

I Q

16.09.2004

Autor:

Heinz-Jörg Graf

Die Schlüssel-Industrie des 21. Jahrhunderts. Perspektiven und Risiken der Nanotechnologie

Autor

Der Name klingt griffig und dynamisch, irgendwie einem B-Movie aus dem Thriller-Genre entlehnt, in dem eine Firma mit neuen Technologien finstere, menschenfeindliche Komplotte schmiedet. Doch ein B-Movie läuft in der Charité, Berlins traditionsreichem Krankenhaus, nicht und Komplotte werden in der „magforce nanotechnologies“ schon gar nicht geschmiedet. Was in der Charité erforscht und entwickelt wird und in der „magforce“ in nicht allzuferner Zukunft vermarktet werden soll, ist ein neues Therapeutikum, eine neue Medizin gegen Krebstumore. Andreas Jordan, Arzt und Forscher an der Charité und Gründer der „magforce“:

O-Ton

Take 1

es geht bei uns um Nanopartikel. Nanopartikel sind noch viel kleiner als eine Blutzelle und noch viel kleiner als ein Haar und es ist ein millionstel Millimeter, das ist Nanometer und so klein sind die Partikel, die wir hier verwenden und die kriegen eine bestimmte Hülle oder auch mehrere Hüllen, mit denen sie dann in bestimmte Tumorzellen aufgenommen werden, aber nicht in Normalzellen. Und der zweite Teil, das ist ein Gerät, mit dem wir ein ganz bestimmtes magnetisches Feld erzeugen, das 100.000 mal in der Sekunde seine Richtung ändert und aufgrund dieser Richtungsänderung wird in den kleinen Nanopartikeln Wärme erzeugt und diese Wärme können wir einstellen, zwischen 43, oder auch 70 und 80 Grad. Und das ergibt eine neue Nanokrebstherapie.

Autor

Magforce bedeutet magnetische Kraft. Was so einfach klingt, brauchte jahrelange Entwicklungszeit und die immer wieder gleichen bohrenden Fragen: Wie kann ein Tumor wirksam so überwärmt werden, dass er abstirbt? Herkömmliche Chemotherapien versagen hier meist, weil sie von außen arbeiten und im Körper die notwendige Wärmtemperatur kaum erreichen. Und: Wie muß ein Medikament beschaffen sein, das zwischen Tumorzellen und Normalzellen unterscheiden kann?

O-Ton**Take 2**

Die Unterscheidung zwischen Tumorzelle und Normalzelle geschieht über die intelligente Beschichtung der Nanopartikel. ... die es uns erlaubt, die Oberfläche dieser Partikel so zu kontrollieren, dass tatsächlich diese nur in Tumorzellen aufgenommen werden, aber nicht in Normalzellen. Darauf haben wir natürlich eine Reihe von Patenten und in dem einen ist ... beschrieben, dass diese Hülle auf bestimmte Tumorzellen abrichtbar ist, wie beim Dressurreiten etwa, werden hier die Hüllen erzeugt und genau auf bestimmte Tumorarten ausgerichtet.

Autor

Das neue Medikament wirkt wie ein Trojanisches Pferd. Die Tumorzelle nimmt nur die Beschichtungshülle wahr, nicht die Eisenoxid-Nanopartikel, die in ihr verborgen sind. Diese Partikel können durch magnetische Felder von außen stimuliert und gesteuert werden. In Berlin wird das Nano-Krebsmedikament zur Zeit in Machbarkeitsstudien getestet. Erste Ergebnisse: In allen Fällen konnte das Tumorwachstum gestoppt werden, bei einem Patienten entwickelte sich der Tumor sogar komplett zurück. Nano – die Wundertechnologie des 21. Jahrhunderts?

