

IOP

Precisietechnologie

Lotus-textuur

## Zelfreinigende oppervlakken door ultrakorte laserablatie

**Onderwerp:**

Generen van zelfreinigende oppervlakken gebaseerd op de microstructuur van de Lotusplant

**Doelstelling:**

Een methode ontwikkelen om een zelfreinigende textuur aan te brengen met behulp van ultrakort gepulste laserablatie

**Markten:**

Consumentenproducten, gezondheidszorg

**Mogelijk gebruik:**

Zelfreinigende kunststof (consumenten)producten, werkbladen en instrumenten in de gezondheidszorg, inkjet printkoppen, ramen, dakpannen

**Onderzoekperiode:** september 2003 - augustus 2007

**Budget:** 325.000 EUR, waarvan 262.000 EUR subsidie door IOP

**Onderzoeksinstituut:** Universiteit Twente, TNO TPD

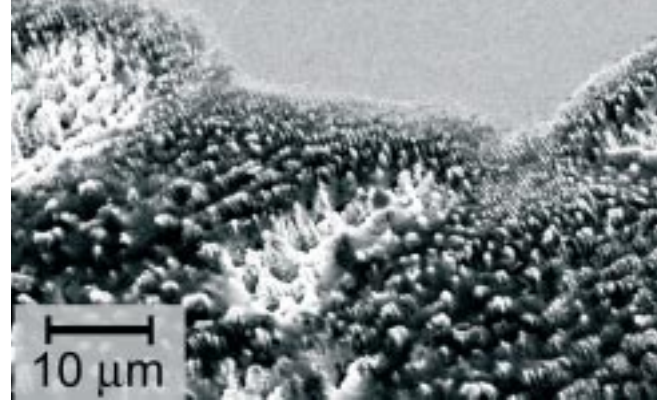
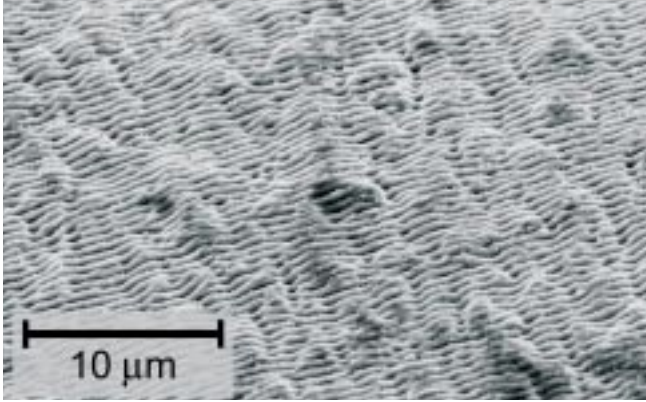
**Projectleider:** Johan Meijer

Technologische innovatie wordt soms geïnspireerd door de wonderen van de natuur. De zelfreinigende textuur van de bladeren van de Lotusplant bijvoorbeeld, kan die worden aangebracht op 3D oppervlakken? Producten als elektrische scheerapparaten, keukenapparatuur en medische instrumenten zijn dan veel makkelijker schoon te maken. Medewerkers van de Universiteit Twente onderzoeken de benodigde microstructuur en passen ultrakorte (femtoseconde) gepulste laserablatie toe om die te creëren. Door het negatief van de structuur in een matrijs aan te brengen, krijgen kunststof producten via spuitgieten de juiste oppervlaktetextuur. 'We hebben een mooi voorbeeld van serendipiteit opgedaan.'

'De bladeren van de Lotusplant (*Nelumbo nucifera*) hebben een speciale eigenschap', zegt Johan Meijer, hoogleraar Toegepaste Lasertechnologie aan de Universiteit Twente. 'Als er regen op valt, vormt het water heel gemakkelijk druppels. Als je het blad een klein beetje scheef houdt, rollen ze er al af en nemen ze bovendien het aanwezige vuil mee.' Blijkbaar zorgt de combinatie van de microstructuur van het blad en de daarop aanwezige waterafstotende wasachtige kristallen voor die zelfreiniging. Het fenomeen doet zich ook voor op andere bladeren (zoals bij kool, riet, Indiase waterkers en tulpen) en bij dieren (de vleugels van vlinders en waterjuffers). Dit zogenaamde Lotus-effect bracht Philips Domestic Appliances and Personal Care (DAP) onder de

