

Chemie met zonne-energie

Timothy Noël ziet het al helemaal voor zich: daken van farmaceutische fabrieken vol met glimmende, transparante microreactoren. Aangedreven door het zonlicht dat gratis op het dak valt, produceren de chemische reactoren levensreddende geneesmiddelen. De grondstoffen worden aangevoerd met door zonnestroom aangedreven pompen, en ook de chemische reacties vinden plaats onder invloed van het zonlicht. De gebruikte fotokatalysatoren - lichtgevoelige hulpstoffen die de energie uit het zonlicht gebruiken om elektronen op te nemen of af te staan en zo de chemische reacties aandrijven - worden automatisch uit het reactiemengsel gefilterd en na een revitalisatiebehandeling opnieuw in het systeem gepompt. Veilig, schoon, zuinig.

"Zonlicht is een onuitputtelijke bron van energie", zegt de universitair

docent bij Micro Flow Chemistry and Process Technology. "Maar in de chemische industrie doen we er hoegenaamd niets mee."

Een conventionele chemische installatie bestaat uit een groot reactorvat, legt hij uit, waarin de grondstoffen voor het gewenste eindproduct worden samengebracht, vaak onder hoge temperatuur en druk, en met toevoeging van dure en/of giftige katalysatoren. Het duurt vervolgens een aantal uren of zelfs dagen tot het eindproduct is gevormd, waarna het hele proces opnieuw wordt opgestart. Via deze zogeheten 'batch'-processen kan per keer een grote hoeveelheid van de gewenste stof worden gevormd, maar ze zijn in het algemeen tijdrovend en energieverslindend. Bovendien is er altijd een veiligheidsrisico: hoe klein de kans ook is, als er iets misgaat, kan dat grote gevolgen hebben.

Microreactoren - waarin de chemische reacties plaatsvinden in dunne kanaaltjes van minder dan een millimeter in doorsnede - hebben dat veiligheidsprobleem in ieder geval niet, zo benadrukt de Vlaming. Op elk moment is er namelijk maar een kleine hoeveelheid van de chemicaliën in de microreactor aanwezig. "Met een paar honderd microliter kun je geen Hiroshima veroorzaken; het is niet zo erg als een microreactor ontploft."

En hoewel microreactoren nog geen mega-installaties kunnen vervangen, zijn ze wel eenvoudig op te schalen door grote aantallen parallel te laten draaien. Daarnaast gaan de reacties op deze kleine schaal veel sneller, en verlopen ze bovendien continu. "In microreactoren kosten de reacties geen uren, maar minuten of zelfs seconden. Het is de kunst om de doorstromingsnelheid zo hoog mogelijk te maken."

Microreactoren en fotochemie: volgens Timothy Noël is het een gouden combinatie. Waarom zou je de temperatuur in reactorvaten hoog opstoken als je chemische reacties ook kunt aandrijven met het licht van de zon? Onlangs kreeg de Vlaming een Vidi-subsidie om zijn grote ambities waar te maken. "Ik ben niet naar Nederland gekomen om hier een grijze muis te zijn."

Een in Noël's ogen essentieel voordeel van microreactoren is dat je de inhoud heel eenvoudig gelijkmatig kunt beschijnen met licht. "Dat is vrijwel onmogelijk in grote reactorvaten: daar dringt het licht nooit goed tot het binnenste door." De combinatie van microreactoren en fotochemie (waarbij licht de drijvende kracht vormt voor chemische reacties) zou wel eens zijn *claim to fame* kunnen zijn, zo besefte hij tijdens zijn periode als postdoc aan het Amerikaanse topinstituut MIT.

