



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover



Jahresbericht 2011

Laboratorium für Nano- und Quantenengineering

Annual Report 2011

Laboratory of Nano and Quantum Engineering

Seite| Inhalt Page | Content

- 2 | Grußworte
Greetings
- 4 | Ziel des Laboratoriums
Goals of the Laboratory
- 6 | Forschung
Research
- 10 | Mitglieder
Members
- 20 | Aktuell in 2011
News in 2011
- 28 | NanoDay 2011
NanoDay 2011
- 32 | Termine in 2011
Dates in 2011
- 33 | Pressespiegel
Press Review
- 34 | Studiengang Nanotechnologie
Study Course Nanotechnology
- 40 | Forschungsbau
Research building

Impressum Imprint

Herausgeber/Editor:
Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering
Leibniz Universität Hannover
Schneiderberg 39
30167 Hannover
Germany
www.LNQE.uni-hannover.de

Verantwortlich/Responsible:
Fritz Schulze Wischeler

Druck/Print:
Druck Team Druckgesellschaft mbH,
Hannover

Liebe Leserin, lieber Leser,

das Jahr 2011 war für das Laboratorium für Nano- und Quantenengineering ein gutes Jahr, da sich das Forschungszentrum auch mit Hilfe des nun voll genutzten Forschungsbaus weiter an der Leibniz Universität etabliert hat.

Unser Forschungsbau am Schneiderberg wurde weiter mit zusätzlichen wissenschaftlichen Geräten verstärkt. Der Gerätepool im Reinraum wurde um ein neues konfokales Messsystem mit Interferometrie und eine Probe-Station zur elektrischen Charakterisierung von Wafer-Proben bis zu 8-Zoll erweitert. Die Geräte sind wie alle gemeinsam genutzten Ressourcen bequem online buchbar. Eine weitere Unterstützung kam durch ein 4-Spitzen STM/SEM vom Institut für Festkörperphysik und durch ein REM, ein AFM und eine Heißpräganlage vom Institut für Mess- und Regelungstechnik. Darüber hinaus ist in den Reinraum eine neue MBE von QUEST eingezogen. Die Gebäudeinfrastruktur wurde um eine Helium-Rückführungsanlage ergänzt, so dass jetzt auch Experimente bei tiefkalten Temperaturen im Forschungsbau möglich sind.

Im Sommer war die zweite Runde der Exzellenzinitiative. Viele unserer Mitglieder waren damit beschäftigt, Anträge für die Exzellenzcluster QUEST, REBIRTH und Hearing4all sowie die Graduiertenschulen PhDCube zu schreiben und dann im Herbst zu verteidigen. Ob das erfolgreich war, werden wir im Juni 2012 erfahren.

Mit der Ausgabe „Nano- und Quantenengineering“ des Unimagazins der Leibniz Universität Hannover hatten wir eine gute Möglichkeit, unsere Forschung einer breiteren Öffentlichkeit zu präsentieren. Alle 17 Artikel der Ausgabe kamen aus den Arbeitsgruppen des LNQE, das Resultat ist beeindruckend geworden. Vielen Dank an dieser Stelle an Frau Wegener vom Alumnibüro, die dies für uns möglich gemacht hat.

Der vom LNQE initiierte Studiengang Nanotechnologie wird immer be-

Dear Reader,

The year 2011 was a very good year for the Laboratory of Nano and Quantum Engineering at the Leibniz Universität Hannover. The research centre further established itself with the help of the now fully occupied research building at the Leibniz Universität.

Our research building on Schneiderberg was further strengthened with additional scientific equipment. The equipment pool in the clean room was extended with a new confocal measurement system with interferometry and a probe station for electrical characterization of wafer samples up to 8-inches. The equipment is easy to book online, like all shared resources. Further support was provided by a 4-point STM / SEM from the Institute for Solid State Physics, and by an SEM, an AFM and a hot embossing machine from the Institute of Measurement and Control Engineering. Moreover, a new MBE from QUEST was installed in the clean room. The building infrastructure was complemented by a helium-recovery facility, so experiments at cryogenic temperatures are now also possible in the research building.

In the summer the second round of the German Excellence Initiative took place. Many of our members were busy writing proposals for the clusters of excellence QUEST, REBIRTH and Hearing4all and the graduate school PhDCube. These were then defended in the autumn and we will find out in June 2012 whether these were successful.

With the edition "Nano and Quantum Engineering" of Unimagazin of Leibniz Universität Hannover, we had a good opportunity to present our research to a wider public. All 17 articles of the issue came from the working groups of the LNQE, the result is impressive. Many thanks go to Ms. Wegener from the Alumni Office, who has made this possible for us.

The LNQE initiated study course, Nanotechnology, is becoming increasingly popular. In the winter semester 2011/12 65 new students

liebter. Im Wintersemester 2011/12 haben jetzt 65 neue Studierende den Bachelorstudiengang begonnen, was einem Zuwachs von über 62 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht. Ganz neu startete im Wintersemester erstmals der Masterstudiengang Nanotechnologie. Der Studiengang wird seit Mitte 2011 durch eine Studiengangskoordinatorin unterstützt.

Auch in 2011 gab es diverse Vorträge und Kolloquien im LNQE, und wie immer unseren obligatorischen Workshop Nanoday, diesmal bereits zum siebten Mal.

Ende 2011, pünktlich zu Weihnachten, erreichte uns eine weitere gute Nachricht: endlich wurde unser Transmissionselektronenmikroskop genehmigt, es soll 2012 in Betrieb gehen und allen Mitgliedern zur Verfügung stehen.

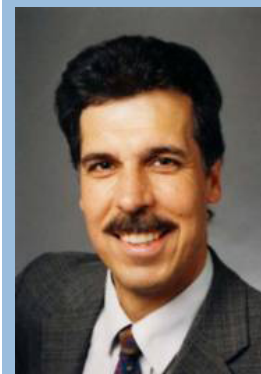
Viele Spaß beim Lesen!

started the bachelor program, representing an increase of more than 62 percent over the previous year. In the winter semester the new master program Nanotechnology began. The course has been supported by a study course coordinator since mid-2011.

In 2011, there were various lectures and seminars at the LNQE, and our annual mandatory NanoDay workshop occurred for the seventh time.

At the end of 2011 we received more good news just in time for Christmas; finally our transmission electron microscope was approved. It will start operating in 2012 and will be available to all members.

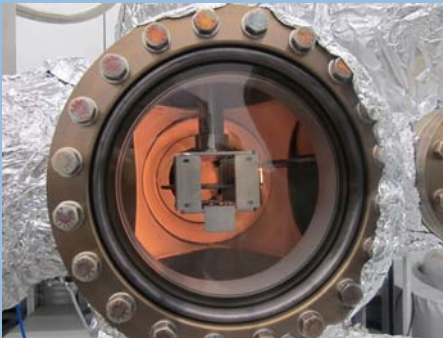
Happy reading!



Prof. Dr. Rolf J. Haug
- Sprecher des Vorstandes -
- *Speaker of the executive board* -

Ziele des Laboratoriums

Goals of the Laboratory



Neue Molekularstrahlepitaxie-Anlage vom Exzellenzcluster QUEST zum wachsen dünner, kristalliner III-V Halbleiter Schichtsysteme.
New molecular beam epitaxy system by cluster of excellence QUEST to grow thin crystalline III-V semiconductor layer systems.

Die Synthese und Kontrolle von Materialien auf Größenskalen im Mikro- bis Nanobereich liefert den Zugang zu völlig neuartigen Material- und Systemeigenschaften. Auf diesen Skalen treten Quanteneffekte in Erscheinung, in denen ein noch weitgehend unausgeschöpftes Potenzial an revolutionären, neuartigen Funktionalitäten liegt. Die kontrollierte Manipulation und Beherrschung solcher Materialien und Funktionalitäten erfordert neuartige Werkzeuge. Die Forschung von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren fließt bei diesen Strukturgrößen zusammen und setzt so synergetisch Ressourcen frei. Hieraus entwickeln sich völlig neue, nanotechnologische Bauelemente.

Für die dazu erforderliche interdisziplinäre Forschung findet sich im Laboratorium für Nano- und Quantenengineering eine Basis. Hierzu wird in einer breiten Anstrengung das Know-how verschiedener Fachgebiete fokussiert und gebündelt, um aufbauend auf zielgerichteter Grundlagenforschung neue Anwendungsfelder zu erschließen und die Nanotechnologie wirtschaftlich zu nutzen.

Zweck des LNQE ist die selbstlose Förderung der angewandten Forschung auf dem Gebiet mesoskopischer Systeme im Mikro- und Nanobereich. In diesem Rahmen führt die Einrichtung Forschungsvorhaben in interdisziplinärer Zusammenarbeit durch. Deren Ergebnisse macht die Einrichtung der interessierten Öffentlichkeit in geeigneter Form zugänglich.

Synthesis and control of materials on the micro and nanometer scale gives access to all new material and system properties. On this scale quantum effects appear which have the potential to provide revolutionary capabilities. The manipulation and control of such materials needs new tools. The development of structures on such small scales causes the merger of the research of scientists and engineers. This promotes collaboration and hence the sharing of resources, which leads to new solutions for nanotechnology devices.

The Laboratory of Nano and Quantum Engineering provides a base for such essential interdisciplinary research. The know-how of different fields will be focused together to develop new areas of application based on targeted basic research and to utilize nanotechnology economically.

The aim of the LNQE is the selfless promotion of applied research in the field of mesoscopic systems on the micro and nano-scale. Within this scope, the organization undertakes research projects in interdisciplinary cooperation and makes the results available to the interested public in a suitable form.

The main task of the organization is basic research in mesoscopic scales and transfer of knowledge into practical application, particularly in the major fields of nanomaterials, mechanics / magnetics, nanoelectronics, optics, quantum systems. A further aim is the education and promotion of young researchers in these fields.

Leibniz Forschungszentrum LNQE

Zur Förderung interdisziplinärer Forschung gibt es in der Leibniz Universität Hannover hochschulintern eine innovative Organisationsstruktur, welches untergliedert ist in interdisziplinär ausgerichteten Leibniz Forschungsinitiativen, Leibniz Forschungszentren und die Leibniz Forschungsschulen, in denen hoch relevante Schwerpunktthemen fach- und fakultätsübergreifend bearbeitet werden. Das LNQE ist eine von zurzeit fünf Einrichtungen, die als Leibniz Forschungszentrum eingestuft sind.

Aufgabe der Einrichtung ist die Grundlagenforschung in mesoskopischen Größenskalen und deren Umsetzung in praktische Anwendung, insbesondere in den Schwerpunktfachgebieten Nanomaterialien, Mechanik/Magnetik, Nanoelektronik, Optik, Quantensysteme sowie Ausbildung und Nachwuchsförderung auf diesen Gebieten.

Hierbei hat die Einrichtung insbesondere

- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchzuführen, die sich auf die Erschließung neuer oder die Verbesserung bereits bekannter Anwendungsmöglichkeiten für Mikro- und Nanotechnik richten;
- Für die praktische Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu sorgen und Kräfte der angewandten Forschung und der Praxis zusammenzuführen;
- Aus- und Fortbildungstätigkeit zu leisten und Hilfseinrichtungen für die wissenschaftliche Arbeit und deren Auswertung in der angewandten Forschung zu betreiben;
- Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der einzelnen Mitglieder zu fördern und zu verbessern, insbesondere durch die Einrichtung eines gemeinsamen Pools von Verfahrens- bzw. Diagnostiktechniken, der den einzelnen Mitgliedern zur Verfügung steht;
- Bei Erfüllung der ordnungsgemäßen Aufgaben der Einrichtung mit anderen Forschungseinrichtungen des In- und Auslands zusammenzuarbeiten.

Zur Verwirklichung seiner Zwecke und Aufgaben betreibt das Laboratorium für Nano- und Quantenengineering ein eigenes Gebäude in Hannover mit Laboren, Geräten etc. und insbesondere Reinräumen.

To primary strategies employed to achieve these goals are;

- *Execute research and development which is directed to open up new applications or improve already known applications for micro- and nano-scale techniques.*
- *Arrange for practical application of scientific findings and to bring together the forces of applied research and practice.*
- *Give education and training and to operate auxiliary facilities for the scientific work and its realization in applied research.*
- *Promote and improve the interdisciplinary cooperation of its individual members, in particular by implementing a shared pool of processing and diagnostic techniques, which is accessible by the individual members.*
- *Cooperate with other research centers, both in Germany and abroad.*

To realize its mission the Laboratory of Nano and Quantum Engineering runs its own building in Hanover hosting labs, equipment, etc. and in particular clean room facilities.



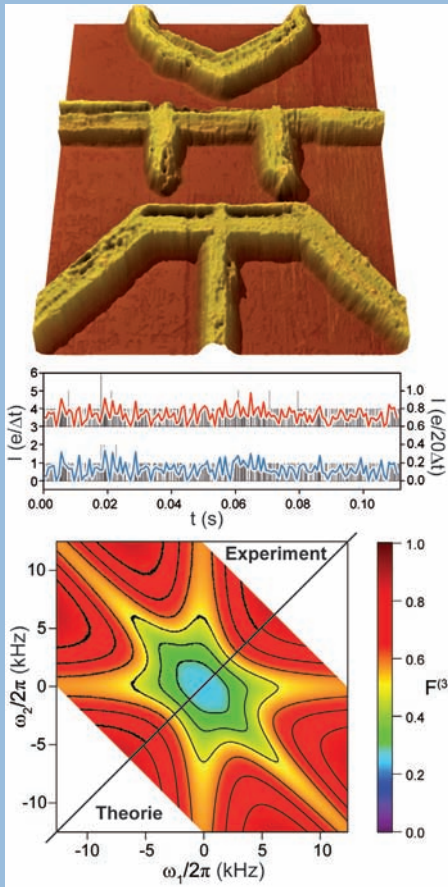
Inbetriebnahme des 4-Spitzen STM/SEM vom Institut für Festkörperphysik, Abteilung ATMOS am 21. März 2011.

Initial operation of 4-probe STM/SEM of Institute of Solid State Physics, ATMOS Section on 21 March 2011.

Leibniz Research Center LNQE

Leibniz Universität Hannover has set up its own innovative organizational structure to promote interdisciplinary research, consisting of Leibniz Research Initiatives, Leibniz Research Centers and Leibniz Research Schools. The system enables scientists to pursue cutting-edge research across traditional subject and faculty boundaries. The LNQE is one of five facilities currently ranked as a Leibniz Research Center.

Forschung Research



Messungen durch einen Einzel-Elektronen-Quantenpunkt (Oben) zeigen korrelierten Transport von Elektronen (Mitte). Die Korrelationen höherer Ordnung (Unten) sind frequenzabhängig.

Measurements through a single electron quantum dot (top) show correlated transport of electrons (center). The correlations of higher order (bottom) are frequency dependent.

(N. Ubbelohde, R. Haug/FKP)

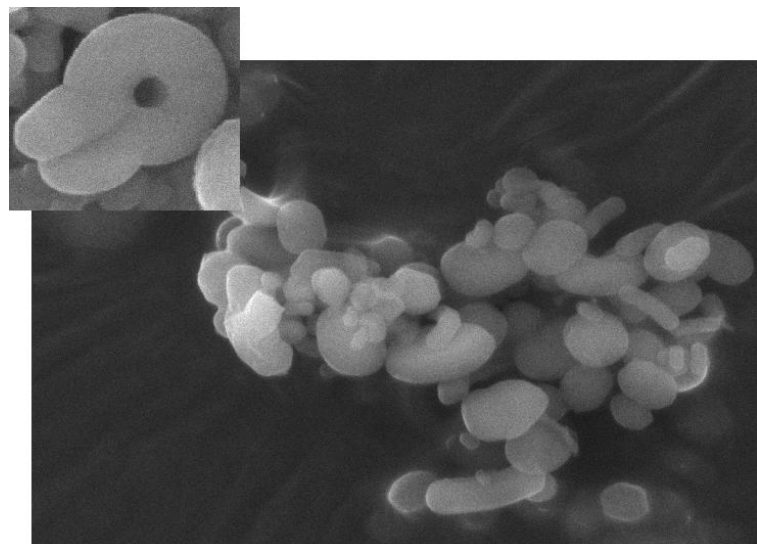
Der Sammelbegriff Nanotechnologie beschreibt die Erforschung und Manipulation von Dingen auf kleinsten Dimensionen. Generell beschäftigt sich die Nanotechnologie mit Strukturen im Größenbereich von 1-100 Nanometer in mindestens einer Raumrichtung. 100 Nanometer sind in etwa ein Tausendstel des Durchmessers eines normalen menschlichen Haares. Bei diesen kleinen Abmessungen treten Oberflächeneigenschaften gegenüber den Volumeneigenschaften der Materialien immer mehr in den Vordergrund und darüber hinaus müssen oft quantenphysikalische Effekte berücksichtigt werden. Nanotechnologie ist also die Technologie der kleinen Dinge mit neuen Eigenschaften und Funktionalitäten.

