

Untersuchung des Lebenszyklus von TiO_2 - und Ag^0 -Nanopartikeln

NanoTRACK

Dr. K. Franke



2. Clustertreffen der BMBF-Fördermaßnahmen NanoCare und NanoNature
13.-14. März 2012
DECHEMA-Haus, Frankfurt/Main



Lebenszyklus von TiO₂- und Ag⁰-Nanopartikeln

Herstellung von Nanokompositlacken



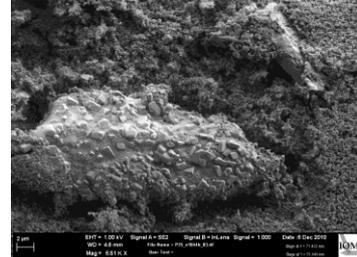
Cetelon Nanotechnik

Alterung
Verwitterung/Abrieb



Cetelon Nanotechnik IOM

Partikelfreisetzung



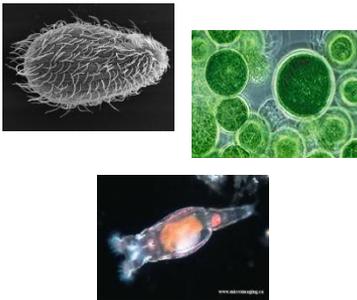
IOM

Radiomarkierung von Nanopartikeln



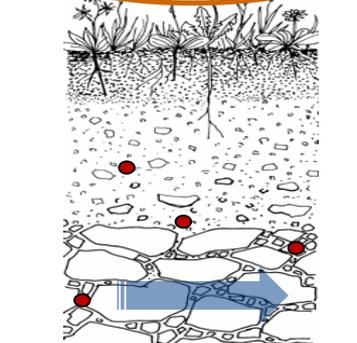
HZDR

Wirkungen auf aquatische Organismen



eawag aquatic research

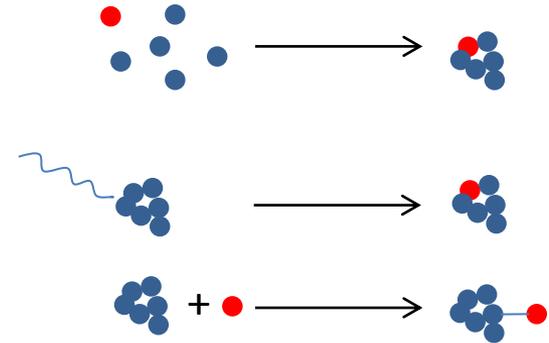
Transport der Partikel in der Umwelt



HZDR

Radiomarkierung von TiO_2 - und Ag^0 -Nanopartikeln

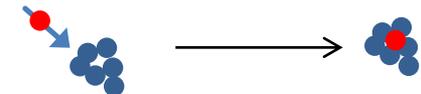
1. *Synthese von NP unter Einsatz von radioaktivem Ausgangsmaterial*
2. *Aktivierung von NP mittels Kernreaktion*
3. *Radiochemische Markierung von NP*
4. **Implantation von Radionukliden in NP**



→ Diffusiver Eintrag

TiO_2 – NP: ^{44}Ti , ^{45}Ti

Ag^0 – NP: ^{105}Ag , $^{110\text{m}}\text{Ag}$



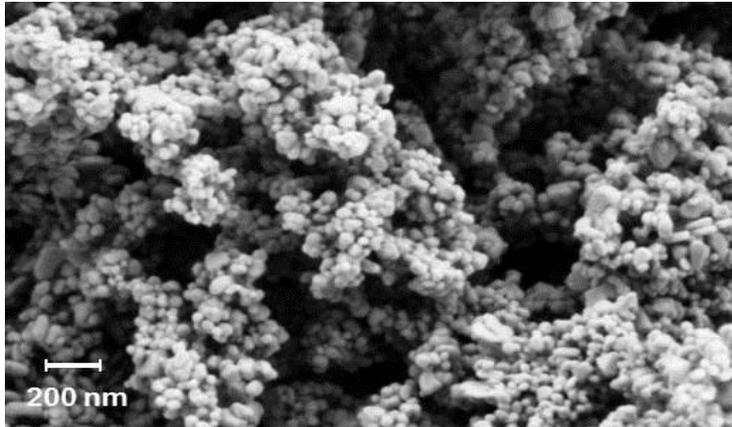
→ Rückstoßinduzierter Eintrag (EC-JRC-ISPRA / QNANO)

