# NINa-News

## Norddeutsche Initiative Nanomaterialien

Nr. 1|Januar 2012

### Editorial

*Franz Faupel, Koordinator NINa*

***Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,***

mit neuem Schwung geht die Norddeutsche Initiative Nanomaterialien (NINa) in das neue Jahr 2012. In diesem Jahr wird sich vieles für NINa ändern und ich möchte Ihnen im Zuge der ersten Ausgabe unseres neuen Newsletters gerne eine kurze Übersicht über einige der spannenden Neuerungen bei NINa geben.

Seit der Gründung des Projektes 2005 wurde es durch die Innovationsstiftung Schleswig-Holstein (ISH) unter der Leitung von Professor Block und Dr. Lüsse betreut, die auch im Beirat NINas (siehe unten) tätig sind. Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich für die engagierte Arbeit des Beirates und der Mitarbeiter der ISH bedanken, die sich NINa die vergangenen sieben Jahre über annahmen. Leider wurde 2010 die Auflösung der ISH bekannt gegeben. Es herrschte jedoch Einigkeit darüber, dass NINa fortgeführt werden sollte. Und so freue ich mich, dass sich die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) bereiterklärte, zukünftig im Rahmen des Schwerpunktes „Kiel Nano Science“ NINa zu beheimaten. Wir nutzen den Schwung, den dieser Umzug mit sich bringt, und eine Übergangsförderung der ISH, um NINa nicht nur fortzuführen, sondern ihr Angebot gleich noch zu erweitern.

So lesen Sie gerade die erste Ausgabe der neuen NINa-News, die von nun an vierteljährlich als elektronischer Newsletter erscheinen wird. Auf diesem Wege präsentieren wir Ihnen spannende Highlights der norddeutschen Forschung und Industrie aus dem Bereich der innovativen Nanomaterialien. In der ersten Ausgabe verrät die Firma nanoproofed, wie sich ihre Oberflächenoptimierung von einer steinigen zu einer steilen Erfolgsgeschichte entwickelte. Des Weiteren präsentiert Professor Rainer Herges von der CAU Kiel ein neues Molekül, das bereits für viel Aufsehen sorgte und wohl noch für einige Überraschungen gut sein wird. Zudem stellen wir eine Übersicht weiterer spannender Highlights norddeutscher Forschung und Entwicklung vor.

*Björn Gojdka*

Der Internetauftritt von NINa, der bislang sehr erfolgreich durch die ISH betreut wurde, zieht in den kommenden Monaten auf die Server der CAU um. Diesen Umzug werden wir zum Anlass nehmen, das Serviceangebot von NINa weiter auszubauen. So soll eine virtuelle Projektbörse eingerichtet werden, auf der beispielsweise Stellenausschreibungen, Praktikumsplätze oder Kooperationswünsche annonciert werden können. Der Internetauftritt und der elektronische Newsletter werden von Björn Gojdka betreut, der zurzeit an der CAU im Bereich der Materialwissenschaft promoviert und nebenberuflich wissenschaftsjournalistisch tätig ist.

*Bodo Henkel*

Neben den Neuerungen wird Bewährtes fortgeführt. Tradition haben die regelmäßigen Schwerpunktreffen bei Vertretern von Forschung und Entwicklung in Norddeutschland. So fand jüngst das 16. Symposium an der FH Lübeck statt. An dieser Stelle danke ich Bodo Henkel, der zurzeit ebenfalls an der CAU im Bereich der Materialwissenschaft promoviert, für die Organisation der Treffen. Einen Nachbericht und die Ankündigung des 17. Schwerpunktreffens finden Sie am Ende des Newsletters.

Ich wünsche Ihnen ein erfolgreiches Jahr 2012 und viel Spaß mit den neuen NINa-News.

