



# EAS CoP

---

Onderzoek • Innovatie • Onderwijs

Onderzoekslijn: Luchtzuivering door middel van Fotokatalyse  
Community of Practice: Healthtech  
Datum: 18-01-2016

HOGESCHOOL ROTTERDAM



Luchtkwaliteit Fotokatalyse

## Introductie

Voor minor Innovation Engineering en Design van Hogeschool Rotterdam is er een project gestart over fotokatalyse. Vier studenten van Industrieel Product Ontwerpen en twee studenten van Chemie zijn de uitdaging aangegaan om Fotokatalyse verder te onderzoeken.

Gedurende onze minor hebben we een fotokatalytische reactor gebouwd en getest. Dit is gedaan doormiddel van nano deeltjes titanium dioxide en uv-licht. De studenten Chemie hebben de fotokatalyse techniek werkend gekregen en wij als studenten Industrieel Product Ontwerpen zijn gaan kijken hoe we de testen meer valide kunnen maken.

Team:

Ian van Mourik, Didier van Riel, Wout Boer, Emiel de Voogd

Opdrachtgever: Hogeschool Rotterdam, EAS

Onderzoek begeleiding: (lector, onderzoeks partijen e.d.)

Docent: begeleider: Wilco Braam

## Probleemcontext

Fotokatalyse is een luchtzuiveringstechniek die volatile organic compounds (voc's) uit de lucht afbreekt doormiddel van een chemische reactie. Deze luchtzuiveringstechniek vangt dus geen schadelijke stoffen op maar breekt deze af.

Om te bepalen waar deze techniek toegepast kan gaan worden is een eerste stap om de luchtkwaliteit op verschillende plaatsen te meten. Vervolgens kan er verder onderzoek worden gedaan naar de werking van fotokatalyse en de werking ervan aantonen.

### DOELSTELLING

De doelstelling voor dit project is fotokatalyse werkend krijgen. Daarna de efficiëntie ervan verhogen door te variëren in allerlei variabelen. Om dit allemaal betrouwbaar en herhaalbaar te kunnen testen moet een testopstelling ontworpen worden.

## Aanpak en methode

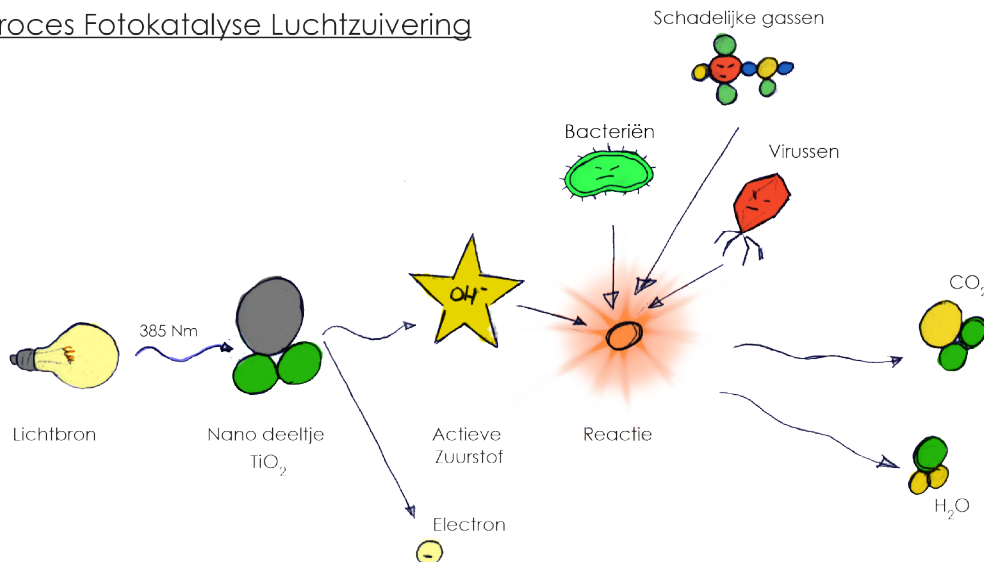
In dit project zijn er verschillende stappen doorlopen om zo de doelstelling te bereiken die voor het project is bepaald.

