



# **Schlüsseltechnologien aus Nordrhein-Westfalen**

NanoMikro+Werkstoffe.NRW

**Einleitung**

Nano-, Mikrotechnologie und Innovative Werkstoffe 6

**Die Innovationspolitik in Nordrhein-Westfalen**

Innovationsschwerpunkte setzen –  
die Clusterpolitik in Nordrhein-Westfalen 9  
Der Cluster NanoMikro+Werkstoffe.NRW 9  
Der Wettbewerb NanoMikro+Werkstoffe.NRW 11

**Nanotechnologie**

Einführung 12  
Nanotechnologie in Nordrhein-Westfalen 15  
Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten  
aus Nordrhein-Westfalen 17

**Mikrotechnologie**

Einführung 26  
Mikrotechnologie in Nordrhein-Westfalen 27  
Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten  
aus Nordrhein-Westfalen 28

**Optische Technologien**

Einführung 34  
Optische Technologien in Nordrhein-Westfalen 35  
Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten  
aus Nordrhein-Westfalen 36

**Werkstoffe**

Einführung 42  
Werkstoffe in Nordrhein-Westfalen 42  
Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten  
aus Nordrhein-Westfalen 44



## Liebe Leserin, lieber Leser,

Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik und Innovative Werkstoffe sind zusammen mit den Optischen Technologien Schlüsseltechnologien, die entscheidend zur wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Standortes Nordrhein-Westfalen beitragen. Sie sind die Basis einer Vielzahl technologischer Innovationen: So erwarten Experten, dass im Jahr 2015 die Eigenschaften von etwa 15 bis 20 Prozent der weltweit produzierten Güter wesentlich durch Nanotechnologien bestimmt sein werden. Wesentliche Entwicklungen und Problemlösungen, z. B. im Bereich der Energie- und Umwelttechnologien und des Klimaschutzes, werden nur mithilfe von Nano- und Mikrotechnologien, neuen Werkstoffen und Optischen Technologien möglich sein. Der Einfluss dieser Technologien auf den Güter- und Arbeitsmarkt des 21. Jahrhunderts und somit auf die Gesellschaft insgesamt ist also bedeutend.

Nordrhein-Westfalen zeichnet sich durch exzellente Forschung, innovative Neugründungen und eine starke Industrie in diesen Zukunftsfeldern aus. Mehr als 3.200 Unternehmen und Forschungseinrichtungen in den Bereichen Nano- und Mikrotechnologie, Werkstoffherstellung und -bearbeitung sowie der Optischen Technologien prägen eine fortschrittliche Kultur interdisziplinärer Zusammenarbeit, in der sich Wissenschaftler wie Unternehmer engagieren und in Fachnetzwerken austauschen. Diese Stärken bauen wir konsequent aus.

NanoMikro+Werkstoffe sowie die Optischen Technologien bilden einen der Förderschwerpunkte der Politik des Landes; bis 2015 investieren wir zusätzlich weit über 100 Millionen Euro in Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet. Zentrale Zukunftsthemen stehen dabei im Fokus, beispielsweise Fortschritte in der Energietechnik durch Nano- und Mikrotechnologie, neuartige Materialien für effiziente und umweltschonende Elektronik und vieles Weitere. Professionell unterstützt und aktiv vorangetrieben wird die regionale, nationale sowie internationale Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft dabei durch die Weiterentwicklung des erfolgreichen Clustermanagements NanoMikro+Werkstoffe.NRW.

Ich lade Sie ein: Lernen Sie die Stärken von Nordrhein-Westfalen auf dem Feld NanoMikro+Werkstoffe kennen. Diese Broschüre gibt Ihnen einen eindrucksvollen Überblick und stellt repräsentative Beispiele vor.

Ihre

A handwritten signature in black ink that reads "Svenja Schulze".

Svenja Schulze  
Ministerin für Innovation, Wissenschaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen



## Nano-, Mikrotechnologie und Innovative Werkstoffe

Nano- und Mikrotechnologie, Innovative Werkstoffe und Optische Technologien sind Querschnittsthemen und lassen sich in einer Vielzahl von Bereichen einsetzen. Sie sind damit nicht nur auf eine einzelne Branche oder Anwendung beschränkt.

Unsere heutige Zeit ist geprägt von grundlegenden Herausforderungen, wie z. B. dem Klimawandel, der Rohstoffverknappung und der Ernährung der Weltbevölkerung.

Nano- und Mikrotechnologie sowie Innovative Werkstoffe als wesentliche Instrumente für eine grundlegende Modernisierung der Industriegesellschaft können dabei ein breites Spektrum an Innovationen anbieten, das zur Bewältigung dieser Herausforderungen beiträgt.

So wirken diese Technologien schon heute dem Klimawandel entgegen, beispielsweise

- senkt die Verwendung von Leuchtdioden statt Glühlampen oder auch der Einsatz von Leichtbaumaterialien wie Kohlefasern den Energieverbrauch,
- ermöglichen hoch effiziente Solarzellen eine nachhaltige Energieerzeugung,
- werden wettbewerbsfähige Elektroautos und damit eine deutliche Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen möglich.

Nordrhein-Westfalen verfügt im Bereich der Nano- und Mikrotechnologie sowie der Innovativen Werkstoffe und der Optischen Technologien über hervorragende Kompetenzen in einem breiten Spektrum von Fachthemen. Das deutschlandweit dichteste Hochschul- und Wissenschaftsnetz in Verbindung mit der herausragenden Unternehmens- und Industrielandschaft Nordrhein-Westfalens bieten beste Voraussetzungen dafür, das Potenzial dieser Technologien zu erschließen. Zwei Faktoren sind dabei entscheidend: zum einen die Bereitschaft, über Fach- und Branchengrenzen hinweg eng zusammenzuarbeiten, zum anderen die Vernetzung der verschiedenen Akteure entlang von Wertschöpfungsketten.

## Die Innovationspolitik in Nordrhein-Westfalen

Mit 68 Hochschulen, über 500.000 Studierenden und mehr als 50 außeruniversitären Forschungseinrichtungen besitzt Nordrhein-Westfalen die dichteste Wissenschafts- und Forschungslandschaft in Europa. Gleichzeitig ist Nordrhein-Westfalen einer der wichtigsten europäischen Industriestandorte, der knapp ein Viertel des deutschen Bruttoinlandsproduktes erwirtschaftet, die Zentralen von 23 der 50 umsatzstärksten deutschen Firmen sowie mehr als 700.000 kleine und mittlere Unternehmen beherbergt.

Die Innovationsstrategie der Landesregierung hat das Ziel, Nordrhein-Westfalen bis 2015 zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissenschaftsgestützten Wirtschaftsraum unter anderem im Bereich der Nano-/Mikrotechnologie sowie der Innovativen Werkstoffe und der Optischen Technologien zu machen. Die zentralen Punkte dieser Strategie sind neben der Hochschulfreiheit die Stärkung der Spitzenforschung, die Verbesserung des Technologietransfers sowie die ressortübergreifende Abstimmung einer Clusterstrategie für den Innovationsstandort Nordrhein-Westfalen. Mit der Clusterpolitik und dem Wettbewerb zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft werden im Folgenden exemplarisch zwei wesentliche Treiber von Innovationen vorgestellt.

## Innovationschwerpunkte setzen – die Clusterpolitik in Nordrhein-Westfalen

Die Clusterpolitik der Landesregierung Nordrhein-Westfalen fördert die Kooperation von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Öffentlicher Hand entlang von Wertschöpfungsketten in insgesamt 16 Branchen- und Technologiefeldern. Diese 16 Cluster weisen ein besonders großes Potenzial für Wachstum auf und nehmen einen hohen Stellenwert für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes ein. Die Zukunftsfelder der Nano- und Mikrotechnologie sowie der Innovativen Werkstoffe und Optischen Technologien bilden einen dieser Schwerpunkte der Landesregierung.

### Der Cluster NanoMikro+Werkstoffe.NRW

Vor dem Hintergrund der enormen Potenziale der Nano-, Mikro- und Optischen Technologien sowie im Bereich der Innovativen Werkstoffe kommt es für die Forschungseinrichtungen und Unternehmen in Nordrhein-Westfalen entscheidend darauf an, ihre Chancen für eine Forschungs- bzw. Marktführerschaft zu erkennen und die eigenen Stärken entsprechend auszubauen. Der optimalen Einbeziehung und Vernetzung aller Akteure der Wertschöpfungskette kommt dabei eine zentrale Rolle zu. Nur auf diese Weise kann das Synergiepotenzial der verschiedenen Technologien optimal in erfolgreiche Produkte und Dienstleistungen verschiedener Branchen umgesetzt werden.

Das Clustermanagement NanoMikro+Werkstoffe.NRW ist daher ein zentrales strategisches Element mit dem Ziel, das Land Nordrhein-Westfalen zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensgestützten Wirtschaftsraum in diesen Technologiebereichen zu machen. Dazu gehört die Schaffung eines innovationsfördernden und -beschleunigenden Umfelds ebenso wie eine strategische Profilschärfung mit dem Ziel international sichtbarer Spitzenpositionen. Wirtschaft und Wissenschaft werden somit gleichermaßen gestärkt und strategisch besser positioniert. Darüber hinaus wird der Transfer zwischen beiden im Hinblick auf gesteigerte Wertschöpfung optimiert und gesteuert. Schließlich wird der Cluster für die Zukunftsfähigkeit der Technologiefelder sorgen, indem er sich in den Bereichen der Ausbildung des exzellenten wissenschaftlichen und technischen Nachwuchses ebenso engagiert wie in der Weiterbildung.

Somit trägt der Cluster NanoMikro+Werkstoffe.NRW entscheidend zur dauerhaften Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen in Nordrhein-Westfalen bei.



**Kontaktdaten:**

**Clustermanager NanoMikro+Werkstoffe.NRW**

Harald Cremer

Merowingerplatz 1, 40225 Düsseldorf

Telefon +49 (0)211 385459-0

E-Mail [harald.cremer@nmw.nrw.de](mailto:harald.cremer@nmw.nrw.de)

[www.nmw.nrw.de](http://www.nmw.nrw.de)

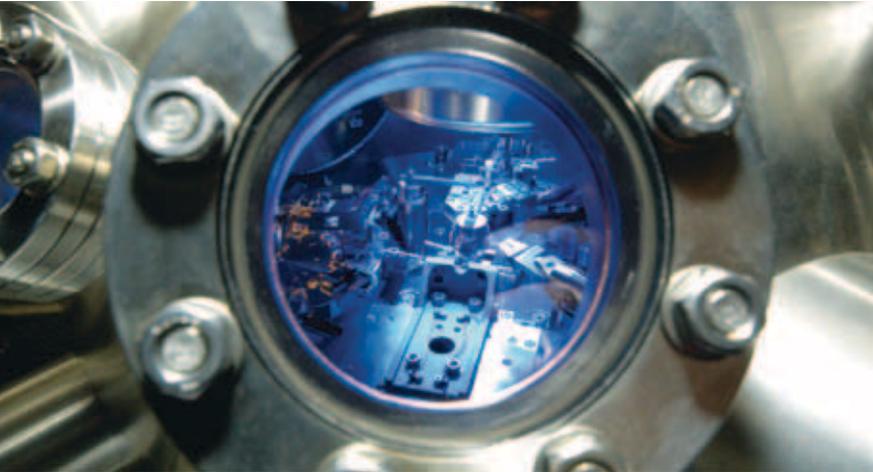
## Der Wettbewerb NanoMikro+Werkstoffe.NRW

Im Rahmen des NRW-EU Ziel 2-Programms EFRE fördert die Landesregierung Spitzenprojekte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der Nano-/Mikro- und Werkstoffentwicklung in bisher zwei Wettbewerbsrunden mit jeweils etwa 60 Millionen Euro. 2008 haben sich in der ersten Runde 15 Projekte erfolgreich um finanzielle Unterstützung beworben. Die geförderten Projekte decken das gesamte Spektrum ab, das Nano-/Mikrotechnologien und Innovative Werkstoffe heute umfassen. Viele von ihnen haben sich sehr viel versprechend entwickelt und lassen bereits innerhalb kurzer Zeit marktreife Ergebnisse erwarten.

