

## Nanowissenschaften

### Nanosciences

CeNIDE – das Center for Nanointegration Duisburg-Essen – koordiniert die Forschung im Bereich Nanotechnologie an der UDE. Unter dem Dach des 2005 gegründeten Zentrums arbeiten über 200 Forscherinnen und Forscher aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Medizin, Physik und Chemie an einem breiten Spektrum von Themen.

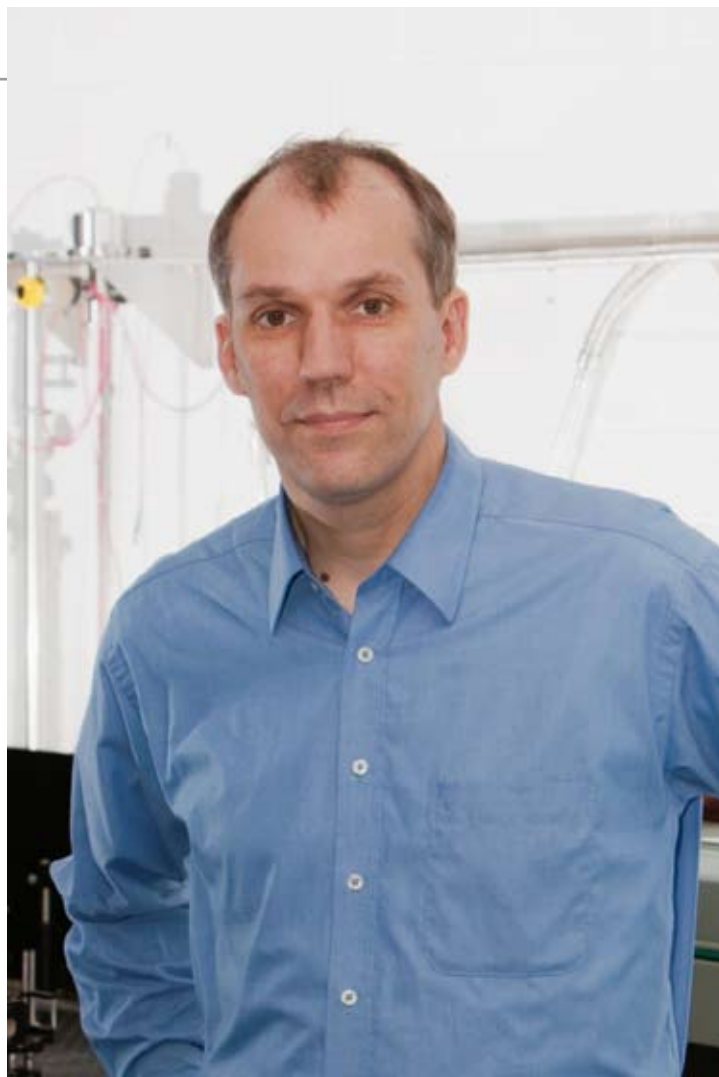
CeNIDE – the Center for Nanointegration Duisburg-Essen – was founded in 2005 and coordinates research in nanosciences at the University of Duisburg-Essen. Over 200 researchers from the disciplines of mechanical engineering, electrical engineering, medicine, physics, and chemistry work at the Center and investigate a broad range of topics.

## Forschung

In zahlreichen interdisziplinären, transdisziplinären und internationalen Kooperationen wird an der UDE zum Thema Nanotechnologie geforscht; die Ergebnisse haben eine Vielzahl von Publikationen sowie Patente hervorgebracht. Drittmittelgeber sind unter anderem die EU, die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), das Land Nordrhein-Westfalen und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Von der DFG werden gegenwärtig drei Sonderforschungsbereiche sowie ein Graduiertenkolleg gefördert: der SFB 445 „Nanopartikel aus der Gasphase“, der SFB 491 „Magnetische Heteroschichten“ und der SFB 616 „Energiedissipation an Oberflächen“ sowie das Graduiertenkolleg „Nanotronics“ (GK 1240). Zu den Forschungsschwerpunkten von CeNIDE gehören Verfahren, die die Herstellung von Nanomaterialien in größeren Mengen ermöglichen. Über diese Technologie verfügen weltweit nur wenige Forschungseinrichtungen – in Europa ist sie einzigartig.

Für eine nachhaltige Nanotechnologie ist die Erforschung der gesundheitlichen Auswirkungen von Nanopartikeln von großer Bedeutung. Daher beschäftigt sich CeNIDE auch mit den potenziellen Nebenwirkungen von Nanopartikeln.

