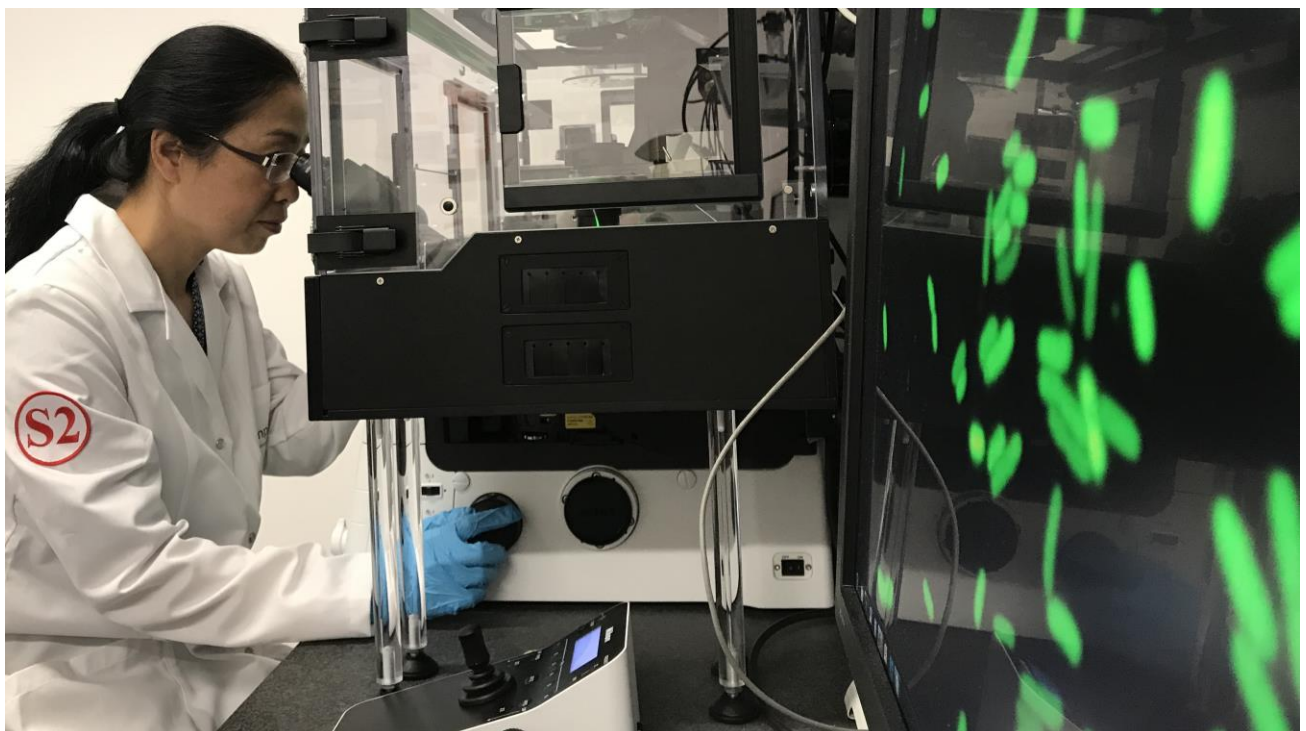


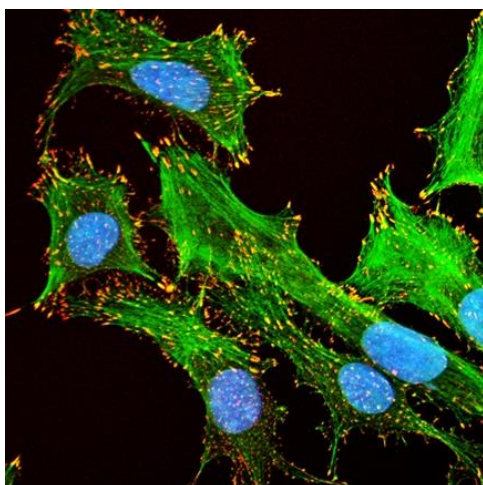


- Risikoanalysen für Nanopartikel

Um die Zahl der Tierversuche in der Forschung weiter zu senken, suchen Forschende nach alternativen Methoden. Will man die Unbedenklichkeit von Substanzen, die noch wenig erforscht sind, sicherstellen, ist dies allerdings eine große Herausforderung. Das gilt besonders für Nanomaterialien. Ein Empa-Team entwickelt nun Prozesse, mit denen dies gelingen kann; sie kombinieren dazu Experimente im Reagenzglas mit mathematischen Modellen.

