

EINFLUSS VON NANOSKALIGEM TiO_2 AUF DIE REPRODUKTION VON REGENWÜRMERN (*EISENIA ANDREI*)

EFFECT OF NANOSCALE TiO_2 ON THE REPRODUCTION OF EARTHWORMS (*EISENIA ANDREI*)

Hintergrund und Ziele

Nanotechnologie wird weltweit als Schlüsseltechnologie angesehen, von der Innovationen für viele Branchen der Wirtschaft und ein breites Spektrum an Anwendungsfeldern erwartet werden. Parallel zur Technologieentwicklung sollten aber auch Sicherheitsaspekte adressiert werden. Um einen weltweiten koordinierten Ansatz der Risikobewertung zu gewährleisten, wurde die OECD-Arbeitsgruppe zu Nanomaterialien (WPMN: Working Party on Manufactured Nanomaterials) ins Leben gerufen. Diese Gruppe rief u. a. ein Sponsorship-Programm ins Leben, um eine Auswahl von Nanomaterialien systematisch auf ihre Sicherheit für Mensch und Umwelt zu untersuchen. Dabei werden auch die entsprechenden OECD-Testrichtlinien für Chemikalien auf ihre Eignung für die Untersuchung von Nanomaterialien überprüft und bei Bedarf adaptiert. In diesem Zusammenhang beschäftigt sich das Fraunhofer IME umfassend mit Fragestellungen zu Verbleib und Wirkung von Nanomaterialien in der Umwelt und unterstützt das BMU und das UBA fachlich bei nationalen und internationalen Diskussionen.

Projektbeschreibung

Für das OECD-Sponsorship-Programm wird am IME die Toxizität von drei verschiedenen TiO_2 -Nanopartikeln (NM101, NM103, NM105) auf die Reproduktion von Regenwürmern nach OECD Richtlinie Nr. 222 untersucht. Als Testorganismus dient *Eisenia andrei*. Die Materialien unterscheiden sich in Parametern wie Primärpartikelgröße (8 nm, 20 nm, 21 nm), Kristallstruktur (Anatase, Rutile, Rutile-Anatase) und BET-Oberfläche (>250 m^2/g , 60 m^2/g , 60 m^2/g). Die Untersuchungen werden in einem natürlichen sandigen Boden aus dem Referenzbodenspektrum (RefeSol 01-A) durchgeführt. Verschiedene Applikationsformen wie Spiken von Boden oder Futter und Zugabe der Partikel in Form von Suspensionen oder als Boden/Feststoff-Gemisch werden erprobt. Im Folgenden werden Ergebnisse aus der Applikation eines Boden/Feststoff-Gemisches auf Boden dargestellt.

Ergebnisse

Die untersuchten Nanopartikel bewirkten weder eine Veränderung in der Biomasse der adulten Würmer noch reduzieren sie die Reproduktionsleistung. Im Gegenteil: Es ist eine Stimulation der Reproduktion durch die TiO_2 -Nanomaterialien NM-105 und NM-101 gegenüber der Kontrolle zu beobachten, die bei NM-105 am deutlichsten ausgeprägt war. Erstaunlicherweise handelt es sich bei diesem Material um das Material mit der größten Primärpartikelgröße und einer kleinen volumenbezogenen Oberfläche. Bislang ging man davon aus, dass ein Effekt umso stärker ausgeprägt ist, je kleiner das Material und je größer die volumenbezogene Oberfläche ist.

Bezieht man den auch nach jahrelanger Kultur im Labor noch vorhandenen Jahresrhythmus der Reproduktion ein, ergibt sich eine interessante Beobachtung. Die verwendeten Regenwürmer zeigen, selbst bei jahrelanger Kultur im Labor, immer noch eine deutlich geringere Nachkommenzahl im Winter als im Sommer. Auch in den Kontrollen des Versuchs mit NM-105, der im Winter durchgeführt wurde, ist die Nachkommenanzahl niedrig. In den mit TiO_2 -behandelten Ansätzen tritt dieser Rückgang nicht auf. Bei einem im Frühsommer wiederholten Versuch mit NM-105 ist keine entsprechende „Stimulation“ mehr zu beobachten. Die nahezu konstante Reproduktionsrate bei den mit TiO_2 -behandelten Ansätzen während des Jahresverlaufs könnte auf einen Einfluss der Nanopartikel auf die innere biologische Uhr der Organismen hindeuten. Zur Klärung dieser Hypothese wurden weitere Untersuchungen veranlasst. Ob die Beeinflussung der inneren Uhr ökologische Auswirkungen hat, etwa durch mangelnde Vorbereitung auf die Winterperiode, müsste in Jahreszeitensimulations-Versuchen abgeschätzt werden.

