



TECHNOLOGIEN FÜR DIE KLEINSTEN DINGE

# Faszination Nanomedizin

Nicht wenige Leser dürften im Oktober 2016 bei der Vergabe des diesjährigen Nobelpreises für Chemie gestaunt haben. Er ging an drei Autobauer, die nach dreißigjähriger Vorarbeit bei minimalem Materialaufwand ein mit Licht betriebenes Fahrzeug gebaut haben. Lesen Sie, was das Besondere daran ist und was das mit Medizin zu tun hat.

Die vier Räder des mit Licht betriebenen Fahrzeugs besitzen einen Allradantrieb und rotieren mit unvorstellbaren zwölf Millionen Umdrehungen pro Sekunde. Spätestens hier wird klar, dass es sich nicht um ein übliches Auto handelt. Vielmehr bewegt es sich nur auf atomarer Ebene und besteht aus wenigen Molekülen, die von den drei jeweils auf einzelne Komponenten spezialisierten Laureaten geschickt zusammengesetzt worden sind. Wir befinden uns in der Mikrowelt, in der sich ein Nanometer (nm) zum gebräuchlichen Metermaß wie ein Tennisball zur Erdkugel verhält. Eine Zelle hat in diesem Vergleich etwa die Größe eines Lastwagens. Im Reich der Atome und Moleküle verhalten sich bekannte Materialien oft anders als wir es aus unserer Umwelt kennen. Was zu erheblichen Risiken führen kann. Immerhin sind die Nanopartikel so klein, dass sie unerkannt vom Immunsystem problemlos in Zellen und sogar Zellkerne eindringen können. Müheles überwinden sie Blut-Hirn-Schranke und Plazenta-Schwelle des Menschen. Obwohl Nanopartikel schon seit vielen Jahren in der Auto- und Flugzeugindustrie benutzt werden und in Textilien, Kosmetika, Haushalts- und Lebensmitteln zu finden sind, wird über Toxizität, Kanzerogenität, Resistenzbildung, den nötigen Arbeitsschutz und die gefahrlose Entsorgung noch heftig geforscht.

Erst im September hat die Bundesregierung den Aktionsplan Nanotechnologie 2020 ins Leben gerufen. 14 Max-Planck-Institute, 19 Fraunhofer-Gesellschaften und fünf Helmholtz-Zentren befassen sich gemeinsam mit mehreren Bundesinstituten mit Anwendungen und Risikobewertungen von Nanoprodukten.

In der Medizin haben Nanotechnologien vor Jahren schon in vielen Bereichen ihren Eingang gefunden und damit dieser neuen Disziplin ihren Namen gegeben: Nanomedizin. Kolloidales Gold wird bei der Arthritis-Therapie eingesetzt. Nanosilber hat durch seine antimikrobielle Wirkung seine Anwendung in der Wundversorgung und in der Implantatherstellung gefunden. Im Jahr 2013 wurden über 100 Nanoprodukte in der Medizintechnik aufgelistet, hinzu kommen 43 zugelassene Nanoarzneimittel, die als Grippeimpfstoffe, Krebsmedikamente oder gegen Pilzinfektionen eingesetzt werden. Der Weltmarkt für 2016 wird auf 70 Milliarden Euro geschätzt, Tendenz exponentiell steigend.

Nanostrukturen ermöglichen den Biomarker- und Wirkstofftransport von wasserlöslichen bzw. hochtoxischen Medikamenten direkt in die Tumorzelle. Sie ermöglichen so die Diagnose durch bildgebende Verfahren und die sofortige Therapie von z.B. Hepatitis, Alzheimer und Krebserkrankungen. Diese Methode leitet das neue Zeitalter der Thera-nostik ein, eine Kombination von Erkennung von Krankheitsherden durch Biomarker und hochspezifische Medikation zu deren Therapie. Hilfreich sind besondere Nanostrukturen in Schalen-, Stäbchen- und Röhrenform. Gerade haben US-Forscher beschrieben, wie sie cellulosegestützte Nanostäbchen mit bis zu 1.000 nm Länge herstellen, die auf Wunsch metallische, magnetische, halbleitende oder leuchtende Eigenschaften annehmen können. Biomarkierte Nanoröhren mit Goldkern und Eisenhülle können zur Erkennung tumorbe-fallender Zellen (im MRT durch das Eisen) und anschließend zu Zerstörung durch das erhitzte Nanogold eingesetzt

werden. Derzeit wird Nano-eisen durch direkte Injektion in das Tumorgewebe appliziert und anschließend mittels magnetischer Felder erhitzt. 2012 hat man festgestellt, dass auch Nanogold bei einer Teilchengröße von zwei bis vier Nanometer stark magnetisch wird.

Weitere Anwendungen in der Bildung, bei der Herstellung von Biomaterialien und Beschichtung von aktiven Implantaten sowie in der invitro-Diagnostik, aber auch die daraus resultierenden Risiken durch Ablagerungen und Freisetzungen von Nanopartikeln sind bei dem rasanten Fortschritt kaum einzuschätzen. Mittlerweile verbündet sich die Nanotechnik auch mit der DNA-IT: 2007 stellte ein Dresdener Team einen Transistor aus Nanoröhre und DNA-Strang vor. Forscher aus Taiwan bauten aus Nanosilber und einer Lachs-DNA einen UV-beschreibbaren Hybridspeicher. Und vor wenigen Tagen erst machte der weltweit kleinste Transistor von 1 nm Schlagzeilen. Seine Bauweise aus Molybdändisulfid statt Silizium erlaubt nun die Reduktion der Integrationsdichte von 12 nm auf 5 nm. Es gibt wieder Hoffnung für die bereits totgesagte Faustregel von Gordon Moore, die vor 50 Jahren eine Verdopplung der Integrationsdichte alle 18 bis 24 Monate vorher-sagte.

Was soll man jetzt mit dem Nanoauto anfangen? Nun, die drei Konstrukteure haben dabei gleich mehrere technologische Durchbrüche erzielt, die sich künftig beim Bau von Nanorobotern nützlich erweisen werden. Science-Fiction-Autoren haben da schon sehr präzise Vorstellungen entwickelt.

**Manfred Kindler, KKC-Vorsitzender, Kontakt: m.kindler@kkc.info**