Das Land startete im Jahr 2009 deshalb eine zweite Wettbewerbsrunde, in der sich insgesamt 20 Projekte erfolgreich beworben haben. Ein Schwerpunkt der Projekte liegt dabei auf der organischen Elektronik, genauer – den organischen Leuchtdioden. Gerade diese Technologie ist auf die Zusammenarbeit der Materialwissenschaft, der Nano- und Mikrotechnik sowie der Optischen Technologien angewiesen. Ein weiterer Hinweis auf die hervorragende Ausgangsbasis Nordrhein-Westfalens innerhalb dieser Querschnittstechnologien.

[www.ziel2-nrw.de](http://www.ziel2-nrw.de)

[www.nmw.nrw.de](http://www.nmw.nrw.de)



Einblicke in  
die Nano-  
analytik:  
Nanoprobe-  
Mikroskop.

## Nanotechnologie Einführung

### Nano – was ist das?

Nanobeschichtete, schmutzabweisende Oberflächen im Badezimmer, resistenter Nanolack auf dem Auto, innovative Nano-Transportsysteme für Medikamente zur effizienteren Behandlung – überall verheißt dieses Zauberwort verbesserte Eigenschaften oder revolutionär neue Funktionalität. Mittlerweile werden bereits Produkte allein aufgrund der Werbewirksamkeit mit dem Etikett „Nano“ versehen. Wovon geht diese Faszination aus, wo doch das Wort „Nano“ eigentlich „Zwerg“ bedeutet und im Technischen die Einheit „Nanometer“ nur einen Größenbereich – zwischen etwa einem Zehntausendstel und einem Millionstel Millimeter – kennzeichnet? Aus Sicht der Grundlagenforschung hat die Erforschung von Strukturen, die nur wenige Nanometer groß sind, einmalige Chancen eröffnet: Disziplinen, die sich in der Vergangenheit mehr und mehr spezialisiert

und daher eher voneinander weg bewegt haben, finden in den Nanowissenschaften plötzlich Gemeinsamkeiten, die zur interdisziplinären Forschung auf höchstem Niveau einladen. Physiker, die sich mit den Quanteneigenschaften von biologischen Systemen befassen; Maschinenbauer, die die Entstehung von Feinstaub in Verbrennungsmotoren analysieren; Elektrotechniker, denen es gelingt, neuartige optische und mechanische Funktionen auf einem Computerchip zu integrieren; Chemiker, die winzigste Maschinen aus Makromolekülen aufbauen, deren Funktionalität nicht nur durch chemische Bindung, sondern auch durch die Form gegeben ist; Werkstoffwissenschaftler, die zusammen mit Bauingenieuren, Verfahrenstechnikern und anderen neuartige ressourcenschonende und energieeffiziente Materialien erfinden; Biologen oder Mediziner, die gemeinsam mit Chemikern, Physikern und Elektronikspezialisten Biochips entwickeln – sie alle beschäftigen sich mit Nanostrukturen. Doch die Faszination aus der Grundlagenforschung ist nicht das Einzige, was die Nanotechnologie nach vorne treibt. Strenggenommen bedeutet „Nano“ nämlich nicht nur „klein“. Aufgrund ihrer Dimension werden die Eigenschaften von Nanostrukturen und -teilen nämlich nicht nur durch ihre Zusammensetzung bestimmt, sondern vor allem auch durch ihre Größe und ihre Form. Erst daraus entstehen völlig neuartige nutzbare Eigenschaften oder Eigenschaftskombinationen.

### Die Herausforderung

Die Nanotechnologie bietet eine bisher unbekannte inhaltliche Vielfalt und breite Branchenwirkung. Daraus resultiert eine große Herausforderung: Trotz der vielversprechenden Eigenschaften der Nanomaterialien und -strukturen und trotz der Funktionsnachweise in Forschungslaboratorien haben diese Ergebnisse bislang kaum Eingang in die großtechnische Nutzung gefunden. Zu den entscheidenden Hemmnissen gehört, neben

dem weiter auszubauenden Wissen über ihre Funktionalitäten, zum einen die mangelnde Verfügbarkeit spezifischer Nanomaterialien. Zum anderen erfordern Nanomaterialien und nanotechnologische Verfahren ganz neue Arten der Handhabung. Die Kombination solcher offenen Fragen führt dazu, dass die technische Umsetzung von Nanoforschung in die wirtschaftliche Nutzung für Unternehmen bisher schwer kalkulierbar ist, insbesondere bezüglich Verfügbarkeit und Skalierbarkeit.

### Begleitforschung

Mit der zunehmenden Produktion und dem Einsatz von synthetischen Nanopartikeln ist zukünftig auch ein vermehrter Eintrag in die Umwelt nicht auszuschließen. Im Verhältnis zu den natürlichen und durch den Menschen verursachten, aber nicht gezielt erzeugten Partikeln ist ihr Anteil in der Umwelt derzeit zwar vernachlässigbar klein. Trotzdem müssen die Auswirkungen gründlich und frühzeitig untersucht und analysiert werden, um potenzielle nachteilige Wirkungen frühzeitig zu erkennen. Das Gleiche gilt im Bereich der Gesundheit, sofern Menschen und Tiere Nanopartikeln ausgesetzt werden.

Regelmäßige Untersuchungen sichern den Schutz der Umwelt.



## Nanotechnologie in Nordrhein-Westfalen

Einer aktuellen Untersuchung<sup>1</sup> des VDI Technologiezentrums zufolge nimmt Nordrhein-Westfalen im Bereich der Nanotechnologie bundes- und europaweit einen Spitzenplatz ein.

Im Bereich der Nanotechnologie forschen in Nordrhein-Westfalen mehr als 190 Akteure an über 30 Wissenschaftsstandorten, darunter auch sechs Fraunhofer-Institute sowie zwei Max-Planck-Institute. Von dieser hervorragenden Forschungslandschaft profitieren derzeit etwa 180 Unternehmen, die sich explizit mit der Nanotechnologie auseinandersetzen.

Dabei weist die Forschungs- und Unternehmenslandschaft Nordrhein-Westfalens eine exzellente thematische Breite auf. Nanobeschichtungen, Nanoanalytik, Nanobiotechnologie, Nanoelektronik und Nanomaterialien sind nur einige der Technologiefelder, die in Nordrhein-Westfalen bearbeitet werden. Diese technologische Vielseitigkeit wird ergänzt durch ein Umfeld von Akteuren, das innovationsunterstützend tätig ist, so z. B. bei der Unternehmensgründung, der Finanzierung sowie der Vermarktung von Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung – ein perfektes Umfeld für Forschungs-kooperationen sowie Unternehmensausgründungen und Unternehmensneugründungen.

Vor diesem Hintergrund hat sich in Nordrhein-Westfalen eine kritische Masse an Nanotechnologie-Akteuren entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickelt, die regionale Kompetenzen bündelt und den interdiszi-

<sup>1</sup> Zukünftige Technologien, Consulting der VDI TZ GmbH: Strategieentwicklung für NRW im Bereich der Nanotechnologien. Stand Dezember 2009.

plinären Austausch forciert. Der Transfer in industrielle Anwendungen geschieht hier insbesondere in den zukünftig wichtigsten Innovationsbereichen Chemie, Elektronik, Energie, Maschinenbau und Medizin<sup>2</sup>.

Im Hinblick auf die Nanotechnologie-Fördersummen des Bundesforschungsministeriums (BMBF) liegt Nordrhein-Westfalen seit Jahren in der Spitzengruppe. Im bundesdeutschen Vergleich nimmt das Land die Spitzenstellung bei der Anzahl der Teilnehmer an Forschungsprojekten mit Bezug zur Nanotechnologie im derzeit laufenden 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union ein. Die bundesweite Spitzenstellung bei den derzeitigen Landesausgaben für die Nanotechnologie stellt auch die große Bedeutung dieses Bereiches für das Land Nordrhein-Westfalen dar.

#### Schwerpunkte in NRW (beispielhaft):

Technologie/Anwendungen	Märkte
Nanomaterialien	Energie
Nanobiotechnologie	Medizin & Pharma
Nanoanalytik	Chemie
Nanoelektronik	Elektronik
Nanobeschichtungen	Maschinenbau

<sup>2</sup> Laut einer Expertenbefragung des VDI-Technologiezentrums stellen die Bereiche Energie, Chemie, Elektronik, Maschinenbau und Medizin die zukünftig wichtigsten Anwendungsbereiche der Nanotechnologie dar.



## Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten aus Nordrhein-Westfalen

### Kohlenstoffnanomaterialien erobern die Märkte

Seit der Entdeckung der Kohlenstoffnanoröhren (carbon nano tubes CNT) Anfang der 90er Jahre wird das Potenzial der Röhren für eine Vielzahl von Anwendungsfeldern erforscht. In Deutschland wird diese Forschung in der Initiative Inno.CNT mit Förderung des BMBF gebündelt. So können CNT wichtige Beiträge leisten, wenn es um Energieumwandlung, -speicherung und -einsparung geht. Im Bereich der Werkstoffe lassen sich besonders leichte und dennoch zugleich stabile Werkstoffe erzeugen – vom Verbundwerkstoff bis zum Beton. Im Fokus steht zudem auch die Untersuchung und Abschätzung von Risiken, etwa wie und ob CNT in der Umwelt freigesetzt werden können und ob diese toxisch sind.

Baytubes® –  
die Carbon  
Nanotubes  
von Bayer  
Material-  
Science.

