

Untersuchungen der Adsorptivität und Reaktivität von schwimmfähigen Titandioxid-Katalysatoren

Edgar Isler¹, Manuel Dutschke^{2a}, Susanne Kleemann^{2b}, André Wetterauer³, Edda Rädlein¹, Tobias Schnabel⁴, Christian Springer³

¹TU Ilmenau, FG Anorganisch Nichtmetallische Werkstoffe

²MFA Weimar, ^a AG Chemie und Umwelt, ^b AG Struktur und Festigkeit

³FH Erfurt, Professur Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik

⁴Hochschule Hof, Professur Urbanes Wasserressourcenmanagement



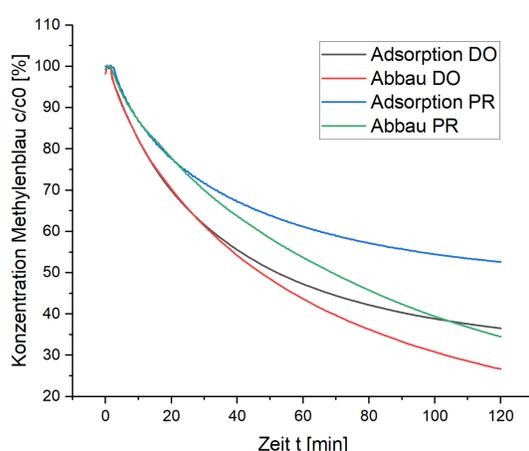
Motivation und Ziele

Innerhalb des FuE-Projekts SolardetoX wurden unterschiedliche mit Titandioxid beschichtete Blähglasgranulate entwickelt und hergestellt. Diese schwimmfähigen Photokatalysatoren weisen in Abhängigkeit ihrer Herstellungsmethoden und den diesbezüglich steuerbaren Parametern verschiedene Reaktivitäten im Abbau von Mineralölkohlenwasserstoffen auf.

Die Reaktivität der jeweiligen Fraktionen wurde im Laborprüfstand hinsichtlich des Methylenblau-Abbaus durch künstliche UV-A-Strahlung über Durchflussphotometrie quantifiziert und verglichen. Als maßgeblicher Teil der Reaktivität wurde über das gleiche Verfahren ohne UV-Bestrahlung die Adsorptivität ermittelt.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss einzelner Variablen in der Herstellung auf die Reaktivität der Photokatalysatoren zu ermitteln und Prognosen für die weitere großtechnische Herstellung mittels Drehrohrofen oder Pulsationsreaktor zu geben.

Abb. 1: Abbau- und Adsorptionskurven durch Photometrie in c/c_0 über t von Proben aus dem Drehrohrofen (DO) und Pulsationsreaktor (PR)



Analyseverfahren

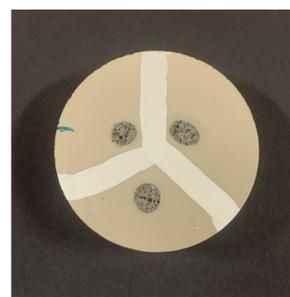


Abb. 2: Probenschliff, mit Kohlenstoff bedampft und mit Leitsilber bestrichen

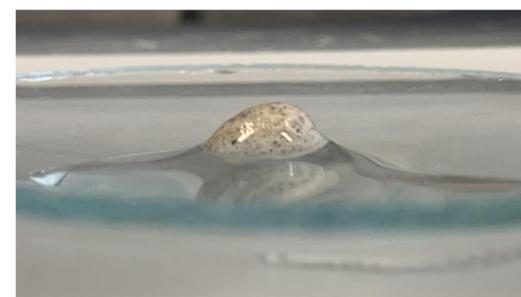


Abb. 3: Katalysatorkugel, vollkommen bedeckt von Wasser

Durch die Messung des pH-Werts einer dünnen Wasserschicht an der Kugeloberfläche mit und ohne Bestrahlung im UV-A-Bereich soll gezeigt werden, ob die Aktivität der Hydroxidionen im direkten Zusammenhang mit der strahlungsinduzierten Superhydrophilie des Titandioxids und daher mit der Adsorptivität steht.

Mittels Pulver-XRD gemahlener Kugeln wird ermittelt, ob es während der Herstellungsprozesse im Drehrohrofen oder Pulsationsreaktor zu signifikanten Änderungen des Anatas-Rutil-Verhältnisses in der TiO_2 -Mischphase kommt.

