



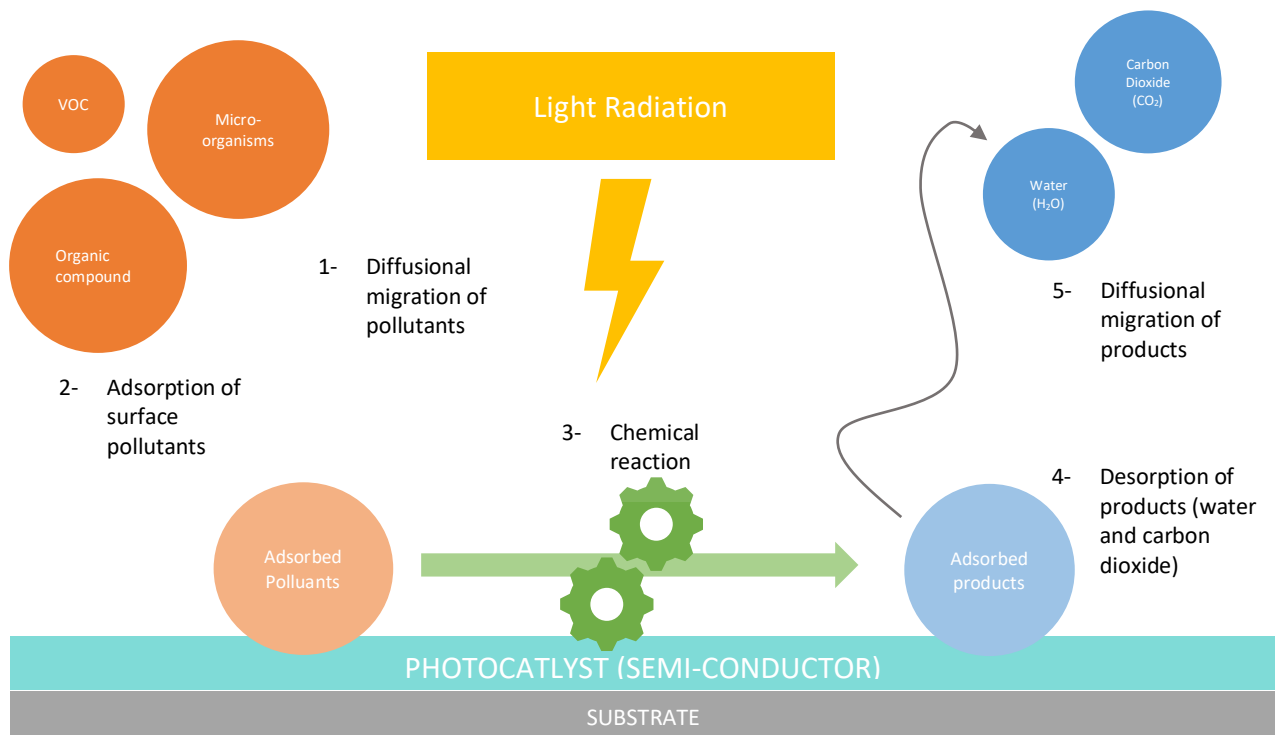
PHOTOKATALYSE

Prinzip der Photokatalyse

Die Absorption von Lichtstrahlung (hauptsächlich UV) bewirkt auf dem Photokatalysator aus einem Halbleiter (TiO₂, ZnO, Fe₂O₃, ZnS, CdS ...) eine Anregung der peripheren Elektronen, die vom Valenzband (BV) in das Leitwertband übergehen (BC) durch Bildung von Elektron-Loch-Paaren, die in der Lage sind, durch Reaktion mit Luftsauerstoff und/oder Luftfeuchtigkeit Radikale zu bilden und Oxidations-Reduktions-Reaktionen einzuleiten. Historisch gesehen ist der industriell am häufigsten verwendete Photokatalysator TiO₂, aber in den letzten Jahren sind andere Substanzen aufgekommen, wie z. B. ZnO.