Dr. Thomas Kuhlbusch vom Institut für Energie und Umwelttechnik e.V. (IUTA) koordinierte im Projekt „NanoCare“ bis Juni 2009 verschiedene Studien, in denen gesundheitsrelevante Effekte von industriell hergestellten Nanopartikeln genauer untersucht wurden. In dem EU-geförderten Nachfolgeprojekt NANO-DEVICE werden bis 2013 tragbare Messgeräte entwickelt, mit denen die persönliche Exposition am Arbeitsplatz erfasst werden soll. Mitkoordinator in diesem Projekt ist der Aerosolforscher Prof. Heinz Fissan. Das Schwerpunktprogramm der DFG SPP1313 „Biological Responses to Nanoscale Particles“, unter Leitung von Prof. Reinhard Zellner von der Fakultät für Chemie, untersucht seit Anfang 2008 über einen Zeitraum von sechs Jahren interdisziplinär die grundlegenden Wechselwirkungen von Nanopartikeln mit biologischen Molekülen, Systemen und Zellen.



*Sprecher/Director: Prof. Dr. Axel Lorke*

## Research

Nanotechnology research is being conducted in numerous interdisciplinary, transdisciplinary and international collaborations at the University of Duisburg-Essen and has produced numerous publications and patents. Funding agencies include the European Union, the German Federation of Industrial Research Associations (AiF), the state of North Rhine-Westphalia, and the German Research Foundation (DFG). The DFG is currently supporting three Collaborative Research Centres, SFB 445 “Nanoparticles from the Gasphase”, SFB 491 “Magnetic Heterostructures”, and SFB 616 “Energy Dissipation at Surfaces”, and a Research Training Group on “Nanotronics” (GK 1240). CeNIDE is also working on processes to enable the fabrication of nanomaterials in larger quantities. Worldwide,



Internationales Aufsehen haben die auf Basis von Vorarbeiten aus dem SFB 445 aufgebauten Anlagen erregt. Diese ermöglichen es, Nanomaterialien in großem Maßstab herzustellen. Die besonderen Eigenschaften von Nanopartikeln entstehen erst durch die Reduzierung eines Stoffes auf Nanogröße. Das heißt, kleinste Bruchteile eines Materials reagieren anders auf äußere Einflüsse als große Mengen desselben Materials. Wenn die Nano-Teilchen wieder zu einem makroskopischen Bauteil zusammengesetzt werden, muss darauf geachtet werden, dass ihre besonderen elektrischen und mechanischen Qualitäten erhalten bleiben. Die Beherrschung dieses Prozesses ist wiederum eine Voraussetzung für die Anwendung. Erst wenn Materialien in größeren Mengen hergestellt werden können, ist es überhaupt möglich, die nachfolgenden Verarbeitungsschritte bis zur Anwendungsreife zu entwickeln.

Ein Anwendungsbereich, für den Nanotechnologie besonderes Potenzial bietet, ist die Energietechnik. Bestehende Verfahren der Energieumwandlung und -speicherung könnten mit Hilfe von Nanomaterialien um ein Vielfaches effizienter gestaltet werden. In diesem Zusammenhang konnten sich CeNIDE-Mitglieder mit gleich zwei Projekten mit einem Gesamtfördervolumen von 14,2 Mio € für die nächsten drei Jahre beim Wettbewerb „NanoMikro+Werkstoffe.NRW“ des Landesministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie durchsetzen, und zwar mit dem „NanoEnergieTechnikZentrum“ (NETZ) und dem Projekt „Halbleiter-Nanodrähte für Solarzellen und Leuchtdioden (NaSoL)“. Ziel von NETZ ist es, eine Technologieplattform zu entwickeln, die Materialien für energietechnische Anwendungen bereitstellt. Unter der Leitung des Ingenieurwissenschaftlers Prof. Christof Schulz konzentrieren die Forscherinnen und Forscher sich auf die Entwicklung neuer Materialien für die Bereiche Brennstoffzelle, Lithiumionen-Batterien, Energietechnisch relevante Katalyse, Photovoltaik und Thermoelektrik. Bei NaSoL geht es – unter der Leitung von Prof. Franz-Josef Tegude, Lehrstuhlinhaber für Halbleitertechnik/Halbleiter-

there are only a few research facilities with similar capabilities, and CeNIDE is the only one in Europe.

Investigation of the health effects of nanoparticles is of great importance for the development of sustainable nanotechnology. CeNIDE is therefore also researching the potentially adverse effects of nanoparticles. Within the “Nanocare” project concluded in June 2009, Dr. Thomas Kuhlbusch of the Institute of Energy and Environmental Technology (IUTA e.V.) coordinated a research consortium investigating the health effects of industrially manufactured nanoparticles. Up to 2013, the EU-funded follow-up project, “Nanodevice”, will develop portable measurement equipment to monitor personal exposure to nanoparticles at the workplace. One of the coordinators of this project is the aerosol researcher Professor Heinz Fissan.