TiO_2 – NP, Ag^0 – NP: ^7Be

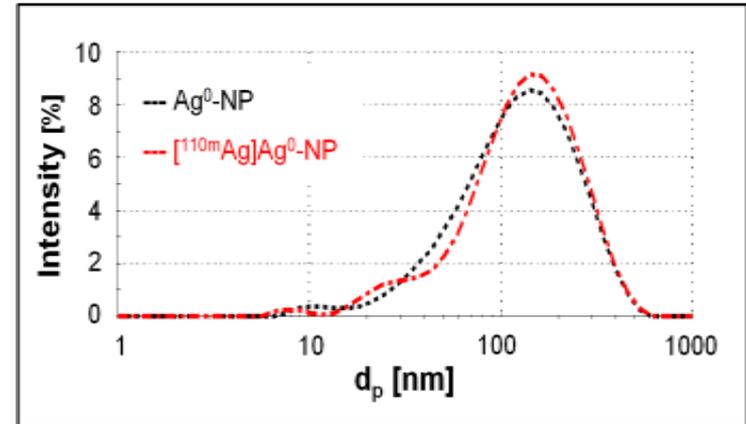


Zyklotron in der
Forschungsstelle Leipzig des
HZDR

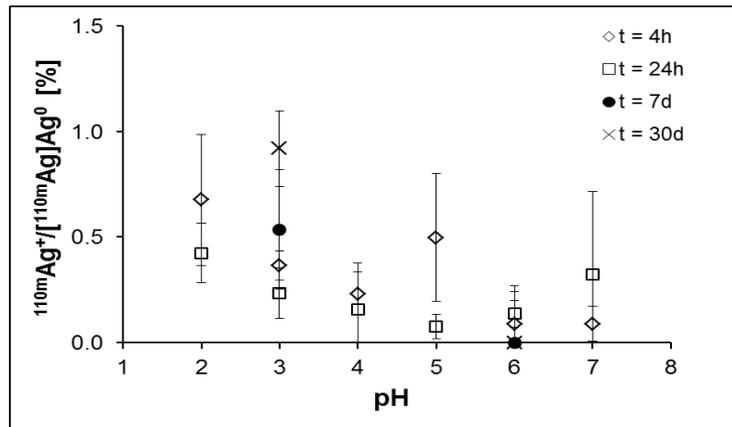
Radiomarkierung von Ag⁰-Nanopartikeln



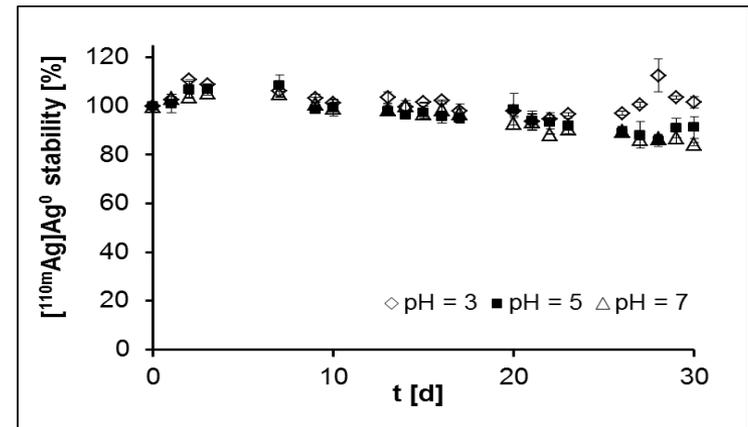
REM – Aufnahme von $[^{110m}\text{Ag}]\text{Ag}^0$ Nanopulver ($T = 50^\circ\text{C}$, $t = 3 \text{ h}$)



Partikelgrößenverteilung (DLS-Messung) original $\text{Ag}^0\text{-NP}$ vs $[^{110m}\text{Ag}]\text{Ag}^0\text{-NP}$ (CMC-stabilisiert, dispergiert in Wasser)

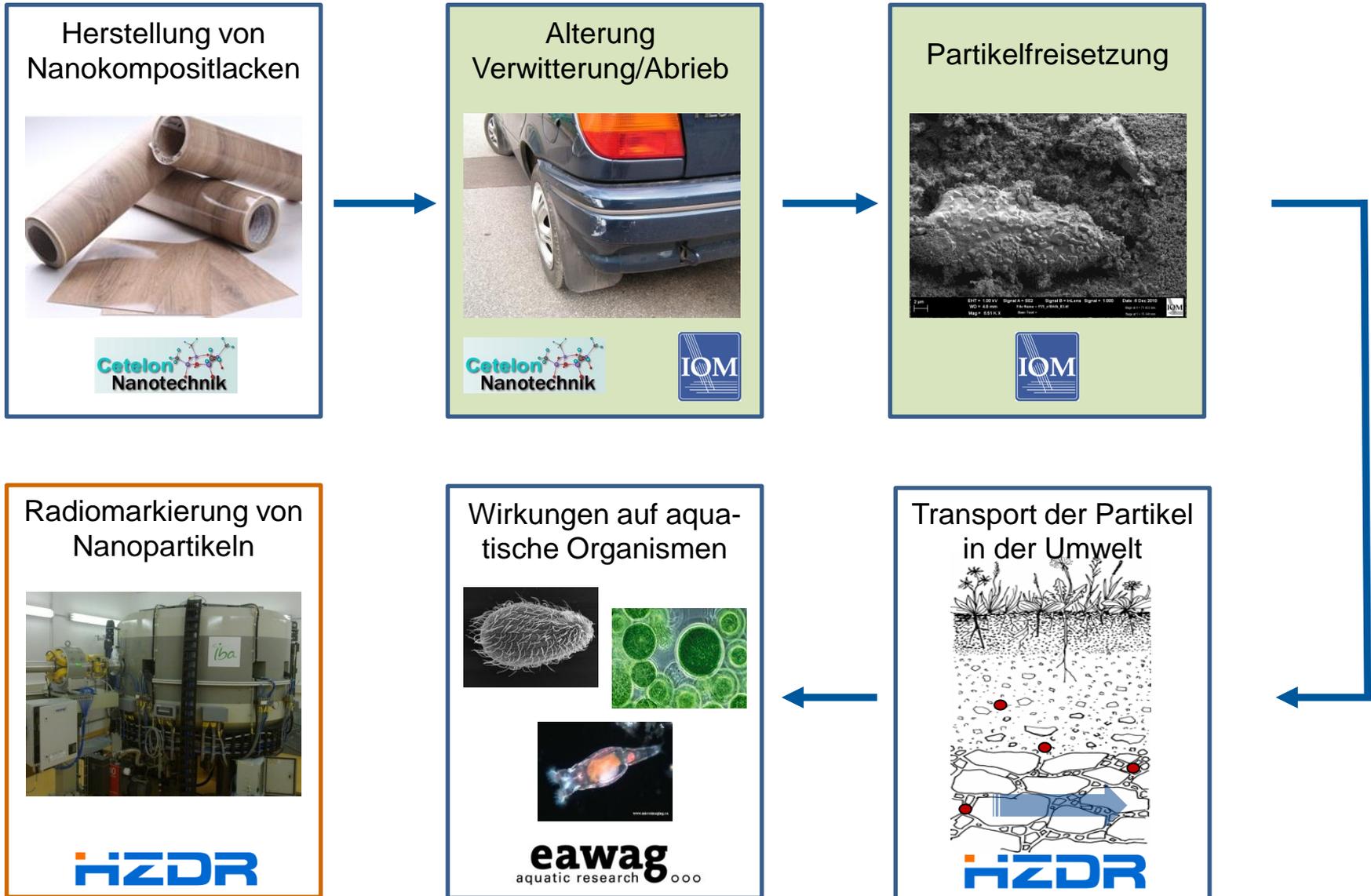


Einfluss des pH-Wert auf $^{110m}\text{Ag}^+$ Freisetzung aus $[^{110m}\text{Ag}]\text{Ag}^0\text{-NPs}$



