make impressive reading. Although it may not be possible to present them all here, we would like to highlight a representative selection of just some of their awards and distinctions.

In 2014, Prof. Dr. Christof Schulz was the winner of the most important German research funding award, the Gottfried Wilhelm Leibniz Prize. The former long-standing scientific director of CENIDE has made crucial contributions to the principles and technology of high-resolution laser diagnostic measurement techniques and their application in the experimental characterization of technical combustion and particle synthesis processes. Dr. Gabi Schierning was likewise delighted to receive the NRW Innovation Award in 2014 in the “Young Researcher” category for her work on the development of a thermoelectric generator made of environmentally friendly material.

The recovery of noble metals such as gold, palladium or platinum from waste water using textiles has earned a team of researchers from the Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West (DTNW) and the Institute of Energy and Environmental Technology (IUTA e.V.) multiple recognition: their scientists not only won the German Raw Material Efficiency Award and the UMSICHT Science Prize in 2014, in 2015 they were also awarded the prestigious Paul Schlack Honorary Prize.





*Naturwissenschaften begeistern! Vor allem die vielen Mitmach-Aktionen sorgten für Spaß im NETZ. Live-Experimente brachten den Besuchern die unfassbare Nanowelt näher.*

*Science is fun! NETZ made sure of that with a whole host of activities for visitors to join in with and live experiments to give them a closer look inside the fascinating world of nano.*

Atmosphärenschutz wurde außerdem Prof. Reinhard Zellner von der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie mit der DECHEMA-Medaille 2014 geehrt.

Vom hohen fachlichen Know-how und Engagement unserer Wissenschaftler\*innen zeugen auch diverse preisgekrönte Promotionen und Abschlussarbeiten, Vorträge und Posterpräsentationen auf internationalen Konferenzen sowie ausgezeichnete kreative Lehrtätigkeiten. Daneben verlieh CENIDE 2014 und 2015 erneut Best Paper Awards und würdigte somit hervorragende interdisziplinäre wissenschaftliche Publikationsleistungen.

Optimized nanocrystals as the basis of visionary automotive concepts are the subject of engineer Dr. Ekaterina Nannen's impressive dissertation titled "All-inorganic White Light Emitting Devices Based on ZnO Nanocrystals", for which she received the Volkswagen Woman Driving Award in 2014. Also in 2014, Prof. Dr. Dr. Reinhard Zellner was honored with the 2014 DECHEMA Medal of the Society for Chemical Engineering and Biotechnology for his outstanding scientific commitment to climate protection and protecting the earth's atmosphere.

A variety of prize-winning doctoral and final dissertations, lectures and poster presentations at international conferences together with excellent creative teaching further testify to the expertise and dedication of our scientists and researchers. CENIDE again presented a number of Best Paper Awards in 2014 and 2015 in recognition of outstanding interdisciplinary scientific publication achievements. Successful interdisciplinary cooperation within the CENIDE network was additionally honored in 2014 with the Cooperative Research Award.

### Events and Profile

An integral part of CENIDE's role in coordinating nanoscience activities at the UDE is to represent them to the outside world, raise the (international) visibility of our combined strengths and competencies in nanoscience, and promote knowledge transfer between science and academia, industry and the general public. CENIDE regularly appears in local, regional and national reporting and the specialist media.

1400 – stands for the impressive number of visitors who attended the WissensNacht Ruhr (Ruhr Night of Science) at the Nano Energy Technology Center in the fall of 2014 and took part in a variety of activities as an introduction to the day-to-day workings of nano research. Another informative event, this time on wheels, took place when the Federal Ministry of Education and Research's double-decker nanoTruck rolled in by special invitation of CENIDE to share its fascinating insights into nanotechnology over a

Mit dem Cooperative Research Award 2014 wurden zudem erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeiten innerhalb des CENIDE-Netzwerks prämiert.

### Veranstaltungen und Außendarstellung

Integraler Bestandteil der Koordination der Nanowissenschaften an der UDE durch CENIDE ist die aufeinander abgestimmte Außendarstellung und Steigerung der (internationalen) Sichtbarkeit der Kompetenzen und Stärken in den Nanowissenschaften sowie der Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Industrie und der allgemeinen Öffentlichkeit. CENIDE ist regelmäßig in der lokalen, regionalen und überregionalen Berichterstattung sowie in den Fachmedien vertreten.

