



2. Clustertreffen NanoCare - NanoNature DECHEMA-Haus, Frankfurt am Main 13.-14.03.2012

Entwicklung und Bewertung neuer photokatalytisch aktiver Verbundmaterialien zur Eliminierung von Arzneimittelreststoffen im Projekt NanoPharm

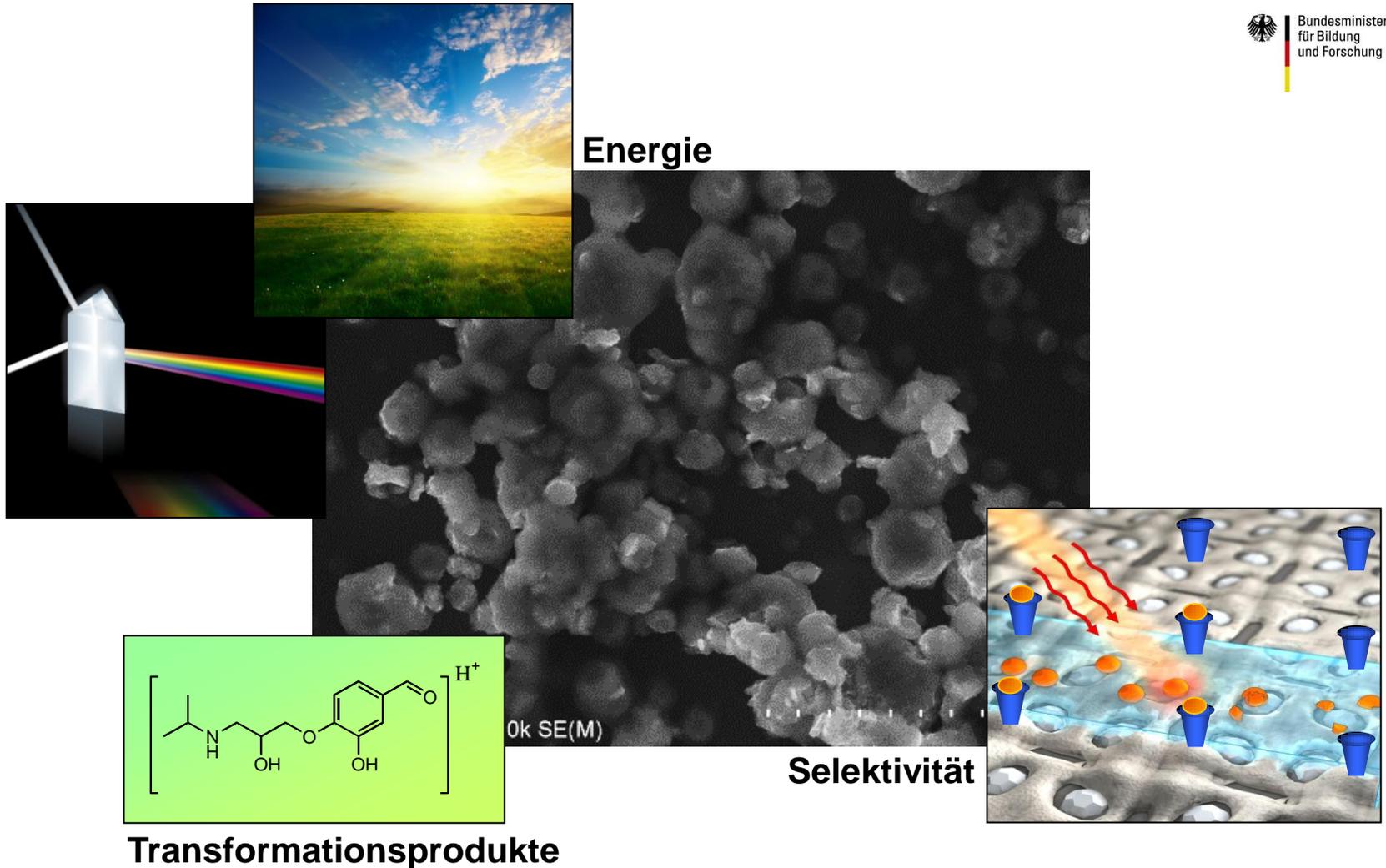