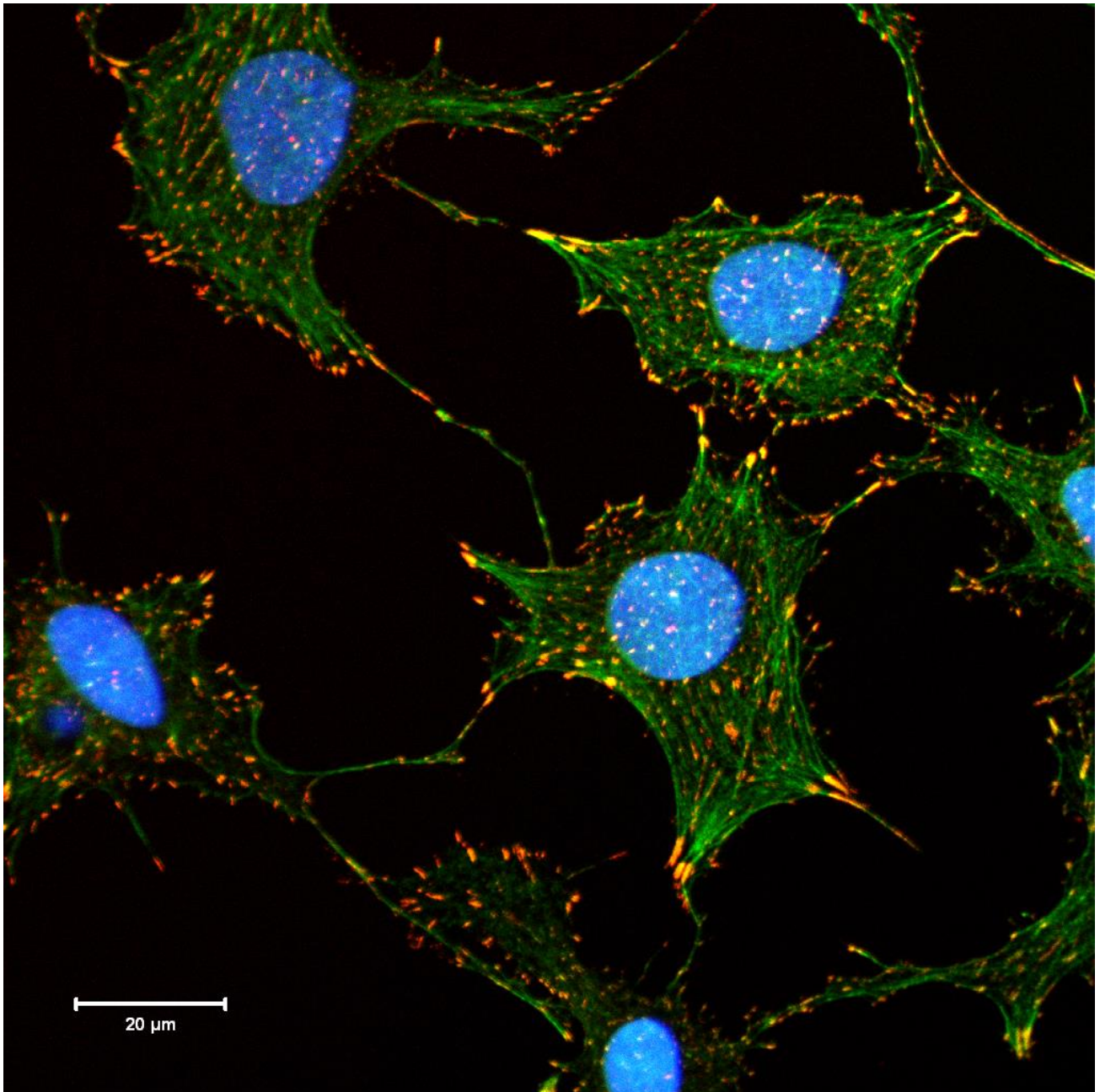


Mit Hilfe von Zellkulturen oder Mikroorganismen lassen sich bereits viele Tierversuche vermeiden. Noch besser gelingt dies, wenn die Technologien in geeignete Datenmodelle integriert werden. Bild: Empa



Bei der *in vitro*-Dosimetrie wird ein komplexes Bild der Nanopartikel-Wirkungen in Zellkulturen ermittelt.

In der Kosmetik und der Textilindustrie sind sie bereits im Einsatz: Nanopartikel in Sonnencremes sollen uns vor Sonnenbrand schützen und Kleidung mit Nanosilber bremst Bakterien aus. Der Einsatz der winzigen Inhaltstoffe ist aber auch an die Verantwortung gebunden, mögliche negative Folgen für die Gesundheit und die Umwelt ausschließen zu können. Dabei gehören die Substanzen in Kosmetika oder Textilien zu der noch wenig charakterisierten Stoffklasse der Nanomaterialien, die zwischen einem und 100 Nanometer klein sind und ein breites Anwendungsspektrum haben, etwa in Abgaskatalysatoren, Wandfarben, Kunststoffen und in der Nanomedizin. Und so neu und ungewöhnlich die Nanomaterialien sind, so wenig klar ist bisher, ob ihnen Risiken für Mensch und Umwelt innewohnen.

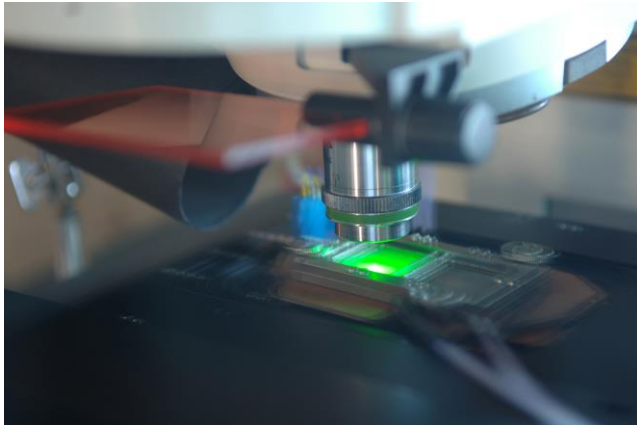


