

Umweltgefährdung durch Silbernanomaterialien – Schwierigkeiten und Lösungsansätze

UM
SI
CH
T

**Abschätzung der
weltgefährdung durch
Iber-Nanomaterialien: vom
emischen Partikel bis zum
echnischen Produkt**

Grundlegendes Verständnis

Partikeleigenschaften
Partikelverhalten
Wirkung unter verschiedenen
Bedingungen

Produktentwicklung und –marketing

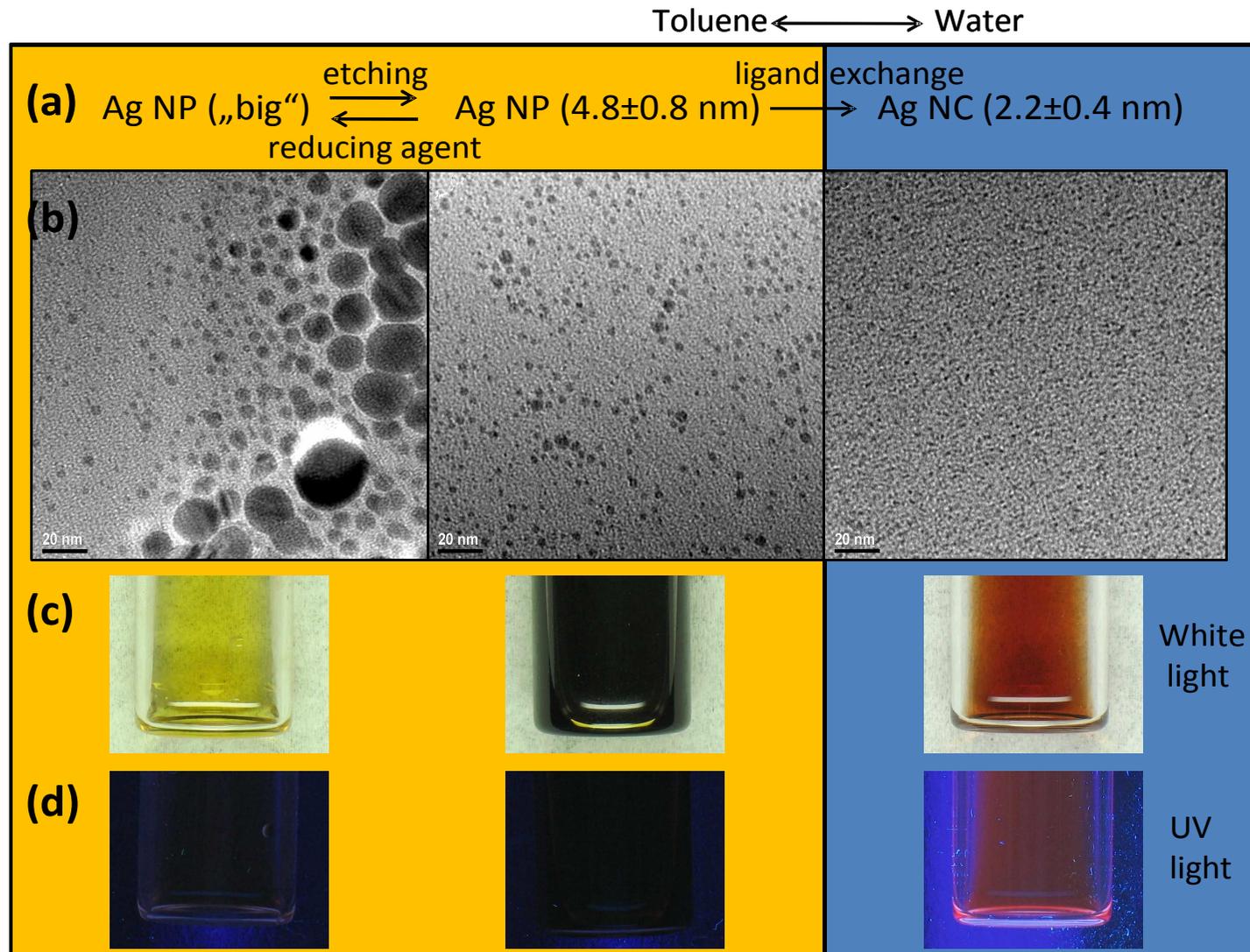
Produkteigenschaften
Produktverhalten
Konkurrenz – Wettbewerb