hzdr

 **HELMHOLTZ**
ZENTRUM DRESDEN
ROSSENDORF

Projektziel: Photokatalysatoren mit erhöhter Effizienz

GEFÖRDERT VOM



Energie

Selektivität

Transformationsprodukte

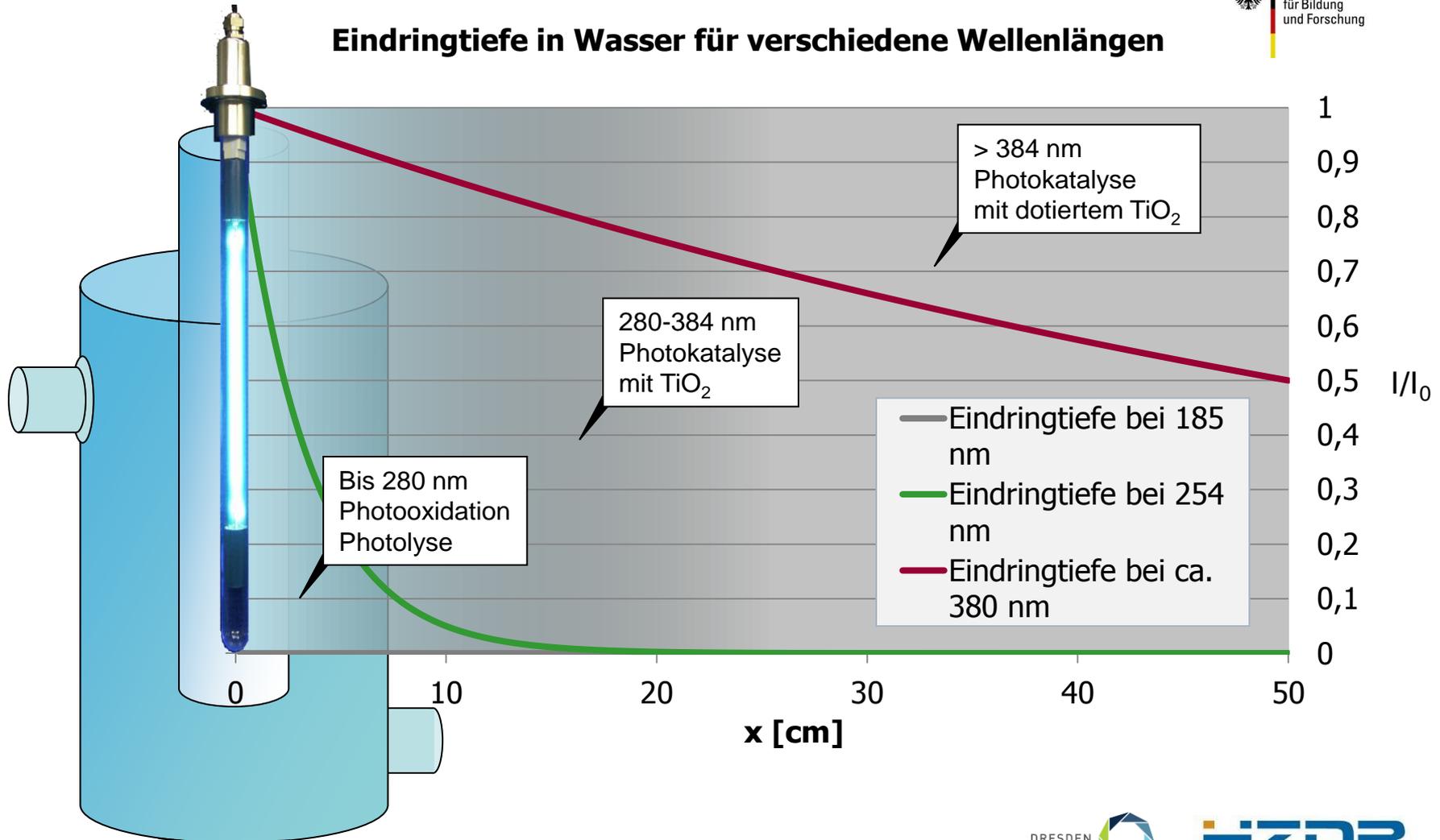
0k SE(M)

CC(C)NCC(O)COc1ccc(O)c(C=O)c1.[H+]

