

▶ Twijfel over wondermiddel

▶ Arie Mooiman
Adviseur techniek en
duurzaamheid, VKO

Titaniumdioxide toegepast in bouwproducten kan – toegepast in een laboratoriumsituatie – bepaalde luchtvervuilende stoffen goed afbreken. Bij praktijkproeven in Nederland vallen de resultaten echter tegen. Het aanbrengen van titaniumdioxide (TiO₂) op asfalt, straatsteen, dakbedekking en geluidsschermen leidt niet tot noemenswaardige verbetering van de luchtkwaliteit. Het beperkte aantal zonuren in Nederland, de hoge luchtvochtigheid en de wind spelen daarbij een belangrijke rol. Verder is er onduidelijkheid over mogelijke risico's voor mens en milieu. Dit concludeert het in luchtmetingen gespecialiseerde onderzoeksbureau M+P raadgevende ingenieurs op basis van een onderzoek in opdracht van de Verenigde Keramische Organisaties (VKO). Reacties van mensen uit het vakgebied op dit artikel zijn in de kaders te lezen.

Momenteel worden veel coatings aangeboden waarin TiO₂ is verwerkt. Deze worden onder meer ingezet om – door afbraak van stikstofoxiden afkomstig uit het verkeer – de luchtkwaliteit te verbeteren. Over het effect van deze TiO₂ bestond geen eenduidig beeld. Dit was de reden dat VKO het onderzoeksbureau M+P opdracht gaf tot een breed bureauonderzoek naar het effect van TiO₂ op de luchtkwaliteit en andere milieueffecten. De opdracht van VKO past in de aanpak van de sector wat betreft duurzame innovatie, streven naar productverbetering en oplossing van knelpunten. TiO₂ wordt gewonnen uit het in de natuur voorkomende titaanerts, en wordt veel toegepast in de verf-, plastic- en papierindustrie. In buitenverf wordt het gebruikt als helderwit pigment (het zogenaamde titaanwit), ook als bescherming tegen schadelijke gevolgen van UV-straling. Verder wordt TiO₂ toegepast in vulstoffen voor wanden en gevels, in papier, plastics en tandpasta's. Door de fotokatalyserende eigenschappen van TiO₂ wordt bij sterke ultraviolette belichting van een oppervlak stikstofdioxide afgebroken en omgezet in onder andere water en nitraten.

Vijf onderzoeken

Het onderzoek van M+P belicht vijf recente studies naar de effecten van TiO₂ op de verbetering van de luchtkwaliteit en het milieu. Bestudeerd is Duits laboratoriumonderzoek naar het luchtzuiverend effect van dakpannen waarin TiO₂ is verwerkt, en een Nederlands literatuuronderzoek naar de risico's van het gebruik van zeer kleine deeltjes TiO₂ (nanotechnologie) en de uitspoeling daarvan. Ook is een Europese literatuurstudie naar de toepassingen van nanotechnologie en de luchtzuiverende werking van met TiO₂ behandelde straatstenen, tunnelwanden en asfalt is bestudeerd. De onderzoekers van M+P analyseerden als vierde Fins onderzoek naar de milieubelasting in de levenscyclus van verfstoffen, waaronder TiO₂-coatings. Het vijfde onderzoek betrof RWS-TNO-M+P laboratoriumproeven met achttien TiO₂-coatings en praktijkproeven met TiO₂-gecoate geluidsschermen.

Onderzoeksbureau M+P stelt op basis van de bestudering vijf hoofdlijnen vast. 1) Er is momenteel internationaal breed aandacht voor de mogelijkheden om met TiO₂ de luchtkwaliteit te verbeteren. 2) Inmiddels is een aantal producten met TiO₂ op de markt verschenen. 3) In laboratoriumcondities is aangetoond dat TiO₂ een behoorlijk effect kan hebben op de verlaging van de concentratie stikstofdioxide. 4) De bewezen effecten in de buitenpraktijk zijn minimaal, volgens M+P. En 5) de geringe praktijkwerking van TiO₂ wordt veroorzaakt door een groot aantal factoren: de soort coating, het beperkte aantal zonuren (UV-licht), sterke wind, hoge luchtvochtigheid, lage temperatuur en de te beperkte contacttijd van de verontreinigde lucht met het met TiO₂-coating behandelde oppervlak. M+P verwacht om deze redenen voor de Nederlandse praktijksituatie weinig mogelijkheden om de luchtkwaliteit met TiO₂ te verbeteren.