Umweltsicherheit, Regulierung

Produktstabilität
Partikelfreisetzung → Wirkung auf Gewässer,
Sediment und Böden
Produktentsorgung

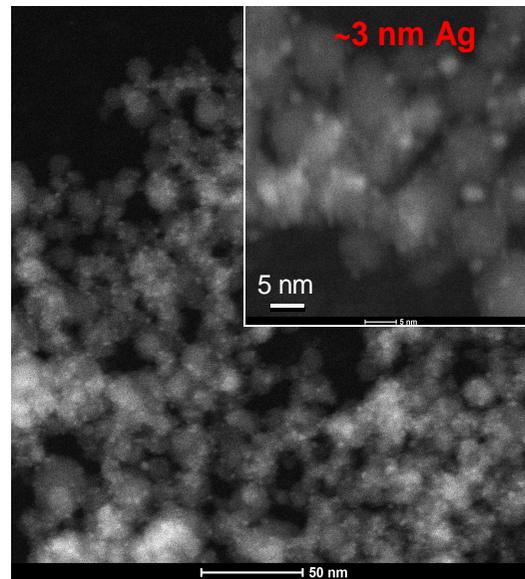
Fluoreszierende Partikel

- (a) Prozedur (Synthese)
- (b) TEM-Bilder verschiedener Partikel
- (c) Farbe unter Weißlicht
- (d) UV-Anregung