Nanoengineering ist das Engineering auf der Nanoskala, also das gezielte künstliche Herstellen von Strukturen der Nanotechnologie wie zum Beispiel winzigster Transistoren auf Computerchips. Der mit dem Nanoengineering eng verwandte Begriff Quantenengineering zielt auf die Erzeugung und Manipulation eines definierten Quantenzustandes ab, wie zum Beispiel der Realisierung eines Bose-Einstein-Kondensats oder eines Bauelements mit gezielt eingestelltem Elektronenspin. Die Größe solcher Systeme ist oft ebenfalls im Nanometerbereich.

The collective term nanotechnology describes the study and manipulation of objects at the smallest sizes. In general, nanotechnology deals with structures ranging in size from 1-100 nanometers in at least one spatial direction. 100 nanometers are roughly one-thousandth of the diameter of a normal human hair. With these small dimensions surface properties come to the forefront compared with the bulk properties of materials and often quantum effects must be considered. Nanotechnology is the technology of small things with new features and functionalities.

Nano engineering is engineering on the nanoscale, i. e. the selective artificial fabrication of nanotechnology structures such as tiny transistors on computer chips. The closely related term, quantum engineering, aims to produce and manipulate a defined quantum state, such as the realization of a Bose-Einstein condensate or an electronic device with controllable electron spin. The size of such systems is also often in the nanometer range.

Examples of current research in the laboratory are quantum interference and quantum transport in low dimensional systems, quantum sensors based on integrated atom-optical systems, atomic systems in nano-



Fotomontage anisotroper Silica-Partikel: "Nano-Ente".
Photomontage of anisotropic silica particles: „Nano-duck“.

(H. Fullriede, P. Behrens/ACI)

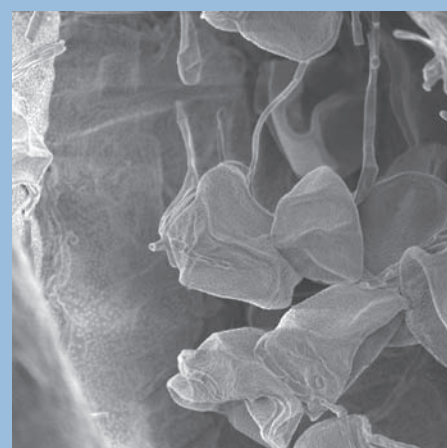
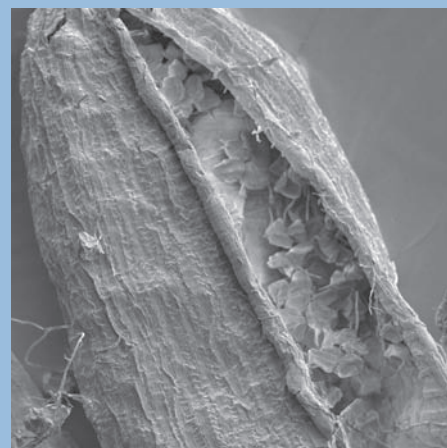
Beispiele für aktuelle Forschungsarbeiten im Laboratorium sind Quanteninterferenz und Quantentransport in niedrigdimensionalen Systemen, Quantensensoren auf der Basis von integrierten atomoptischen Systemen, atomare Systeme in Nanostrukturen, atomare Inertialsensoren, Einsatz von einfachen und gekoppelten Quantenpunktsystemen bei der Quanteninformationsverarbeitung und sowie Spineffekte. Anwendung von nanoskaligen Materialien in Dünnschichtsolarzellen, Herstellung und Charakterisierung von Photonischen Kristallen, Nanostrukturen und Bausteine für die Plasmonik, Kohärenzeffekte bei der Elektron-Loch-Spin-Kopplung und Anwendung von spinpolarisierten Ladungsträgern in Halbleiterlasern.

Nanomaterialien verschiedenster Form, Stoffzusammensetzung und Größe im Nanometerbereich werden im Laboratorium hergestellt und untersucht. Nanopartikel besitzen aufgrund ihrer kleinen Abmessungen spezielle chemische und physikalische Eigenschaften, die sich deutlich von den Eigenschaften von makroskopischen Partikeln und Festkörpern unterscheiden. Die Ursache hierfür ist das große Verhältnis von Oberfläche zu Volumen der Nanopartikel, wodurch sie stark mit Ihrer Umgebung wechselwirken. Hinzu

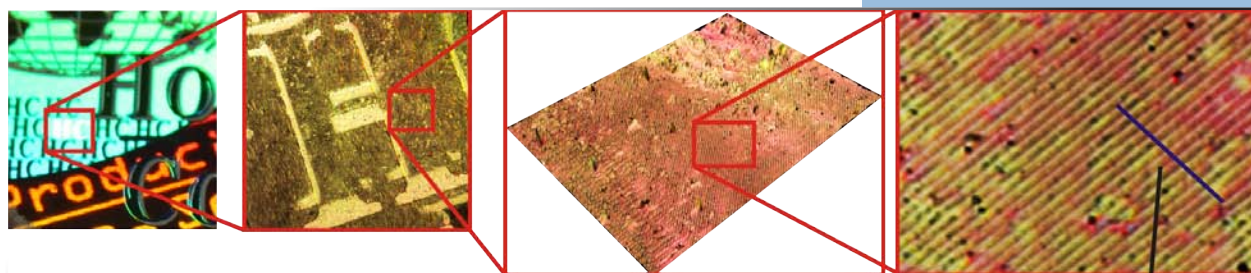
structures, atomic inertial sensors, use of single and coupled quantum dot systems in quantum information processing, and spin effects. Applications of nanoscale materials in thin film solar cells, characterization of photonic crystals, nanostructures and devices for plasmonics, coherence effects at electron-hole-spin coupling and application of spin-polarized carriers in semiconductor lasers.

Nanomaterials of various shapes, composition, and size in the nanometer range are produced and analyzed in the laboratory. Nanoparticles due to their small size have special chemical and physical properties that differ significantly from the properties of macroscopic particles and solids. This is due to the large ratio of surface to volume of the nanoparticles, so that they strongly interact with their environment. Added to this in many cases is the increased importance of quantum mechanical effects.

The preparation of nanoparticles with controlled properties, the utilization of nanoparticles for specific applications and the fundamental physical understanding of nanoparticles and their function are in the foreground of the laboratory. The nanoparticles are synthesized chemically or produced via laser-based techniques.



Graspollen in 200- und 1000-facher Verstärkung.
Grass pollen in 200- and 1000-fold amplification.
(E. Reithmeier, R. Scheuer, T. Vynnyk/IMR)



Ausschnitt des Hologramms

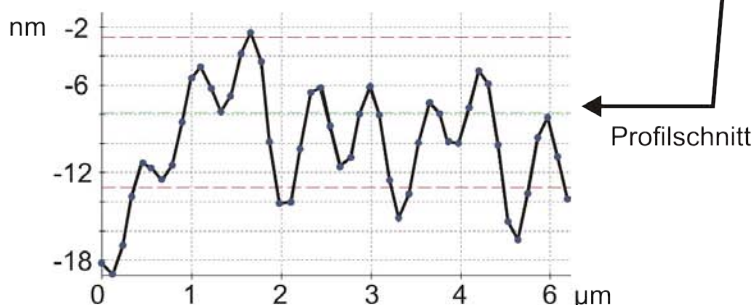
Detail: Mikrotext "HC"

3D-Topografie, ca. 60x80µm

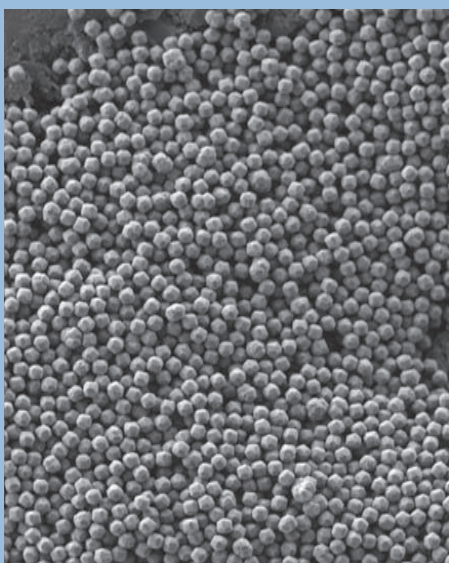
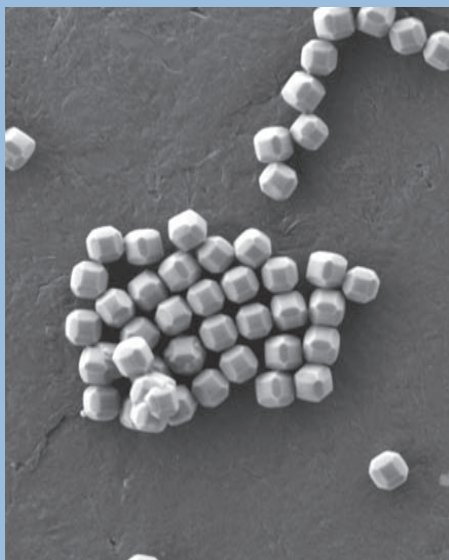
3D-Topografie, ca. 15x20µm

Probe: Aluminiumblech

Messgerät: Leica DCM 3D
Abstand der Messpunkte in der Ebene: 111nm
Mittlere Periodizität der Struktur: 645nm



Strukturanalyse an einem Prägehologramm mittels Konfokal-Mikroskopie. *Structural analysis of an embossed hologram using confocal microscopy.* (J. Jocker/IFUM)



ZIF-8 Nanopartikel, welche während ihrer Synthese die Form von Würfeln zu Rhombendodecaedern verändern und dabei die Form von kantenabgestumpften Würfeln, die auf den Bildern zu sehen sind, durchlaufen.

ZIF-8 nanoparticles, which change during their synthesis the form of cubes to rhombic dodecahedrons and traverses in the process the form of truncated cubes, which can be seen in the pictures.

(J. Cravillon/ACI)

kommen gegebenenfalls quantenmechanische Effekte.

Die Herstellung von Nanopartikeln mit gezielt einstellbaren Eigenschaften, die Nutzbarmachung von Nanopartikeln für bestimmte Anwendungen und das physikalische Grundlagenverständnis von Nanopartikeln und deren Wirkungsweise stehen im Laboratorium im Vordergrund. Die Nanopartikel werden chemisch synthetisiert oder lasergestützt erzeugt.

Aktuelle Forschungsvorhaben sind unter anderem Untersuchungen von Nanopartikeln für Farbstoff-Solarzellen, Beschichtungen mit Nanopartikeln für selbstreinigende Oberflächen, Nanopartikel mit photokatalytischen Eigenschaften zur Reinigung von Luft und Wasser, sowie biokompatible Nanomaterialien für die Medizin wie zum Beispiel Implantate für das Innenohr. Darüber hinaus wird immer auch die mögliche Toxizität von Nanomaterialien berücksichtigt und untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Simulation auf der Nano-Ebene, es werden in Multiskalen-Analysen der Einfluss der Nanomaterialien und allgemein Grenzflächen auf makroskopische Objekten modelliert.

Die Strukturgrößen von elektrischen Bauelementen auf einem Computerchip sind heutzutage deutlich kleiner als 100 Nanometer. Der Aufbau der Strukturen ist in den letzten Jahren nahezu unverändert geblieben, einzig die Strukturgröße wurde in den einzelnen Technologiegenerationen schrittweise verkleinert. Diese Fortführung der Mikroelektronik auf immer kleineren Abmessungen wird als Nanoelektronik bezeichnet. Prozessortechnologien mit Abmessungen von 25 Nanometern werden heute schon genutzt. Schon seit einiger Zeit wird davon ausgegangen, dass diese stetige Skalierung sehr bald an ihre physikalischen Grenzen stößt. Es werden daher neuartige, revolutionäre Konzepte erforscht, um die Strukturgröße weiter zu verringern.

Da Silizium zumindest in den nächsten Jahren der hauptsächlich genutzte Halbleiter bleiben wird, werden im Laboratorium neue

Current research projects include studies of nanoparticles for dye solar cells, creating self-cleaning surfaces by nanoparticle coatings, nanoparticles with photocatalytic properties for the purification of air and water, and bio-compatible nanomaterials for medical applications such as implants for the inner ear. In addition, the potential toxicity of nanomaterials must always be considered and investigated. Another focus is the simulation and modeling at the nano level, in multi-scale analysis of the impact of nanomaterials and interfaces on macroscopic objects.

The structure size of electrical devices on a computer chip is much smaller than 100 nanometers today. The construction of the structures remained almost unchanged in recent years, only the structure size was reduced gradually throughout the technological generations. This continuation of microelectronics to ever smaller dimensions is referred to as nanoelectronics. Processor technologies with dimensions of 25 nano-meters are already used today. It has been assumed for quite some time, that this constant scaling will encounter its physical limits very soon. Therefore new, revolutionary concepts are explored to reduce the feature size further.

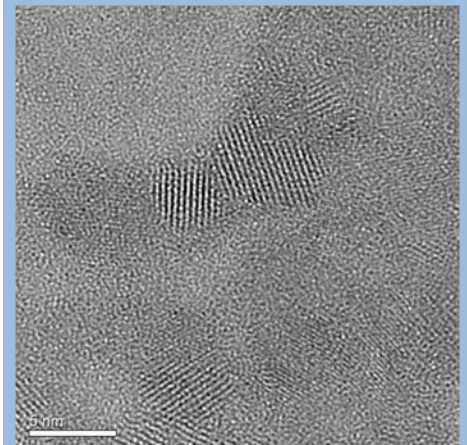
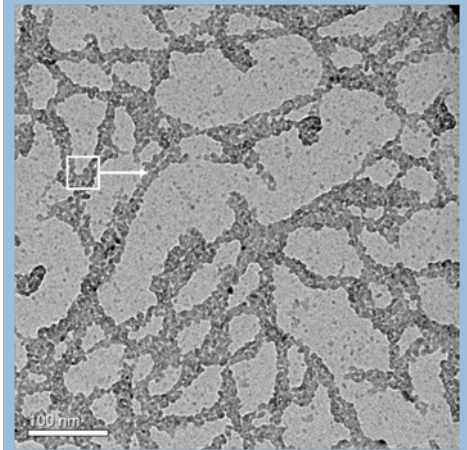
Since silicon will remain for at least the next few years the main semiconductor, in the laboratory new silicon-compatible materials for conventional devices with sub-100 nm structures are being studied. This includes the ability of material engineering at the molecular level, including the manipulation of individual atoms on surfaces as well as the development and combination of different materials. We investigate physical effects (conductivity, tunnel transport, spin-dependent charge transport and excitation, etc.) to discover their suitability for novel devices that allow the exploitation of the quantum properties of small structures. The experimental work is supported by simulation and modeling.

For the manufacture of very small structures a wide variety of techniques are used in the laboratory. The further development and un-

Silizium-kompatible Materialien für konventionelle Bauelemente mit Sub-100 nm-Strukturen erforscht. Das beinhaltet die Fähigkeit des Material-engineering auf molekularem Niveau einschließlich der Manipulation von einzelnen Atomen auf Oberflächen genauso wie die Entwicklung und Kombination verschiedenster Materialien. Es werden physikalische Effekte (Leitfähigkeit, Tunneltransport, spinabhängiger Ladungstransport und Anregungen usw.) im Hinblick auf ihre Verwendbarkeit für neuartige Bauelemente untersucht, die die Quanteneigenschaften kleinster Strukturen auszunützen gestatten. Die experimentellen Arbeiten werden unterstützt durch Simulation und Modellierung.

