



Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

Benjamin Nöke und Tjarko Rahlf

Schüex 2007

Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

Gliederung

1. Kurzfassung
2. Einleitung
3. Pantoffeltierchen als Versuchsobjekte
4. Experimente mit Nanoröhrchen, Nano-Goldkugeln, Nano-SiO₂-Kügelchen und Ruß
5. Experimente mit selbst hergestellten Nanopartikeln
6. Versuche mit Nanopartikel aus Alltagsprodukten
7. Diskussion der Ergebnisse
8. Linkliste

Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

1. Kurzfassung

Den Nanopartikeln gehört die Zukunft kann man oft lesen. Viele Menschen haben aber Angst vor neuen Nanoprodukten. Sind sie gefährlich? Im Internet findet man oft wenig informative Artikel und manchmal auch ziemlich merkwürdige wie z. B.: „Nanopartikel können harmlos wie Puderzucker oder auch tückisch wie Asbest sein.“ Da fragt man sich was dieser Artikel bringen soll. Insgesamt ist wenig über die Wirkungen von Nanoteilchen auf unsere Gesundheit bekannt. Deshalb haben wir uns in unserer Schüex-Arbeit mit diesem Thema befasst.

Da wir keine Tierversuche machen wollen und dürfen, beschlossen wir als Versuchsobjekte Pantoffeltierchen zu nehmen. Pantoffeltierchen sind keine Tiere, sondern Einzeller. Unser Ziel war es nun mit Hilfe der Pantoffeltierchen herauszufinden, welche Nanopartikel gefährlich sind und welche nicht. Wenn man mehr über die Gefahren weiß, dann kann man die Nanotechnologie verantwortungsvoller für den Alltag nutzen.

Wir haben die Pantoffeltierchen in Lösungen mit Nanoröhrchen, 80nm großen Goldkugeln, 200 – 300nm großen SiO₂-Kugeln und in Ruß schwimmen lassen. Auch haben wir Nanoteilchen selbst hergestellt und Experimente mit Nanoteilchen aus Alltagsprodukten durchgeführt.

Bei unseren Experimenten haben wir festgestellt, dass Nanoteilchen sehr stark zur „Verklumpung“ neigen und damit für Pantoffeltierchen ihre Gefährlichkeit verlieren. Nur bei zwei Experimenten sind uns die Pantoffeltierchen gestorben. Hier besteht aber die Möglichkeit, dass die Pantoffeltierchen an den Chemikalien und nicht an den Nanopartikeln gestorben sind.

2. Einleitung

Nach unserem letzten Wettbewerb setzten wir uns zusammen u. suchten ein neues Thema. Wir fanden im Internet Artikel über Nanopartikel. Dort stand viel über ihre Vorteile aber nur wenig über ihre Nachteile. Nach weiterer Recherche fanden wir heraus, das bis heute sehr wenig über ihre Gefahren bekannt ist und das hier noch viel Forschung nötig ist. Da beschlossen wir, dass wir mehr über die Gefahren des „Stoffes der Zukunft“ herausfinden wollten. Das ist wichtig, denn Technologien für die Zukunft sollten uns nicht krank machen.

Nanopartikel sind ein Verbund von Atomen. Man zählt dazu Dinge die kleiner als 100 Nanometer sind. Ein Nanometer ist ein milliardstel Meter. Das Wort kommt von nanos. Das ist griechisch und bedeutet Zwerg.

Da Tierversuche verboten sind, beschlossen wir als Versuchsobjekte Pantoffeltierchen zu nehmen. Pantoffeltierchen sind keine Tiere sondern Einzeller. Unser Ziel war es nun mit Hilfe der Pantoffeltierchen herauszufinden, welche Nanopartikel gefährlich sind und welche nicht. Wenn man mehr über die Gefahren weiß, dann kann man die Nanotechnologie verantwortungsvoller für den Alltag nutzen.