Der photokatalytische Prozess kann in fünf unabhängige Schritte unterteilt werden:

1. Diffusionsmigration von Schadstoffen aus einer flüssigen Phase (z. B. Luft oder Wasser) zur Oberfläche des Photokatalysators, einschließlich in die Porosität des Photokatalysators
2. Adsorption von Schadstoffen an der Oberfläche des Katalysators
3. Chemische Reaktion in adsorbierter Phase
4. Desorption von Produkten
5. Diffusionsmigration der Produkte von der Oberfläche des Katalysators zur flüssigen Phase.

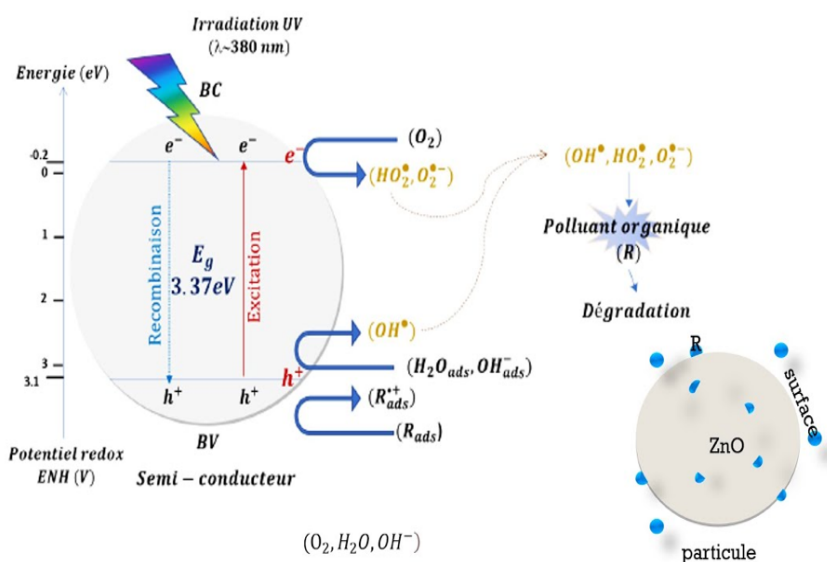




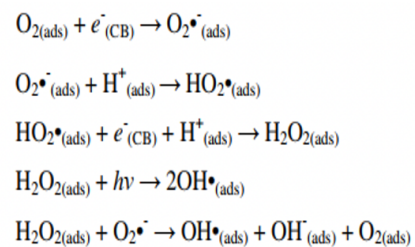
Tauchen wir ein in die chemischen Prozesse!

Wenn ein Halbleiterkatalysator von Photonen mit einer Energie bestrahlt wird, die gleich oder größer als die Energie seines verbotenen Bandes oder "Bandabstands" ($E_g < h\nu$) ist, werden diese Photonen absorbiert und Elektronen (e^-) erzeugt. - Loch (h^+) paart sich mit der Übertragung eines Elektrons (e^-) aus dem Valenzband in das Leitungsband und der Bildung einer elektronischen Leerstelle (h^+) auf der Ebene des Valenzbands.

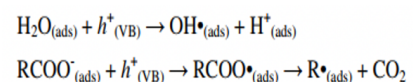
Gleichzeitig findet in Gegenwart einer flüssigen Phase (Gas oder Flüssigkeit) eine spontane Adsorption statt, und abhängig vom Redoxpotential jedes Adsorbats kann ein Elektronentransfer zu den Molekülen mit Elektroakzeptorcharakter (A) stattfinden, während das positive Foto -Löcher werden auf die Moleküle mit Elektronendonorcharakter (D) übertragen.



Reaktion mit dem Elektroakzeptor A



Reaktion mit dem Elektroakzeptor B



Zusammenfassend müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein, damit die photokatalytische Reaktion stattfinden kann:

- 1- Der Photokatalysator muss für Lichtstrahlung zugänglich sein
- 2- Schadstoffe, ob fest, flüssig oder gasförmig, müssen mit dem Photokatalysator in Kontakt kommen, um abgebaut zu werden.
- 3- Die Lichtstrahlung muss so beschaffen sein, dass sie den Photokatalysator aktivieren kann.



Praktische Anwendungen der Photokatalyse

Prinzipiell kann photokatalytisch unterschieden werden, aktive Photokatalyse und passive Photokatalyse.

