

Zwerg im Komm

Kratzfeste Brillengläser, wasserabweisende Waschbecken und abriebfeste Autoreifen: **Nanoteilchen** machen es möglich. In Zukunft werden die vielseitigen Winzlinge auch dem Arzt immer häufiger zur Hand gehen.

Als im Mittelalter die Schmiede in Damaskus ihre gefürchteten Klingen härteten, taten sie etwas, was heute unter den Begriff „Nanotechnologie“ fallen würde. Im Verlauf ihres besonderen Schmiedeprozesses entstanden Kohlenstoff-Nanoteilchen im Eisen, die den Damaszener-Schwertern nicht nur ihr typisches Muster verliehen, sondern auch eine extreme Härte. Den Grund kannten die Schmiede damals nicht. Sichtbar wurden die winzigen Teilchen erst Anfang der 80er-Jahre, als die Physiker Gerd Binnig und Heinrich Rohrer das Rastertunnelmikroskop entwickelten. Heute arbeiten Forscher vieler Fachbereiche daran, große Materialteilchen klein zu bekommen oder natürlich vorkommende Nanoteilchen – wie etwa Atome – neu zusammensetzen, um bestimmte Materialeigenschaften zu erhalten.

Träger für Arzneistoffe

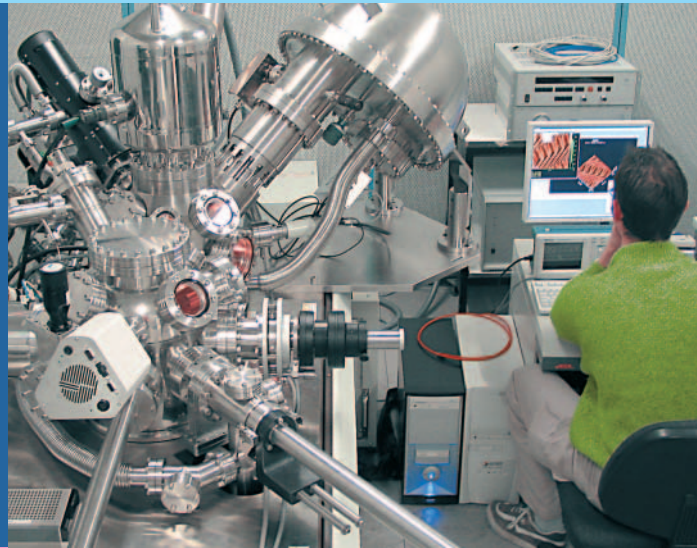
Die Winzlinge unterscheiden sich von ihren großen Brüdern unter anderem dadurch, dass sie eine große Oberfläche im Vergleich zu ihrem Volumen haben und elektrisch stärker geladen sind. Sie verbinden sich dadurch leichter mit anderen Teilchen und lassen sich besser

Selbst Atome – hier Nickel – lassen sich heute sichtbar machen.



en

Das Raster -
tunnelmikroskop
gibt Einblicke in
den Nanobereich.
Dies ermöglicht
die Herstellung
von völlig neuen
Arzneimitteln.



Was ist Nano?

EIN NANOMETER IST der milliardste Teil eines Meters, als Zahl: 10^{-9} Meter. Als Nanopartikel bezeichnet man Teilchen, deren Durchmesser unter 100 Nanometer liegt. Ein Nanopartikel ist im Verhältnis zu einem Fußball so groß wie ein Fußball im Verhältnis zur Erde. Natürliche Nanoteilchen sind beispielsweise **ATOME, MOLEKÜLE, VIREN, FEINSTAUB**. Meistens wird der Begriff aber für technisch veränderte beziehungsweise künstlich geschaffene Nanoteilchen verwendet. Nicht immer steckt übrigens Nano drin, wo Nano draufsteht. Das Putzmittel „Magic Nano“ etwa musste vom Markt genommen werden, weil es Atemwegsprobleme ausgelöst hatte. Es enthielt außerdem gar keine echten Nanopartikel. Da bislang weder Normen noch Kennzeichnungspflicht existieren, darf jeder Hersteller, der irgendwie geartete Teilchen in Nanogröße verarbeitet, damit werben.

an einen Zielort dirigieren, etwa als Medikament oder Träger eines Medikamentes in kranke Zellen. Es ist auch möglich, die Form von Teilchen zu verändern, sodass aus einem schwerfälligen Würfel bei Bedarf ein stromlinienförmiger Flitzer wird. Speziell an der Nutzung der Winzlinge als „Taxi“ für Arzneistoffe arbeiten zurzeit weltweit etwa 100 Forschungsteams.