Hintergrund: Effiziente Nutzung des Strahlungsspektrums

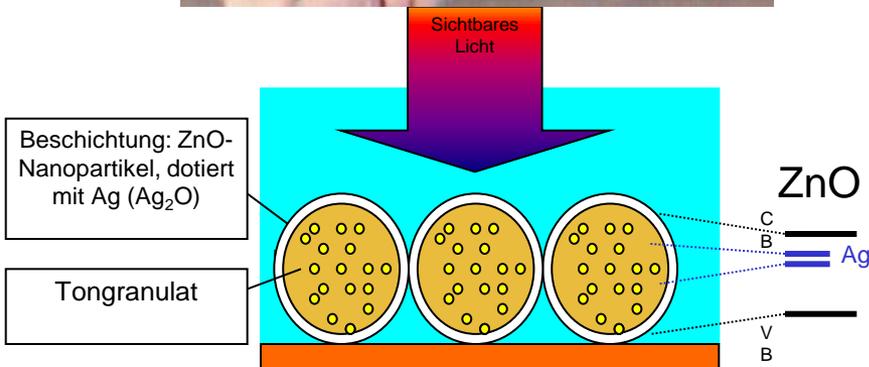
GEFÖRdert VOM

Eindringtiefe in Wasser für verschiedene Wellenlängen

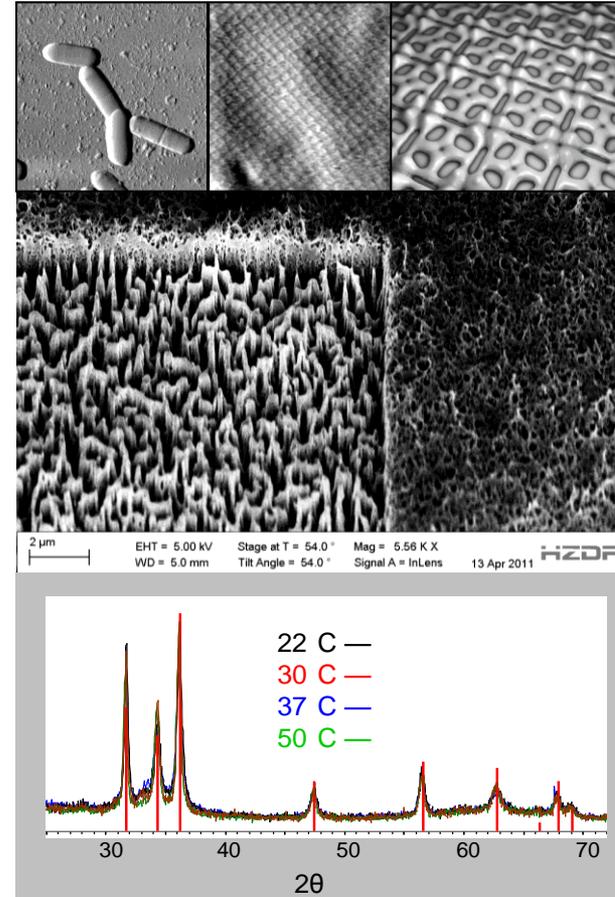


Strategie: Nasschemische und biotechnologische Herstellung von dotierten und undotierten Photokatalysatoren

z.B. Nano-
ZnO/Ag(0,5)/Tongranulat

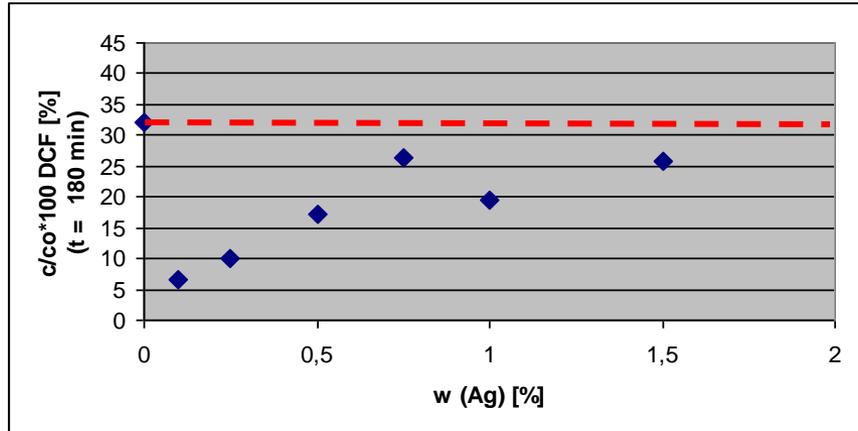


z.B. ZnO-Synthese auf gitter-
bildenden Proteinen (S-Layer)



