Jan Ungelenk (Autor)

Zinnwolframat – ein solar aktivierbarer Fotokatalysator und Übergangsmetallwolframate als nanoskalige Funktionsmaterialien

https://cuvillier.de/de/shop/publications/6423

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhalt

1 EINLEITUNG 1

2 GRUNDLAGEN UND STAND DER TECHNIK ZUR FOTOKATALYSE 5
2.1 Definition des Begriffs Fotokatalyse 5
2.2 Funktionsprinzip eines Halbleiterfotokatalysators 6
2.3 Optoelektronische Eigenschaften eines Fotokatalysators 7
2.4 Im Sichtbaren aktivierbare Fotokatalysatoren 9
2.4.1 Defektabsorption 9
2.4.2 Dotierung mit Fremdionen 9
2.4.3 Mischkristallbildung 10
2.4.4 Ternäre Oxide und Konzept der Hybridisierung 10
2.5 Die Bedeutung der Phase für die Aktivität eines Fotokatalysators 11
2.6 Die Bedeutung der stofflich physikalischen Ausprägung für die Aktivität eines Fotokatalysators 12
2.7 Die Bedeutung von Umwelteinflüssen für die Aktivität eines Fotokatalysators 15

3 GRUNDLAGEN ZU WOLFRAMITTYP-WOLFRAMATEN 17

4 GRUNDLAGEN ZU NANOPARTIKELN 19

5 ANALYTISCHE METHODEN 25
5.1 Pulverdiffraktometrie (XRD) 25
5.2 Mikroskopie 26
5.2.1 Konfokalmikroskopie (CLSM) 26
5.2.2 Elektronenmikroskopie (SEM / STEM / TEM) 27
5.3 Spektroskopische Methoden 30
5.3.1 Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX) 30
5.3.2 Zinn-Mößbauerspektroskopie 30
5.3.3 UV-Vis-Spektroskopie 31
5.3.4 Fotolumineszenzspektroskopie 32
5.3.5 Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie (FTIR) 33
5.4 Stickstoffadsorption (BET) 34
5.5 Dynamische Lichtstreuung (DLS) 35
5.6 Differentielle Sedimentation (DS) 36
5.7 Zetapotential-Messungen 36
5.8 Abbau gewässerrelevanter Stoffe 37
5.9 MTT Test 38
5.10 Magnetische Eigenschaften (SQUID) 39

6 EXPERIMENTALTEIL 41
6.1 Synthesemethoden für Nanopartikel 41
6.1.1 Polyolmethode 42
6.1.2 Mikroemulsionsmethode 43
6.1.3 Arbeiten mit luftempfindlichen Stoffen 44
6.1.4 Allgemeine Aufarbeitung von Syntheseprodukten 45
6.2 Verwendete Chemikalien 45
6.3 Aufbau eines Messplatzes für die fotokatalytische Evaluation 46

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

6.3.1 Etablierte Messmethoden zur fotokatalytischen Evaluation ... 46
6.3.2 Fehlerquellen bei der fotokatalytischen Evaluation ... 47
6.3.3 Einflussgrößen bei der fotokatalytischen Evaluation ... 48
6.3.4 Der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Versuchsaufbau ... 51

7 ERGEBNISSE UND DISKUSSION ZUR FOTOKATALYSE ... 55
7.1 Identifikation und Präparation einer geeigneten Phase: β-$SnWO_4$ ... 55
7.2 Zinnwolframat-Nanopartikel ... 60
7.2.1 Synthese der Zinnwolframat-Nanopartikel ... 60
7.2.2 Charakterisierung der Zinnwolframat-Nanopartikel ... 62
7.2.3 Fotokatalytische Evaluation der Zinnwolframat-Nanopartikel ... 70
7.3 Zinnwolframat-Mikrokristalle ... 81
7.3.1 Synthese der Zinnwolframat-Mikrokristalle ... 81
7.3.2 Charakterisierung der Zinnwolframat-Mikrokristalle ... 83
7.3.3 Fotokatalytische Evaluation von Zinnwolframat-Mikrokristallen ... 86
7.4 Kinetische Studien zur Bedeutung von pH-Wert und von elektrostatischen Wechselwirkungen ... 97
7.4.1 Kationischer Farbstoff ... 103
7.4.2 Zwitterionischer Farbstoff ... 104
7.4.3 Anionischer Farbstoff ... 111
7.4.4 Relevanz der elektrostatischen Wechselwirkung für Anwendungen ... 113
7.5 Anwendung von Zinnwolframat als Fotokatalysator ... 115
7.5.1 Abbau von gewässerrelevanten Schadstoffen ... 115
7.5.2 Fototherapie von malignen Zellen ... 119

8 ERGEBNISSE ZU DEN WOLFRAMITTYP-WOLFRAMATEN ... 131
8.1 Allgemeine Synthese und Charakterisierung der Wolframittyp-Wolframate ... 131
8.2 Motivation: Magnetische Eigenschaften von Manganwolframat ... 137
8.3 Partikeldimension, Kristallinität und Morphologie von Manganwolframat-Nanopartikeln ... 138
8.4 Oberflächenchemie von Manganwolframat-Nanopartikeln ... 141
8.5 Untersuchungen zu den magnetischen Eigenschaften von Manganwolframat-Nanopartikeln ... 143
8.6 Erste Schritte zur Verifizierung multiferroischer Eigenschaften von Manganwolframat-Nanopartikeln ... 146

9 TYPISCHE SYNTHESEN ... 149
9.1 Facettierte β-$SnWO_4$ Mikrokristalle ... 149
9.2 Röntgenamorphe β-$SnWO_4$-Nanopartikel ... 149
9.3 Konventionelles β-$SnWO_4$-Volumenmaterial ... 150
9.4 Facettierte m-$BiVO_4$-Mikrokristalle ... 150
9.5 t/m-$BiVO_4$-Nanopartikel ... 150
9.6 In Wasser aktiviertes m-$BiVO_4$ ... 151
9.7 Facettierte Ag_3PO_4-Mikrokristalle ... 151
9.8 Ag_3PO_4-Volumenmaterial ... 151
9.9 $MnWO_4$ ... 152
9.10 $FeWO_4$ ... 152
9.11 $CoWO_4$ ... 153
9.12 $NiWO_4$ ... 153
9.13 $CuWO_4$ ... 153
9.14 $ZnWO_4$ ... 154

10 ZUSAMMENFASSUNG ... 155

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

11 AUSBLICK 161

12 LITERATURVERZEICHNIS 163

13 ANHANG 173

SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN 173

TABELLENVERZEICHNIS 179

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 181

PUBLIKATIONSLISTE 191

KONFERENZEN UND TAGUNGEN 193

LEBENSLAUF 195

DANKSAGUNG 197

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.