

In Großbritannien und den USA ist sie schon ausgebrochen: die Debatte über die Risiken der Nanotechnologie. Nicht-Regierungsorganisationen fordern einen Forschungsstopp, solange die Folgen für die menschliche Gesundheit nicht ausreichend geklärt sind. Von Horrorszenerarien mit amoklaufenden Robotern, die Autor Michael Crichton mit „Die Beute“ einen Bestseller bescherten, nehmen die Kritiker zwar Abstand.

Sie streiten nicht über Sciencefiction, sondern über Fakten. Greenpeace hat einen eigenen Report zu dem Thema vorgelegt. Nur in Deutschland ist die Debatte noch nicht angekommen – im Gegensatz zu den Nanopartikeln in Sonnencremes. Was für Chancen, was für Risiken bringt die neue Technologie? Gemeinsam mit der Aachener Zeitung lädt das Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik (AKM) zu einer Podiumsdiskussion.

# Das Reich der Zwerge weckt Hoffnungen und Ängste

Zauberwort Nanotechnologie: Bessere Erkennung von Krankheiten und Medikamente ohne Nebenwirkungen?

„Ewiges Leben aus der Nanowerkstatt?“ lautet der provokante Titel der Podiumsdiskussion, die am 16. Oktober von 16 bis 18 Uhr im Technologiezentrum am Europaplatz stattfindet. Veranstalter ist das Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik (AKM). Auf dem Podium werden sich Nanoforscher, Politiker, Ethiker, Mediziner und Vertreter der gesetzlichen Krankenkassen austauschen. Ute Stein-

busch sprach mit AKM-Projektmanager Dr. Christoph Monfeld über Chancen und Risiken der Nanotechnologie und eine Studie zum Thema „Nanotechnologie und Gesundheit“, die das AKM im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung übernommen hat. Außerdem geht es um Werbung in Friseurzeitschriften und den neuen Roman von Bestsellerautor Michael Crichton.

In den letzten Jahren ist viel über Gentechnik und Stammzellenforschung diskutiert worden; jetzt rückt die Nanotechnologie zunehmend in das öffentliche Interesse. Ist Nanotechnologie nur eine Modeerscheinung, oder steckt mehr dahinter?

**Monfeld:** Es steckt sicher mehr dahinter. Bei der Nanotechnologie geht es nicht einfach nur um Miniaturisierung, sondern man stößt mit der Nanotechnologie in die Größenordnungen von Molekülen und Atomen vor. Hier verändern sich die aus dem Alltag bekannten physikalischen Eigenschaften der Materialien, was völlig neue Möglichkeiten eröffnet. Und man bewegt sich mit der Nanotechnologie in Größenordnungen, in denen praktisch alle elementaren biologischen und chemischen Prozesse ablaufen. Durch die Nanotechnologie laufen Physik, Chemie, Biologie und auch die Medizin zusammen. Das heißt, die Nanotechnologie ist eine Querschnittstechnologie, sicher auch ein wichtiger Grund für den angesprochenen „Boom“.



Christoph Monfeld

Was kann man von der Nanotechnologie in der Medizin in Kürze erwarten?

**Monfeld:** Einigen wenigen Anwendungen kann man schon heute begegnen: Nanopartikel werden in Sonnencremes oder einigen Füllwerkstoffen der Zahnmedizin bereits eingesetzt. Auch bei den bildgebenden Verfahren in der Medizin werden erste Nanopartikel verwendet. Für die Zukunft erhofft man sich durch neue Kontrastmittel eine deutliche Verbesserung bei der Erkennung von Krankheiten. Darüber hinaus ergibt eine umfangreiche Expertenbefragung, die wir gemacht haben, dass sich die Forscher schon in den nächsten Jahren Verbesserungen in der Medikamentenentwicklung durch ein

schnelleres Testen von Wirkstoffen versprechen. Und biologische Tests, die Bakterien oder Viren entdecken oder bei der Analyse der menschlichen Erbinformation DNA helfen, sollen schneller und flexibler werden.

Und wovon träumen die Nanowissenschaftler in der Medizin?