Franz Faupel

### Immer gut beraten - NINas Beirat

Prof. Dr. Arne Bender - FH Lübeck
Prof. Dr. Wolfgang Benecke - Fraunhofer ISIT
Wolfgang Werner - VISHAY BCcomponents BEYSCHLAG GmbH
Prof. Dr. Hans-Jürgen Block - EKSH / vorher ISH
Dr. Steffen Lüsse - Ministerium S-H / vorher ISH
Prof. Dr. Karl Schulte - TU Hamburg-Harburg

# Zu Gast bei den Molekülkünstlern

**Von verdrillten Kohlenwasserstoffen bis zu röhrenförmigen Aromaten: Die Forschergruppe der organischen Chemie um Rainer Herges schneidert an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel neue Moleküle und Nanostrukturen für unterschiedlichste Anwendungen nach Maß.**

„Werfen Sie einfach vier Quadrillionen Räder und eine Quadrillion Karosserien zusammen und schauen Sie zu, wie sich die Teile von selbst zu einer Quadrillion fertigen Autos zusammensetzen." Was sich anhört wie der Wunschtraum jedes Automobilherstellers, geschieht täglich in den Labors des Molekülsynthetikers Professor Rainer Herges, der seit zehn Jahren am Otto-Diels-Institut für Organische Chemie der CAU Kiel forscht. Allerdings arbeitet er nicht an Autoteilen sondern mit Nanometer großen molekularen Bausteinen. „Unsere Spezialität ist es, Moleküle für verschiedenste Anwendungen maßzuschneidern", erzählt Herges. „Die gezielte Synthese ist hochkomplex. Dazu bedarf es einer Menge Erfahrung und toller Leute." Über beides verfügt Herges offensichtlich, der seit knapp 30 Jahren auf dem Gebiet der Molekülsynthetik arbeitet. Denn unlängst gelang es ihm, seinem reichhaltigen Molekülfundus einen neuen Star hinzuzufügen.

„Ursprünglich wollten wir einen molekularen Datenspeicher erzeugen", so Herges. Und so machten sich die Chemiker daran, ein entsprechendes Molekül zu entwerfen. „Zunächst designen wir eine Reihe aussichtsreicher Moleküle am Computer", erklärt Herges, „danach zeigt das Experiment ob die berechneten Kandidaten tatsächlich synthetisierbar sind. Die Kunst ist dabei, die richtigen Bausteine zusammenzubringen. Die Teile müssen von selbst wissen, was sie zu tun haben."

Im Falle des schaltbaren Moleküls wussten sie es - über die Resultate ihrer Bemühungen konnten die Molekülsynthetiker 2011 zusammen mit den Chemikern der Anorganik um Professor Tuczek im renommierten Fachjournal Science berichten.

Denn ihnen war es gelungen, das weltweit erste Molekül zu erzeugen, das durch Licht zwischen einem dia- und einem paramagnetischen Zustand geschaltet werden kann. Dabei sind die beiden Konstellationen bei Raumtemperatur und in Lösung stabil. Außerdem kann der Schaltvorgang ohne jede Ermüdung der Moleküle wiederholt werden – bislang sind die Forscher bei 20.000 Schaltzyklen.

Trotz des Erfolgs sieht Herges für die Idee des molekularen Speichers jedoch keine Zukunft: „Das Molekül lässt sich wunderbar schalten und wir haben auch wohlgeordnete Schichten auf Oberflächen erzeugen können. Aber wie soll der Schreib- und Lesekopf für 1,2 Nanometer große Moleküle aussehen?" Grund zur Trübsal gibt es jedoch nicht. Denn ein Mediziner brachte Herges nach einem Vortrag auf die Idee das Molekül als Kontrastmittel einzusetzen. „Dies ist ein schönes Beispiel für die Relevanz von Grundlagenforschung. Aus grundlegend Neuem folgen nützliche Anwendungen praktisch von selbst", meint Herges.

