

# Chancen wahrnehmen, Risiken eindämmen

Die Schweiz spielt eine führende Rolle in der Nanotechnologie. Damit dies so bleibt, sollen in einem neuen Nationalen Forschungsprogramm neben den Chancen auch die Risiken vertieft untersucht werden. Peter Gehr, Professor für Anatomie an der Universität Bern, leitet das Programm.

Von Marcus Moser

**Prof. Peter Gehr, die Nanotechnologie gilt als Schlüsseltechnologie dieses Jahrhunderts. Warum eigentlich?**

Nanopartikel verschieben die Grenzen des Machbaren – durch ihre Kleinheit. Man kann ein Haar 50 000-mal schneiden und gelangt so in die Grössenordnung von Nanopartikeln. Wir können dieses Partikel erst messen, beobachten und sichtbar machen, seit wir entsprechende Geräte haben. Wichtig nun: Nanopartikel haben andere physikalische und chemische Eigenschaften als grössere Partikel desselben Materials.

**Die Einsatzgebiete synthetischer – also künstlich hergestellter Nanomaterialien – scheinen unbegrenzt: Kratzfeste Brillengläser, schlagfeste Beschichtungen, ultraleichte Velos, leistungsfähige Batterien, abriebfeste Textilien oder Lebensmittelverpackungen, die eine längere Haltbarkeit erlauben. Welche Anwendung beeindruckt Sie persönlich am meisten?**

Von den Genannten die ultraleichten Velos mit einem Rahmen aus Kohlestoffröhrchen im Nanoformat. Das Material ist viel stabiler als Stahl und zugleich federleicht. Als Biologe und Mediziner beeindruckt mich die Einsatzmöglichkeiten in der Medizin: Nanopartikel können uns neue Diagnoseverfahren eröffnen oder Möglichkeiten bieten, Arzneien gezielt an bestimmte Stellen des Körpers zu führen. Das ist phänomenal, stellt aber auch ein Risiko dar. Nanopartikel können, wenn sie mit Zellen interagieren, auch negative Reaktionen auslösen. Es gilt nun, die Chancen und Risiken gegeneinander abzuwägen. Hier liegt das grosse Untersuchungsfeld.

**Die Schweiz spielt eine führende Rolle in der Nanotechnologie. Allein 2006 wurden rekordverdächtige zehn Nano-Erfindungen pro Million Einwohner zur Patentierung angemeldet. Worauf führen Sie das zurück?**

Die Schweiz ist seit Jahrzehnten führend in der Herstellung von Präzisionsgeräten, denken Sie nur an die Uhrenindustrie. Es besteht eine langjährige Tradition im Umgang mit dem ganz Kleinen. Die Schweiz hat sich rasch auf die neue Technologie ausgerichtet und sofort in die Forschung investiert.

**Die Forschungsszene ist breit gefächert: Es gibt zwei Nationale Forschungsschwerpunkte, ein Nationales Forschungsprogramm und diverse Forschungsplattformen der Universitäten, der ETHs sowie der EMPA. Mein Eindruck: Da wurde stark vernetzt und gefördert, um Chancen zu nutzen.**

Das ist so. Die starke Vernetzung wiederum ist eine Eigenschaft des Forschungsplatzes Schweiz. Die Nanotechnologie verlangt als Voraussetzung die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche; diese Zusammenarbeit wird durch die Vernetzung stark begünstigt.

**Es wurden früh Schritte unternommen, um mit der Bevölkerung über Chancen und Risiken der neuen Technologie zu sprechen. Erwähnt sei ein «Publifocus» des Bundes von 2006. Ergebnis: Die Nanotechnologie ist beliebt und gleichzeitig unbekannt. Wie schätzen Sie das aktuelle Wissen ein?**

Die Kenntnisse sind kaum viel grösser als 2006. Über die Gründe können wir spekulieren. Bisher hat die

*Nanopartikel verschieben die Grenzen des Machbaren – durch ihre Kleinheit.*

Peter Gehr



Nanoforschung keine Ergebnisse erbracht, welche die Bevölkerung beunruhigen. Andererseits sind für den Alltag nützliche Anwendungen entstanden. Und wie es funktioniert, muss ich als Nutzerin oder Nutzer eines Wagens mit schmutzabweisender Oberfläche ja nicht wissen.