Vraagtekens

Over de effecten in laboratoriumcondities bestaan weinig twijfels. Het Duitse onderzoek naar de TiO₂ betondakpannen toont bijvoorbeeld duidelijk aan dat een concentratie NO_x afneemt als het in een ideale laboratoriumsituatie door UV-licht wordt beschenen. Echter: de door de fabrikant van de dakpannen genoemde percentages neutralisering van de schadelijke uitstoot met 70 procent (zonder zon) tot 90 procent (bij daglicht) leiden tot vraagtekens. De percentages zijn niet onderbouwd met praktijkervaringen. De vertaling van sommige producenten van laboratoriumresultaten naar effectiviteit in de buitenpraktijk is überhaupt soms discutabel, stelt M+P vast. Tot op heden zijn er in feite geen voldoende onderbouwde onderzoeksresultaten gevonden die aantonen dat de genoemde effecten ook in de praktijk leiden tot duidelijke verbetering van de luchtkwaliteit. Vrijwel alle experimenten concluderen een zeer klein, in feite verwaarloosbaar, effect (minder dan 1 procent). Bij een enkele praktijkproef was er een hoopvol resultaat, maar is een uitgebreide onderbouwing niet openbaar.



Titaniumdioxide

Effect TiO_2 onduidelijk

Aanvullende maatregelen lijken nodig om in Nederland in 2015 aan de grenswaarden voor stikstofdioxide (NO_2) te gaan voldoen. De inzet van katalytische conversie met bijvoorbeeld titaandioxide (TiO_2) wordt in dat kader soms genoemd. Zowel vanuit gezondheidsoverwegingen als vanuit de praktische werking zijn hier echter enkele opmerkingen bij te plaatsen.

NO_2 is op zichzelf schadelijk voor de gezondheid. Zo kunnen de oxiderende eigenschappen van NO_2 effecten in de luchtwegen en longen veroorzaken in de vorm van vermindering van de longfunctie en afname van de weerstand tegen infecties van het longweefsel. De WHO geeft echter aan dat de relatie tussen NO_2 -concentraties en gezondheidsklachten ook kan worden toegeschreven aan andere verbrandingsproducten uit het verkeersgerelateerde mengsel, zoals (ultra) fijn stof¹⁾. NO_2 wordt dan ook vooral gebruikt als indicator voor het gehele mengsel van schadelijke componenten die door wegverkeer worden uitgestoten. Maatregelen die zich beperken tot de reductie van alleen NO_2 , zoals absorberende tegels, zijn volgens de GGD-richtlijn dan ook minder efficiënt in termen van gezondheidswinst. Door alleen de indicator aan te pakken,

lijkt de luchtkwaliteit verbeterd, terwijl juist de overige (en meest schadelijke) verkeersgerelateerde componenten van het mengsel van luchtverontreiniging niet zijn afgenomen. Inzet van dit soort maatregelen leidt op papier wellicht tot lagere concentraties en dus minder normoverschrijdingen, maar het leidt veel minder of geheel niet tot gezondheidswinst. Nader onderzoek op dit punt is dan ook wenselijk alvorens TiO_2 wordt ingezet om knelpunten op te lossen.

Brits onderzoek

In 2010 is in Groot-Brittannië een rapport²⁾ van Air Quality Consultants (AQC) verschenen met een overzicht van resultaten van verschillende praktijkproeven. In aanvulling op de resultaten van het Nederlandse Innovatieprogramma Luchtkwaliteit worden gedetailleerde metingen beschreven van de effecten van een met TiO_2 bekleed geluidsscherm langs de M60 bij Swinton (GB). Hieruit kon worden geconcludeerd dat het effect van de TiO_2 op de luchtkwaliteit achter het scherm zeer onduidelijk was. Onder zeer specifieke omstandigheden was een effect van het TiO_2 meetbaar. Deze omstandigheden kwamen echter slechts in 0,4 procent van de tijd voor. Een langetermijneffect van de TiO_2 kon niet

goed worden bepaald. Toepassing van TiO_2 in een street canyon-achtige situatie leidde volgens een andere studie in Congleton (GB) tot een significant effect op de NO_2 -concentraties. Een beschrijving van de methode en metingen ontbreekt echter, zodat de waarde van de melding niet is vast te stellen. AQC concludeert in het algemeen dan ook dat “verschillende studies suggereren dat er geen significant effect van TiO_2 is, terwijl een incomplete studie dat wel doet”. Verder wijst het rapport ook op potentiële gezondheidseffecten bij het gebruik van TiO_2 . Gegeven de aanpak van een indicatorstof en de twijfels over de praktische effecten van TiO_2 op luchtkwaliteit en gezondheid, is het aan te bevelen om vooralsnog terughoudend te zijn met de inzet van TiO_2 om aan de luchtkwaliteitsnormen te gaan voldoen.