Zeitabhängigkeit der auf $^{110m}\text{Ag}^+$ Freisetzung aus $[^{110m}\text{Ag}]\text{Ag}^0\text{-NPs}$

Lebenszyklus von TiO_2 - und Ag^0 -Nanopartikeln



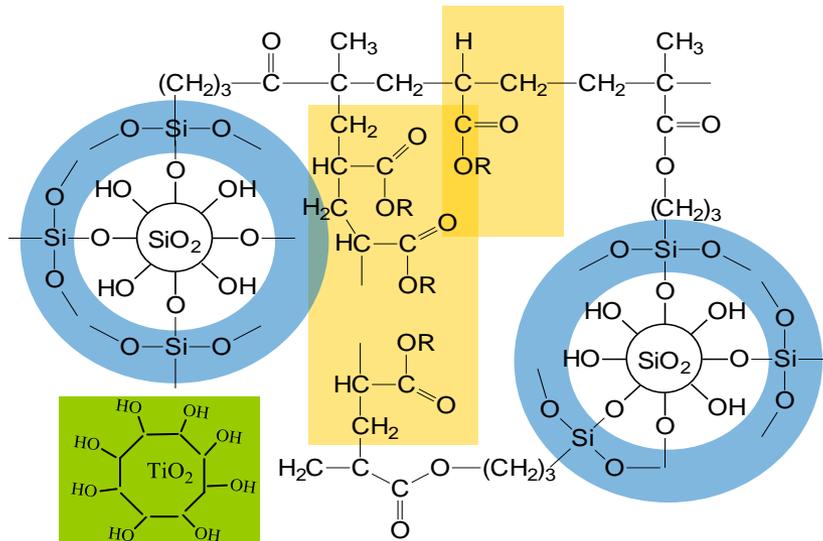
Nanokompositlacke / Verwitterung, Alterung und Verschleiß

Organische Lacke mit nanoskaligen Füllstoffen:

- Acrylat-Silica-Nanokomposit mit 17,5% SiO₂ und 2,5% TiO₂ Anatas
- Acrylat-TiO₂-Nanokomposit mit 1% - 5% Anatas
- Acrylat-Ag⁰-Nanokomposit mit 0,5% Ag⁰-NP

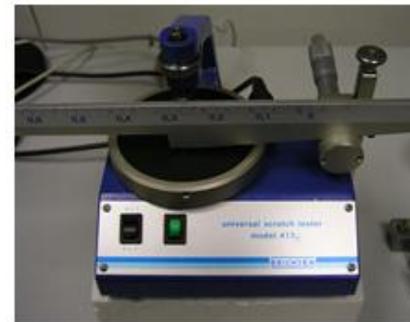
TiO₂-NP: AEROXIDE® TiO₂ P25
(Evonik Degussa, dp = 21 nm)

Ag⁰-NP: AgPure-W50
(ras materials GmbH, dp = 15 nm)



Xenon Test (UV-Strahlung)