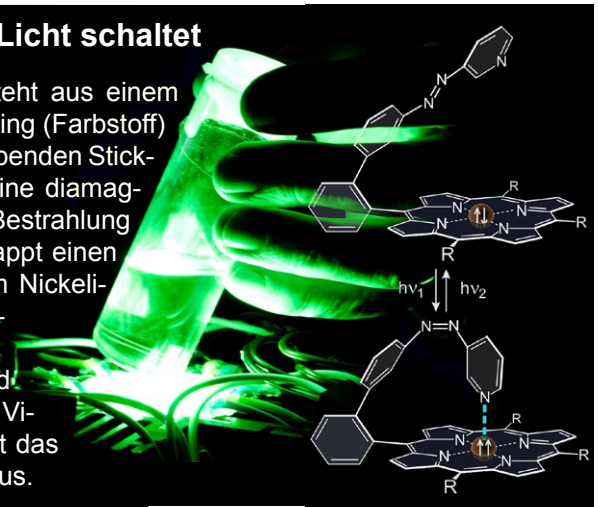
Bislang gestalten sich für Chirurgen Operationen durch einen Katheter etwa am Hirn als äußerst schwierig. Zur Durchführung müssen immer wieder Standbilder mittels Computertomographie (CT) aufgenommen werden, wobei dem Patienten regelmäßig neues Kontrastmittel injiziert werden muss. Herges erklärt das Problem: „Das Verfahren hat zwei gravierende Nachteile: Erstens ist das Kontrastmittel irgendwann überall und zweitens wird der Patient einer großen Strahlenbelastung ausgesetzt." Hier kommt das neue Molekül ins Spiel. „Wir konnten bereits experimentell nachweisen, dass unser Molekül als an- und ausschaltbares Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie (MRT) funktioniert. Damit könnte man Operationen im MRT in Echtzeit überwachen und durchführen. Das wäre ein großer Vorteil für die Operateure und Patienten." Um das Potenzial des neuartigen Kontrastmittels auszuloten sind weiterführende Tests an Tierorganen in Vorbereitung. Doch Herges Visionen gehen bereits wesentlich weiter.

*Rainer Herges mit seinem neuen Molekül*

Zukünftig sieht er das Molekül als Grundlage für eine neue Generation funktionalisierter Kontrastmittel, um medizinisch relevante Größen wie die Temperatur oder den pH-Wert eines Patienten mittels MRT räumlich darzustellen. „Mit solchen spezifischen Kontrastmitteln könnten zum Beispiel Tumore oder Entzündungen frühzeitig entdeckt werden", meint Herges. Dieses ambitionierte Forschungsziel hat er sich im Zuge des Exzellenzclusters „Materials for Life" gesetzt. Gegenüber anderen bildgebenden Verfahren hätte das neue Verfahren entscheidende Vorteile. Denn die niedrigeren Kosten und die Strahlenfreiheit des MRT würden eine Früherkennung von Tumoren durch regelmäßige Routineuntersuchungen ermöglichen. Herges ist sich sicher: „Die beste Methode Krebs zu besiegen, ist nach wie vor ihn frühzeitig zu erkennen, um ihn rechtzeitig operativ zu entfernen. Die neuen Möglichkeiten der funktionalisierten Kontrastmitteln wären wahrlich ein Segen für die Menschheit."

## Wie man Magnetismus mit Licht schaltet

Das photoschaltbare Molekül besteht aus einem Nickelion, das in einen Porphyrin-Ring (Farbstoff) eingebettet ist. Durch die vier umgebenden Stickstoffatome erlangt das Nickelion eine diamagnetische Elektronenkonfiguration. Bestrahlung mit blau-grünem Licht (500 nm) klappt einen Azopyridin-„Arm" ein, so dass dem Nickelion nun fünf Stickstoffatome gegenüberstehen. Dabei wird die Paarung zweier Elektronen aufgehoben und das Nickelion ist paramagnetisch. Violett-blaues Licht (435 nm) schaltet das Molekül zurück zum Diamagnetismus.

