



NANOTECHNIK

Mit dem U-Boot in die Ader

Christina Hohmann, Düsseldorf In Filmen hat man das alles schon gesehen: Mini-U-Boote, die im menschlichen Körper auf Entdeckungsreise gehen. Nun wollen Wissenschaftler diese und andere Pläne in die Tat umsetzen. Was die Nanotechnik zukünftig an Neuerungen bringen kann, diskutierten vier Experten am 21. November bei einer Veranstaltung der »Zeit« auf der Medica in Düsseldorf.

10 Mikrometer – ein Siebtel des Durchmessers eines Haares – soll das kleine U-Boot groß sein, das Reiner Götzen, Geschäftsführender Gesellschafter der Firma MicroTec, und seine Mitarbeiter planen. Dank der geringen Größe des Fahrzeugs könnte es mit einer Spritze in das Blutgefäßsystem injiziert werden und dort physiologische Parameter messen. Noch existiert es allerdings nur als Computermodell. Da die als Antrieb dienende Schraube in den Blutgefäßen Schaden anrichten könnte, suchen die Forscher zurzeit nach einer alternativen Antriebsmöglichkeit. Diese wollen sie sich eventuell bei Fischen, die auch gegen starke Strömungen ankämpfen müssen, abschauen.

Ein weiteres Projekt des Unternehmens ist die Entwicklung einer »intelligenten Pille« – eine Hightech-Mikrokapsel, die auf ihrer Reise durch den Magen-Darm-Trakt Temperatur, Druck und pH-Wert messen und an den Arzt zur Auswertung senden kann. Auf ein Signal hin soll die etwa 10 mm lange Kapsel Wirkstoffe entlassen können und somit eine gezielte Behandlung des Verdauungssystems ermöglichen.

Dass funktionstüchtige Mikrostrukturen keine Utopie, sondern tatsächlich realisierbar sind, zeigen die von MicroTec hergestellten medizinischen Produkte. So fertigt das Unternehmen zum Beispiel Kunststoff-Gehörknöchelchen und Cochlea-Implantate zur Behandlung gehörloser Kinder, sowie Mikroströmungsmesser mit einem Durchmesser von 1,2 mm.

Nanopartikel als Gentaxi

Die Nanotechnologie für die Gentherapie einspannen möchte Professor Dr. Claus-Michael Lehr von der Universität des Saarlandes. Er experimentiert mit Nanopartikeln, die DNA-Fragmente in die Zelle transportieren. Schon seit längerem versuchen Wissenschaftler Erbkrankheiten zu heilen, indem sie defekte Gene durch heile ersetzen. Bisher allerdings oft erfolglos. Das lange, fädige und äußerst instabile DNA-Molekül in die Zelle beziehungsweise in den Zellkern zu schleusen, ist problematisch – die Gene benötigen eine Art Taxi. Da die virale Gentherapie, bei der Viren als Transporter dienen, schon zu Todesfällen führte, sucht man nach Alternativen.

Mini-U-Boot im Blutgefäß: Im Gegensatz zu seinem fiktiven Vorgänger-Modell, das auf der Kinoleinwand Karriere machte, soll es unbemannt eingesetzt werden und physiologische Parameter messen.

Foto: eye of science

Nanopartikel aus Silikat (SiO_2) mit einem Durchmesser von 200 bis 300 nm sollen diese Aufgabe übernehmen. Die winzigen Kügelchen werden chemisch so behandelt, dass ihre Oberfläche positiv geladen ist. Dadurch bilden sie mit der polyanionischen DNA Komplexe und wickeln diese auf »wie Spaghetti«, erklärte der Referent. Die Komplexe gelangen dann auf bisher unbekannte Weise in die Zellen. Eventuell lagern sich Botenstoffe an, die den Einlass in die Zelle ermöglichen. Zumindest in Zellkultur ist den Wissenschaftlern eine Transfektion nach diesem Verfahren schon gelungen. »Wir haben noch nicht das perfekte System in Händen«, gab Lehr zu, aber die Silikatpartikel, die sich in der Zelle anreichern, »werden von ihr sehr gut getragen«.