1.400 – diese Zahl hat uns beeindruckt, denn: so viele Besucher\*innen kamen anlässlich der WissensNacht Ruhr im Herbst 2014 ins Nano-EnergieTechnikZentrum, um durch diverse Mitmach-Aktionen in den Forschungsalltag der Nano-Welt zu schnuppern. Wissen auf Rädern, das war ein weiterer „Augenöffner“: auf besondere Einladung von CENIDE bot der doppelstöckige nanoTruck des Bundesministeriums für Bildung und Forschung für drei Tage einzigartige Einblicke in die Nanotechnologie. Allgemeinverständlich informierten zudem die MPI Lectures in Kooperation mit den Max-Planck-Instituten in Mülheim sowie Vorlesungen und Laborführungen anlässlich des Uni-Colleg der UDE über aktuelle Forschungsthemen.

10 – auf diese Zahl haben wir 2015 stolz zurückgeblickt. Zehn Jahre CENIDE, dieses erste runde Jubiläum wurde in sommerlicher Atmosphäre mit rund 200 geladenen Gästen ausgiebig gefeiert. Aber wir haben nicht nur Revue passieren lassen, sondern planen und arbeiten volle Kraft voraus: in dem Strategieworkshop „CENIDE: next steps“ wurden vielfältige konstruktive Ergebnisse erarbeitet, die wertvolle Impulse für die eigene Profilbildung und neue wissenschaftliche Zielsetzungen gaben.

Zum Beispiel, Wissenschaft und Industrie stärker miteinander ins Gespräch zu bringen, denn: Kooperation geht Kommunikation voraus. Des-

three-day period. Other opportunities for the interested public to learn more about current research topics included the MPI Lectures in cooperation with the Max-Planck institutes in Mülheim and the talks and guided laboratory tours as part of the UDE's Uni-Colleg series.

10 – this is a number we looked back on with pride in 2015. Ten years of CENIDE marked our first milestone anniversary, which we celebrated in fitting style with around 200 invited guests in the summer. But it was not just a time for looking back on past achievements, and we have been working with all our energy towards the future, as the strategy workshop “CENIDE: next steps” can testify. In it, we gained many valuable and constructive insights that inform both our profile development and new scientific goals.

One of these goals is to encourage greater dialogue between science and industry as the basis of cooperation. In working towards this goal, CENIDE has created an extremely successful event format in the RUHR-Symposium “Functional Materials”, in which important representatives of industry and science have taken part. The inaugural event in 2014 focused on the automotive sector, while in 2015 the chemical industry and the topic of catalysis attracted lively interest from industry. Another of our key activities is supporting young researchers. Here a job forum helped students and graduates find out more about their career prospects, while the newly established CENIDE doctoral network gave young researchers at the UDE excellent opportunities in its regular meetings and excursions to exchange information on day-to-day work in nanoscience and current research topics.

5.7 million euros – that is the value of the equipment in the microscopy center of the Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale (ICAN). The DFG Core Facility went into full operation in November 2014 following its official inauguration and is home to the equipment, methods and expertise in analytics on the nanometer scale at the UDE. The Center's team demonstrated how basic research in the natural sciences flows at ICAN into the development of new materials



wegen hat CENIDE mit dem RUHR-Symposium „Funktionale Materialien“ ein überaus erfolgreiches Veranstaltungsformat geschaffen, das hochrangige Vertreter\*innen aus der Industrie und der Wissenschaft zusammenbringt. Stand bei der Premiere 2014 die Automobilbranche im Mittelpunkt, wurde 2015 die chemische Industrie fokussiert und es drehte sich alles um die Katalyse – mit reger Industriebeteiligung. Auch die Nachwuchsförderung haben wir im Blick: ein Job-Forum bot Studierenden sowie Absolvent\*innen dabei die Möglichkeit, sich über berufliche Perspektiven zu informieren. Das neu gegründete CENIDE-Promovierendennetzwerk brachte hingegen durch regelmäßige Treffen und Exkursionen Nachwuchsforscher\*innen an der UDE zusammen. Unter Gleichgesinnten lässt es sich eben besonders gut über den nanowissenschaftlichen Alltag und aktuelle Forschungsthemen austauschen.