Zahlreiche Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus Nordrhein-Westfalen sind auf diesem Gebiet sehr aktiv. So baut die Bayer MaterialScience AG in Leverkusen gerade die weltweit größte Anlage zur Erzeugung von CNT. Rund 22 Millionen Euro investierte der Konzern in die Anlage, die eine Kapazität von 200 Jahrestonnen haben wird. Prognosen gehen derzeit von einem Marktwachstum für Kohlenstoffnanoröhrchen von 25 Prozent pro Jahr aus. In etwa zehn Jahren wird der Weltmarkt nach Expertenschätzungen rund zwei Milliarden Dollar betragen. Die Bayer MaterialScience AG gilt als eines der wenigen Unternehmen, die in der Lage sind, Kohlenstoffnanoröhrchen im Industriemaßstab bei gleichbleibend hoher Qualität herzustellen.

[www.inno-cnt.de](http://www.inno-cnt.de)  
[www.bayermaterialscience.de](http://www.bayermaterialscience.de)

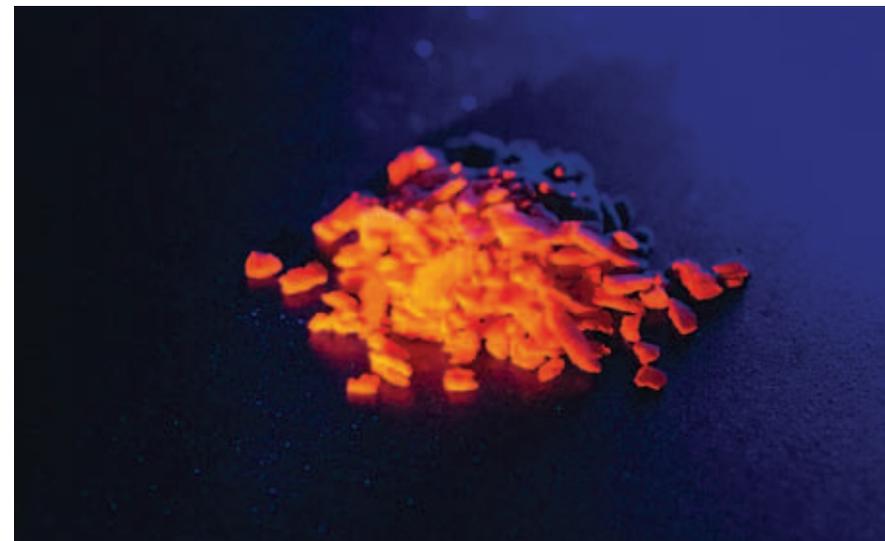
### **Nanoteilchen im technischen Maßstab für Anwendungen in der Energietechnik**

Mit dem NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ) in Duisburg wurde eine Technologieplattform geschaffen, die die Erzeugung von funktionalen Oberflächen und Materialien für den Einsatz in energietechnischen Anwendungen ermöglicht. Basis sind die bereits vorhandenen hervorragenden Möglichkeiten zur definierten und reproduzierbaren Erzeugung von Nanopartikeln: So steht am Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) eine europaweit einzigartige Technikumsanlage zur Synthese hoch spezifischer Nanopartikel im kg-Maßstab zur Verfügung. Dies ermöglicht die Entwicklung von Materialien mit reproduzierbaren und langfristig gesicherten Eigenschaften und Funktionen sowie die fundierte Untersuchung der etwaigen Wirkung solcher Nanopartikel auf Mensch und Umwelt.

Weitere Kompetenzen in den Bereichen Abscheidung von Nanopartikeln aus Aerosolen in Flüssigkeiten, Einbinden in Polymere, Beschichten, Oberflächenbehandeln, Lasersintern und Plasmaätzen werden intensiv eingebunden.

Ziel ist es, durch diese Nanoteilchen erhebliche Fortschritte in der Energietechnik zu erreichen, z. B. bei Brennstoffzellen für die Verbesserung von Katalysatoren, bei Lithium-Ionen-Batterien zur Optimierung von Kapazität und Sicherheit und in der Fotovoltaik zur Erzeugung von Solarzellen mit höherer Energieausbeute.

Das Konzept NETZ hat die Gutachter im Landeswettbewerb „NanoMikro+Werkstoffe.NRW“ überzeugt, sodass 12 Millionen Euro zur Finanzierung der dreijährigen Startphase genehmigt wurden. Darauf aufbauend hat der Wissenschaftsrat für NETZ ein komplettes Forschungsgebäude für 120 Mitarbeiter aus Chemie, Ingenieurwissenschaften und Physik bewilligt, das über eine Hauptnutz-



Fotolumineszenz von Silizium-Nanopartikeln.

fläche von ca. 3.900 m<sup>2</sup> verfügen und 2012 in Betrieb gehen wird. 43,3 Millionen Euro wurden für Gebäude, Großgeräte und Ersteinrichtung bewilligt.

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

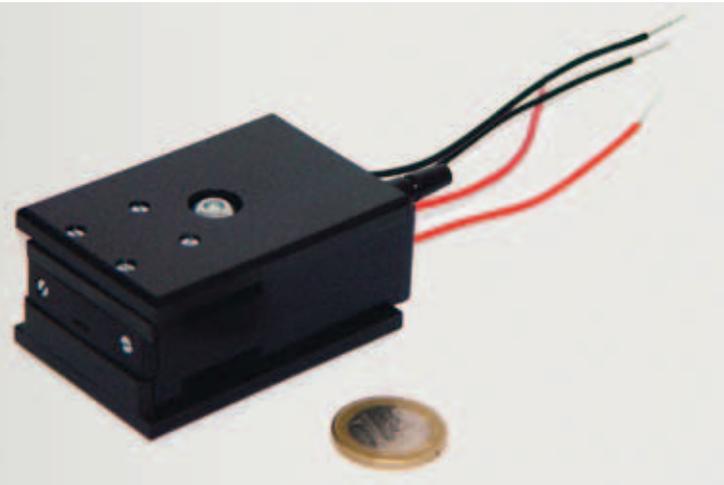
[www.uni-due.de/cenide/netz](http://www.uni-due.de/cenide/netz)

### **Begleitforschung – Auswirkung von Nanotechnologie auf Umwelt und Gesundheit**

Neben den immensen Chancen, die die Nanotechnologie eröffnet, werden auch die möglichen Risiken erforscht, die mit jeder neuen Technologie einhergehen. Dieses ist wichtig, um die Nachhaltigkeit der Nanotechnologie auch in Nordrhein-Westfalen und so deren dauerhaften Erfolg zu gewährleisten.

In Nordrhein-Westfalen sind zu diesem Thema unter anderem Wissenschaftler an den Universitäten und Kliniken in Aachen, Bielefeld, Düsseldorf, Duisburg-Essen, Münster und Paderborn aktiv. Am Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA in Duisburg gelang die Ausdeh-

Ein personenbezogenes Partikelsammelgerät, mit dem Expositionsmessungen am Arbeitsplatz durchgeführt werden können.



nung der herkömmlichen Aerosolmesstechnik in den Nanobereich, eine wesentliche Voraussetzung, um überhaupt die Konzentration der „unsichtbaren“ Nanopartikel in der Luft messen zu können. Forschungsinstitute aus Nordrhein-Westfalen sind prominent in den nationalen und europäischen Programmen zur Begleitforschung vertreten, um europaweit einheitlich den optimalen Umgang mit den Chancen und Risiken der Nanotechnologie sicherzustellen.

[www.iuta.de](http://www.iuta.de)

[www.nanopartikel.info](http://www.nanopartikel.info)



### **Peter Grünberg – eine Jülicher Erfolgsgeschichte**

Dass sich der elektrische Widerstand eines Drahtes ändert, wenn man ihn einem Magnetfeld aussetzt, war im Prinzip schon seit 1857 bekannt. Aber erst im Jahr 1988 entdeckten Peter Grünberg am Forschungszentrum Jülich und Albert Fert an der Universität Paris-Süd, dass dieser Effekt in einer ungewöhnlich hohen Größenordnung realisiert werden kann, wenn man nanometerdünne Lagen aus magnetischem und unmagnetischem Material abwechselnd aufeinanderschichtet. Für die Entdeckung dieses sogenannten GMR-Effektes (Giant Magneto-Resistance) wurden die beiden Forscher 2007 mit dem Nobelpreis für Physik geehrt. Heute, nach aufwendigen Entwicklungsarbeiten, steckt ein Riesenmagnetwiderstand-Sensor in jeder neuen großen Festplatte. Ohne die Grundlagenforschung von Grünberg und Fert wäre das nicht möglich gewesen. Der GMR-Effekt wird mittlerweile in zahlreichen weiteren Gebieten genutzt, wie etwa für Landminendetektoren, Festkörperkompassse und nichtflüchtige Massenspeicher.

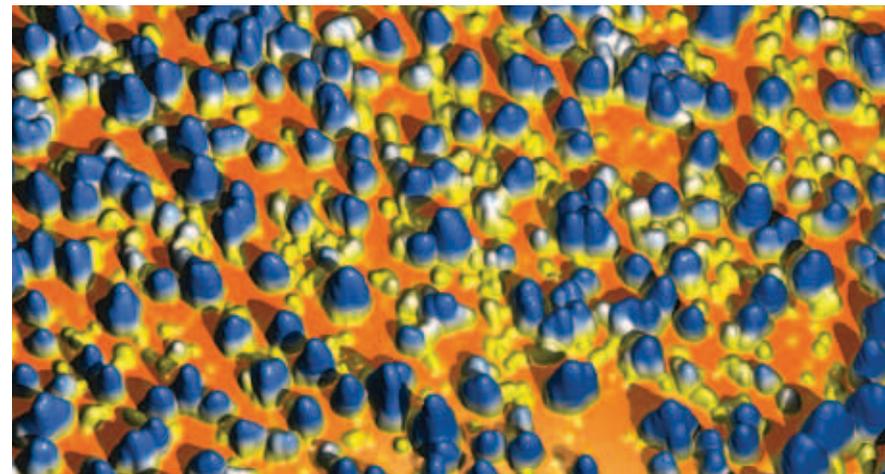
[www.fz-juelich.de](http://www.fz-juelich.de)

### **Nanobiotechnologie**

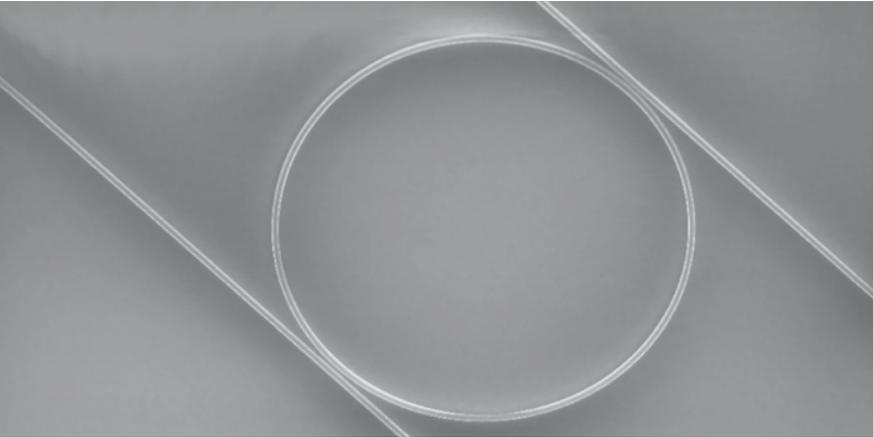
Die belebte Welt ist ein Füllhorn für Nanotechnologen – die dazugehörige Disziplin heißt Nanobiotechnologie und ist in einem stürmischen Wachstum begriffen. Aus guten Gründen: Nanobiotechnologie verspricht eine völlig neue Qualität in der medizinischen Diagnostik, personalisierte Medikamente werden denkbar, und spezielle Beschichtungen für Implantate werden Realität, damit diese besser mit dem Körpergewebe harmonisieren. Selbst zur Heilung degenerativer Krankheiten wie Alzheimer, die in der alternden Gesellschaft immer mehr um sich greifen, hat die Nanobiotechnologie bereits wichtige Beiträge liefern können. Eine bedeutende Rolle spielen dabei das Zentrum für Nanotechnologie CeNTech in Münster und das sich im Aufbau befindende Nano-Bioanalytik Zentrum NBZ, die sich zum Ziel gesetzt haben, ausgewählte Forschungsergebnisse gezielt in die Anwendung zu überführen. Die Investitionen belaufen sich dabei auf etwa 20 Millionen Euro.

[www.centech.de](http://www.centech.de)

[www.bioanalytik-muenster.de](http://www.bioanalytik-muenster.de)



Kraftmikroskopische Aufnahme einer getrockneten Oozyten-Plasmamembran.  
Bildgröße: 2,0 µm.



Ringresona-  
tor als Basis-  
element  
für optische  
Schalter,  
Filter und  
Modulatoren.

### NanoIT – kleiner, schneller, weiter

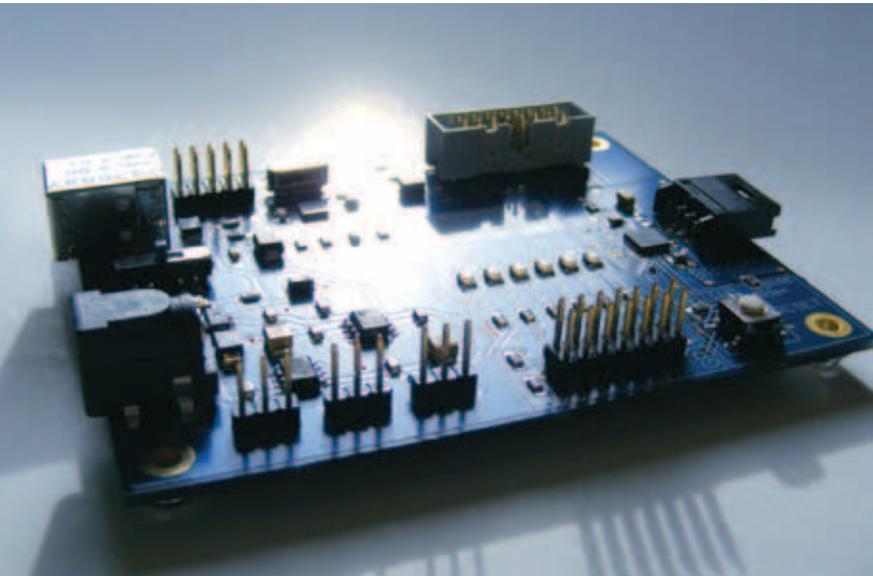
Die Mikroelektronik wandelt sich kontinuierlich zur Nanoelektronik. Aktuelle Chips enthalten bereits Strukturgrößen von nur noch 32 nm. Dieser Trend erlaubt es, höhere Rechenleistung mit kostengünstiger Fertigung zu kombinieren. Zusätzlich sind neue Materialien für höhere Rechenleistung und die Begrenzung des Energieverbrauchs zu integrieren. Die AMO GmbH in Aachen versucht daher, das bisherige Chip-Basismaterial Silizium durch sogenanntes Graphen zu ersetzen. Dieses besteht aus einzelnen Lagen von Kohlenstoffatomen und bietet sich als ein neues Grundsystem mit überragenden elektronischen Eigenschaften an. Zusammen mit der RWTH Aachen werden daher Verfahren zur Herstellung, Charakterisierung der Eigenschaften und zur Realisierung von Transistoren erforscht.

DSL-Anschlüsse gehören heute zur Selbstverständlichkeit und ebnen den Weg für immer mehr Breitbandanwendungen, wie z. B. Video-on-Demand. Aufgrund ihrer Verlustleistungen stoßen elektronische Systeme bei den erforderlichen hohen Verarbeitungsfrequenzen an ihre Grenzen. Die Datenverteilung und Vorverarbeitung in Form von Licht, geführt in miniaturisierten nanophotonischen Schaltungen, erfolgt wesentlich energieeffizienter. RWTH und AMO bieten der mittelständischen Industrie von der Modellierung bis zum Prototyp eine Plattform für Nanophotonik an.

Wegen der atomaren Körnigkeit der Materie stößt die ständige Strukturverkleinerung von Computerchips inzwischen an eine Grenze. Auch hier stehen in Nordrhein-Westfalen Einrichtungen mit gänzlich neuen Konzepten und Entwicklungen bereit. Dies könnte etwa über Quantencomputer gelingen, deren Grundlagen unter anderem ebenfalls an der RWTH Aachen erforscht werden.

[www.nanoclub.rwth-aachen.de](http://www.nanoclub.rwth-aachen.de)

[www.amo.de](http://www.amo.de)



Schalten ohne  
Berührung:  
Der ELMOS-  
Chip E909.05  
ermöglicht  
eine 3D-Erfas-  
sung von  
Bewegungen.  
Dadurch las-  
sen sich Be-  
dientelemente  
berührungs-  
los steuern.

## Mikrotechnologie Einführung

Der Begriff Mikro summiert alle Objekte im Bereich von 100 nm bis zu 1.000  $\mu\text{m}$  (1 Mikrometer [ $\mu\text{m}$ ] = 1 Millionstel Meter). Die Mikrotechnologie beschäftigt sich mit der Erzeugung und Nutzung von Strukturen und Systemen in diesem Bereich. Von besonderem Interesse sind dabei beispielsweise integrierte Schaltkreise – Grundlage der modernen Elektronik. Weitere Themen sind vielfältige optische, mechanische, chemische und biologische Komponenten in der Mikrometerskala, beispielsweise in der inzwischen allgegenwärtigen Sensorik. Miniaturisierung von makroskopischen Systemen ist dabei eine zentrale Vorgehensweise. Zudem ermöglicht Mikrotechnologie auch völlig neue Produkte, die physikalische

Effekte dieser Skalierung nutzt, wie z. B. die Kapillarkräfte für die Mikrofluidik oder die größeren Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnisse in Mikrokanälen, die eine bessere Steuerung von Temperaturen zulässt und auch für katalytische Prozesse neue Möglichkeiten eröffnet.

## Mikrotechnologie in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen nimmt bundesweit eine Spitzenstellung in der Mikrotechnologie ein, wie eine vom IVAM Fachverband für Mikrosystemtechnik vorgelegte Studie belegt. Demnach ist Nordrhein-Westfalen das Land mit den meisten mittelständischen Unternehmen, den meisten Neugründungen und herausragenden Forschungseinrichtungen.

Mit einer Gesamtzahl von 289 Akteuren, die sich unmittelbar bzw. schwerpunktmäßig mit der Mikrotechnologie beschäftigen, ist Nordrhein-Westfalen konkurrenzlos. Davon sind 130 kleine und mittlere Unternehmen, 42 Großunternehmen, 99 Hochschulinstitute und 18 weitere Forschungseinrichtungen. Des Weiteren haben 28 Prozent aller deutschen Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus dem Bereich der Mikrosystemtechnik ihren Firmensitz in Nordrhein-Westfalen.

### Schwerpunkte in Nordrhein-Westfalen (beispielhaft):

Technologien	Märkte
Sensortechnologie	Medizintechnik und Lifes Sciences
Mikrofluidik und Mikroreaktionstechnik	Automotive
Mikroelektronik	Energie-, Umwelt- und Effizienztechnologie
Material und Oberflächentechnologien	Telekommunikation und Informationstechnik
Produktionstechnik	Mikrosystemtechnik und Halbleiterindustrie
Optische Technologien, insbesondere Lasertechnologien	Mikrosystemtechnik und Halbleiterindustrie

## Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten aus Nordrhein-Westfalen

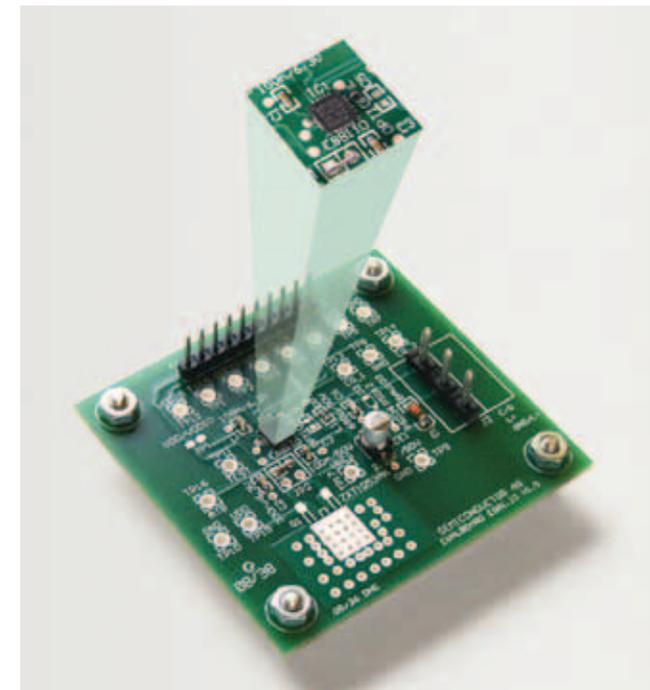
### Medizintechnik – Prothesen der Zukunft

In der Medizintechnik lassen sich die Fortschritte der Mikrotechnologie besonders gut nachvollziehen. Paradebeispiel sind Herzschrittmacher, die dank Mikroelektronik und -technik immer besser auf den menschlichen Organismus abgestimmt sind und das Herz bei Mehrbelastung automatisch schneller schlagen lassen. Das derzeit sicherlich beeindruckendste prothetische Mikrosystem ist das Netzhaut-Implantat. Damit werden intakte Nervenzellen von Patienten, deren Retina bis zur Blindheit degeneriert ist, mit Mikroelektroden so stimuliert, dass die Betroffenen wieder Lichtpunkte wahrnehmen können. Der mikrosystemtechnische Fortschritt lässt erwarten, dass Implantatträger auf diese Weise künftig zumindest wieder rudimentäre Sehfähigkeit erlangen. In mehreren Einrichtungen und Unternehmen in Nordrhein-Westfalen wird an dieser Technologie entwickelt. Weitere interessante Produkte mit Know-how aus Nordrhein-Westfalen sind das Cochlear-Implantat für Gehörlose und der Neurostimulator gegen Tinnitus.

### Systemlösungen aus der Mikrotechnik

Das Thema Umweltfreundlichkeit von Autos rückt vermehrt in den Fokus der Verbraucher, nachdem die Benzin- und Dieselpreise Höchststände erreicht hatten und das ökologische Bewusstsein sich weiterentwickelt hat. Alle Fahrzeughersteller arbeiten mit Hochdruck an neuen Ideen, um den Verbrauch zu senken – dabei steht immer die Elektronik im Mittelpunkt. ELMOS-Halbleitern und Sensoren kommt dabei eine Schlüsselrolle zu: von Verbrennungsmotor, Sitzverstellung über Klimaanlage bis zur Beleuchtung mit LEDs – das Potenzial für den intelligenten und damit energiesparenden Einsatz von Elektronik ist groß.

Das in Dortmund ansässige Unternehmen ELMOS – Spezialist für Systemlösungen auf Halbleiterbasis – beschäftigt mehr als 1.000 Mitarbeiter. Ein Schwerpunkt des Unternehmens liegt auf Mikrosystemen, die MEMS,



Der ELMOS-Chip E981.10 steuert und regelt den Datenfluss im neuen Industriennetzwerk IO-Link.

Sensoren und Halbleiterchips durch ein hochwertiges Assembly zu Systemen verbinden. Ein anderer Schwerpunkt liegt auf dem CMOS-Prozess zur Herstellung von robusten Chips mit hoher Packungsdichte. Im Rahmen des Ziel 2-Wettbewerbs entwickelt ELMOS diesen Prozess weiter.

[www.elmos.de](http://www.elmos.de)

### **Boehringer Ingelheim microParts GmbH**

Die Firma Boehringer Ingelheim microParts GmbH aus Dortmund gehört zu den weltweiten Technologieführern im Bereich der Mikrosystemtechnik und ist einer der führenden Anbieter von Komponenten und Systemen mit Mikrostrukturen für die Biomedizin. In den drei Geschäftsfeldern Zerstäubertechnik, Mikrofluidik und Mikrooptik werden die Möglichkeiten genutzt, mit hoch entwickelten Mikrostrukturierungsverfahren kleinste Strukturen präzise und in großen Stückzahlen zu reproduzieren.



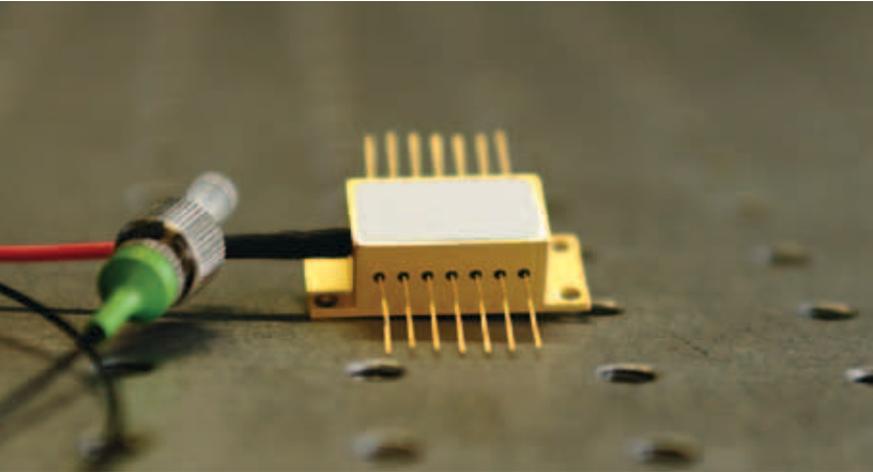
Eine Anwendung der innovativen Mikrosysteme findet sich in der Zerstäubertechnik. Durch mikrostrukturierte Düsenköpfe können Flüssigkeiten verschiedener Viskosität mit exakt einstellbaren Tröpfchengrößen und Volumina vernebelt werden. Anwendung findet die Zerstäubertechnik unter anderem in der Behandlung von Atemwegserkrankungen, mit dem Ziel, die Therapie wesentlich effizienter zu gestalten. Zu diesem Zweck entwickelte die Boehringer Ingelheim microParts GmbH den treibgasfreien RespiMat Soft Inhaler auf der Basis hoch präziser Düsenstrukturen. Eine Mikropumpe, kombiniert mit dem mikrostrukturierten Düsenkopf, gewährleistet eine gleichmäßige und reproduzierbare Vernebelung des Medikamentes in einer weitgehend lungengängigen Tröpfchengröße.

[www.boehringer-ingelheim.de/microparts](http://www.boehringer-ingelheim.de/microparts)

### **Die Welt zu Gast in Nordrhein-Westfalen – MicroMachine Summit 2010**

Seit 1995 treffen sich einmal im Jahr Delegierte aus den führenden Industrienationen, um über die Mikrotechnologie zu beraten. Im Jahr 2010 war Dortmund Ausrichter der MicroMachine Summit. Damit reiht sich die Ruhrmetropole ein in die prominent besetzte Liste der Veranstaltungsorte. Denn neben Dortmund fand die MicroMachine Summit schon in Peking, Tokio, Dallas und Vancouver statt. Die Themen Medizintechnik und „Ambient Assisted Living“ bilden dabei die Schwerpunkte.

[www.mms10.org](http://www.mms10.org)



Fasergekoppelter Quantenpunkt-Diodenlaser.

### **MST.factory – alles an einem Ort**

Der neue Hightech-Standort „Phoenix“ im Herzen Dortmunds bietet Technologiefirmen eine professionelle technische Infrastruktur. Die dort ansässige MST.factory dortmund ist ein Inkubator der besonderen Form. Denn neben der Infrastruktur wird auch ein starkes Netzwerk und fachspezifische Hilfe bei der Umsetzung geboten. Die jungen Unternehmen in der MST.factory arbeiten an Hightech-Themen wie etwa der LED-Technologie, an Bio-/Chemo-Sensorsystemen oder auch an der effizienten Mikrostrukturierung.

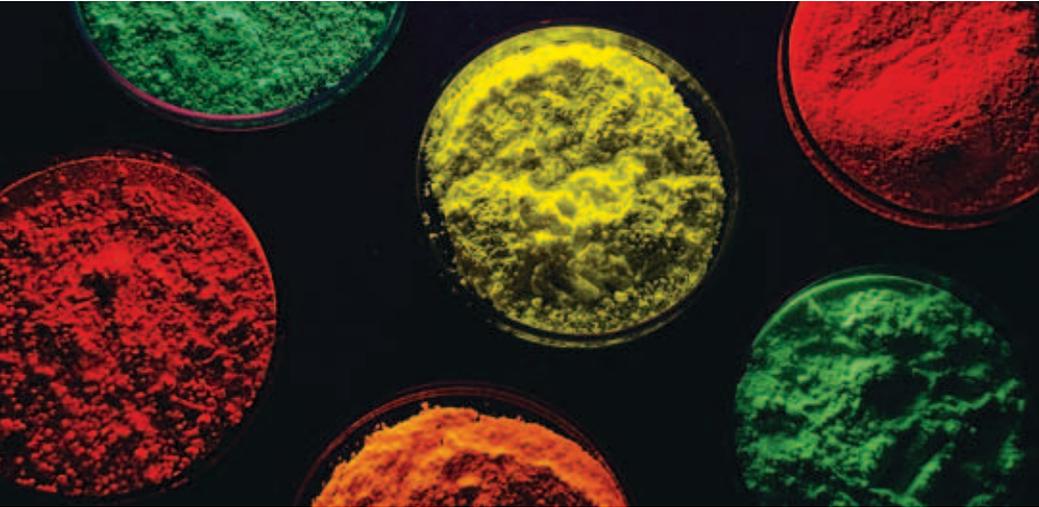
Die Wissenschaftler des in der MST.factory angesiedelten weltweit führenden Anbieters von Quantenpunkt-Laserdioden, der Innolume GmbH, arbeiten z. B. an der Weiterentwicklung ihrer revolutionären und preisge-

krönten Kammlaser-Technologie. Der Quantenpunkt-Kammlaser ist in der Lage, als einzelne Laserdiode Hunderte stabiler Laserlinien mittels Glasfaser zu emittieren, z. B. für die Datenkommunikation innerhalb eines Computers. Basierend auf einem vom Land Nordrhein-Westfalen geförderten Projekt entwickelt Innolume jetzt einen „photonisch integrierten Schaltkreis“, welcher mit hohen Bitraten die Modulierung der Kammlaser-Linien bewirkt und somit die Generierung digitaler Datenströme ermöglicht.

Dabei arbeitet Innolume im Rahmen des Förderprojektes mit einem der weltweit größten Serverhersteller und einem deutschen Marktführer im Technologiesektor sowie der TU Dortmund und der Universität Paderborn zusammen. Seinen Ursprung hat das Innolume-Team am renommierten Ioffe-Institut in St. Petersburg, dessen Direktor Zhores I. Alferov im Jahr 2000 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurde.

[www.mst-factory.de](http://www.mst-factory.de)

[www.innolume.com](http://www.innolume.com)



Die farbenfrohe Welt der Leuchtstoffe – hier steht die Materialwissenschaft der Natur in nichts nach.

## Optische Technologien Einführung

Unter dem Begriff Optische Technologien summiert man die Vielzahl von Technologien und Anwendungen, die etwas mit Licht zu tun haben. Dazu gehören auch die klassischen Themen der Optik, also Beleuchtung und Herstellung von Linsen und Systemen für Brillen, Mikroskope und Teleskope. Schon hier wird deutlich, dass stetige Innovation im Zentrum steht: Beleuchtungselemente werden immer kleiner und energieeffizienter, Fotoapparate trotz zusätzlicher Funktionen immer kleiner und leichter, Mikroskope und Teleskope immer leistungsfähiger.

Ein anderer Teilbereich der Optischen Technologien ist die Photonik. Dabei werden im Wesentlichen vier Anwendungsgebiete wie folgt unterschieden.

- Information und Telekommunikation:  
Bekanntere Beispiele sind hierbei CD, DVD und Glasfaser
- Industrielle Fertigung und Qualitätssicherung:  
Beispielsweise wird die Lasertechnologie beim Bohren, Schweißen, Strukturieren und Sintern bis hin zur Laserwasserwaage beim Vermessen eingesetzt.
- Lebenswissenschaften:  
Hier kommt die Photonik u. a. in neuartigen Mikroskopen mit ungeahnter Auflösung bis hin zu optischen Pinzetten zum Einsatz, beispielsweise zum Bewegen von Zellen.
- Beleuchtung und Display:  
Prominente Beispiele sind LEDs als Nachfolger der Glühbirnen sowie Ultra-Flachbildschirme oder Laptop-Displays.

## Optische Technologien in Nordrhein-Westfalen

Das VDI Technologiezentrum belegt in seiner Studie<sup>3</sup>, dass Nordrhein-Westfalen auch im Bereich der Optischen Technologien bundesweit zu den wichtigsten Standorten gehört.

Insgesamt beschäftigen sich rund 600 Institutionen in Nordrhein-Westfalen mit den Optischen Technologien. Dazu gehören u. a. über 50 Hochschulinstitute sowie 16 weitere Forschungseinrichtungen – darunter drei Fraunhofer-Institute sowie ein Max-Planck-Institut, das Center for Nanotechnology, die MST.factory, das Deutsche Institut für Angewandte Lichttechnik – und rund 350 Unternehmen. Insbesondere in den Bereichen der

<sup>3</sup> Zukünftige Technologien Consulting der VDI TZ GmbH: Strategieentwicklung für NRW im Bereich der Optotechnologien. Stand Dezember 2009.

Lasermaterialbearbeitung, der LED/OLED, der Optischen Materialien sowie der Solartechnik verfügt Nordrhein-Westfalen bundesweit über die meisten Akteure. Die Topstellung wird außerdem durch die höchste Fördermittelzuweisung seitens des Bundes unterstrichen.

[www.nmw.nrw.de](http://www.nmw.nrw.de)

**Schwerpunkte von Forschung und Entwicklung in Nordrhein-Westfalen im Bereich der Optischen Technologien sind:**

#### Technologie/Anwendungen

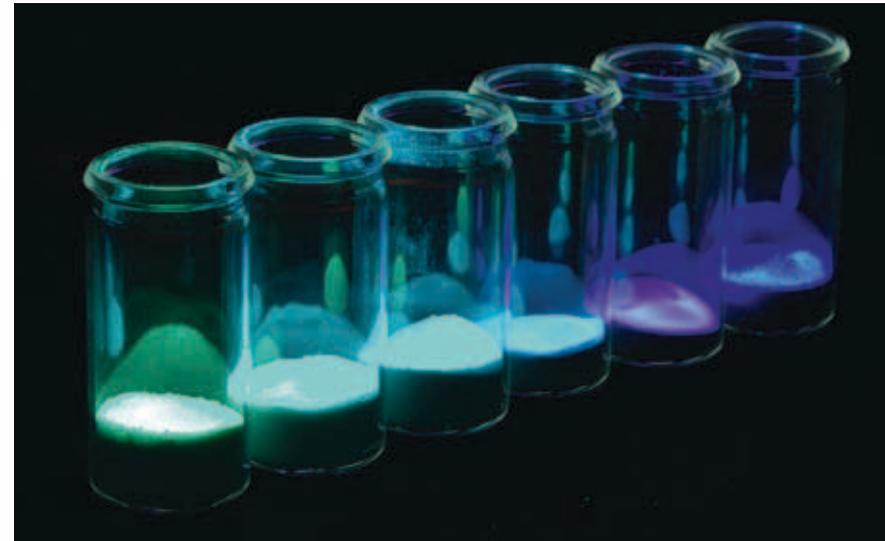
- Optische Messtechnik
- Optische Materialien
- LED/OLED
- Optische Komponenten
- Optische Systeme
- Lasermaterialbearbeitung

## Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten aus Nordrhein-Westfalen

### Weißer LEDs

An der Fachhochschule Münster und im CeNTech werden effiziente Leuchtmittel zum Einsatz in weißen LEDs entwickelt, deren Lichteindruck dem einer für uns gängigen Lichtquelle, der Glühlampe, sehr nahe kommt.

Leuchtdioden sind elektronische Halbleiterbauteile und als solche wesentlich kleiner und energiesparender als Glühlampen. Anders als Glühlampen haben LEDs jedoch kein kontinuierliches Spektrum, sondern zeigen nur ganz enge Farbbereiche. Daher unterscheiden sie sich von herkömmlichen Leuchtmitteln bislang durch eine schlechtere Farbwiedergabe. So weisen sie beispiels-



Licht aus dem Nichts, so scheint es. Aber diese blau nachleuchtenden Pigmente setzen Energie frei, die sie vorher gespeichert haben.

weise nur einen sehr geringen Rotanteil auf. Die an der FH Münster entwickelten Leuchtmittel sind besonders geeignet, um rot emittierende und gleichzeitig hocheffiziente Leuchtstoffe zu erhalten. Diese sind für den Einsatz sowohl in blauen als auch in UV-A-LEDs geeignet. Durch die Beimischung dieser roten Linienemitter werden kalt-weiße LEDs spektral so modifiziert, dass man warm-weiße LEDs erhält.

Der Technologieumbruch im Beleuchtungsbereich durch die breite Einführung von LEDs bietet neue Chancen für die Beleuchtungsindustrie, die in Nordrhein-Westfalen einen ihrer industriellen Schwerpunkte hat. So werden LEDs in Nordrhein-Westfalen inzwischen von zahlreichen Unternehmen für neue und neuartige Endprodukte genutzt, beispielsweise in Displays, Straßenlaternen, für Designelemente und Medienfassaden und für die Beleuchtung im Automobilbereich.

[www.fh-muenster.de/fb1/index.php](http://www.fh-muenster.de/fb1/index.php)

### **OLED – Zukunft der Beleuchtung und der Displays**

Leuchtmittel, die noch keinen Eingang in die kommerzielle Verwendung gefunden haben, sind organische LEDs: sehr dünne Bauteile, die aus organischen und halbleitenden Materialien bestehen. Im Vergleich zu den herkömmlichen LEDs bieten OLEDs gleich verschiedenste Vorteile – so können Sie z. B. auf dünnen Folien hergestellt werden. Das ermöglicht neuartige Konzepte in der Beleuchtung (z. B. in Häusern oder bei den Rückleuchten von Pkws). Auch werden dünnere Displays und Bildschirme möglich (um die 0,3 mm), die zudem weniger Strom verbrauchen, eine 2.000-fach höhere Schaltgeschwindigkeit haben und einen höheren Kontrast aufweisen. Durch die dünne Bauweise ist in der Serienfertigung eine deutliche Kostensenkung möglich. Außerdem können so biegsame Displays hergestellt werden, die sich aufrollen oder in Kleidung integrieren lassen.

Die Universitäten Köln und Aachen sind in diesem Forschungsfeld weltweit renommiert. Auch Industrieunternehmen aus Nordrhein-Westfalen sind sehr aktiv, was nicht zuletzt dadurch belegt wird, dass das größte EU-Projekt im Bereich der OLED „OLED 100“ aus Aachen koordiniert wird.

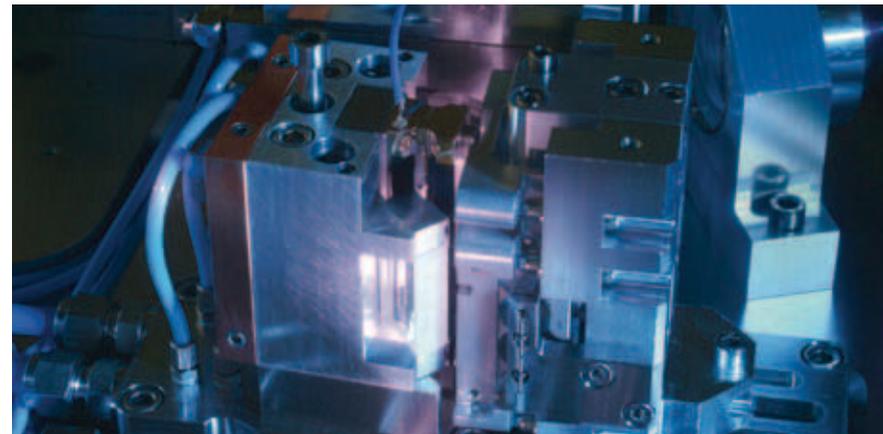
[www.oled100.eu](http://www.oled100.eu)

### **Laser – universelles Werkzeug**

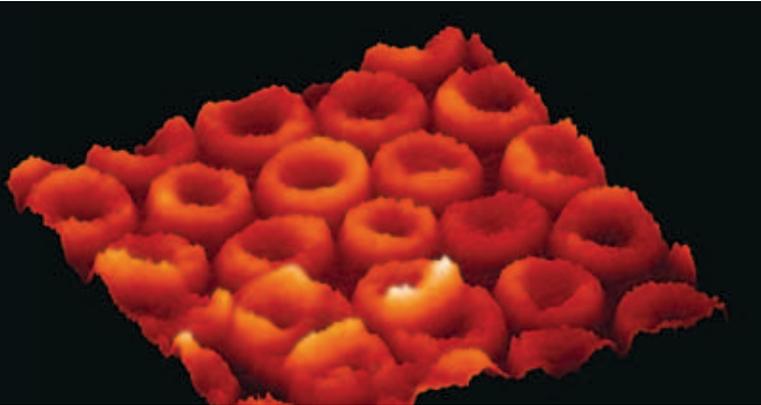
Mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT arbeitet in Aachen das größte Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstitut dieses Fachgebiets in Europa. Von der Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten über den Einsatz moderner Lasermess- und Prüftechnik bis hin zur laserbasierten Fertigungstechnik wird hier das gesamte Gebiet der Lasertechnik abgedeckt.

Ein hochaktueller Teilbereich dabei sind Femtosekundenlaser (fs: Femtosekunde), die ein Schlüssel zur effizienten Mikro- und Nanobearbeitung in den unterschiedlichsten Anwendungsfeldern sind. Ob in der Medizintechnik, der Elektronik, der Luft- und Raumfahrt oder in der Energietechnik: Mit fs-Lasern lassen sich z. B. hochpräzise dünne Schichten abtragen, faserverstärkte Kunststoffe bohren oder Oberflächen von Keramikbauteilen strukturieren. Als wesentliche Hürde für die Verbreitung der fs-Laser galt bisher die bei kommerziellen Systemen auf unter 100 Watt begrenzte mittlere Leistung. Forscher des Fraunhofer ILT in Aachen haben nun einen 400-Watt-Femtosekundenlaser entwickelt: Er ist Weltspitze hinsichtlich mittlerer Leistung bei Ultrakurzpulslasern und macht den Weg frei für deren kommerzielle Nutzung. Dabei sind die praktischen Grenzen des neuen Aachener Femtosekundenlasers nach allen theoretischen und experimentellen Erkenntnissen derzeit noch gar nicht erreicht. Daher befasst sich das Fraunhofer ILT bereits mit der Skalierung des innovativen fs-Lasers zu Leistungen größer 1.000 Watt.

[www.ilt.fraunhofer.de](http://www.ilt.fraunhofer.de)



400-Watt-Femtosekundenlaser für die ultrapräzise Materialbearbeitung.



Falschfarben-  
kodierte  
Pseudo-3D-  
Darstellung  
eines hologra-  
fischen Pha-  
senkontrast-  
bildes lebender  
menschlicher  
Erythrozyten  
(rote Blutkör-  
perchen).

#### Licht für Lebenswissenschaften

In der Biophotonik werden mithilfe optischer Technologien neuartige Analyse-, Diagnose- und Therapieverfahren geschaffen. So beschäftigt sich das Centrum für Biomedizinische Optik und Photonik (CeBOP) der Universität Münster mit digitalholografischer Mikroskopie. Ein besonderes Anwendungspotenzial liegt dabei in der Untersuchung dynamischer Prozesse bei der Lebendzellanalyse. Hierbei erfolgen insbesondere auch Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen 3D-Darstellung von zellulären Bewegungen und Interaktionen sowie zu neuartigen markerfreien optischen Tomografie-Verfahren. Die entwickelten Verfahren sollen u. a. bei der automatisierten Einzellebendzellanalyse, z. B. bei der pharmazeutischen Wirkstoffsuche und der Tumorzellanalyse, zum Einsatz kommen.

[www.campus.uni-muenster.de/cebop.html](http://www.campus.uni-muenster.de/cebop.html)

#### Ausgezeichnete Innovationen in den Optischen Technologien

Das Innovationsministerium lobt seit 2008 in drei Kategorien den mit 150.000 Euro dotierten Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen aus. Geehrt wurden herausragende Innovationen im Bereich der Optischen Technologien. Der Preisträger 2009 in der Kategorie „Innovation“, Dr. Friedrich-Karl Bruder von der Bayer MaterialScience AG, steht für eine neue Dimension der optischen Speichertechnik. Seine Forschungsergebnisse bedeuten einen entscheidenden Fortschritt für die breite industrielle Nutzung der Holografie und haben das Potenzial, die Datenspeichertechnologie zu revolutionieren: Ausgehend von Arbeiten für holografische optische Disks als mögliche Nachfolger der Blue-Ray-Disk (mit der zwölffachen Speicherkapazität) wurden nach demselben chemischen Bauprinzip für bildgebende Holografie sowie für Lichtlenkung speziell holografische Folien entwickelt. So werden nach Einschätzung der Jury völlig neue Anwendungen möglich und neue Märkte eröffnet. Schon 2008 wurden zwei Forscher der Universität Paderborn – Prof. Dr. Reinhold Noé und Prof. Dr. Ulrich Rückert – für ihre Spitzenforschung auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik mit dem Innovationspreis ausgezeichnet.

[www.innovation.nrw.de/innovationspreis](http://www.innovation.nrw.de/innovationspreis)



Moderne  
Schmiede-  
roboteranlage  
im Institut für  
Eisenhütten-  
kunde.

## Werkstoffe Einführung

Werkstoffe sind für den technologischen Fortschritt unserer Gesellschaft von grundlegender Bedeutung. Was früher Stein und Bronze waren, sind heute beispielsweise Silizium und Kunststoffe. Sie haben eine enorme Bedeutung für die Märkte der Zukunft mit Anwendungen in allen Branchen, vom Fahrzeugbau, der Informations- und Kommunikationstechnik über die Kunststoffherstellung, die chemische Industrie, den Maschinenbau oder die Metallerzeugung und -verarbeitung bis hin zu Architektur und Bauwesen.

### Werkstoffe in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen – auch das Werkstoffland genannt – verfügt in der gesamten Palette der Werkstoffe über hohe Kompetenzen und ein enormes Innovationspoten-

zial. Das Land ist der bedeutendste Werkstoffstandort in Deutschland mit Tradition und Zukunft.

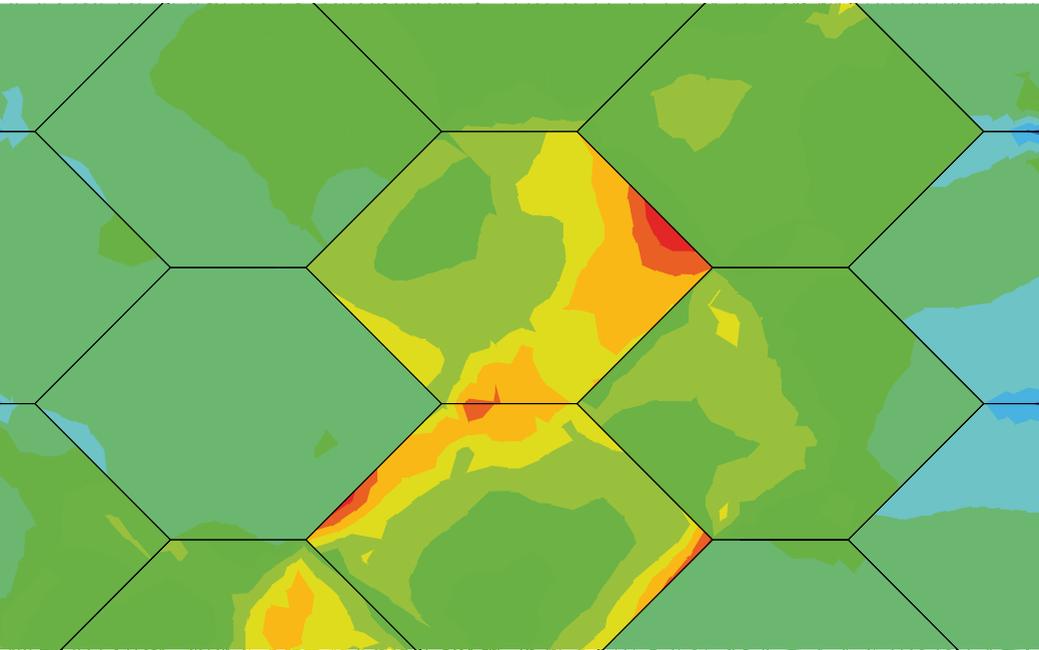
Einige Zahlen belegen dies deutlich: So befinden sich im Werkstoffland Nordrhein-Westfalen 248 Materialentwickler, 503 -hersteller sowie 5.485 -anwender, die mit einem Umsatz von über 200 Milliarden Euro fast 40 Prozent des Bruttoinlandprodukts Nordrhein-Westfalens generieren und über 700.000 Menschen einen Arbeitsplatz bieten<sup>4</sup>.

Neben dem Schwerpunkt des Stahls und der metallischen Werkstoffe im Ruhrgebiet hat sich insbesondere entlang des Rheins die chemische Industrie etabliert. Andere Werkstoffklassen wie Keramik, Glas, Verbundwerkstoffe und Textil sind in Nordrhein-Westfalen ebenfalls prominent beheimatet. Ein Schwerpunkt der Forschungsförderung liegt in der jüngsten Zeit auf Werkstoffen, die durch Nanotechnologie modifiziert, bzw. veredelt werden.

### Innovative Schwerpunkte in NRW (beispielhaft)<sup>5</sup>:

Werkstoff	Märkte
Polymere/Kunststoffe	Energie, medizinische Anwendungen
Verbundwerkstoffe	Maschinen-, Anlagenbau, Fertigungstechnik
Smart Materials	Medizinische Anwendungen, IKT
Nanomaterialien	Oberflächenbeschichtung, Umwelt
Halbleiter	Informations- und Kommunikationstechnik
Hochleistungsstähle	Luft- und Raumfahrt, Anlagenbau

4, 5 Innowise/Prognos: Vorläufiges Ergebnis der NRW-Potenzialstudie „Innovative Werkstoffe“.



Computer-  
simulation der  
Spannungs-  
verteilung in  
Polykristallen  
bei Verformung  
für starke  
Grenzflächen.

## Aktuelle Forschung und Erfolgsgeschichten aus Nordrhein-Westfalen

### Interdisciplinary Center for Advanced Materials Simulation (ICAMS)

Innovative Produkte sind ohne neue Materialien und Werkstoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften kaum denkbar: So braucht die Automobilindustrie für die Entwicklung sparsamer und sicherer Modelle hochfeste Stähle für leichtere Bauweisen. Ein Problem bei der Beschreibung realer Werkstoffe ist die hohe räumliche und chemische Komplexität dieser Strukturen auf verschiedensten Längen-, Zeit- und Energieskalen. Noch betrachtet man Bauteile meist als homogene Einheiten. Will man

aber wissen, was bei mechanischen Belastungen im Werkstoff vorgeht, muss man die Mikrostruktur berücksichtigen, den Aufbau aus einzelnen Atomen, aus Kristalliten und deren Grenzflächen und Defekte. Simulationen führen zu diesem Verständnis und ermöglichen es damit, neue Werkstoffe maßgeschneidert zu entwickeln und die Eigenschaften neuer metallischer Legierungen, Keramiken, Gläser oder Kunststoffe realistisch vorherzusagen und besser zu verstehen.

Das Materialforschungszentrum ICAMS ist zentraler Bestandteil des Zukunftskonzepts der Ruhr-Universität Bochum und entwickelt mittels Computersimulation skalenerübergreifend neue Werkstoffe – ein Ansatz, der die bisher getrennten Welten der Natur- und Ingenieurwissenschaften erstmals vereinigt. Schwerpunkte von ICAMS sind:

1. die Erforschung und Modellierung der Eigenschaften von Grenzflächen und der Schichthftung,
2. die Erforschung von Vorgängen, die im Material bei starken Umformungen stattfinden, etwa beim Pressen oder Walzen von Metall, und
3. die Erforschung des Einflusses von Legierungselementen auf die Eigenschaften von Stahl.

Das ICAMS wird gefördert vom Land Nordrhein-Westfalen sowie einem von der ThyssenKrupp Steel Europe AG angeführten Konsortium, dem außerdem noch die Salzgitler Mannesmann Forschung GmbH, Robert Bosch GmbH, Benteler Stahl/Rohr GmbH, Bayer MaterialScience AG und Bayer TechnologyServices angehören.

[www.icams.de](http://www.icams.de)

### Sonderforschungsbereiche in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen gehört zu den bewilligungsstärksten DFG-Förderregionen Deutschlands mit einem Umfang von über 1 Milliarde Euro<sup>6</sup>. Neun Hochschulen aus Nordrhein-Westfalen (Aachen, Köln, Bonn, Münster, Bochum, Bielefeld, Düsseldorf, Dortmund, Duisburg-Essen) gehören zu der Spitzengruppe der 40 bewilligungsstärksten Hochschulen. Stolzer Spitzenreiter des Gesamtrankings ist dabei die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen mit einem Fördervolumen der Deutschen Forschungsgemeinschaft von insgesamt 257 Millionen Euro.

Im Bereich der Werkstoffe ist unter anderem der von der DFG finanzierte Sonderforschungsbereich „Stahl ab-initio: Quantenmechanisch geführtes Design neuer Eisenbasiswerkstoffe“ zu nennen, in dem die RWTH Aachen mit dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf kooperiert.

Anteil hoch-  
(rot) und  
höchsfester  
(gelb) Stähle  
an der Karos-  
serie eines  
Fahrzeuges.