The DFG Priority Programme SPP 1313, “Biological Responses to Nanoscale Particles”, was set up in 2008 and is directed by Professor Reinhard Zellner of the Faculty of Chemistry. This interdisciplinary programme is investigating, over a six-year period, the fundamental interactions of nanoparticles with biological molecules, systems and cells.

The experimental facilities developed on the basis of research results obtained within Collaborative Research Centre SFB 445 have attracted international attention. This equipment has enabled large-scale production of nanomaterials. The specific properties of nanoparticles only develop when the size of the material is decreased to the nanoscale. More specifically, the smallest fraction of a material reacts differently to outside influences than the bulk material. When the nanoparticles are again reassembled in a macroscopic entity, special care must be taken that their unique electrical and mechanical qualities are preserved. Mastering this process is essential for application; only when materials can be produced in large quantities is it possible to develop the subsequent stages of processing up to product level.

One area of application for which nanotechnology offers a great deal of potential is energy

technologie – um die Entwicklung von Solarzellen und Leuchtdioden auf Nanodraht-Basis.

Auch das Schwerpunktprogramm „Nanostrukturierte Thermoelektrika“ (SPP1386) der DFG, an dem CeNIDE-Mitglieder maßgeblich beteiligt sind, widmet sich dem Thema Thermoelektrik. Hier arbeiten Dr. Gabi Schierning (Elektrotechnik), Prof. Dietrich Wolf (Theoretische Physik) und Dr. Hartmut Wiggers (Maschinenbau und Verfahrenstechnik) gemeinsam an der Entwicklung von effizienteren und ökologischeren Materialien für thermoelektrische Anwendungen. An diesem Beispiel erkennt man deutlich die Vernetzung der verschiedenen Fachdisziplinen. Der theoretische Physiker Prof. Peter Kratzer arbeitet an einen weiteren Teilbereich des SPP mit dem Titel: Theorie, Modellsysteme und kontrollierte Synthese.

Was passiert, wenn Energie auf eine Oberfläche trifft? Für diese Frage interessieren sich die Forscherinnen und Forscher aus der Physik und der Chemie des SFB 616: „Energiedissipation an Oberflächen“. Sie verwenden für ihre Untersuchungen ultrakurze Laserpulse, die Materie sofort zum Schmelzen oder Verdampfen bringen. Oder sie schicken Elektronen in Nanostrukturen und beobachten diese dabei. Dafür nutzen sie Mikroskope, die extrem schnelle Bewegungen sichtbar machen können. So ist es unter anderem gelungen, in einem Kooperationsprojekt mit Wissenschaftlern der Universität von Toronto einen völlig neuartigen Schmelzprozess am Beispiel von Wismut zu beschreiben. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnten zeigen, dass es möglich ist, Wismut innerhalb von 190 Femtosekunden zu schmelzen. Eine Femtosekunde ist der milliardste Teil einer Sekunde (0,000000000000001 s). Diese unvorstellbar kurze Dauer beschreibt die Zeit, in der Wismut beim nichtthermischen Schmelzen vom festen Zustand in den flüssigen übergeht. Ausgelöst wird der Schmelzvorgang durch einen ultraintensiven und nur 50 Femtosekunden kurzen Laserpuls, der die Atome so stark beschleunigt, dass dem Kristall schlagartig jegliche Voraussetzungen für einen Zusammenhalt entzogen wird. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgte unter dem Titel



*Geschäftsführerin / Managing Director: Dr. Marion Franke*

technology. Established methods of energy conversion and energy storage can be organised much more efficiently with the help of nanomaterials. In this context, CeNIDE members have been successful in the “NanoMikro+Werkstoffe.NRW” competition run by the Ministry for Innovation, Science, Research and Technology (MIWFT). The two projects are the “NanoEnergieTechnikZentrum” (NETZ) and “Halbleiter-Nanodrähte für Solarzellen und Leuchtdioden (NaSoL)”, which together will receive 14.2 million euros in funding for the next three years. The goal of NETZ is to develop a technology platform to provide the materials for applications relating to energy technology. Under the direction of Professor Christof Schulz from the Faculty of Engineering, researchers are concentrating on the development of new materials