Effizienzsteigerung durch Dotierung

Restkonzentrationen an Diclofenac nach Blaulicht-Bestrahlung (360-480 nm, 3h) an nano-ZnO-Katalysatoren (Evonik) mit Silberdotierungen: **Steigerung der Eliminationsrate um bis zu 52%**



Restkonzentrationen von Ag-dotierten Zinkoxid-Katalysatoren mit Ag-Anteil (0 - 1,5%) in Suspension und bei Blaulicht-Bestrahlung.

Schütteltest 2 im Blaulicht mit Carbamazepin:

- nano-ZnO/Tongranulat: $E_r = 1,8 \text{ mg/L h g Granulat}$
- nano-ZnO/Ag(0,5)/Tongranulat: $E_r = 2,1 \text{ mg/L h g Granulat}$

Steigerung der Eliminationsrate um bis zu 16,7%.

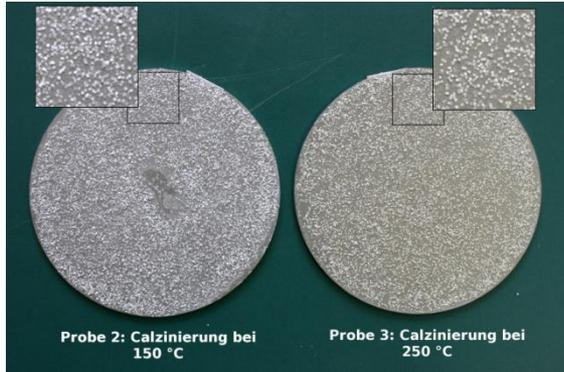
Säulenversuch im Sonnenlicht mit Diclofenac

Die prozentuale Elimination von Diclofenac betrug im Säulenreaktor mit Sonnenlicht (nach 1 h Bestrahlzeit) bei:

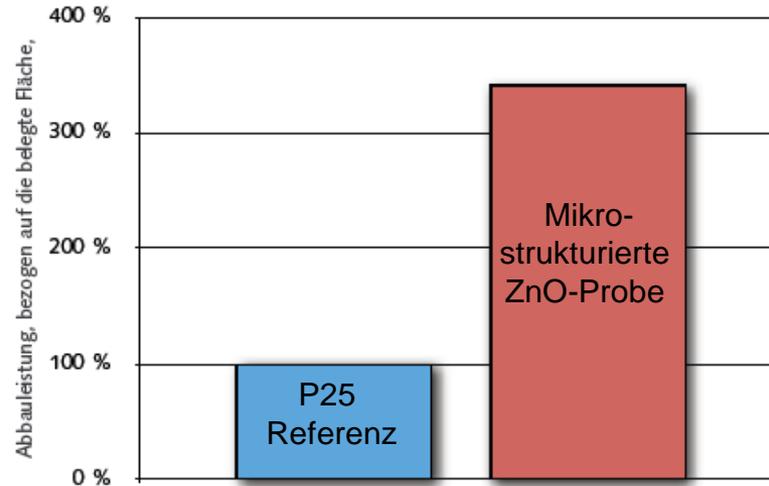
- nano-ZnO/Tongranulat: 76%
- nano-ZnO/Ag(0,5)/Tongranulat: 85%

Steigerung der Eliminationsrate um bis zu 12%.