5,7 Millionen Euro – so wertvoll sind sie, die Geräte im Mikroskopiezentrum des Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale (ICAN). Das DFG-Gerätezentrum nahm im November 2014 nach feierlicher Einweihung seinen vollen Betrieb auf und vereint an der UDE Geräte, Methoden und fachliche Kompetenz zur Analytik auf der Nanometerskala. Dass dort naturwissenschaftliche Grundlagenforschung in die anwendungsorientierte Entwicklung neuer Materialien einfließt, zeigte das ICAN-Team wenig später eindrucksvoll auf der 6. Nano-Konferenz 2014 sowie auf der Werkstoffwoche 2015. Wie spannend lasergenerierte Nanopartikel sein können, davon überzeugte sich unter anderem NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze am Stand der AG Barcikowski auf der Hannover Messe 2014. Die Nanofair 2014 in Dresden brachte hingegen das Team der AG Nannen mit ihren präsentierten Forschungsarbeiten über LEDs zum (energiesparenden) Leuchten.

### Ausblick

Ein Sprichwort besagt: Ein gutes Ziel ist wie eine herausfordernde Übung – es zwingt einen dazu, sich zu strecken. CENIDE ist in den letzten zehn Jahren stark gewachsen. Künftig wollen wir unsere Forschungsschwerpunkte weiter ausbauen und

for practical application a short time later at the 6th Nano-Conference in 2014 and again during the Werkstoffwoche (Materials Week) in 2015. NRW science minister Svenja Schulze was among the visitors to discover just how fascinating laser-generated nanoparticles can be at the Barcikowski research group's booth during the Hannover Messe in 2014. The Nannen research group meanwhile lit up (energy-efficiently) the 2014 Nanofair in Dresden with a presentation of its research work on LEDs.

### Outlook

It is said that a good goal is like a challenging exercise – it forces us to push our boundaries. Over the past ten years, CENIDE has gone from strength to strength. Our goal for the future is to continue growing our main areas of research and create even closer interdisciplinary ties between them. The two-day CENIDE research workshop in March 2016 is an excellent opportunity for us to do that. We are also playing a significant part in the “Materials Chain” main research area of the University Alliance Ruhr (UAR).

We set out to take the findings of basic research and develop them into novel applications through interdisciplinary work within CENIDE and in cooperation with partners in industry. For example, we are interested in how highly specialized functional nanomaterials can be fabricated on an industry-relevant scale with maximum energy efficiency and minimum environmental impact. This is the topic leading experts from science and industry will discuss during a two-day symposium in January 2016 on the Duisburg campus. They will look at current research findings from the outgoing EU consortium project BUONAPART-E and from Research Unit 2284, which is coordinated by CENIDE members.

Anyone who has not yet had an opportunity to take a look behind the scenes of research at the Nano Energy Technology Center should save a date in 2016: at the end of September, we will once again be opening several laboratories to the interested public during the WissensNacht Ruhr. A number of our scientists are also scheduled to

## Wissenschaftler\*innen Researchers

### Fakultät für Ingenieurwissenschaften Faculty of Engineering

- Prof. Dr. Burak Atakan
- Prof. Dr. Gerd Bacher
- Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen
- Prof. Dr. Thomas Dreier
- Prof. Dr. Daniel Erni
- Prof. Dr.-Ing. Alfons Fischer
- Prof. Dr.-Ing. Heinz Fissan
- Prof. Dr. Angelika Heinzel (ZBT GmbH)
- Prof. Dr. Dieter Jäger
- Prof. Dr. Tina Kasper
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Kempf
- Prof. Dr. Thomas Kirchartz
- Prof. Dr. Michael Kraft (bis 01/2015)
- Prof. Dr.-Ing. Einar Kruis
- Dr. Tilmar Kümmell
- Prof. Dr. Doru C. Lupascu
- Dr.-Ing. Wolfgang Mertin
- Dr.-Ing. Werner Prost
- Dr. Gabi Schierning (bis 11/2015)
- Prof. Dr. Roland Schmechel (Vorstand)
- Prof. Dr.-Ing. Frank Schmidt
- Prof. Dr. Christof Schulz (Vorstand)
- Prof. Dr. Franz-Josef Tegude
- PD Dr. Hartmut Wiggers
- Prof. Dr. Markus Winterer

### Fakultät für Biologie Faculty of Biology

- Dr. Barbara Saccà
- Prof. Dr. Shirley Knauer

### Fakultät für Chemie Faculty of Chemistry

- Prof. Dr.-Ing. Stephan Barcikowski (Wissenschaftlicher Direktor)
- Prof. Dr. Malte Behrens
- Prof. Dr. Matthias Epple
- Dr. Bilal Gökce
- Prof. Dr. André H. Gröschel
- Prof. Dr. Jochen S. Gutmann
- Prof. Dr. Nils Hartmann
- Prof. Dr. Eckart Hasselbrink
- Prof. Dr. Christian Mayer
- Prof. Dr. Sebastian Schlücker
- Prof. Dr. Carsten Schmuck
- Prof. Dr. Stephan Schulz
- Prof. Dr. Mathias Ulbricht
- Prof. Dr. Dr. Reinhard Zellner