## Ausgewählte Publikationen

### Selected Publications

- Beaulac, R., L. Schneider, P.I. Archer, G. Bacher, D.R. Gamelin (2009): Light-Induced Spontaneous Magnetization in Doped Colloidal Quantum Dots. *Science* 325, 973.
- Bernien, M., J. Miguel, C. Weis, Md.E. Ali, J. Kurde, B. Krumme, P.M. Panchmatia, B. Sanyal, M. Piantek, P. Srivastava, K. Baberschke, P.M. Oppeneer, O. Eriksson, W. Kuch, H. Wende (2009): Tailoring the Nature of Magnetic Coupling of Fe-Porphyrin Molecules to Ferromagnetic Substrates. *Phys. Rev. Lett.* 102, 047202.
- Cavaliere, F., M. Governale, J. König (2009): Nonadiabatic Pumping through Interacting Quantum Dots. *Phys. Rev. Lett.* 103, 136801.
- Gupta, A., M.T. Swihart, H. Wiggers (2009): Luminescent Colloidal Dispersion of Silicon Quantum Dots from Microwave Plasma Synthesis: Exploring the Photoluminescence Behavior Across the Visible Spectrum. *Adv. Funct. Mater* 19, 1.
- Homoth, J., M. Wenderoth, T. Druga, L. Winking, R.G. Ulbrich, C.A. Bobisch, B. Weyers, A. Bannani, E. Zubkov, A.M. Bernhart, M.R. Kaspers, R. Möller (2009): Electronic Transport on the Nanoscale: Ballistic Transmission and Ohm's Law. *Nano Lett.* 9, 1588.
- Marquardt, B., M. Geller, A. Lorke, D. Reuter, A.D. Wieck (2009): Using a two-dimensional electron gas to study nonequilibrium tunneling dynamics and charge storage in self-assembled quantum dots. *Appl. Phys. Lett.* 95, 022113.
- Mathieu, M., D. Schunk, S. Franzka, C. Mayer, E. Hasselbrink, N. Hartmann (2009): Direct Laser Patterning of Soft Matter: Photothermal Processing of Supported Phospholipid Multilayers with Nanoscale Precision. *Small* 5, 2099.
- Schwiertz, J., A. Wiehe, S. Gräfe, B. Gitter, M. Epple (2009): Calcium phosphate nanoparticles as efficient carriers for photodynamic therapy against cells and bacteria. *Biomaterials* 30, 3324.
- Sciaini, G., M. Harb, S.G. Kruglik, T. Payer, C.T. Hebeisen, F.-J. Meyer zu Heringdorf, M. Yamaguchi, M. Horn-von Hoegen, R. Ernstorfer, R.J.D. Miller (2009): Electronic acceleration of atomic motions and disordering in bismuth. *Nature* 458, 56.
- Uijttewaal, M.A., T. Hickel, J. Neugebauer, M.E. Gruner, P. Entel (2009): Understanding the Phase Transitions of the Ni<sub>2</sub>MnGa Magnetic Shape Memory System from First Principles. *Phys. Rev. Lett.* 102, 035702.

for fuel cells, lithium ion batteries, energy-related catalysis, photovoltaics, and thermoelectrics. In the NaSoL project, Professor Franz-Josef Tegude, a specialist in semiconductor technology, is coordinating research on the development of solar cells and light-emitting diodes on nanowires.

CeNIDE researchers are also playing a significant role in "Nanostructured Thermoelectrics", another DFG Priority Programme (SPP 1386) dedicated to thermoelectrics. This is an example of an excellent network of interdisciplinary interaction within CeNIDE: in this project, Dr. Gabi Schierning (Electrical Engineering), Professor Dietrich Wolf (Theoretical Physics) and Dr. Hartmut Wiggers (Mechanical and Process Engineering) are working together on the development of more efficient and ecological materials for thermoelectric applications. Professor Peter Kratzer, a theoretical physicist, is also working on another area of the SPP entitled "Theory, Model Systems and Controlled Synthesis".

What happens when energy meets a surface? This is a question the physicists and chemists of Collaborative Research Centre SFB 616, "Energy Dissipation at Surfaces", are currently pursuing. In their investigations the researchers apply ultra-short laser pulses to instantly liquefy or vaporise materials, or they send electrons into nanostructures and observe the reactions. They do this using microscopes which make extremely fast processes visible. Their successes include identification, in cooperation with scientists from the University of Toronto, of a completely novel melting process with bismuth. The researchers showed that it is possible to melt bismuth within 190 femtoseconds (a femtosecond is one quadrillionth of a second, or 0.000000000000001 second). This unimaginably short period describes the time during which bismuth changes from solid to liquid state by non-thermal melting. The melting process is triggered by an ultra-intensive 50 femtosecond-short laser pulse, which accelerates the atoms so quickly that the conditions for the bismuth crystal to remain in its crystalline structure are suddenly removed. The findings were published under the title of "Electronic acceleration of atomic motions and disordering in bismuth" in the noted academic



„Electronic acceleration of atomic motions and disordering in bismuth“ im renommierten Wissenschaftsmagazin „Nature“. Die Autoren von Seiten der UDE sind Thomas Payer, Dr. Frank-J. Meyer zu Heringdorf und Prof. Michael Horn von Hoegen.