Auftraggeber / Sponsor

Das Projekt wird aus Mitteln des Umweltbundesamtes (UBA) finanziert (FKZ 3709 65 416).



Background and aims

Nanotechnology is regarded globally as a key developing technology, and it is important to implement a responsible and coordinated approach to ensure that potential safety issues are addressed. To guarantee such an approach, the OECD Working Party on Manufactured Nanomaterials (WPMN) has launched a Sponsorship Programme on the Testing of Manufactured Nanomaterials (MNs) to establish a priority list of MNs whose safety for man and the environment needs to be tested. Within this programme, we carefully analyze the fate and effect of nanomaterials in the environment and support the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) in national and international discussions.

Project description

For the OECD Sponsorship Programme, Fraunhofer IME has investigated three different TiO₂ nanomaterials using the earthworm reproduction test according to OECD Guideline no. 222 using *Eisenia andrei* as the test organism. The nanoparticles under test (NM101, NM103, NM105) differed in parameters such as primary particle size (8 nm, 20 nm, 21 nm), crystalline structure (Anatase, Rutile, Rutile-Anatase) and BET surface (>250 m²/g, 60 m²/g, 60 m²/g). The tests were performed using a natural sandy soil (German reference soil RefeSol 01-A). Several forms of application were investigated, and results were obtained for spiked soil samples using a soil/solid mixture.

Results

The nanoparticles caused neither changes in the biomass of the adult worms nor a loss of fecundity. On the contrary, reproduction appeared to be stimulated by TiO₂ nanomaterials when compared to the control, with NM-105 having a greater effect than NM-101 (Fig. 1). Surprisingly, the maximum effect was caused by the nanomaterial with the largest primary particle size and the smallest surface area, which contrasts with

prior assumptions that the greatest impact would be caused by smaller particles with a greater surface area to volume ratio.

Considering the circannual rhythm of earthworm reproduction, which is maintained even after many years of laboratory cultivation, a remarkable observation can be made. The number of offspring from the tested earthworm species was considerably lower in winter and higher in summer. Also in the controls of the experiment with NM-105 (carried out in winter), the number of offspring was lowest whereas such a reduction was not observed in the replicants with TiO₂.

A further test with NM-105 in summer showed no stimulation. The observed near-constant reproduction rate throughout the year could reflect a disturbance of the circannual biological rhythm by TiO₂. Further tests have been initiated to verify this hypothesis. Whether this impact on the biological clock leads to ecological effects, e. g. if the earthworms fail to prepare for the winter period, still needs to be assessed in tests that simulate seasonal variations.

Contact / Ansprechpartnerin

Dr. Kerstin Hund-Rinke

Tel: +49 2972 302 - 266

kerstin.hund-rinke@ime.fraunhofer.de

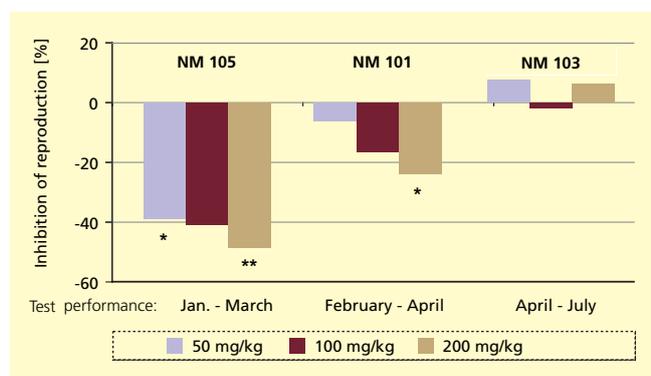


Figure 1: Stimulation of earthworm reproduction by three different TiO₂ nanoparticles (* 0.05 ≥ P ≥ 0.01; ** 0.01 ≥ P ≥ 0.001)

Figure 2: Earthworm in test soil