Atmo**Autor**

Der Begriff Nanotechnologie leitet sich vom griechischen Wort „nanos“ ab. „Nanos“ ist der Zwerg und sein Name steht heute für Abmessungen, die unvorstellbar klein sind. Ein Nanometer ist der milliardste Teil eines Meters, fünfzigtausendmal kleiner als das menschliche Haar. Im Reich der Zwerge tanzen Atome und Moleküle nach einer verrückten Melodie. Eine Kostprobe davon gibt der Wissenschaftsjournalist Niels Boeing in seinem Buch „Nano?! Die Technik des 21. Jahrhunderts“.

Sprecher

Kaum haben wir die Nanowelt betreten, umfängt uns eine ungeheure Hektik. So schnell können wir gar nicht schauen, wie uns hier Dinge aller Art um die Ohren fliegen. Tatsächlich scheint alles zu fliegen. Die Schwerkraft spielt überhaupt keine Rolle mehr, andere, viel stärkere Kräfte lassen alles durcheinandersausen. Es wimmelt nur so von winzigen, rasenden Schemen, die wir nicht richtig erkennen können. Das sind Elektronen, die in größere Gebilde hineinrasen, verschwinden, wieder ausgespuckt werden. Wie auf einem rasend schnellen Rangierbahnhof docken Kugeln, Ringe oder Quader in allen erdenklichen Größen aneinander an. Plötzlich fährt eine grelle, diffuse Wolke in dieses Chaos, verschluckt einige Moleküle, die ganz verbeult wieder auftauchen, andere

werden auseinandergerissen. Es ist ein Schieben, Reißen, Fliegen, Verschmelzen, Zerschneiden, dass es einem schwindlig wird. Was, bitte, ist denn das? Tokio zur Rushhour in hundertfachem Tempo?

Autor

Niels Boeing hat ein spannendes, fakten- und facettenreiches Buch zu Papier gebracht, flüssig und verständlich geschrieben. Er zeichnet darin die Entwicklung der Nanotechnologie nach und skizziert ihre Perspektiven.

Nanotechnologie ist nicht neu. Sie ist so alt wie das Leben auf der Erde. Aus Nanos sind wir geworden. Aus kleinsten Bausteinen hat die Evolution über Milliarden von Jahren die Natur und den Menschen geschaffen, hat Atom zu Atom aneinandergesetzt und große Strukturen aufgebaut, Strukturen, die wir heute Leben nennen. Neu an der Nanotechnologie ist, dass der Mensch heute nicht nur Einblick ins Reich der Zwerge nehmen kann und verstehen lernt, welche Gesetze dort herrschen, neu ist auch, dass Wissenschaftler angefangen haben, diese Gesetze anzuwenden und zu nutzen. Der Kristallograph Wolfgang Heckl von der Ludwig-Maximilians-Universität in München.

O-Ton

Take 3

durch die ... kleine Dimension vergrößert man ungeheuer die Oberfläche. Das ist ja einer der Effekte, die man auch ausnutzen möchte, die Oberflächenvergrößerung dadurch dass man die Partikel kleiner macht, wenn man also ein Kilo Partikel hernimmt und die Partikel sind ... einen Zentimeter groß oder man nimmt ein Kilo Partikel her und die Partikel sind nur ein Nanometer groß, dann hat man ein Vielfaches, ein Milliardenfaches an Oberflächenvergrößerung geschaffen und damit gleichzeitig eine Reaktivitätssteigerung und das ist etwas, was natürlich gewünscht ist auch, dass diese Partikel reaktiver sind, denn sie sollen ja auch was bewirken, wir stellen ja auch die Partikel her, damit wir damit technologisch etwas tun können.