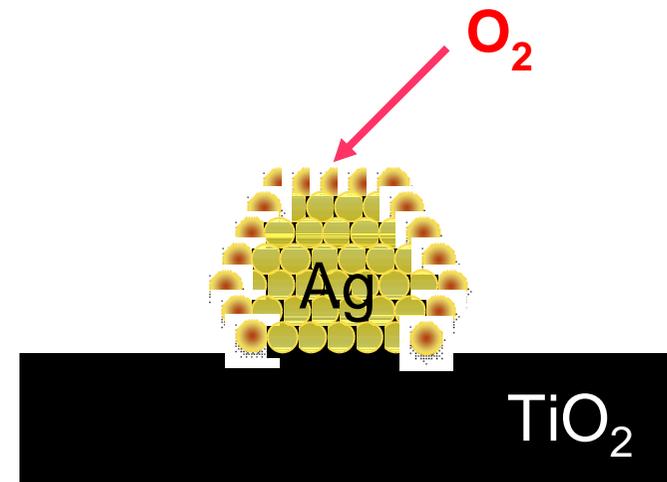


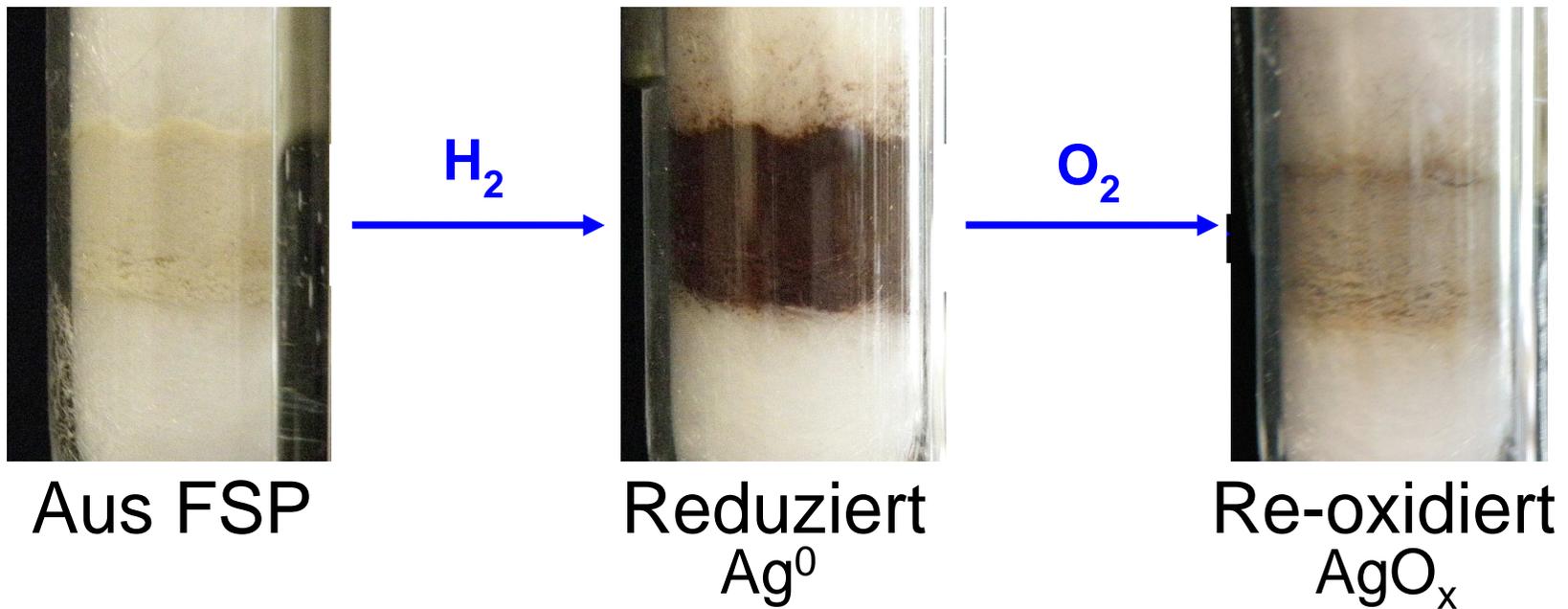
5 Mol%-Ag-Nanopartikel auf TiO₂-Trägern

Flammen-Spray-Pyrolyse



- „Aktive Oberfläche“
- Oxidationszustand variabel





Antimikrobielle Wirkung nachgewiesen
– aber auch für das Trägermaterial alleine

- Standardvorgehensweise (SOP) zur Herstellung von stabilen Applikationslösungen
 - Vorbehandlung der Ausgangssuspension
 - Verdünnen auf Anwendungskonzentration
 - Charakterisierung der Applikationslösung
 - „Goldene Regeln“ des Probenhandlings
- Ergänzung der SOP durch Anweisungen zur Charakterisierung der Suspensionen
 - Dynamische Lichtstreuung – in Arbeit (Jan Köser, Bremen)
 - UV/Vis-Spektroskopie □ SOP von TU Dresden seit Juli 2011
 - pH-Messung in Böden □ SOP vom BGR seit März 2011
 - Atomabsorptionsspektroskopie □ SOP (Jan Köser, Bremen)

Ringversuch zur dynamischen Lichtstreuung:
sehr gute Vergleichbarkeit der vier Labors

Standard		VdW	TUDr	UM	IME
Nanosphere 40 nm P1	d [nm]	40.9 ± 1.5	43.4 ± 2.9	41.1 ± 0.7	43.6 ± 2.5
	PI	0.13 ± 0.04	0.13 ± 0.04	0.07 ± 0.03	0.15 ± 0.06
Nanosphere 40 nm P2	d [nm]	44.8 ± 5.1	46.9 ± 4.7	41.8 ± 1.2	44.6 ± 2.0
	PI	0.17 ± 0.09	0.15 ± 0.07	0.08 ± 0.04	0.17 ± 0.04
Nanosphere 100 nm	d [nm]	112.4 ± 7.6	108.5 ± 3.9	104.9 ± 1.1	108.8 ± 3.7
	PI	0.08 ± 0.05	0.07 ± 0.06	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.03

Charakterisierung AgNM-300K (BGR)