Taber Abraser Test



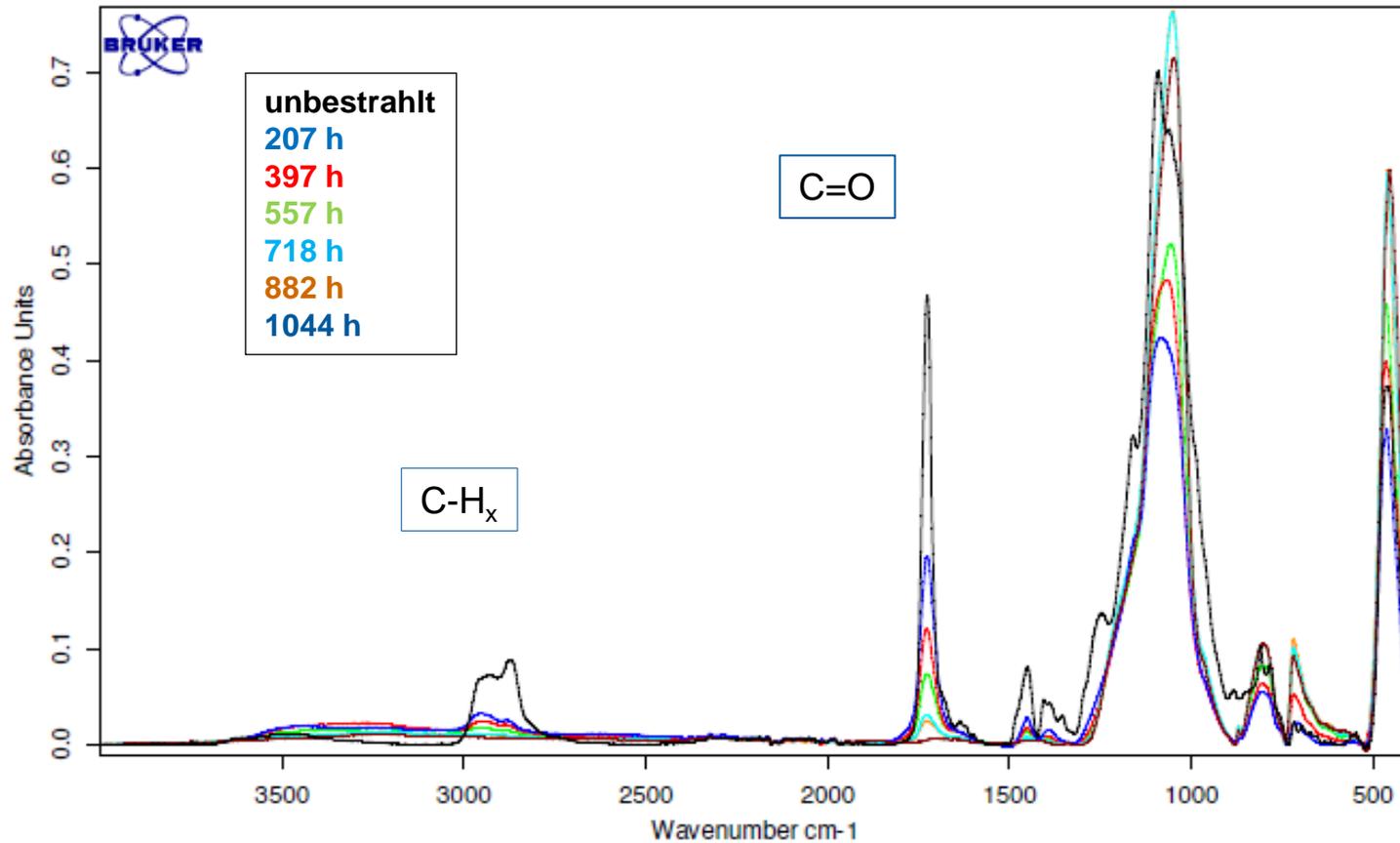
Kratzfestigkeit

Adhäsionstest



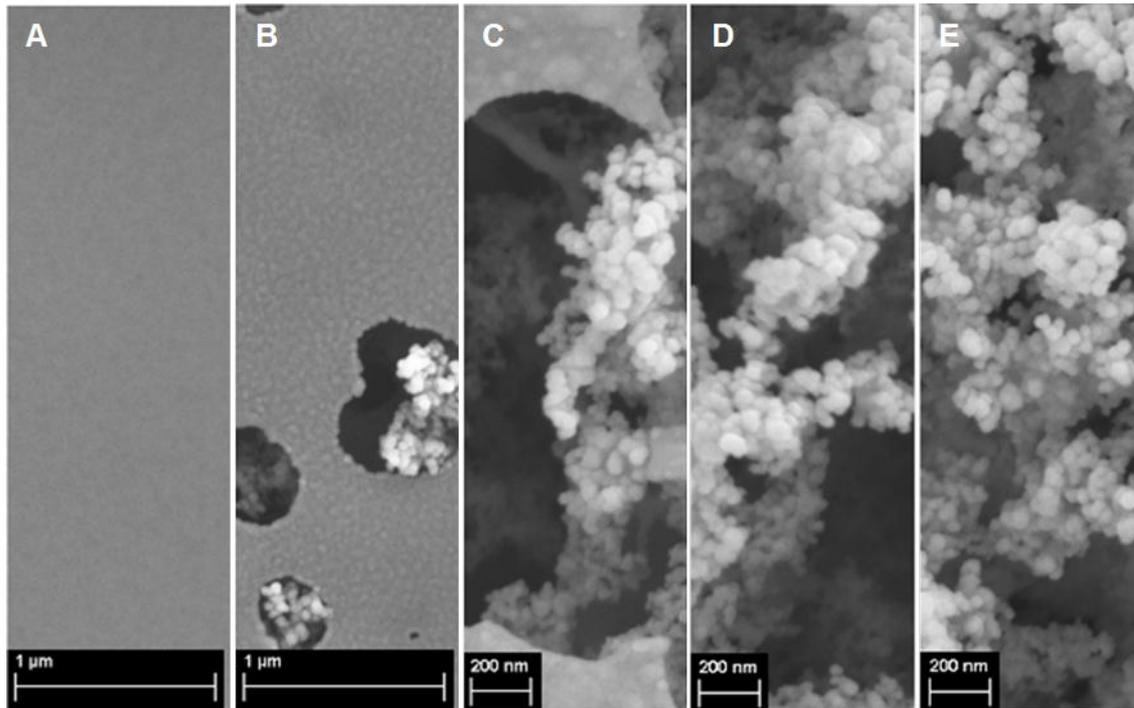
Abbau von TiO₂-Nanokompositen durch UVA-Bestrahlung

