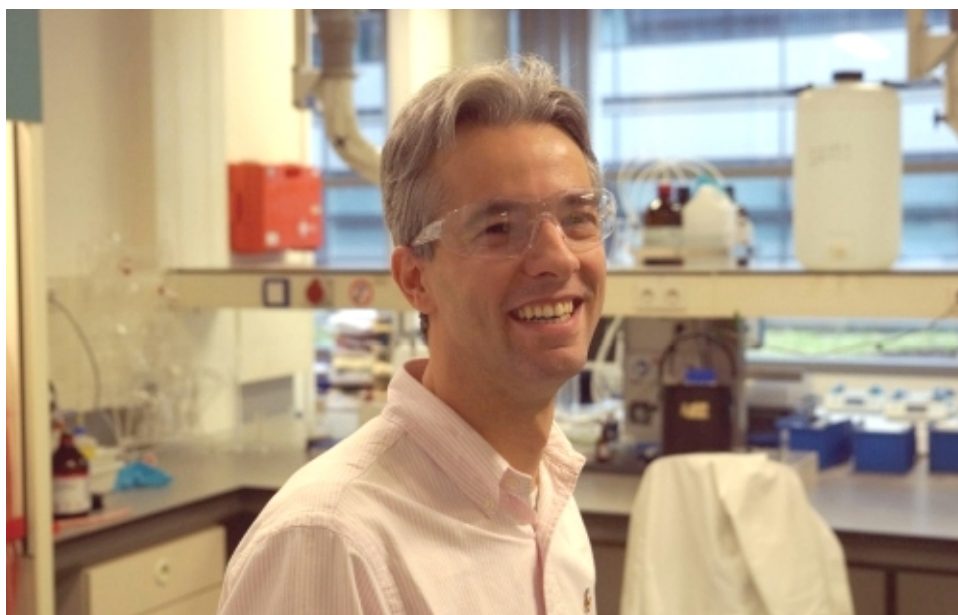


# “DECHEMA-PRIJS GEEFT ZUURSTOF VOOR HET HARDE WERK”

TIMOTHY NOEL (TU/E) LEVERT PIONIERSWERK OP HET GEBIED VAN FOTOCHEMISCHE REACTIES IN CONTINUOUS-FLOW MICROREACTOREN

Hij is pas de derde in Nederland werkende onderzoeker aan wie de prestigieuze Duitse DECHEMA-prijs is toegekend: Timothy Noël. Een onconventionele Belg, die hartstochtelijk probeert de grenzen van de chemische technologie op te rekken door uiteenlopende technieken en ideeën aan elkaar te koppelen. Met succes.

Mels Dees



Timothy Noël in het laboratorium in de TU/e waar hij baanbrekend onderzoek voert op het gebied van fotochemische reacties in continuous-flow microreactoren

Het is bepaald niet de eerste ‘grant’ of award die Timothy Noël heeft gekregen. In 2011 ontving hij een Incentive Award for Young Researchers, het jaar daarop de Veni-subsidie van het NWO om het gebruik van microflowtechnieken voor de synthese van gefluorideerde moleculen te onderzoeken. “Dat kwam heel goed uit, maar op de DECHEMA-prijs ben ik toch extra trots. Zo’n belangrijke Europese prijs geeft je de zuurstof voor het harde werk dat je in dit vak moet verrichten om iets te bereiken. Zonder erkenning is het moeilijk, hoor.” Noël hoopt natuurlijk ook dat het feit dat hij de prijs heeft gekregen zal helpen bij het verwerven van fondsen voor verder onderzoek.