Bei der Mikroskopie werden die Kugeloberflächen im REM und die Kugelquerschnitte sowohl im REM als auch im Auflichtmikroskop untersucht. Für die Analyse im REM wurden die Schliffe mit Kohlenstoff bedampft und teilweise mit Leitsilber bestrichen.

Ergebnisse und Prognosen

Die pH-Wert-Messungen zeigen, dass die Hydroxidionenaktivität mit der Zeit steigt (bis pH 9) und weiterhin von der Bestrahlung im UV-A-Bereich erhöht wird (bis pH 10). Der pH-Wert korreliert mit der beobachtbaren TiO_2 -Fläche auf der Kugeloberfläche, aber nicht mit der Schichtdicke.

Mittels Pulver-XRD wurde keine Phasenänderung festgestellt. Es ist anzunehmen, dass die TiO_2 -Schicht die gleiche Zusammensetzung wie das TiO_2 -Gemisch vor der Herstellung besitzt.

Die beschichteten Proben weisen allerdings deutliche Unterschiede in ihren Porengrößen, Porenanzahlen und der Homogenität der TiO_2 -Schicht auf. Durch die höhere mechanische Beanspruchung im Drehrohrofen werden bestehende Poren vergrößert und neue Poren aufgetrieben. Die größeren Poren führen zu einer global inhomogeneren Schicht und eine größere Eindringtiefe des TiO_2 in die Kugeln.

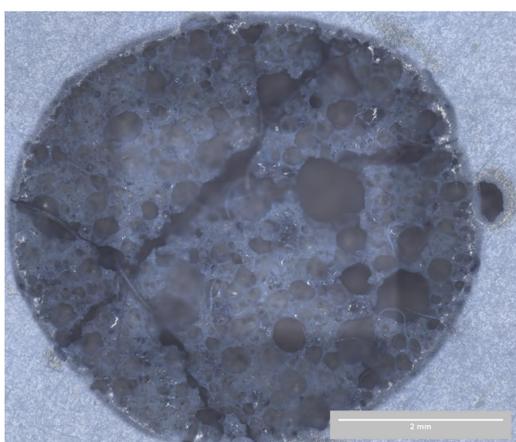


Abb. 4: Auflichtmikroskop-Aufnahme einer Probe über den gesamten Querschnitt

Die generell höhere punktuelle Belastung im Pulsationsreaktor führte bei allen Rezepturen zu deutlich mehr Abrieb nach der Herstellung.

Über die Prozesstemperatur und den Wassergehalt kann die thermische Beanspruchung und damit auch die Porenbildung und Porenvergrößerung gesteuert werden.

Perspektivisch führen die größeren Poren bei gleichem Verschleiß in der Praxis zu einer längeren Nutzbarkeit.

Abb. 6: REM-Aufnahmen von Probenschliffen, Pfeile markieren TiO_2 ; links: beschichtet im Drehrohrofen; rechts: beschichtet im Pulsationsreaktor

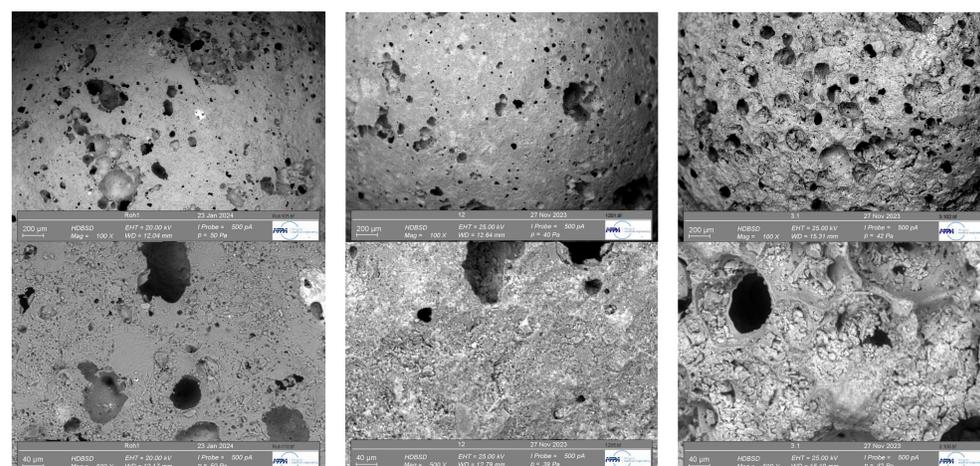


Abb. 5: REM-Aufnahmen verschiedener Probenfraktionen (oben 100x, unten 500x); links: unbeschichtet; mittig: beschichtet im Pulsationsreaktor; rechts: beschichtet im Drehrohrofen