Autor

Nanopartikel verhalten sich anders als ihre mikrometergroßen Geschwisterchen. Das macht sie so wertvoll. Nanos dienen als Katalysatoren. Man nehme Nanos, füge sie Produkten bei und man erhält ganz neue Produkteigenschaften: kratzfeste Autolacke etwa, wasserdichte Regenjacken oder Kloschüsseln, die nie stinken. Nanopartikel sind fast universell einsetzbar und nicht auf ein bestimmtes Produkt beschränkt. Deshalb wird die Nanotechnologie auch als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Es gibt kaum einen Industriezweig, wo sie keine Rolle spielt. Auf 150 Milliarden Dollar schätzt Marco Beckmann von der Nanostart AG in Frankfurt derzeit das Marktvolumen für nanotechnologische Produkte, schon im Jahre 2010 soll es auf 1 Billion Dollar gestiegen sein. Die Nanostart ist eine

Beteiligungsgesellschaft, die in Nanofirmen investiert und Finanzinvestoren berät. Hat man Zugriff auf Nanos, versteht ihr Zusammenspiel, kann man die Puppen tanzen lassen. Marco Beckmann.

O-Ton

Take 4

Die Entwicklung ist im Grunde dramatisch schnell ... Der Clou an der Nanotechnologie ist, dass sie nicht wie bisherige Entwicklungen ein neues Produkt ist, wie ... beispielsweise der Computer, die Eisenbahn, das Automobil ... die Nanotechnologie ist aber kein neues Produkt, es eine grundlegend neue Herstellungstechnologie und ... geht in jeden Bereich hinein, in dem etwas produziert wird. Das bedeutet, wir haben Produkte, die nanotechnologisch bearbeitet, verändert oder nanotechnologisch hergestellt wurden, die werden aber nicht immer als solche bezeichnet. ... Studien besagen, dass 70% der Bevölkerung überhaupt nicht wissen, was Nanotechnologie ... ist. ... Das Problem ist, dass sich dadurch, dass die Technologie unbekannt ist, ... übertriebene Hoffnung oder ... übertriebene Ängste schnell breit machen.

Atmo

Autor

Öffentlich wird in Deutschland die Nanotechnologie erst wenig wahrgenommen, geschweige denn diskutiert. Dabei nimmt Deutschland in der Nanoforschung international einen Spitzenplatz ein, die Nanoforscher hierzulande gehören zu den publikationsstärksten weltweit und bei den Patentanmeldungen liegt Deutschland auf Platz 2, hinter den USA, und vor Japan. 200 Millionen Euro läßt sich der Bund die Nanoforschung jährlich kosten.

Dass über Nanotechnologie hierzulande so wenig geredet wird, liegt nicht nur daran, dass, wo Nano drin ist, selten Nano draufsteht. Wissenschaft, Politik und Wirtschaft tun sich auch schwer, Nano aus dem Dunstkreis ihrer Fachdiskussionen zu entlassen und öffentlich Chancen und Risiken der neuen Technologie zu diskutieren. Wo klemmt der Schuh? Wovor fürchtet man sich? Dass man die Geister nicht mehr los wird, die man rief? Und mit einer Nanodebatte auf eine ähnlich abschüssige Bahn gerät wie mit der Gentechnikdebatte?

O-Ton

Take 5

Wir machen vor allem Grundlagenforschung, da geht es zum Beispiel bei uns darum: wie kann ich überhaupt einzelne Atome und Moleküle handhaben ? Wie gelingt es mir, wir haben ja jetzt erst vor vier Wochen es geschafft, ein einziges Fußballmolekül, einen Bucket Ball, ein C60 Molekül von einem Tor ins nächste zu schießen, wobei die Tore nur zwei Nanometer, zweimilliardstel Meter

voneinander entfernt waren? Das ist Guinness Book of Record sicher, das kleinste Fußballspiel der Welt, aber, das ist eine elementarer Schaltvorgang, Wir sind in der Lage, wenn wir wollen, ein einzelnes Molekül oder auch ein einzelnes Atom zu bewegen. Und das ist ... ein elementarer Vorgang, den man können muß, wenn man auf dieser Skala arbeiten möchte.