**Politik und Verwaltung haben mögliche Risiken thematisiert: 2007 wurde ein Grundlagenbericht zur Risikobeurteilung synthetischer Nanopartikel vorgelegt, 2008 ein entsprechender Aktionsplan durch den Bundesrat genehmigt. Kürzlich ist ein Vorsorgeraster für den industriellen Umgang mit Nanomaterialien erschienen. Im Mittelpunkt steht die Arbeitssicherheit. Ist das ein verantwortlicher Umgang mit den potenziellen Risiken?**

In meinen Augen – ja. Soweit ich orientiert bin, gibt es in Europa keinen zweiten derart systematischen Aktionsplan zur Beurteilung und zum Management der Risiken synthetischer Nanopartikel. Die Schweiz ist also auch hier führend. Ich erinnere mich an die ersten Diskussionen vor mehr als zehn Jahren, der Prozess dauert also schon eine Weile.

**Im Widerspruch zur frühzeitigen Thematisierung der Risiken durch die Politik steht die Tatsache, dass auf Forschungsebene bereits zehn Jahre seit dem Start des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Nanowissenschaft» vergangen sind. Warum sollen erst jetzt Lücken im Wissen durch das Nationale Forschungsprogramm «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» (NFP 64) geschlossen werden?**

Das ist ein scheinbarer Widerspruch. Die Nanoforschung musste zuerst Resultate erzielen, bevor überhaupt Risiken bekannt wurden. Synthetische Nanopartikel mussten zuerst hergestellt werden, bevor mögliche Reaktionen mit lebenden Systemen überprüft werden konnten. Aus unserer eigenen Forschung, die ich als Risikoforschung im Bereich der Nanopartikel verstehe, konnten wir erste Ergebnisse vor rund fünf Jahren veröffentlichen. Da zeigte sich, dass die Interaktion von Nanopartikeln mit Zellen auch negative Folgen haben kann. Dieses Problembewusstsein musste erst entwickelt werden.

**Stichwort Nanotechnologie**

Die Nanotechnologie befasst sich mit Strukturen, die typischerweise zwischen 1 und 100 Nanometer «gross» sind. Besonderheit dieser Zwerge: Nanoteilchen verfügen über eine im Verhältnis zur Masse sehr grosse Oberfläche. Je grösser die Oberfläche, desto grösser die Kontaktfläche, die mit der Umgebung reagieren kann. Chemische Reaktionen können bei Nanoteilchen deshalb stärker oder anders ausfallen als bei grösseren Partikeln. Nanoteilchen werden auf physikalisch-chemischem Wege hergestellt. Das Nationale Forschungsprogramm «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» (NFP 64) will die Lücken im gegenwärtigen Wissen über Nanomaterialien schliessen. Die mit der Produktion, dem Gebrauch und der Entsorgung von Nanomaterialien verbundenen Chancen und Risiken für Mensch und Umwelt sollen besser verstanden werden. Die Forschungsprojekte beginnen im Dezember 2010.

## *Die Schweiz hat sich rasch auf die neue Technologie ausgerichtet und sofort in die Forschung investiert.*

Peter Gehr

### **Worin bestehen denn die hauptsächlichen Risiken synthetischer Nanopartikel?**

Wie gesagt: Über die Risiken dieser spezifischen Partikel weiss man noch nicht sehr viel. Darum ist auch das Nationale Forschungsprogramm 64 initiiert worden. Aber: Über Umwelt-Nanopartikel weiss man bereits einiges. Man hat zum Beispiel untersucht, wie Nanopartikel im Feinstaub mit Zellen interagieren. Dabei hat sich gezeigt, dass je nach der Intensität dieses Kontakts bei Zellen oxidativer Stress ausgelöst werden kann. Oxidativer Stress kann zu Entzündungsreaktionen führen, bis hin zum Tod der Zelle. Es werden auch Schädigungen im Kern, bei der Erbsubstanz, vermutet. Nun stellt sich die analoge Frage, welchen Effekt verschiedene künstliche Nanopartikel auf Zellen haben können. Das muss man wissen, wenn synthetische Nanopartikel für medizinische Zwecke eingesetzt werden sollen.

### **Sie haben mit Ihrem Team die Wirkung von Nanopartikeln auf die menschliche Lunge untersucht. Mit welchem Ergebnis?**

Nanopartikel sind bei Ablagerung auf der Lunge genauso nahe am Blut wie Sauerstoffmoleküle. Konkret bedeutet dies: Nanopartikel können dank ihrer Kleinheit ins Blut gelangen, genau gleich wie der Sauerstoff. Kollegen von uns haben nachgewiesen, dass Nanopartikel mit dem Blut im ganzen Organismus verteilt werden können. Nanopartikel konnten inzwischen in allen Organen nachgewiesen werden; zum Beispiel im Herzen, in der Leber, im Gehirn. Was das nun für unsere Gesundheit bedeutet und ob es überhaupt etwas für unsere Gesundheit bedeutet, das wissen wir aber noch nicht.