Ebenfalls mit Lasertechnologie arbeiten die Nano-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler um Dr. Nils Hartmann von der Fakultät für Chemie. Sie haben eine Methode entwickelt, Phospholipidschichten zu strukturieren – ein Artikel darüber wurde in dem Magazin „Small“ veröffentlicht. Phospholipid-schichten werden unter anderem als Modellsystem für Zellmembranen verwendet. Seit kurzem erregen solche Schichten auch viel Aufmerksamkeit als flexible biomolekulare Matrizen für verschiedenste Anwendungen im Mikro- und Nanobereich. Einsatz finden sie beispielsweise bei der Herstellung neuartiger Sensoren und Datenspeicher. Zukünftige Entwicklungen werden in hohem Maße von der Fähigkeit abhängen, nanostrukturierte Phospholipidschichten herzustellen.

Ein Glanzstück ist den Physikerinnen und Physikern um Prof. Rolf Möller in Kooperation mit der Universität Göttingen gelungen. Sie konnten das Ohmsche Gesetz auf atomarer Skala überprüfen. Als Ohmsches Gesetz wird der Zusammenhang zwischen Spannungsabfall und hindurchfließendem Strom bei konstanter Temperatur bezeichnet. Die Forscherinnen und Forscher zeigten, dass es möglich ist, elektrische Spannung über einzelne Atome zu messen. Bisher waren diese Prozesse bei der Entwicklung mikroelektronischer Bauelemente zwar noch nicht relevant. Dennoch ist es wahrscheinlich, dass mit fortschreitender Miniaturisierung die Beiträge zum elektrischen Widerstand in Zukunft Atom für Atom berücksichtigt werden müssen. Veröffentlicht wurden die Forschungsergebnisse in der Nanotechnologie-Zeitschrift „Nano Letters“.

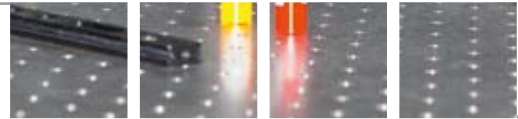
Einen Traum vieler Materialwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler hat die ingenieurwissenschaftliche Arbeitsgruppe von Prof. Gerd Bacher verwirklicht. Die Forscherinnen und Forscher konnten die Vorteile der dauerhaften Informationsspeicherung von magnetischen Me-

journal, „Nature“. The authors of the paper from the UDE are Thomas Payer, Dr. Frank-J. Meyer zu Heringdorf, and Professor Michael Horn-von Hoegen.

Nanotechnology researchers under the direction of Dr. Nils Hartmann in the Faculty of Chemistry are also working on laser technology. They have developed a method to structure the layers of phospholipids; an article on the subject was published in “Small” journal. Amongst their applications, phospholipid layers are used as model systems for membranes. Recently, such layers have been attracting increased interest as flexible biomolecular matrices for various micro and nanoscale applications, including the production of novel sensors and data storage devices. Future developments will depend to a great extent on the ability to fabricate nanostructured phospholipid layers.

Physicists working with Professor Rolf Möller, in cooperation with the University of Göttingen, have accomplished an outstanding achievement by determining how to measure Ohm’s Law on the atomic scale. Ohm’s Law describes the correlation between the voltage drop and electric current at constant temperature; the researchers have shown that it is possible to measure voltages over single atoms. Although this process has not yet been relevant to the development of micro-electronic components, it is likely that progressive miniaturisation will make it necessary to consider the contributions made to electrical resistance atom by atom in future. The research results were published in the nanotechnology journal “Nano Letters”.

The engineering group of Professor Gerd Bacher has turned a dream of many materials scientists into reality. The researchers in this group have been able to combine the benefits of the long-lasting information storage capabilities of magnetic metals with the ultrafast data processing of electronic semiconductors. For the first time, semiconductor nanoparticles have been successfully magnetised using light pulses. Tiny nanocrystals have an extremely effective magnetic field 300,000 times stronger than the



tallen mit der ultraschnellen Informationsverarbeitung von Halbleitern kombinieren. Erstmals ist es gelungen, Halbleiter-Nanoteilchen per Lichtpuls zu magnetisieren. In den winzigen Nanokristallen wirkt ein effektives Magnetfeld, das 300.000 Mal stärker ist als das Erdmagnetfeld. Das hat zur Folge, dass die Lichtinduzierte Magnetisierung thermisch ungeheuer stabil ist und diese Nanomaterialien nun innovative Anwendungen in der Informationstechnik bei Raumtemperatur ermöglichen sollten. Ein entsprechender Bericht ist in „Science“ erschienen.