3. Pantoffeltierchen als Versuchsobjekte

Für unsere Versuche mit den Nanopartikeln brauchten wir Lebewesen die sich bewegen, um herauszufinden was Nanoprodukte bewirken. Da man aber keine „richtigen“ Tiere benutzen darf kamen wir auf die Idee, Pantoffeltierchen zu verwenden, da diese in dem Sinne keine Tiere sind, weil sie Einzeller sind. Wir bestellten also die Pantoffeltierchen bei einem Händler der sie als Fischfutter vermarktet. Da die Pantoffeltierchen für unsere Versuche noch zu wenig waren, mussten wir sie zuerst einmal vermehren. Dazu gaben wir sie in ein Glas mit destilliertem Wasser oder Mineralwasser ohne Kohlensäure und fütterten sie 1-2mal die Woche mit Kaffeesahne. Das war ein großer Vorteil, weil wir dadurch auf das sehr lästige „aus dem Bach fischen und stinkenden Heuaufguss machen“ verzichten konnten. Als sie sich sehr stark vermehrt hatten, haben wir „einige“ Pantoffeltierchen herausgenommen und neue Ansätze gemacht. Zwischendurch haben wir sie beobachtet, um herauszufinden wie sie sich verhalten, wenn sie gesund sind und was sie machen wenn sie krank sind. Im gesunden Zustand „flitzen“ sie durchs Wasser und gelegentlich stöbern sie in einem Nahrungshaufen, um Bakterien zu fressen. Wenn sie krank sind, es zu kalt ist, zu wenig Nahrung vorhanden ist, etc., wandeln sie sich langsam zu einer Kugel um. Manchmal sterben sie dann und manchmal werden sie – wenn die schlechten Bedingungen vorbei sind - wieder pantoffelförmig.

Durch ein Mikroskop konnten wir einige Photos von gesunden und von kranken Pantoffeltierchen machen (Abb. 3.1 und 3.2). Man kann dort die Innereien und die vielen kleinen Wimpern sehen mithilfe derer sich das Pantoffeltierchen fortbewegt. Es nimmt auch seine Nahrung mit den Wimpern auf. Es strudelt die Bakterien in die Mundöffnung, weshalb es auch Strudler genannt wird. Außerdem kann man den Verdauungsprozess beobachten.

Über den Verdauungsprozess: Über bandartige Strukturen werden Membrane in die Nahrungsvakuole geleitet, wodurch sich diese vergrößert. Ab einer bestimmten Größe wird diese abgeschnürt und in die Zelle abtransportiert. In der Zelle sind Enzymbläschen. Zuerst wird der Vakuole die Flüssigkeit entzogen. Danach verschmelzen die Enzyme mit der Vakuole. Dabei werden die Wände der Bakterien zerstört. Während dieses Vorgangs wird die Nahrungsvakuole zur Verdauungsvakuole. Die verdauten Teile werden über Bläschen zu den Zellen transportiert. Zurück bleiben die unverdaubaren Teile. Die Verdauungsvakuole ist zur Ausscheidungsvakuole geworden. Diese wird zum Zellafter transportiert. Der Zellafter befindet sich unterhalb der Mundhöhle. An dem Zellafter befinden sich wimpernlose Basalkörper. Im Zellafter befinden sich Bahnen über die dann die Vakuole transportiert wird. Die Vakuole verschmilzt mit dem Zellplasma, wobei die unverdauten Teile ausgeschieden werden. Übrig bleiben Zellplasmastücke. Der ganze beschriebene Vorgang dauert ca. 30min. Man kann, da die Pantoffeltierchen durchsichtig sind, den Verdauungsvorgang mit den Vakuolen sehen.

Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

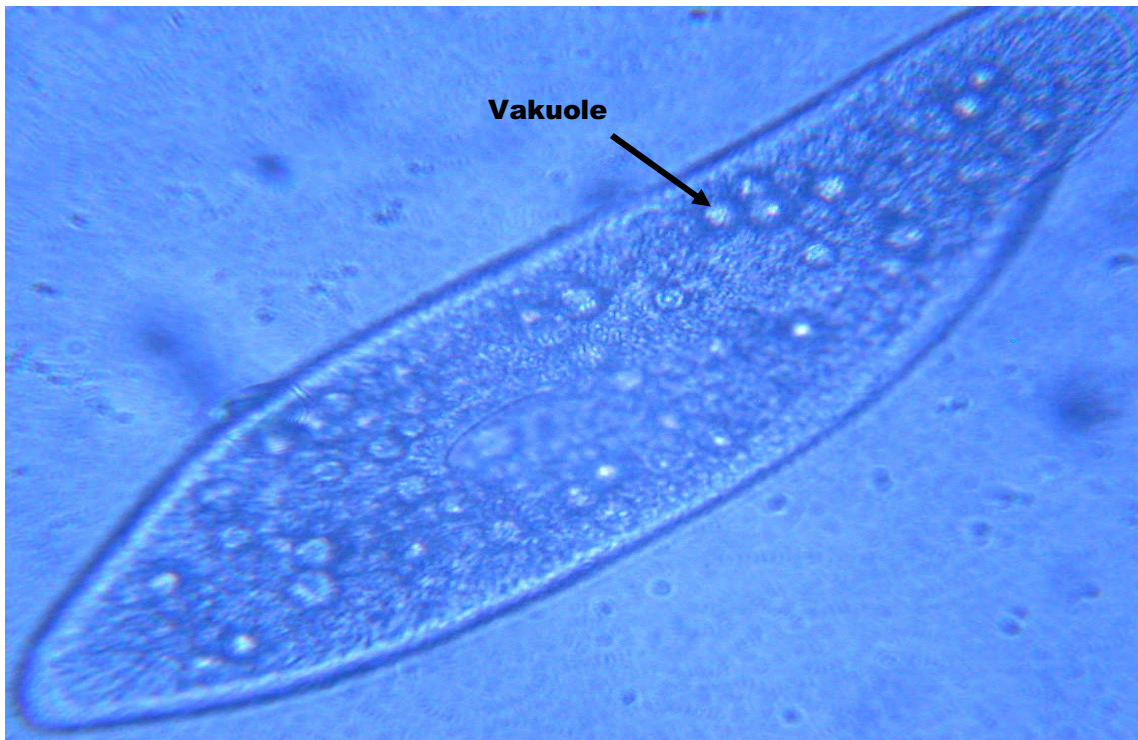


Abb. 3.1: Unser Foto von einem gesunden Pantoffeltierchen



Abb. 3.2: Unser Foto von einem kranken Pantoffeltierchen

4. Experimente mit Nanoröhrchen, Nano-Goldkugeln, Nano-SiO₂-Kügelchen und Ruß

An unserer Schule sind schon viele Jugend-forscht-Arbeiten geschrieben worden. So haben auch schon Schüler Nanoteilchen hergestellt. Als wir in den alten Kisten kramten haben wir die folgenden Nanoteilchen gefunden:

Nanoröhrchen aus Kohlenstoff
80nm große Goldkügelchen
200 – 300 nm große SiO₂-Kügelchen

Experiment mit Nanoröhrchen

Nanoröhrchen sind röhrenförmige Gebilde aus Kohlenstoff. Ihre Wände bestehen aus Kohlenstoff. Die Kohlenstoffatome bilden dabei eine wabenartige Struktur. Die Röhren sind etwa 1-50 nm dick. Da sie eine dem Asbest ähnliche Struktur besitzen vermutet man, dass sie eine ähnliche Wirkung auf die Lungen haben wie Asbst.