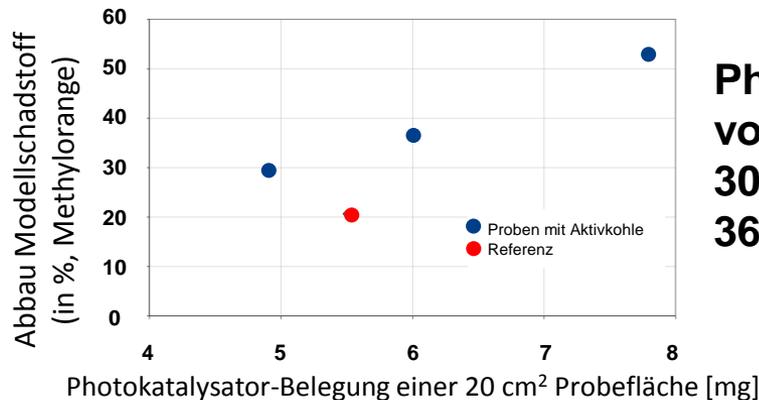
Effizienzsteigerung durch Strukturierung oder verbesserte Sorption



Mikrostrukturierte Versuchsproben (Durchmesser: 5 cm). Photokatalysator: ZnO auf S-Layer. Belegung der Oberfläche: ca. 30 %.

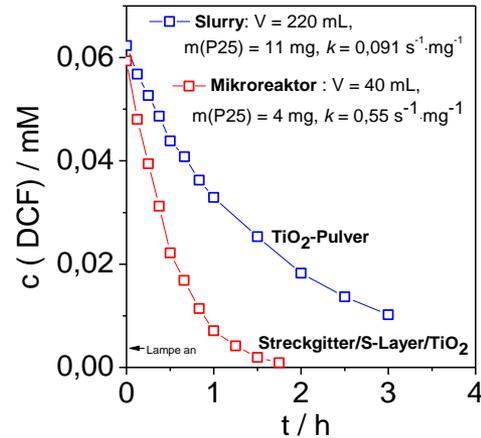


Photokatalytischer Abbau von Methylenblau (Abbau normiert auf katalysatorbelegte Oberfläche).

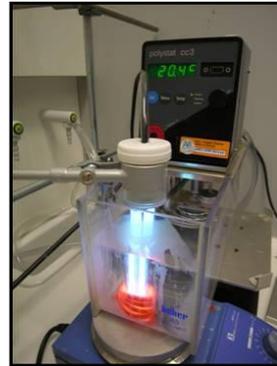


Photokatalytischer Abbau von Methylorange nach 30 min Bestrahlung bei 366 nm.

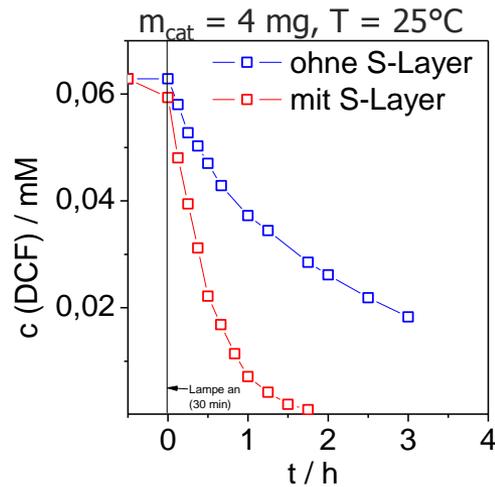
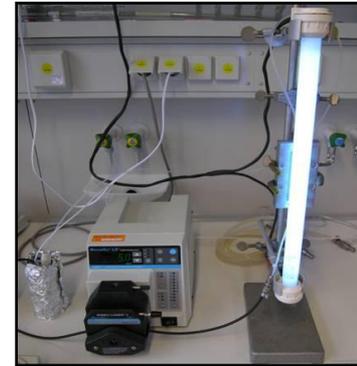
Effizienzsteigerung durch Immobilisierung von TiO_2 (P25) auf S-Layer beschichteten Trägern



