

Unbekannte Gefahr von Winzlingen

Von Autofarbe bis Zahnpasta, von Turnschuh bis Regenschutz – künstliche Nanomaterialien erobern die Welt. Ist das gut?

Nanopartikel eröffnen grossartige Möglichkeiten, beispielsweise ein Mittel zum Heilen von Asthma. Aber sie bergen wohl auch Gefahren. Forscher wollen Wissenslücken stopfen.

VON CLAUDIA WEISS

Täglich ein paar tiefe Züge aus dem Spraydöschen, und schon nach ein paar Monaten ist wieder freies, unbeschwertes Atmen möglich: An dieser Vision arbeitet Barbara Rothen-Rutishauser. Sie ist Nanoforscherin am Adolphe Merkle Institut der Universität Freiburg und erforscht zusammen mit Kollegen vom Departement Klinische Forschung in Bern eine neue Methode, die allergisches Asthma sozusagen an der Wurzel des Übels packt. Dabei verwendet sie Nanopartikel, die ein Medikament tief in die Lungen hineintransportieren sollen. Dort gelangt das Mittel direkt an die Immunzellen, die verantwortlich sind für die Asthmasymptome, und beeinflusst so die Atemwegserkrankung. Tolle Aussichten für die weltweit 52 Millionen Menschen, die an Asthma leiden.

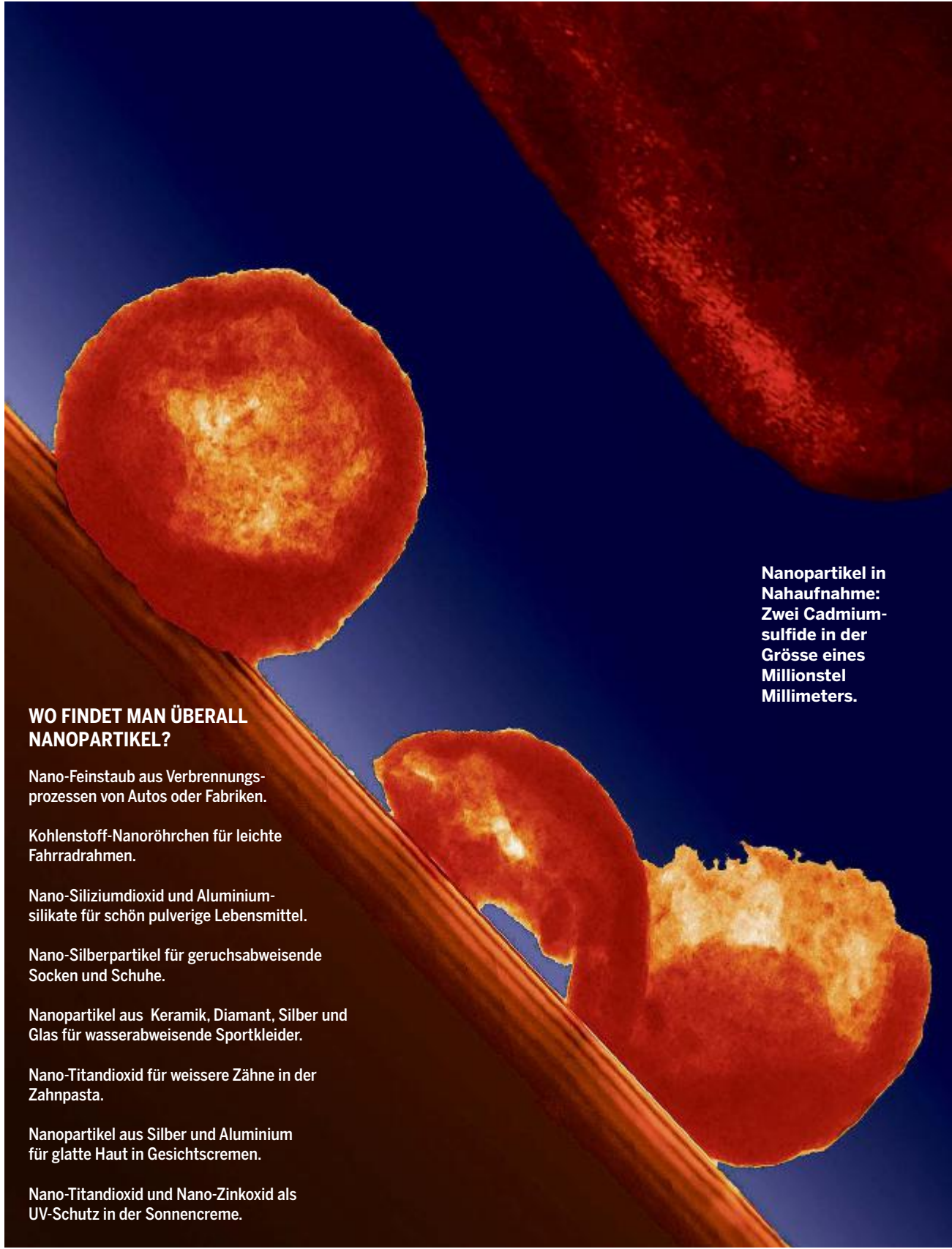
Für ihr Projekt nutzt Rothen-Rutishauser eine Eigenschaft von Nanopartikeln, die zugleich Nutzen und Gefahr in sich birgt: Die Partikel lassen sich tief in die Lunge einatmen, können Zellwände passieren und sich in Zellen einschmuggeln. Genau das sollen sie bei der Asthmabehandlung tun. Dafür stellen die Wissenschaftler winzige Goldpartikel her und stattdessen sie mit je einem Portionchen Medikament und Protein aus. Das Protein steuert das Nanopaket zur Zielzelle, damit das Medikament an die richtige Stelle gelangt. Diese liegt ganz tief in der Lunge, viel weiter als mit heutigen Inhalationssprays zugänglich ist. Dort sollen die Zellen, welche die übermässige Immunreaktion auslösen, mit dem Medikament immunisiert werden.

