



## B. Müller

Prof. Dr. Bert Müller  
 Thomas Straumann Professor für  
 Materialwissenschaft in der Medizin  
 an der Universität Basel  
 Universitätsspital Basel  
 Biomaterials Science Center  
 4031 Basel  
 bert.mueller@unibas.ch  
 www.bmc.unibas.ch

■ Rev Med Suisse 2012; 8: 152-3

■ Unter Nanomedizin verstehen wir die Anwendung der Nanotechnologie zum Wohl der Patienten, d. h. Nanotechnologie für die Diagnose und die Behandlung von Krankheiten sowie deren Prävention. Die wichtigen Strukturgrößen der Nanotechnologie liegen zwischen 1 und 100 nm. Damit sind sie etwa 10'000-mal kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haars. Derartige Nanostrukturen zeigen – gegenüber Mikro- und Makrostrukturen aus dem gleichen Material – völlig neue Eigenschaften und Funktionen. Das liegt vor allem daran, dass die Anzahl der Atome/Moleküle im Volumen der Nanopartikel gegenüber ihrer Oberfläche klein ist.

Heute benutzen wir bereits tagtäglich Nanopartikel. So basieren die Sonnenschutzmittel und die Sensitive-Zahnpasten auf Nanometer-grossen Strukturelementen. Wir gehen zwar auf Grund diverser Studien davon aus, dass diese Nanopartikel unschädlich sind, kennen aber potentielle Gefahren kaum. Der Schweizerische Nationalfonds hat deshalb das Nationale Forschungsprogramm, Chancen und Risiken von Nanomaterialien' lanciert, um diese potentiellen Risiken besser einschätzen zu können (www.nfp64.ch).

Auch die Weich- und Hartgewebe des menschlichen Körpers enthalten diverse Nanostrukturen. So wissen wir beispielsweise, dass Zähne und Knochen u.a. aus Apatit-Kristalliten (etwa 20 nm grosse, regelmäßige Anordnungen von Kalzium- und Phosphoratomen) und Kollagenfasern (mit einer typischen Periode von 67 nm) aufgebaut sind. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Implantate für den Knochenbereich besonders gut integriert werden, wenn durch Sandstrahlen und Ätzen derartige Nanostrukturen auf ihrer Oberfläche erzeugt wurden. Hier konnte gezeigt werden, dass Nanostrukturen die Entzündungsreaktionen massiv in positiver Richtung beein-

# Was ist Nano-Medizin ? – Nanotechnologie zum Wohl der Patienten !

flussen.<sup>1</sup>

Materialien für den Knochenaufbau, wie man sie heute routinemässig im Kiefer einsetzt, um später erfolgreich ein Zahnimplantat zu inserieren, bestehen ebenfalls zunehmend aus Nanopartikeln.<sup>2</sup> Das günstige Oberflächen-Volumen-Verhältnis erlaubt einen zügigen Einbau in den Remodeling-Prozess und damit eine schnellere Knochenbildung.

Ingenieure, Naturwissenschaftler und Mediziner entwickeln deshalb immer leistungsfähigere Biomaterialien, die über klassische Medikamente hinausgehen und Medizintechnikprodukte einschliessen.<sup>3</sup> Der Schweizerische Nationalfonds hat dazu das Schwerpunktprogramm «Intelligente Materialien» etabliert (www.nfp62.ch). Ziel ist es u. a. kardiovaskuläre Erkrankungen mittels Nanocontainern zu behandeln, die gezielt an verengten Blutgefässen bekannte Medikamente freisetzen. Damit kann man gegenüber der systemischen Behandlung die unerwünschten Nebenwirkungen, wie Abfall des Blutdrucks, verhindern oder zumindest massiv reduzieren.

Die erfolgreiche Nanomedizin, auch als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts bezeichnet, erfordert aber insbesondere innovative Nanotechnologie-basierte Methoden, um verschiedene Spezies (Metallionen, DNS, etc.) effektiv nachzuweisen und den menschlichen Körper bis auf das atomare Niveau zu erforschen (visualisieren). Wir wissen, dass unser Gewebe nicht nur aus Nanometer-grossen Komponenten aufgebaut ist, sondern diese auch eine bevorzugte Ausrichtung aufweisen, um ihre Funktion zu erfüllen. Der menschliche Zahn ist ein sehr gutes Beispiel: Die keramischen, Nanometer-grossen Bestandteile im Zahnschmelz und im Dentin weisen eine charakteristische Ausrichtung auf, die man mit Hilfe von Röntgenstreuung vermessen kann. Statt der bisher verwendeten isotropen Füllungen sollten in Zukunft Natur-analoge Zahnfüllungen<sup>4</sup> eine längere Lebensdauer unter erhöhter Belastung gewährleisten. Jüngste Ergebnisse zeigen sogar,<sup>5</sup> dass man – im Sinne der Patienten – durch Karies geschädigtes Dentin re-mineralisieren könnte, um einen grösseren Teil des Zahns zu erhalten.