▶ Dr. Joost Wesseling
Senior onderzoeker RIVM

- 1) S.C. van der Zee, I.C. Walda, 'GGD-richtlijn medische milieukunde. Luchtkwaliteit en gezondheid', RIVM rapport 609330008, 2008.
- 2) Stephen Moorcroft, Ian McCrae, Paul Boulter and Duncan Laxen, 'Local Measures for NO_2 Hotspots in London', Air Quality Consultants Ltd, 2010.



Meetopstelling nabij Terschuur. Te zien zijn de gecoate panelen met daaronder de opvangflessen in aluminium kisten, en achteraan een regenvanger.

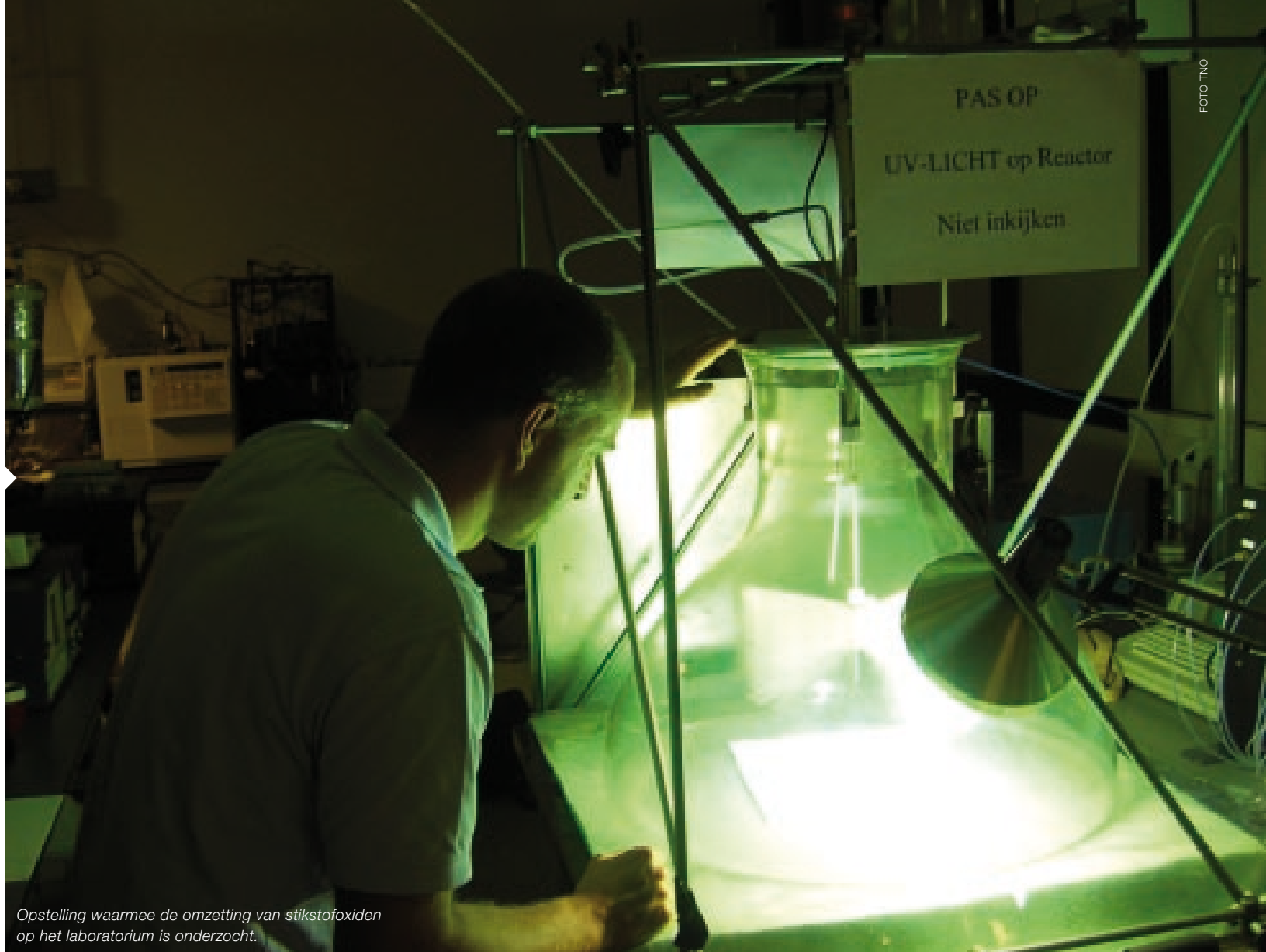


FOTO TNO

Opstelling waarmee de omzetting van stikstofoxiden op het laboratorium is onderzocht.

