



DNA als Baustein für Nanomaschinen (s. Seite 2)

Nanosystems NEWS

Ein herzliches „Danke schön“!

Auch diese Ausgabe der Nanosystems News berichtet über viele neue Aktivitäten und großartige Erfolge rund um das Thema „Nano“. Aus meiner Sicht laufen die Dinge bei NIM wie geschmiert. Grund genug, um ab November 2015 nach nunmehr ACHT Jahren die Koordination von NIM in andere Hände zu legen.

Mein ganz herzlicher Dank gilt zunächst allen Mitgliedern von NIM, dem NIM-Vorstand und dem NIM Advisory Board. Besonders möchte ich mich für die hervorragende Unterstützung durch die



NIM-Geschäftsstelle, allen voran bei Herrn Dr. Peter Sonntag bedanken. Tausend Dank an die Hochschulleitungen der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), der Technischen Universität München (TUM) und der Universität Augsburg sowie an das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft.



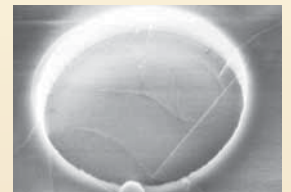
Baustelle des neuen Nano-Instituts

Die Errichtung zweier hochmoderner Gebäude für Nanoforschung, das ZNN an der TUM in Garching und aktuell das Nano-Institut der LMU am Englischen Garten (siehe Bild) stellen absolute Highlights der lokalen Forschungsförderung dar. Diese nachhaltigen Infrastrukturmaßnahmen werden dafür sorgen, dass die Münchner Nanoforschung auch in Zukunft international kompetitiv sein kann.

Jochen Feldmann
Kordinatorator von NIM

Inhalt

Seite 3
Präzise und lokale
Therapiemöglichkeit bei
Lungenkrebs

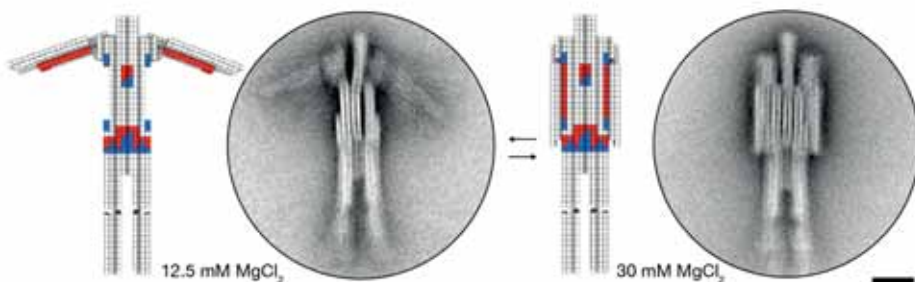
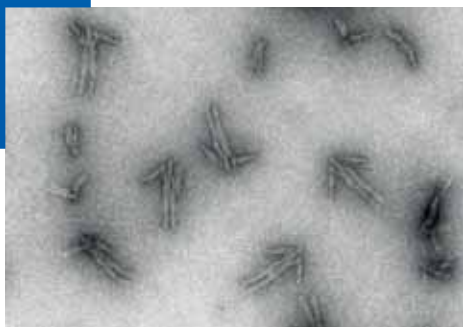


Seite 5
PhD und dann?



Seite 7
Startschuss in Hongkong





Elektronenmikroskop-Aufnahmen und schematische Zeichnungen der Nanoroboter (100nm)

Werkzeugkasten für den Bau beweglicher DNA-Nanomaschinen

Winkender Nanoroboter signalisiert neue Flexibilität im „DNA-Origami“

NIM-Wissenschaftler haben in der Fachzeitschrift *Science* neue DNA-Nanooobjekte vorgestellt: einen Roboter mit beweglichen Armen, ein Buch, das sich öffnet und schließt, ein schaltbares Zahnrad und einen Aktuator - faszinierende Objekte, die einen völlig neuen Ansatz zeigen, dreidimensionale DNA-Bausteine zu verbinden und zu konfigurieren. Die neue Technik bereitet den Weg für anwendbare Nanomaschinen mit beweglichen Teilen.

Grundlage des „DNA-Origami“, so die an die japanische Kunst des Papierfaltens angelehnte Bezeichnung des Forschungsgebiets, ist die Methode der DNA-Basenpaarung, um einzelne in einer Flüssigkeit gelöste DNA-Stränge und Baugruppen mit anderen zu verbinden. Nun präsentieren die Forscher um Prof. Hendrik Dietz (TU München) einen neuen „Klebstoff“. „Wenn man mit DNA-Basenpaaren baut, erhält man stabile Bindungen, die aber schwer wieder zu lösen sind“, erklärt Dietz. „Bisher musste man deshalb bewegliche Strukturen

sehr einfach gestalten, um mit möglichst wenig Basenpaaren auszukommen. Diese Beschränkung fällt jetzt weg.“

Bio-inspirierte Flexibilität

Für die nun in *Science* präsentierten Experimente ließen sich Dietz und seine Mitautoren von einem Mechanismus inspirieren, mit dem Nukleinsäuremoleküle sich mit schwächeren Wechselwirkungen als mit Basenpaaren aneinander binden. Beim Bau einer beweglichen DNA-Nanomaschine programmieren die Forscher zunächst die Selbstmontage der dreidimensionalen, zueinander passend geformten Bausteine. Dann lässt sich ein schwacher, im Nahbereich wirkender Bindungsmechanismus – das Stapeln von Nukleinbasen – aktivieren, um diese Einheiten korrekt einzurasten.

Mit drei verschiedenen Methoden lassen sich die Form und die Aktion der so erzeugten Objekte steuern. „Damit steht uns jetzt ein Portfolio von Wechselwirkungen mit klar abgestuften Bindungsstärken zur Verfügung, um mehrere Komponenten präzise in ge-

wünschter Weise relativ zueinander zu positionieren“, erklärt Dietz.