### Fakultät für Physik Faculty of Physics

- Prof. Dr. Uwe Bovensiepen
- Prof. Dr. Volker Buck
- Prof. Dr. Peter Entel
- Prof. Dr. Michael Farle
- Dr. Martin Paul Geller
- Dr. Anna Grünebohm
- Prof. Dr. Michael Horn-von Hoegen (Vorstand)
- Prof. Dr. Alfred Hucht
- Prof. Dr. Jürgen König
- Prof. Dr. Peter Kratzer
- Prof. Dr. Axel Lorke
- Prof. Dr. Frank-Joachim Meyer zu Heringdorf
- Prof. Dr. Rolf Möller
- Jun.-Prof. Dr. Martina Müller
- Prof. Dr. Hermann Nienhaus
- Prof. Dr. Rossitza Pentcheva

- Prof. Dr. Marika Schleberger
- Prof. Dr. Claus M. Schneider
- PD Dr. Klaus Sokolowski-Tinten
- Prof. Dr. Heiko Wende (Stellvertreter Wissenschaftlicher Direktor)
- Prof. Dr. Dietrich Wolf

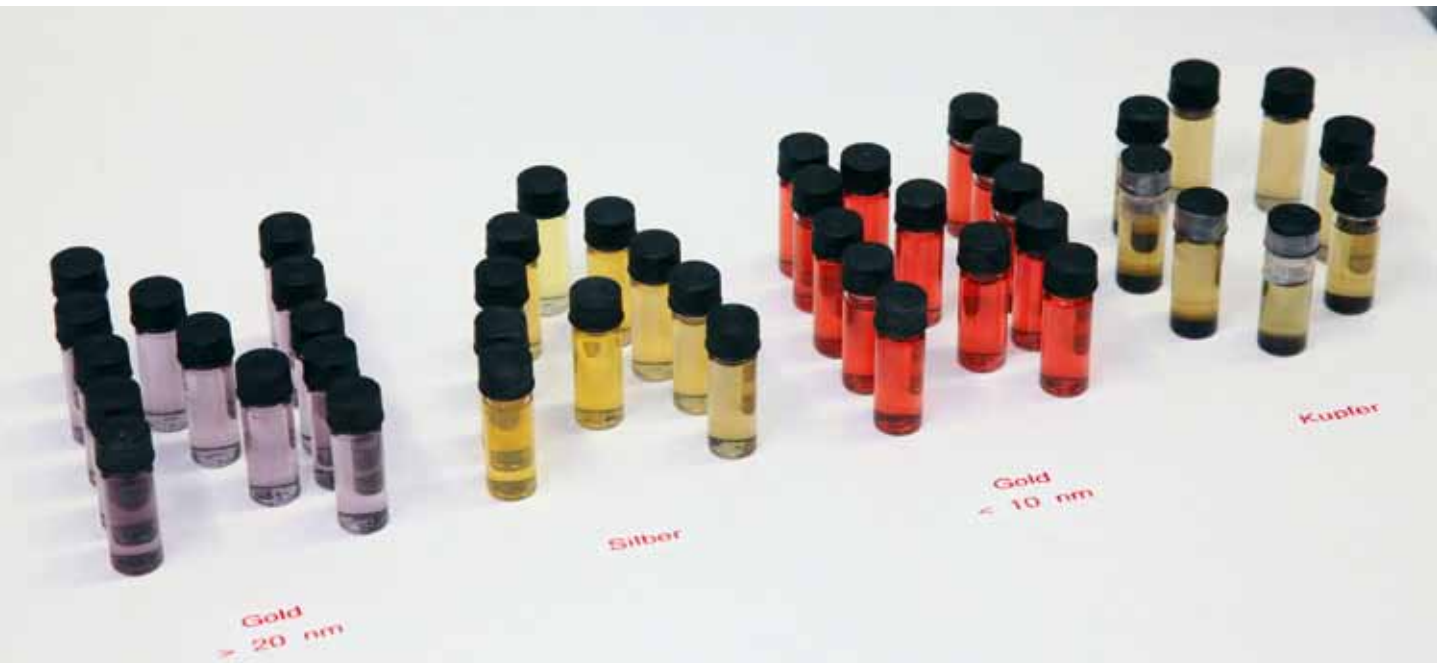
### Externe Mitglieder External Members

- Prof. Dr. Elke Dopp (Covestro AG)
- Prof. Dr. Thomas Kuhlbusch (Institut für Energie- und Umwelttechnik, IUTA)
- Dr. Frank Marlow (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung)
- Prof. Dr. Ferdi Schüth (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung)
- Dr. Jennifer Strunk (Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion)
- Dr. Torsten Textor (Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West, DTNW) (bis 01/2016)

### CENIDE-Gastprofessoren\* CENIDE Guest Professors\*

- Prof. Dr. Kyle Daun (University of Waterloo, Kanada)
- Prof. Dr. Junji Nakamura (University of Tsukuba, Japan)

\* übernehmen u. a. Lehraufgaben an der UDE über einen längeren Zeitraum / [who take on long-term responsibilities at the UDE, including teaching](#)

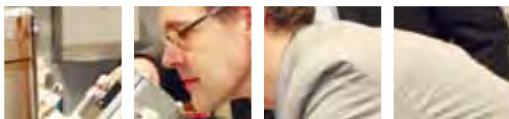


*Verschiedene Kolloide mit lasergenerierten Nanopartikeln aus Edelmetallen.  
Various colloids of laser-generated noble metal nanoparticles.*

interdisziplinär noch stärker miteinander verknüpfen. Der zweitägige CENIDE-Forschungsworkshop im März 2016 bietet eine hervorragende Gelegenheit dazu. Auch am Profilschwerpunkt „Materials Chain“ der Universitätsallianz Ruhr sind wir maßgeblich beteiligt.