Bei dem Experiment mit den Nanoröhrchen gab es ein Problem. Sie waren von 2004 und deswegen verklumpt. Deswegen würden sie wahrscheinlich keine Gefahr darstellen, da sie so nicht klein genug waren um etwas anzurichten. Trotzdem wollten wir es versuchen. Als wir sie in das Wasser mit den Pantoffeltierchen reinschütteten gab es ein weiteres Problem. Die Nanoröhrchen gingen nicht unter, sondern schwammen oben. Also mussten wir sie untermühren was sich als sehr mühsam erwies, da sie dauernd nach oben gingen. Schließlich schafften wir es doch noch. Als wir eine Woche später guckten, waren die Pantoffeltierchen noch am Leben. Unter dem Mikroskop sahen wir das die Pantoffeltierchen noch sehr lebendig waren. Wir schlossen daraus, dass sie wahrscheinlich überlebt hatten, weil die Nanoröhrchen so verklumpt waren. Das dachten wir, weil wir von Experimenten gelesen haben bei sich herausstellte, dass die Nanoröhrchen gefährlich sind.



Abb. 4.1: Der Versuch
Nanoröhrchen im Wasser zu
verrühren



Abb. 4.2: Die Goldkügelchen geben dem Wasser eine rötliche Farbe

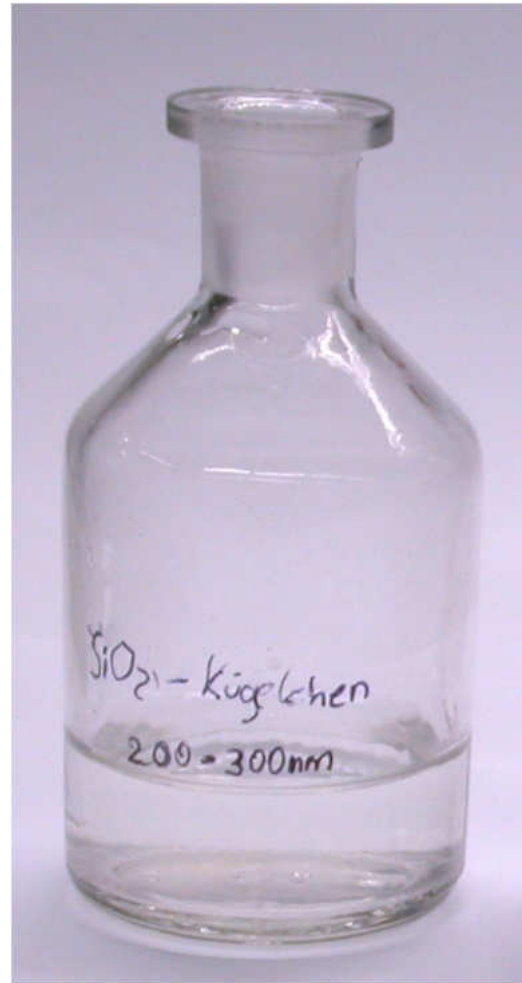


Abb. 4.3: SiO₂-Kügelchen verändern die Farbe des Wassers nicht

Experiment mit Goldkügelchen

Um die Wirkung von 80nm großen Goldkügelchen zu testen gaben wir diese in das Wasser mit den Pantoffeltierchen. Durch die Zugabe von Goldkügelchen erschien das Wasser leicht rötlich (Abb. 4.2).

Dann warteten wir eine Woche ab um zu sehen was passiert war. Unter dem Mikroskop sahen wir dann, dass die Pantoffeltierchen sich noch ganz normal bewegten und sie auch noch ganz normal aussahen. Man sah also keine einzige Verformung der Pantoffeltiere, was uns eine vollständige Gesundheit signalisiert.

Experiment mit 200 – 300 nm großen SiO₂-Kügelchen

Mit den SiO₂-Kügelchen machten wir es genauso wie mit den Goldkügelchen. Auch hier konnten wir nach einer Woche keine Veränderungen an den Pantoffeltierchen feststellen.