DIE «ASTHMA-IMPfung» per Nanospray ist heute noch nicht Realität. «Bis allenfalls ein Asthmamittel auf Nanobasis zugelassen wird, dauert es noch 12 bis 15 Jahre», sagt die Forscherin. Nanopartikel sollen dereinst auch beim Transport von Nitroglyzerin in Herzgefässe genutzt werden, oder in der Krebsbehandlung.

Nebst grossen Chancen bringen Nanomaterialien aber auch unbekannte Risiken mit sich: Was passiert mit den Partikeln im Körper? Wohin gehen sie? Was richten sie andernorts an? Das wollen Barbara Rothen-Rutishauser und ihre Kollegen herausfinden. «Es ist möglich, dass körpereigene Fresszellen die Partikel abbauen und sie auf dem natürlichen Weg ausgeschieden werden», sagt sie. Sicher weiss sie einzig, dass sogar die ganze Endmenge winzig sein wird: «Nach einer medikamentösen Behandlung sprechen wir immer noch von weit weniger als einem Milligramm Gold.»

Unter dem Begriff «Nanopartikel» laufen unzählige Materialien und Funktionsweisen. Umwelt-Nanopartikel, also Staubpartikel und Partikel aus Verbrennungsprozessen von Autos oder Fabriken, umgeben uns täglich und überall. Künstliche Nanopartikel hingegen sind ein Bestandteil der Nanotechnologie, auch sie sind aber bereits weitverbreitet. Gemeinsam ist ihnen, dass sie gerade mal 1 bis 100 millionstel Millimeter messen, und dass sich ihr Name vom griechischen Wort «nanos», Zwerg, ableitet.

Die künstlichen Materialzweige verstecken sich in Reinigungsmitteln, Bouillonpulver, Kosmetika und Nassrasierern, aber auch in Fahrradrahmen, Farben oder beschichteten Kleidern. Sie machen Oberflächen wasserabweisend, verhindern das Verklumpen oder sie transportieren Medikamente an den gewünschten Ort. Was sie sonst noch so bewirken, soll ein Nationales Forschungsprogramm (NFP 64) anhand von 23 Projekten zeigen. Es trägt den Titel «Chancen und Risiken von Nanomaterialien im menschlichen Organismus und der



Nanopartikel in Nahaufnahme: Zwei Cadmiumsulfide in der Grösse eines Millionstel Millimeters.

WO FINDET MAN ÜBERALL NANOPARTIKEL?