ATR-FTIR



Abbau von TiO₂-Nanokompositen durch UVA-Bestrahlung

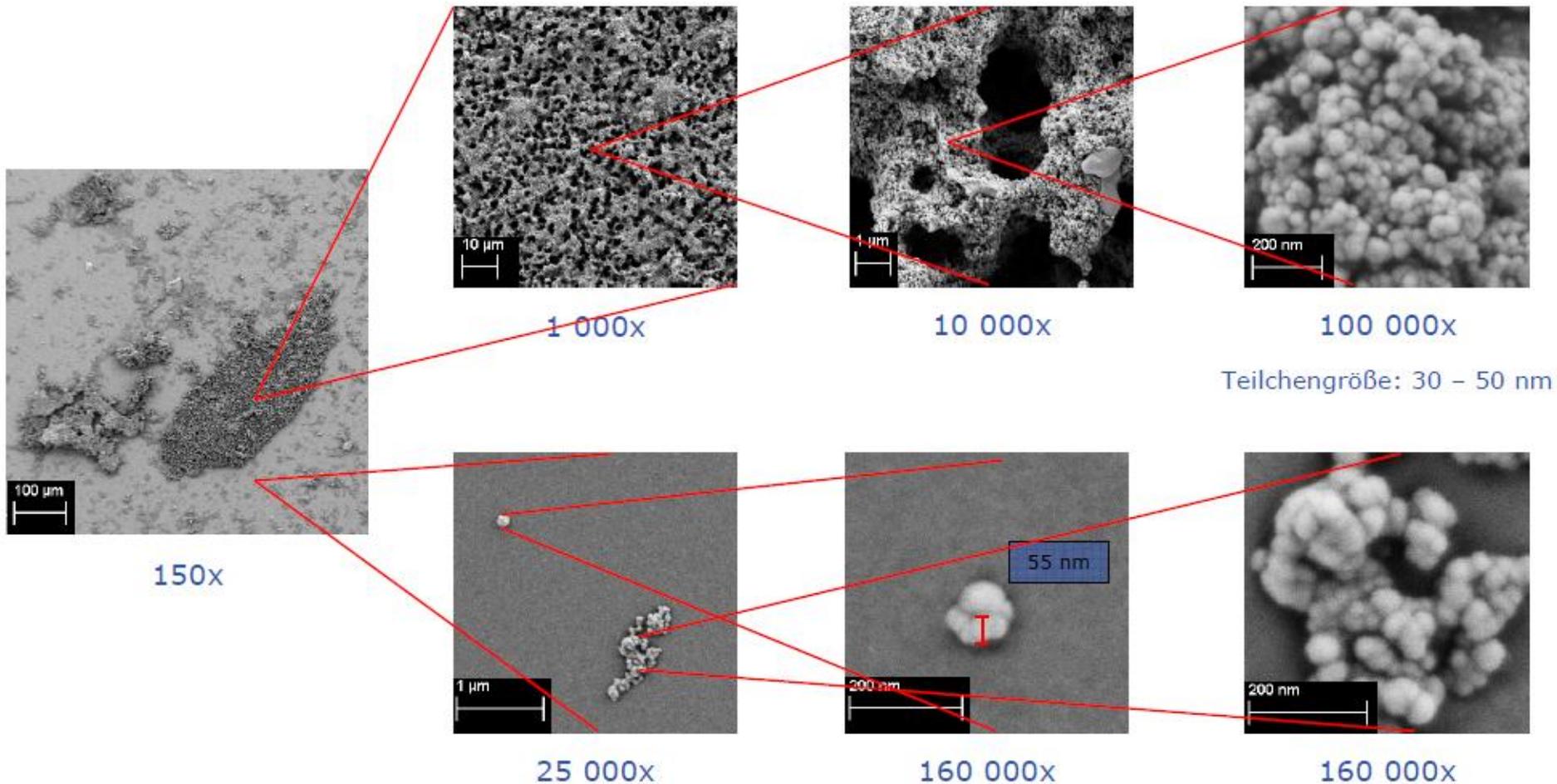
REM – Aufsicht auf die Schicht



A) original, B) t = 2d (48h); 50.000fache Vergrößerung

C) t = 4d (96h), D) t = 8d (192h), E) t = 16d (384h); 75.000fache Vergrößerung

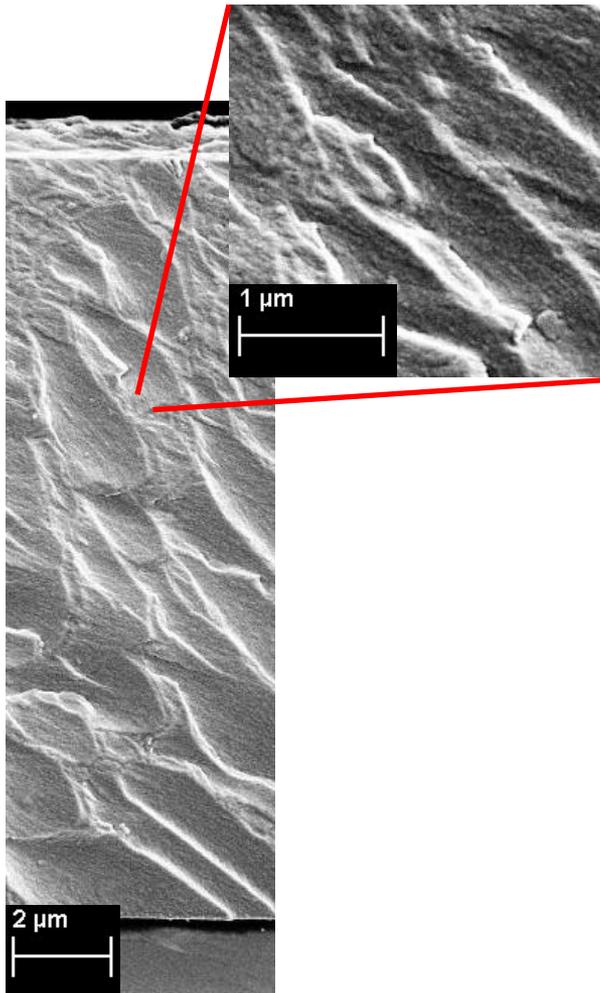
Abbau von TiO₂-Nanokompositen nach 500 h UVA-Bestrahlung



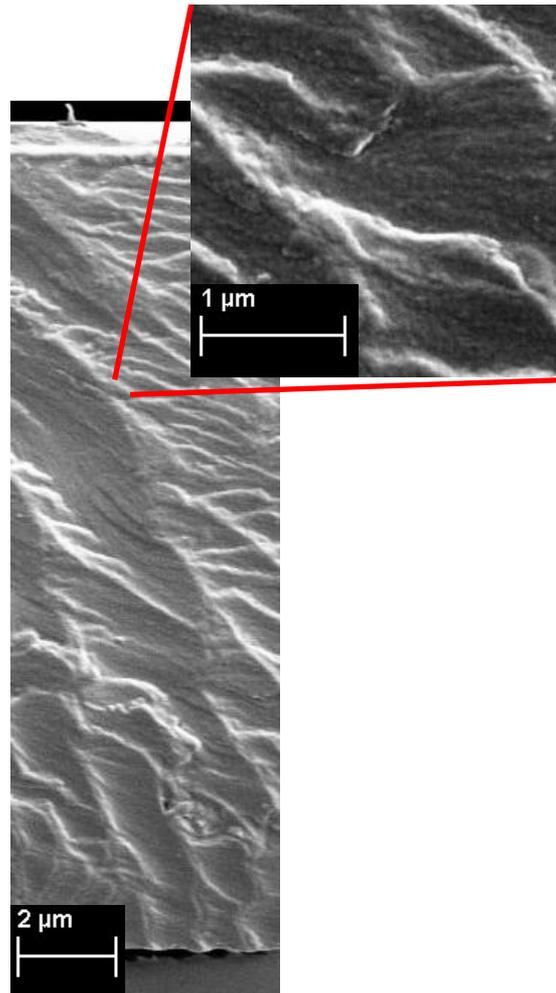
Agglomerate von TiO₂-Partikeln, die aus Acrylat-TiO₂-Nanokompositen freigesetzt wurden
Teilchengröße : 30 nm – 50 nm - Reagglomerationsprozesse