Autor

Über seinen Forschungsgegenstand kann Wolfgang Heckl begeistert erzählen. „Wie haben sich lebende Systeme entwickelt?“ Das ist die Frage, die ihn umhertreibt. Es ist ja auch spannend, zu erforschen, wie es die Natur macht, wie sie Leben erzeugt. Und wie Leben später einmal technologisch nachgebaut werden kann. In der Science Fiction Literatur werden schon seit langem Schreckensszenarien entwickelt, die das Bild der Nanotechnologie in der Öffentlichkeit mitprägen, zum Beispiel in Michaels Chrichtons Roman „Beute“, in dem sich Nanoroboterschwärme selbständig machen und zu einer mörderischen Bedrohung werden. Die Nano-Forschergemeinde hat für solche Literatur in der Regel nicht viel übrig und wendet sich in der Regel demonstrativ ab, wie Niels Boeing bei seinen Buchrecherchen erfahren hat.

O-Ton

Take 6

ich habe auch mal von einem Professor ... erfahren, dass es so eine Art informelle Einigung innerhalb der Community gibt, dass man sagt, wir lassen dieses Thema Nanoroboter, Prey, was auch immer, lassen das liegen und wir gehen auch nicht mehr darauf ein und wenn das an uns herangetragen wird, nehmen wir dazu nach Möglichkeit nicht Stellung, um auch zu zeigen, das ist für uns nicht reale Wissenschaft ... es ist nur science fiction und das ist nicht unser Geschäft. Ich finde diese Herangehensweise heikel ... weil ich denke, die Fragen sind da ... und die Fragen werden auch nicht weniger, die Leute möchten das natürlich wissen, alle möchten das immer wissen: geht das denn wirklich gar nicht? Wie sieht es damit aus?

Autor

Nein, es funktioniert wirklich nicht mit den Nano-Robotern. Oder noch nicht? Science Fiction sollte man nicht ganz auf die leichte Schulter nehmen. Für Gerd Binnig, der das Nano-Basiswerkzeug erfand, das Rastertunnel- und das Kraftmikroskop und dafür 1986 mit Heinrich Rohrer den Physiknobelpreis erhielt, wird vor allem die Computerbranche durch intelligentere Chips von der Nanotechnologie profitieren. In hundert Jahren oder so sieht er Mensch und Maschine zu einem Netzwerkhirn vernetzt, wie er kürzlich in einem Interview sagte. Nanotechnologie hat durchaus das Zeug, unsere Evolution zu beschleunigen. Niels Boeing sieht der Entwicklung skeptisch entgegen.

O-Ton**Take 7**

Ich finde auch, dass es zwischen den Nanopartikeln und den Nanorobotern durchaus auch noch ne Art mittleres Risiko gibt. ... vielleicht Nanomaschinen, Nanosysteme ... biotechnischer Art. ... es ist so, dass zum Beispiel ... das DNS-Molekül, die Erbsubstanz im Zellkern aller Lebewesen wegen ihrer chemischen Besonderheit ... als eine Art Nano-Lego gerne genutzt wird ... man hat da so allererste Gerüste aus DNS-Strängen gebaut. ... Natürlich sind diese Stränge (in diesen Gerüststrängen) funktionslos ... nur so einfach ist das mit der technischen Entwicklung natürlich noch nie gewesen, weil ... irgendwann eine Komplexität erreicht wird, wo sehr viele Leute an sehr vielen Stellen arbeiten und dann auch Leute mit komischen Absichten dazukommen

Autor

In 100 Jahren wissen wir bestimmt mehr. Oder sollten wir vielleicht schon vorher hellhörig werden?