### **Diese Wissenslücken sollen mit dem Nationalen Forschungsprogramm 64 nun geschlossen werden.**

#### **Welche Bereiche werden untersucht?**

Wir haben fünf Themenkreise für die Forschungsprojekte vorgegeben: Die Medizin, die Umwelt, die Nahrungsmittel und Konsumgüter, die Energie und das Bauwesen sowie innovative Nanomaterialien. Alle eingereichten Projektskizzen sollten im jeweiligen Feld Chancen und Risiken thematisieren.

#### **Die Forschungsdauer beträgt fünf Jahre. Welche Ziele sollen erreicht werden?**

Bleiben wir bei möglichen Anwendungen in der Medizin, die so noch nie gemacht wurden. Als Skizze: Als erster Schritt werden Nanopartikel mit bestimmten Oberflächenmolekülen definiert hergestellt. Diese Nanopartikel können an bestimmte Zellen – nehmen wir an, dies seien Krebszellen – andocken. Gehen wir in einem zweiten Schritt davon aus, dass diese Nanopartikel magnetisiert werden können. Dann wäre es auch möglich, die magnetisierten Partikel mit einem von aussen an den Körper angelegten Magnetfeld zum betroffenen Organ mit den Krebszellen zu dirigieren. Und als dritter Schritt: Wegen ihrer definierten Struktur können die Nanopartikel bei den Krebszellen andocken und spezifisch wirken. So könnte es also möglich sein, mit spezifischen Nanopartikeln und neuen Verfahren Krebszellen zu zerstören.

#### **Soweit mögliche Chancen. Und die Risiken?**

Es muss intensiv und auch mit Tierversuchen geklärt werden, dass neben den gewollten Reaktionen durch die Nanopartikel keine ungewollten auftreten können. Eben zum Beispiel der beschriebene oxidative Stress, der

*Nanopartikel können dank ihrer Kleinheit ins Blut gelangen, genau gleich wie der Sauerstoff.*

Peter Gehr



zu Entzündungsreaktionen führen kann. Solche Dinge müssen untersucht werden.

**Und die neuen Erkenntnisse haben dann Rückwirkungen, zum Beispiel auf das Vorsorgeraster im Umgang mit Nanomaterialien?**

Unbedingt. Dafür machen wir die Forschung.

**Für das Nationale Forschungsprogramm stehen insgesamt zwölf Millionen zur Verfügung. Reicht das?**

Die Beträge entsprechen jenen für Grundlagenforschung in der freien Forschung. Ich finde die Beträge ausreichend und zielführend.

**Der Kenntnisstand der Bevölkerung im Bereich der Nanotechnologie ist gering. Die Akademien der Wissenschaft fordern, dass Forschende aktiv über ihre Tätigkeit informieren. Wie wollen Sie das handhaben?**

Zu unserer Gruppe gehört ein so genannter Umsetzungsbeauftragter, also ein Profi für die Kommunikation. Es wird wesentlich an ihm liegen, die jeweiligen Resultate verständlich zu vermitteln. Aber auch die Forscherinnen und Forscher haben in ihren Pflichtenheften einen Kommunikationsauftrag.

**Peter Gehr, Sie werden nach 22 Jahren als Professor an der Universität Bern per Ende Juli 2010 emeritiert – leiten aber das Nationale Forschungsprogramm bis zum Abschluss 2015/16. Ist das jetzt eine Belastung – oder aber ein krönender Abschluss?**

Es ist weder Belastung noch krönender Abschluss. Ich habe mich einfach sehr darüber gefreut, als der

Nationalfonds mich für die Leitung angefragt hat. Jetzt bin ich im Rahmen meiner Professur doch sehr fremdbestimmt. Bald in einem flexibleren Rahmen mein jahrelanges Forschungsgebiet in der neuen Funktion als Koordinator weiter bearbeiten zu können, ist natürlich toll.

**Kontakt:** Prof. Dr. Peter Gehr, Leiter Abteilung Histologie, Institut für Anatomie, [gehr@ana.unibe.ch](mailto:gehr@ana.unibe.ch)

Peter Gehr (1945) ist seit 1988 Professor für Histologie und Anatomie an der medizinischen Fakultät der Universität Bern. Sein Forschungsinteresse gilt unter anderem der Partikel-Zell-Interaktion (Lunge). Gehr ist verheiratet und Vater von drei erwachsenen Kindern. Er wird Ende Frühjahrssemester 2010 emeritiert. Gehr leitet das Nationale Forschungsprogramm «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» NFP 64.

#### **UniPress Gespräch als Podcast**

Sie können die ausführliche Version des Gesprächs auch hören. Den Podcast zum Herunterladen finden Sie auf [www.unipress.unibe.ch](http://www.unipress.unibe.ch) unter «Download».