**Monfeld:** Über die gerade schon genannten Ziele hinaus erhoffen sich die Forscher zum Beispiel, mit Hilfe der Nanotechnologie Medikamente gezielt dorthin zu transportieren, wo sie gebraucht werden. Damit können schädliche Nebenwirkungen von Medikamenten, die die Ärzte heute einsetzen, vermieden werden. Man hofft, Krebstumore gezielt und schonend zu bekämpfen oder mit Hilfe von Insulin produzierenden Zellen den Diabetes in den Griff zu kriegen. Weitere Anwendungen können Implantate sein, deren Oberfläche das Wachstum des umgebenden Gewebes soweit steuert, dass etwa die langfristige Verankerung erheblich verbessert wird. Schließlich hegen die Nanowissenschaftler Hoffnungen, dass man mit Hilfe von Nano-Bausteinen eines Tages Gewebe wie Haut, Knorpel und Knochen reparieren kann oder vielleicht sogar ganze Organe auf diese Weise regenerieren kann.

Der Titel der Podiumsdiskussion lautet „Ewiges Leben aus der Nanowerkstatt?“. Wird das die letzte Konsequenz sein?

**Monfeld:** Der Titel ist sicher ein Mix aus den zu Ende gedachten Visionen vor allem US-amerikanischer Forscher und einer Provokation. Bis dahin ist es sicher noch ein sehr, sehr weiter Weg. Und die andere Frage, die gerade auch auf der Podiumsdiskussion zu besprechen sein wird, ist, wollen wir das überhaupt?

Eigentlich dreht sich im Gesundheitswesen zur Zeit alles um die Kosten! Ist die Nanomedizin ein Kostendämpfer, oder führt sie zu einer weiteren Kostenexplosion?

**Monfeld:** Es könnte beides sein. Einerseits können durch eine effektive Krebstherapie oder ein nanobe-

schichtetes Implantat in Zukunft bestimmt Behandlungskosten eingespart werden. Andererseits denkt der Gesundheitsökonom auch an die zusätzlichen Kosten, die ein Patient verursacht, der möglicherweise länger lebt, also an die Gesamtkosten im Gesundheitswesen. Dieser Aspekt bietet bestimmt viel Zündstoff für die Diskussion am kommenden Donnerstag. Was heißt schon billig, wenn Ihr Leben um einige Jahre verlängert wird?

Für selbstreinigende Oberflächen wird schon in Friseurzeitschriften geworben, in den Sonnencremes sind bereits Nanopartikel enthalten. Hinkt die Medizin solchen Nano-Anwendungen hinterher?