Der Berliner Mediziner Andreas Jordan beispielsweise hat eine Methode entwickelt, mit der Krebszellen per Na-

nopartikel erhitzt werden und dadurch absterben. Die Partikel werden in das kranke Gewebe gespritzt und anschließend in Schwingungen gebracht. Sie fangen an, sich zu bewegen, und erzeugen dadurch die gewünschte Wärme.

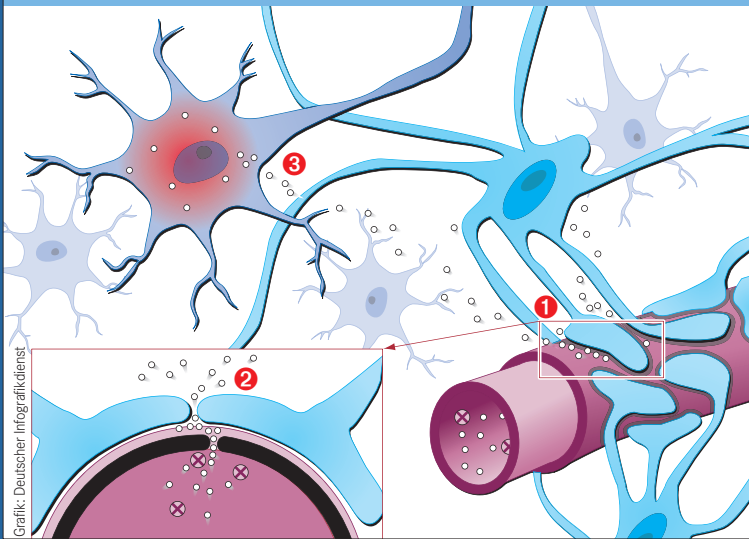
Hoffnung für Krebspatienten

In Studien hat Jordan diese sogenannte Thermochemotherapie bereits bei Patienten mit verschiedenen Tumorarten eingesetzt. Er rechnet damit, dass diese Methode in zehn Jahren den gleichen Stel-

lenwert hat wie heute die Bestrahlung. An einer anderen Methode der Krebsbehandlung mit Nanopartikeln arbeiten derzeit Pharmazeuten von der Universität Frankfurt. Ihnen geht es speziell um Hirntumore. „Es gibt zahlreiche Wirkstoffe gegen Hirntumor, aber sie dringen nicht in tiefere Gewebeschichten ein“, erklärt Dr. Klaus Langer vom Frankfurter Forscherteam. „Die Blut-Hirn-Schranke, die normalerweise vor Erregern schützt, lässt auch keine Arzneistoffe durch. Liposome, das sind kleine Fetttropfen, können die Sperre jedoch passieren, denn Fett ist Nahrung. Nanoteilchen lassen sich so herstellen, dass die Zellen sie für Fetttropfchen halten. So kann man den Wirkstoff ins Gehirn schleusen wie in einem Trojanischen Pferd.“ Außerdem senke dieses Verfahren die Nebenwirkungen. „Lässt sich der Wirkstoff ganz gezielt in die Tumorzellen bringen, benötigt man weitaus weniger davon. Dementsprechend reduzieren sich die Schäden im gesunden Gewebe“, sagt Langer. Allerdings: Noch stecken die Frankfurter in der Experimentierphase.

Auf Nanopartikel zur Behandlung von Lungenkrankheiten setzt Tobias Gessler, Physiker und Mediziner in >

Nanopartikel bekämpfen Gehirntumor



Nanoteilchen können künftig dabei helfen, Gehirntumore gezielter zu behandeln. Aufgrund ihrer Form können sie die Blut-Hirn-Schranke überwinden (1), die für die meisten Wirkstoffe nicht durchlässig ist und das Gehirn vor schädlichen Substanzen schützt. Dabei durchdringen sie die abwehrenden Zellstrukturen (2) und gelangen zu den kranken Zellen (3).