Het idee is niet nieuw, zo illustreert Noël aan de hand van de Italiaanse pionier Giacomo Ciamicin. Deze *godfather* van de fotochemie voorzorg in een editie van Science uit 1912 al hele wouden van glazen buisjes waarin, aangedreven door de zon, nieuwe chemische stoffen worden gevormd. Dat is al meer dan een eeuw geleden, maar volgens

Noël is pas sinds 2008 weer echt serieuze aandacht voor deze tak van chemie. "Sindsdien is veel vooruitgang geboekt bij het vinden van fotokatalysatoren voor allerlei reacties. Mijn insteek is echter om vooral ook de technologische kant, de microreactoren dus, bij de ontwikkeling te betrekken."

"Ik wil dat iedereen van onze technologie gebruik kan maken"

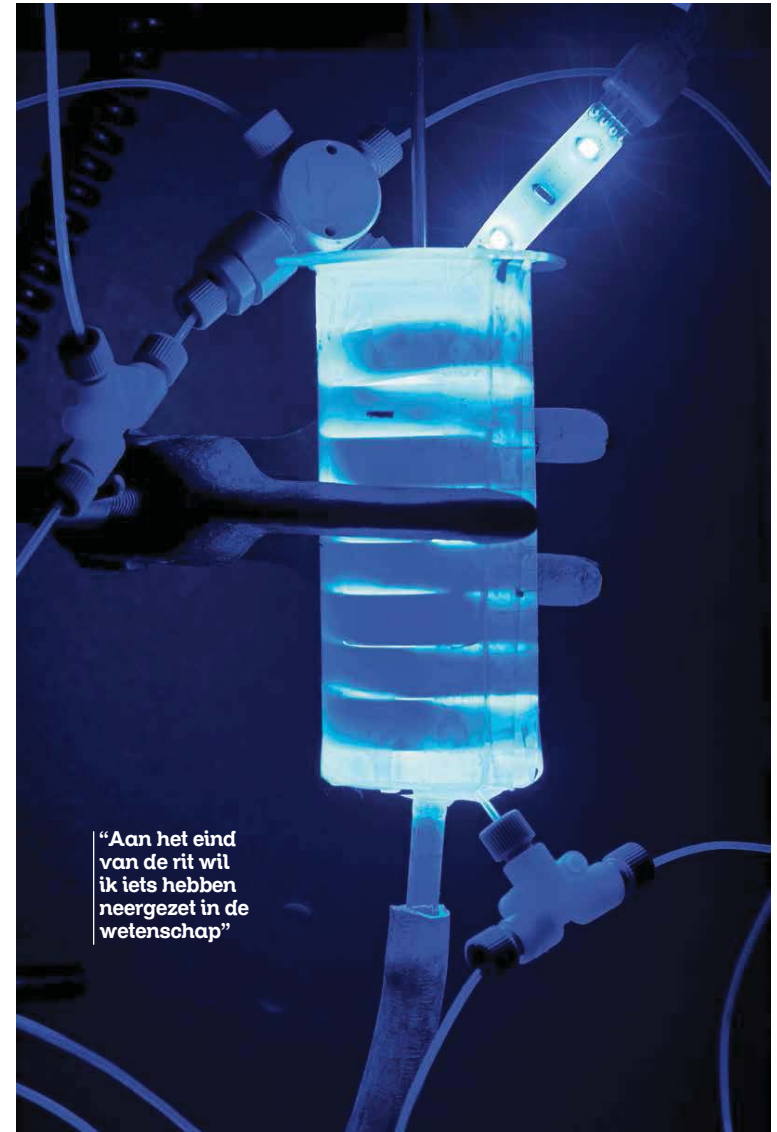
Noël probeert zijn werk laagdrempelig te houden, vertelt hij, door bewust te kiezen voor eenvoudige en goedkope componenten. "Ik wil

namelijk dat iedereen van onze technologie gebruik kan maken." In de testfase werk hij niet met zonlicht, maar met ledlampen die op een lint zijn bevestigd. "Het is bijna een soort kerstversiering. Die wikkelen we - net als het buisje waarin de reactie plaatsvindt - om een cilinder. Op die manier wordt het reactiemengsel mooi homogeen belicht (zie foto). In de masterclass die we hier bij Scheikundige Technologie verzorgen, kunnen scholieren zelf zo'n microreactor voor fotochemie maken."