Für die Herstellung kleinster Strukturen werden im Laboratorium vielfältigste Techniken verwandt, wobei die Weiterentwicklung und das Verständnis dieser Techniken zum Teil selbst Gegenstand der Forschung sind. Die verwendeten Strukturierungstechniken sind zum Beispiel Fotolithographie, Elektronenstrahlolithographie, Oberflächen-Laserstrukturierung, 3D Two-Photon Lithographie, Oberflächenbearbeitung mit dem Rasterkraftmikroskop, Strukturierung mit dem Rastertunnelmikroskop und Hot- Embossing. Hinzu kommen die Dünnschichttechniken der Halbleitertechnologie wie Aufdampfen, Sputtern, Tempern, CVD, MBE, Implantieren von Ionen, Oxidation und Ätzprozesse (Plasmaätzen, Ätzen mit RIE und Nasschemisches Ätzen).

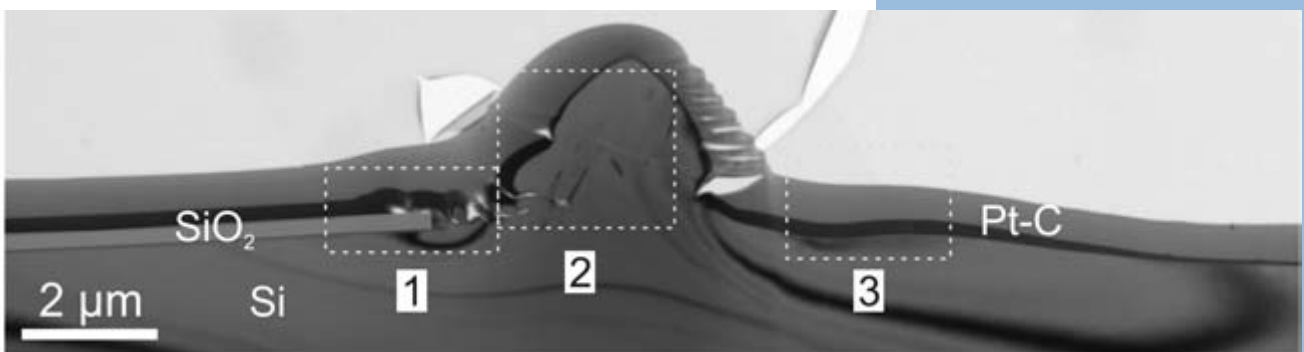
Understanding of these techniques is in part the subject of the research. The structuring techniques are for example photolithography, electron beam lithography, laser surface structuring, 3D two-photon lithography, surface processing with an atomic force microscope, patterning with the scanning tunneling microscope and hot-embossing. In addition the thin film techniques of semiconductor technology are used such as evaporation, sputtering, annealing, CVD, MBE, implanting ions, oxidation and etching processes (plasma etching, etching with RIE and wet chemical etching).



TEM-Aufnahmen von Titaniumoxid-Nanostrukturen auf SiO_x -Folie, hergestellt mittels micellarer Lithographie. In der HRTEM-Aufnahme zeigen Körner mit geeignet orientierten Netzebenen ihre kristalline Natur auf.

TEM images of Titanium nanostructures on SiO_x -foil, produced by micellar lithography. In the HRTEM micograph, grains with suitable orientation show lattice fringes exhibiting their crystalline nature.

(A. Feldhoff (PCI, Leibniz Universität Hannover), J. Polleux (Max-Planck-Institut für Biochemie))



Gezeigt ist eine TEM-Aufnahmen von einer oxidierten (100)-Si-Waferoberfläche im Querschnitt nach ns-Einzelpulsbestrahlung mit Laser. *Shown is a TEM image of an oxidized (100) Si wafer surface in the cross section after ns single-pulse laser irradiation.* (S.Hermann/ISFH)

Mitglieder Members



Prof. Dr. Detlef W. Bahnemann
 Institut für Technische Chemie
 Leibniz Universität Hannover
 Callinstr. 3
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 5560
 Fax: +49 (0)511 762 2774
 Bahnemann@iftc.uni-hannover.de
 www.tci.uni-hannover.de/photochemie.html

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Photokatalyse/*Photo catalysis*
- Selbstreinigende, superhydrophile und antibakterielle Oberflächen/*Self-cleaning, superhydrophilic, and antibacterial surfaces*
- Metall- und Halbleiter-Nanopartikel/*Metal and semiconductor particles*
- Nanokristalline transparente Beschichtungen/*Nanocrystalline transparent coatings*
- Funktionsprüfungen nach DIN, CEN und ISO/*Functional test according to DIN, CEN, and ISO*



Prof. Dr.-Ing. Erich Barke
 Institut für Mikroelektronische Systeme
 Fachgebiet Entwurfsautomatisierung
 Leibniz Universität Hannover
 Appelstr. 4
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 19690
 Fax: +49 (0)511 762 19694
 barke@ims.uni-hannover.de
 www.ims.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Rechnergestützter Entwurf mikroelektronischer Schaltungen und Systeme/*Electronic Design Automation (EDA)*
- Verfahren für den Analog- und Mixed-Signal-Entwurf/*Methods for analog and mixed-signal design*
- Werkzeuge für den physikalischen Entwurf und seine Verifikation/*Tools for physical design and its verification*
- Methoden zum Entwurf robuster Schaltungen/*Tools for design of robust circuits*



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens
 Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen
 Leibniz Universität Hannover
 An der Universität 2
 D-30823 Garbsen
 Phone: +49 (0)511 762 2164
 Fax: +49 (0)511 762 3007
 behrens@ifum.uni-hannover.de
 www.ifum.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Blechumformung/*Sheet metal forming*
- Massivumformung/*Massive forming*
- Umformmaschinen/*Metal forming machines*
- CA – Techniken/*Computer aided engineering*
- Numerische Methoden/*Numerical methods*
- Biomedizintechnik/Prothesendesign/*Biomedical Engineering/prosthesis design*

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Kontrollierte Synthese von Festkörpern, Materialien und Nanomaterialien/*Controlled synthesis of solid-state compounds, materials, and nanomaterials*
- Sol-Gel-Prozesse, kontrollierte Kristallisation, Solvothermalsynthesen/*Sol-gel processes, controlled crystallisation, solvothermal syntheses*
- Nanoporöse Materialien/*Nanoporous materials*
- Biomaterialien/*Biomaterials*
- Biomineralisation/*Biomineralisation*
- Modellierung von Festkörpern/*Modeling of solid-state compounds*

Prof. Dr. Peter Behrens

- Mitglied des Vorstandes (ab 05/2011) -
- *Member of Executive Board (as from 05/2011)* -

Institut für Anorganische Chemie
Leibniz Universität Hannover
Callinstr. 9
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 3660
Fax: +49 (0)511 762 3006
peter.behrens@acb.uni-hannover.de
www.acb.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Simulation von Solarzellen/*Simulation of solar cells*
- Si-Materialforschung/*Si material research*
- Si-Dünnschichtzellen/*Si thin-film solar cells*
- Si-Waferzellen/*Si wafer cells*
- Zellcharakterisierung/*Characterisation of solar cells*
- Modultechnologie/*Module technology*
- Selektive Schichten/*Selective layers*
- Sonnenkollektoren/*Solar thermal collectors*

Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel

Institut für Festkörperphysik
Abteilung Solarenergie
Leibniz Universität Hannover
Appelstr. 2
D-30167 Hannover
Fax: +49 (0)511 762 2904
Rolf.Brendel@isfh.de
www.isfh.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Katalyse/*Catalysis*
- Membrane/*Membranes*
- Poröse Materialien/*Porous materials*
- Wirt/Gast-Komposite/*Host-guest composites*
- Brennstoffzellen/*Fuel cells*
- Farbstoff-Solarzellen/*Dye solar cells*
- Elektronenmikroskopie/*Electron microscopy*

Prof. Dr. Jürgen Caro

- Mitglied des Vorstandes (bis 05/2011) -
- *Member of Executive Board (until 05/2011)* -

Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie
Leibniz Universität Hannover
Callinstr. 3-3a
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 3175
Fax: +49 (0)511 762 19121
juergen.caro@pci.uni-hannover.de
www.caro.pci.uni-hannover.de/group_caro.html?&L=1





Prof. Dr. Boris Chichkov
 Laser Zentrum Hannover e. V.
 Nanotechnology Division
 Hollerithallee 8
 D-30419 Hannover
 Phone: +49 (0)511 2788 316
 Fax: +49 (0)511 2788 100
 b.chichkov@lzh.de
 www.lzh.de

- Kernkompetenzen/*Core competencies*:
- Nanotechnologie mit dem Laser/*Nano-technology with laser*
 - Zwei-Photonen-Polymerisation/*Two-photon polymerization*
 - Charakterisierung von Laserprozessmissionen/*Characterisation of laser process emissions*
 - Nichtlineare maskenlose Lithographie/*Nonlinear maskless lithography*
 - Laserbasierte Nanopartikel-Erzeugung/*Laser-based nanoparticle generation*
 - EUV-Messtechnik/*EUV-Metrology*



Prof. Dr. Wolfgang Ertmer
 Institut für Quantenoptik
 Leibniz Universität Hannover
 Welfengarten 1
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 2231
 Fax: +49 (0)511 762 2211
 ertmer@iqo.uni-hannover.de
 www.iqo.uni-hannover.de

- Kernkompetenzen/*Core competencies*:
- Quantenengineering/*Quantum engineering*:
 - Optische Atomuhren/*Optical atom clocks*
 - Bose-Einstein-Kondensate/*Bose-Einstein condensates*
 - Ultrakalte Bose-Fermi Mischungen/*Ultra-cold Bose-Fermi mixtures*
 - Rein-optische Atomlaser/*Pure optical atom lasers*
 - Ultrakalte Neon-Atome/*Ultra-cold neon atoms*
 - Quantensensoren/Quantum sensors:
 - Sagnac-Interferometrie/*Sagnac interferometry*
 - Atominterferometrie/*Atom interferometry*
 - Atomoptik mit Mikrostrukturen/*Atom optics with microstructures*
 - Fundamentale Physik im Weltraum/*Fundamental physics in space*
 - Lasermedizin und Biophotonik/*Laser medicine and biophotonics*



Prof. Dr.-Ing. Hans-Heinrich Gatzert
 Institut für Mikrotechnologie
 Leibniz Universität Hannover
 An der Universität 2
 D-30823 Garbsen
 Phone: +49 (0)511 762 5103
 Fax: +49 (0)511 762 2867
 gatzert@imt.uni-hannover.de
 www.imt.uni-hannover.de

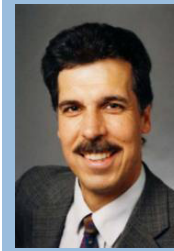
- Kernkompetenzen/*Core competencies*:
- Mikro- und Nanosensorik/*Micro- and nanosensors*
 - Mikro- und Nanoaktorik/*Micro- and nanoactors*
 - Mikro- und Nanotribologie/*Micro- and nanotribology*
 - Mechanische Mikro- und Nanobearbeitung/*Mechanical micro- and nanoprocessing*
 - Mikromontage/*Micro assembly*
 - Management of Technology (MOT)/*Management of Technology (MOT)*
 - Ausbildungskonzepte für Mikro- und Nanotechnik/*Educational concepts for mikro and nano technics*

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Quanteneffekte/*Quantum Effects*
- Nanostrukturierung/*Nanostructuring*
- Niederdimensionale Systeme/*Low dimensional systems*
- Nanoelektronik/*Nanoelectronics*
- Quanten Hall Effekt/*Quantum Hall effect*
- Quantenpunkte/*Quantum dots*

Prof. Dr. Rolf J. Haug

- Sprecher des Vorstandes -
- *Speaker of the Executive Board* -
Institut für Festkörperphysik
Abteilung Nanostrukturen
Leibniz Universität Hannover
Appelstr. 2
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 2901
Fax: +49 (0)511 762 2904
haug@nano.uni-hannover.de
www.nano.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- MOSFETs mit hochbeweglichen heteroepitaktischen Germanium-Kanälen auf Siliziumsubstraten/*MOSFETs with high-mobility heteroepitaxial germanium channels on silicon substrates*
- Resonante Tunnelbauelemente/*Resonant-tunneling devices*
- Nanocluster MOS-Speicher/*Nanocluster MOS-memories*
- Gatedielektrika hoher Dielektrizitätskonstante/*Gate dielectrics with high dielectric constant*
- Degradationsphänomene in Gate- und Tunneloxiden/*Degradation phenomena in gate- and tunnel-oxides*
- Full-band Monte-Carlo Transportsimulation/*Full-band Monte-Carlo transport simulation*

Prof. Dr. Karl R. Hofmann

Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik
Leibniz Universität Hannover
Appelstr. 11A
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 4220
Fax: +49 (0)511 762 4229
hofmann@mbe.uni-hannover.de
www.mbe.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- *Enabling technologies in organic synthesis: Solid-phase assisted synthesis, microreactors, novel immobilization strategies for catalysts, methodology development in organic synthesis.*
- *Natural product synthesis: Total synthesis and mutasynthesis of biologically active natural products - antiinfectives, antitumor agents, etc.; natural products as tools for drug research and finding of biological targets.*

Prof. Dr. Andreas Kirschning

Institut für Organische Chemie
Leibniz Universität Hannover
Schneiderberg 1B
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 4614
Fax: +49 (0)511 762 3011
andreas.kirschning@oci.uni-hannover.de
www.akoci.uni-hannover.de/AK_Kirschning/





Dr. Carsten Klempt
Institut für Quantenoptik
Leibniz Universität Hannover
Welfengarten 1
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 2238
Fax: +49 (0)511 762 2211
klempt@iqo.uni-hannover.de
www.iqo.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Ultrakalte Materie/*Ultra-cold matter*
- Atomare Bose-Einstein-Kondensate und quantenentartete Fermigase/*Atomic Bose-Einstein condensates and quantum degenerate Fermi gases*
- Ultrakalte Moleküle/*Ultra-cold molecules*
- Nichtklassische Materiewellen/*Non-classical matter waves*
- Squeezing und Verschränkung von neutralen Atomen/*Squeezing and entanglement of neutral atoms*



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Mathis
Institut für Theoretische Elektrotechnik
Leibniz Universität Hannover
Appelstr. 9A
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 3201
Fax: +49 (0)511 762 3204
mathis@tet.uni-hannover.de
www.tet.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Modellierung und Simulation von/*Modelling and simulation of:*
- Nanostrukturierten Bauelementen und Schaltungen/*Nanostructured devices and circuits*
- Atomkraftmikroskopie (EFM, MFM)/*Atomic force microscopy (EFM, MFM)*
- Nano-elektromechanischen Systemen (NEMS)/*Nano electro mechanical systems (NEMS)*



Prof. Dr. Karina Morgenstern
Institut für Festkörperphysik
Abteilung Oberflächen
Leibniz Universität Hannover
Appelstraße 2
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 4821
Fax: +49 (0)511 762 4877
morgenstern@fkp.uni-hannover.de
www.fkp.uni-hannover.de/agm.html

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Elementare Anregungen auf lokaler Skala/*Elemental excitations on local scale*
- Rastertunnelmikroskopie/*scanning tunnelling microscopy*
- Einzelmolekülchemie/*Single molecule chemistry*
- Dynamik von Nanostrukturen/*Dynamics of nanostructures*

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Spinelektronik in Halbleitern/*Spinelectronics in semiconductors:*
- Spin-Rausch Spektroskopie/*Spin-noise spectroscopy*
- g-Faktor Spektroskopie/*g-Factor spectroscopy*
- Optische Spin-Auswahlregeln/*Optical spin-selection rules*
- Reduktion der Laserschwelle/*Reduction of laser threshold*
- Spin-Dephasierung/*Spin dephasing*
- Dynamik von Biexitonen/*Dynamics of biexcitons*