Het eerste wat belangrijk was voor ons in dit project was het begrijpen van de theorie achter de werking van het fotokatalyseproces. In onderstaande afbeelding is de werking van het fotokatalyseproces om lucht te zuiveren weergegeven.

De volgende deelproblemen moesten tijdens dit project worden opgelost om de gestelde doelstelling te behalen:

- Wat is luchtkwaliteit
- Redesign fotokatalyse reactor
- Ontwerpen sensorbox
- Programmeren sensoren arduino
- Meten luchtkwaliteit
- Ontwerpen testopstelling fotokatalyse

### Proces Fotokatalyse Luchtzuivering



Om de fotokatalyse te starten is UV licht met een golflengte van 385nm nodig.

Wanneer Titanium dioxide(TiO<sub>2</sub>) goed belicht wordt, wordt de energy van het Nano deeltje verhoogt, er ontstaan dan actieve zuurstof deeltjes en een elektron.

Als Bacteriën, virussen of schadelijke gassen in aanraking komen met de actieve zuurstof worden deze geneutraliseerd en omgezet in koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) en water (H<sub>2</sub>O).

## Aanpak en methode

Vervolgens zijn brainstormsessies gehouden met de betrokken partijen om zo de vervolgrichting van het project te bepalen. Wat moet er nog onderzocht worden en wat is het einddoel van dit project. Alle ideeën zijn door middel van mindmaps op papier gezet.

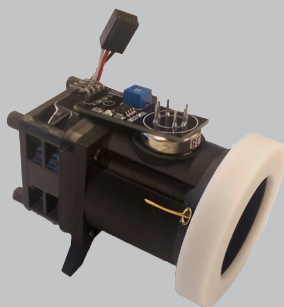
Voor de uiteindelijke testopstelling zijn de onderdelen met de 3D printer geprint en de benodigde code voor de sensoren is geprogrammeerd met Arduino.

Tussendoor zijn alle gezette stappen met elkaar overlegd, aan elkaar teruggekoppeld en geverifieerd.

Om de luchtkwaliteit te testen zijn metingen gedaan en de hieruit verkregen data is geanalyseerd. Om alle gebruikte sensoren werkend te krijgen zijn deze ook getest en gekalibreerd. In de uiteindelijke testopstelling is door middel van verschillende metingen de werking en efficiëntie van fotokatalyse getest.



Sensoren luchtkwaliteit



Fotokatalyse testopstelling 1.0



Sensorbox luchtkwaliteit

## Ontwerpproces

In het project zijn voortdurend ontwerploops gemaakt. Deze bestaan uit Ontwerpen > Testen > Analyseren > Ontwerpen > enz.

### Analyseren:

We zijn begonnen met de analyse wat fotokatalyse inhoudt en hoe we dit kunnen bouwen in een reactor. We hebben veel gehad aan een testpaper van de University van Upssala in Zweden. Steeds als een testresultaat niet voldeed aan de eisen of er was geen resultaat, hebben we ons verder verdiept in het fotokatalyse proces. Ook hebben we veel gerelateerde testen van andere onderzoeken bekeken.

### Ontwerpen:

We hebben de reactor ontworpen en gebouwd doormiddelen van 3D printen. De filters zijn gemaakt in het chemie laboratorium. De sensoren hebben we met Arduino board aangesloten en deze ook geprogrammeerd.

Uiteindelijk hebben we een testruimte ontworpen die luchtdicht af te sluiten is en waar de fotokatalyse tests in uit te voeren zijn.