Slurry

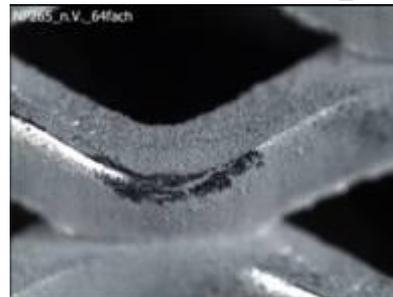


Mikrostruktur



Nach Versuch

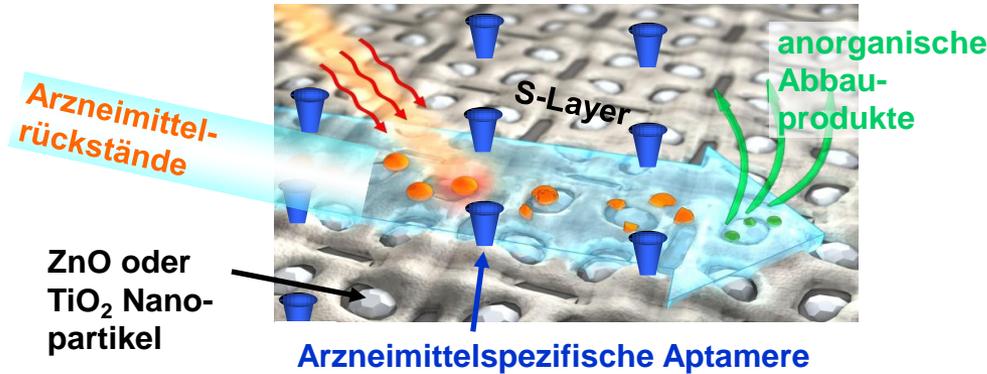
Streckgitter/ TiO_2



Streckgitter/S-Layer/ TiO_2



Effizienzsteigerung durch Erhöhung der Selektivität der Photokatalysatoren durch Kombination mit hoch spezifischen Bindemolekülen (Aptamere)

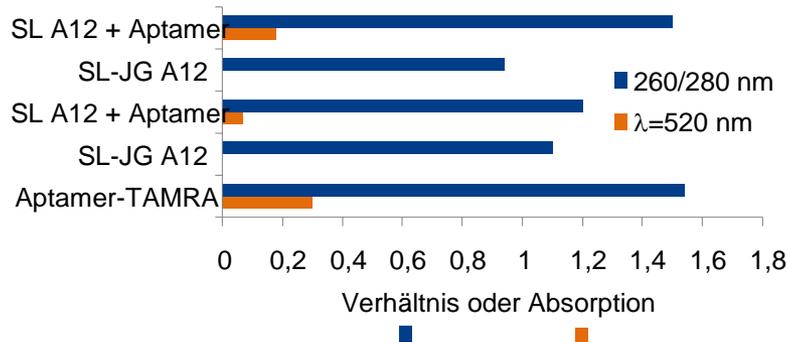


Status:

- Aptamerpools für relevante Arzneimittelstoffe wurden per Capture-SELEX selektiert
- Aptamerkopplung an S-Layer

Ausblick:

- Vereinzeln der Aptamerpools
- Charakterisierung der Aptamere
- Immobilisierung der Aptamere an Nanopartikel-Kompositen
- Testen des Bindevhaltens an photokatalytisch aktive Schichten



Offene Frage:

- Trennen Bindung/Eliminierung im Hinblick auf Regenerierbarkeit nötig?

Festlegung prioritärer Substanzen und Bewertung gebildeter Transformationsprodukte bei ihrem Abbau mittels der NanoPharm-Materialien

Substanzen:

Analgetika: **Diclofenac**

Antiepileptikum: **Carbamazepin**

β- Blocker: **Atenolol, Metoprolol und Propranolol**

Kontrastmittel: **Amidotrizoesäure, Iopamidol**

Antidiabetika: **Metformin**

Antibiotika: **Ciprofloxacin, Sulfamethoxazol**

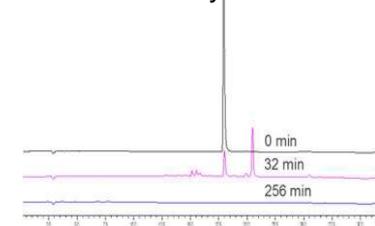
Ergebnisse:

- Alle Stoffe im Photabbau untersucht, photokatalytischer Abbau Beispiel rechts: Propranolol; (TiO₂) in Arbeit (→Bewertungsgrundlage erarbeitet) Untersuchungen mit NanoPharm-Materialien geplant;

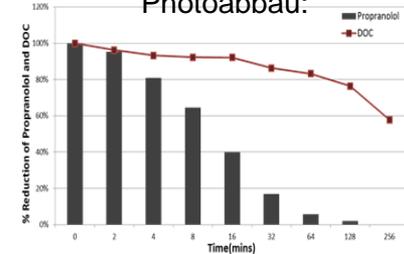
Schlussfolgerung:

- Die ausgewählten Substanzen sind (unvollständig) photoabbaubar aber nicht vollständig mineralisierbar.
- Die gebildeten Transformationsprodukte sind nicht bioabbaubar.