O-Ton**Take 8**

Some of the areas being talked about in nanotechnology in the future for example the convergence ... of the cognitive sciences – biotechnology, nanotechnology and perhaps IT – should that be achieved then there would be some ethical issues that we should encourage scientists and society to think about very carefully. We don't see that as being an immediate concern but it is something we recommended that there should be a re-review in two and five years time to see how much is advancing in some of these areas. One of our recommendation actually was we think that ethics should be part of the formal training of researchers in emerging technologies like nanotechnologies. We found the experienced researchers we talked to very willing to engage to think about what the possibilities of some areas of research were, but we found that some of the younger people hadn't really thought about these things at all. One of the things we have recommended is more training in ethics.

Sprecherin

In Zukunft – das steht auch im Bericht -, stellen sich verstärkt ethische Fragen, wenn Wissenschaften wie Biotechnologie, Nanotechnologie und Informationstechnik zusammenwachsen. Wissenschaftler, aber auch die Gesellschaft, sollten dann sehr genau darüber nachdenken, was das bedeutet. Im Moment sorgen wir uns noch nicht, aber wir empfehlen, dass man sich die Entwicklungen auf diesem Gebiet in einigen Jahren erneut anschaut. Wir schlagen auch konkret vor, dass Ethik ein Teil der Ausbildung für Wissenschaftler sein sollte, die sich mit neuen Technologien wie der Nanotechnologie beschäftigen. Wissenschaftler, die schon länger auf ihrem Gebiet forschen, sind bereit, sich auch über die Auswirkungen ihrer Forschung

Gedanken zu machen. Für jüngere Wissenschaftler dagegen ist das kaum ein Thema. Deshalb sollten mehr ethische Fragen diskutiert werden.

Autor

Ann Dowling ist Maschinenbauprofessorin in Cambridge, Großbritannien, und Mitglied der Royal Society und der Royal Academy of Engineering, zwei renommierte Wissenschaftsorganisationen, die weltweit hohes Ansehen genießen. Unter ihrem Vorsitz veröffentlichten die beiden Organisationen kürzlich einen Bericht, in dem Chancen und Risiken der Nanotechnologie beleuchtet werden. Ann Dowling.

O-Ton

Take 8a

The main conclusions that we came to was first of all what other people have said which is that nanotechnologies offer great opportunities with many potential benefits now and even more to come through in the future. We found that most nanotechnologies post no new risk to health, safety or the environment but we had concerns about one particular area and that was about manufactured nanoparticles and there we recommend research and regulation required immediately to address some uncertainties about the effects of nanoparticles and we have also recommended a public debate needed about the directions that nanotechnology might develop in.

Sprecherin

Der Bericht stellt vor allem fest, was andere Leute schon gesagt haben: Nanotechnologie bietet große Chancen mit vielfältigem Nutzen, schon heute und noch mehr in der Zukunft. Die meisten Technologien, die auf Nanobasis arbeiten, stellen kein neues Risiko für die Gesundheit oder die Umwelt dar. Wir machen uns aber Sorgen über industriell hergestellte Nanopartikel. Dort sollte geforscht und der Gesetzgeber sofort aktiv werden, um mögliche Gefahren von Nanopartikeln einzugrenzen. Wir sind auch für eine öffentliche Debatte über die Richtung, in die sich Nanotechnologie entwickeln sollte.

Atmo

Autor

Während Nanoroboter heute für Ann Dowling noch „Good Fun“ sind, „a book to read on a beach on holiday“, sollte man Nanopartikel lieber ernster nehmen. Die ultrafeinen Stäube können zu Entzündungen führen. So empfiehlt auch Ann Dowling in ihrem Bericht, die Risikoforschung auf diesem Gebiet zu verstärken, um herauszufinden, wie toxisch diese Partikel sind und welchen Schaden sie in der Umwelt und im menschlichen Körper anrichten können. Wobei nur Nanopartikel gefährlich werden, die in die Atmosphäre austreten können und inhalierbar sind. In der Regel sind Nanopartikel allerdings in irgendeine Form

von Matrix eingebunden. Nur Hüllen sind nicht gleich Hüllen. Einige gelten als sicher, andere als mehr durchlässig.