Prof. Dr. Michael Oestreich
 Institut für Festkörperphysik
 Abteilung Nanostrukturen
 Leibniz Universität Hannover
 Appelstraße 2
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 3493
 Fax: +49 (0)511 762 2904
 oest@nano.uni-hannover.de
 www.nano.uni-hannover.de/oest/

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Quantenkontrolle gespeicherter Ionen in Hinblick auf Quanteninformation und Präzisionsmessungen/*Quantum control of stored ions in terms of quantum information and precision measurements*

Prof. Dr. Christian Ospelkaus
 Institut für Quantenoptik
 Leibniz Universität Hannover
 Welfengarten 1
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 17644
 Fax: +49 (0)511 762 2211
 christian.ospelkaus@iqo.uni-hannover.de
 www.iqo.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Atomare und molekulare Quantengase und ultrakalte Moleküle/*Atomic and molecular quantum gases and ultracold molecules*

Prof. Dr. Silke Ospelkaus
 Institut für Quantenoptik
 Leibniz Universität Hannover
 Welfengarten 1
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 17645
 Fax: +49 (0)511 762 2211
 silke.ospelkaus@iqo.uni-hannover.de
 www.iqo.uni-hannover.de





Prof. Dr. H. Jörg Osten
 - Mitglied des Vorstandes -
 - *Member of Executive Board* -
 Institut für Materialien und Bauelemente
 der Elektronik
 Leibniz Universität Hannover
 Appelstr. 11A
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 4211
 Fax: +49 (0)511 762 4229
 ostens@mbe.uni-hannover.de
 www.mbe.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Neuartigen Materiallösungen für die Si-basierende Elektronik/*New materials for Si-based electronics*
- Alternative Bauelemente-Konzepte, neue nanoelektronische Funktionalität/*Alternative device concepts, new nanoelectronic functionalities*
- Kristalline Selten-Erden-Oxide/*Crystal-line rare earth oxides*
- Wachstum von ultradünnen epitaktische Heterostrukturen mit vergrabenen Metalloxiden in Silizium/*Growth of ultra-thin epitaxial heterostructures with buried metal oxides on silicon*
- Engineering der Grenzflächen von 2D-Nanostrukturen/*Interface engineering of 2D nanostructures*



Prof. Dr. Herbert Pfnür
 Institut für Festkörperphysik
 Abteilung Oberflächen
 Leibniz Universität Hannover
 Appelstraße 2
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 4819
 Fax: +49 (0)511 762 4877
 pfnuer@fkp.uni-hannover.de
 www.fkp.uni-hannover.de/agp.html

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Leitfähigkeit in reduzierten Dimensionen/*Conductivity in reduced dimensions*
- Molekulare Elektronik/*Molecular electronics*
- Funktionalisierte Isolatoren/*Functionalized insulators*
- Nanostrukturierte Metall/Isolator-Systeme/*Nanostructured metal/insulator systems*



Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick
 Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik
 Fachgebiet Elektrische Maschinen und Antriebssysteme
 Leibniz Universität Hannover
 Welfengarten 1
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 2571
 Fax: +49 (0)511 762 3040
 ponick@ial.uni-hannover.de
 www.ial.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

Klein- und Mikroaktoren/*Small and micro-actuators:*

- Entwurf/*Electromagnetic Design*
- Berechnung des stationären und dynamischen Betriebsverhaltens/*Prediction of the stationary and dynamic performance*
- Modellbildung/*Modelling*
- Parameteridentifikation/*Identification of parameters*
- Energieeffizienz von Antriebssystemen/*Energy efficient drive systems*
- Entwicklung von Spezialsoftware/*Development of expert software*

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Atomoptik/*Atom Optics*
- Quantenoptik/*Quantum Optics*
- Präzisionsensoren für Raum und Zeit/
Precision Sensors of Space and Time

Prof. Dr. Ernst Rasel
 Institut für Quantenoptik
 Leibniz Universität Hannover
 Welfengarten 1
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 19203
 Fax: +49 (0)511 762 2211
 rasel@iqo.uni-hannover.de
 www.iqo.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Fertigungsmess- und Prüftechnik/*Production measurement and test technology*
- Optosensorik/*Opto sensors*
- Regelungstechnik/*Control Engineering*
- Akustik/*Acoustics*

Prof. Dr.-Ing. E. Reithmeier
 Institut für Mess- und Regelungstechnik
 Leibniz Universität Hannover
 Nienburger Straße 17
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 3331
 Fax: +49 (0)511 762 3234
 sekretariat@imr.uni-hannover.de
 www.imr.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Koordinationschemie/*Coordination chemistry*
- Molekulare Schalter/*Molecular switches*
- Mößbauer Spektroskopie/*Mößbauer spectroscopy*

Prof. Dr. Franz Renz
 Institut für Anorganische Chemie
 Leibniz Universität Hannover
 Am Kleinen Felde 30
 3D-0167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 4541
 Fax: +49 (0)511 762 19032
 Franz.Renz@acd.uni-hannover.de
 www.ak-renz.uni-hannover.de





Prof. Dr.-Ing. Lutz Rissing
 - Mitglied des Vorstandes -
 - *Member of Executive Board* -
 Institut für Mikroproduktionstechnik
 Leibniz Universität Hannover
 An der Universität 2
 D-30823 Garbsen
 Phone: +49 (0)511 762 5102
 Fax: +49 (0)511 762 2867
 rissing@imt.uni-hannover.de
 www.impt.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies*:

- Dünnschichttechnik/*Thin Film Technology*
- Mechanische Mikrobearbeitung und –montage/*Mechanical Micromachining and Microassembly*
- Mikrotribologie/*Microtribology*
- Konzepte im Bereich der Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik/*Concepts of education and advanced training in microtechnology*
- Aufbau- und Verbindungstechnik auf Waferniveau/*Assembly and packaging at wafer level*



Prof. Dr.-Ing. Raimund Rolfes
 Institut für Statik und Dynamik
 Leibniz Universität Hannover
 Appelstr. 9A
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 3867
 Fax: +49 (0)511 762 2236
 r.rolfes@isd.uni-hannover.de
 www.isd.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies*:

- Multifunktionale, leichte und langlebige Strukturen/*Multifunctional, lightweight, and durable structures*
- Schwingungen und Verbunde/*Vibrations and composites*
- Schadensfrüherkennung/*Health monitoring*
- Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit dynamisch beanspruchter Strukturen/*Serviceability of dynamically loaded structures*
- Robuster und wirtschaftlicher Entwurf von Faserverbundstrukturen/*Robust and economical design of fiber composite structures*
- Einrichtung virtueller Versuchsstände/*Creating virtual test setups*
- Materialgesetze für Verbunde/*Constitutive laws for composites*
- Molekulardynamische Finite Elemente Methode/*Molecular dynamic finite element method*



Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers
 Institut für Kontinuumsmechanik
 Leibniz Universität Hannover
 Appelstr. 11
 D-30167 Hannover
 Phone: +49 (0)511 762 2220
 Fax: +49 (0)511 762 5496
 wriggers@ikm.uni-hannover.de
 www.ikm.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies*:

- Biomechanik/*Biomechanics*
- Konstitutive Modellierung von Materialien/*Constitutive modelling of materials*
- Kontaktmechanik/*Contact mechanics*
- Finite Elemente Algorithmen/*Finite element algorithms*
- Mikromechanik/*Micromechanics*
- Multiphysik/*Multiphysics*
- Multi-Skalen-Analysen für Materialien und Grenzflächen/*Multi-scale analysis for materials and interfaces*
- Optimierung/*Optimizing*
- Symbolische Ansätze in FEM/*Symbolic approaches in FEM*

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Silizium-basierte nano- und optoelektronische Bauelemente/*Silicon-based nanoelectronic and optoelectronic devices*
- Materialien für optoelektronische Bauelemente auf Siliziumsubstraten/*Materials for optoelectronic devices on silicon substrates*
- Molekularstrahlepitaxie mit Silizium und Germanium/*Molecular beam epitaxy of silicon and germanium*
- Modifikation der Hetero-Epitaxie mit Surfactants/*Modification of heteroepitaxy with surfactants*
- Herstellung und Charakterisierung von Si/Ge-epitaktischen Filmen und Hetero-Bauelementen/*Fabrication and characterization of Si/Ge-epitaxial films and heterodevices*

Prof. Dr.-Ing. Tobias Wietler

Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik
Leibniz Universität Hannover
Schneiderberg 32
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 5042
Fax: +49 (0)511 762 4229
wietler@mbe.uni-hannover.de
www.mbe.uni-hannover.de

Kernkompetenzen/*Core competencies:*

- Sensorik und Messtechnik/*Sensors and Measurement Science*
- Medizin- und Sicherheitstechnik/*Medical and Safety Technology*
- Mikrosystemtechnik/*Micro system technology*

Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann

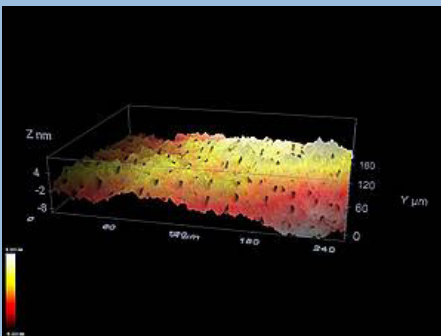
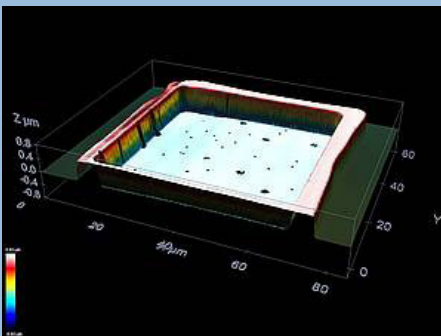
Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik
Leibniz Universität Hannover
Appelstr. 9a
D-30167 Hannover
Phone: +49 (0)511 762 4671
Fax: +49 (0)511 762 3917
zimmermann@geml.uni-hannover.de
www.geml.uni-hannover.de



Aktuell in 2011

News in 2011

18.01.2011



Neues Oberflächenmessgerät im LNQE-Forschungsbau

3D-Bilder mit Höhengauflösung im Nanometerbereich

Die Geräteausstattung im Reinraum des Forschungsbaus Laboratorium für Nano- und Quantenengineering ist um ein weiteres Top-Gerät erweitert worden. Es handelt sich um ein Mikroskop zur schnellen und zerstörungsfreien Bestimmung von Mikro- und Nanogeometrien auf Oberflächen und erzeugt 3D-Bilder mit hoher Detail- und Tiefenschärfe. Das neue Mikroskop (Typ DCM 3D von Leica) vereinigt drei Mikroskope in einem Instrument: Digitalmikroskop, Hochauflösendes konfokales Messsystem und Interferometrie-Profilometer. Im Konfokalmode werden laterale Auflösungen im Sub-Mikrometerbereich sowie Höhengauflösung im Nanometerbereich erzielt. Der Interferometriemodus erlaubt sogar Messungen mit einer Höhengauflösung im Sub-Nanometerbereich.

Das neue Oberflächenmessgerät wurde mit Ersteinrichtungsmitteln des Neubaus finanziert und steht ab sofort den Mitarbeitern aus den Arbeitsgruppen des LNQE zur Verfügung.

New surfaces measurement device in LNQE-research building

3D images with height resolution in the nanometer range

The equipment in the clean room of the research building Laboratory of Nano and Quantum Engineering has been extended by another top product. It is a microscope for fast and nondestructive determination of micro- and nano-geometries on surfaces and generates 3D images with high detail and depth of field. The new microscope (DCM 3D from Leica) combines three microscopes in one instrument: digital microscope, high-resolution confocal measurement system and interferometric profilometer. In confocal mode lateral resolutions in the sub-micrometer range and height resolution in the nanometer range can be achieved. The interferometric mode even allows measurements with a height resolution in the sub-nanometer range.

The new surface measurement device has been funded with initial setup of the new building and is available to employees from the working groups of the LNQE now.

01.02.2011

Neue Mitglieder aus der Quantenoptik

Silke und Christian Ospelkaus mit Ihren Arbeitsgruppen im LNQE aktiv

Das Laboratorium für Nano- und Quantenengineering wird durch zwei Neuberufungen aus dem Institut für Quantenoptik bereichert. Prof. Dr. Silke Ospelkaus und Prof. Dr. Christian Ospelkaus wurden durch das Exzellenzcluster QUEST im November 2010 neu an die Leibniz Universität Hannover berufen.

Silke Ospelkaus ist Professorin für Experimentalphysik und damit die Nachfolgerin von Prof. Dr. Eberhard Tie-

New Members from Quantum Optics

Silke and Christian Ospelkaus with their work groups active in the LNQE

The Laboratory of Nano and Quantum Engineering is completed with two new appointments from the Institute for Quantum Optics. Prof. Dr. Silke Ospelkaus and Prof. Dr. Christian Ospelkaus were newly appointed in November 2010 by excellence cluster QUEST to Leibniz Universität Hannover.

Silke Ospelkaus is Professor of Experimental Physics and the successor of Prof. Dr. Eberhard Tiemann

mann am Institut für Quantenoptik, der im Rahmen einer Niedersachsenprofessur auch weiterhin an der Leibniz Universität Hannover tätig sein wird. Sie beschäftigt sich mit atomaren und molekularen Quantengasen und ultrakalten Molekülen.

Christian Ospelkaus ist Professor für Experimentelle Quantenoptik am Institut für Quantenoptik. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Quantenkontrolle gespeicherter Ionen in Hinblick auf Quanteninformati-on und Präzisionsmessungen.

Herzlich Willkommen Prof. Dr. Silke Ospelkaus, Prof. Dr. Christian Ospelkaus im LNQE!

Großgerät für die Nanotechnologie

4-Spitzen STM/SEM geliefert und nun offiziell übergeben

Am Montag, den 21.03.2011 wurde das neue Nanotechnologie-Großgerät im Forschungsbau Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (Schneiderberg 39, 30167 Hannover) unter Beisein des Präsidenten der Leibniz Universität Hannover, Professor Erich Barke, offiziell in Betrieb genommen. Mit dem so genannten 4-Spitzen STM/SEM sind mikroskopische Untersuchungen und elektrische Leitfähigkeitsmessungen auf atomaren Abmessungen möglich. Weltweit sind zurzeit nur etwa 15 dieser Großgeräte im Einsatz.

Die Physik und Chemie von Nanostrukturen unterscheidet sich fundamental von der klassischen Festkörper. In den niedrigdimensionalen Strukturen spielen Quanteneffekte in der elektronischen Struktur und im Transportverhalten oft eine entscheidende Rolle. Mit einem so genannten 4-Spitzen STM/SEM, das die Vorteile eines Rasterelektronenmikroskops (SEM) mit den denen eines Rastertunnelmikroskops (STM) verknüpft, lassen sich gezielt solche Nanostrukturen auf Oberflächen auffinden und auf atomarer Größenskala charakterisieren. Eine individuelle Kontaktierung über vier separat ansteuerbaren

at Institute for Quantum Optics, who will continue to be active at the Leibniz Universität Hannover in the frame of a "Lower Saxony Professorship" ("Niedersachsenprofessur"). She deals with atomic and molecular quantum gases and ultracold molecules.

Christian Ospelkaus is Professor of Experimental Quantum Optics at the Institute for Quantum Optics. His research focuses on the quantum control of stored ions in terms of quantum information and precision measurements.

Welcome Prof. Dr. Silke Ospelkaus, Prof. Dr. Christian Ospelkaus at the LNQE!

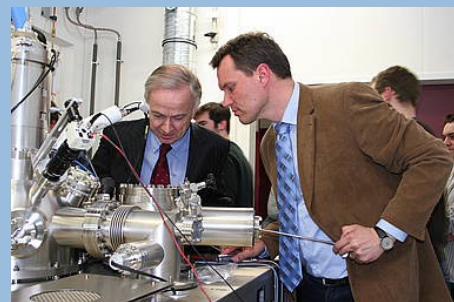
Major equipment for nanotechnology

4-point probe STM / SEM delivered, and now officially handed over

On Monday 03/21/2011, the new nanotechnology major equipment is in the research building Laboratory of Nano and Quantum Engineering (Schneiderberg 39, 30167 Hannover, Germany) in the presence of the President of the Leibniz Universität Hannover, Professor Erich Barke, officially put into operation. With the so-called 4-point probe STM / SEM are microscopy and electrical conductivity measurements possible on atomic dimensions. Worldwide are currently only about 15 of these major equipments in use.

