

Wenn Nanopartikel in der Lunge landen

Die Nanotechnologie ist in unserem Alltag angekommen, doch über die gesundheitlichen Folgen der künstlich hergestellten Winzlinge ist noch wenig bekannt. Ein Forschungsteam am Institut für Anatomie der Universität Bern will dies ändern – mit einem Gerät, das die menschliche Lunge nachahmt.

Von Susanne Wenger

Ein unscheinbarer Raum im Untergeschoss des Instituts für Anatomie im Berner Länggassquartier – hier steht er auf einem Labortisch, der «Rolls-Royce» unter den drei bisher entwickelten Testsystemen, wie Professorin Marianne Geiser Kamber sagt: Ein 30 Kilogramm leichtes Gerät, aus dem Schläuche für die Partikelzufuhr ragen (siehe Bild). Seit zehn Jahren arbeitet die Forscherin an dem speziellen In-vitro-Verfahren, mit dem die Wirkung von Nanopartikeln auf die menschliche Lunge untersucht werden soll. Nanopartikel sind ultrakleine Teilchen – allein in diesem i-Punktchen hier hätten über 100 Millionen von ihnen Platz. Wegen ihrer besonderen Eigenschaften werden Nanopartikel immer häufiger künstlich hergestellt. Nanotechnologie macht Velos leicht und Brillengläser kratzfest. Es gibt Sonnenschutzcrème, Zahnpasta, Deodorants, Farben und Imprägnierungssprays, die Nanopartikel enthalten. Noch weiss man aber wenig darüber, was die Winzlinge in unseren Atemwegen anrichten.

«Wenn wir solche Nanopartikel inhalieren, dann meistens unabsichtlich», stellt Geiser fest. Das sei ein Risiko mit bisher unbekanntem gesundheitlichen Folgen. Zwar habe die Umweltforschung bereits Zusammenhänge zwischen dem Einatmen von Feinstaub in der Luft und Gesundheitsschäden in der Bevölkerung belegt. Besonders empfindlich sind Kinder, schwangere Frauen, Betagte sowie Asthmatiker und andere Lungenkranke. Nun gelte es aber, gezielt am Gewebe zu untersuchen, bei welchen Nanopartikeln welche schädlichen Effekte auftreten, sagt

Geiser. Dies nicht nur bei Nanopartikeln aus feinstaubverschmutzter Atemluft, sondern eben auch bei den künstlich hergestellten in Konsumprodukten oder an Arbeitsplätzen.

Im eigens dafür gebauten «NACIVT»-Gerät – Nano Aerosol Chamber for In-vitro Toxicity – lässt Geiser Nanopartikel auf gesundes und erkranktes Lungengewebe treffen: «Wir schauen, ob die Partikel wichtige Funktionen der Lunge beeinflussen.» Besonders von Belang seien die luftleitenden Atemwege mit Schutzfilm, Flimmerhärchen und Immunzellen. Tricksen die Nanopartikel das Reinigungs- und Filtersystem der Lunge aus, kann dies die Gesundheit beeinträchtigen.

Lungenzellen aus Miami

Konkret wollen die Berner Forschenden in der In-vitro-Kammer untersuchen, wie die Innenoberfläche der Lunge reagiert, wenn sich Partikel ablagern. Ihr Augenmerk gilt biologischen Veränderungen: Werden Entzündungen ausgelöst? Ist eine direkte Schädigung des Gewebes festzustellen? Und was passiert genetisch? Um aussagekräftige Resultate zu erhalten, sollen die Nanopartikel-Tests unter möglichst realen Bedingungen stattfinden, also idealerweise mit Humanzellen. Früher arbeitete Geiser mit Gewebestücken aus Schweinelungen, die sie im Schlachthof bezog. Die Atemwege der Schweine ähneln jenen der Menschen, doch die Gewebestücke sterben bereits nach ein paar Tagen ab. Dank einer Zusammenarbeit mit Forschern der Universität Miami erhält das Berner Institut nun Zellen aus Spenderlungen, die in den USA

zur Forschung freigegeben wurden. Alles sei ethisch abgesichert, bekräftigt Geiser. Die langlebigen und ergiebigen Zellen werden in Bern sorgsam kultiviert. Sie müssen gefüttert und gereinigt werden, auch am Wochenende. Sie vermehren sich und sind jeweils nach ein paar Wochen reif für die Kammer.

Es sei faszinierend, die Ausdifferenzierung der Zellen zu beobachten, schwärmt die Professorin. Sie konnte Bedingungen genau wie auf der inneren Oberfläche der Lunge nachweisen – mit allen Zelltypen, mit Flimmerhärchen, den sogenannten Zilien, und mit Schleimproduktion. Die Zellkulturen sind auch bildlich festgehalten, Geiser zeigt sie am Computer: Farbige wogende Härchen, die mit ihrem Schlag den Schleim transportieren. «Wunderschön», findet die Forscherin.

Bei Knacknüssen helfen Kooperationen

Die In-vitro-Kammer erlaubt mehrere simultane Versuche: Bis zu 24 Zellkulturen kann Geisers Equipe den Nanopartikeln aussetzen. Die Partikel sind mehrheitlich aus Kohlenstoff und Silber. Ein paar Kleinteilchen auf Lungengewebe platzieren? Für den Laien tönt das recht unspektakulär. Doch es ist eine hochkomplexe Angelegenheit. Die Forscher können nicht einfach zur Pipette greifen und tröpfeln. «Wir würden damit alle Nanoteilchen auf einmal deponieren», erklärt Geiser, «das entspricht nicht der Realität, in der wir ja immer wieder neu einatmen.»