De fotochemie is in eerste instantie vooral interessant voor farmaceutische bedrijven omdat je met deze methode onder zeer milde omstandigheden (lage temperatuur en druk) nog kleine aanpassingen kunt doen aan bepaalde basismoleculen. "Late-stage functionalisation" noemen ze dat. Het toevoegen van bijvoorbeeld een fluorgroep om een bepaalde medicinale werking te verkrijgen. Dat wil je niet onder omstandigheden doen waarbij het basismolecuul uiteenvalt. Een proces bij kamertemperatuur is daarvoor ideaal. "En zeker voor het ontwikkelen en testen van geneesmiddelen is een kleine opstelling afdoende. Voor deze fase is er daarom volgens Noël ook nu al veel belangstelling vanuit de farmaceutische industrie. "In PhotoFuture, een nieuw Europees Marie Curienetwerk waarvan ik coördinator ben, is ook een farmaceutisch bedrijf vertegenwoordigd. Dergelijke invloedrijke spelers moet je achter je hebben, wil je echt iets bewerkstelligen."

En hoewel Noël vreest dat de milieuspecten van zijn geliefde technologie voor chemische bedrijven geen aanleiding zal zijn om het roer van de ene op de andere dag om te gooien - "die grote reactoren hebben hun geld al opgebracht en produceren nog steeds, terwijl overstappen op een nieuwe technologie toch een investering vraagt" - denkt hij dat het veiligheidsaspect wél een reden kan zijn om open te staan voor fotochemie in microreactoren. "Je moet niet onderschatten hoe gevoelig men is voor het terugbrengen van veiligheidsrisico's."

Toen hij in 2011 de kans kreeg om aan de TU/e te komen werken, met wereldwijd een voorname positie op het gebied van microreactoren, aarzelde de Vlaming niet. Omdat de infrastructuur voor microreactoren hier al aanwezig was, kon hij ook zonder startkapitaal direct aan de slag met enkele talentvolle masterstudenten. "Die hebben fantastisch werk verricht, één heeft zelfs gepubliceerd als eerste auteur." Vlak na zijn binnenkomst wist hij zodoende een Veni-subsidie te verwerven. "Dat is het zaadje geweest voor een sneeuwbal die sindsdien aan het rollen is gegaan. Als je een goede start maakt in je academische carrière, zoals ik aan MIT, waar ik gelukkig veel heb kunnen publiceren, dan blijft zo'n



"Aan het eind van de rit wil ik iets hebben neergezet in de wetenschap"

sneeuwbal rollen en groeit steeds groter. Tot hij hopelijk een lawine veroorzaakt. In de meest positieve zin uiteraard."

Want de jonge Belg - geboren in 1982 - is ambitieus. Hij haalde bij

zijn eerste poging een Vidi-subsidie binnen en mikt op een hoogleraar-schap voor zijn veertigste. "Niet omdat ik die titel zo belangrijk vind, maar omdat dat je toegang geeft tot extra financiële middelen voor onderzoek. En ik wil alles uit mijn loopbaan

halen wat erin zit. Aan het eind van de rit wil ik kunnen zeggen dat ik iets heb neergezet in de wetenschap. Dat eergewoel drijft mij. Die houding mis ik overigens wel in België. Wat dat betreft voel ik me meer verwant met Nederlanders. Ik ben hier niet

heen gekomen om een grijze muus te zijn, en ik ben bereid om daar heel hard voor te werken. Je moet altijd streven naar perfectie, vind ik."

Interview | Tom Jeltjes
Foto's | Bart van Overbeeke



"In microreactoren kosten de reacties geen uren, maar minuten of zelfs seconden"

Timothy Noël.