## Ontwerpproces

Testen:

De testen zijn uitgevoerd door de Chemie studenten. Omdat titaniumdioxide een gevaarlijke stof is worden de testen vooral uitgevoerd in het Chemie laboratorium. We hebben de werking van Fotokatalyse getest door een vuile stof toe te voegen aan een afgesloten ruimte. Doormiddel van fotokatalyse wordt de ruimte dan schoongemaakt.

Inlezen Fotokatalyse > Bouwen Fotokatalyse reactor > Testen Fotokatalyse reactor > Geen resultaat > Herzien testprocedure > Testen Fotokatalyse reactor > Geen resultaat > Herzien en aanpassen testsensoren > Testen Fotokatalyse reactor > Geen resultaat > Herzien en aanpassen UV- licht > Testen Fotokatalyse Reactor > Resultaat > Analyseren resultaat > Aanpassen  $\text{TiO}_2$  > Testen Fotokatalyse Reactor > Verbeterd resultaat > analyseren.



## Resultaten

Er zijn verschillende testen uitgevoerd door zowel de studenten Industrieel Product Ontwerpen en de studenten Chemie.

In de grafiek 1 zijn de resultaten van de metingen met de sensorbox te zien. Hiermee hebben we op verschillende locaties kunnen aantonen hoeveel fijnstof en voc's er in de lucht zitten.

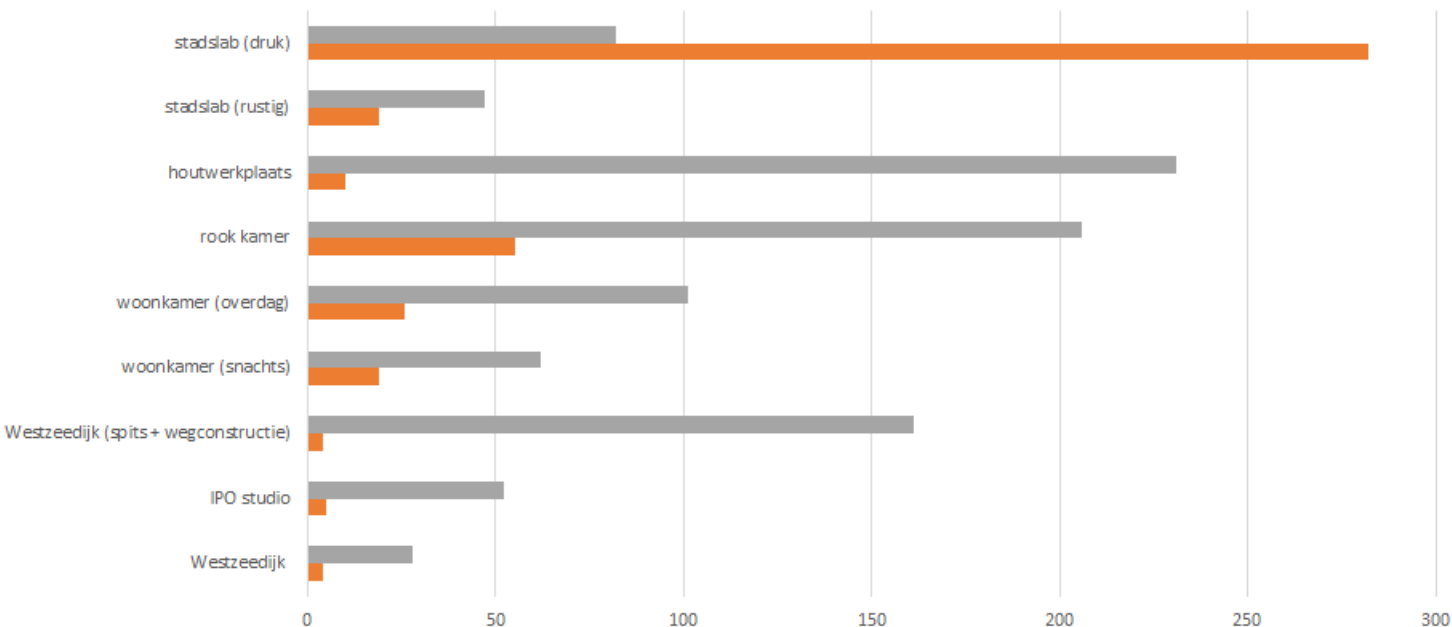
In grafiek 2 zijn de meetresultaten te zien van metingen in de testbak. De blauwe lijn geeft de eerst nul test weer, hierin is de diffusie naar buiten gedurende 8 uur gemeten. Wij vonden echter dat dit teveel was, en hebben dit verbeterd door het aanbrengen van een tochtstrip. Het resultaat hiervan is te zien in de rode lijn, de diffusie naar buiten is duidelijk