Die Nanostruktur der Weichgewebe lässt sich in ganz ähnlicher Weise visualisieren. Neben der Harnröhre, hat man bereits Knorpel, Gehirn- und Brustgewebe<sup>6</sup> erfolgreich untersucht. Auch die Nanostrukturen im Weichgewebe weisen bevorzugte Ausrichtungen auf. Im Gehirn findet man beispielsweise Myelin-Fasern, die man mit der Röntgenstreuung direkt nachweisen kann, ohne sie vorher einfärben zu müssen.

Biosensoren mit Nanometer-Empfindlichkeit werden ständig weiterentwickelt und erreichen bereits heute ein sehr hohes Niveau, wie in verschiedenen Projekten am Swiss Nanoscience Institute (SNI, www.nanoscience.ch) gezeigt, sodass man annehmen darf, dass sie bald im klinischen Alltag eingesetzt werden können.<sup>7</sup>

Medizinische Implantate können auch auf Nanotechnologie basieren. Der künstliche Schliessmuskel für die Harnröhre zur Behandlung schwerer Inkontinenz sollte in absehbarer Zeit aus einer Nanometer-dünnen Sandwichstruktur aufgebaut werden, um als schneller Aktuator wirken zu können.<sup>8</sup> Sogenannte EAPs (elektroaktive Polymere) werden zur Zeit entwickelt, gehören aber immer noch zur risikoreichen Forschung. Man muss deshalb davon ausgehen, dass die Patienten noch etwa ein Jahrzehnt auf die unzulänglichen Zwischenlösungen angewiesen sein werden.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Nanomedizin neue Behandlungskonzepte zum Wohl der Patienten hervorbringen wird. Der Mediziner muss diese neuen Strategien wahrnehmen und umsetzen. Insofern wird seine Rolle in der Patientenversorgung gestärkt. Mögliche Risiken der Materialien, die für die Nanomedizin benutzt werden, einschliesslich der Nebeneffekte sind noch zu erforschen.

Interessierte Mediziner und Zahnmediziner sind eingeladen, die vielfältigen Forschungsmöglichkeiten am Biomaterials Science Center der Universität Basel zu nutzen. Qualifizierungsarbeiten auf allen Niveaus werden von einem interdisziplinären Team getragen und unterstützt. Eine Übersicht über die Forschungsthemen finden man im Internet unter [www.bmc.unibas.ch/research/publications.phtml](http://www.bmc.unibas.ch/research/publications.phtml).

## Bibliographie

- 1 Müller B. Natural formation of nanostructures: From fundamentals in metal heteroepitaxy to applications in optics and biomaterials sciences. *Surf Rev Lett* 2001;8:169-228.
- 2 Hieber S, Müller B. Nanomedizin. *Der MKG-Chirurg* 2011;4:7-15.
- 3 Müller B. Tailoring biocompatibility: Benefitting patients. *Mater Today* 2010;13:58.
- 4 Deyhle H, Bunk O, Buser S, et al. Bio-inspired dental fillings. *Proceedings of SPIE* 2009;7401:74010E.
- 5 Deyhle H, Bunk O, Müller B. Nanostructure of healthy and caries-affected human teeth. *Nanomedicine* 2011;7:694-701.
- 6 Müller B, Deyhle H, Bradley D, et al. Scanning x-ray scattering: Evaluating the nanostructure of human tissues. *Eur J Nanomed* 2010;3:30-3.
- 7 Urwyler P, Köser J, Schift H, Gobrecht J, Müller B. Nano-mechanical transduction of polymer micro-cantilevers to detect bio-molecular interactions. *Biointerphases* 2012. DOI:10.1007/s13758-011-0006-6.
- 8 Müller B, Deyhle H, Mushkolaj S, Wieland M. The challenges in artificial muscle research to treat incontinence. *Swiss Med Wkly* 2009;139:591-5.