Praktische werking aangetoond

M+P is blijkaar niet op de hoogte van de nieuwste resultaten, gemeten met luchtzuiverende betonstenen in de Castorweg in Hengelo. Drie jaar geleden is – na uitgebreid laboratoriumonderzoek – de stap gezet om luchtzuiverende betonstenen in de praktijk te testen. Hiervoor heeft de provincie Overijssel subsidie verstrekt. Ten behoeve van deze testen heeft gemeente Hengelo de locatie Castorweg beschikbaar gesteld. Deze locatie is gekozen vanwege de hoeveelheid voertuigen, de gesloten bebouwing aan weerszijden, en het feit dat de weg gereconstrueerd zou worden. Daarom konden er ook metingen worden verricht voorafgaand aan de reconstructie.

De straat is in twee vakken verdeeld, die in elkaars verlengde liggen. Eén vak is voorzien van de gebruikelijke straatstenen en één van de luchtzuiverende stenen, over de volle breedte van de straat. Elk vak is ongeveer 1000 m². Door in beide wegvakken de luchtkwaliteit zorgvuldig te meten is de praktische werking aangetoond. Gedurende drie

verschillende dagen in het voorjaar van 2010 is bijvoorbeeld een verlaging van 25 tot 45 procent in NO_x-concentratie gemeten. Aanvullende metingen in de rest van het jaar hebben de eerste bevindingen bevestigd.

Werking

In de toplaag bevatten de stenen titaandioxide (TiO₂), die zich dichtbij de uitlaten van motorvoertuigen bevinden, veruit de belangrijkste bron van NO_x (stikstofoxiden) in steden. TiO₂ behoort tot de tien meest voorkomende mineralen in de aardkorst. De toegepaste TiO₂ is ongeveer van dezelfde korrelgrootte als cement, kan als slurry worden gedoopt, en wordt door de cementmatrix gebonden. Cement en beton bevatten zelf ook TiO₂. De extra TiO₂ staat recycling van de betonsteen niet in de weg.

Door de TiO₂ worden de NO_x in de lucht fotokatalytisch omgezet naar nitraatzouten op de steen, welke door regen worden weggespoeld (een Ja-

pansse vinding). De concentraties in dit regenwater zijn veel lager dan de maximaal toelaatbare, terwijl dit voor de NO_x-concentraties in de lucht niet het geval hoeft te zijn.

De inzet van de stenen is het meest doelmatig in een bebouwde omgeving met voldoende verkeer, waar verwaaiing van geproduceerde NO_x nauwelijks plaatsvindt, en waar daardoor de maximumconcentratie in de lucht regelmatig wordt overschreden. De luchtreiniging hangt sterk af van het weer, met name zonnestraling en luchtvochtigheid. De stenen werken niet als het regent of als er sneeuw op ligt, maar dan zijn ook de NO_x-concentraties minder snel een probleem. Een uitgebreide rapportage is in de maak, welke onder meer zal ingaan op de locatie, de gevolgde meetprocedures en de verkregen meetresultaten. Internationaal bestaat grote belangstelling voor het project.

► Prof.dr.ir. Jos Brouwers
Hoogleraar Bouwmaterialen, TU Eindhoven



Marginale effecten

Het artikel van 'Twijfel over wondermiddel' geeft een redelijk, zij het een incompleet, overzicht van onderzoek naar toepassingen van titaniumdioxidehoudende (TiO_2) coatings om luchtverontreiniging door stikstofoxiden (NO_x) te verminderen. TNO was betrokken bij een aantal van de besproken onderzoeken. Dit betreft onder andere laboratorium- en veldonderzoek.

Het laboratoriumonderzoek gaf voor sommige coatings een zeer positief resultaat. Deze coatings bleken in staat onder invloed van UV-licht zeer efficiënt NO_x te kunnen omzetten. Voor veel coatings was het resultaat echter niet erg positief. De oorzaak hiervan is niet onderzocht. Wellicht wordt door het opnemen van de TiO_2 in een drager de toegankelijkheid van TiO_2 -moleculen voor de NO_x in de lucht verkleind. De TiO_2 zit als het ware opgesloten in de andere materialen die in de coating zitten. Berekeningen met geavanceerde modellen op basis van de labexperimenten laten zien dat het aanbrengen van een goedwerkende coating op geluidsschermen langs een snelweg, zou kunnen leiden tot een afname van de concentratie van NO_x van wel 20 procent. Allemaal zeer hoopgevende resultaten.