6 Förder-Ranking 2009. DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft  
Copyright © 2009 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

### Schwerpunkte sind dabei:

- Werkstoffdesign einer neuen Klasse von Strukturwerkstoffen
- Entwicklung einer methodischen Vorgehensweise zur Werkstoffentwicklung, die auf ab-initio-Rechnungen basiert

Ziel des Sonderforschungsbereichs „Formgedächtnistechnik“ (SFB 459) an der Ruhr-Universität Bochum ist, dieses Forschungsfeld auch für anspruchsvolle Anwendungen im Maschinenbau und in der Medizin voranzutreiben. Dazu arbeitet eine interdisziplinäre Gruppe aus Ingenieur- und Naturwissenschaftlern eng zusammen. Der Schwerpunkt der aktuellen Förderphase liegt auf der Integration von Werkstoffherstellungs- und -fertigungstechniken in die funktionsbezogene konstruktive Gestaltung sowie auf der Symbiose unterschiedlicher Forschungsdisziplinen, wie sie gerade für dieses Forschungsgebiet wichtig ist.

[www.abinitio.iehk.rwth-aachen.de/](http://www.abinitio.iehk.rwth-aachen.de/)

[www.ruhr-uni-bochum.de/sfb459/](http://www.ruhr-uni-bochum.de/sfb459/)



Hohlkugel  
mit innerer  
Struktur –  
hergestellt  
mittels Laser-  
schmelzen.

### **Direct Manufacturing Research Center (DMRC) an der Universität Paderborn**

Die ursprünglich unter dem Begriff des Rapid Prototyping bekannt gewordenen Verfahren werden mittlerweile nicht mehr nur für Prototypen, sondern unter dem Begriff Direct Manufacturing bei komplexen Geometrien gern auch für die schnelle Serienproduktion, insbesondere zur Realisierung kleiner Stückzahlen, genutzt. Im Gegensatz zu materialabtragenden Verfahren wie z. B. dem Fräsen, werden bei den Direct-Manufacturing-Technologien Bauteile auf Basis eines CAD-Datensatzes (CAD: Computer-Aided Design) materialaufbauend, automatisch, schichtweise, z. B. mittels Laser, aufgebaut.

Dabei sind keinerlei mechanische Werkzeuge mehr erforderlich, die Herstellung folgt hier dem Design und nicht mehr der Fertigbarkeit.

Das Direct Manufacturing Research Center (DMRC) an der Universität Paderborn vereint nun wissenschaftliche und unternehmerische Expertise auf dem Gebiet. Gemeinschaftlich mit der Universität engagieren sich Unternehmen wie Boeing, EOS Electro Optical Systems, Evonik Industries, MTT Technologies sowie die Siemens AG, Stratasys, Stükerjürgen und JetAviation am DMRC. Die Aufgaben sind dabei, die generativen Fertigungsverfahren für die Serienproduktion in Hinsicht auf Technologie, Prozesse und Materialien weiterzuentwickeln, um eine breitere und zuverlässige Anwendung zu erreichen. Dabei werden die Kompetenzen und Ressourcen der Universität, des Landes Nordrhein-Westfalen und der beteiligten Partner für die zukunftssträchtige Technologie genutzt – auch um die Potenziale der Technologie zu erweitern und diese in den Konstruktionsprozess zu integrieren.

<http://dmrc.uni-paderborn.de/>

### Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf

Stahl ist ein äußerst komplexes Gefüge mit zahlreichen verschiedenen chemischen und strukturellen Elementen. Deren genaue Anordnung und Verteilung ist in den meisten Fällen noch nicht vollständig geklärt, sie bestimmen jedoch maßgeblich die für uns sichtbaren mechanischen Eigenschaften.

Die Aufklärung dieser physikalischen und chemischen Prozesse und Reaktionen der Werkstoffe sowie die Entwicklung neuartiger Werkstoffe für hoch spezialisierte technische Anwendung hat sich das MPI für Eisenforschung zum Ziel gesetzt. Dabei konzentrieren sich die Forscher auf

- Computergestütztes Materialdesign
- Grenzflächenchemie und Oberflächentechnik
- Mikrostrukturphysik und Umformtechnik
- Werkstoffdiagnostik und Technologie der Stähle sowie
- Werkstofftechnik

Zusammen mit dem Max-Planck-Institut für Kohlenforschung unterhält das Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Kooperation mit der Ruhr-Universität Bochum und einigen Institutionen in China außerdem die „International Max Planck Research School for Surface and Interface Engineering in Advanced Materials (SurMat)“. SurMat schlägt dabei die Brücke zwischen fundamentalen wissenschaftlichen Fragestellungen und ingenieur-

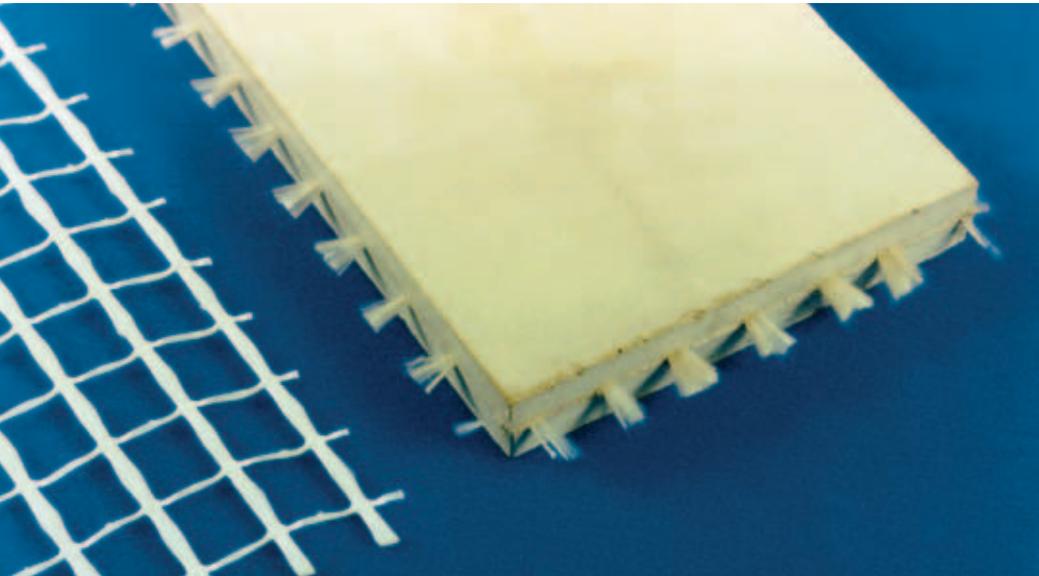


Nanobänder aus Gold, die bei einem Phasenübergang aus einer Eisen-Gold Legierung hervorgegangen sind.

wissenschaftlichen Lösungsansätzen. Dies beinhaltet Themen der Stabilität von Materialien und Materialverbänden (Korrosion und Haftung), lokale Reaktivitäten auf heterogenen Oberflächen (Korrosion und heterogene Katalyse) sowie die Maßschneidung von Oberflächen durch modernste Dünnschichttechnologien und Nanostrukturierung.

[www.imprs-surmat.mpg.de](http://www.imprs-surmat.mpg.de)

[www.mpie.de](http://www.mpie.de)



Textilbewehr-  
tes Beton-  
element und  
Glasfaser-  
textil.

### **Regionale Kompetenz: Netzwerk Innovative Werkstoffe**

Um dem Ziel der Verknüpfung der Wertschöpfungskette im Bereich der Innovativen Werkstoffe einen weiteren Schritt näher zu kommen, arbeitet der Cluster NanoMikro +Werkstoffe.NRW unter anderem auch mit regionalen Netzwerken zusammen.

Für die Region Köln – Bonn – Aachen und Düsseldorf befindet sich eine Initiative im Aufbau, die das Wissen in dem Bereich der Innovativen Werkstoffe vernetzen und so Interessenten aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie weitere themenbegleitende Institutionen zusammenführen möchte. Auf der Basis der beträchtlichen Bündelung von Kompetenz im Bereich der Innovativen Werkstoffe in dieser Region durch Firmen wie beispielsweise Toho Tenax (Kohlenstofffasern), Saint Gobain Glass (industrielle Flachglasproduktion), Bayer MaterialScience (Polymere und Kunststoffe), SGL Carbon oder auch

Henkel Adhesive Technologies (Klebstoffe und Oberflächentechnik) sollen Kooperationen initiiert und Synergien identifiziert werden, mit dem Ziel, Investitionen zu generieren und Innovationen voranzutreiben.

Initiator ist dabei der von der Firma Currenta betriebene CHEMPARK, der die Chemieparks Leverkusen, Krefeld und Dormagen unter einem gemeinsamen Dach vereint. Der Startschuss des Netzwerks Innovative Werkstoffe ist im Juni 2010 gefallen.

[www.chempark.de](http://www.chempark.de)

### **Vielseitiges Forum: die Aachener Material- wissenschaft und Werkstofftechnik**

An der RWTH Aachen wurde bereits 1988 ein Werkstoff-Forum gegründet. Damit ist eine Plattform entstanden, die derzeit über 65 Professoren aus mehr als 30 Instituten der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich gute Möglichkeiten zur interdisziplinären Zusammenarbeit bietet. Das Forum versteht sich als Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Industrie, Gesellschaft und Politik. Die vom Werkstoff-Forum bearbeiteten Themen sind weit gespannt: Zum einen werden altbewährten Materialien neue Eigenschaften verliehen. So wird etwa Beton durch Textilbewehrung zu einem neuen leistungsfähigen Verbundwerkstoff, der für leichte Tragwerke wie Fußgängerbrücken nie gesehene Spannweiten ermöglicht. Zum anderen werden neue Materialklassen für ausgesprochene Hightech-Anwendungen erschlossen, etwa Phasenwechspeicher, die schneller und leistungsfähiger als heutige Speicherbausteine der Elektronik sind. Weitere Themen reichen von der Produktion von Nanopartikeln für neue Konzepte in der Medikamentenverkapselung bis hin zum künstlichen Muskel.

[www.wefo.rwth-aachen.de](http://www.wefo.rwth-aachen.de)

## Impressum

**Herausgegeben vom  
Ministerium für Innovation,  
Wissenschaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf  
www.innovation.nrw.de  
© MIWF 09/2010

**Redaktion:**

Raoul Hamacher, Cluster NanoMikro+Werkstoffe.NRW

**Gestaltung:**

CP/COMPARTNER, Essen

**Fotografien:**

AMO GmbH, Aachen, Boehringer Ingelheim microParts GmbH, Hendrik Brixius, Institut für Eisenhüttenkunde, CeBOP, Department of Interface Chemistry and Surface Engineering Max-Planck Institute for Iron Research, CeNIDE, Universität Duisburg-Essen, Danuta Dutczak/FH Münster, DMRC, ELMOS Semiconductor AG, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT Aachen, ICAMS, Innolume GmbH, iStockphoto, IUTA, Lehrstuhl und Institut für Massivbau, RWTH Aachen University, mauritius, MIWFT, M. Offer/CeNIDE, Dr. Tilman Schäffer, CeNTech, Münster

## Disclaimer

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie auch für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Eine Verwendung dieser Druckschrift durch Parteien oder sie unterstützende Organisationen ausschließlich zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder bleibt hiervon unberührt. Unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

**Ministerium für Innovation,  
Wissenschaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf  
[www.innovation.nrw.de](http://www.innovation.nrw.de)