Auch bei der Behandlung von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen wie Colitis ulcerosa oder Morbus Crohn könnten sich Nanopartikel als nützlich erweisen. Hierfür forscht der Pharmazeut an winzigen Kügelchen aus einem Milchsäure-Polymer, die einen entzündlichen Wirkstoff enthalten und diesen kontrolliert abgeben können. In Experimenten an Ratten zeigten diese Nanopartikel eine deutlich länger anhaltende Wirkung als dieselbe Substanz in einer Lösung. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist auch, dass die Kügelchen speziell in den geschädigten Bereichen des Magendarmtrakts wirken, da sie sich dort in den durch die Entzündung entstehenden Lücken und winzigen Poren der Mukosa einlagern können, erklärte Lehr.

Winzige Krebsbekämpfer

Nanopartikel sind überaus vielseitig. In Form von Eisenkügelchen können sie auch in der Krebstherapie neue Wege ermöglichen. Professor Dr. Klaus Maier-Hauff, Neurochirurg am Bundeswehrkrankenhaus in Berlin, setzt die Nanotechnologie zur Bekämpfung bösartiger Hirntumore ein. Patienten, die an dieser Krebsart erkrankt sind, haben trotz Operation und anschließender Chemotherapie eine durchschnittliche Lebenserwartung von 8 bis 14 Monaten. Einige Tumorzellen in den Randgebieten überleben meist die Prozedur und führen zu den gefürchteten Rückfällen.

Die Rezidivrate kann gesenkt werden, wenn der Tumor vor der Operati-

on mit Nanopartikeln behandelt wird. Die Tumorzellen nehmen die Partikel auf und reichern bis zu eine Million von ihnen an. Gesunde Zellen tun dies in viel geringerem Ausmaß. Anschließend setzt man den Kopf des Patienten einem starken Magnetfeld aus, wodurch die Eisenpartikel die Tumorzellen auf 42 bis 47 Grad Celsius erhitzen. Dieses als Hyperthermie-Behandlung bezeichnete Verfahren allein reicht jedoch nicht aus, um die Krebszellen abzutöten. Aber es schädigt die Zellen soweit vor, dass sie bei einer anschließenden Chemotherapie oder Bestrahlung besser beseitigt werden können. Gesundes Hirngewebe kommt bei dieser Behandlung nicht zu Schaden.

Im Tierversuch hat sich das Verfahren als erfolgreich bewiesen, weshalb Maier-Hauff hofft, Ende 2002 die

ersten Patienten behandeln zu können. Auch für die Diagnostik sah der Mediziner einige Möglichkeiten: Da Tumorzellen die Eisenpartikel bei der Teilung an die beiden Tochterzellen weitergeben, kann man durch diesen Marker verstreute Krebszellen und Metastasen aufspüren.

Alles ist machbar

»Alles ist machbar, was nicht gegen Naturgesetze verstößt«, meinte Professor Dr. Uwe Hartmann, Physiker an der Universität des Saarlandes. Was der Mensch zurzeit noch nicht verwirklichte, würde am momentanen Wissensdefizit scheitern oder wäre schlichtweg nicht sinnvoll. Der Aufbau von Nanomaschinen – funktionellen Einheiten aus Sensorik, Informationsverarbeitung und Aktorik im Nanomaßstab – verstößt nicht gegen Natur-

gesetze und ist daher machbar. Man müsse die winzigen Maschinen nur Bauteil für Bauteil, also Atom für Atom zusammensetzen, wie die Natur auch.

Mittlerweile gibt es Werkzeuge, die einzelne Atome manipulieren können. Mit diesen Hilfsmitteln kann man zum Beispiel auch ungeordnete DNA kämmen und zu bestimmten Formen verknüpfen. Die Moleküle könnten daher eventuell für integrierte Stromkreise auf Mikroprozessoren verwendet werden. Von der Biochemie könne man sich ohnehin einiges anschauen, denn 1 Gramm DNA enthalte mehr Information als jede Papierbibliothek. Im Augenblick stecke die Forschung auf diesem Gebiet aber noch in den Kinderschuhen. Einen Durchbruch in der Nanotechnologie erwartet der Wissenschaftler in den nächsten 30 Jahren. □