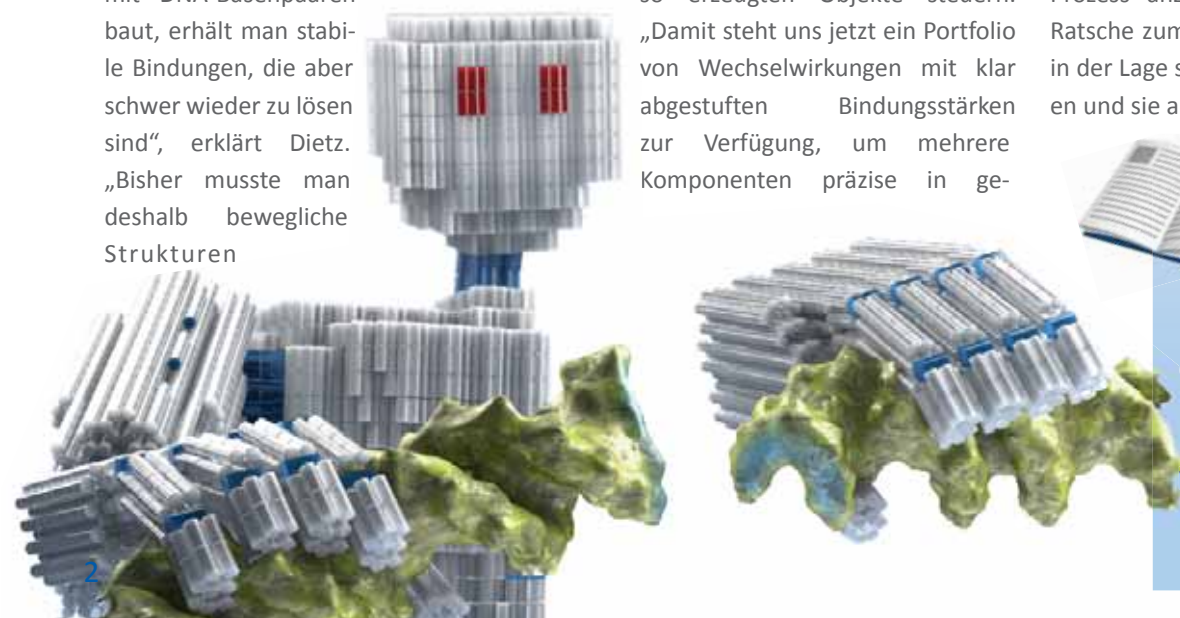
Anhand transmissionselektronen-mikroskopischer Aufnahmen eines der Form eines Menschen nachempfundenen Nanoroboters können die Forscher belegen, dass die Teile exakt wie vorgesehen zueinanderpassen. Die Bilder zeigen zudem, wie eine einfache Steuerungsmethode, nämlich die Veränderung der Konzentration positiver Ionen in der Lösung, aktiv zwischen verschiedenen Konfigurationen umschalten kann: Zerlegt oder montiert, sowie mit geöffneten oder seitlich ruhenden Armen. Bisherige schaltbare Nanooobjekte nutzten sich schon nach ein paar Schaltzyklen ab. Die Arbeit von Dietz beschreibt nun einen scherenartigen Aktuator, der über einen Zeitraum von vier Tagen mehr als tausend Schaltzyklen absolvierte, ohne Anzeichen von Alterung zu zeigen.

„Das zyklische Aufheizen und Abkühlen wäre ein Weg, um Energie in das System zu bringen“, ergänzt Dietz. „Wenn es uns noch gelingt, das Auf- und Zuklappen unserer Objekte an einen kontinuierlichen Prozess anzukoppeln – wie bei einer Ratsche zum Beispiel –, dann sollten wir in der Lage sein, Nanomaschinen zu bauen und sie auch anzutreiben.“

Veröffentlichung

Dynamic DNA devices and assemblies formed by shape-complementary, non-base pairing 3D components.

Thomas Gerling, Klaus F. Wagenbauer, Andrea M. Neuner, and Hendrik Dietz.
Science, 27 March, 2015



Präzise und lokale Therapiemöglichkeit bei Lungenkrebs

Medizinische Nanopartikel

Nanopartikel können als zielgesteuerte Transportvehikel für Medikamente bei Lungenkrebs fungieren: Wissenschaftler des Helmholtz Zentrums München (HMGU) und der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) haben in einem gemeinsamen Projekt im Exzellenzcluster NIM (Nanosystems Initiative Munich) spezielle Nanotransporter entwickelt, die Wirkstoffe gezielt an ihrem Wirkungsort in der menschlichen Lunge freisetzen. Im Tumorgewebe der Lunge führte dieser Ansatz zu einer deutlich gesteigerten Effektivität derzeitiger Wirkstoffe, berichten die Wissenschaftler in der Fachzeitschrift "ACS Nano".

Nanopartikel sind kleinste Teilchen, die bis in entlegene Körperpartien vordringen können. In der Forschung werden verschiedene Ansätze erprobt, wie Nanopartikel medizinisch genutzt werden können – beispielsweise um Substanzen an einen speziellen Ort zu befördern.

Gezielter Wirkstofftransport erstmals an men- schlichen Zellen nachgewiesen

Die Münchner Wissenschaftler haben Nanotransporter entwickelt, die den mitgeführten Wirkstoff nur in einem bestimmten Milieu freisetzen – und zwar im Bereich eines Lungentumors. Damit konnte das Team um Silke Meiners, Oliver Eickelberg und Sabine van Rijt vom Comprehensive Pneumology Center (HMGU) gemeinsam mit Kollegen des Departments Chemie (LMU) um Thomas Bein den gezielten Wirkstofftransport durch Nanopartikel erstmalig auch an menschlichen Lungenzellen nachweisen.

Tumor-Eiweiße setzen Wirkstoff aus dem Nanotransporter frei

In Tumorgewebe der Lunge finden sich hohe Konzentrationen bestimmter Proteasen - Enzyme, die Proteine spezifisch abbauen und zerschneiden können. Diese machten sich die Wissenschaftler zunutze, indem sie die Nanotransporter mit einer Hülle versehen, die nur von diesen Proteasen gespalten wird – erst dann wird der Wirkstoff freigesetzt.