verminderd. De gele lijn geeft de fotokatalyse test weer. Hierin wordt de werking echter nog niet aangetoond.

In grafiek 3 zijn de meetresultaten van Chemie te zien, zij hebben wel fotokatalyse aan kunnen tonen door het gebruik van een andere lichtbron en sensor. Echter zijn deze testen nog niet uitgevoerd in onze test opstelling. De diffusie is hierdoor erg hoog en het resultaat minder betrouwbaar.

Grafiek1: Meetresultaten sensorbox

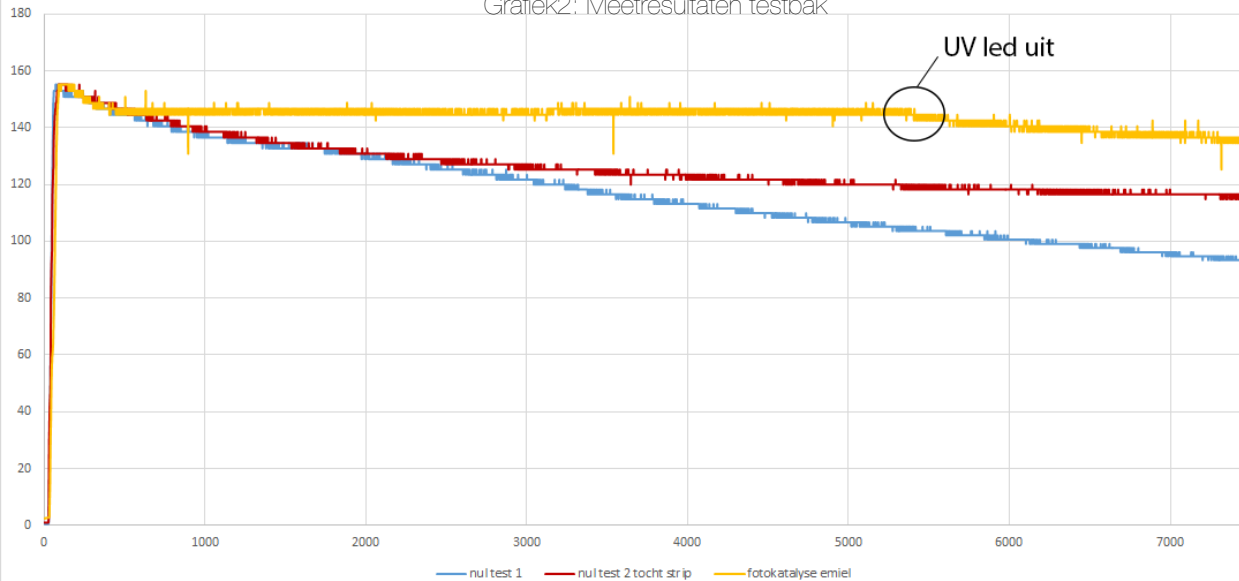
■ Fijnstof (AQI) ■ VOC (PPM)