Experiment mit Ruß

Wir haben auch Experimente mit Ruß durchgeführt, weil Ruß leicht zu besorgen ist. So haben wir die Rußpartikel, die aus dem Auspuff eines Dieselaautos kamen, mit einem Marmeladenglas aufgefangen. Ruß ist in größeren Mengen tödlich. Doch wie wirkt er in kleinen Mengen auf Pantoffeltierchen?

Unsere vierte Lösung setzten wir also mit Ruß an. Nach einer Woche sahen wir unter dem Mikroskop, dass sich die Pantoffeltierchen normal bewegten. Neben normalen Pantoffeltierchen sahen wir aber auch rundliche. Um die Gefährlichkeit von Rußpartikeln beurteilen zu können, müssen wir also noch weitere Versuche mit Ruß machen.

5. Experimente mit selbst hergestellten Nanopartikeln

Um die Nanopartikel selbst herzustellen folgten wir einer Versuchsanleitung, die wir im Internet fanden (<http://www.weltderphysik.de/de/1706.php>). Wir wussten nicht ob sie funktionieren würde, da die Anleitung nicht sehr präzise war und, was ein großes Problem war, keine genaue Mengenangaben enthielt. Also ließen wir uns von einem Chemiker beraten und machten uns dann eine eigene Materialienliste und führten den Versuch durch.

Materialien: Tenside (Spülmittel), Platinchlorid, destilliertes Wasser, Heizplatte, Becherglas, Natriumhydroxyd, Thermometer

Durchführung: Wir erhitzen die mit ein paar Gramm Platinchlorid gesättigte Lösung mit Bodensatz auf ca. 60-80°C und geben einen Tropfen Spülmittel hinzu. Ab 40°C wird es mit Natriumhydroxyd (in einer Konzentration von etwa 0.25 Mol) basisch.

Beobachtung: Das Platinchlorid hat eine rotbräunliche Farbe. Wohingegen die gesättigte eher bräunlich ist. Bei Lösung des Spülmittel drin stieg die Lösung kurz auf. Während des Versuchs bildete sich immer mehr Bodensatz. Als die Heizplatte ausgeschaltet wurde, hatte sich ein rotbräunlicher Bodensatz gebildet.

Ergebnis: Während des Versuches hatte das Platinchlorid anscheinend Strukturen gebildet. Wir konnten uns aber noch nicht sicher sein ob es Nanopartikel waren.

Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

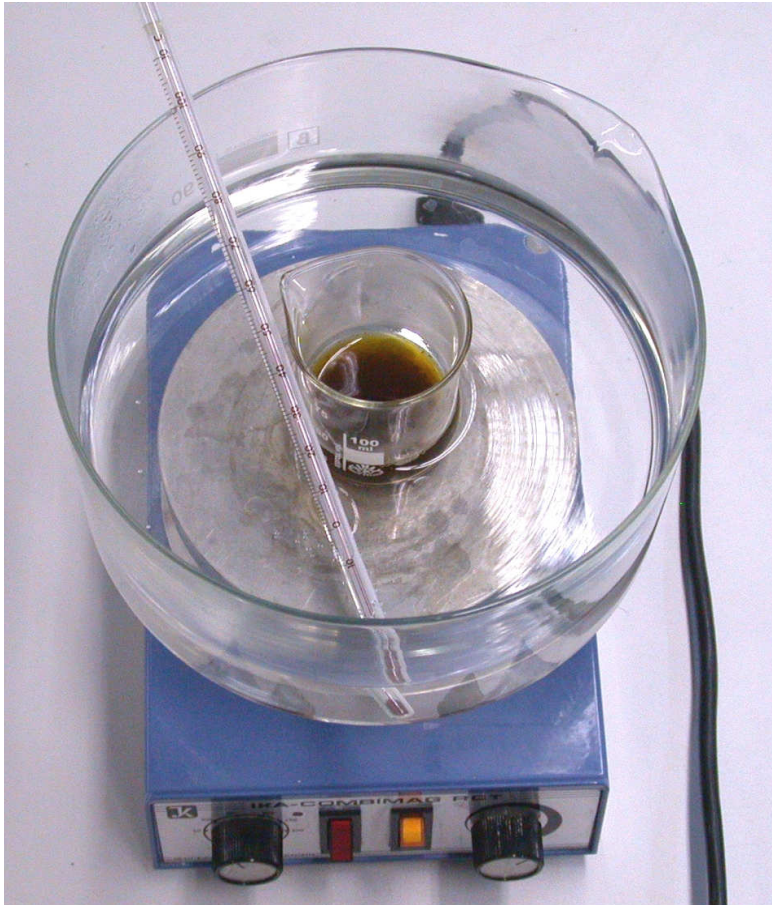


Abb. 5.1: Unser Versuch Nanopartikel selbst herzustellen

Schließlich schütteten wir die braune Flüssigkeit mit unseren selbst hergestellten Nanopartikel in die Flasche mit den Pantoffeltierchen. Als wir nach einer Woche nachsahen, sahen wir, dass sich ein bräunlicher Bodensatz gebildet hatte, während der Rest der Lösung klar war (Abb. 5.2).

Unter dem Mikroskop konnten wir keine Pantoffeltierchen mehr entdecken. Also werden sie alle gestorben sein. Entweder sind sie an unseren Nanopartikeln oder an den Chemikalien in unserer Lösung gestorben. Dies muss noch näher untersucht werden.

Warum sich der braune Bodensatz gebildet hat, wissen wir nicht.



Abb. 5.2: Flasche mit Bodensatz

6. Versuche mit Nanopartikel aus Alltagsprodukten

Da schon in vielen Produkten aus unserem Alltag Nanoteilchen enthalten sind, kamen wir auf die Idee, diese Nanoteilchen für unsere Versuche zu benutzen.



Abb. 6.1: Alltagsprodukte die Nanopartikel enthalten
Sonnenschutzmittel (links), Zahncreme (mitte), Mittel für Windschutzscheiben (rechts)

Sonnencreme und Zahncreme

Jeder kennt das: Bevor man sich in die Sonne legt muss man sich kräftig mit Sonnencreme einschmieren. Was man aber nicht weiß: In der Creme sind auch Nanopartikel vorhanden. Als UV-Blocker dient nämlich TiO_2 .

TiO_2 (Titandioxid) ist ein thermisch beständiger Stoff mit einer hohen Brechzahl. Daher besitzt er ein großes Deckvermögen und ist lichtbeständig. Außerdem ist er preiswert, was ihn zum bedeutendsten Weißpigment macht. Er findet außer in Sonnencreme noch Verwendung als weißes Farbmittel sowie als Lebensmittelzusatzstoff in Zahncreme und Hustenbonbons. Viele Menschen wissen auch nicht, dass in Zahncreme SiO_2 -Nanoteilchen enthalten sind.

Was ist aber, wenn diese Stoff gefährlich sind?

Deswegen beschlossen wir, auch die Teilchen aus den Alltagsprodukten zu erforschen. Dabei haben wir aber ein großes Problem: Wie kriegen wir die Nanopartikel da heraus? Hierfür müssen wir uns noch eine gute Methode überlegen.

Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

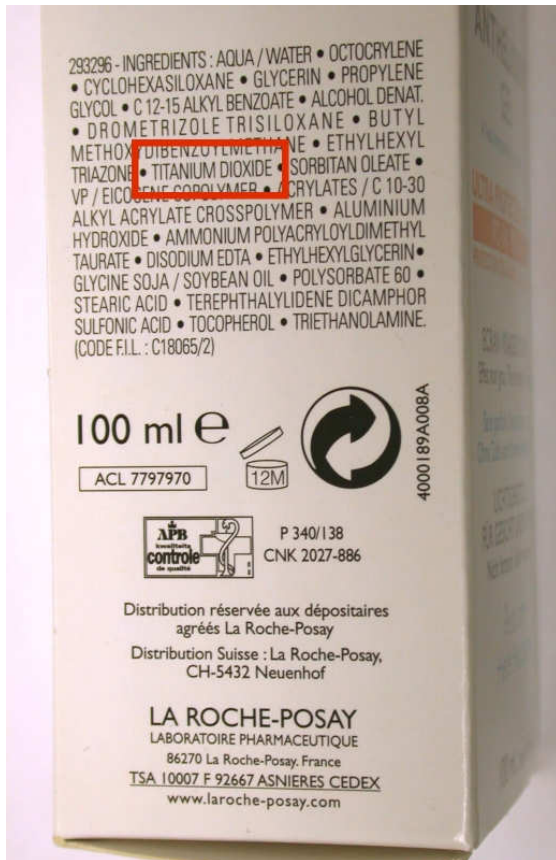


Abb. 6.2: Sonnenschutzmittel kann Titandioxid-Nanopartikel enthalten



Abb. 6.3: Effiglas für die Windschutzscheibe des Autos hat einen pH-Wert von 9

Effiglas

Effiglas ist ein Mittel mit dem man die Windschutzscheibe seines Autos einreiben kann, damit Regenwasser, Schmutz, Insekten und Eis nicht mehr so stark an ihr haften bleiben. Durch die in Effiglas enthaltenen Nanopartikel perlt das Regenwasser bei höheren Geschwindigkeiten ganz von alleine ab.

Da die Nanoteilchen sich bei Effiglas in einer Lauge befinden (pH-Wert = 9) konnten wir es, so wie es war, nicht einfach in das Wasser mit den Pantoffeltierchen schütten. Deshalb haben wir es mit verdünnter Salzsäure zuerst neutralisiert und dann etwas davon ins Wasser zu den Pantoffeltierchen gegeben.

Als wir nach einer Woche diese Probe mit den Pantoffeltierchen untersuchten, fanden wir keine Pantoffeltierchen mehr. Waren sie durch die Nanopartikel gestorben oder durch das Salz welches sich beim Neutralisieren gebildet hat?

Wie gefährlich sind Nanoprodukte?

Nanoteilchen	Beweglichkeit der Pantoffeltierchen	Aussehen der Pantoffeltierchen
keine	normal	normal
SiO ₂	normal	normal
Effiglas	keine	keine vorhanden
Platinchlorid	keine	keine vorhanden
Ruß	normal	normale aber auch rundliche
Nanoröhrchen	normal	normal
Gold	normal	normal

7. Diskussion der Ergebnisse

In der Tabelle haben wir unsere Versuchsergebnisse zusammengefasst.

Unsere Experimente ergaben, dass die Pantoffeltierchen außer bei Effiglas und Platinchlorid überlebt haben. Bei Effiglas und Platinchlorid besteht die Möglichkeit, dass die Pantoffeltierchen an den Chemikalien und nicht an den Nanopartikeln gestorben sind.

Aus den anderen Versuchsergebnissen darf man aber jetzt nicht einfach schließen, dass Nanopartikel ungefährlich sind. Man muss ja bedenken, dass die Nanopartikel verklumpt waren und wohl deswegen zu groß waren, um den Schaden anzurichten, den vielleicht kleine Partikel angerichtet hätten. Wir schließen aber aus unseren Experimenten, dass Nanopartikel nach längerer Zeit ungefährlich werden, da sie zur Verklumpung neigen. In der Nanowelt ist alles sehr „klebrig“, weil die Nanoteilchen im Verhältnis zu ihrem Volumen eine riesige Oberfläche haben. Also verklumpen sie sehr schnell.

8. Linkliste

1. Nanaotechnologie – Nanotoxikologie, in: Spektrum der Wissenschaft, Oktober 2006
2. Nanopartikel - die großen Unbekannten, in: www.heise.de/tr/artikel/print/78414
3. Nanoteilchen nach einfacher Rezeptur, in: <http://www.weltderphysik.de/de/1706.php>