Anwendungsnahe Forschung wird im Rahmen eines Transferprojektes betrieben, das dem SFB 445 bewilligt wurde: „Synthese und Integration von Nanopartikeln in PVD (Physical Vapor Deposition) Schichten zur Verbesserung der tribologischen Eigenschaften“. Unter Leitung des Ingenieurwissenschaftlers Prof. Einar Kruijs soll dabei das im SFB erarbeitete Wissen zur Nanopartikel-Synthese und -Deposition für die Automobilindustrie umgesetzt werden. Konkret geht es um die Realisierung eines neuen Beschichtungsprozesses, der die Integration von definiert hergestellten Nanopartikeln gestattet. Die neue Technologie wird es ermöglichen, maßgeschneiderte Verbund-PVD-Schichtsysteme herzustellen, um die Eigenschaften von Kolbenringen für die nächsten Motorengenerationen zu verbessern.

Ein weiteres Verbundprojekt mit der Automobilindustrie wird unter der Leitung von Prof. Christian Mayer von der Fakultät für Chemie durchgeführt: „Functional surfaces via inclusion of nanocapsules in metallic matrices“. Gemeinsam mit der Ingenieurin Dr. Claudia Dos Santos vom Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart entwickelt Mayer sich selbst reparierende Schutzschichten für Metalloberflächen. Diese Schichten sind von der Funktionsweise her so aufgebaut wie die menschliche Haut. Die eigentliche Neuheit besteht dabei in der Kombination von zwei Methoden, nämlich der Beschichtung mit gelösten Metallionen und Nanokapseln in einem.

earth's magnetic field, and consequently the light-induced magnetisation has very high thermal stability. The new nanomaterials should now enable researchers to develop innovative applications in information technology at room temperature. A corresponding report was published in “Science”.

Applied research is taking place within the framework of a transfer project under Collaborative Research Centre SFB 445 entitled “Synthesis and integration of nanoparticles in PVD (Physical Vapor Deposition) layers for the improvement of tribological properties”. Under the direction of Engineering Faculty Professor Einar Kruijs, knowledge compiled in this Collaborative Research Centre will be applied in nanoparticle synthesis and nanoparticle deposition for the automotive industry. This project specifically concerns the realisation of a new coating process which allows integration of tailored nanoparticles. The new technology will permit the manufacture of customised composite PVD coating systems to improve the properties of piston rings in next-generation engines.

Another joint project with the automotive industry, headed by Professor Christian Mayer of the Faculty of Chemistry, is being conducted under the title of “Functional surfaces via inclusion of nanocapsules in metallic matrices”. Professor Mayer is developing self-repairing protective layers for metal surfaces together with engineer Dr. Claudia Dos Santos from the Institute of Industrial Manufacturing and Management (IFF) at the University of Stuttgart. These films are functionally designed like human skin; the actual innovation consists in the combination of two methods, namely coating with metal ions and nanocapsules.

The interaction of small nanopillars or “quantum dots” with a conductive contact layer – a two-dimensional electron gas – is the topic of a joint research project titled “Coupling of single quantum dots to two-dimensional systems”, or “Q2D2” for short. The project is being coordinated by experimental physicist Dr. Martin Paul Geller and investigates the frontiers of charge-based memory, or flash memory. This type of memory

## Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

### Researchers

- Prof. Dr. Burak Atakan
- Prof. Dr. Gerd Bacher
- Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen
- Prof. Dr. Volker Buck
- Prof. Dr. Elke Dopp
- Prof. em. Dr. Peter Entel
- Prof. Dr. Matthias Epple
- Prof. Dr. Daniel Erni
- Prof. Dr. Michael Farle
- Prof. Dr. Alfons Fischer
- Dr. Martin Paul Geller
- PD Dr. Nils Hartmann
- Prof. Dr. Eckart Hasselbrink
- Prof. Dr. Michael Horn-von Hoegen
- Prof. em. Dr. Dieter Jäger
- Prof. Dr. Jürgen König
- Prof. Dr. Peter Kratzer
- PD Dr. Einar Kruis
- Prof. Dr. Axel Lorke
- Prof. Dr. Christian Mayer
- Dr.-Ing. Wolfgang Mertin
- Dr. Frank Meyer zu Heringsdorf
- Prof. Dr. Rolf Möller
- Dr. Andreas Ney
- Prof. Dr. Hermann Nienhaus
- Dr. Gabi Schierning
- Prof. Dr. Marika Schleberger
- Prof. Dr. Roland Schmechel
- Prof. Dr. Carsten Schmuck
- Prof. Dr. Claus M. Schneider
- Prof. Dr. Christof Schulz
- Prof. Dr. Stephan Schulz
- Prof. Dr. Franz-Josef Tegude
- Prof. Dr. Mathias Ulbricht
- Prof. Dr. Heiko Wende
- Dr. Hartmut Wiggers
- Prof. Dr. Markus Winterer
- Prof. Dr. Dietrich Wolf
- Prof. em. Dr. Reinhard Zellner