- Ag_{total} nach Säureaufschluss via ICP-OES und ICP-MS
- Partikelgröße via DLS
- ESEM und EDX

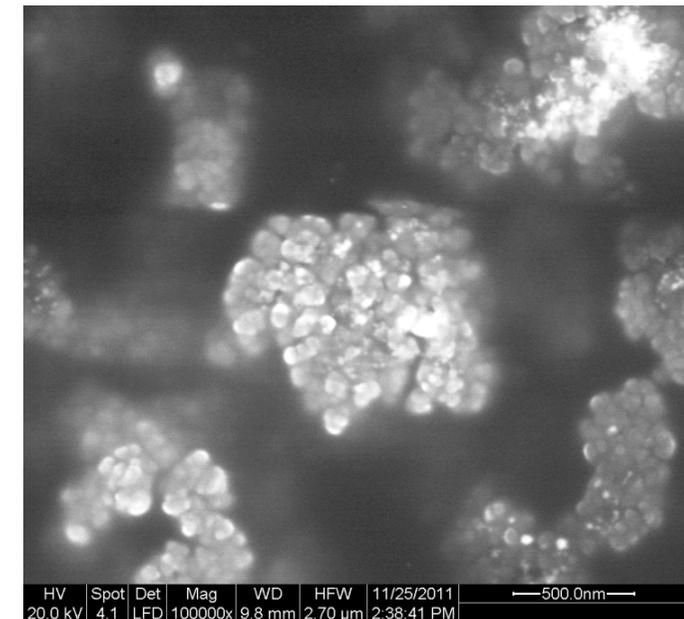
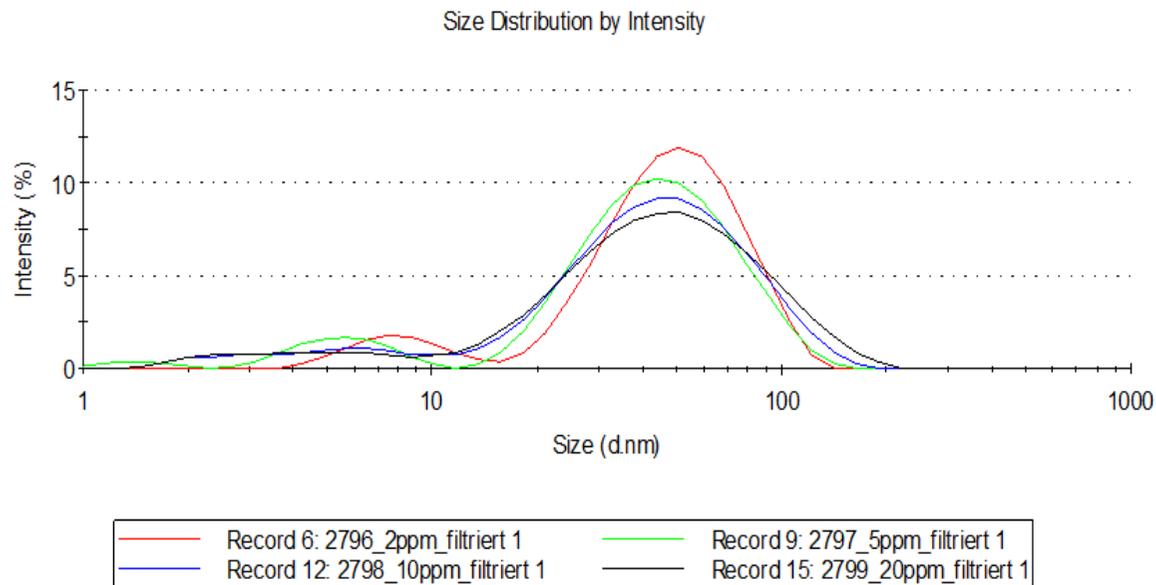


Abb. 1: AgNM-300k Stammlösungen nach Batchexperimenten (24h) **Abb. 2:** AgNM-300k luftgetrocknet (BGR)