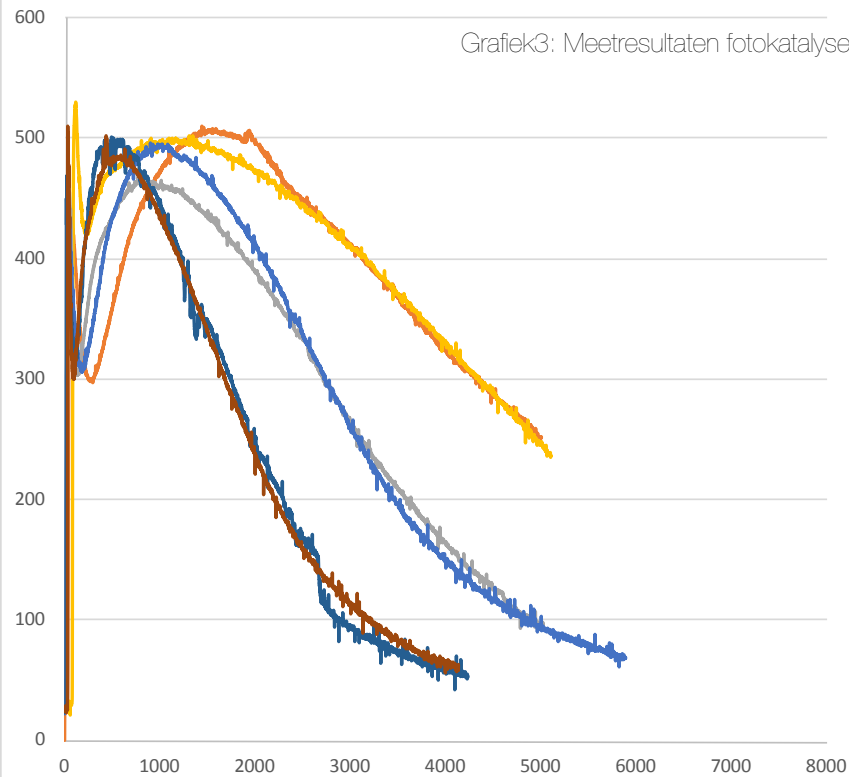
# Resultaten

Grafiek2: Meetresultaten testbak



— nul test 1 — nul test 2 tocht strip — fotokatalyse emiel

Grafiek3: Meetresultaten fotokatalyse chemie



— Blanco 1  
— Blanco 2  
— fotokatalyse groot filter 1  
— fotokatalyse groot filter 2  
— Fotokatalyse Nieuw Filter groot 1  
— fotokatalyse nieuw filter groot 2