The physics and chemistry of nanostructures differs fundamentally from the ones of classical solids. In the low-dimensional structures, quantum effects play in the electronic structure and transport behavior often a decisive role. Using a so-called 4-point probe STM / SEM, which combines the benefits of a scanning electron microscope (SEM) with a scanning tunneling microscope (STM), it is possible to locate such nanostructures on surfaces selectively and characterize them at the atomic size scale. Individual contact with four separately controllable STM tips also

22.03.2011



Apl. Prof. Tegenkamp demonstriert für Universitätspräsident Barke das neue Nanotechnologie-Großgerät (Foto: O. Kerker).
Apl. Prof. Tegenkamp demonstrates for university president Barke the new nanotechnology major equipment (photo: O. Kerker).

STM-Spitzen ermöglicht zudem elektrische Leitfähigkeitsmessungen an diesen kleinsten Strukturen.

Das 4-Spitzen STM/SEM mit einem Kostenvolumen von 1,25 Millionen Euro wird nach einem erfolgreichen Antrag von Professor Herbert Pfnür und Privatdozent Christoph Tegenkamp vom Institut für Festkörperphysik (ATMOS) der Leibniz Universität Hannover durch die Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Es wird im Forschungsbau des Laboratoriums für Nano- und Quantenengineering aufgestellt, wo es neben der Arbeitsgruppe Pfnür als Hauptnutzer interdisziplinär auch von anderen Gruppen des Laboratoriums mitbenutzt werden kann.

allows electrical conductivity measurements on these tiny structures.

The 4-point probe STM / SEM at a cost of 1.25 million Euros is funded after a successful application of Professor Herbert Pfnür and Privatdozent Christoph Tegenkamp of the Institute for Solid State Physics (ATMOS) of the Leibniz University Hannover by the German Research Foundation (DFG). It is situated in the research building of the Laboratory of Nano and Quantum Engineering, where besides the working group Pfnür as the main users it can be interdisciplinary shared by other groups of the laboratory.

17.05.2011

Mitgliederversammlung des LNQE 2011

Prof. Peter Behrens (Anorganische Chemie) in den Vorstand gewählt.

Am 11.05.2011 fand die jährliche Mitgliederversammlung des LNQE statt. Die wichtigsten Punkte der Tagesordnung waren:

- Bericht über die Aktivitäten des LNQE seit der letzten Mitgliederversammlung durch Prof. Dr. Rolf Haug.
- LNQE-Forschungsbau:
 - Bericht über bautechnische Angelegenheiten.
 - Nutzung: In den Forschungsbau sind diverse Geräte durch das LNQE und durch die Mitglieder des LNQE eingezogen. Der Forschungsbau ist (so gut wie) vollständig gefüllt.
 - Team: Es wurde inzwischen ein sechsköpfiges Betreiber-Team aufgebaut.
- Veränderungen in der Mitgliedschaft: Hinzugekommen sind Prof. Dr. Andreas Kirschning (Institut für Organische Chemie), Prof. Dr. Silke Ospelkaus und Prof. Dr. Christian Ospelkaus (Institut für Quantenoptik). Ausgetreten ist Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer (Institut für Transport- und Automatisierungstechnik).
- Finanzbericht / Festlegung des Mitgliedsbeitrages 2011: Der Mit-

General meeting of the LNQE 2011

Professor Peter Behrens (inorganic chemistry) elected to the executive board.

On May the 11th, 2011 was held the annual general meeting of the LNQE. The main agenda items were:

- *Report on the activities of the LNQE since the last meeting by Prof. Dr. Rolf Haug.*
- *LNQE-research buildings:*
 - *Report on technical matters.*
 - *State of use: In the research building various large equipment by the LNQE and by the members of LNQE moved in. The research building is (almost) completely filled.*
 - *Team: It was now a six-member team set up.*
- *Changes in membership: Added Prof. Dr. Andreas Kirschning (Institute of Organic Chemistry), Prof. Dr. Silke Ospelkaus and Prof. Dr. Christian Ospelkaus (Institute for Quantum Optics). Resigned is Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer (Institute of Transport and Automation Technology).*
- *Report / definition of the membership fee 2011: The membership fee for 2011 was at 2.000, - Euro set. The fee for junior professors, labor leaders and the like is at 1.000, - Euro set.*

gliedsbeitrag für 2011 wurde auf 2.000,- Euro festgelegt. Der Beitrag für Juniorprofessoren, Arbeitsgruppenleiter u. ä. wird auf 1.000,- Euro festgelegt.

- Vorstandswahlen:
 - Der Vorstand wurde vor drei Jahren für drei Jahre gewählt, es standen daher Vorstandswahlen an. Prof. Caro tritt nicht mehr an, das LNQE bedankt sich ganz herzlich für seine Engagement und seine hervorragende Mitarbeit im LNQE-Vorstand.
 - Die Mitgliederversammlung wählt Prof. Peter Behrens (Institut für Anorganische Chemie), Prof. Haug, Prof. Osten und Prof. Rissing einstimmig in den Vorstand.

Das Protokoll der Mitgliederversammlung steht im internen Bereich den Arbeitsgruppen des LNQE zum Download zur Verfügung.

Neuer Messplatz für die elektrische Charakterisierung von Halbleiterbauelementen

Probe-Station im LNQE Forschungsbau ist betriebsbereit.

Die Forschungsgeräte im Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) sind um ein weiteres Analysegerät erweitert worden: Eine neue Wafer-Probe Station (Typ Cascade Summit 11000). Die Probe-Station eignet sich zur elektrischen Charakterisierung von Proben bis 8-Zoll/200 mm. Die Proben-Kammer ist sehr gut gegen äußere elektrische Einflüsse abgeschirmt und die kapazitive Koppelung ist extrem klein. Die Temperaturen sind von -65 °C bis +200 °C veränderbar. Die Verkabelung erlaubt sowohl DC als auch RF Messungen. Das System verfügt über ein digitales Kamerasystem mit mehrere CCD-Einheiten für unterschiedliche Vergrößerungen in Echtzeit. Die Probe-Station im LNQE ist mit einem Impedance-Analyzer ausgestattet und steht auf einer Anti-vibrationsbasis schwingungsentkoppelt im Reinraum.

Die neue Probe-Station wurde mit Ersteinrichtungsmitteln aus der Baumaßnahme LNQE finanziert und

- *Elections to the board:*
 - *The board was elected three years ago for three years, it had therefore to board elections. Prof. Caro takes no longer office; the LNQE thanks him for his commitment and his outstanding work in the LNQE board.*
 - *The general assembly elects Prof. Peter Behrens (Institute of Inorganic Chemistry), Prof. Haug, Prof. Rissing and Prof. Osten unanimously to the board.*

The protocol of the general meeting can be downloaded by the work groups of the LNQE in the members area.

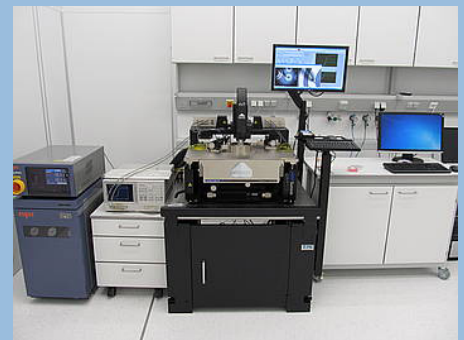
New measurement station for electrical characterization of semiconductor devices

Probe station in LNQE research building is operational.

The research equipment in the Laboratory of Nano and Quantum Engineering (LNQE) have been extended by another analyzer: A new wafer probe station (Cascade Summit type 11000). The probe station is suitable for electrical characterization of samples to 8-Zoll/200 mm. The sample chamber is very well shielded from external electrical effects and the capacitive coupling is extremely small. Temperatures can be varied from -65 °C to +200 °C. The wiring allows both DC and RF measurements. The system has a digital camera system with multiple CCD units for different magnifications in real time. The probe station in the LNQE is equipped with an Impedance Analyzer and is on an anti-vibration basis on vibration isolated base in the clean room.

The new probe station was financed with funds from the initial setup LNQE construction project and is available for all scientists from the working groups of the LNQE.

23.05.2011



Neue Probe-Station im LNQE Forschungsbau.
New probe station in LNQE research building.

03.06.2011

Wahl des Sprechers des Vorstandes

Prof. Rolf Haug (Festkörperphysik) wiedergewählt.

Nach der Neuwahl des Vorstandes auf der letzten Mitgliederversammlung des LNQE am 11.05.2011 musste der Vorstand aus seiner Mitte einen Sprecher wählen. Ohne Gegenstimme wurde Prof. Rolf Haug vom Institut für Festkörperphysik, Abteilung Nanostrukturen wiedergewählt. Er nahm die Wahl an.

Election of the speaker of the Board

Prof. Rolf Haug (solid state physics) re-elected.

After the new Board members at the last meeting of the LNQE on 11/05/2011 had been chosen by vote, the board had to elect a speaker from their middle. Unopposed, Prof. Rolf Haug of the Institute for Solid State Physics, Nanostructures Group was re-elected. He accepted the election.

23.06.2011

Neues Unimagazin mit Schwerpunkt Nano

17 Artikel aus LNQE Arbeitsgruppen gepackt in der Ausgabe „Nano- und Quantenengineering“

Das neueste Unimagazin der Leibniz Universität Hannover ist erschienen und beschäftigt sich mit dem Thema „Nano- und Quantenengineering“. Alle 17 Artikel kommen aus den Arbeitsgruppen des Laboratoriums für Nano- und Quantenengineering und zeigen neueste Forschung in diesem hoch interdisziplinären Feld.

Das Heft kann im Alumnibüro unter alumni@zuv.uni-hannover.de oder telefonisch unter +49 511 762 2516 bestellt werden. Oder liegt im LNQE-Forschungsbau zur Abholung bereit.

New Unimagazin focusing Nano

17 articles from LNQE working groups packed into the issue „Nano and Quantum Engineering“

The latest Unimagazin of Leibniz Universität Hannover is published and deals with the theme „Nano and Quantum Engineering“. All 17 articles come from the working groups of the Laboratory of Nano and Quantum Engineering and show latest research in this highly interdisciplinary field.

The booklet can be ordered in the Alumnibüro at alumnizuv.uni-hannover.de or by calling +49 511 762 2516. Or is ready for collection in the LNQE research building.



Cover des Unimagazins Ausgabe 01|02 2011
Unimagazin cover of Issue 01|02 2011

Links:

- Pressemeldung der Leibniz Universität Hannover
- Website Unimagazin

Links:

- *Press release of the Leibniz Universität Hannover*
- *Website Unimagazin*

Neues Mitglied aus der Nanoelektronik

Juniorprofessor Wietler vom Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik tritt dem LNQE bei.

Neustes Mitglied im interdisziplinären Forschungszentrum Laboratorium für Nano- und Quantenengineering ist Prof. Dr.-Ing Tobias Wietler. Er ist seit Mai 2011 „Juniorprofessor für Materialien und Bauelemente für Si-basierte Nanoelektronik“ im Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik der Leibniz Universität Hannover.

Seine Forschungsinteressen sind:

- Silizium-basierte nano- und optoelektronische Bauelemente
- Materialien für optoelektronische Bauelemente auf Siliziumsubstraten
- Molekularstrahlepitaxie mit Silizium und Germanium
- Modifikation der Hetero-Epitaxie mit Surfactants
- Herstellung und Charakterisierung von Si/Ge-epitaktischen Filmen und Hetero-Bauelementen

In der Lehre werden von Ihm die Vorlesungen „MOS Transistoren und Speicher“ und „Bipolarbauelemente“ und darüber hinaus das Seminar „Mikro- und Nanoelektronische Bauelemente“ angeboten.

Herzlich Willkommen Prof. Wietler im LNQE!

Masterstudiengang Nanotechnologie startet!

Jetzt Bachelor und Master Nanotechnologie an der Leibniz Universität Hannover studieren.

Zu diesem Wintersemester 2011/12 startet erstmals der Masterstudiengang Nanotechnologie an der Leibniz Universität Hannover. Er baut auf dem Bachelorstudiengang Nanotechnologie auf, der bereits seit drei Jahren angeboten wird.

New member from the Nanoelectronics

Juniorprofessor Wietler from Institute of Electronic Materials and Devices joins LNQE.

Newest member of the interdisciplinary research center Laboratory of Nano and Quantum Engineering is Prof. Dr.-Ing Tobias Wietler. Since May 2011, he is "juniorprofessor for Silicon-Based Nano Electronic Materials and Devices" at Institute of Electronic Materials and Devices of Leibniz Universität Hannover.

His research interests are:

*Silicon-based nanoelectronic and optoelectronic devices
Materials for optoelectronic devices on silicon substrates
Molecular beam epitaxy of silicon and germanium
Modification of heteroepitaxy with surfactants
Fabrication and characterization of Si/Ge-epitaxial films and heterodevices*

In the teaching he offers the lectures "MOS Transistors and Memory" and "Bipolar Devices", and in addition the seminar "Micro-and Nanoelectronic Devices".

Welcome Prof. Wietler at the LNQE!

Master's degree program nanotechnology starts!

Now, bachelor's and master's degree program in nanotechnology at the Leibniz Universität Hannover.

For this winter semester 2011/12, the master's degree program in nanotechnology starts at the Leibniz Universität Hannover for the first time. It builds on the Bachelor of nanotechnology, which is already offered since three years.

05.07.2011

11.07.2011

Der Begriff Nanotechnologie bezeichnet die Erforschung und Manipulation von Atomen und Strukturen, die in mindestens einer Raumrichtung kleiner als 100 Nanometer sind. Bei diesen kleinen Abmessungen treten Oberflächeneigenschaften gegenüber den Volumeneigenschaften der Materialien immer mehr in den Vordergrund und darüber hinaus können quantenphysikalische Effekte auftreten, die in unserer makroskopischen Welt nicht vorkommen. Nanotechnologie hat sich in den letzten 30 Jahren außerordentlich dynamisch und stark fachübergreifend entwickelt, wird in unzähligen Produkten eingesetzt und gehört somit zu einer der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Nanotechnologie ist ein sehr interdisziplinäres Forschungsgebiet und vereint Inhalte aus Chemie, Elektrotechnik, Physik und Maschinenbau. Die Studiengänge Bachelor und Master Nanotechnologie setzen sich aus Kursen dieser Fachgebiete zusammen.

Die Leibniz Universität Hannover ist mit dem interdisziplinären Forschungszentrum Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) hervorragend auf dem Gebiet Nanotechnologie aufgestellt. Hier arbeiten Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler, Ingenieurinnen und Ingenieure eng vernetzt erfolgreich zusammen, seit November 2009 auch in den Räumen und Laboren des neu errichteten LNQE-Forschungsbaus.

Um den neuen Studiengang beginnen zu können, wird ein in Bachelor- oder gleichwertiger Abschluss im Studiengang Nanotechnologie, Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau oder Physik benötigt (Details sind der Zugangsordnung des Studienganges zu entnehmen). Neben grundlegenden Kursen zu Methoden der Nanotechnologie sind drei Wahlkompetenzfelder als Vertiefungsfächer zu wählen. Zur Auswahl stehen hier die Wahl-Kompetenzfelder Chemie, Chemie der Nanowerkstoffe, Lasertechnik/Photonik, Materialphysik, Mikro- und Nanoelektronik, Mikroproduktionstechnik, sowie Nano- und Mikroprozessstechnik. Zusätzlich sind Laborpraktika in den Bereichen Halbleitertechnologie, Festkörperphysik

The term nanotechnology refers to the exploration and manipulation of atoms and structures that are smaller in at least one dimension less than 100 nanometers. At these small dimensions, surface properties come over the bulk properties of materials more and more into the foreground and also quantum effects can play a role that do not occur in our macroscopic world. Nanotechnology has developed over the last 30 years extremely dynamic and highly interdisciplinary, is used in many products, and is therefore one of the key technologies of the 21st Century. Nanotechnology is a highly interdisciplinary field of research and comprises content from chemistry, electrical engineering, physics, and mechanical engineering. The Bachelor and Master degree programs are composed of nanotechnology courses of these fields.