- Durchgeführte Prüfungen:

Vibrio fischeri (ISO 11348-2)

Desmodesmus subspicatus (OECD Guideline 201)

Daphnia magna, Akuter Immobilisierungstest (OECD Guideline 202)

Danio rerio (OECD Draft Guideline)

Lemna minor (OECD Guideline 221)

Anabaena flos-aquae (OECD Guideline 201)

- Empfindlichster Testorganismus:

Anabaena flos-aquae

- Kompositpartikel zeigen stärkere Wirkung auf *Daphnia magna* als NM-300K



Mobilität von Ag⁺ und AgNM-300K in Böden

- niedrige Mobilität von Ag⁺ in Oberböden (log K_f=2,7-4,1)
- hohe Mobilität von AgNM-300K in Böden (Referenz Ag⁺)

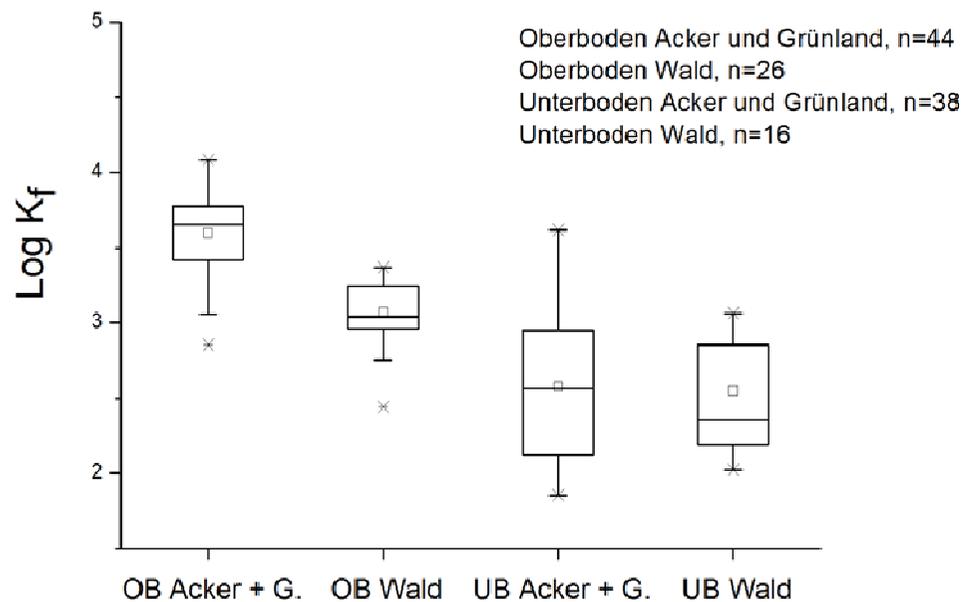


Abb. 3: Spanne der K_f-Werte (Freundlich Modell) für AgNO₃

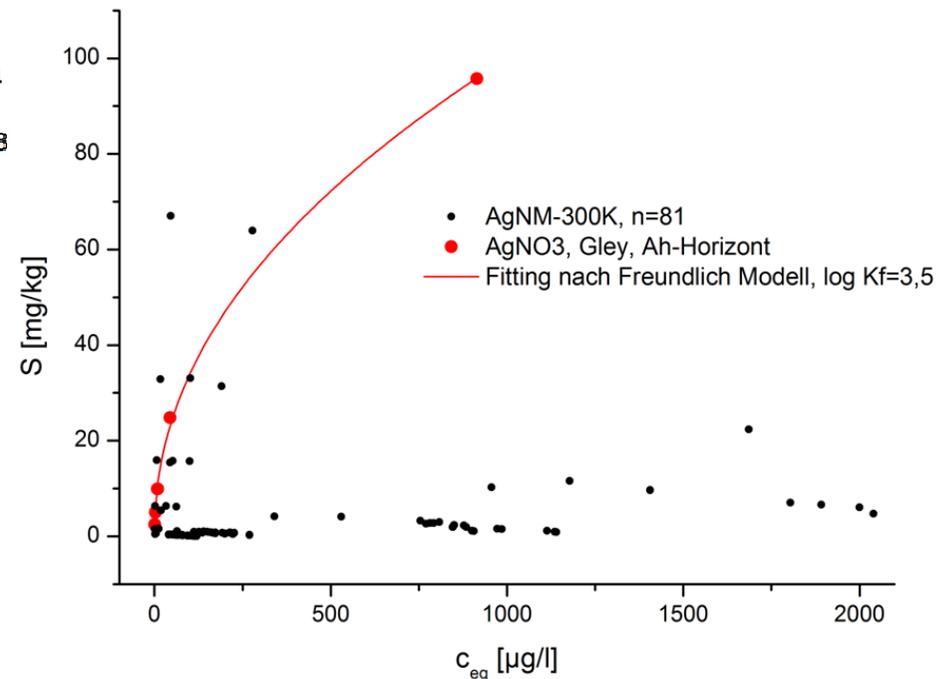


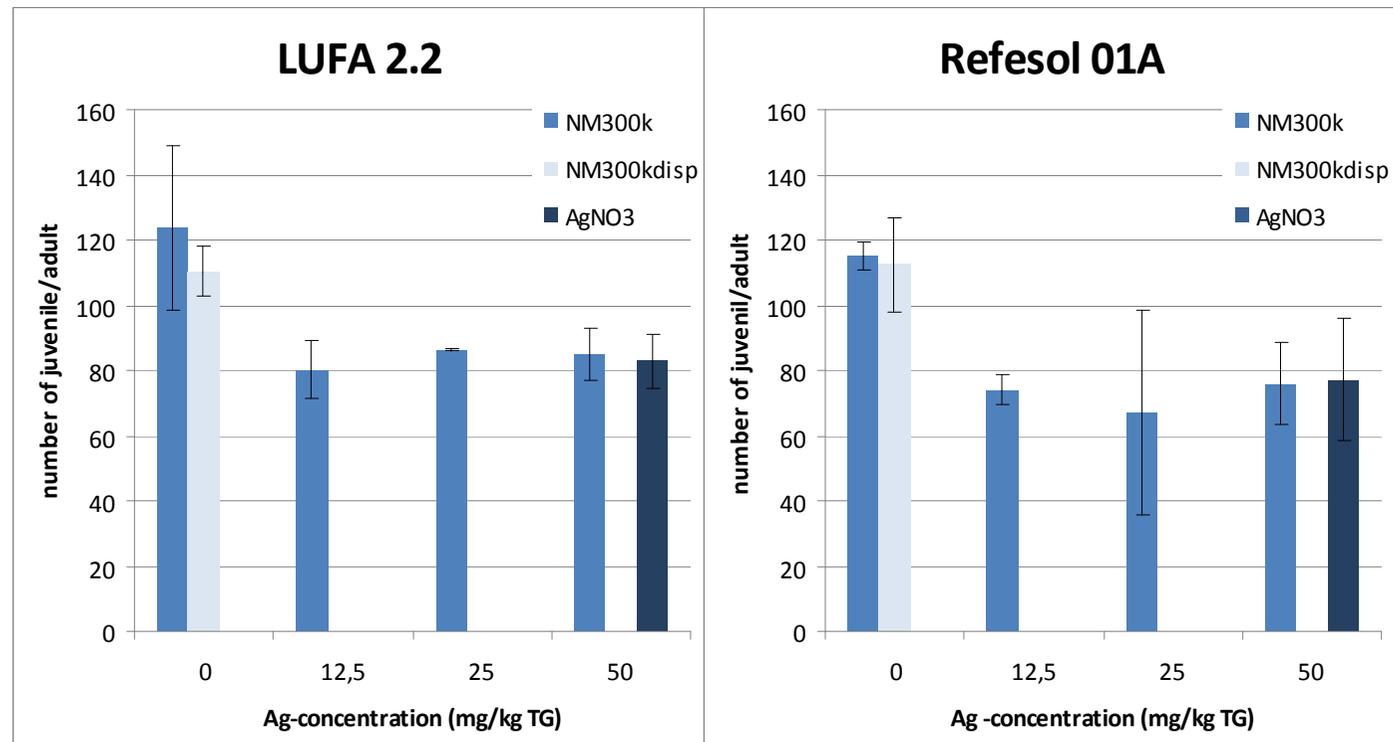
Abb. 4: Mobilität von AgNM-300k in Böden