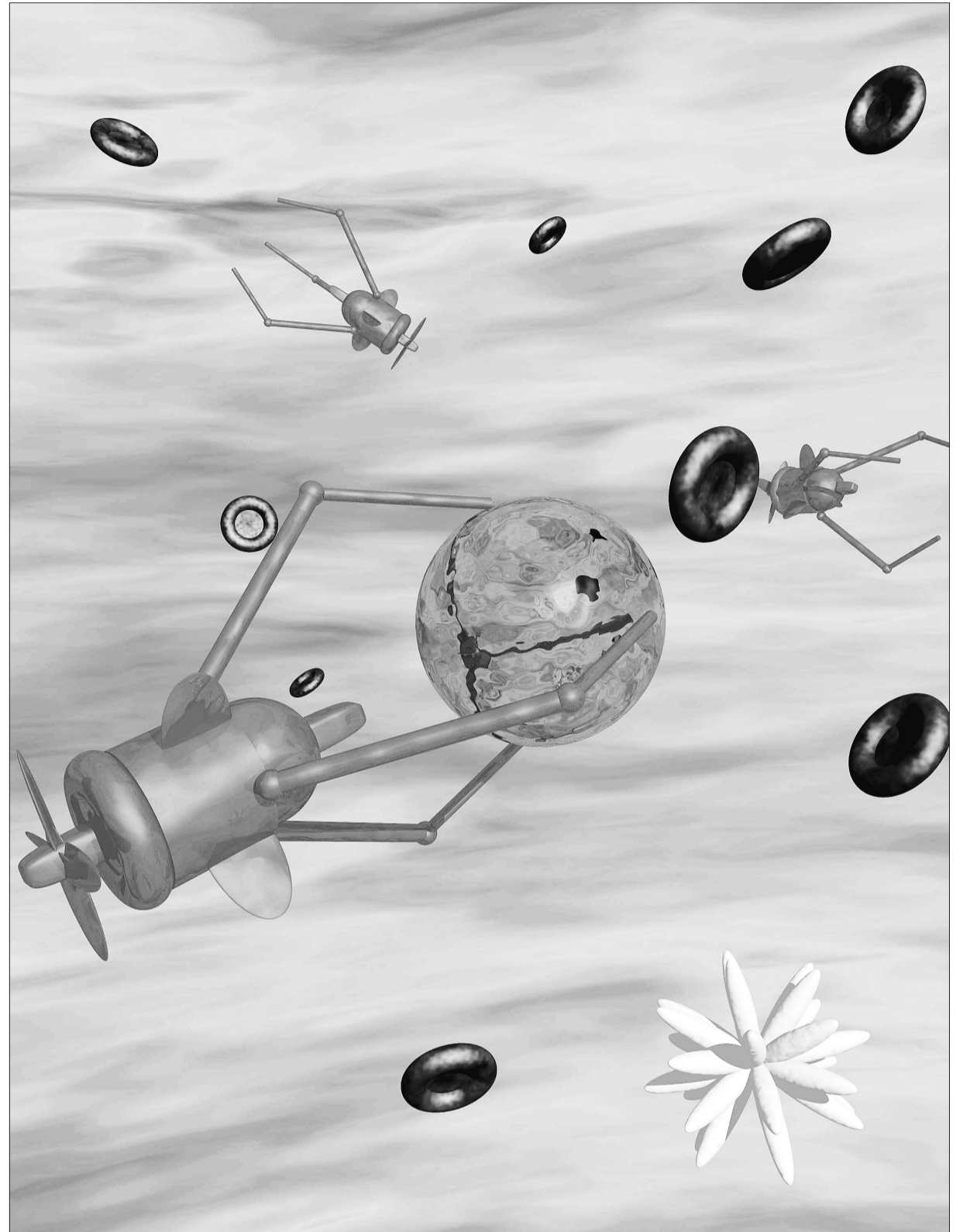
**Monfeld:** Bis neue Technologien oder Produkte für die medizinische Anwendung zugelassen sind, vergeht eine ganze Zeit, und das hat ja seinen guten Grund. Mit einer kratzfesten Oberfläche kann man halt anders experimentieren als mit biologischen Systemen. Ein kommerzieller Erfolg ist mit anderen Anwendungsfeldern vielleicht schneller zu erzielen, aber die medizinischen Anwendungen werden kommen. Das Potenzial für die Medizin ist aufgrund der angesprochenen Verschmelzung von Physik, Chemie und Biologie jedenfalls enorm.

Bestseller-Autor Michael Crichton spinnt in seinem neuen Roman von Scharen unkontrollierter Mini-Roboter; gibt es tatsächlich solche Gefahren?

**Monfeld:** Das, was Crichton beschreibt, ist reine Sciencefiction. Ob solche Nanoroboter jemals entwickelt werden, ist noch völlig offen. Und dass sie dann derartig außer Kontrolle geraten, ist ein simples Horror-Szenario.

In einigen Monaten werden Millionen Zuschauer in die Kinos stürmen, um sich den Film zum Roman anzuschauen. Besteht die Gefahr, dass eine ganze wissenschaftliche Disziplin auf diese Weise an Glaubwürdigkeit verliert?

**Monfeld:** Nein, ich glaube, die Leute können Hollywood und die Realität gut auseinander halten. Aber das Beispiel dieser Sciencefiction-Geschichte zeigt ein Problem der Nanotechnologie: Wir bewegen uns in kleinsten Dimensionen, die nicht mit dem Auge sichtbar sind, auch nicht mit dem einfachen Lichtmikroskop. Und alles, was quasi „unsichtbar“ ist, kann natürlich auch schnell als gefährlich



Kreisen in ferner Zukunft einmal Nanoroboter durch unsere Blutbahn, die Eindringlinge zerstören oder Verkalkungen der Blutgefäße lösen? Die Nanotechnologie regt viele Fantasien an. Grafik: Heiko Teichmann

## Engeladen sind alle Interessierten

Zu der öffentlichen Podiumsdiskussion am Donnerstag, 16. Oktober, von 16 bis 18 Uhr im Technologiezentrum am Europaplatz lädt das AKM zusammen mit dem Nano-Club der RWTH, dem Aachener Bezirksverein des VDI und der Aachener Zeitung alle Interessierten.