Leibniz Universität Hannover is with the interdisciplinary research center Laboratory of Nano and Quantum Engineering (LNQE) in an excellent position in the field of nanotechnology. Here scientists and engineers are working closely linked successfully together, since November 2009 also in the offices and laboratories of the newly constructed research building LNQE.

To start the new program a bachelor's or equivalent degree in nanotechnology, chemistry, electrical engineering, mechanical engineering or physics is required (for details, see the admission regulations of the course). In addition to basic courses on methods of nanotechnology three electoral areas of competence are to be selected as majors. Available are for selection the areas of competence chemistry, chemistry of nanomaterials, laser technology / photonics, materials physics, micro and nano electronics, micro production technology, as well as nano and micro process technology. In addition, a semiconductor-technologies lab, a solid-state physics lab, and a micro-technology lab are provided. The conclusion of the course is the master thesis with a total duration of six months. The standard length of the new Master's program nanotechnology is four semesters, with degree

und Mikrotechnik vorgesehen. Den Abschluss des Studiums bildet die Masterarbeit mit einer Gesamtdauer von sechs Monaten. Die Regelstudienzeit des neuen Masterstudienganges Nanotechnologie beträgt vier Semester, Abschluss ist der Master of Science.

Links:

- Website vom Laboratorium für Nano- und Quantenengineering zum Studiengang Nanotechnologie
- Website der Leibniz Universität Hannover zum Studiengang Nanotechnologie

Nanotechnologie-Ausbildung in Hannover immer beliebter

Rekord bei Studienanfängerzahlen im Bachelor Nanotechnologie

Aufgrund des doppelten Abiturjahrgangs und des Wegfalls der Wehrpflicht haben sich dieses Jahr besonders viele Studentinnen und Studenten an den Niedersächsischen Hochschulen eingeschrieben, im Durchschnitt sind es 20 % mehr. An der Leibniz Universität ist der größte Zuwachs im Landesvergleich mit insgesamt 43 % zu verzeichnen.

Der durch das Laboratorium für Nano- und Quantenengineering federführend initiierte Bachelorstudiengang Nanotechnologie liegt sogar noch darüber. Letztes Jahr begannen 40 Studentinnen und Studenten mit dem Bachelorstudiengang Nanotechnologie, jetzt haben sogar 65 Studierende angefangen, was einem Zuwachs von 62,5 % entspricht. Das interdisziplinäre Studienangebot wird gemeinsam von den Fakultäten für Elektrotechnik und Informatik, für Maschinenbau, für Mathematik und Physik sowie der Naturwissenschaftliche Fakultät angeboten. Das Bachelorstudium in Nanotechnologie ist an der Leibniz Universität bereits seit drei Jahren möglich, dieses Wintersemester 2011/12 startete darüber hinaus der fortführende Masterstudiengang Nanotechnologie.

Master of Science.

Links:

- *Website of Laboratory of Nano and Quantum Engineering to the degree program nanotechnology*
- *Website of Leibniz Universität Hannover to the degree program nanotechnology*

Nanotechnology education in Hanover ever more popular

Record numbers of beginning students in bachelor nanotechnology

Because of the double cohort Abitur (the German final exams that pupils take at the end of their secondary education) and the abolition of compulsory military service this year have enrolled many more students to the Lower Saxon universities, on average there are 20% more. At the Leibniz Universität Hannover the biggest growth in comparison within the country with 43% is reported.

The nanotechnology bachelor, initiated by the Laboratory of Nano and Quantum Engineering in charge, has even more. Last year 40 students started with the bachelor nanotechnology, now even 65 students have begun, representing an increase of 62.5%. The interdisciplinary curriculum is offered jointly by the faculties of electrical engineering and computer science, mechanical engineering, mathematics and physics and the natural sciences. The bachelor's program in nanotechnology is possible at the Leibniz Universität Hannover for three years; this winter semester 2011/12 started in addition the continuing master's program nanotechnology.

18.11.2011

Vorträge des NanoDay 2011/Talks of the NanoDay 2011:**„Nanooptik, Plasmonen und Metamaterialien“**

C. Reinhardt¹, A. B. Evlyukhin¹, W. Cheng¹, A. Gaidukeviciute¹, A. I. Kuznetsov¹, B. N. Chichkov^{1,2}

¹ Laser Zentrum Hannover e.V. , Nanotechnology Department

² Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover

„Poröse metallorganische Gerüstverbindungen - Nanokristallbildung aus der Lösung“

J. Cravillon¹, C. A. Schröder¹, R. Nayuk², J. Gummel³, K. Huber², M. Wiebcke¹

¹ Institut für Anorganische Chemie, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Germany

² Department Chemie, Universität Paderborn, Paderborn, Germany

³ European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, France

„Einsatz von Nanopartikeln zur Ultrapräzisionsbearbeitung von Mikro- und Nanosystemen“

S. Cvetkovic und L. Rissing

Institut für Mikroproduktionstechnik, Leibniz Universität Hannover

„Feldemitter mit Carbon Nano Tubes für die Atmosphärendruckionisation“

P. Cochems, A. Heptner, A. Eßlinger, J. Langejürgen und S. Zimmermann

Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik, Leibniz Universität Hannover

„Spinrauschen - Messen durch Abhören“

J. Hübner, F. Berski, R. Dahbashi, H. Horn, K. Isleif, H. Kuhn, J. Lonnemann, N. Scharnhorst, C. Schulte, J. Wiegand, P. Zell und M. Oestreich

Institut für Festkörperphysik, Abteilung Nanostrukturen, Leibniz Universität Hannover

„Superparamagnetische Nanopartikel als induktiv heizbare Materialien in der Mikrodurchflusssynthese“

J. Wegner und A. Kirschning

Institut für Organische Chemie, Leibniz Universität Hannover

„Ge-Epitaxie für NIR-Fotodetektoren“

D. Tetzlaff, T. Wietler, E. Bugiel und H.J. Osten

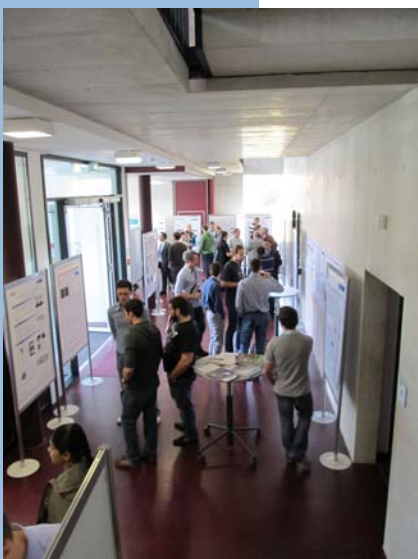
Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik, Leibniz Universität Hannover

„Dynamik des Transports in Quantenpunktsystemen“

N. Ubbelohde¹, F. Hohls² und R. Haug¹

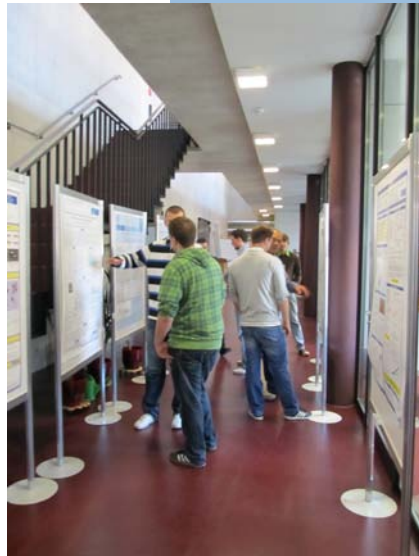
¹ Institut für Festkörperphysik, Abteilung Nanostrukturen, Leibniz Universität Hannover

² Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany





NanoDay 2011



Termine in 2011

Dates in 2011

- 12.01.2011 LNQE-Kolloquium
[Graphen – Anwendungspotentiale eines „Wundermaterials“](#)
 Max Lemme
 Guest Professor at KTH Royal Institute of Technology
 School of Information and Communication Technology
 Electrum 229, SE-164 40 Kista, Sweden
- 09.02.2011 LNQE-Kolloquium
[Inorganic Porous Materials](#)
 Stefan Kaskel
 Institut für anorganische Chemie, Technische Universität Dresden,
 Mommsenstr. 6, 01069 Dresden
- 21.03.2011 Pressetermin
[Einladung zum Pressetermin: Neues Nanotechnologie-Großgerät geht an den Start](#)
- 13.04.2011 LNQE-Kolloquium
[Atemgasdiagnostik - und warum dafür Kohlenstoffnanoröhrchen gebraucht werden](#)
 Stefan Zimmermann
 Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik,
 Leibniz Universität Hannover
- 16.08.2011 Vortrag, Führung und Get-Together
[AlumniTreffpunkt: LNQE](#)
Eingeladen durch: Alumnibüro der Leibniz Universität Hannover
- 13.-14.09.2011 Informationsveranstaltung und Führung
[Hochschulinformationstage – LNQE ist dabei](#)
- 29.09.2011 Workshop
[NanoDay2011](#)
 Der siebte NanoDay des LNQE
- 30.11.2011 LNQE-Kolloquium
[Nanoporöse Materialien in der Batterieforschung](#)
 Michael Fröba
 Institut für Anorganische und Angewandte Chemie, Universität Hamburg,
 Martin-Luther-King Platz 6, 20146 Hamburg
- 14.12.2011 Vortrag
[Direct Graphene Growth on Insulator by MBE](#)
 Gunther Lippert
 IHP GmbH
 Innovations for High Performance Microelectronics
 Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik
 Im Technologiepark 25, 15236 Frankfurt (Oder), Germany

Pressespiegel 2011 ***Press Review 2011***

[„Uni-Physiker blicken in Atome hinein“](#)

Hannoversche Allgemeine

22.03.2011

[„Forschungskompetenz in Nanotechnologie“](#)

Material-Kompass – Das Magazin der Landesinitiative Nano- und Materialinnovationen Niedersachsen

04/2011

[„Nano- und Quantenengineering“](#)

Unimagazin

06/2011

[„Forschungsschwerpunkt Nano- und Quantenengineering“](#)

AlumniCampus

07/2011

[„Masterstudiengang Nanotechnologie startet!“](#)

Material-Kompass – Das Magazin der Landesinitiative Nano- und Materialinnovationen Niedersachsen

12/2011



Kurs- und Modulkatalog Nano-
technologie.
*Course and module catalog nano-
technology.*

Studiengang Nanotechnologie *Study Course Nanotechnology*

Durch das LNQE initiiert, bietet die Leibniz Universität Hannover seit dem Wintersemester 2008/2009 den interdisziplinären Bachelorstudiengang Nanotechnologie an, seit dem Wintersemester 2011/2012 auch als Masterstudiengang. Der Studiengang Nanotechnologie vermittelt die Grundlagen in den Kernfächern Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Physik (ergänzt durch Mathematik), wobei den Erfordernissen, die aus der Nanotechnologie erwachsen, im Besonderen Rechnung getragen wird.

Initiated by the LNQE, Leibniz Universität Hannover provides the interdisciplinary Bachelor study course nanotechnology since the winter semester 2008/2009 and also as a master's degree since the winter semester 2011/2012. The study course nanotechnology teaches the basics in the core subjects of chemistry, electrical engineering, mechanical engineering and physics (supplemented by mathematics), while the realization, arising from nanotechnology, is considered in particular.

Bachelorstudiengang *Bachelor's degree*

Vorpraktikum

Vor Antritt des Studiums ist ein Vorpraktikum im Umfang von mindestens 8 Wochen abzuleisten. Ziel des Vorpraktikums ist der Erwerb erster praktischer Erfahrungen in der industriellen Fertigung. Eingegliedert in ein Arbeitsumfeld von Auszubildenden, Fachpersonal, Meistern und Meisterinnen sowie Technikern und Technikerinnen mit überwiegend ausführendem Tätigkeitscharakter soll der Praktikant/die Praktikantin verschiedene grundlegende Fertigungsverfahren und -einrichtungen sowie betriebstechnische Abläufe kennenlernen.

Als Praktikumsbetriebe kommen niedersächsische Firmen im Bereich der Chemie, der Elektrotechnik, des Maschinenbaus oder der Physik mit einem der folgenden Tätigkeitsfelder in Frage:

- Fertigungstechnologie für Mikro- und Nanobauteile
- Einsatz von Nanotechnologie in Herstellungsverfahren
- Halbleiterfertigung
- Fertigung mit Lasern.

Struktur des Studienganges

Die Regelstudienzeit des Bachelorstudienganges Nanotechnologie beträgt sechs Semester. Die Ausbildung setzt sich zum einem aus

Prior Internship

Before the start of the study a preliminary training in the amount of at least 8 weeks must be completed. The aim of the prior internship is the acquisition of first practical experience in industrial manufacturing. Incorporated into a work environment of trainees, specialists, masters, as well as technicians with predominantly performing activity to meet the trainee various basic manufacturing processes and equipment, and operations-oriented processes.

As a company for internship in Lower Saxony companies in the field of chemistry, electrical engineering, mechanical engineering or physics in the following fields of activity are in question:

- *Manufacturing technology for micro-and nanodevices*
- *Use of nanotechnology in the production process*
- *Semiconductor manufacturing*
- *Manufacturing with lasers.*

Structure of the study course

The standard period of study of the bachelor program nanotechnology is six semesters. The training is comprised of lectures and exercises on the one hand. It bases and in-depth knowledge from different study focusing taught. In addition, tutoring

Grundlagenkurse/ <i>Foundation courses</i>	101 LP/CP
Vorlesungen und Labore des Vertiefungsstudiums <i>Lectures and laboratory studies of the deepening study</i>	42 LP/CP
Studienarbeit (300 Stunden)/ <i>Study thesis (300 hours)</i>	10 LP/CP
Bachelorarbeit (300 Stunden)/ <i>Bachelor thesis (300 hours)</i>	10 LP/CP
Fachpraktikum (12 Wochen)/ <i>Internship (12 weeks)</i>	15 LP/CP
Fachexkursionen (3 Tage)/ <i>Study tours (3 days)</i>	2 LP/CP
Summe/Sum:	180 LP/CP

Übersicht über zu erbringende Leistungen im Bachelorstudium/*Overview of achievements to be proved in the bachelor's degree*

Vorlesungen und Übungen zusammen. Darin werden Grundlagen und vertiefende Kenntnisse aus verschiedenen Studienschwerpunkten gelehrt. Darüber hinaus werden Tutorien angeboten, die dem Erwerb von Schlüsselkompetenzen dienen. Zum anderen erfolgt die praktische Ausbildung durch eine Studienarbeit, durch insgesamt 12 Wochen berufspraktische Tätigkeiten und Fachexkursionen sowie der Bachelorarbeit als Abschlussarbeit. Insgesamt sind 180 Leistungspunkte (LP) zu erreichen.

Grundlagenstudium

Der Bachelorstudiengang gliedert sich ein Grundlagenstudium und in ein Vertiefungsstudium. In den ersten drei Semestern des Grundlagenstudiums werden technische, mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse vermittelt. Das Grundlagenstudium gliedert sich dabei in folgende Kompetenzfelder: Allgemein, Chemie, Elektrotechnik und Informatik, Maschinenbau, Mathematik, und Physik. Die Kurse der ersten drei Semester sind festgelegt.

Fachexkursionen

Fachexkursionen zu Firmen, Forschungseinrichtungen oder Fachmessen in einem Umfang von drei Tagen.

Studienarbeit

Im Rahmen einer Studienarbeit arbeiten die Studierenden an einem ersten, eigenen wissenschaftlichen Projekt im Bereich der Nanotechnologie.

Vertiefungsstudium

Im Vertiefungsstudium erfolgt eine

is offered to the acquisition of key competencies. On the other hand, the practical training occurs by working out a study thesis, by a total of 12 weeks of practical training activities and study tours, and a bachelor thesis as complementary work. A total of 180 credit points (CP) is to be achieved.