Nano-Feinstaub aus Verbrennungsprozessen von Autos oder Fabriken.

Kohlenstoff-Nanoröhrchen für leichte Fahrradrahmen.

Nano-Siliziumdioxid und Aluminiumsilikate für schön pulverige Lebensmittel.

Nano-Silberpartikel für geruchsabweisende Socken und Schuhe.

Nanopartikel aus Keramik, Diamant, Silber und Glas für wasserabweisende Sportkleider.

Nano-Titandioxid für weissere Zähne in der Zahnpasta.

Nanopartikel aus Silber und Aluminium für glatte Haut in Gesichtscremen.

Nano-Titandioxid und Nano-Zinkoxid als UV-Schutz in der Sonnencreme.

«Das Thema Nanomaterialien sollte alle Menschen interessieren»

Ungefährlich seien Nanopartikel nicht, sagt Peter Gehr, emeritierter Professor für Anatomie

Herr Gehr, sind Nanomaterialien ein Thema, das uns dringend interessieren sollte, oder dürfen wir ihm auch ein wenig ausweichen?

Peter Gehr: Es ist erstaunlich, wie wenig Echo dieses Thema auslöst: Wahrscheinlich stellen die meisten Leute Nanomaterialien als grundsätzlich ungefährlich ein. Das sind sie im Prinzip auch, und im nanomedizinischen Bereich wie auch in vielen technischen und anderen Bereichen bieten sie sogar phänomenale Möglichkeiten. Freie Nanopartikel können aber auch eingeatmet werden und damit in die Lunge und in ihr Blut oder im Gewebe sogar in Zellen und Zellkerne gelangen. Ich finde also: Ja, das Thema müsste alle interessieren.

Müssen wir uns auch Sorgen machen?

Die Frage ist immer: Wie vernünftig gehen wir mit etwas um? Eine Sorte Nanopartikel gibt mir allerdings zu denken, das sind die Kohlenstoff-Nanoröhrchen: Diese können eine Struktur und Dimension haben wie gewisse Asbestfasern und können wahrscheinlich bei einer langzeitigen, hochgradigen Exposition ebenso wie Asbest die Lunge schädigen. Diese Teile werden verwendet, um leicht

te Fahrradrahmen oder Tennisrackets herzustellen. Gefahr besteht zwar nur bei der Produktion und Entsorgung der Materialien. Dennoch finde ich, diese Partikel müssten deklariert und reguliert werden. Bei allen anderen künstlichen Nanopartikeln müssen wir uns vorläufig nicht unbedingt Sorgen machen.

Und später?

Das werden die Ergebnisse aus dem Nationalen Forschungsprogramm Ende nächstes Jahr zeigen. Beim Start des Programms habe ich eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die im Fall eines kritischen Ereignisses innert Minuten reagieren könnte. Aber bisher ergab sich nie auch nur annähernd eine Situation, bei der diese Gruppe zum Einsatz kam.

Wie aber wirkt sich die Produktion von Nanopartikeln auf die Umwelt aus?

Die Produktion an sich ist ökologisch. Was wir tatsächlich noch zu wenig wissen ist: Was passiert mit den übrig gebliebenen Nanoteilchen, die zum Bei-



Peter Gehr, Professor für Anatomie. HO

spiel aus dem Körper ausgeschieden oder aus Kleidern und Hausfassaden ausgewaschen werden? Wo lagern sich diese an, was passiert, wenn sie ins Wasser gelangen, oder in Pflanzen, die wir dann wiederum verzehren? Solche Kreisläufe müssen dringend untersucht werden. Man ist aber daran.

Wir wissen noch nicht genau, was da auf uns zukommt?

Es bestehen noch grosse Wissenslücken. Wir werden deshalb die Daten des Forschungsprogramms genau auswerten und nötige Konsequenzen erarbeiten. Im Moment kann ich mit bestem Wissen und Gewissen sagen: Ich sehe kein gravierendes Problem im Zusammenhang mit Nanomaterialien. Aber ich würde die Entwicklungen im Auge behalten.

Peter Gehr ist emeritierter Professor für Anatomie an der Universität Bern und Präsident der Leitungsgruppe des Nationalen Forschungsprogramms NFP 64 «Chancen und Risiken von Nanomaterialien».