Die Jobs der Zwerge

In der Medizin können Nanopartikel in folgenden Bereichen zum Einsatz kommen:

- **DIAGNOSE**, beispielsweise Teststäbchen für zu Hause oder Diagnose-Chips
- **KNOCHENZEMENT**
- **Gelenk- und Zahnimplantate**
- **KREBSBEHANDLUNG**
- **AIDSBEHANDLUNG**
- Behandlung von **HAUTERKRANKUNGEN**
- **WIRKSTOFFDEPOTS**, etwa bei Diabetes oder Neurodermitis
- **NEUE ARZNEIMITTEL** mit gezielterer Wirkung

Quelle: Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung

> Gießen. Er will damit die Schwächen herkömmlicher Sprays ausschalten. Die durch klassische Aerosole freigesetzten Stoffe wirken nur kurz, sodass die Patienten häufig sprühen müssen, darüber hinaus werden sie wahllos verteilt. Mit Nanos soll der Wirkstoff tiefer und treffsicherer in die gewünschten Bereiche der Atemwege gelangen.

Kleine Tricks – große Wirkung

Beschichtungen mit Nanopartikeln, wie man sie zum Beispiel von wasserabweisenden Waschbecken kennt, kommen in der Medizin in Stents vor. Stents sind Gerüste, die kranke Gefäße stützen, beispielsweise Blutgefäße nach einem Herzinfarkt. Sie werden mit Wirkstoffen beschichtet, um Entzündungen vorzubeugen und das Einwachsen ins körpereigene Gewebe zu fördern. Enthält das Beschichtungsmaterial Nanoteilchen, kann es sehr viel größere Mengen der Wirkstoffe aufnehmen. Auch Eigenschaften wie Verträglichkeit, Haltbarkeit des Stents und gleichmäßige Abgabe der Arzneistoffe lassen sich mit den kleinen Teilchen verbessern.

Eine weitere besondere Eigenschaft von Nanopartikeln ist ihre Transparenz. Die Zwerge sind einfach zu klein, um Lichtstrahlen aufzuhalten, und bekommen dadurch auch keine Farbe. Das erklärt, warum man sie als Kratzschutz auf Brillengläsern einsetzen

kann. Ein Sonnenschutzmittel, das Titan- oder Zinkdioxid enthält, nutzt ebenfalls diese Eigenschaft. Es filtert ohne Nanopartikel die UV-Strahlen genauso gut – sieht aber hässlich aus. Die Creme würde nämlich einen weißen Film auf der Haut bilden. Schrumpft man die Metalloxid-Teilchen aber auf Nanogröße, wird der Sonnenschutz unsichtbar. Außerdem verteilt er sich gleichmäßiger auf der Haut.

Die Risiken prüfen

Auch in der Zahnarztpraxis machen sich die Winzlinge nützlich. Zahnfüllungen mit Nanoteilchen schrumpfen beim Aushärten nämlich kaum, halten länger und glänzen fast wie das natürliche Gebiss. In Zahnpasta verarbeitet, reparieren sie angegriffenen Zahnschmelz. Zum einen umhüllt das Material selbst den Zahn, zum anderen regt es die Produktion der körpereigenen Mineralien an, die für die Härte des Zahnschmelzes sorgen. Übrigens: Zahnschmelz enthält von Natur aus Nanoteilchen. Das macht ihn so hart wie Damaszener-Stahl.

Allerdings: Im Gegensatz zu den natürlichen Winzlingen sind die künstlichen noch nicht lange im Einsatz. Deshalb gibt es noch keine Erfahrungen mit ihren Risiken, die sie durchaus auch

bergen können. Von Feinstaub beispielsweise ist mittlerweile bekannt, dass er die Atemwege schädigt. Und er ist deshalb so gefährlich, weil er aus Nanopartikeln besteht, die tief in die Lungenbläschen eindringen. Es lässt sich nicht ausschließen, dass künstlich erzeugte Teilchen, die Arznei in die Atemwege transportieren sollen, nebenbei auch Schaden anrichten. Hartmut König, Ernährungswissenschaftler bei der Verbraucherzentrale Frankfurt etwa moniert: „Das langfristige Verhalten der Nanopartikel in der Umwelt ist bisher genauso wenig erforscht wie die gesundheitlichen Auswirkungen. Es fehlen Analyseverfahren zum Nachweis einzelner Nanostoffe, über die Dosis-Wirkungs-Beziehungen und über den Verbleib der Partikel im menschlichen Körper.“ Er verlangt ein Zulassungsverfahren für jeden einzelnen Nanostoff und eine entsprechende Kennzeichnungspflicht. <