Foundation Study

The bachelor's degree is divided into a basic study and a deeper study. In the first three semesters of study are studied the basis of technical, scientific and mathematical skills. The foundation study is divided into the following competency: general, chemistry, electrical engineering and computer science, mechanical engineering, mathematics, and physics. The courses of the first three semesters are determined.

Study tours

Excursions to companies, research institutions or trade fairs in an amount of three days.

Study thesis

Within the framework of a study thesis, the students work on a first own scientific project in the field of nanotechnology.

Deepening Study

In the deepening study a specialization of the learned basics is carried out in two of the competence areas chemistry, electrical engineering and computer science, mechanical engineering and physics, that is the students choose two of competence in accordance with their wishes, and so shape their timetable. In addition, a further specialization by the choice

Kompetenzfeld: Allgemein (4 LP)/ <i>Competence area: General (4 CP)</i>
Einführung in die Nanotechnologie/ <i>Introduction to nanotechnology</i>
Kompetenzfeld: Chemie (11 LP)/ <i>Competence area: Chemistry (11 CP)</i>
Allgemeine und Anorganische Chemie/ <i>General and inorganic chemistry</i>
Anorganische Chemie I/ <i>Inorganic chemistry I</i>
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP) <i>Competence area: Electrical engineering and computer science(18 CP)</i>
Grundlagen der Elektrotechnik I/ <i>Fundamentals of electrical engineering I</i>
Grundlagen der Elektrotechnik II/ <i>Fundamentals of electrical engineering II</i>
Informationstechnisches Praktikum/ <i>Information technology practical</i>
Kompetenzfeld: Maschinenbau (16 LP) <i>Competence area: Mechanical engineering (16 CP)</i>
Mikro- und Nanotechnologie/ <i>Micro and nanotechnology</i>
Technische Mechanik I für Maschinenbau/ <i>Applied mechanics I for mechanical engineering</i>
Technische Mechanik II für Maschinenbau/ <i>Applied mechanics II for mechanical engineering</i>
Kompetenzfeld: Mathematik (30 LP) <i>Competence area: Mathematics (30 CP)</i>
Mathematik für Ingenieure I/ <i>Mathematics for engineers I</i>
Mathematik für Ingenieure II/ <i>Mathematics for engineers II</i>
Mathematik für Ingenieure III/ <i>Mathematics for engineers III</i>
Mathematik für Ingenieure IV/ <i>Mathematics for engineers IV</i>
Kompetenzfeld: Physik (22 LP)/ <i>Competence area: Physics (22 CP)</i>
Experimentalphysik für Chemie, Biochemie, Geowissenschaft, Geodäsie und Geoinformatik/ <i>Experimental physics for chemistry, biochemistry, geology, geodesy and geoinformatics</i>
Physik II/ <i>Physics II</i>
Optik, Atomphysik, Quantenphänomene/ <i>Optics, atom physics, quantum phenomena</i>

Kurse im Grundlagenstudium/*Courses of the foundation study*

fachliche Spezialisierung der erlernten Grundlagen in zwei von den Kompetenzfeldern Chemie, Elektrotechnik und Informatik, Maschinenbau und Physik, d. h. die Studierenden wählen sich zwei Kompetenzfelder nach ihren Wünschen aus und gestalten so ihren Stundenplan. Zusätzlich erfolgt eine weitere Spezialisierung durch die Belegung eines Wahl-Kompetenzfeldes aus dem Masterprogramm. Das Vertiefungsstudium beinhaltet darüber hinaus ein Praktikum, Fachexkursionen, die Studienarbeit und die Bachelorarbeit im 6. Semester.

Bachelorarbeit

Den Abschluss des Studiums bildet die Bachelorarbeit mit einer Gesamtdauer von drei Monaten. Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass der Prüfling in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbstständig nach wissenschaft-

of an electoral competence from the master program occurs. The deepening study also includes an internship, study tours, study thesis and the Bachelor thesis in the 6th Semester.

Bachelor thesis

The completion of the course is the bachelor thesis, with a total duration of three months. The bachelor thesis is to show that the student is in a position to solve a problem alone within a specified time according to scientific methods. The nature of the task and the challenge must be compatible with the output of the issue are set. The bachelor thesis must be evaluated by two reviewers. It may be in the form of a working group be made. The performance audit assessed contribution of each candidate must be a result of the indication of the sections, page numbers or other objective criteria clearly identifiable and are to be valued. Further

lichen Methoden zu bearbeiten. Die Art der Aufgabe und die Aufgabenstellung müssen mit der Ausgabe des Themas festliegen. Die Bachelorarbeit muss von zwei Prüfern bewertet werden. Sie kann in der Form einer Gruppenarbeit angefertigt werden. Der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag des einzelnen Prüflings muss aufgrund der Angabe von Abschnitten, Seitenzahlen oder anderer objektiver Kriterien deutlich abgrenzbar und für sich zu bewerten sein. Nähere Informationen zur Bachelorarbeit sind der Prüfungsordnung zum Studiengang „Nanotechnologie“ zu entnehmen.

Praktikum

Ein berufsbezogenes Praktikum bildet einen wesentlichen Bestandteil des Studiums. Der Gesamtumfang des abzuleistenden Praktikums umfasst 20 Wochen. Das Praktikum setzt sich aus 8 Wochen Vorpraktikum (Grundpraktikum) und 12 Wochen Fachpraktikum zusammen. Das Fachpraktikum dient dem Erwerb von Erfahrungen in typischen Aufgabengebieten und Tätigkeitsbereichen von Absolventen und Absolventinnen in der beruflichen Praxis. Die Studierenden sollen Erfahrungen in der Anwendung ihrer im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten sammeln. Das Fachpraktikum ist daher durch die Eingliederung der Praktikanten und Praktikantinnen in ein Arbeitsumfeld von Ingenieuren oder entsprechend qualifizierten Personen mit überwiegend entwickelndem, planendem oder lenkendem Tätigkeitscharakter gekennzeichnet. Detaillierte Informationen zum Praktikum liefert die Praktikantenordnung.

information on the bachelor thesis can be taken from the examination rules of the study course „nanotechnology“.

Internship

An occupational internship is an essential part of the course. The total size of the training period covers 20 weeks. The internship consists of 8 weeks prior internship (basic training period) and 12 weeks of co-op program together. The co-op program serves the acquisition of experience in typical job fields and fields of activity of graduates in professional practice. The students will get experience in the application of their studies in the acquired knowledge and skills. The practical training is therefore characterized by the integration of the trainees in a work environment for engineers or suitably qualified persons with predominantly evolving, planning or leadership character. Detailed information about the internship gives the trainee order.

Kompetenzfeld: Chemie (17 LP)/ <i>Competence area: Chemistry (17 CP)</i>
Instrumentelle Methoden I/ <i>Instrumental methods I</i>
Physikalische Chemie I/ <i>Physical chemistry I</i>
Technische Chemie I/ <i>Technical chemistry I</i>
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (16LP) <i>Competence area: Electrical engineering and computer science(16 CP)</i>
Grundlagen der Materialwissenschaften/ <i>Basics of Materials Science</i>
Grundlagen der Messtechnik/ <i>Basics of Metrology</i>
Grundlagen der Halbleiterbauelemente/ <i>Basics Semiconductor Devices</i>
Sensorik und Nanosensoren/ <i>Sensor Technology and Nanosensors</i>
Kompetenzfeld: Maschinenbau (16 LP) <i>Competence area: Mechanical engineering (16 CP)</i>
Entwicklungs- und Konstruktionsmethodik I/ <i>Development and design methodology I</i>
Mikrosystemtechnik/ <i>Microsystems technology</i>
Werkstoffkunde I/ <i>Material science I</i>
Kompetenzfeld: Physik (16 LP)/ <i>Competence area: Physics (16 CP)</i>
Einführung in die Festkörperphysik/ <i>Introduction to Solid State Physics</i>
Elektronik und Messtechnik/ <i>Electronics and measurement technology</i>
Wahl- Kompetenzfeld: Spezialisierung (10 LP) <i>Competence area of choice: Specialization (10 CP)</i>
Wahl-Kompetenzfeld (aus dem Katalog der Wahl-Kompetenzfelder des Masterstudiengangs), mindestens ein Pflicht- und ein Wahlfach/ <i>Election competence area (from the catalog of the election competence areas of the masters course) , at least a compulsory and an elective subject</i>

Kurse im Vertiefungsstudium/*Courses of the deepening study*

Masterstudiengang Master's degree

Der akkreditierte Masterstudiengang Nanotechnologie ist als Weiterführung des Bachelorstudiengangs Nanotechnologie konzipiert. Neben den Bachelorabsolventinnen und -absolventen der Nanotechnologie steht er aber auch den Studienrichtungen Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemie und Physik offen. Die Regelstudiendauer beträgt vier Semester, wovon ein Semester auf die Masterarbeit entfällt. Insgesamt sind 120 Leistungspunkte (LP) zu erreichen.

Grundlagenkurse

Die Grundlagenkurse des Pflicht-Kompetenzfeldes sind von allen Studierenden zu besuchen und vermitteln wichtige Kenntnisse aus den Methoden der Nanotechnologie.

Wahlkompetenzfelder

Neben den Grundlagenkursen sind von den Studierenden drei der angebotenen Wahlkompetenzfelder als Vertiefungsfächer zu wählen:

- Chemie
- Chemie der Nanowerkstoffe
- Lasertechnik/Photonik
- Materialphysik
- Mikro- und Nanoelektronik
- Mikroproduktionstechnik
- Nano- und Mikroprozessertechnik

Die Wahlkompetenzfelder gliedern sich wiederum in Pflicht- und Wahlveranstaltungen. Die zu erreichende Gesamtpunktzahl der Wahlfelder beträgt mindestens 48 LP.

The accredited master study course nanotechnology is designed as continuation of the bachelor course nanotechnology. In addition to the bachelor's graduates in nanotechnology, he is also open to the study of mechanical engineering, electrical engineering, chemistry and physics. The standard course duration is four semesters with one semester for the Master's thesis. A total of 120 credit points (CP) must be reached.

Foundation courses

The foundation courses of the mandatory competence area have to be attended by all students and provide important skills on the methods of nanotechnology.

Competence areas of choice

Besides the foundation courses three of the competence areas of choice are to be chosen as majors by the students:

*Chemistry
Chemistry of nanomaterials
Laser Technology / photonics
Materials physics
Micro and nanoelectronics
Micro production technology
Nano and Micro process technology*

The competence areas of choice are themselves divided into compulsory and optional courses. The total score on areas of choice that has to be achieved is at least 48 CP.

Pflicht-Kompetenzfeld „Methoden der Nanotechnologie“/ <i>Mandatory competence area "methods of nanotechnology"</i>	17 LP/CP
3 Wahlkompetenzfelder/ <i>3 Competence areas of choice</i>	48 LP/CP
3 Wahlkurse/ <i>3 Courses of choice</i>	12 LP/CP
3 Labore 360 Stunden/ <i>3 Lab courses 360 hours</i>	12 LP/CP
Fachexkursionen 2 Tage/ <i>Study tours 2 days</i>	1 LP/CP
Masterarbeit 6 Monate/ <i>Master thesis 6 month</i>	30 LP/CP
Summe/Sum:	120 LP/CP

Übersicht über zu erbringende Leistungen im Masterstudium/*Overview of achievements to be proved in the master's degree*

Die Liste der Wahlveranstaltungen der Pflicht- und Wahlkompetenzfelder kann durch den Prüfungsausschuss erweitert werden.

Wahlkurse

Mind. 3 Wahlkurse aus dem Angebot der Leibniz Universität (Studium Generale) einschließlich der Kompetenzfelder.

Labore

Im Rahmen des Studiums müssen die Studierenden drei verschiedene Labore absolvieren. Als Labore sind ein Halbleitertechnologie-Labor, ein Laborpraktikum Festkörperphysik sowie ein Mikrotechnik-Labor vorgesehen.

Fachexkursionen

Fachexkursionen zu Firmen, Forschungseinrichtungen oder Fachmessen in einem Umfang von zwei Tagen.

Masterarbeit

Den Abschluss des Studiums bildet die Masterarbeit mit einer Gesamtdauer von sechs Monaten.

The list of optional courses of compulsory and optional competence areas can be extended by the Examining Committee.

Courses of choice

At least 3 courses of choice on offer of Leibniz Universität (Studium Generale) including the competence areas.

Lab courses

As part of the study course, students must complete three different lab courses. As semiconductor technology lab course, a solid-state physics lab course and a microtechnology lab course are provided.

Study tours

Study tours to companies, research institutions and trade shows to an extent of two days.

Master's Thesis

The completion of the study course is the Master's thesis with a total duration of six months.

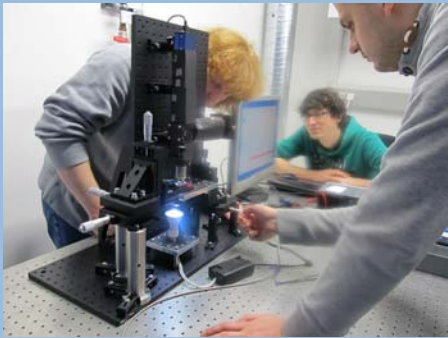
The screenshot shows the website for the Nanotechnology study course at Leibniz University Hannover. The page includes a navigation menu on the left with options like 'Ziele', 'Forschung', 'Lehre', and 'Studienbeginn'. The main content area features a collage of images related to nanotechnology, including micrographs, 3D models, and laboratory equipment. The text on the page describes the course and its facilities, mentioning the Faculty of Electrical Engineering and Informatics, the Faculty of Mechanical Engineering, the Faculty of Mathematics and Physics, and the Faculty of Natural Sciences at Leibniz University Hannover. It also mentions the course's start in the winter semester 2008 and its focus on research-oriented learning.

Die Fakultäten für Elektrotechnik und Informatik, für Maschinenbau, für Mathematik und Physik sowie die Naturwissenschaftliche Fakultät der Leibniz Universität Hannover bieten erstmals ab dem Wintersemester 2008 gemeinsam den interdisziplinären Studiengang Nanotechnologie an. Der Bachelorstudiengang führt einerseits zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss, andererseits befähigt er zur Fortsetzung des Studiums im konsekutiven forschungsorientierten Masterstudiengang. Durch das 2003 erbaute Produktionstechnische Zentrum Hannover (PZH) sowie den Neubau des Laboratoriums für Nano- und Quantenengineering (LNQE) verfügt die Universität über eine hoch moderne Ausstattung. Dies sind optimale Voraussetzungen, um nicht nur Spitzenforschung am Standort Hannover betreiben zu können, sondern auch mit hochqualitativer Lehre den zukünftigen Bedarf an Fachkräften zu sichern.

Forschungsbau Research Building



Zur Verwirklichung seiner Ziele betreibt das LNQE ein eigenes Forschungsgebäude in Hannover. Die Labore (435 m²), der Forschungsreineiraum (409 m²) und die Büroräume (509 m²) für ca. 44 Personen werden für interdisziplinäre Projekte, insbesondere aus erfolgreich eingeworbenen, größeren Drittmittelprojekten der Mitglieder genutzt.



Der Forschungsbau wurde vom Land Niedersachsen und mit Bundesmitteln nach einer Empfehlung durch den Wissenschaftsrat (nach Art. 91b Grundgesetz) in besonderer Weise gefördert und ist nach zweijähriger Bauzeit am 20. November 2009 fertig gestellt worden.



Durch das Gebäude werden hochwertige Infrastruktur und Technologien zur Verfügung gestellt, die den einzelnen Arbeitsgruppen in Ihren Instituten nicht zur Verfügung stehen. Die offene Bauweise verstärkt nach dem Konzept „Sehen und Begegnen“ den täglichen Kontakt der Wissenschaftler aus den unterschiedlichen Fächern. Dadurch wird es möglich, komplexe Problemstellungen zu lösen, die Kompetenzen aller Fachrichtungen bei allen Teilschritten der

To achieve its objectives LNQE operates its own research building in Hanover. The laboratories (435 m²), research clean room (409 m²) and offices (509 m²) for about 44 persons are used for interdisciplinary projects, particularly from successfully acquired third-party funded large projects of the members.