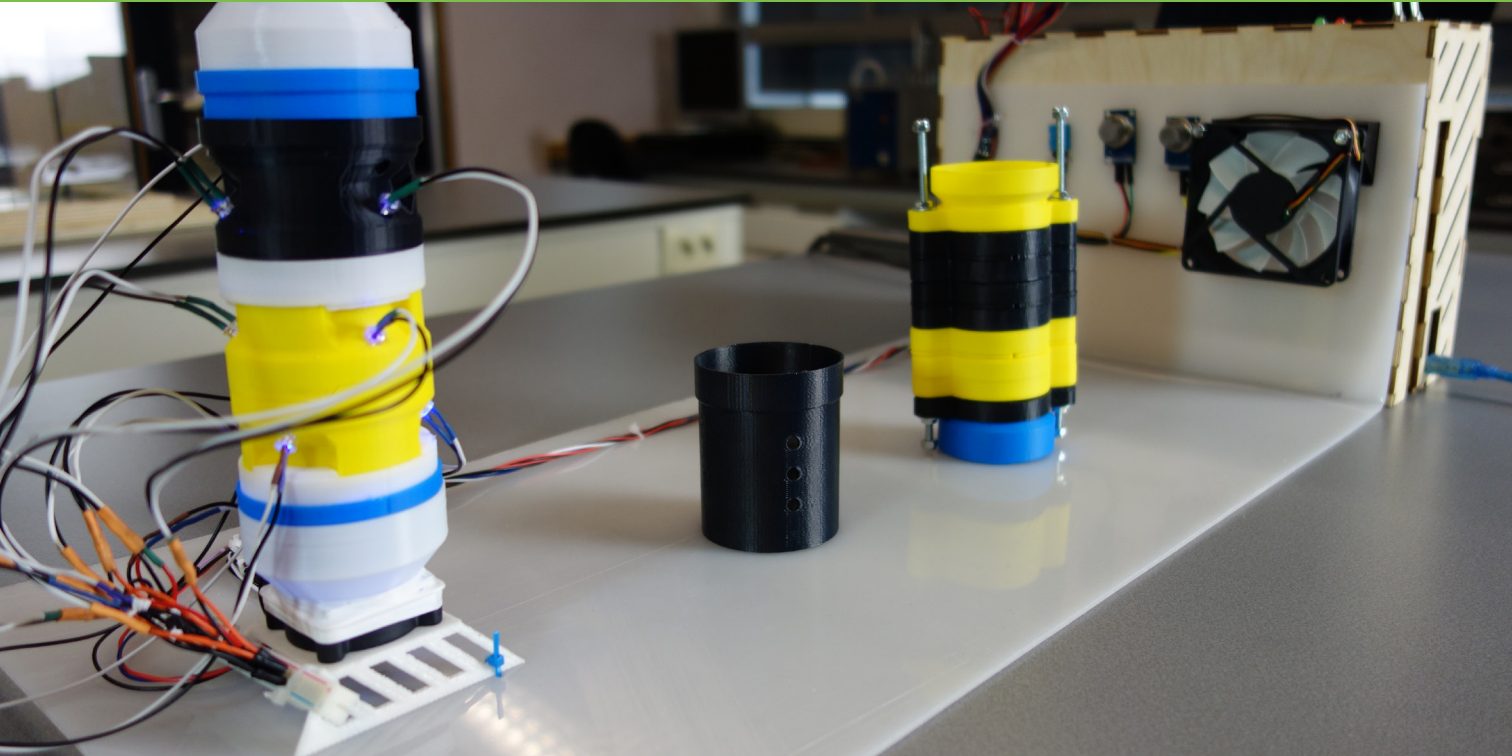
## Conclusies

Uit onderzoek is gebleken dat de luchtkwaliteit binnenshuis veel slechter is dan buiten, dit door allerlei schadelijke voc's. Daarom zal fotokatalyse binnenshuis het beste toegepast kunnen worden als luchtzuiveringstechniek.

Fotokatalyse is een luchtzuiveringstechniek die deze voc's omzet naar CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O. Om fotokatalyse betrouwbaar en herhaalbaar te kunnen testen is het belangrijk dit te doen in een ruimte waarvan je weet wat de luchtsamenstelling in deze ruimte is. Deze ruimte moet zo goed mogelijk luchtdicht zijn zodat de omgeving geen invloed kan uitoefenen op de testresultaten.

Werking en efficiëntie fotokatalyse afhankelijk van volgende factoren:

- De Intensiteit en de golflengte van het UV-licht.
- De temperatuur en luchtvochtigheid.
- De Luchtstroom langs of door de Titanium dioxide filters.
- Het Oppervlakte van het Titanium dioxide filter.



## Vervolgonderzoek

- Bepalen hoeveel lucht er word gezuiverd per uur met fotokatalyse.
- Efficiëntie Fotokatalyse verhogen.
- Fotokatalyse toepassen in product.
- Onderzoeken wat de toegevoegde waarde is om fotokatalyse open source te maken.
- Betrouwbaarheid Sensoren onderzoek.
- Referentie gassen onderzoek.
- Fotokatalyse tegenover andere luchtreinigings methode.

## Referenties

### Industrieel Product Ontwerpen

Ian van Mourik  
Emiel de Voogd  
Didier van Riel  
Wout Boer

### Chemie

Jordy van der Graaf  
Mathijs de Reus

### Docenten

Hens Heijen  
Wilco Braam