Die Moderation übernimmt AZ-Redakteur Thorsten Pracht. Die Teilnahme ist kostenlos. Um kurze Anmeldung per E-Mail an s.frahm@akm-aachen.de oder Fax an 0241/963-2421 wird gebeten. Weitere Infos gibt es im Internet unter [www.akm-aachen.de](http://www.akm-aachen.de)

interpretiert werden. Von daher ist eine Aufklärung der Öffentlichkeit über die Chancen und Risiken der Nanotechnologie überaus wichtig. Die Vergangenheit zeigt, dass es für die Wissenschaft unerlässlich ist, sich frühzeitig auch mit den Risiken von neuen Technologien zu beschäftigen und nicht nur mit den Chancen. Gerade dieser Punkt hat das Bundesforschungsministerium ja auch veranlasst, eine Studie in Auftrag zu geben, mit der wir uns zur Zeit beschäftigen.

Worum geht es in dieser Studie?

**Monfeld:** Um „Nanotechnologie und Gesundheit“. Sie wird zur Zeit vom Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik gemeinsam mit

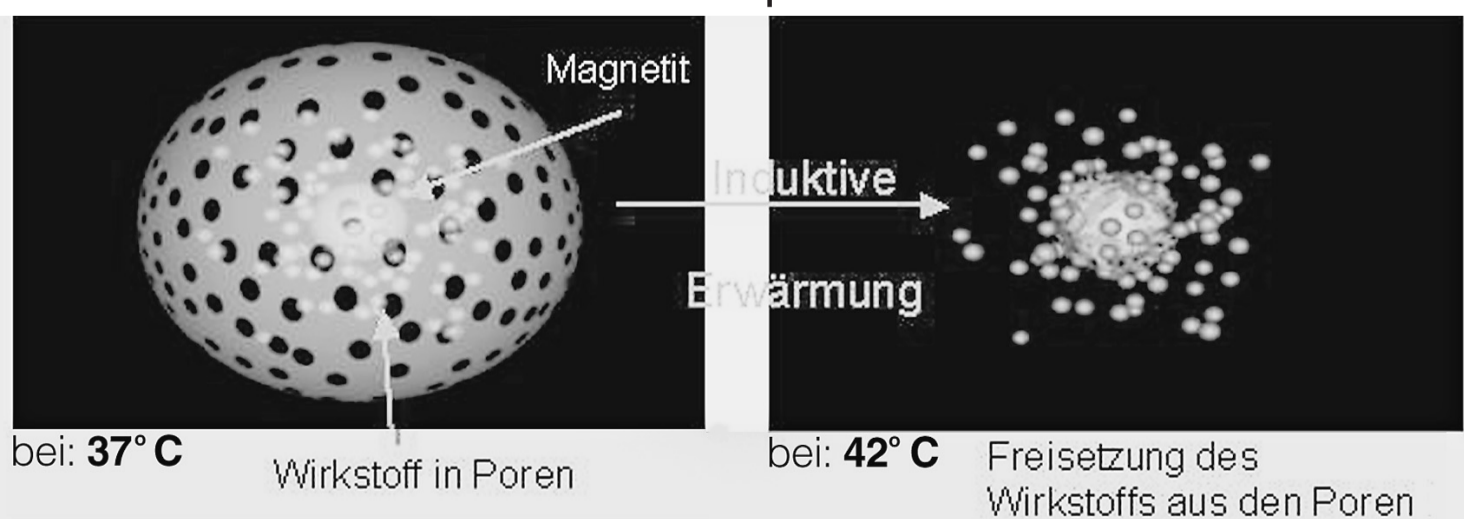
einem Anbieterkonsortium aus dem regionalen Wirtschaftsförderer AGIT, dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik, dem Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und angewandte Ökologie und dem Berliner Institut für Gesundheit und Sozialforschung bearbeitet. Ziel ist es, für die Entscheider eine Prognose der Chancen und Risiken zur verantwortungsvollen Gestaltung der Zukunft aufzustellen. Die Tatsache, dass diese Studie vor allem in Aachen bearbeitet wird, hängt sicher auch mit der Stärke der Region zusammen, die sowohl in medizinischen, als auch in technisch-ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen liegt. Viele Fachleute können wir unmittelbar vor

Ort ansprechen.