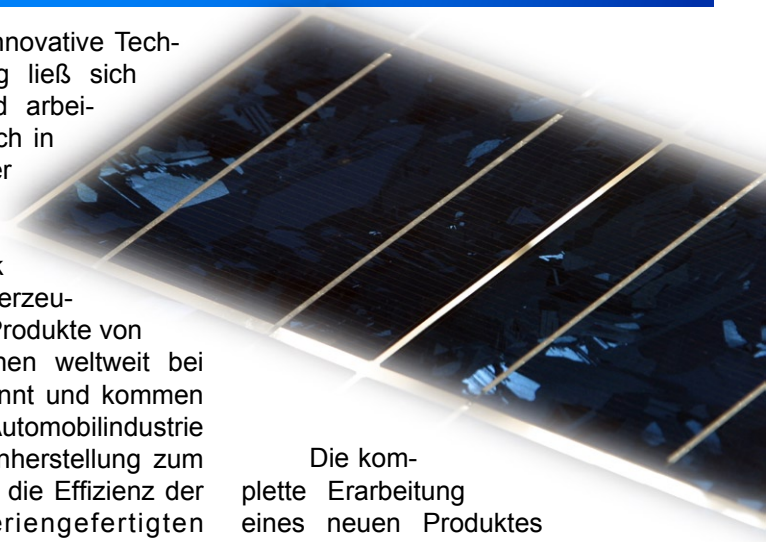


# Alles andere als oberflächlich

**Seit 2001 tüfteln Alexander Illing und seine Mitarbeiter der Firma nanoproofed daran, die Oberflächen verschiedenster Materialien für ihre Kunden individuell zu optimieren. Dabei greifen die Entwickler aus Schleswig-Holstein tief in die Trickkiste der nasschemischen Nanotechnologie und haben sich mit Ihrem Angebot einen guten Ruf auf dem Weltmarkt erarbeitet.**

Was haben eine Autofelge, ein Gartenzaun und ein Photovoltaikmodul gemeinsam? Sie alle besitzen eine Oberfläche - und sind damit ein Fall für Alexander Illing. Denn seine Firma nanoproofed hat es sich zur Aufgabe gemacht, die verschiedensten Oberflächen mithilfe nasschemischer Dünnfilmtechnologie zu optimieren: von der schmutzabweisenden Felge über den witterungsbeständigen Holzzaun bis zur effizienteren Solarzelle. Mittlerweile verfügt nanoproofed über eine Vielzahl von Produkten um Industriekunden weltweit Lösungen zur individuellen Oberflächenoptimierung aller Art zu erstellen. Ein Teil der Produkte ist auch für den Privatverbraucher erhältlich. Die grundlegende Funktionsweise der Beschichtungen ist dabei materialunabhängig: mittels Sol-Gel Verfahren wird ein sich selbstorganisierender Dünnfilm erzeugt, der sich einerseits chemisch an die Oberfläche bindet und andererseits eine funktionale Schicht aufbaut, welche die Anpassung der Oberflächeneigenschaften bewirkt. Der Film kann durch verschiedene Methoden wie Tauchen, Sprühen oder Spincoating vielseitig aufgetragen werden.

Doch trotz der mannigfaltigen Anwendungsmöglichkeiten war es ein steiniger Weg bis zur heute brummenden GmbH: „ Als wir nanoproofed 2001 als GbR gründeten, glaubten wir an das technische Potenzial der Nanotechnologie“, erinnert sich Geschäftsführer Illing. Den früheren Designer und Schornsteinfeger hatten zuvor universitäre Vorlesungen über Nanotechnologie fasziniert. „Aber Banken und Investoren zu überzeugen war ein hartes Stück Arbeit. Es mangelte einfach an Investitionsfreudigkeit für innovative Technologien.“ Doch Illing ließ sich nicht entmutigen und arbeitete sich autodidaktisch in die Möglichkeiten der Nanotechnologie zur Oberflächenanpassung ein. Dank seiner steten Überzeugungsarbeit sind die Produkte von nanoproofed inzwischen weltweit bei Industriekunden bekannt und kommen zum Beispiel in der Automobilindustrie und in der Solarzellenherstellung zum Einsatz. „Wir konnten die Effizienz der seriengefertigten Solarzellen unserer Kunden um 15 Prozent steigern“, freut sich Illing. „Dies erreichen wir zum einen durch die Erzeugung einer selbstreinigenden Oberfläche und zum anderen durch die Verringerung der Lichtreflektion.“

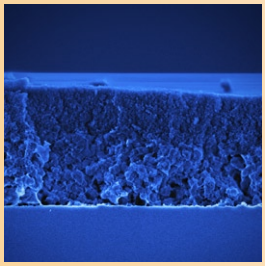


So vielfältig wie die Möglichkeiten der Beschichtungen sind auch die Kundenwünsche. Entsprechend den Forschungsanfragen kann nanoproofed auf einen Fundus von über 280 Produkten zurückgreifen. „Die individuelle Anpassung eines bestehenden Produktes erfolgt in der Regel in zwei bis drei Monaten“, erklärt Illing.

Die komplette Erarbeitung eines neuen Produktes kann hingegen bis zu fünf Jahre beanspruchen. Neben passiven Beschichtungen, wie etwa leichter zu reinigenden Oberflächen, intensiviert nanoproofed aktuell die Entwicklung aktiver Filme, die sich zum Beispiel selbst reinigen oder chemisch mit ihrer Umgebung reagieren. Für solche Entwicklungen unterhält nanoproofed zurzeit Kooperationen mit Forschern der Fachhochschulen Kiel und Hannover und intensiv mit mehreren Gruppen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Obwohl die Konkurrenz, gegen die nanoproofed sich behaupten muss, zahlreich ist, bleibt Illing gelassen: „Mittlerweile werden wir in einem Atemzug mit dem großen Unternehmen aus dem Saarland genannt. Unsere Produkte und insbesondere der Service unserer Mitarbeiter konnten die Kunden immer wieder überzeugen.“ Denn nanoproofed sieht sich nicht als reinen Lieferanten von Beschichtungsprodukten. Ziel des Unternehmens sei es, dem Kunden Komplettlösungen von der Idee über die Herstellung bis zur fertigen Beschichtung zur Verfügung zu stellen, erklärt Illing. Um die Lücke zwischen der Forschung und dem Endkunden zu schließen, arbeitet nanoproofed daher seit kurzem an der Konstruktion ganzer Beschichtungsanlagen, die zum Beispiel die Oberflächen von Solarmodulen vollautomatisch behandeln. „Wir möchten dem Kunden nicht lediglich etwas verkaufen, sondern er soll damit auch zurechtkommen“, meint Illing.

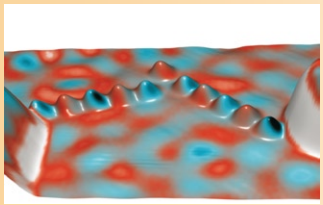
# Norddeutsche Nano-Highlights



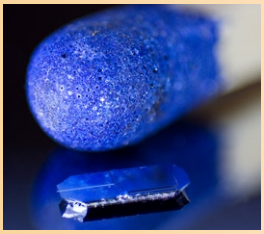
Mittelpunkt der Arbeit des Instituts für Werkstoff- und Oberflächentechnologie (IMST) an der Fachhochschule Kiel ist die anwendungsnahe Entwicklung von Schichten mit definierten funktionellen Eigenschaften. Dafür werden mit Blick auf die Anwendung kostengünstige und skalierbare naß- oder elektrochemische Methoden verwendet. Für die Funktion der Schichten spielen Nanoteilchen eine große Rolle. Jüngst entwickelten die Forscher des IMST um Professor Es-Souni ein neues, günstiges Verfahren zur Herstellung von photokatalytischen Schichten, die auf TiO2 Nanopartikeln basieren. In einem weiteren Projekt entwickelte die Gruppe eine hochtemperaturfeste Beschichtung für den Dauereinsatz in energieeffizienten Heizbrennern der nächsten Generation.

Das Centrum für Angewandte Nanotechnologie (CAN) GmbH erforscht die Nutzbarmachung neuer Erkenntnisse aus der chemischen Nanotechnologie und der Nanoanalytik insbesondere für die Bereiche Consumables, Spezialpolymere und Health-Care. Nun werden die Nanopartikel der CANdot Serie erstmals von einem internationalen Vertriebspartner, der Firma STREM Chemicals, weltweit vermarktet. Die Partikel werden zum Beispiel in Solarzellen, in LEDs, als Fluoreszenzmarker im Medizinsektor oder zur Fälschungssicherung eingesetzt.