Hier kommen Risikoanalysen und Ökobilanzen zum Tragen, die sich früher stark auf Tierversuche abstützten, wenn es darum ging, schädliche Auswirkungen einer neuen Substanz bis hin zur Giftigkeit zu ermitteln. Heute ist die Forschung angehalten, Tierversuche wenn immer möglich zu reduzieren beziehungsweise zu ersetzen. Diese Haltung hat in den vergangenen 30 Jahren zu einem starken Rückgang namentlich bei sogenannten toxikologischen Tests geführt. Nur lassen sich die Erfahrungen mit konventionellen Chemikalien nicht einfach auf neuartige Substanzen wie Nanopartikel übertragen. Damit sich Tierversuche auch in der Nanomaterialforschung reduzieren lassen, entwickeln Empa-Forschende nun neue Ansätze, die dieses Ziel verfolgen und gleichzeitig die unbedenkliche Verwendung von Nanomaterialien ermöglichen.

«Wir entwickeln derzeit einen neuen, integrativen Weg, mit dem die Risiken von Nanopartikeln analysiert und die Ökobilanzen ermittelt werden können», sagt Empa-Forscherin Beatrice Salieri von der Abteilung «Technologie und Gesellschaft» in St. Gallen. Neu und anders als bei den herkömmlichen Analysen ist hierbei unter anderem, dass neben der Wirkungsweise einer Substanz weitere Daten einbezogen werden, wie die Exposition und das Schicksal eines Partikels im Körper,

so dass eine ganzheitliche Betrachtung in die Risikobewertung einfließt.

Grundlage der Risikoanalysen sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Nanopartikeln, deren biologische Auswirkungen, welche mit Zellkulturen experimentell bestimmt wurden. Damit sich die Ergebnisse aus dem Reagenzglas («in vitro») auf die Situation im menschlichen Körper («in vivo») übertragen lassen, nutzen die Forschenden mathematische Modelle («in silico»), die zum Beispiel auf die Schädlichkeit einer Vergleichssubstanz zurückgreifen. «Wirken zwei Substanzen, wie etwa Silber-Nanopartikel und Silber-Ionen auf die gleiche Weise, lässt sich die Gefährlichkeit der Nanopartikel aus jener der Ionen rechnerisch abschätzen», so Salieri.



Damit die Laborstudien für Nanopartikel aber auch aufschlussreich sind, muss für jede Expositionsart zunächst ein geeignetes Modellsystem entwickelt werden. «Substanzen, die inhaliiert werden, untersuchen wir beispielsweise in Experimenten mit menschlichen Lungenzellen», erklärt Empa-Forscher Peter Wick, Leiter des Labors für «Particles-Biology Interactions» in St. Gallen. Um die Verdauung im Körper zu simulieren, werden hingegen Darmzellen verwendet.

*Vor einer Risikoanalyse müssen die biochemischen Eigenschaften von Nanopartikeln genau analysiert werden.*

Dabei wird nicht nur die schädigende Dosis eines Nanopartikels in Zellkulturversuchen ermittelt, sondern es fließen auch sämtliche Nanomaterialeigenschaften in die Risikoanalyse ein, etwa Form, Größe, Transportgeschwindigkeit und Bindung an andere Moleküle. So ist beispielsweise gelöstes Silber in einer Zellkulturflüssigkeit rund 100-mal giftiger als das Äquivalent als Silber-Nanopartikel. Derartig umfassende Laboranalysen finden Eingang in sogenannte kinetische Modelle, die statt einer Momentaufnahme einer Situation im Reagenzglas das komplette Geschehen der Partikelwirkung abbilden können.

Und schließlich lassen sich aus all diesen Daten mithilfe komplexer Algorithmen die zu erwartenden biologischen Phänomene abschätzen. «Anstatt ein Tierexperiment dazwischen zu schalten, können wir anhand von Parallelitäten zu bekannten Substanzen, neuen Daten aus Laboranalysen und mathematischen Modellen die möglichen Risiken von Nanopartikeln ermitteln», sagt Empa-Forscher Mathias Rösslein. Künftig könnten so auch die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Nanopartikeln im menschlichen Körper sowie die Eigenschaften bestimmter Populationsgruppen, wie ältere Menschen oder Patienten mit mehreren Krankheiten, realitätsnah dargestellt werden, meint der Wissenschaftler.

Als Folge dieser neuartigen Risikoanalysen für Nanopartikel könnten zudem die Entwicklung und Marktzulassung neuer Nanomaterialien beschleunigen, hoffen die Forschenden. Konkrete Anwendung gibt es bereits im «Safegraph»-Projekt, eines der Projekte im Rahmen der «Graphene Flagship»-Initiative der EU, an der die Empa als Partner mitwirkt. Risikoanalysen und Ökobilanzen für das neue «Wundermaterial» Graphen sind derzeit noch Mangelware. Erste Sicherheitsanalysen zu Graphen- und Graphen-verwandten Materialien konnten die Empa-Forscher nun unlängst in grundlegenden in vitro-Studien aufzeigen. Auf diese Weise können nun auch Projekte wie Safegraph potenzielle Gesundheitsrisiken und Umweltfolgen von Graphen besser ermitteln und gleichzeitig die Zahl der Tierversuche senken.

*Quelle: EMPA, Schweiz*