Abbau von Ag⁰-Nanokompositen durch UVA-Bestrahlung

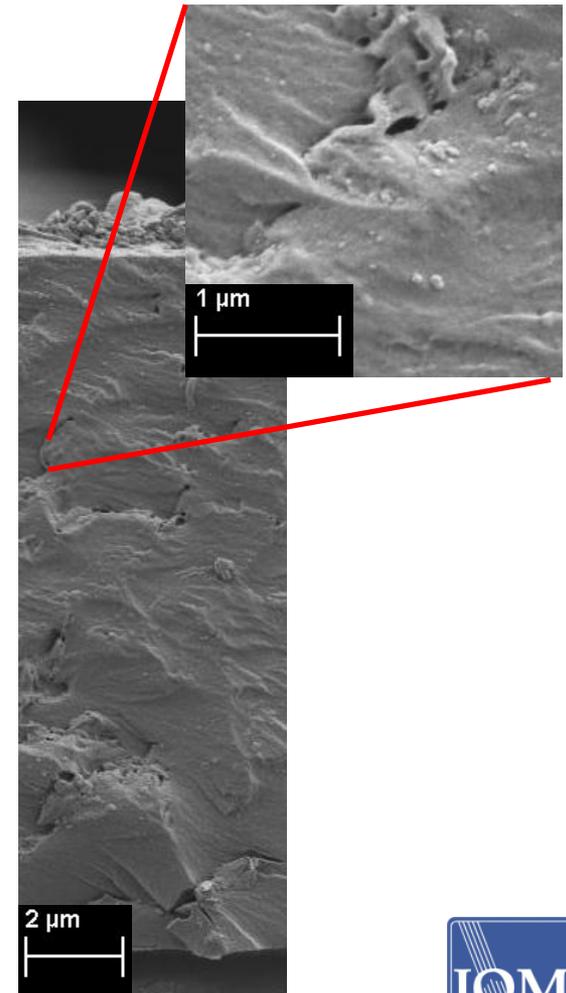
REM (Kantenschnitt)



original



nach 336 h



nach 672 h

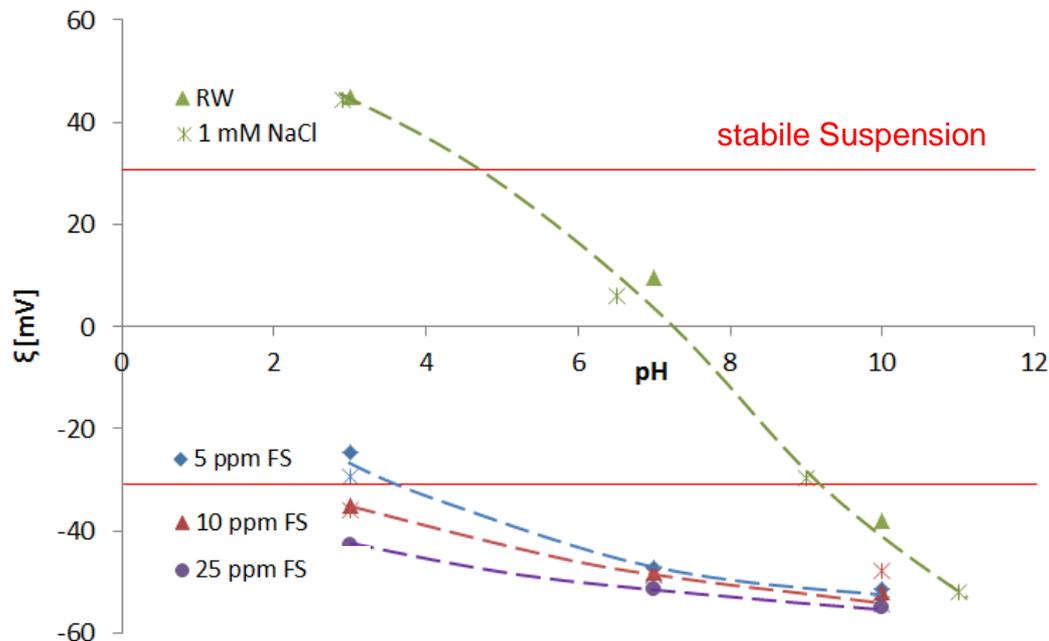


Transport von TiO_2 - und Ag^0 -Nanopartikeln in der Umwelt

Untersuchung der **Wechselwirkungen** von TiO_2 - und Ag^0 -NP mit Geomatrices und NOM