### Externe Mitglieder

#### External Members

- Prof. em. Dr. Heinz Fissan, Institut für Energie und Umwelttechnik (IUTA e.V.)
- Prof. Dr. Angelika Heinzl, Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT GmbH)
- Dr. Thomas Kuhlbusch, Institut für Energie und Umwelttechnik (IUTA e.V.)
- Prof. Dr. Cedrik Meier, Universität Paderborn
- Prof. Dr. Ferdi Schüth, Max-Planck-Institut für Kohlenforschung
- Dr. Torsten Textor, Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V. (DTNW)

Die Wechselwirkung von kleinen Nanopyramiden, so genannten Quantenpunkten, mit einer leitfähigen Kontaktschicht – einem zweidimensionalen Elektronengas – ist Thema eines Verbundprojekts, mit dem Titel „Coupling of Single Quantum Dots to Two-dimensional Systems“, kurz „QD2D“, das der Experimentalphysiker Dr. Martin Paul Geller koordiniert. Erforscht werden die Grenzen ladungsbasierter Speicher, etwa von Flash-Speichern. Diese können deshalb zunehmend kleiner werden, weil sie immer weniger Ladungsträger zur Informationsspeicherung benötigen. Innerhalb des Forschungsprojekts soll unter Beteiligung der TU Berlin, der Universität Lancaster und der TU Eindhoven unter anderem die Frage geklärt werden, ob Quantenpunkte künftig in Speicherbausteinen Verwendung finden können. Finanziert wird das Forschungsvorhaben von der EU und vier weiteren nationalen Förderorganisationen.

Aus dem Spitzentechnologie-Wettbewerb „Hightech NRW“ ist das am Institut für Energie-

has become increasingly small, since it needs less and less charge carriers for information storage. The project is being conducted in cooperation with the Technical University of Berlin, Lancaster University (UK) and the Technical University of Eindhoven (Netherlands). Amongst other topics, the question of whether quantum dots can be used in future memory chip applications will be clarified. The project is being financed by the European Union and four other national funding organisations.

The Institute of Energy and Environmental Technology (IUTA e.V.) has premiered a new project, the “Center for filtration research and functional surfaces” (ZF<sup>3</sup>), which originated through the “HighTech.NRW” competition. The Center is working together with regional companies to develop a new generation of functional filters which will be able, for example, to separate gases from small dust particles, intercept noxious odours and absorb poisonous substances. In order to achieve these goals,



und Umwelttechnik (IUTA) angesiedelte Zentrum für Filtrationsforschung und funktionalisierte Oberflächen (ZF<sup>3</sup>) hervorgegangen. Hier wird gemeinsam mit Unternehmen aus der Region eine neue Generation von Funktionsfiltern entwickelt. Die Filter sollen beispielsweise Gase von Staubteilchen trennen, störende Gerüche abscheiden oder giftige Substanzen absorbieren können. Dafür wollen die Forscherinnen und Forscher neuartige Strukturen (etwa Feinstfasern) entwickeln oder gezielt Nanopartikel herstellen und einsetzen.

### Kooperationen und Internationales

CeNIDE verfügt über zahlreiche Industriekontakte, die im Jahr 2009 weiter ausgebaut werden konnten – unter anderem durch Kooperationen im Projekt NETZ und als Gründungsmitglied im Landescluster NanoMikro+Werkstoffe.NRW.

Im Bereich der internationalen Kooperationen wurde der Austausch mit China intensiviert; auch das Verbundprojekt QD2D brachte weitere internationale Kontakte. Zusätzlich sponsert CeNIDE jedes Jahr ein Austauschprogramm für indische Gaststudentinnen und -studenten. Die Studierenden erhalten die Gelegenheit, mehrere Monate an den Forschungsarbeiten der UDE teilzunehmen.

### Preise

- Der renommierte Benjamin Y.H. Liu Award 2009 ging an Prof. Dr. Heinz Fissan.
- Dr. Andreas Ney erhielt für drei Jahre ein Heisenbergstipendium.
- Dr. Gabi Schierning erhielt eine Nachwuchsförderung für ihr Projekt „Nanostrukturierte luftstabile Thermoelektrika“. Die Laufzeit beträgt fünf Jahre.
- Anna Maria Zellermann wurde mit dem VDI-Nachwuchspreis Nanotechnik geehrt.

### Studium: NanoEngineering

Seit dem Wintersemester 2008/09 wird an der Universität Duisburg-Essen der Master-Studiengang NanoEngineering angeboten. Der Studiengang ist interdisziplinär gestaltet und beinhaltet

researchers plan to develop new kinds of structures (such as purifying fibres) or specifically fabricate and employ nanoparticles.