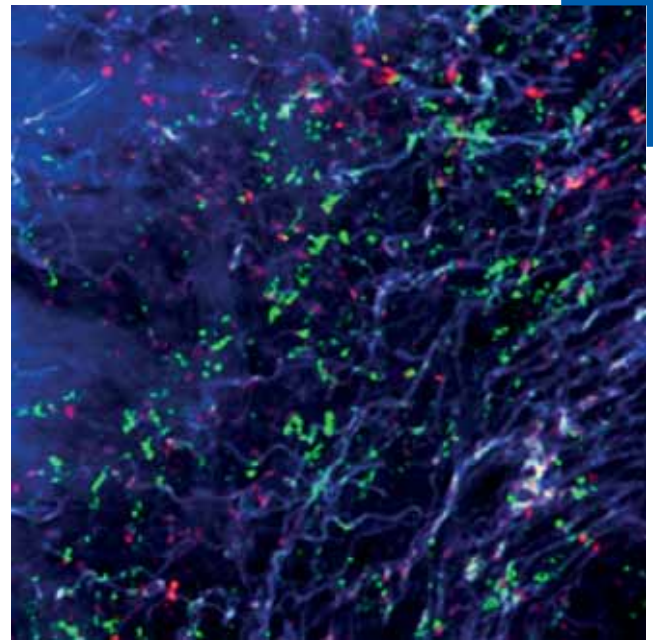
Im übrigen Lungengewebe sind die Protease-Konzentrationen zu niedrig, um eine Spaltung der

Transporthülle zu erreichen.

„Damit können wir den Wirkstoff, beispielsweise ein Chemotherapeutikum, ganz gezielt am Wirkungsort, also im Tumor, freisetzen“, erklärt Forschungsgruppenleiterin Meiners. „Wir konnten so eine zehn- bis 25-fache Steigerung der Effektivität des Wirkstoffs im Tumorgewebe beobachten. Gleichzeitig bietet dieser Ansatz auch die Chance, die Gesamtdosis von Medikamenten zu reduzieren und damit unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden.“

Weitere Studien werden nun die Sicherheit der Nanotransporter in vivo und die klinische Wirksamkeit im Tumormodell überprüfen. ■

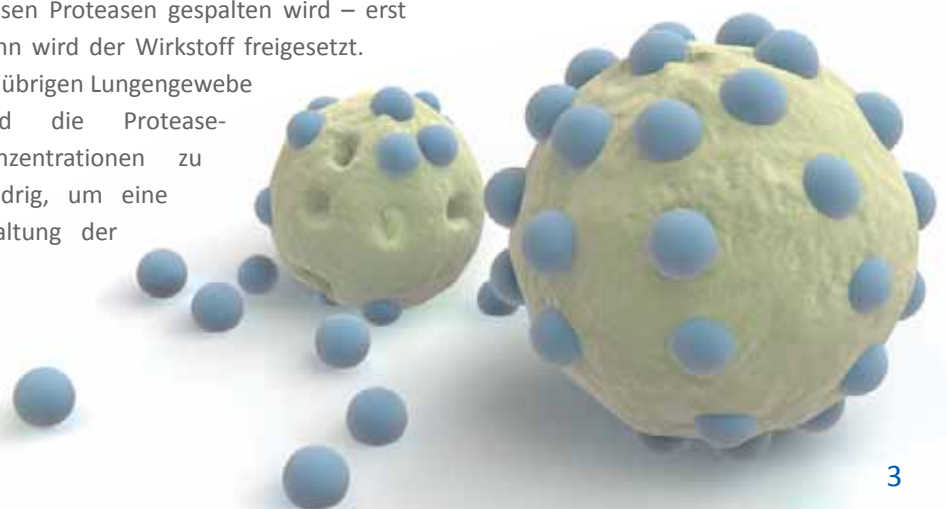
Quelle: Helmholtz Zentrum München

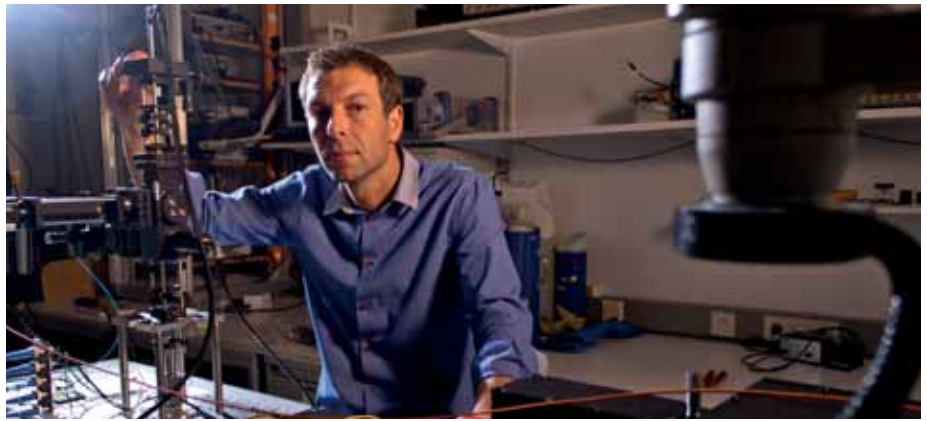
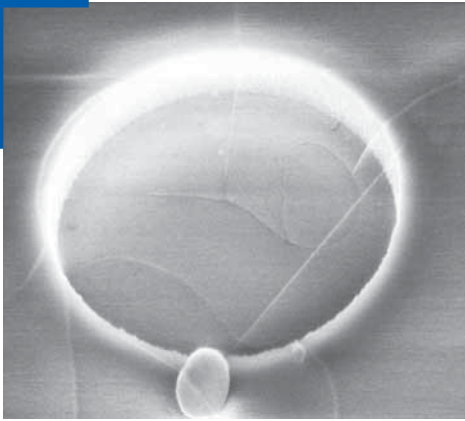


Lungentumorgewebe

Veröffentlichung

Protease Mediated Release of Chemotherapeutics From Mesoporous Silica Nanoparticles to Ex Vivo Human and Mouse Lung Tumors. Sabine H. van Rijt, Deniz A. Bölükbas, Christian Argyo, Stefan Datz, Michael Lindner, Oliver Eickelberg, Melanie Königshoff, Thomas Bein, and Silke Meiners. ACS Nano, 2015, 9 (3), pp 2377–2389





(1.) Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme von Nanoröhren über einer perforierten Silizium-Oberfläche

Startfinanzierung für Nano-Hängebrücken

Prof. Alexander Högele ergattert ERC Starting Grant durch das NIM Seed Funding

Die Nanosystems Initiative Munich (NIM) stellt einen Teil ihres jährlichen Budgets für besonders kreative Forschungsprojekte ihrer Mitglieder zur Verfügung. Dieses so genannte Seed-Funding soll es den Wissenschaftlern ermöglichen, die Umsetzung von Ideen auszuprobieren. Mit dem Geld sollen die Ideen möglichst so weit entwickelt werden, bis Aussicht auf eine Anschlussfinanzierung durch andere Geldgeber besteht.

Hauchdünne Hängebrücken

Auf ein Musterbeispiel für erfolgreiches Seed-Funding kann Alexander Högele stolz sein. Ziel des Junior-Professors an der Fakultät für Physik der LMU München war es Kohlenstoff-Nanoröhren herzustellen, die über einige Mikrometer hinweg frei schweben, quasi eine „Nano-Hängebrücke“. Dadurch können die Röhren, deren Wände nur eine Atomlage dick sind und deren Durchmesser etwa einen Nanometer beträgt, besser physikalisch untersucht

werden. Einflüsse der Umgebung, etwa von einer Unterlage, werden durch die Brückenkonstruktion reduziert. Högele konnte mit Hilfe von Seed-Funding-Mitteln einen Doktoranden über zehn Monate finanzieren. „Das war sehr hilfreich für eine kleine Gruppe ohne großen Personalpuffer“, sagt Högele. Die Mitarbeiter verwirklichten das Ziel in wenigen Monaten.

Der Rubel rollt

Mit dem Ergebnis konnte Högele dann einen Antrag beim Europäischen Forschungsrat (ERC) einreichen. Der Physiker ist immer noch begeistert: „Das Seed-Funding kam genau zur richtigen Zeit.“ Es gelang ihm damit letztlich einen „ERC Starting Grant“ einzuwerben. Aus 35.000 Euro von NIM wurden so rund 1,75 Mio. Euro. Neben der Finanzierung von Geräten, Verbrauchsmitteln und Reisen

kann Högele damit das Gehalt von drei Doktoranden und einem Post-Doktoranden über fünf Jahre bezahlen. Das erlaubt den Physikern ein spannendes Projekt anzugehen, für das sie die schwebenden Nanoröhren einsetzen.

Von Photonen & Phononen

In Zukunft möchten sie die Kopplung zwischen Licht und den Elektron-Loch-Paaren (Exzitonen) dazu nutzen, auch mechanische und magnetische Freiheitsgrade von halbleitenden Nanoröhren zu untersuchen. Das Exziton soll dabei als eine Art Bindeglied zwischen den elementaren Anregungen von Licht und Festkörper fungieren, also die Kopplung zwischen Photonen und Spins (elementare magnetische Anregungen) beziehungsweise Phononen (elementare mechanische Anregungen) vermitteln.

Die Experimente sollen unter anderem die Grundlagen für die Verwendung von Nanoröhren in Zukunftstechnologien wie Quantenkryptographie und Quantenmetrologie erarbeiten. ■



Zu Besuch bei griechischen Göttern am DESY in Hamburg

Die Doktorandinnen Melanie Stamp und Isabella Almstätter berichten über die NIM-GP Exkursion zu einem der weltweit führenden Beschleunigerzentren

Bei Hamburg denken die meisten an den geschäftigen Hafen, die Alster oder das vielfältige Kulturleben. Naturwissenschaftler haben aber noch ein weiteres Highlight im Hinterkopf: DESY, das Deutsche Elektronen-Synchrotron. Im März 2015 machten wir uns daher in einer Gruppe von zehn NIM-Doktoranden auf den Weg zu Deutschlands größtem Forschungszentrum, in dem Wissenschaftler mit Hilfe von Teilchenbeschleunigern unter anderem den Ursprung des Lebens untersuchen.

Weltberühmte Einrichtung

Unsere Spezialführung begann in der wohl bekanntesten Einrichtung, der PETRA-Halle. PETRA III ist die neueste Synchrotronstrahlungsquelle am DESY. Ihre vierzehn Beamlines werden an über 30 Arbeitsplätzen gleichzeitig genutzt, um mit neuesten Bildgebungsverfahren Strukturen auf der Mikro- und Nanometerskala zu untersuchen. Der Freie-Elektronenlaser „FLASH“ sowie „ZEUS“, ein Elektron-Proton-Kollisions-Detektor, sind größtenteils von massiven Betonwänden abgeschirmt oder im Untergrund versteckt. Aber selbst die ausgestellten Modelle im Verhältnis von 1:10 überragten uns schon deutlich und waren sehr beeindruckend.

Die griechische Göttin in der Tiefe

ZEUS ist nicht der einzige griechische Gott am DESY. 32 Meter tief in der Erde befindet sich der HERA-Tunnel, ein sechs Kilometer langer Ring, in dem bis vor einigen Jahren Elektronen und Protonen gespeichert wurden. Bei seiner Besichtigung gelten spezielle Grubenrechte, die von uns ein Ein- und Ausstempeln verlangen, um zu vermeiden, dass ein Suchtrupp alarmiert wird. So faszinierend wie der Tunnel selbst waren auch die dort untergebrachten „historischen“ De-

tektoren. Einer davon machte einst die kosmische Strahlung hör- und sichtbar, die erstaunlicherweise so tief unter der Erde und abgeschirmt durch Tonnen von Beton immer noch nachweisbar ist.

Vom Tera- in den Nanobereich

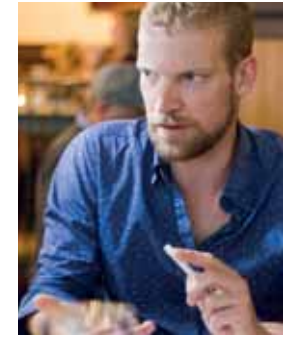
Neben all diesen Messaufbauten im Terabereich hatten wir auch die Gelegenheit, einige Nano- und Subnano-Einrichtungen im DESY-Nano-Lab zu sehen. Ergänzend nutzen die Forscher hier Röntgentechniken, um mit neuartigen Verfahren Nanostrukturen zu synthetisieren und zu erkunden. Die Möglichkeiten, die diese Kombination aus Tera und Nano eröffnen, sind enorm. Die letzte Sehenswürdigkeit war das „Center for Free-Electron Laser Science“ (CFEL), eine Gemeinschaftseinrichtung von DESY, der Universität Hamburg und der Max-Planck-Gesellschaft, in der Wissenschaftler Experimente mit ultraschnellen Röntgenstrahlen im Femtosekundenbereich durchführen.

Die Reise wurde durch einen gemütlichen Abend mit Doktoranden der Graduiertenschule PIER (Partnership for Innovation, Education and Research), einer gemeinschaftlichen Einrichtung von DESY, der Universität Hamburg und der Helmholtz-Gemeinschaft, abgerundet. In lockerer Runde konnten wir so aus erster Hand etwas über Urknallexperimente und die String-Theorie erfahren. Alles in allem war es eine wirklich spannende Exkursion, die Impulse für die eigene Promotion und die Zeit danach gegeben hat. ■

Der Film zur Exkursion ist verfügbar unter:

www.nano-initiative-munich.de/graduate-program





PhD und dann? Die Werdegänge der NIM-Alumnis - Teil 1

Wenn die Zeit als Doktorand sich langsam zum Ende neigt, stehen die meisten vor großen Entscheidungen: Industrie oder Wissenschaft? Familie oder Karriere? In unserer zweiteiligen Alumni-Serie erzählen ehemalige NIM-Doktoranden von ihrem Weg und ihren Erfahrungen.

Einmal Wirtschaft und zurück

Dr. Christoph Westerhausen – Nachwuchsgruppenleiter Biophysik, Universität Augsburg

Gegen Ende der Doktorarbeit hatte Christoph Westerhausen den Wunsch nach einem Job mit zeitlich übersichtlichen Projekten, Anwendungsbezug und schnellen Fortschritten. Bei einem Ingenieurbüro wurde er fündig und war zunächst zuständig für Messungen und 3D-Schallausbreitungsberechnungen u.a. zur Genehmigung und Abnahme von

Industrieanlagen.

Bei der Erarbeitung eines Konzepts für eine größere Messkampagne zu Infraschall und der anschließenden Projektdurchführung merkte er, wie viel Spaß ihm doch das Recherchieren, das Entwickeln von Konzepten und das forschungsnahe Arbeiten machen. Gleichzeitig bekam er das Angebot,

schon bald Abteilungsleiter zu werden.

„Ich habe mich in der Firma sehr wohl gefühlt“, so Christoph Westerhausen.

„Aber diese Position hätte mich definitiv von der inhaltlichen Auseinandersetzung mit der Arbeit weggeführt.“

Als er mitbekam, dass an seinem ehemaligen Lehrstuhl eine Stelle als Gruppenleiter im Bereich Biologische Physik/Mikrofluidik zu vergeben war, fing er an abzuwägen. Die Nachteile einer wissenschaftlichen Laufbahn liegen auf der Hand: Das Gehalt ist geringer, die Verträge kurz und die Zukunft unsicher. „Aber hier ging es um eine Stelle für immerhin drei Jahre mit der Option auf Verlängerung“, erklärt Christoph Westerhausen. „Außerdem gibt es zur Not immer einen Weg zurück in die Industrie.“

Doch momentan genießt er erst einmal, dass sein neuer Job alles vereint, was ihm Freude macht: Projektleitung, Personalverantwortung, Forschung und Lehre. ■



Christoph Westerhausen ist Gruppenleiter an der Universität Augsburg



Guter Kompromiss: Die 32-Stunden-Woche

Dr. Nina Mauser – F&E Lichtmesstechnik (Instrument Systems, München)

Als ihre Tochter Hanna auf die Welt kam, steckte Nina Mauser mitten in der Doktorarbeit. Nach acht Monaten Elternzeit arbeitete sie Vollzeit, da ihr Mann fünf Monate Elternzeit nahm. Als Hanna in die Krippe kam, reduzierte sie ihre Stundenzahl (3/4-Stelle). „Doch eine passende ausgeschriebene Teilzeitstelle in der Industrie fand Nina Mauser nicht. Daher bewarb sie sich auf Vollzeitstellen, oft auch ohne zunächst ihren Status „Mutter“ zu erwähnen. Im Bewerbungsgespräch ließ sich ihr heutiger Arbeitgeber schließlich auf eine 80%-Stelle ein.

„Es lief alles ziemlich unkompliziert“, erinnert sie sich. „Mein Mann reduzierte ebenfalls seine Stundenzahl und wir holen Hanna abwechselnd von der Krippe ab. So hat jeder Zeit für sie und keiner



Nina Mauser vereint Kind und Job

hat das Gefühl, dass er beruflich zurücksteckt.“

In ihrer Firma ist sie zuständig für die Entwicklung von Geräten für Lichtmesstechniken, wie zum Beispiel Kameras. „Mir gefällt die Arbeitsweise. Ähnlich wie in der Uni kann ich sehr selbstständig arbeiten und verbringe viel Zeit im Labor,

mit Datenauswertung, Programmieren und Simulationen.“

Auch mit den 80 Prozent ist sie nach wie vor zufrieden. „Mit 32 Stunden werde ich nicht wirklich als Teilzeit-Kraft wahrgenommen, denn ich gehe beispielsweise immer mit zum Mittagessen und bin bei fast allen Besprechungen dabei.“ ■

Abwechslung garantiert

Dr. Stephan Heucke – Unternehmensberater (McKinsey, München)

Einige Klischees zum Beraterjob kann Stephan Heucke bestätigen: So lebt auch er drei Nächte die Woche im Hotel und macht jede Menge Überstunden. „Aber dafür ist die Arbeit außergewöhnlich abwechslungsreich. Und freitags ist man im Büro am Heimatort“, betont er. „Vor allem aber sind die Kollegen alle sympathisch, so dass der Job auch in stressigen Zeiten Spaß macht.“

Schon während des Studiums hatte Stephan Heucke Berufe im Blick, die nicht dem typischen Physiker entsprechen. Als ein Mitdoktorand bei McKinsey anfang, bekam er durch ihn einen guten Einblick in das Unternehmen und bewarb

sich. Erstaunlich viele seiner Kollegen sind ebenfalls Physiker. „Wir haben viele Projekte in der Automobilindustrie oder bei High-Tech Firmen und haben dann oft den Vorteil, fachliche Inhalte leichter zu verstehen“, erklärt er.

Neben der thematischen Abwechslung schätzt er es vor allem, Einblick in ganz verschiedene Arbeits- und Lebenswelten zu bekommen. „Im Grunde sind die ersten Beraterjahre nochmal eine Ausbildung ähnlich wie die Doktorarbeit. Man lernt viel und gewinnt schnell an Erfahrung. Dadurch, dass der eigene Marktwert weiter steigt, stehen einem dann immer noch zahlreiche Wege offen, falls man nicht für immer in der Beratung bleiben will. Viele Berater wechseln fest zu einem Klienten, zu Start-up-Firmen oder machen sich selbstständig.“ ■



Stephan Heucke
Abwechslungsreiches Leben als Berater



Startschuss in Hongkong

Mit einem internationalen Workshop startete eine Kooperation zwischen NIM und dem Centre for Functional Photonics in Hongkong

Funktionale Photonik und Nanosysteme standen im Mittelpunkt des dreitägigen Workshops, den die Nanosystems Initiative Munich (NIM) gemeinsam mit dem Hongkonger Centre for Functional Photonics (CFP) im Mai veranstaltet hat. 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kamen an der City University im Hongkonger Stadtteil Kowloon zusammen, um sich über ihre Forschung auszutauschen. Eine Postersession bot den Doktorandinnen und Doktoranden - aus München kamen neun nach Hongkong - die Gelegenheit, ihre eigenen aktuellen Ergebnisse zu präsentieren.



Ausblick auf die Stadt Hongkong

Die Organisatoren konnten für den Workshop auch vier besonders renommierte externe Keynote-Sprecher gewinnen: Dmitri Talapin von der University of Chicago, Alexander Eychmueller von der TU Dresden, Hong-Bo Sun von der Jilin University in Changchun und Hiroaki Misawa von der Hokkaido University in Sapporo.

Nanokristalle & Brennstoffzellen

Dmitri Talapin eröffnete den Workshop mit einem Vortrag über künstliche nanokristalline Strukturen. Anders als herkömmliche Festkörper können sie in Bezug auf ihre elektronischen, magnetischen, optischen und katalytischen Eigenschaften maßgeschneidert hergestellt werden. Talapin zeigte, wie insbesondere die Fabrikation von elektronischen, thermoelektrischen und Photovoltaik-Bausteinen von der Methode profitieren kann.

Hiroaki Misawa widmete seinen Vortrag der künstlichen Photosynthese unter Zuhilfenahme von Plasmonen, also von Schwingungen der Elektronen in Festkörpern. Ein von ihm entwickeltes Verfahren zur Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff nutzt gleichzeitig in unterschiedlichen Kammern beide Seiten eines kristallinen Substrats aus Strontiumtitanat. Mit einem ähnlichen System ist es ihm gelungen, mit



Prof. Misawa berichtet über Erfolge bei der photokatalytischen Spaltung von Wasser

Sonnenergie Ammoniak zu erzeugen. Ebenfalls mit der Energieumwandlung, nämlich mit Brennstoffzellen, beschäftigt sich Alexander Eychmüller. Die herkömmlichen Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen sind nämlich zu teuer, haben einen schlechten Wirkungsgrad und halten nicht lange genug, um kommerziell eingesetzt zu werden. Eychmüller hat nun in Hongkong ein vielversprechen-

des Kathodenmaterial vorgestellt, das auf Nanopartikeln aus Platin und Palladium basiert.

Hong-Bo Sun berichtete über ein neuartiges Laser-3D-Druckverfahren, mit dem sich unterschiedliche Objekte mit einer Genauigkeit von wenigen zig Nanometern herstellen lassen. So präsentierte er zum Beispiel eine winzige magnetisch angetriebene Turbine mit etwa zehn Mikrometer großen Rotorflügeln, eine Protein-Mikrolinse mit einstellbarer Brennweite sowie einen Mikroresonator für Miniatur-Laser.

Eine neue Kooperation

Für die am Workshop teilnehmenden Doktorandinnen und Doktoranden begann der Hongkong-Besuch schon einen Tag vor dem eigentlichen Workshop-Programm. Das Centre for Functional Photonics hatte eine umfangreiche Laborführung durch alle nano-relevanten Bereiche der City University organisiert. Der Besuch der neu eingerichteten Labore im Science Park jenseits des zentralen Campus bildete den Abschluss.

Der Workshop ist auch als Startschuss für eine neue Kooperation zwischen dem Center for Functional Photonics und NIM zu sehen. So sollen zur nächsten NIM-Winterschule (siehe Seite 12) Sprecher und Studenten aus Hongkong anreisen. ■



NIM- und CFP-Doktoranden beim Konferenz-Dinner

Widerstand zwecklos

Matthias Punk -

Von der Quantenphysik der Supraleiter

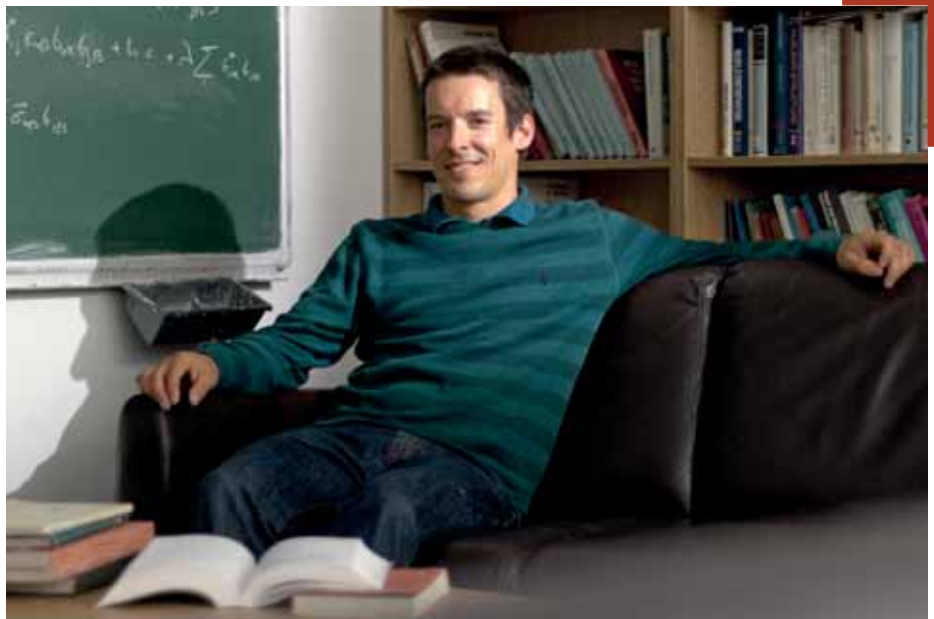
„Und was machen Sie beruflich?“ Diese Frage verständlich zu beantworten erfordert von manch einem echtes Erklärungstalent. Matthias Punk kann das bestätigen. Der 34-jährige ist seit April 2015 Professor am Lehrstuhl für theoretische Festkörperphysik der LMU und beschäftigt sich mit Quantenmechanik, speziell mit „stark korrelierten Vielteilchen-Systemen“.

Strom leiten ohne Widerstand

„Quantenmechanik bedeutet für Theoretiker vor allem Wahrscheinlichkeiten zu berechnen“, beginnt Matthias Punk. „Einfach formuliert schauen wir, was alles passieren kann, wenn viele Teilchen miteinander wechselwirken.“ Ein Beispiel für solche Vielteilchen-Systeme sind Supraleiter. Abhängig von der Temperatur und Dichte der Ladungsträger leitet das Material Strom entweder ganz ohne Widerstand oder wirkt als Isolator oder befindet sich in einer noch weitgehend unerforschten Zwischenphase.

Durch den fehlenden Widerstand ist der Stromfluss in Supraleitern sehr effizient und verläuft ohne nennenswerte Wärmeentwicklung und Energieverluste. Daher sind sie für viele Anwendungen in der Elektronik und Kommunikationstechnik interessant, aber auch für starke Magnete in der Magnetresonanztomographie.

Während herkömmliche Supraleiter mit flüssigem Helium auf wenige Grad Kelvin heruntergekühlt werden müssen, leiten spezielle Hochtemperatur-Supraleiter bereits bei so „hohen“ Temperaturen wie 100 Kelvin (- 173 °C) ohne jeglichen Widerstand. Sie bestehen aus keramischem Material und für ihre Kühlung reicht flüssiger Stickstoff, der deutlich günstiger und einfacher zu handhaben ist als flüssiges Helium.



Wilde Rechenausdrücke

Matthias Punk und sein Team möchten speziell für diese Supraleiter genauer verstehen, wie und warum sich der Widerstand in der interessanten Phase zwischen Isolationsverhalten und Supraleitung so drastisch verändert. „Für diese sogenannte Pseudogap-Phase gibt es viele experimentelle Daten, die aber oft widersprüchlich sind“, erklärt der Physiker. „Wir entwickeln theoretische Modelle, um sie einordnen und interpretieren zu können.“

Ein Hauptgrund für den elektrischen Widerstand sind Defekte im Kristall, an denen die Elektronen streuen. Ob das passiert, hängt vor allem von zwei Faktoren ab: Der Wahrscheinlichkeit, dass ein Elektron von A nach B fliegt und der, dass es an einer Störstelle streut. Einem Freund hat Matthias Punk sein Vorgehen einmal so beschrieben: „Wir summieren die Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Wege, die das Elektron durch den Kristall nehmen kann. Das gibt dann ziemlich wilde Ausdrücke, die wir ausrechnen, um detaillierte Informationen über den Widerstand eines Materials zu erhalten.“

Vertrautes München

Zur Quantenphysik kam Matthias Punk während des Physikstudiums in seiner Heimatstadt Innsbruck über die interessanten Vorlesungen von Prof. Wilhelm Zwerger. Als dieser an die TU München wechselte, folgte er Punk ihm für die Diplom- und Doktorarbeit. Und so hörte Matthias Punk auch zum ersten Mal von NIM, denn Prof. Zwerger ist eines der Gründungsmitglieder des Exzellenzclusters. Es folgten zweieinhalb Jahre als Post-Doktorand an der Harvard University und ein Jahr an der Universität Innsbruck bis er schließlich den Ruf an die LMU erhielt und in das vertraute München zurückkehrte.

„Ich freue mich sehr über die Chance, an der LMU forschen zu können“, erklärt Matthias Punk. „Die Arbeitsbedingungen sind hervorragend, was für uns Theoretiker vor allem bedeutet, dass viele gute Wissenschaftler zum Austausch vor Ort sind und dass es interessierte und motivierte Studenten gibt.“

Mit Sicherheit wird es wie zuvor sein Doktorvater auch Matthias Punk schaffen, den Nachwuchs für die Quantenmechanik zu begeistern. Das Talent, Einsteigern zu erklären, was sich dahinter verbirgt, bringt er auf jeden Fall mit. ■



Strom auf Vorrat

Aliaksandr Bandarenka – Neue Materialien zur Energiespeicherung

In Ländern wie Dänemark und den Niederlanden fegt der Wind über das flache Land und das Meer hinweg und treibt dabei unzählige Windräder an. Kein Wunder, dass hier die Forschung zu regenerativen Energien eine zentrale Rolle spielt. In seiner Zeit als PostDoc an der Technical University of Denmark und der University of Twente hatte Aliaksandr Bandarenka daher alle Möglichkeiten, die Welt dieser Energieformen und ihrer Speicherung für sich zu entdecken.

Auch in seiner Heimat Weißrussland werden regenerative Energien immer wichtiger. Bei jedem Besuch entdeckt der 34-jährige Physiker in der sanft-hügeli- gen Landschaft neue Windkraftanlagen. „Speziell in der Wind- und Sonnenenergie sehen die Leute dort eine echte Perspektive“, erklärt er. „Zudem bekommt Weißrussland auch Gelder von der EU für den Ausbau ‘grüner Technologien’ und Unterstützung von deutschen und anderen ausländischen Firmen.“

Materialien für bessere Speicherung

Seit Mai 2014 ist Aliaksandr Bandarenka Professor am Physik-Department der TU

München und NIM-Mitglied. Mit seiner Forschung geht er ein zukunftsentscheidendes Problem der regenerativen Energien an: Die Speicherung und spätere Wiederbereitstellung von überschüssig produzierter Energie.

Eine Möglichkeit ist die Umwandlung des Stroms in den Energieträger Wasserstoff über die Elektrolyse von Wasser. Dazu tauchen Elektroden in eine Lösung ein, eine Spannung wird angelegt und an der Grenzfläche Elektrode/Flüssigkeit spaltet sich das Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff. Die Zusammensetzung der Lösung und die Oberfläche der Elektroden entscheiden, wie effizient die Reaktion abläuft. In beidem steckt noch Optimierungspotential. Aliaksandr Bandarenka beschäftigt sich derzeit vor allem mit der Entwicklung von neuem Elektrodenmaterial und damit, darin sogenannte „active sites“ auf der Oberfläche zu identifizieren. Darunter versteht man die Stellen, an denen bestimmte Atome so optimal angeordnet sind, dass hier die Wasserspaltung katalysiert wird.

Blick unter die Elektroden-Oberfläche

In wenige Nanometer dünnen Kristallschichten konnte das Team bereits verschiedene Varianten eines neuartigen Materials auf Kupfer-Basis mit definierten „active sites“ herstellen und erfolgreich auf Wasserstoffproduktion testen. Die besondere Herausforderung ist es nun zu beobachten, wie effizient die Elektrolyse abläuft und wie stabil das Material ist. Dazu sind neue Methoden notwendig, die sich am besten im Team mit Kollegen verschiedener Fachrichtungen entwickeln lassen. Und so arbeitet die Gruppe von Bandarenka unter anderem eng mit Chemikern und theoretischen Physikern zusammen.

Wanderer zwischen den Disziplinen

Der Austausch mit anderen Fachbereichen ist Bandarenka vertraut. Schließlich ist er selbst ein Wanderer zwischen den Disziplinen. Nach dem Chemie-Studium in Minsk promovierte er dort in Physikalischer Chemie. Seine Postdoc-Stationen in den Niederlanden und in Dänemark führten ihn jeweils ins Physik-Department, seine Stelle als Nachwuchsgruppenleiter an der Ruhr-Universität Bochum in das Chemie-Department; und mit der Professur an der TU kehrt Bandarenka wieder zurück zur Physik.

So leicht wie der Wechsel zwischen den Disziplinen fällt dem Weißrussen auch das Leben in den verschiedenen Ländern. „Ich war selbst überrascht, wie schnell ich mich jeweils eingewöhnt habe“, erinnert sich Bandarenka. Auch seine neue Heimat Freising, München und die bayerischen Seen hat er schon erkundet und freut sich auf die Zeit hier und auf viele erfolgreiche Projekte bei NIM. ■

Hin & weg

NIM begrüßt als neue PIs:



Prof. Matthias Punk
(W2-Professur, Lehrstuhl von Delft,
Theoretische Festkörperphysik, LMU-Physik)



Prof. Aliksandr Bandarenka
(W2, Physik der Energiewandlung und
-speicherung, TUM-Physik)

NIM begrüßt als neue Mitglieder & Mitarbeiter:



Sylvia Merbitz
Assistenz, NIM Geschäftsstelle



Die Mitglieder des **NIM-Graduiertenprogramms** haben ein neues Student-Board gewählt (v.l.n.r.):

- **Linda Brützel** (LMU, AG Lipfert)
- **Claudia Lermer** (LMU, AG Lotsch)
- **Fabian Flassig** (TUM, LS Finley)
- **Matthias Pernpeintner** (TUM, AG Hübl)
- **Matthias Weiß** (U. Augsburg, AG Krenner)

Berufungen / NIM verabschiedet:

Dirk Grundler (TUM-Physik) hat einen Ruf auf eine Professur an der EPFL (Lausanne, Schweiz) zum 1.4.2015 angenommen.

Birgit Ziller geht in den Mutterschutz und danach in Elternzeit. Wir wünschen ihr und ihrer jungen Familie alles Gute und freuen uns auf Ihre Rückkehr im nächsten Jahr.

Barbara Pinto (Assistenz Geschäftsstelle NIM) ging zum 1. März 2015 nach über 25 Jahren Beschäftigung an der LMU in die wohlverdiente Rente. Wir danken ihr für ihren unermüdlichen Einsatz und wünschen alles Gute.



Ausgezeichnet!



Auf der Jahrestagung der Deutschen Bunsengesellschaft wurde **Christoph Bräuchle** (LMU) mit der Walther-Nernst-Denkünze ausgezeichnet.



Hendrik Dietz (TUM) erhält den Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis für seine Forschung über die mechanischen und strukturellen Eigenschaften von Proteinen sowie die Entwicklung DNA-basierter „Nanomaschinen“.



Bettina Lotsch (LMU) konnte für ihr Projekt „COFLeaf - Fuel from sunlight“ einen ERC Starting Grant einwerben.



Thomas Carell (LMU) wurde auf dem Nucleic Acids Partnership Development Summit in London mit der „Michael J. Gait Lectureship“ ausgezeichnet.



Peter Hänggi (Universität Augsburg) erhielt den „Distinguished scientist award and medal“ von der Ben-Gurion University of the Negev, Israel.



Die Bayerische Akademie der Wissenschaften hat **Matthias Rief** (TUM) aufgrund seiner wissenschaftlichen Leistungen als neues Mitglied gewählt.



■ 3. - 7. August 2015

NIM Conference on Resonator Quantum Electrodynamics

Organisatoren: Rudolf Gross, Gerhard Rempe, Jonathan Finley (alle TU München)

Veranstaltungsort: Literaturhaus München



■ 13. - 18. März 2016

NIM Winter School 2016

Veranstaltungsort: Kirchberg, Österreich

Das ist NIM

Die Nanosystems Initiative Munich, kurz NIM, hat sich seit ihrer Gründung im Jahr 2006 als ein international führendes Nanozentrum etabliert. Das Design und die Kontrolle künstlicher und multifunktionaler Nanosysteme sind die Grundpfeiler des wissenschaftlichen Programms des Exzellenzclusters, der unter anderem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Nanophysik, der Chemie und den Lebenswissenschaften zusammenbringt.

Der Einsatz dieser funktionalen Nanosysteme in komplexen und realistischen Umgebungen ist in der zweiten Förderphase der Exzellenzinitiative der zentrale Forschungsaspekt bei NIM.

Künstliche Nanosysteme haben ein breit gefächertes Anwendungspotenzial in Bereichen wie der Informations- und der Biotechnologie, aber auch bei der effizienten Nutzung der Sonnenenergie.

Bildnachweis

S.1 Foto Baustelle: Konrad Ibel

S.3 Mikroskopaufnahme: Sabine van Rijt, Helmholtz Zentrum München

S.8 Fotos Hongkong: Julian Schneider, CityU Hongkong

S.11 Foto Hendrik Dietz: A. Eckert und A. Heddergott / TU München

S.12 Foto, NIM Conference: Literaturhaus München, www.literaturhaus-muenchen.de

Impressum

Herausgeber

Nanosystems Initiative Munich (NIM)
Koordinator: Prof. Jochen Feldmann
Schellingstraße 4
80799 München
Tel.: 089 2180 5091
www.nano-initiative-munich.de

Redaktion

Dr. Birgit Ziller (V.i.S.d.P.)
birgit.ziller@lmu.de

Gestaltung

Christoph Hohmann
christoph.hohmann@lmu.de