Vertreter der CAU Kiel, des ISIT und des HZG haben am 11. Januar einer Expertenkommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) den geplanten Cluster „Materials for Life“ vorgestellt. Angestrebt ist die Integration neuer, intelligenter Werkstoffe in multifunktionale medizinische Implantate oder Sonden um neuartige Diagnosen und Optionen der medizinischen Behandlung zu ermöglichen. So sollen neuen Materialsysteme eine kontinuierliche Überwachung und Behandlung kritischer Gesundheitszustände gewährleisten. Sprecher des Clusters ist Professor Quandt von der CAU Kiel.



Wissenschaftler der Universität Hamburg um Professor Wiesendanger konnten erstmals ein funktionierendes Spintronik-Logik-Bauteil verwirklichen, das aus wenigen magnetischen Atomen aufgebaut ist. Wie Sie im Journal *Science* berichteten benötigt das atomare Oder-Gatter beim Schalten im Gegensatz zu herkömmlichen elektronischen Bauteilen keinen Stromfluss, da nur die magnetische Ausrichtung der Atome umgeschaltet wird. Dabei könnten in zukünftigen Bauteilen der Nano-Spintronik Schaltfrequenzen bis zu 10.000 Gigahertz realisiert werden.



Forscher der Technischen Fakultät der CAU Kiel um Professor Faupel haben einen MEMS-basierten, vollintegrierbaren Magnetfeldsensor präsentiert. Dafür beschichteten sie einen kommerziellen Mikrofederbalken aus Silizium mit einem metallischen Glas. Zur Messung von Magnetfeldern nutzten die Forscher die Frequenzverschiebung des mechanischen Oszillators durch den magnetfeldabhängigen delta-E Effekt der Beschichtung aus. Aufgrund seines hohen Anwendungspotenzials stellte das Journal *Nature* den Sensor als Research Highlight vor.

# Das 16. Schwerpunkttreffen der NINa

Am 19. Januar luden die Professoren Arne Bender und Olaf Jacobs zum 16. Schwerpunkttreffen der NINa in das Kunststoff-Kompetenzzentrum (KuK) der Fachhochschule Lübeck ein. Zum Thema „der Einsatz von Nanopartikeln zur Verbesserung von Werkstoffeigenschaften“ erhielten die Teilnehmer des sehr gut besuchten Treffens aktuelle Einblicke aus Industrie und Forschung. Die Gastgeber Bender und Jacobs waren sehr zufrieden mit der Veranstaltung: „Es gab intensive Diskussionen und Austausch. Viele Teilnehmer waren begeistert zu sehen, was es gibt und was es geben könnte“, meint Bender. „Schön waren auch die präsentierten Anwendungen aus der Industrie, die zeigen, dass die Forschung auf dem Gebiet auch tatsächlich zu fertigen Produkten führt“, so Bender weiter. Sein Fazit zum Treffen: „Genau das, was man sich wünscht.“ Abgerundet wurde die Veranstaltung von einer abschließenden Besichtigung ausgewählter Labore des KuK.

Das kommende 17. Schwerpunkttreffen wird am 20. März 2012 bei der Firma nanoproofed stattfinden. Thema des Symposiums wird die nasschemische Verarbeitung von Nanofunktionsschichten sein. Nähere Informationen zu dem Treffen erhalten Interessierte rechtzeitig von dem Organisator Bodo Henkel.

*von links: Franz Faupel (NINa), Arne Bender und Olaf Jacobs (KuK)*


## Impressum

**Herausgeber**
Norddeutsche Initiative Nanomaterialien
Prof. Dr. Franz Faupel
Lehrstuhl für Materialverbunde
Technische Fakultät der CAU Kiel
Kaiserstraße 2, 24143 Kiel

**Beiträge, Gestaltung**
Björn Gojdka
Harriesstraße 35
24114 Kiel
gojdka@web.de

**Fotos**
S.1, S.2 B. Gojdka,
S.3 nanoproofed,
A. Krueger, COR_Wheels
S.4 IMST, CAN, CAU, Uni HH,
B. Gojdka