Reproduktion von Collembolen (*Folsomia candida*)



Miniaturisiertes
Testsystem:

Modifikation für
Nanopartikel



- Schwacher Effekt, keine Konzentrationsabhängigkeit

Ziel

Wie wirken an Klärschlamm sorbierte Ag-NP langfristig auf die Aktivität der Bodenmikroflora beim Abbau von Belebtschlamm (BS)?

Durchführung

Klärschlamm: beaufschlagt (Modellkläranlage)

Messzeitpunkte: 11/32/60/100 und 180 Tage

Messsysteme: Ammoniumoxidation nach ISO 15685
C-Transformation nach OECD 216

Konzentrationen

1,6 / 3,4 mg Ag / kg TM Boden (für Ag-NP)

2,1 / 4,0 mg Ag / kg TM Boden (für AgNO₃)

Entspricht: ~ 1000/2000 mg/kg TM BS
(Real: ca. 10 – 100 mg/kg TM BS; Tendenz steigend)



Ergebnis

1. Konzentrationsabhängige Wirkungen auf die Nitrifikanten
2. Einheitliche, nicht konzentrationsabhängige Wirkung auf die Atmungsaktivität der Mikroorganismen

Schlussfolgerung

Sorbierte Ag-NP können freigesetzt werden und Wirkung entfalten

→ Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung nicht auszuschließen, aber:
Umweltkonzentration ist zu berücksichtigen



Schwierigkeiten und Lösungsansätze

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Partikelverhalten in unterschiedlichen Medien• Unzulänglichkeit von Standardtestverfahren• Generierung von Textilabrieb | <ul style="list-style-type: none">• Genaue Charakterisierung in Medien, SOP's ✓• Modifikationen (Machbarkeit, Relevanz) ✓• „Worst-case-Textil“ ● |
|---|--|

...und noch ein Problem:

- Kommunikation z.B. Datenbanken, UBA-Studie ???

Grundlegendes Verständnis

Partikeleigenschaften
Partikelverhalten
Wirkung unter verschiedenen
Bedingungen

Produktentwicklung und -marketing

Produkteigenschaften
Produktverhalten
Konkurrenz – Wettbewerb

➤ **Konfliktpotential!**

Umweltsicherheit, Regulierung

Produktstabilität
Partikelfreisetzung → Wirkung auf Gewässer,
Sediment und Böden
Produktentsorgung

Auszüge

- Sehr viel Detailarbeit in der Methodik erforderlich
- Generelle Aussagen zu AgNP nicht möglich
- Genaue Spezifikation von Testrichtlinien erforderlich
- Chronische Effekte verstärkt untersuchen
- Reproduzierbare Textilausrüstung schwierig

Vollständige Fassung siehe:



www.umsicht.uni-bremen.de

Forschung

UFT Zentrum für Umweltforschung & nachhaltige Technologien
HOHENSTEIN INSTITUTE
IWT Stiftung Institut für Werkstofftechnik Bremen
Fraunhofer IME
13 | Fachbereich Physik
MVT
Universität Bremen
Philipps Universität Marburg
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Kontakt: Prof. Dr. Juliane Filser
 Universität Bremen, UFT – Ökologie
 E-Mail: filser@uni-bremen.de

Regulierungs- und Bundesbehörden

Industrie

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Umwelt Bundes Amt Für Mensch und Umwelt
BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Bremer Umweltinstitut Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH
CHT
OMPG
European Commission Joint Research Centre
rent a scientist® ideen bewegen

Clustertreffen Frankfurt 13.-14. März 2012