- Aktive Photokatalyse _

Es wird hauptsächlich zur Entgiftung von Luft oder Wasser eingesetzt. Die zu reinigende Flüssigkeit wird mit einem Ventilator oder einer Pumpe durch eine photokatalytische Zelle gesaugt. Diese Zelle besteht aus einem mit einer photokatalytischen Lösung behandelten Träger. Die Baugruppe wird mit einer künstlichen Lichtquelle, bestehend aus einer UV-Röhre, bestrahlt. Die Schadstoffe kommen dann mit dem Photokatalysator in Kontakt und werden in der photokatalytischen Zelle abgebaut.

Die Effizienz dieses Reaktortyps hängt von der Strömungsgeschwindigkeit des Fluids, der Leistung der Lichtquelle, der bestrahlten Oberfläche und der Schadstoffkonzentration ab.

Dies betrifft die Luftentgiftung im Haushalt mit kleinen Einzelanlagen bis hin zu Industrieanlagen, die eine Luftentgiftung mit Volumenströmen von über 50.000 m³/h ermöglichen.

Wasserentgiftungssysteme arbeiten in künstlichen oder natürlichen Quellen nach dem gleichen Prinzip.

- Passive Photokatalyse _

Bei der passiven Photokatalyse wird kein Reaktor verwendet, die vorhandenen Träger dienen als photokatalytisch ausgerüstete Oberflächen.

Diese Art von System ermöglicht es im Wesentlichen, Oberflächen selbstreinigend zu machen und die Luft im Freien von VOC zu befreien.

Die photokatalytischen Materialien können dann sein:

- Ablagerung in situ während der Herstellungsprozesse
- In Materialien einarbeiten
- Als Nachbeschichtung auf die Oberfläche der zu behandelnden Elemente sprühen.



Werfen wir einen genaueren Blick auf Sprühanwendungen...

Beim Sprühen wird das photokatalytische Produkt in Form einer Beize formuliert, die ihre selbstreinigenden Eigenschaften nach zwei unterschiedlichen Prinzipien behält:

- Abbau von Oberflächenschadstoffen durch Oxidation organischer Substanz (Abbildung 1)
- Schaffung einer superhydrophilen Oberfläche, die das Abfließen von Regenwasser und damit das Waschen der Oberfläche begünstigt (Abbildungen 2 und 3)

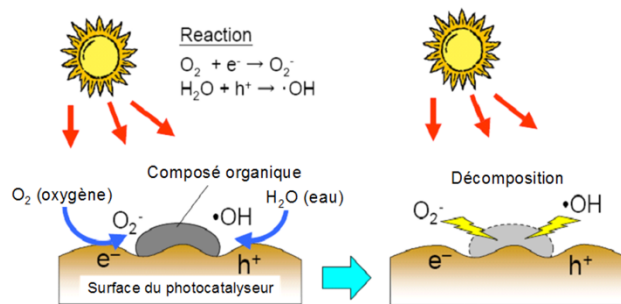


Abbildung 1 Materialabbau durch Photokatalyse

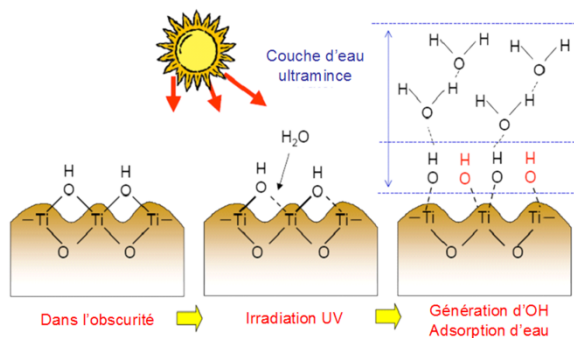


Abbildung 2 Superhydrophile Filmbildung mit TiO₂ als Photokatalysator

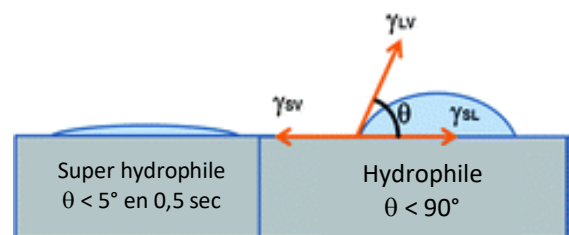


Abbildung 3 Charakterisierung einer superhydrophilen Oberfläche durch Wassertropfenabscheidung