

# Cluster Nanotechnologie

## Große Chancen durch kleinste Strukturen

Die Nanotechnologie wird als eine wichtige Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts angesehen. Durch Nanotechnologien können Materialien mit neuen Eigenschaften durch genaue Einstellung der Strukturgrößen im Bereich zwischen einem und eintausend Nanometern ( $10^{-9}$ – $10^{-6}$  m) realisiert werden. Die einstellbaren Eigenschaften betreffen beispielsweise elektrische, magnetische und optische Eigenschaften oder die mechanische Härte. Neben dem Einsatz von Nanomaterialien und Nanostrukturen als eigenständige Bauelemente oder Schaltkreise können durch Beschichtungen oder Modifizierungen mit Nanomaterialien konventionell hergestellte Produkte gezielt funktionalisiert oder in ihren Gebrauchswerteigenschaften entscheidend verbessert werden. Als Querschnittswissenschaft betrifft die Nanotechnologie viele wichtige Branchen wie Halbleiterindustrie, Automobilindustrie, Biotechnologie, Chemie, Medizintechnik, Sensorik, Umwelttechnologie, Luft- und Raumfahrt, Maschinenbau und Textilindustrie.

### AUTOREN

Prof. Dr. Alfred Forchel  
Dr. Matthias Nüchter

Der Umsatz im Nanotechnologiemarkt wird im Jahr 2007 auf etwa 83 Mrd. US\$ geschätzt. Bis zum Jahr 2012 wird in diesem Bereich mit einer Umsatzsteigerung auf über 260 Mrd. US\$ gerechnet ([www.cientifica.eu](http://www.cientifica.eu)). Allein im Bereich Nanoelektronik liegt der weltweite Umsatz 2007 bei ca. 11 Mrd. US\$ ([www.nanomarkets.net](http://www.nanomarkets.net)) und es wird erwartet, dass dieser Markt sich bis 2011 auf ca. 82,5 Mrd. US\$ vervielfacht, der Markt für Nanospeicher beläuft sich 2007 auf ca. 8,6 Mrd. US\$ 2007 mit einer Prognose von 65,7 Mrd. US\$ für 2011. Der Umsatz mit Displays mit nanotechnologischen Komponenten wird 2007 voraussichtlich 1,6 Mrd. US\$ betragen und es wird bis 2011 eine Steigerung auf 7,5 Mrd. US\$ erwartet. Schon dieser kleine Ausschnitt des Produktspektrums auf der Basis von Nanotechnologien belegt

deren wirtschaftliche Bedeutung klar. Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung ist jedoch noch erheblich größer, da Nanotechnologien häufig für zentrale, funktionsbestimmende Teile eines größeren Gesamtsystems eingesetzt werden. Die Wertschöpfung über nanotechnologiebasierte Systeme dürfte um einen Faktor zehn bis hundert über dem reinen Nanotechnologie-Umsatz liegen. Dies zeigt klar die hohe wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie.

Nanotechnologien bieten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für innovative Unternehmen, neue Chancen für Unternehmensgründungen usw. Als wichtige neue Richtung der Hochtechnologien, die mit sehr kleinen Materialmengen auskommt, sind Nanotechnologien für rohstoffarme Länder wie die Bundes-

republik Deutschland besonders attraktiv. Eine Führerschaft im Bereich Nanotechnologie ist zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit einer hochentwickelten Wirtschaft wie in Bayern essentiell. Bayern gehört schon heute besonders im Bereich der Forschung zu den führenden Nanotechnologie-Standorten in Europa.

Als einer von neunzehn Clustern zu Schlüsselthemen für die Weiterentwicklung der bayerischen Wirtschaft wurde der **Cluster Nanotechnologie** im Rahmen der Allianz Bayern Innovativ der Bayerischen Staatsregierung Ende 2006 gegründet. Wichtiges Ziel der Clusteroffensive der Staatsregierung ist die Sicherung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Wirtschaft durch Schaffung effektiver Netzwerke zwischen Forschung und Anwendung.

Ziel des Clusters Nanotechnologie ist der Ausbau und die Stärkung eines landesweiten Kompetenznetzwerkes im Bereich Nanotechnologie zwischen Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen, aber auch Dienstleistern und Geldgebern. Interdisziplinäre Forschung und die enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sollen gezielt gefördert werden, um den Transfer von Forschungsergebnissen in Anwendungen effizienter zu gestalten. Darüber hinaus sieht der Cluster in der Faszination Jugendlicher durch Nanotechnologie eine sehr günstige Möglichkeit für Nachwuchs in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen zu werben. Ein zweiter Schwerpunkt der Clusterarbeit betrifft deshalb die Nachwuchsgewinnung und -ausbildung in Hochtechnologiebereichen mit Bezug zur Nanotechnologie.

Im Frühjahr 2007 wurde der **Nanonetz Bayern e. V.** als gemeinnütziger Verein gegründet. Der Verein mit inzwischen 40 überwiegend aus der Wirtschaft kommenden Mitgliedern versteht sich als offene Plattform des Clusters Nanotechnologie zur Förderung eines breiten Bündels von Maßnahmen. Generelles Ziel ist die Förderung von Nanotechnologie-Themen in der Ausbildung, an Schulen und Hochschulen und in der Wirtschaft. Im fachspezifischen Bereich betrifft dies die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Arbeiten zu Anwendungen. Im Zentrum der Vereinsarbeit steht die verstärkte Einbeziehung von Nanotechnologie-Grundlagen in die Lehre an Schu-

len und Hochschulen, um die Faszination, die die Nanotechnologie (nicht nur) auf junge Menschen ausübt, für die Werbung für einen beruflichen Weg in High Tech – Bereichen der Natur- und Ingenieurwissenschaften auszunutzen. Darüber hinaus sieht es der Verein als eine Kernaufgabe an, in den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Raum Nanotechnologie-Ansätze einzubringen und deren Verbreitung zu unterstützen.



Der Schwerpunkt der Clusterarbeit lag im ersten Jahr im Bereich der Information und Netzwerkbildung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zu anwendungsspezifischen Fragestellungen. Hierzu wurden im Jahr 2007 mehr als 50 Veranstaltungen mit insgesamt ca. 2600 Teilnehmern durchgeführt.

Die Erfahrungen zeigen, dass auch Firmen in Branchen, die primär keine Aktivitäten auf dem Nanotechnologiesektor vermuten lassen, mit großem Interesse die Arbeit des Clusters unterstützen und sich selbst aktiv in die Netzwerkarbeit einbringen. Auch dieser Punkt zeigt die interdisziplinäre und branchenübergreifende Ausrichtung der Nanotechnologie.

Als wichtige Veranstaltungen haben sich im Verlauf des ersten Geschäftsjahres Weiterbildungsveranstaltungen und Vorträge im Umfeld der Messeauftritte sowie die Messeauftritte selbst erwiesen. Hier konnten mehrfach über 100 Interessenten erreicht werden. Die Messeauftritte wurden gezielt zur Darstellung der Arbeit des Cluster und zur Akquisition von Themen der Clusterarbeit genutzt. Darüber hinaus konnte durch die Organisation von Gemeinschaftsständen einer Reihe von bayerischen Firmen und Forschungseinrichtungen eine Plattform zur Präsentation geboten werden.

Ein weiteres erfolgreiches Instrument der Clusterarbeit ist die Organisation von Clustertreffs und Arbeitskreisen. Im Rahmen dieser Vortragsveranstaltungen, welche oft in enger

Kooperation mit den regionalen Industrie- und Handelskammern oder ortsansässigen Firmen organisiert werden, werden Innovationen aus aktuellen Forschungs- und Arbeitsgebieten präsentiert. Bei den bisher durchgeführten Treffen wurden anwendungsorientierte Themen zum Beispiel zu Nanotechnologien in der Medizintechnik, Nanopositioniersystemen und zum Einsatz der Nanotechnologie im Umweltschutz von Vertretern verschiedener Firmen

Themas sowie mögliche Kooperationen auch auf Projektebene stehen im Mittelpunkt der Diskussionen.

Nach Durchführung einer Reihe von Mikro-meetings konnte als ein Themenschwerpunkt der Clusterarbeit die Oberflächenmodifizierung durch Nanotechnologie in unterschiedlichen Bereichen definiert werden. So hat die offensive Diskussion zur Nanotechnologie und die



**Abbildung 1**  
Nanoshuttle Bayern –  
Kleintransporter mit Geräten  
und Nanoexperimenten

und Forschungseinrichtungen vorgestellt. In anschließenden Diskussionen können ausgehend von den Präsentationen neue Kontakte geknüpft werden und wissenschaftliche Probleme in aufgelockerter Runde behandelt werden. Auch hier wurden vielfach spezifische Fragestellungen zu Applikationen der Nanotechnologie an den Cluster herangetragen.

Um diese Fragestellungen gezielt zu bearbeiten, hat sich das Mikromeeting als sehr effiziente Veranstaltungsform zur weiteren Knüpfung von Kontakten und zur Projektanbahnung herausgestellt. Bei dieser Organisationsform wird in relativ kleinem Rahmen offen zu einer spezifischen Fragestellung diskutiert. Der Austausch von Erfahrungen, die konkurrenzfreie Erörterung des gemeinsam interessierenden

intensive Suche nach Innovationen im Bereich Textil zu mehreren Kontakten mit Herstellern von Chemikalien zur Textilveredelung und -funktionalisierung geführt, welche auch kontinuierlich ausgebaut werden. Aber auch im metallverarbeitenden Gewerbe wurde durch intensive Kontakte eine Reihe von Fragestellungen identifiziert, welche mittels Nanotechnologie zu bearbeiten und Thema von Mikro-meetings waren und sind.

Im Bereich Schülerinformation und Nachwuchsausbildung verfolgt der Cluster verschiedene Ansätze. Ausgangspunkt ist die positive Einstellung vieler Schüler zur Nanotechnologie, eine Faszination, die sicher teilweise aus dem Science Fiction-Bereich kommt. Einen Schwerpunkt der Clusterarbeit bilden Schul-

besuche mit dem NanoShuttle, einem mit verschiedenen Nanoexperimenten ausgerüsteten Transporter (**Abbildung 1**). Die Experimente werden zusammen mit einem Vortrag und Videovorführungen an Gymnasien, Fachoberschulen und Realschulen vorgeführt, wobei den Schülern soweit wie möglich Gelegenheit gegeben wird, selbst aktiv zu werden.

Im Rahmen der bisher durchgeführten zwanzig Schulbesuche (Stand: März 2008) konnten bisher über 1500 Schüler unterschiedlicher Klassenstufen zur Nanotechnologie informiert werden. Die Resonanz der Schulbesuche sowohl von Seiten der Schüler als auch der Lehrer ist außerordentlich positiv. Unabhängig von der Schulform konnte ein überwältigendes Interesse an den Möglichkeiten und Chancen der Nanotechnologie festgestellt werden.

Über die Schulbesuche hinaus organisiert der Cluster Lehrerfortbildungen. Es wurde ein Lehrerarbeitskreis gegründet über den Nano-inhalte für den Schulunterricht aufbereitet werden. Darüber hinaus wurden mit verschiedenen Verlagen Gespräche geführt, um Nanotechniken in die Schulbücher einzubringen.

Der Cluster Nanotechnologie unterstützt den Einsatz von Nanotechnologien in der bayerischen Wirtschaft durch eine gezielte Netzwerk-bildung in Wirtschaft und Forschung. Gleichzeitig führt er ein umfangreiches Schul- und Hochschulprogramm durch, um mehr Studienanfänger für natur- und ingenieurwissenschaftliche Fächer zu werben. Beide Schwerpunkte der Clusterarbeit tragen zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit der bayerischen Wirtschaft bei.



**Abbildung 2**

Cluster Nanotechnologie – die Mitarbeiter: Stefanie Osewalt, Dr. Matthias Nüchter, Sonja Pfeuffer, Christoph Petschenka (v. l. n. r.)

Darüber hinaus fanden die Schulbesuche in vielen Fällen ein überaus positives Echo in den regionalen Medien wie Tageszeitungen und Regionalfernsehen, was zu einem sehr positiven Bild der Nanotechnologie aber auch des Clusters beigetragen hat.

Weitere ca. 60 Termine für Schulbesuche mit dem Nanoshuttle sind bislang für 2008 schon reserviert, bis Ende des Jahres sind mehr als 100 Schulbesuche geplant.

Nanonetz Bayern e. V. schreibt dieses Jahr bereits zum zweiten Mal einen Schulwettbewerb zum Thema Nanotechnologie aus, an dem sich Klassen aller Altersstufen mit Beiträgen zum Thema »Faszination Nanotechnologie – Beispiele aus dem Alltag« beteiligen können.

#### **WEITERE INFORMATIONEN**

<http://www.nanoinitiative-bayern.de>

#### **KONTAKT**

Dr. Matthias Nüchter  
Nanoinitiative Bayern GmbH  
Oberer Kirschberg 2  
D-97218 Gerbrunn  
Telefon +49 931 / 3598-6144  
Telefax +49 931 / 4608-8469  
E-Mail [matthias.nuechter@nanoinitiative-bayern.de](mailto:matthias.nuechter@nanoinitiative-bayern.de)