

TRANSFORMATIONS- UND LÖSUNGSVERHALTEN VON SILBERNANOPARTIKELN

TRANSFORMATION/DISSOLUTION TESTING OF SILVER NANOPARTICLES

Hintergrund und Ziele

Zur Bewertung der ökotoxikologischen Relevanz von Metallen und Metallverbindungen kann es notwendig sein, diese Materialien gemäß OECD-Leitlinie 29 „Guidance Document on Transformation/Dissolution of Metals and Metal Compounds in Aqueous Media“ (2001) zu untersuchen.

Am Fraunhofer IME werden diese Untersuchungen an verschiedenen Testmaterialien im Rahmen von Industrieaufträgen regelmäßig durchgeführt. In einer Masterarbeit in Kooperation mit der Justus-Liebig-Universität Gießen findet aktuell eine Studie mit Silbernanopartikeln (Testmaterial NM-300K) in Anlehnung an die OECD-Leitlinie 29 statt. Die Versuche sollen das Transformations- und Lösungsverhalten von Silbernanopartikeln in entsprechenden Medien erfassen und eine Bewertung hinsichtlich potenzieller Wirkungen auf Organismen ermöglichen.

Projektbeschreibung

Die Leitlinie zum Transformations- und Löslichkeitstest beschreibt ein Testsystem, mit dem erfasst werden kann, in welchem Ausmaß Metalle und schwer lösliche Metallverbindungen in lösliche Ionen oder andere metallhaltige Spezies übergehen. Die Testbedingungen sollen dabei repräsentativ für die aquatische Umwelt sein. Das Testmedium basiert deshalb auf rekonstituiertem Wasser nach ISO 6341. Gemäß OECD-Leitlinie soll der pH-Bereich von 5,5 bis 8,5 abgedeckt werden. Aus den in den Testansätzen verwendeten Glaskolben mit Testmedium und den gelösten Nanopartikeln werden zu definierten Zeitpunkten Proben entnommen und über 0,2 µm-Membranen filtriert. Die Silber-Konzentrationsbestimmung erfolgt anschließend mittels ICP-OES oder ICP-MS. Im Allgemeinen wird angenommen, dass die aktive Spezies bei Silbernanopartikeln das freigesetzte Silberion ist. Zur Erfassung der freien Silberionen werden diese von den Nanopartikeln mittels der Zentrifugationsfiltrationsmethode separiert und wie oben beschrieben analysiert. Diese Methode wurde in früheren Untersuchungen entwickelt, validiert und erfolgreich implementiert.

Fazit

Nach den ersten abgeschlossenen Versuchen können bereits Hinweise auf das Transformations-/Lösungsverhalten von Silbernanopartikeln (NM-300K) gegeben werden. Zum Beispiel zeigt Figure 1 die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Silberkonzentration nach 24 Stunden bei pH 6 und 8 in den entsprechenden OECD 29-Medien in der Fraktion < 0,2 µm sowie die Konzentration der aus den Nanopartikeln freigesetzten Silberionen. Bei pH 6 werden in beiden Fraktionen höhere Silber-Konzentrationen gemessen, wobei der relative Silberionenanteil bei pH 6 ebenfalls höher liegt. Insgesamt zeigt sich, dass die Untersuchung der Nanopartikel in Anlehnung an die OECD 29-Leitlinie verlässliche Ergebnisse liefert.

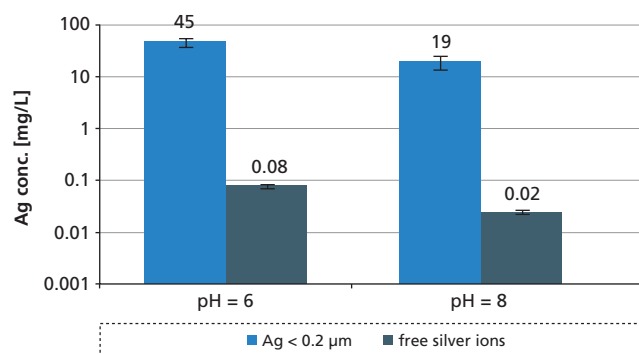


Figure 1: Concentrations of silver in the fraction < 0.2 µm and of free silver ions (after 24 h for a loading of 100 mg/L at pH 6 and 8).

Kooperationspartner / Cooperation partner

Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung

Auftraggeber / Sponsor

Die Masterarbeit wird aus Mitteln der Fraunhofer-Gesellschaft finanziert.



Background and aims

For assessing the ecotoxicological potential of metal and metal compounds it is often necessary to test these compounds according to OECD Chemicals Testing Monograph No. 29: Guidance Document on Transformation/Dissolution of Metals and Metal Compounds in Aqueous Media (2001).

Fraunhofer IME provides expertise in such tests and routinely tests various materials for industry clients. To investigate the transformation/dissolution of silver nanoparticles (test material NM-300K) following the OECD guidance document, Fraunhofer IME initiated a master thesis in collaboration with Justus Liebig University Giessen. This approach will provide a better insight into the dissolution kinetics of silver nanoparticles in aqueous media and their potential impact on organisms.

Approach

The transformation/dissolution test protocol specifies a test system that determines the rate and extent to which metals and sparingly-soluble metal compounds can produce soluble, available ionic and other metal-bearing species in aqueous media. The test conditions should be representative of the aqueous environment.

The test media were therefore based on reconstituted water according to ISO 6341, a pH range of 5.5 to 8.5 has to be covered, and media containing silver nanoparticles were sampled at different points and filtered through 0.2 μm membranes as stated in the OECD guidance document. The silver in the filtrate was quantified by ICP-OES or ICP-MS.

The free silver ion is assumed to be the active species released from silver nanoparticles. Therefore, silver ions were separated by applying centrifugal filtration in additional samples. This method was developed, validated and successfully implemented in our prior work on nanoparticles.

Conclusion

Although work is still ongoing, the transformation/dissolution behavior of silver nanoparticles (NM-300K) in the reconstituted water following the OECD guidance document can already be assessed. Fig. 1 shows as an example the mean silver concentrations in the fraction $< 0.2 \mu\text{m}$ as well as the amount of released silver ions after 24 h for a loading of 100 mg/L at pH 6 and 8, respectively. At pH 6, larger amounts of silver are detected in both fractions. The relative silver ion fraction is also higher at pH 6 than pH 8.

Our data shows that when the tests are carried out according to the OECD 29 guidance, reliable results can be achieved.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Thorsten Klawonn

Tel: +49 2972 302-119

thorsten.klawonn@ime.fraunhofer.de

Dr. Heinz Rüdél

Tel: +49 2972 302-301

heinz.ruedel@ime.fraunhofer.de

Figure 2: Transformation/dissolution testing of silver nanoparticles in glass test vessels on orbital laboratory shakers under controlled conditions.