→ Batchversuche

Stabilisierung von TiO_2 - NP durch natürliche Kolloide



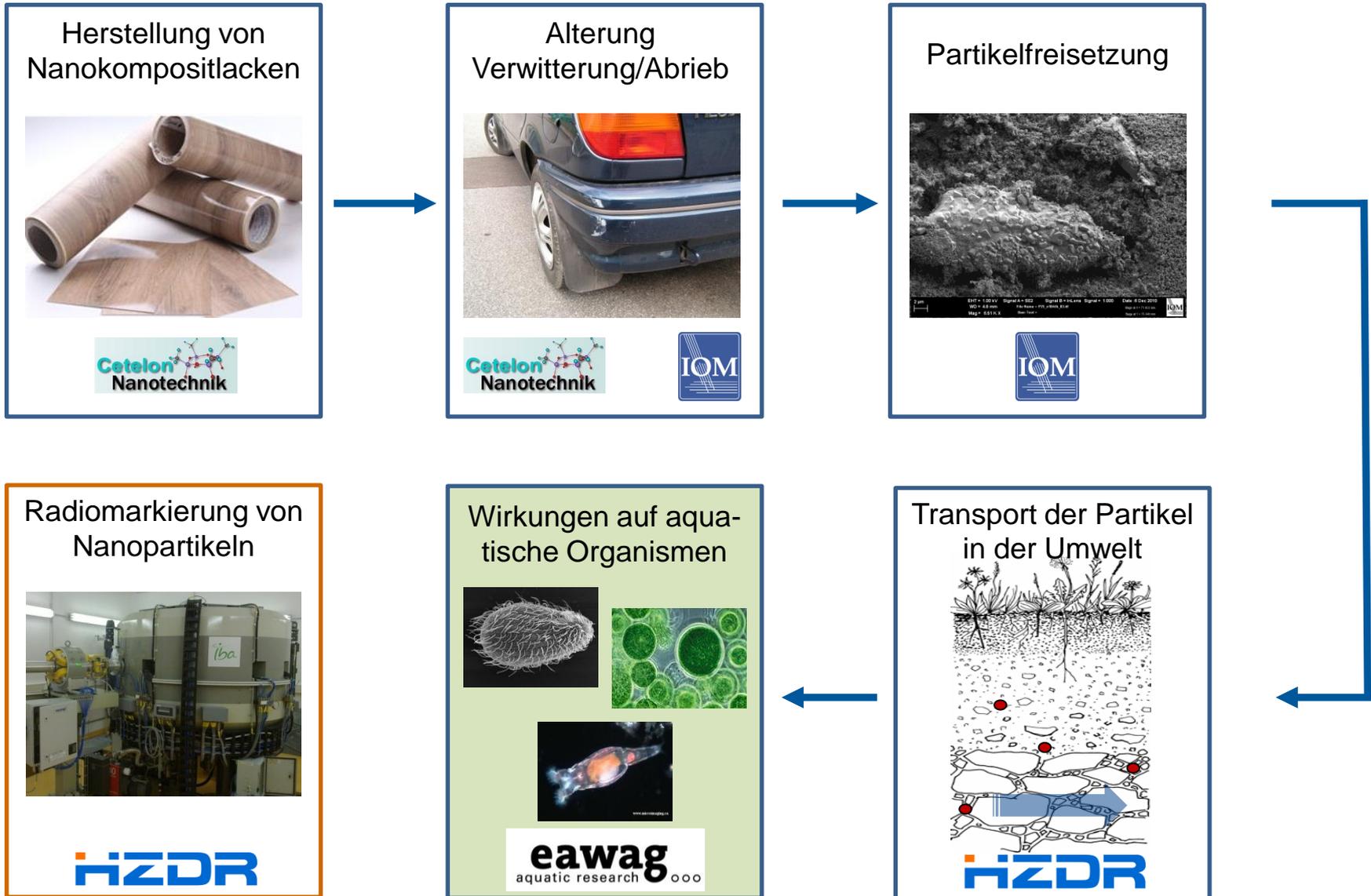
Zetapotenzial in Abhängigkeit vom pH-Wert und der Fulvinsäurekonzentration

→ Säulenversuche

Transportuntersuchungen

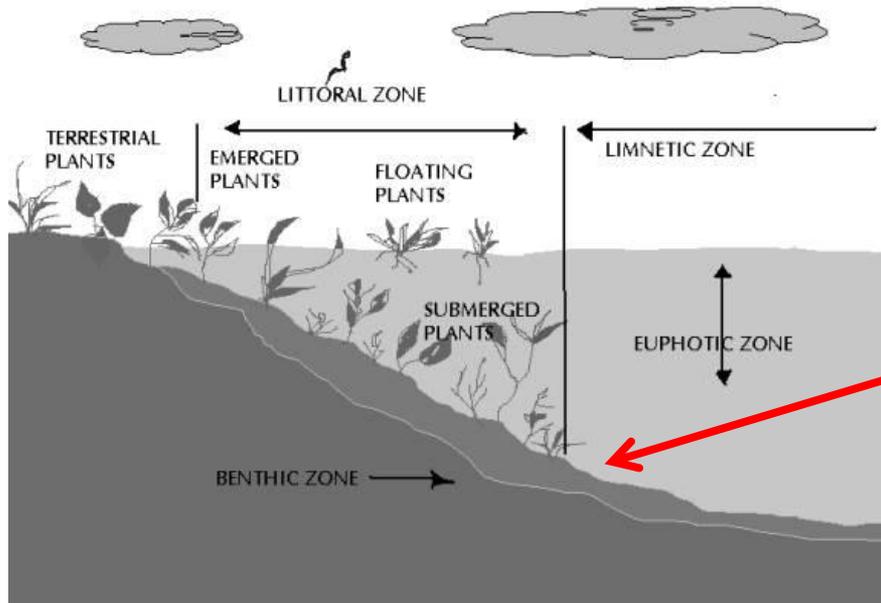


Lebenszyklus von TiO₂- und Ag⁰-Nanopartikeln



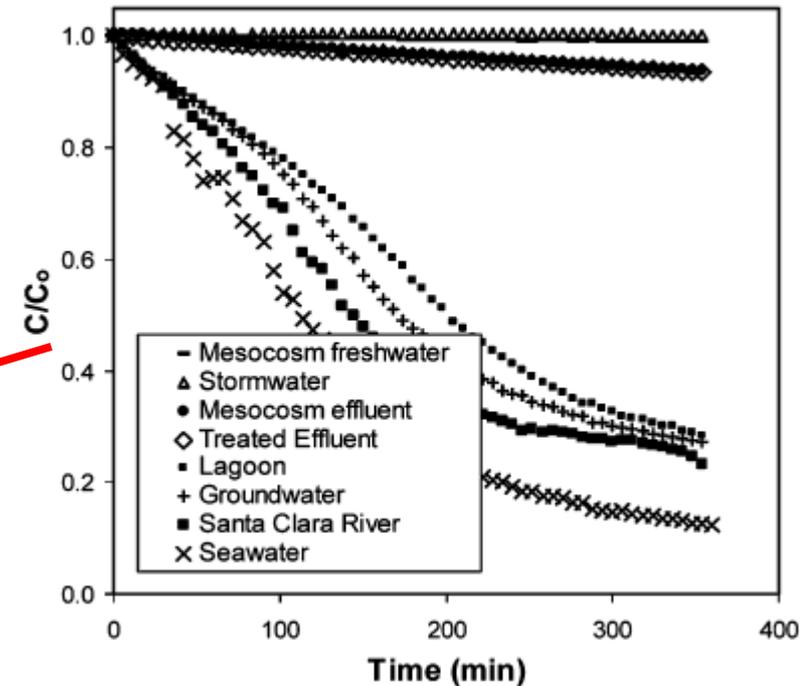
Wirkung von Nanopartikeln auf aquatische Organismen