Umwelt». Barbara Rothen-Rutishausers Asthma-Projekt ist eines davon.

In einem anderen Projekt untersucht Hanspeter Nägeli vom Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie der Universität Zürich, was im Darm passiert, wenn wir Nanopartikel verschlucken. Seine Hypothese: Zu viele Nanopartikel können sich im Darm ablagern und entzündliche Immunreaktionen wie Morbus Crohn, Colitis Ulcerosa oder Diabetes auslösen. Das könnte eine Erklärungsmöglichkeit für die zunehmende Entstehung dieser Krankheiten darstellen. Dafür muss Nägeli aber noch zahlreiche Versuche machen.

Gegenwärtig isoliert er Stammzellen aus dem Knochenmark von Mäusen. Aus diesen wiederum kultiviert er dendritische Zellen, die für die Immunreaktion im Darm zuständig sind und am empfindlichsten auf krankmachende Erreger reagieren. Beim Test mit verschiedenen Nanomaterialien hat er festgestellt, dass nicht alle gleich wirken: «Titanoxid oder Eisenphosphat beispielsweise lösen kaum entzündliche Reaktionen aus, während Partikel aus Siliziumdioxid, oft als Antiklumpmittel verwendet, stärkere Reaktionen provozieren.» Diese Resultate wird er noch mehrmals im Reagenzglas überprüfen, danach sind Tests bei Nagetieren vorgesehen.

WAS GENAU IM DARM PASSIERT, ist noch nicht gewiss. Vermutlich werden jedoch zumindest Teile der Nanomaterialien aus dem Darm ausgeschieden. Oder Nanopartikel aus Fassadenfarbe lösen sich im Regen und gelangen in die Natur. Was dann geschieht, untersuchen Renata Behra und Kristin Schirmer von der Abteilung Umwelttoxikologie der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) in Dübendorf. Die eine untersucht Algen, die andere Fischzellen. Beide wollen herausfinden, ob sich metallische Nanopartikel toxisch auf die Umwelt auswirken. Und beide haben festgestellt: Ja, sie tun es. Aber durch unterschiedliche Mechanismen. Silberpartikel beispielsweise können in Fischzellen nachgewiesen werden, während Algen gelöste Silberionen aufnehmen, die aus den Partikeln gebildet werden.

«Wir haben auch eindeutig Effekte der Nanopartikel auf Ökosystemprozesse gefunden», sagt Renata Behra. «Die Zersetzung von Blättern durch Pilze und Bakterien wird reduziert, und Enzyme, die wichtig sind für die Nährstoffaufnahme, werden gehemmt.» Als die Forscherinnen Fadenwürmer über einen Biofilm mit Titandioxid wandern liessen, konnten sie nachweisen, dass sie dieses tatsächlich teilweise aufnahmen. Jetzt folgen Versuche mit winzigen Schnecken. «Hier haben wir noch keine Resultate», sagt Renata Behra. Sie ist gespannt, ob und wo sich die Partikel in der Nahrungskette auswirken werden.

Insgesamt sieht sie jedoch keinen Grund zur Panik. «Es kommt sehr darauf an, welche Nanopartikel wir untersuchen, und ob sie frei oder gebunden verwendet werden.» Titandioxid, oft Farben als Aufheller zugefügt, zeige eine geringe Toxizität auf Wasserorganismen während Silber oder Kupfernanopartikel viel toxischer seien.

FRAGEN UM NANOMATERIALIEN interessieren auch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) und das Bundesamt für Umwelt (Bafu). Das bisherige Wissen ist unter www.infonano.ch gesammelt. Aber es genügt noch lange nicht. «Wir müssen unbedingt die offenen Fragen klären und nötigenfalls die wichtigsten Punkte regulieren, damit Nanoteile nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen», sagt Renata Behra. Sogar Barbara Rothen-Rutishauser, die mit ihrer Asthma-Impfung einer vielversprechenden Anwendung auf der Spur ist, bleibt vorsichtig: «Dass Nanopartikel Zellbarrieren überwinden können, macht sie sehr interessant für medizinische Anwendungen.» Unerwünschte Nebenwirkungen seien aber möglich: «Wir müssen unbedingt mehr darüber wissen.»