Unser Ziel ist es, Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung durch interdisziplinäre Zusammenarbeit in CENIDE und durch Kooperation mit Partnern in der Industrie zu neuartigen Anwendungen zu führen. Wie können zum Beispiel hochspezialisierte funktionale Nanomaterialien möglichst energieeffizient und umweltschonend in industrierelevanten Mengen hergestellt und angewendet werden? Darüber informieren renommierte Expert\*innen aus Wissenschaft und Industrie während eines zweitägigen Symposiums im Januar 2016 am Campus Duisburg. Thematisiert werden aktuelle Forschungsergebnisse des auslaufenden EU-Verbundprojektes BUONAPART-E und der Forschergruppe 2284, die von CENIDE-Mitgliedern koordiniert werden.

take part in the analytica trade fair in spring and the Nano-Conference in winter 2016. The 3rd RUHR Symposium in the fall of 2016 is another event that will again attract respected experts from science and industry.



Wer es bisher verpasst hat, hinter die Kulissen des wissenschaftlichen Alltags im NanoEnergie-TechnikZentrum zu schauen, dem sei ein Termin 2016 besonders empfohlen: Am 30. September öffnen wir anlässlich der WissensNacht Ruhr wieder zahlreiche Labortüren für die interessierte Öffentlichkeit. Einige unserer Wissenschaftler\*innen werden außerdem bei der Fachmesse analytica im Frühjahr sowie auf der Nano-Konferenz vom 7. bis 8. Dezember 2016 vertreten sein. Und auch das 3. RUHR-Symposium wird am 27. Oktober erneut renommierte Fachleute aus Wissenschaft und Industrie zusammenbringen.

## Kontakt

### Contact



#### CENIDE – Center for Nanointegration Duisburg-Essen

##### **Prof. Dr.-Ing. Stephan Barcikowski**

Wissenschaftlicher Direktor [Scientific Director](#)

☎ +49 201 183 3150

📠 +49 201 183 3049

@ [stephan.barcikowski@uni-due.de](mailto:stephan.barcikowski@uni-due.de)

##### **Dr. Tobias Teckentrup**

Geschäftsführung [Managing Director](#)

☎ +49 203 379 8178

@ [tobias.teckentrup@uni-due.de](mailto:tobias.teckentrup@uni-due.de)

##### **CENIDE-Geschäftsstelle**

NanoEnergieTechnikZentrum NETZ

Carl-Benz-Str. 199

D-47057 Duisburg

🌐 [www.cenide.de](http://www.cenide.de)

👍 [www.facebook.com/CenterForNanointegration](https://www.facebook.com/CenterForNanointegration)