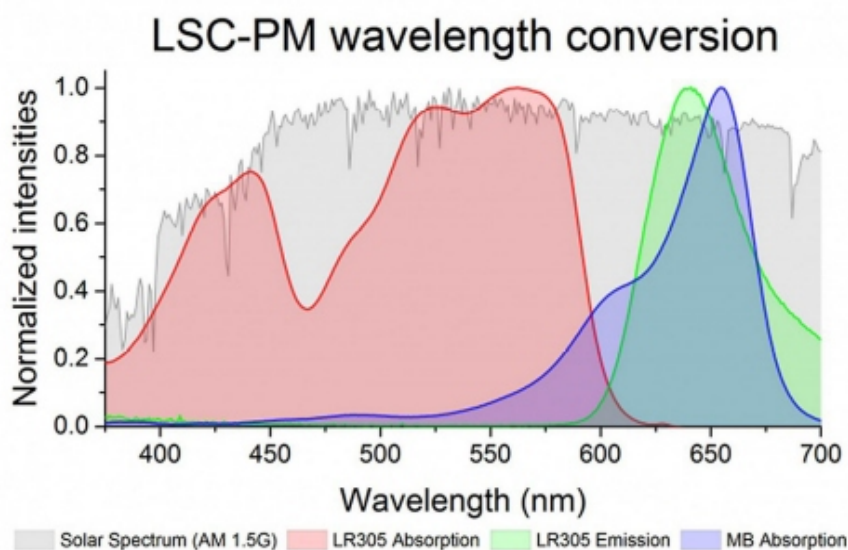
## BAANBREKEND

Want dat zal er zeker komen. Noël heeft met zijn pionierswerk op het gebied van fotochemische reacties in continuous-flow microreactoren een heel nieuw onderzoeksveld opengeboren. In de toekomst zouden deze LSC-PMs (Luminescent Solar Concentrator Photo Microreactors) gebruikt kunnen worden voor de synthese in de fijnchemie of van actieve farmaceutische ingrediënten. In de (verre) toekomst misschien zelfs voor het produceren van ‘solar’ brandstoffen.

“Zover is het nog lang niet,” aldus Timothy, “maar je kunt dat idee niet zonder meer verwerpen. Vergeleken met fotovoltaïsche energie sla je toch twee keer een energieconversie over. Bovendien heeft het ook meer dan een halve eeuw geduurd vooraleer de eerste zonnecellen zich ontwikkeld hebben tot commercieel levensvatbare zonnepanelen.”

## HET BEGIN

De kiem voor zijn onderzoek aan de fotochemie werd gelegd in het Amerikaanse MIT, waar Noël in 2010-2011 een Postdoc-aanstelling had aan het Novartis Center for Continuous Manufacturing. “Juist toen ik daar was, ontstond er geleidelijk meer aandacht



Grafiek waaruit blijkt hoe efficiënt het gebruikte materiaal het spectrum van zonlicht omzet in 'bruikbare' frequenties

voor de mogelijkheden van fotochemie. Niet in de eerste plaats om energetische redenen of om bulkproducten te maken, maar omdat je met licht reacties kunt katalyseren die anders maar heel moeizaam of zelfs onmogelijk tot stand zijn te brengen."

Terug in Europa zocht hij gericht naar een instelling met de juiste mix van (organische) chemie-expertise en ingenieurskennis.

"In Amerika was ik erachter gekomen dat ik precies daarmee het verschil zou kunnen maken." De keuze viel op de TU Eindhoven, waar professor Volker Hessel al veel ervaring op het gebied van microreactoren had opgebouwd.

### SIMPEL

De ontwikkeling van de fotochemische microreactor is niet bepaald volgens gebaande paden verlopen. "In het onderzoek heeft eigenlijk altijd de chemie voorop gestaan. Technische oplossingen voor de problemen die we tegenkwamen werden (soms noodgedwongen) zo eenvoudig mogelijk gehouden.

**"IK HEB GELUK GEHAD.**

**OP HET MOMENT KRIJG JE ALLEEN DIRECT TOEPASBAAR TECHNISCH ONDERZOEK OF BAANBREKEND FUNDAMENTEEL ONDERZOEK GEFINANCIERD. WAT IK HEB GEDAAN, MET GROTENDEELS BESTAANDE TECHNOLOGIE IETS ECHT NIEUWS BEDENKEN – DAAR IS IN FEITE GEEN GELD VOOR"**

Om te beginnen was er de smalle frequentieband waarbinnen de reacties effectief kunnen worden gekatalyseerd. Daarvoor gebruiken we geen speciale lichtbronnen, maar bestaande luminescente stoffen, die het brede spectrum van het zonlicht absorberen en opnieuw in een smalle band uitzenden." Het plezier dat de ware ingenieur in een simpele oplossing vindt, straalt van Timothy Noël af.