Benthische Biozönosen – Invertebrata



<http://www.ces.iisc.ernet.in>

Sedimentation von TiO_2 - NP



- Pelagische Lebewesen im Fokus vieler Arbeiten
- **Benthische Lebewesen besonders exponiert**^{1,2}
- wichtige Nahrungskette: **Bakterie** → **Nematode**

- 1) Ferry *et al* Nature Nanotechnology 4(2009)441
- 2) Keller *et al* ES&T 44(2010)1962

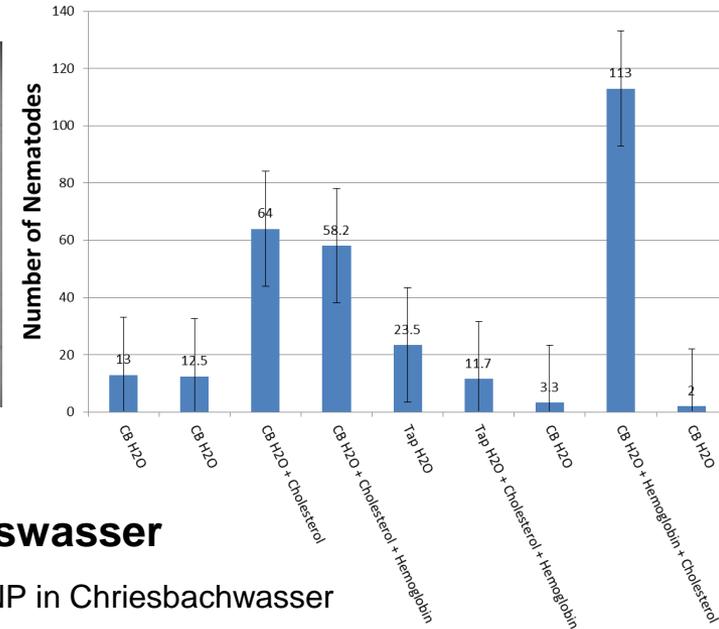
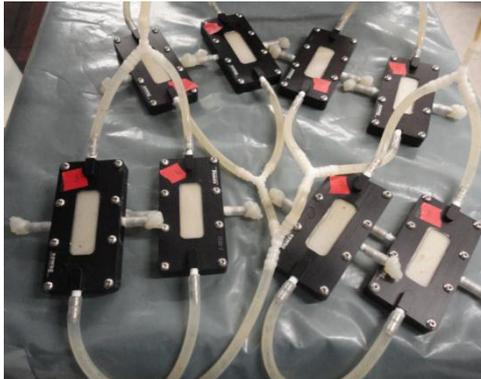
Laufende Arbeiten:

- Charakterisierung der TiO_2 -NP im Chriesbach Flusswasser
- Kultivierung Nematoden
- Kultivierung bakterieller Biofilme
- Toxikologische Endpunkte

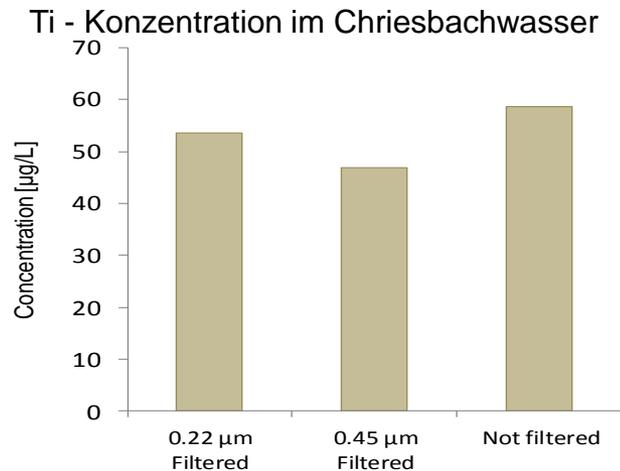
eawag
aquatic research

Wirkung von Nanopartikeln auf aquatische Organismen

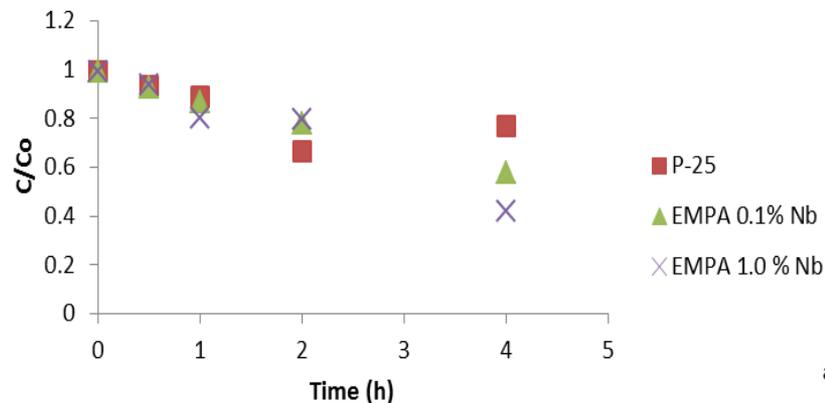
Kultivierung bakterieller Biofilme / Kultivierung Nematoden



Charakterisierung der TiO₂-NP im Chriesbach - Flusswasser



Sedimentation von TiO₂-NP in Chriesbachwasser



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Prof. R. Mehnert
Dr. E. Mai



Dipl.-Chem. A. Freyer
Dipl.-Chem. E. Bilz



Dr. K. Franke
Dr. H. Hildebrand



Prof. K. Schirmer
Prof. L. Sigg
Dr. C. Isaacson
Dr. A. Amman

2. Clustertreffen der BMBF-Fördermaßnahmen NanoCare und NanoNature
13.-14. März 2012
DECHEMA-Haus, Frankfurt/Main