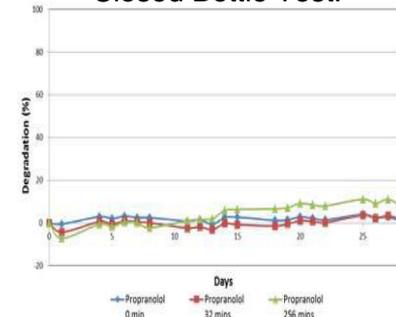
UV-Chromatogramm nach der Photolyse:



Mineralisierung nach dem Photoabbau:



Closed Bottle Test:



Anlagenkonzept

Erfassung Anwender, Anlagenanforderungen und Anwendungspotential:

- Entwicklung eines systematischen Bewertungssystems
- Höchstes Anwendungspotential in den Bereichen
Pharma/Kosmetik, Abwasserentsorgung, Wasserversorgung und Nahrungsmittel/Futtermittel
- Anwendungspotential maßgeblich für Bereitstellung real belasteter Wässer
- Es beeinflusst die wirtschaftliche und wissenschaftliche Umsetzung und Verwertung

GEFÖRDEBT VOM

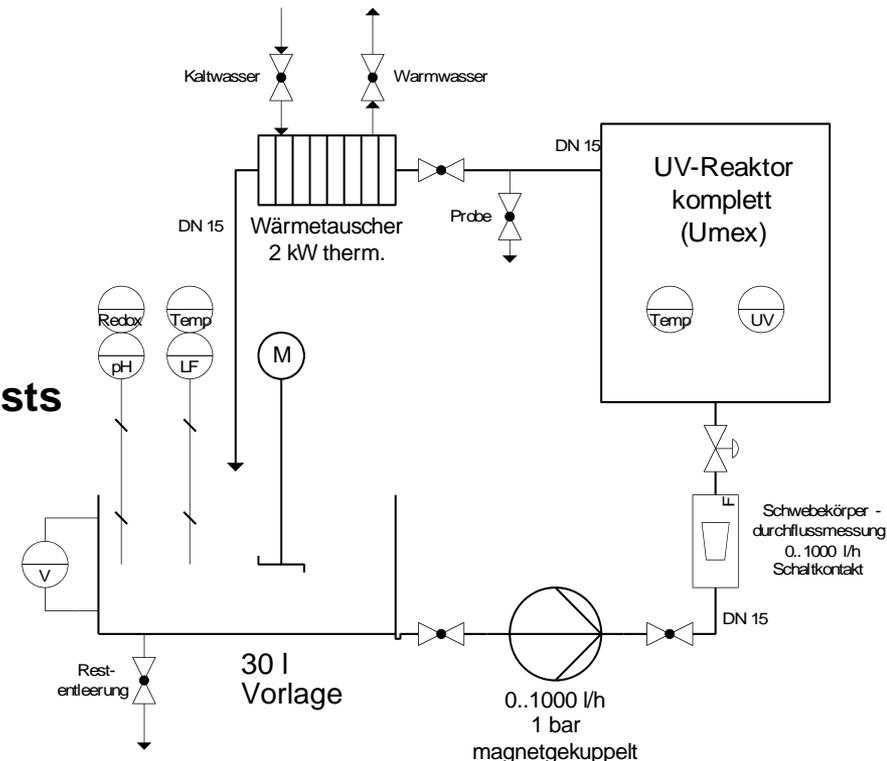


Konzeption NanoPharm Pilotreaktor:

- Entwicklung eines Reaktorkonzepts für begleitende Laborforschung,
- Test der Verbundmaterialien unter realen Bedingungen

Plan:

- Übertragung der Modellversuche auf Praxistests
- Prüfung der technischen Umsetzung und Integration in bestehende Prozesse
- Festlegung von Rahmenbedingungen und Handhabungsempfehlungen
- Bereitstellung real belasteter Wässer; favorisiert wird Trinkwasser, das als Rohstoff verwendet wird u/o das Wasser aus dem Ablauf einer KLA





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit