



© Poprovskiy Alexey/Shutterstock

Mehr Sicherheit bei der Arbeit mit Nanopartikeln

Was tun bei Kontamination der Haut?

Felix Klee^{1,2}, Max Schnepf¹, Jonas Schubert¹

Am Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden (IPF) haben Wissenschaftler eine Lücke in der Arbeitssicherheit beim Umgang mit Nanopartikeln festgestellt – und eine Lösung entwickelt, die ab 2021 Kolleginnen und Kollegen zur Verfügung stehen wird.

Der Auslöser

Es begann mit einem kleinen ‚Zwischenfall‘ in einem Labor am Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden (IPF) im September 2018. Trotz hochmoderner Laborausstattung, Schulungen und vorschriftsmäßiger Schutzausrüstung verschüttete eine Studentin versehentlich die Cadmiumselenid-Partikel, mit denen sie arbeitete, und kontaminierte ihre exponierte Haut zwischen Laborkittel und Schutzhandschuhen. Was tun? Die Studentin versuchte zunächst, die Partikel mit Wasser und Seife abzuwaschen. Doch unter UV-Licht konnten sie und ihre

Kollegen erkennen, dass diese Maßnahmen sich angesichts der Menge der auf ihrer Haut verbliebenen fluoreszierenden Partikel nicht als wirksam erwiesen. Im Gespräch mit Fachleuten wie Arbeitsmedizinern, dem Giftnotruf oder dem verantwortlichen Sicherheitsingenieur des Instituts erhielt das Team allerlei Ratschläge, wie sich das Risiko solcher Vorfälle verringern ließe, aber niemand wusste wirklich, was man als wirksame Nachsorge tun sollte.

Das Gesundheitsrisiko für Arbeitnehmer:innen in der Nanotechnologie

Trotz intakter Laborsicherheitskonzepte oder hochgradiger Automatisierung in der Industrie sind Arbeitsunfälle und Kontaminationsszenarien nicht gänzlich auszuschließen. Der menschliche Faktor oder Materialversagen in Kombination mit bestimmten Arbeitsschritten (z. B. in der War-

mung, Reinigung, Probenentnahme, o. ä.) können unter Umständen zur Exposition von Arbeitnehmer:innen mit potentiell gesundheitsschädlichen Stoffen führen. Und für diese Ausnahmefälle muss es klare Handlungsanweisungen geben. Während etwa die Augendusche als Standard in Laboren etabliert ist, gibt es keine Lösung, um die Haut von Nanopartikeln zu reinigen.

Allein in der Forschung betrifft das Thema sehr viele Arbeitnehmer:innen: 2019 verzeichnete das Web of Science 188.889 neu publizierte Nanotechnologie-betreffende Artikel, 1.849 Nanotechnologie-Patentmeldungen wurden über die Europäische Patentorganisation (EPO) veröffentlicht.[1]

Während die Eigenschaften von Nanopartikeln neue und aufregende Möglichkeiten wie neuartige therapeutische Ansätze eröffnen haben, gibt es in der wissenschaftlichen Literatur auch Hinweise auf mögliche nachteilige Auswirkungen von Nanopartikeln auf die Gesundheit, abhängig von den Eigenschaften und der Größe der Materialien.

Beispielsweise haben Studien gezeigt, dass bestimmte Nanomaterialien zur Bildung mikrometergroßer Lücken zwischen Endothelzellen führen können (was mit dem Begriff „Nanomaterials-induced endothelial leakiness“ [NanoEL] beschrieben wird), ein Effekt, der zu einem erhöhten Risiko der Ausbreitung von Krebszellen im Körper führen kann.[2] Eine weitere Gruppe von Wissenschaftlern, die sich mit den Gesundheitsrisiken berufsbedingter Metallexposition befaste, führte die erfasste Entwicklung neurologischer Erkrankungen wie Parkinson zurück auf die Fähigkeit von Nanopartikeln, über die Blut-Hirn-Schranke in das Gehirn eindringen zu können.[2]

Doch wie können Nanopartikel in den menschlichen Körper gelangen? Es gibt drei mögliche Wege: die Lunge, das Verdauungssystem und die Haut.

Während die gesunde Haut eine natürliche Barrierefunktion hat, können bestimmte Partikel dennoch direkt in die Haut eindringen (z. B. Quantenpunkte).[4] Darüber hinaus können externe Faktoren wie die beteiligte Oberfläche, die Kontaktzeit, das Schwitzen, andere chemische Verstärker wie Seifen sowie der Zustand der Haut (z. B. Risse) die Hautpenetration potenziell verstärken, was zu schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen führen kann – sowohl lokal als auch systemisch. Darüber hinaus können Nanomaterialien in Haarfollikeln transportiert und gelagert werden, von wo aus sie für eine gewisse Zeit Ionen freisetzen können.[5] Nicht zuletzt besteht ohne eine gründliche Reinigung der Haut nach einer dermalen Kontamination die Gefahr von Kontaminationsverschleppung und oraler Aufnahme, z. B. durch Hand- und Mundkontakt.

Während wissenschaftliche und politische Gremien wie die US-amerikanische National Nanotechnology Initiative (NNI) oder die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) noch dabei

sind, das Risiko von verschiedenen Nanopartikeln zu bewerten und dabei versuchen, nachvollziehbare und einheitliche Lösungen zu finden, die die Interessen von Verbrauchern, Herstellern und dem Arbeitsschutz unter einen Hut bringen, muss das Vorsichtsprinzip als Richtlinie gelten.

Die Lösung der Wissenschaftler am IPF

Nachdem das Team am IPF das Problem und das Fehlen einer Lösung erkannt hatte, machte es sich daran, an einer möglichen Lösung zu arbeiten.

Zunächst legten sie grundlegende Kriterien fest, die eine wirksame Lösung zur Dekontamination der Haut von Nanopartikeln idealerweise erfüllen sollte:

- 1) Die Lösung sollte für ein möglichst breites Spektrum an Materialien wirksam sein; bestenfalls für alle Arten von Nanomaterialien.
- 2) Die Lösung sollte die natürliche Barrierefunktion der Haut nicht beeinträchtigen (denn: „bei gleichzeitiger oder vorheriger Einwirkung entfettender Substanzen auf die Haut [Seifen, Tenside, Lösungsmittel] ist von einer erhöhten Gefährdung auszugehen, da eine Entfettung der Haut eine vermehrte Aufnahme von Gefahrstoffen bedingen kann“)[6].
- 3) Die Lösung sollte perspektivisch für alle Arbeitnehmer:innen in der Nanotechnologie verfügbar und einfach anwendbar sein.

Im zweiten Schritt wurde ein Testmodell festgelegt, um die Wirksamkeit bereits verfügbarer Hautreinigungs- und Dekontaminationslösungen zu untersuchen und mögliche Rezepturen auszuprobieren. Schweinehaut wird in präklinischen Studien als ein sehr gutes Modell zum Ersatz der menschlichen Haut angesehen.[7] Für die erste Versuchsreihe arbeitete das Team mit Cadmiumselenid-Partikeln – also die Art von Partikeln, die die studentische Hilfskraft nicht hatte entfernen können.

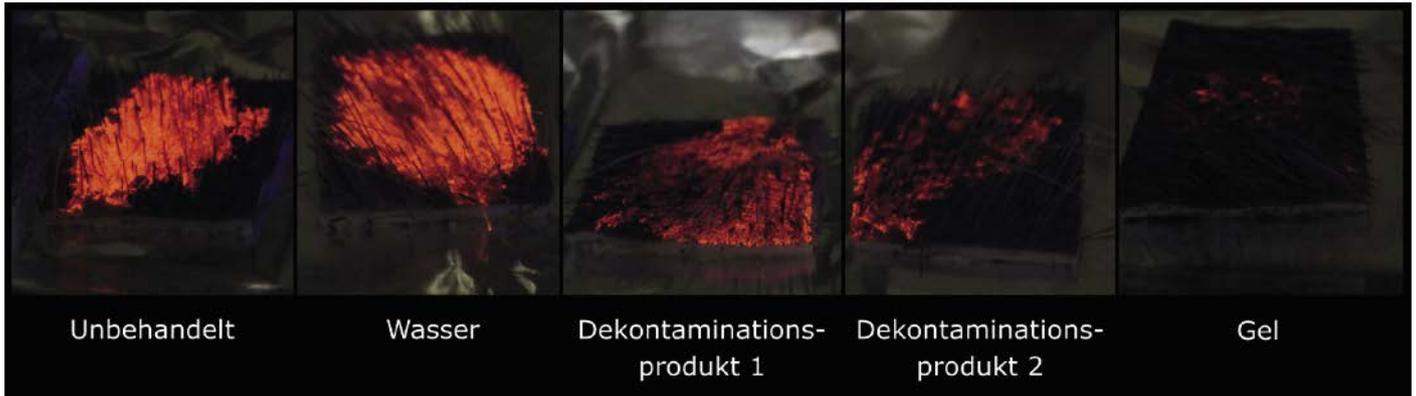


Abb. 1: Gegenüberstellung von verbleibenden Partikeln auf dem Testmodell unter UV-Licht nach Behandlung mit verschiedenen Mitteln zur Reinigung der Haut.

In den Feierabendstunden begannen die Wissenschaftler mit der Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Dekontaminationsmittel, Wasser und Seife; und sie begannen, ihre eigenen Rezepturen zu mischen. Die Studien zeigten, dass Wasser nur bis zu 5% der Partikel zuverlässig entfernen konnte, wobei mehr als 95% der Partikel auf der Haut verblieben. Seife war in der Lage, bis zu 75% der Partikel zu entfernen; allerdings reduziert Seife, wie erwähnt, die Barrierefunktion der Haut, was zu einem vermehrten Eindringen von Partikeln über die Haut führen kann, und ist daher nicht für diese Problemstellung geeignet.

Eine Reihe von Dekontaminationsprodukten wurde getestet, um die Effizienz der Studie zu überprüfen. Die besten Produkte waren in der Lage, zwischen 70 und 88% der auf dem Hautmodell verschütteten Partikel zu entfernen. Bei den verfügbaren Dekontaminationsmitteln stellte sich heraus, dass es einerseits allgemeine Dekontaminationsmittel gibt, die gemäß dem „Schrotflintenprinzip“ darauf abzielen, bei einer Vielzahl von Gefahrstoffen wirksam zu sein, und andererseits spezialisierte Nischenprodukte, die auf eine spezifischere Gruppe von Gefahrstoffen abzielen. Das Fehlen eines spezialisierten und wirksamen Dekontaminationsproduktes, das speziell zur Entfernung von Nanopartikeln von der Haut entwickelt wurde, wurde jedoch offensichtlich.

Nach dem Testen von mehr als 60 eigenen Zusammensetzungen fand das Team schließlich eine Formel, die nicht nur für Cadmium-Selenid-Nanopartikel, sondern auch bei allen anderen Arten von Partikeln – einschließlich Metall-, Metalloxid-, anorganische und polymere Nanopartikel – wirkte, und zuverlässig mehr als 99% der verschütteten Partikel von der Haut entfernte.

Nach intensiver Marktrecherche, Gesprächen mit Gründerberatern und dem Forschungsinstitut folgte eine Patentanmeldung und die Einwerbung einer ‚Exist‘-Förderung



Abb. 2: Beispielhafte Anwendung eines Pilot-Designs des Produktes: das Gel wird mit einem Schwammaufträger auf der kontaminierten Hautstelle verrieben, um Sekundärkontaminationen zu vermeiden. Durch anschließendes Abwaschen mit Wasser ist die Reinigung abgeschlossen.

vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), um das hochwirksame Gel in ein anwendungsbereites Erste-Hilfe-Produkt weiterzuentwickeln, welches in wissenschaftlichen und industriellen Einrichtung vorgehalten werden und im Notfall zur Anwendung kommen kann. Erste Produktdesigns wurden mit Testanwender:innen getestet, um die optimale Applikation im Ernstfall zu gewährleisten.

Mittlerweile steht das Start-Up kurz vor der Gründung. Ab Januar 2021 wird mit ‚nano-ex‘ das erste Haut-Dekontaminationsmittel zur Entfernung von Nanopartikeln erhältlich sein – entwickelt von Wissenschaftler:innen für Ihre Kolleginnen und Kollegen in der Nanotechnologie.

Zugehörigkeiten

¹Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden (IPF)

²Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, TU Dresden

● KONTAKT |

Felix Klee
 DermaPurge
 c/o Leibniz-Institut für Polymerforschung
 Dresden (IPF)
 Dresden, Deutschland
 klee@dermapurge.com



Weitere Beiträge zum Thema:
<https://bit.ly/WAS-Sicherheit>



Literatur:
<https://bit.ly/GIT-Klee>