### 3D

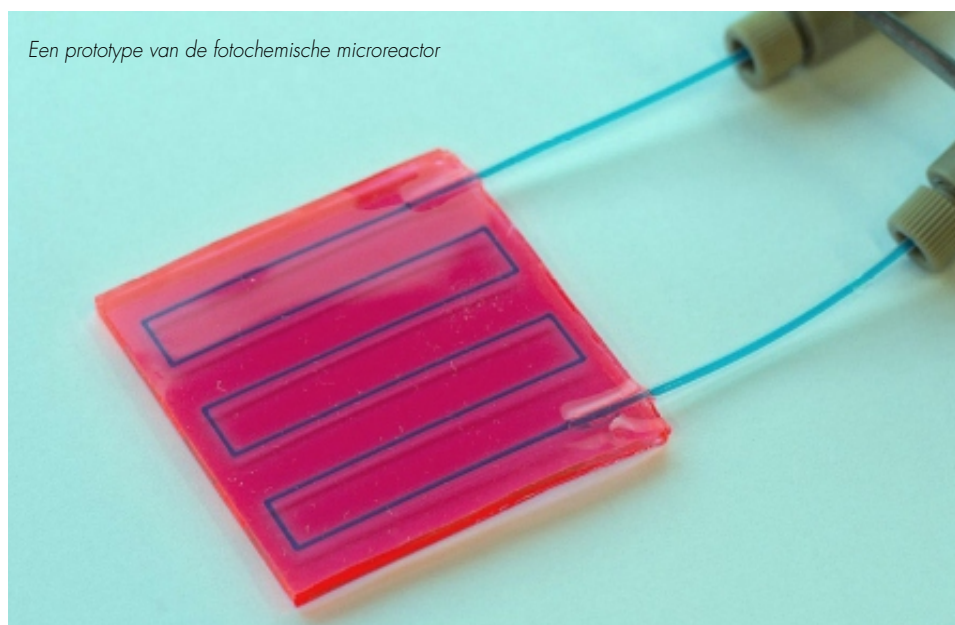
De optimale maat en vorm van de microreactor kon eenvoudig worden bepaald door gebruik te maken van een 3D-printer. Op die manier was het mogelijk om snel en veel verschillende proefmodellen te bouwen en de efficiency van het proces te meten. Natuurlijk moesten de experimentele resultaten wel theoretisch worden ondersteund. Daarvoor werd Monte-Carlo Raytracing gebruikt, een 3D-simulatiemethode waarbij willekeurig gekozen fotonpaden worden berekend. "Niemand in het team beheerste die techniek, maar Dario Cambié, nota bene een farmaceut, wist zich die in no time eigen te maken – met behulp van YouTube filmpjes!"

### VALIDERING

Het daaruit ontstane model werd omstandig gevalideerd aan de hand van metingen, en



*Microreactoren in de vorm van een esdoornblad. De vorm is symbolisch, maar de oplichtende randen verraden hoe het materiaal het zonlicht converteert en geleidt*



*Een prototype van de fotochemische microreactor*

bleek in hoge mate nauwkeurig. "Belangrijk," zegt Timothy, "want dat is echt de basis van het idee. Daarmee konden we de fundamentele fenomenen begrijpen die in een LSC-PM optreden. We snappen nu de fotobalans in de reactor. Zo blijkt de efficiency sterk afhankelijk van de hoogte van de kanalen te zijn: hoe hoger ze zijn, des te groter de kans dat er fotonen worden ingevangen." Toch blijft Noël ook bij het nader uitwerken van de microreactor zoeken naar eenvoudige oplossingen en technologie.

### AUTOMATION

Een van de vragen die onmiddellijk opkomen bij het gebruik van zonlicht voor fotoreactoren is: wat te doen met de enorme variaties in lichtsterkte? Het antwoord van Noël en zijn team is opnieuw simpel. De verschillen in de energiestroom worden opgevangen door de doorstroomsnelheid te variëren. Verbazend is dat de efficiency en de stabiliteit van het proces daar nauwelijks onder te lijden heeft. "In een nog te verschijnen publicatie leggen we uit hoe dat met een geautomatiseerd systeem is op te lossen. Daar gebruiken we weer geen peperdure UV-VIS spectrometer voor, maar een goedkope fotocel in combinatie met een Arduinoprocessor van een paar tientjes. Dat werkt nagenoeg vertragsloos."

### DE TOEKOMST

Hoe moet het nu verder met de LSC-PM? Timothy Noël: "Het zit er dik in dat we aan de schaalbaarheid gaan werken. Op het moment heeft één 'artificial leaf' 32 kanaaltjes van ongeveer een millimeter doorsnee. Dat is natuurlijk niet veel, en bij schaalvergroting moet je ook niet in grote getallen denken – voorlopig mikken we op enkele honderden grammen per uur." Dan wordt het misschien interessant voor de industrie – maar Noël is daar niet echt mee bezig: "Ik wil vooral nieuwe dingen uitproberen. Alleen procesoptimalisatie vind ik niet zo interessant. Ik ben ook beslist niet tegen valorisatie, maar een start-up beginnen is niets voor mij. Daar heb ik domweg geen tijd voor. Ik wil onderzoek doen." En daar ligt voor Noël ook het belang van de prijs die hij heeft gewonnen. Die opent misschien deuren en financieringsmogelijkheden. "Ik heb geluk gehad. Op het moment krijg je alleen direct toepasbaar technisch onderzoek óf baanbrekend fundamenteel onderzoek gefinancierd. Wat ik heb gedaan – met grotendeels bestaande technologie iets echt nieuws bedenken – daar is in feite geen geld voor. Zeker niet als de toepassing ervan zo onzeker is." Maar het ziet er niet naar uit dat Timothy Noël zich daardoor zal laten weerhouden. □