### Collaboration and International Contacts

CeNIDE was able to build on and develop its numerous industry contacts in 2009, in part through its cooperation on NETZ and other projects, and in its role as a founding member of the NanoMikro+Werkstoffe.NRW cluster.

At international level, cooperation with China intensified and the collaborative Q2D2 project brought further international contacts. Every year, CeNIDE also sponsors an exchange programme for Indian guest students, who have the opportunity to actively participate in the research work of the UDE over several months.

### Awards

- The prestigious Benjamin Y. H. Liu Award went to Professor Heinz Fissan in 2009.
- A three-year Heisenberg scholarship was awarded to Dr. Andreas Ney.
- Dr. Gabi Schierning received a five-year young scientist award for her project “Nanostrukturierte luftstabile Thermoelektrika”.
- The Association of German Engineers (VDI) young scientist award in nanotechnology was presented to Anna-Maria Zellermann.

### Nanoengineering Study Programme

Since the winter semester of 2008/09, the University of Duisburg-Essen has been offering a Master's programme in NanoEngineering. The study programme is interdisciplinary and includes courses in electrical engineering, mechanical engineering, physics, and chemistry. The programme is subdivided into different areas of focus: nanoprocess technology and nanooptoelectronics/nanoelectronics. Students attend general courses together and then proceed to more in-depth lectures depending on their chosen direction. The programme prepares them for the application and further development of scientific methods in relation to complex issues in nanotechnology.



Aspekte aus der Elektrotechnik, dem Maschinenbau, der Physik und der Chemie. Das Studium gliedert sich in die Schwerpunkte Nanoproszess-technologie und Nanooptoelektronik/Nanoelektronik. Neben einer gemeinsamen Basisausbildung besuchen die Studierenden je nach Ausrichtung unterschiedliche vertiefende Vorlesungen und werden so darauf vorbereitet, wissenschaftliche Methoden auf dem Gebiet der Nanotechnologie auf komplexe Probleme anzuwenden und weiterzuentwickeln.

### Perspektiven

Der Manipulation von Materialien und Prozessen auf der Nanoskala wird ein enormes Entwicklungspotenzial zugesprochen. In den meisten Bereichen fehlt jedoch die Umsetzung in praktische Anwendungen und Produkte. Um diese Umsetzung voranzutreiben, wird das NanoEnergieTechnik-Zentrum (NETZ) gebaut. Die Aufgabe von NETZ wird darin bestehen, verfahrenstechnische Schritte zur Umsetzung von Nanoeffekten hin zu funktionalen Materialien zu entwickeln. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Materialien und Verfahren für die Energieerzeugung und -speicherung. Einsatzmöglichkeiten sind unter anderem die Herstellung von Brennstoff- und Solarzellen, die solare Wasserstoffgewinnung, Lithium-Ionen-Batterien sowie Leichtbau, Isolation und Gewichtsersparnis.

Aufbauend auf der am Ort verfügbaren Expertise im Bereich Nanoanalytik und der hochauflösenden Mikroskopie ist außerdem die Gründung eines Zentrums für die Analytik auf der Nanoskala geplant. Im so genannten Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale (ICAN) sollen durch innovative hochauflösende Untersuchungsverfahren die Verbindung von Struktur und Funktion untersucht und soweit verstanden werden, dass sie sich im Bereich der Synthese umsetzen lassen.

### Outlook

The manipulation of materials and processes on the nanoscale is thought to hold enormous development potential. Yet in most areas there has been little implementation in practical applications and products to date. The NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ) was established to advance implementation of this technology; the task of NETZ will therefore consist in developing stages of process engineering to convert nanoeffects into functional materials. The emphasis lies on the materials and processes for generating and storing energy. Possible applications include the manufacture of fuel cells and solar cells, solar hydrogen production, and lithium ion batteries, as well as lightweight construction, insulation, and weight reduction.

Building on the available expertise in the area of nanoanalytics and high-resolution microscopy, a centre for analysis at nanoscale level is also planned. The “Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale” (ICAN), as it will be known, will use innovative high-resolution analytical methods to investigate the connection between structure and function and gain the necessary understanding for practical implementation in synthesis.

## Kontakt

### Contact

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

##### Prof. Dr. Axel Lorke

Sprecher **Director**

☎ +49 (0) 203 / 379 - 32 65

☎ +49 (0) 203 / 379 - 27 09

@ axel.lorke@uni-due.de

##### Dr. Marion Franke

Geschäftsführerin **Managing Director**

☎ +49 (0) 203 / 379 - 27 52

☎ +49 (0) 203 / 379 - 18 95

@ franke@cenide.de

#### CeNIDE Geschäftsstelle/ CeNIDE Office

Gebäude LH **Building LH**

Forsthausweg 2

D-47057 Duisburg

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