O-Ton

Take 9

Wenn man über Partikel redet, sind ... Nanopartikel auf der Lunge immer sehr viel mehr aktiv als feine Partikel. Das Problem könnte man lösen mit einem Grenzwert. Man senkt den Grenzwert für Nanopartikel auf niedrige Niveaus. Das ist eine Sache. Die zweite Sache aber ist sehr viel wichtiger, dass Nanopartikel Effekte haben, die bisher von Partikeln nicht gesehen worden sind. Und das sind systemische Effekte, zum Beispiel. Effekte ... auf Herz-Kreislauf. Also die Effekte sind bisher nicht gesehen worden, nicht bewertet und nicht in Grenzwerte aufgenommen ... Das dritte aber ist vielleicht noch wichtiger, ... dass die Effekte, die man jetzt von Nanopartikeln in der Epidemiologie sieht, meistens bei Leuten auftauchen, die empfindlich sind, weil sie eine Krankheit haben, das heißt, Leute mit Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislaufkrankungen, da haben Sie vielleicht schon 50% der Bevölkerung, die krank ist, ja. Das sind die empfindlichen Gruppen für die Effekte von Nanopartikeln. Für solche Leute kann man schlecht einen Grenzwert stellen. ...

Autor

Paul Borm ist Professor an der Fachhochschule Heerlen in den Niederlanden. Er ist einer von etwa zwanzig Toxikologen weltweit, die sich mit der Toxikologie von Nanopartikeln beschäftigen. Er nennt einen weiteren Gefahrenaspekt, über den heute noch gar nicht gesprochen wird.

O-Ton

Take 10

Zum Beispiel bei Coatings, also Oberfläche Nanomaterial ... meistens sind das ultradünne Schichten auf Material, die irgendwo eine Eigenschaft dafür sorgen, zum Beispiel bei Lacke oder auf Fenster ... wenn die Schicht irgendwo abgebrochen wird ... ganz kleine Nanoteilchen ... in Umwelt kommt, dann kommen die Partikel frei, kommen in Regen in Boden und Wasser und in diesem Expertisebereich gibt es relativ wenig Forschung ... Da ist ein Riesenbedarf an Forschung

Stellen Sie sich mal vor, alle Gebäude in Frankfurt sind ... mit Fenstern vorgesehen, die alle selbstreinigend sind, die haben alle ultradünne Schicht mit Titandioxyd, drei oder vier Nanometer, das bedeutet, das man die Fenster nicht mehr waschen soll, das ist nicht mehr notwendig, aber dann hat man wie viele tausende Quadratmeter mit Titandioxyd ultradünne Schicht und davon wird natürlich jährlich etwas abgebrochen ... das endet im Boden und Wasser ...

Umwelt ist bisher in Europa bisher ungeforscht ... diese Diskussion läuft in Europa bisher noch nicht.

Autor

Wenn Chancen und Risiken der Nanotechnologie in Deutschland nicht breiter diskutiert werden als bisher, könnte ihr das gleiche Schicksal wie der Gentechnik drohen. Die wurde erst hochgejubelt, heute wird sie fast gesteinigt. Ihren Akteuren gelang es nicht, Chancen wie Risiken glaubwürdig in der Öffentlichkeit darzustellen und eine Akzeptanz zu finden. Vermitteln Nanoforscher in Deutschland ihren Gegenstand? Wolfgang Heckl meint selbstkritisch:

O-Ton

Take 10a

Ja, ein bißchen mehr könnten es schon sein. ... Man findet natürlich in der Kollegenschaft ... oft Leute, die sagen, das ist ja gar nicht nötig, das ist ja nur ein Public awareness Schaffen, was vielleicht eher schädlich ist für unsere Forschungen, das gibt es auch ..., aber die ... Mehrheit der Kollegen ist doch der Meinung, dass es so sei muß, dass, wenn die Forschungsgelder ja ... von der Gesellschaft kommen, die Bringschuld der Wissenschaft an die Gesellschaft schon groß ist. Und es kommt der .. Aspekt noch hinzu, es darf uns nicht so gehen wie in der Gentechnologie. Dort hat man ... vieles falsch gemacht von der ... Wissenschaft her oder der Politik, ... indem man nur über die Vorteile und über die phantastischen Möglichkeiten der Gentechnologie informiert, könnte man ... diese Technologie auch einführen.

Autor

Und da haben Teile der Gesellschaft bekanntlich ja nicht mitgespielt. Der Communicator-Preisträger 2002 ist einer der wenigen aus seiner Zunft, die das immer wieder tun. Dabei kommentiert er geradezu auch mit Lust Bücher und Filme, die sich mit Nano-Science-Fiction beschäftigen. Vielleicht noch wichtiger als Öffentlichkeitsarbeit, sind allerdings Versuche, die Öffentlichkeit selbst mitreden zu lassen, wenn es um die Zukunft der Nanotechnologie geht. Ann Dowling.

O-Ton

Take 11

... in the small workshops that we run with the public we had scientists on hand to answer their questions but not to talk at them and within a course of a day the public got very engaged and really had pulled out very important issues ... making very thoughtful and careful comments about where they would like to see technologies develop.

Sprecherin

In den kleinen Arbeitsgruppen, die wir öffentlich durchgeführt haben, haben Wissenschaftler nicht an die Leute ´rangeredet, sondern ihre Fragen beantwortet. Es verging nicht einmal ein Tag, da haben sich die Teilnehmer in der Arbeitsgruppe schon sehr engagiert gezeigt und wichtige Fragen aufgeworfen, aber auch überlegte und bedachte Vorschläge gemacht, wie sich die Nanotechnologie entwickeln sollte.

Autor

Wie Nanotechnologie in Zukunft wahrgenommen und wie über sie diskutiert wird, hängt auch vom Verhalten der Nanofirmen ab. Die Royal Society fordert in ihrem Bericht, Ergebnisse aus Materialprüfungen offenzulegen und die Eigenschaften der Nanopartikel bei Tests stärker zu berücksichtigen. Marco Beckmann von der Nanostart AG ist da skeptisch.

O-Ton**Take 12**

Das ist sehr problematisch. ... Wir haben das Problem, dass auf der einen Seite ... offengelegt werden muß, wie sehen die Eigenschaften aus ... auf der anderen Seite halten sich Unternehmen natürlich bewußt zurück... , weil sie natürlich das geistige Eigentum, was erworben wurde, die neuentwickelten und patentrechtlich vielleicht noch nicht gesicherten Erkenntnisse nicht einfach so preisgeben wollen. ... Ein wichtiger Ansatz wäre, ... dass man so schnell wie möglich, internationale Grundsätze und Prinzipien festlegt, dass ... beispielsweise regional gesehen europäische Unternehmen in den Konflikt ... geraten, dass sie ... alles offenlegen, aber ein Unternehmen, was außerhalb Europas ist, in den USA oder Asien, dieser Pflicht überhaupt nicht unterliegt und frei forschen und seine Produkte frei weiterentwickeln kann.

Autor

Das Reich der Zwerge wird unser Leben in Zukunft verändern. Ob wir uns mit Hilfe der Nanos wirklich einmal überflüssig machen, so dass uns die Zukunft nicht mehr braucht, wie Bill Joy meint, Informatiker und Nanoskeptiker aus den USA, weiß heute keiner. Für Gerd Binnig ist der kritische Punkt erreicht, wenn Maschinen anfangen, Gedichte tiefgründiger zu schreiben und zu interpretieren als der Mensch. Nur: wer liest und hört heute noch Gedichte?

Heinz-Jörg Graf

Flotowstr. 9

10555 Berlin

Tel.: 030 - 3990 74 71

Fax: 030 - 3974 97 02
Mail: hjgraf@claranet