The new research building was funded by Lower Saxony and with federal funds after a recommendation by the German Wissenschaftsrat (under Article 91b Basic Law) in a special way, and is completed after two years of construction on 20th November 2009.

By the building high quality infrastructure and technologies are made available to the various working groups that are in their institutes are not available. The open design of the building enhances by the concept of “see and meet” the daily contact between scientists from different disciplines. This makes it possible to solve complex problems that require the skills of all disciplines at all stages of the problem simultaneously. This differs markedly from the usual sequential work-sharing in joint projects



LNQE-Forschungsbau am Schneiderberg 39, 30167 Hannover, Deutschland/*LNQE research building at Schneiderberg 39, 30167 Hannover, Germany*

Problemlösung gleichzeitig benötigen. Dies unterscheidet sich deutlich von der sonst üblichen sequenziellen Arbeitsaufteilung in Verbundprojekten und ist somit national, wenn nicht sogar international, vorbildlich und beispielhaft. Durch die Beteiligung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften werden hierbei sowohl die Grundlagen, als auch mögliche neuartige Anwendungen von Anfang an gleichwertig in der Forschung berücksichtigt.

Zentraler Bestandteil des Forschungsbaus ist der Reinraum. Er ist nach ISO5 / RK 100 im Handlingbereich und ISO6 / RK1000 in den Fluren zertifiziert. Die Hauptfläche des Reinraums ist in mehrere Unterräume unterteilt, in denen sich eine komplette Linie für die Mikroelektronik befindet, d. h. es können ausgehend von einem Wafer komplett alle Prozessschritte ausgeführt werden, um neuartige Bauelemente als Prototypen herzustellen. Durch die Aufteilung in zwei Lithografiebereiche ist sowohl die Bearbeitung von Element- als auch von Verbindungshalbleiter möglich (wobei die Linie hauptsächlich für Silizium ausgelegt ist). Hinzu kommen einige Messräume für Experimente unter Reinraumbedingungen.

and is nationally, if not international, model and best-practice example. By participation of scientists and engineers both the fundamentals as well as possible new applications are considered equivalent in research from the beginning.

A central part of the research building is the clean room. He is certified to ISO5 / RK 100 in the handling area and ISO6 / RK1000 in the floors. The main area of the clean room is divided into several subspaces, in which an entire line for microelectronics is, ie starting from a wafer all process steps can be performed to create novel devices as prototypes. By dividing the lithography into two areas, it is possible to process both element and compound semiconductors (where the line is designed primarily for silicon). There are also some measuring rooms for experiments under clean room conditions.



Zahlen und Fakten

Räume/Hauptnutzflächen

- Labore (435 Quadratmeter): Laserlabore, Chemielabore, Messlabore
- Forschungsreinraum (409 Quadratmeter)
- Büroräume für 44 Personen (509 Quadratmeter)

Personen

- Betreiberteam
- 36 Wissenschaftler aus den Bereichen Bauingenieurwesen, Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Physik
- 4 Gastwissenschaftler

Baukosten

- 14 Mio. Euro

Förderung

- Der Forschungsbau wird nach einer erfolgreichen Evaluation durch den Wissenschaftsrat (nach Artikel 91b Abs. 1 Nr. 3 des Grundgesetzes) durch den Bund gefördert

Bauzeit

- ca. 24 Monate
- Die feierliche Schlüsselübergabe war am 20. November 2009

Numbers and Facts

Rooms/main usable area

- Labs (435 square meters): laser laboratories, chemical laboratories, test laboratories
- Research clean room (409 square meters)
- Office space for 44 people (509 square meters)

People

- Operator team
- 36 scientist from the fields of civil engineering, chemistry, electrical engineering, mechanical engineering and physics
- 4 guest scientists

Construction costs

- 14 Mio. euro

Funding

- The new construction is funded with federal funds after a recommendation by the German Wissenschaftsrat (under Article 91b para 1 nr. 3 of the Basic Law of Germany ("Grundgesetz"))

Construction time

- about 24 month
- The handover was at 20th November 2009



Geräte im Forschungsbau *Equipment in the Research Building*

Reinraum allgemein

Der Reinraum ist nach ISO5 / Reinraumklasse 100 im Handlingbereich und ISO6 / Reinraumklasse 1000 in den Fluren zertifiziert. Die gemessenen Werte sind besser, es wird Reinraumklasse 10 im Handlingbereich und sonst Reinraumklasse 100 erreicht.

Allgemein: Temperatur: 22 °C +/- 2, Luftfeuchtigkeit 40...60 %



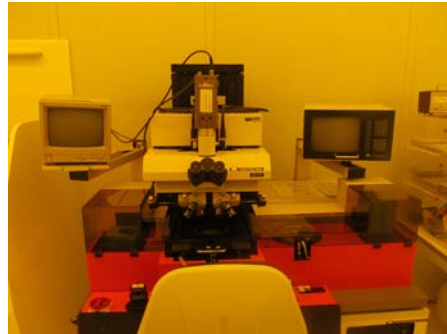
Fotolithografie im Gelblichtbereich für Silizium

Hier: Temperatur: 22 °C +/- 1, Luftfeuchtigkeit 40 +/- 5 %

Lackschleuder

Maskaligner (Süss MA 150, Auflösungsgrenze liegt bei ca. 1000 nm)

Nassbank



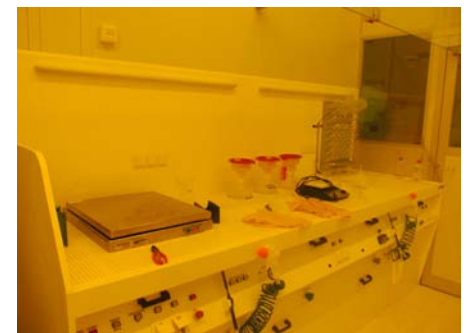
Fotolithografie im Gelblichtbereich für III-V Halbleiter

Hier: Temperatur: 22 °C +/- 1, Luftfeuchtigkeit 40 +/- 5 %

Lackschleuder

Maskaligner (Süss MA 6, Auflösungsgrenze liegt bei ca. 700 nm)

Nassbank



Reinigung, nasschemisches Ätzen

RCA-Reinigung (SC-1, SC-2), Piranha-Lösung, HF-Dip, div. Säuren

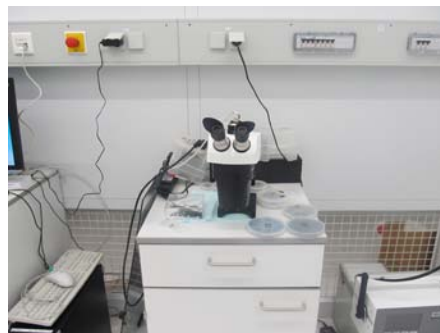


Plasma Asher

Plasma Asher TePla 100



Lichtmikroskope



Ellipsometer

Ellipsometer Sentech SE800 für spektrale Ellipsometrie, 250-800 nm Wellenlänge, automatisch fahrende Stage, Proben bis 8-Zoll, Mapping, Modelle für Halbleiter und Isolatoren vorhanden, spezielle Modelle auf Anfrage.



Konfokalmikroskop incl. Interferometer

Konfokalmikroskop mit integrierten Mirau-Interferometer von Leica Typ DCM3D. Konfokale Vergrößerungen 100, 200, 500 und 1500-fach, Interferometer 500-fach. Auflösungen liegen konfokal bei etwa 1 nm, mittels Interferometer deutlich darunter.





Reflektometer Leica

Reflektometer von Leica zur Schichtdickenmessung insbesondere von Oxiden



Schnellheiztools

RTP (Rapid Thermal Processing) SHS 1000 von AST zur Herstellung von Oxiden und zum Tempern. Nur für sehr reine Wafer.



Es handelt sich hier um zwei vom MBE selbst gebaute RTPs. Das rechte System ist für Temperaturen bis etwa 950°C und zum Tempern von Metallen geeignet, das Linke bis 1100°C, saubere Wafer (keine Metalle). An beiden Geräten sind die Gase N_2 , Ar, O_2 und N_2H_2 verfügbar.



Polyimidofen

Polymidofen Centrotherm zur Langzeittemperung bis 900 °C, Proben bis 4-Zoll, angeschlossene Gase: N_2 , Ar



Reaktive Ionenätzanlage

Reaktive Ionenätzanlage von Alcatel, ein Einzelwaferensystem für Proben bis 4-Zoll, angeschlossene Gase: O_2 , Ar, SF_6 , CHF_3 , zum Ätzen von Metallen, Halbleitern und Isolatoren, 300W Generator, Quarz- und Alu-Teller, heizbarer Rezipient, Drehschieber+Turbopumpe, Basisdruck 1.0×10^{-6} mBar

PECVD

Plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD) Oxford Plasmalab 90, Proben bis 4-Zoll, Teller bis 400 °C heizbar, Loadlock, Turbo-pumpe an der Kammer, angeschlossene Gase: N₂, Ar, He, O₂, N₂O, C₂F₆, H₂, SiH₄, GeH₄, TEOS, Drehschieber+Roots-Pumpe



Sputteranlage

Kathodenzerstäubungsanlage Leybold Z590 zum Sputtern von Metallen und Isolatoren (DC 5.0 kW und RF 2.5 kW), Proben bis 8-Zoll, 4 Targetplätze, Magnetronsputtern durch Homogenitätsblenden, Strahlungsheizer bis 450 °C, Co-Sputtern von zwei Targets mit unterschiedlichen Leistungen, angeschlossene Gase: Ar, N₂, O₂, verfügbare Materialien: AlSi, Ta, Hf, BN, Ti, W, Si, CoSi, andere Materialien auf Anfrage, Drehschieber+Turbopumpe, Loadlock, LN₂-Kühlfalle, Basisdruck 2.0 x 10⁻⁷ mBar.



Elektronenstrahlverdampfer

Elektronenstrahlverdampfer Balzers BAK 610 mit zwei Verdampfern, ein 4-fach Revolvertiegel, ein Einzeltiegel, Co-verdampfbar, Proben bis 4-Zoll, verfügbare Materialien: HfO₂, Sb, Al, Cr, BN, Ni, Ti, Ta, Ta₂O₅, Zn, Mg, Si₃N₄, CaF, LaF, Al₂O₃, La₂WO₄, SrTiO₃, AlPO₄, LaAlO₃, andere Materialien und Probengrößen auf Anfrage, Drehschieber+Öldiffusionspumpe, LN₂-Kühlfalle, Basisdruck 5.0 x 10⁻⁷ mBar.



Horizontalofensystem Oxidation und LPCVD

Horizontalofensystem Centrotherm „Europa 2000“ mit LPCVD mit folgender Bestückung der Anlage:

- Oben: SiC-Rohr bis 1285 °C, Oxidation trocken und feucht, Feuchtoxidation mit Steamer (Wasserdampf aus DI-Wasser) oder Hydrox-Brenner (Wasserdampf aus H₂ und O₂ verbrannt).
- Darunter: Polysilizium-Rohr, dotiert und undotiert, amorph und polykristallin, n und p mittels Phosphin und Diboran sowie mit Sauerstoff dotiert als SIPOS.
- Darunter: Nitrid-Rohr, stöchiometrisch (Si₃N₄) und Si-reiches Nitrid mit niedrigen Verspannungen d.h. „low-stress-nitride“ herstellbar (kompressiver und tensiler Schichtstress).
- Darunter: LPCVD-TEOS-Rohr, Tieftemperatur-Oxide, momentan noch ohne Plasma-Unterstützung, Temperaturen ab 450°C.

Alle Rohre für 200 mm ausgelegt, Einsatzboote für rechteckige Solarwafer, runde 150 und 100 mm sowie 2“ und 3“ vorhanden. Alle Oxidationsrohre haben einen DCE-Bubbler eingebaut, um eine hochtemperatur-Reinigung mit Chlor zu ermöglichen. Damit erreicht man eine gute Metallionenfreiheit.

Die Anlage ist im Rahmen einer Kooperation mit Fa. Centrotherm im LNQE-Forschungsbau aufgestellt.





Vertikalofensystem

Vertikalofensystem Verticoo 200 von Centrotherm, Oxidationsrohr, vertikal, Oxidation trocken und feucht, Feuchtoxidation mit Steamer (Wasserdampf aus DI-Wasser) oder Hydrox-Brenner (Wasserdampf aus H_2 und O_2 verbrannt). Scheibengröße 150 und 200 mm, mit Adaptern auch 100 mm und „Stückchen“, Vollhandlingsystem, aber auch manuell bedienbar. Alle Oxidationsrohre haben einen DCE-Bubbler eingebaut.

Die Anlage ist im Rahmen einer Kooperation mit Fa. Centrotherm im LNQE-Forschungsbau aufgestellt.



Ionenimplantation

Ionenimplanter von Varian, Mittelstromanlage, 5-200 keV Beschleunigungsspannungen, 10-2000 μA Strahlstrom, Proben bis 4-Zoll, verfügbare Gase: Ar, AsH_4 , PH_3 , BF_2 , Feststoffquellen möglich, Drehschieber+Öldiffusionspumpen, LN_2 -Kühlfalle, Basisdruck 1.0×10^{-6} mBar.



Wafer-Probe Station

Wafer-Probe Station Cascade Summit 11000 zur elektrischen Charakterisierung von Proben bis 8-Zoll, Chucktemperaturen -65 °C bis 200 °C, digitales Kamerasystem mit 3CCD-Einheiten für drei unterschiedliche Vergrößerungen in Echtzeit.



III-V Compact 21 MBE System

Ultrahochvakuum (10^{-11} Torr) Molekularstrahlepitaxie Anlage von RIBER zum Wachsen von hoch qualitativen Galliumarsenid basierten III-V Verbindungshalbleiter Schichtsystemen.

Verfügbare Materialien: Ga, As, Al, In
Dotierstoff: Si (n-Typ)

Gerät vom Exzellenzcluster QUEST

REM

Das Zeiss DSM 940A ist ein Rasterelektronenmikroskop mit einer Wolfram-Glühkathode als Strahlenquelle. Es ist mit einer Bildeinzugseinheit ausgerüstet, welche es ermöglicht, Bilder in 100 Megapixeln zu erzeugen, und verfügt über 4 Everhardt-Thornley-Detektoren.

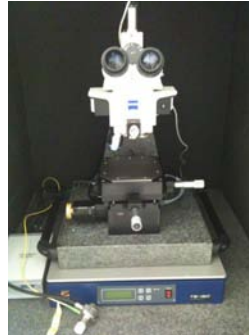
Gerät vom Institut für Mess- und Regelungstechnik



AFM

Das Rasterkraftmikroskop (AFM) SIS UltraObjective lässt sich im kontaktlosen Modus und im Kontaktmodus betreiben und ist in einem Zeiss Mikroskop integriert, das sich sowohl als normales Lichtmikroskop als auch als Phasenkontrast und Dunkelfeldmikroskop betreiben lässt.

Gerät vom Institut für Mess- und Regelungstechnik



Heißpräganlage

Die Heißpräganlage HEX 03 ist eine Präzisionsanlage zum Prägen und Warmabformen von mikrostrukturierten Werkzeugen in thermoplastische Kunststoffe (Polymere) mit Aspektverhältnissen bis 500.

Gerät vom Institut für Mess- und Regelungstechnik



4-Spitzen STM/SEM

Nanotechnologie-Großgerät 4-Spitzen STM/SEM von Fa. Omicron, das die Vorteile eines Rasterelektronenmikroskops (SEM) mit denen eines Rastertunnelmikroskops (STM) verknüpft und durch Aufsetzen der Spitzen auf Nanostrukturen elektrische 4-Punkt-Messungen im Ultrahochvakuum erlaubt

Gerät vom Institut für Festkörperphysik, Abteilung Atomare und Molekulare Strukturen



Wellenlängemessgerät

Wavelength meter HF-ANGSTROM WS/U-2 von TOPTICA Photonics, 350-1120 nm, mit Multichannel Option und Laser Control Option.





Leibniz Universität Hannover
Laboratorium für Nano- und Quantenengineering
Schneiderberg 39
30167 Hannover
Germany

www.LNQE.uni-hannover.de