So leitet das System die Nanopartikel nun als Aerosol in einem Luftstrom zu den



Angriff der Nanopartikel durch die Schläuche: In dieser In-vitro-Kammer untersucht Professorin Marianne Geiser, wie Lungenzellen auf Kleinstteilchen reagieren. (© Susanne Wenger)

Behältnissen mit den Zellen. Die Luft wird dabei erwärmt und befeuchtet, genau wie in unseren Atemwegen. Bei den Zellkulturen angekommen, müssen sich die Teilchen effizient ablagern – eine neuerliche Knacknuss für die Wissenschaftlerinnen. Doch das Problem wurde mittels elektrostatischer Technologie gelöst. Geisers In-vitro-Kammer ist das Resultat langjähriger interdisziplinärer Zusammenarbeit. An der Entwicklung waren auch Physiker und Atmosphärenchemiker von Bern bis Cambridge beteiligt. Für den Bau des Geräts ist die Fachhochschule Nordwestschweiz besorgt. Das Projekt ist Teil des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» (NFP 64), das vom emeritierten Berner Professor Peter Gehr geleitet wird.

«Wir haben Effekte festgestellt»

In der In-vitro-Kammer lassen die Berner Forschenden verschiedene Nanopartikel einmalig oder wiederholt auf die Zellen los. Auch die Einwirkungszeit wird variiert. Die moderne eiserne Lunge ist an einen Computer angeschlossen, der die Vorgänge überwacht. Die Wissenschaftlerinnen können online beobachten, was mit den Lungenzellen geschieht. Denn sie interessieren sich nicht nur für die Endresultate allfälliger Veränderungen, sondern auch für deren genauen Ablauf. Aus den bisher durchgeführten Experimenten lassen sich bereits erste Befunde ableiten, die Marianne Geiser derzeit für eine Publikation vorbereitet: «Wir haben tatsächlich Effekte festgestellt.» So gebe es Hinweise, dass vorbelastete Menschen – Asthmatiker und

Menschen mit der Stoffwechselerkrankung Cystische Fibrose – anders auf Nanopartikel reagierten als Gesunde.

Nun beginnt Geisers Team, die Auswirkungen von Nanopartikeln zu erforschen, wie sie in Konsumprodukten wie Sprays oder Pulver vorkommen. Für diese Forschungsarbeiten müssen die Berner aber noch finanzielle Unterstützung auftreiben. Nach der Entwicklung des In-vitro-Systems stehe nun eine weitere spannende Phase bevor, unterstreicht Geiser: «Denn solche Produkte verwenden wir im Alltag oft unreflektiert.» Nicht nur die Anwenderin komme auf diese Weise mit Nanopartikeln in Kontakt, Personen in der Nähe seien genauso betroffen.

Die Professorin sieht aber auch weitere Einsatzmöglichkeiten für ihr Testsystem. Gerne würde sie das Gerät einmal ans verkehrsreiche Berner Bollwerk verfrachten, wo Abgase die Atemluft verpesten. Auch vor Ort in der Industrie könnte das «NACIVT»-System Dienste leisten, wenn es darum geht, die Auswirkungen von Nanopartikeln an Arbeitsplätzen zu messen. Die In-vitro-Kammer ist transportabel und lässt sich an jede Partikelquelle anschliessen. Geiser hält sie auch für stabil genug, um eine Langzeitstudie zu chronischen Effekten von Nanopartikeln durchzuführen.

Noch gibt es keine Grenzwerte

So könnte die Berner Forschung nützliches Wissen für den Umgang mit Nanotechnologie bereitstellen. Denn noch fehlen dort jegliche Grenzwerte: «Dabei entwickelt sich die Technologie enorm schnell.» Fast täglich entstünden weltweit neue Produkte.

Da sei es wichtig, Umwelt- und Gesundheitseffekte früh genug einzubeziehen. Marianne Geiser ist motiviert, ihren Anteil beizutragen. Fragen an der Schnittstelle zwischen Biologie und Medizin haben sie immer schon interessiert. Vor ihrer akademischen Laufbahn erlernte sie den Beruf der medizinisch-technischen Assistentin und erwarb sich viel Praxiswissen. Das sei ein guter Weg gewesen, sagt sie im Rückblick. Dass bei der Erforschung der Lungenpartikel-Interaktion verschiedene Disziplinen zusammenspannen, entspricht ihr. Es sei zwar eine Herausforderung, eine gemeinsame Sprache zu finden: «Doch Multidisziplinarität tut allen Forschenden gut.»

Das in Bern entwickelte Testsystem werde inzwischen auch in den USA und in Schweden eingesetzt, freut sich die Professorin. Es könne mögliche krankmachende Effekte von Nanopartikeln untersuchen, aber auch erwünschte therapeutische Anwendungen, die zur Diskussion stehen, etwa in der Krebstherapie. Dank solchen In-vitro-Verfahren liessen sich wohl auch Tierversuche reduzieren, bilanziert Geiser. Die Nanoteilchen seien sehr vielfältig und forderten die Forschung heraus: «Wir müssen unsere ganze Methodologie und Analytik an ihre geringe Grösse anpassen.»

Kontakt: Prof. Dr. Marianne Geiser Kamber, Institut für Anatomie, geiser@ana.unibe.ch.

Autorin: Susanne Wenger ist freie Journalistin BR in Bern, mail@susannewenger.ch

Weitere Informationen: www.nacivt.ch