De resultaten van de veldexperimenten vielen echter tegen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de berekeningen en de labexperimenten werden uitgevoerd bij optimale condities (zonlicht, vochtigheid, wind enzovoort), die lang niet altijd tegelijk aanwezig zijn. Waarschijnlijk komt slechts weinig lucht, en slechts voor een korte periode, in aanraking met de coating. Althans, minder dan op basis van de modelberekeningen werd geschat. Enkele andere verklaringen worden ook gegeven in 'Twijfel over wondermiddel'.

Niet eenvoudig

De volgende conclusies kunnen getrokken worden: TiO_2 kan, onder invloed van UV, heel goed NO_x omzetten. In de praktijk van de geluidsschermen bleek het effect echter marginaal. Een oplossing van de hierboven genoemde zwakke plekken in het ontwerp – meer contact met de lucht, minder afscherming van de TiO_2 door de drager en voldoende UV-licht op de coating – zou de situatie kunnen verbeteren. De eerlijkheid gebied te zeggen dat dit geen eenvoudige opgaven zijn. Daardoor lijkt de toepassing langs snelwegen voornamelijk minder kansrijk.

Wellicht is het gebruik van TiO_2 -coatings op een andere plek, bijvoorbeeld binnenshuis, wel zinvol om concentraties van (andere) schadelijke stoffen te verminderen. Ook daar geldt echter een aantal van de genoemde bezwaren. Want het is ook daar waarschijnlijk erg lastig om voldoende lucht in contact te brengen met de coating en de TiO_2 .

► Dr. Jan Duyzer
Senior onderzoeker TNO

Nederland

Uit de laboratoriumproeven in opdracht van Rijkswaterstaat blijkt dat slechts enkele van de beproefde achttien coatings ook echt actief zijn. Vastgesteld is ook dat bij een wegscherm de hoeveelheid lucht die in de praktijk met de coating in aanraking komt maximaal 11 procent is. De praktijkmetingen langs de weg laten verwaarloosbare effecten zien (maximaal 0,04 procent reductie van de verkeersemissies van de nabijgelegen snelweg). Het advies van Rijkswaterstaat is daarom TiO_2 voor deze doeleinden niet toe te passen. Uit eerder praktijkonderzoek in opdracht van de Europese koepels van bouworganisaties, bleek wel dat onder optimale condities de reducties van NO_x -concentraties soms veelbelovend kunnen zijn (tot 60 procent), maar vastgesteld is dat het effect sterk afhankelijk is van het lokale klimaat.

Er zijn andere bevindingen gedaan. Zo zijn bouwmaterialen met TiO_2 duurder. Voor toepassing in tunnels zou een coating ontwikkeld moeten worden die ook bij kunstlicht werkzaam is. Er is nog onvoldoende bekend van de mogelijke invloed van TiO_2 op de levensduur en technische eigenschappen van materialen (gladheid, slijtage, brandbaarheid). Bijvoorbeeld asfalt geïmpregneerd met TiO_2 -houdend cement heeft mogelijk een negatief effect op geluidsreductie en stroefheid van het wegoppervlak.

Discussie

De onderzoekers stellen dat er nog veel meer onbekend is; over veel aspecten bestaat discussie. Zo is de duurzaamheid van de productie een punt. Uit het Finse onderzoek naar de levenscyclus van verven bleek bijvoorbeeld dat de winning van TiO_2 uit de ruwe delfstof veel energie en transport vergt en dat er tot vijf kg afval per geproduceerde kg TiO_2 vrijkomt. Bij de afbraak van NO_2 (stikstofdioxide) gaat het slechts om een deel van de verontreinigingen, andere verontreinigingen in de lucht blijven bestaan. Daarnaast wordt de onduidelijkheid van de risico's voor mens en milieu genoemd. Bij droge cementproductie, sloop, verwerking, slijtage of uitloging kunnen deeltjes TiO_2 in afval, oppervlaktewater of in de lucht terecht komen, waar ze kunnen worden ingeademd. Door TiO_2 in nitraten omgezette verkeersemissies kunnen bij regen in het oppervlaktewater komen, met als gevolg meer algengroei en zuurstofafname. ◀

Dialog

BouwIQ wil graag een open dialoog starten over dit onderwerp. Reacties van derden, visies op de problematiek, aanvullende informatie of andere ervaringen met de toepassing van TiO_2 in bouwproducten om de luchtkwaliteit te verbeteren zijn welkom. Meld u aan bij bouwIQ op LinkedIn (via www.bouwiqonline.nl), of mail uw reactie naar (bouwiq@aeneas.nl).