Was geschieht, abgesehen von der Studie, in Aachen in Sachen Nanotechnologie in der Medizin?

**Monfeld:** Die angesprochenen Fraunhofer Institute forschen natürlich intensiv an diesen Themen. Auch im AKM-Verbund gibt es ein Projekt, das sich mit Entwicklung steuerbarer Pharmaka-Depots beschäftigt (siehe Text „Aachener Idee: Eisen-beladene Nanopartikel“ unten). Darüber hinaus gibt es sogar Firmen, die ihren Schwerpunkt in diesem Themenfeld haben. Ein Beispiel ist die Würselener Hemoteg, die Beschichtungen von nanostrukturierten Oberflächen für die Medizin herstellt.

## Aachener Idee: Eisen-beladene Nanopartikel sollen Lebertumore heilen



Das Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik (AKM) unterstützt Ideen für medizinische Produkte bis zu einer möglichen Umsetzung. Ein Projekt, das bereits Fortschritte gemacht hat, ist die Entwicklung von Nanopartikeln als Wirkstoffträger. Aachener For-

scher um Professor Thomas Schmitz-Rode hatten die Idee: Eisen-beladene Partikel sollen zukünftig Lebertumore heilen, indem sie mit Hilfe eines Magnetfeldes im und am Tumorgewebe angereichert werden. Ein dynamisches Magnetfeld sorgt für die

schnelle, konzentrierte Freigabe des Wirkstoffes, etwa einer Substanz, die Tumorzellen tötet. Die Nanopartikel haben noch eine weitere Funktion: Durch die Einwirkung des Magnetfeldes auf die Partikel erwärmt sich das Tumorgewebe, und zwar so stark, dass

die Zellen nicht nur durch den Wirkstoff, sondern zusätzlich durch die Wärme getötet werden. Die Wissenschaftler rechnen damit, dass Lebertumore so effektiver bekämpft werden können als bisher und gleichzeitig weniger Nebenwirkungen auftreten.

## Das Etikett „Nano“

Eine Abgrenzung der Disziplin fällt schwer

Albert Einstein hat in seiner Doktorarbeit die Größe von Zuckermolekülen berechnet. Heraus kam ungefähr ein Nanometer Durchmesser. Ein Nanometer ist ein Millionstel Millimeter und damit so lang wie zehn aufgereichte Wasserstoffatome, ein Tausendstel eines durchschnittlichen Bakteriums oder ein Millionstel eines Stecknadelkopfes. Fast hundert Jahre nach Einstein stehen die Zeichen auf „Nano“: Der Zwerge Maßstab – lateinisch heißt nanus Zwerg – hat Hochkonjunktur. Es ist schwer abzugrenzen, was Nanotechnologie ist. Der Biophysiker Steven M. Block von der Universität Stanford in Kalifornien meinte einmal dazu: „Es hängt davon ab, wen man fragt. Manche vereinnahmen das Wort einfach für das, was sie gerade tun. Hauptsache, es steht im Gegensatz zu dem, was irgendein anderer tut.“

nicht nur bei Wissenschaftlern „in“, sondern auch bei Fördergebern. Einige Töpfe öffnen sich nur, wenn auf dem Etikett des Projekts der Name „Nano“ auftaucht. Manches aus der Nanowelt gehört zudem schon eine ganze Weile zu unserem Alltag. Ein Beispiel sind Rußpartikel, die seit rund hundert Jahren dem Gummimaterial von Reifen Konsistenz geben.

Mihail Roco, führender Nanotech-Vertreter aus den USA, hat eine genauere Definition gegeben. Nanotechnologie meint ihm zufolge Materialien und Systeme, die in mindestens einer Dimension zwischen einem und hundert Nanometer messen, die sich zu größeren Gebilden zusammensetzen lassen und die durch Prozesse erzeugt werden, durch die man die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Strukturen molekularer Größe kontrollieren kann.

Denn die Nanotechnologie ist