Projectteam van de Universiteit Twente: Max Groenendijk en Johan Meijer. Onno Post (Philips DAP) en Ton Bastein (TNO TPD) ontbreken





In metaal aangebrachte microstructuur middels femtoseconde gepulste laserablatie: vierkante gaten (links) en een complexe geometrische structuur (rechts)

aandacht tijdens een innovatiesymposium van SenterNovem in 2002. Diverse onderzoeksinstituten waren geïnteresseerd in het onderwerp en de toepassing ervan op 3D oppervlakken. Het gevolg was een IOP-project dat een samenwerkingsverband vormt tussen de Universiteit Twente, TNO TPD en Philips DAP.

### Menselijk haar

Max Groenendijk is de aio die het onderzoek uitvoert: 'De eerste artikelen over het Lotus-effect verschenen in 1997, geschreven door J. Barthlott van de Universiteit van Bonn. Zelfreiniging wordt vooral veroorzaakt door het feit dat de druppels het oppervlak maar op enkele punten raken. Hoe kleiner het contactoppervlak, hoe hoger de hydrofobische kwaliteit ervan omdat het minder energie kost om een druppel te vormen dan om zich te verspreiden.' De resulterende contacthoek tussen druppel en oppervlak is een directe maat voor de zelfreinigende eigenschap: bij een hoek van  $0^\circ$  spreidt het water zich uit tot een mononucleaire laag, bij grote contacthoeken wordt het oppervlak zelfreinigend. Niet alleen tussen water en oppervlak wordt de aantrekkingskracht verkleind, maar ook tussen vuil en oppervlak. Als een druppel over een vuiltje rolt, wordt het nat en blijft het aan de druppel hangen. Zo worden verontreinigingen als bacteriën en stof verwijderd zonder een spoor achter te laten. 'Het betekent dat je door een bepaalde oppervlaktestructuur aan te brengen op materialen die van zichzelf al enigszins waterafstotend zijn, deze heel eenvoudig kunt reinigen: simpelweg door er water over te laten stromen.' De benodigde microstructuur bestaat uit geometrische elementen van 1-20  $\mu\text{m}$  met een afstand van 1-20  $\mu\text{m}$ . In combinatie met de vereiste dieptenauwkeurigheid vraagt dat heel wat van de bewerkingskwaliteit. Johan Meijer kwam met het idee om femtoseconde gepulste laserablatie te gebruiken. 'Conventionele laserapparatuur genereert bij het bewerken van metaal een grote

hoeveelheid warmte. De warmtediffusie veroorzaakt dat het materiaal lokaal smelt en er ontstaat kratervorming; onacceptabele vervormingen als je herhaalbaar, voorspelbaar en nauwkeurig wilt ableren.' Een femtoseconde gepulste laser heeft deze nadelen niet. De pulsen hebben een pulsduur die een miljoen keer zo kort is als die van een conventionele graveerlaser. Max Groenendijk: 'Om een idee te geven van die pulsduur: een lichtpuls kan in één seconde zeven keer de aarde omcirkelen. Een pulsduur van 200 femtoseconden komt niet verder dan de dikte van mensenhaar, ongeveer 60  $\mu\text{m}$ .' Vergeleken met de snelheid waarmee warmtediffusie plaatsvindt, is dit type laser extreem snel. De ontstane warmte blijft daardoor beperkt tot een toplaagje van tien tot vijftig nanometer. 'Door vaker te schieten kun je het gat netjes uitdiepen.'



Effect van de contacthoek tussen druppel en oppervlak op de waterafstotendheid ervan

### Zeeanemonen

'Wat we uiteindelijk in dit IOP-project willen bereiken is de structuur middels spuitgieten overbrengen op een kunststof oppervlak. Dat doen we door het negatief van de structuur aan te brengen op metalen proefplaatjes die we in een matrix plaatsen. Daarna gaan we de zelfreinigende eigenschappen van het kunststof testen', legt Max Groenendijk uit. Een jaar geleden begon hij met het bestuderen van alle beschikbare literatuur om zo het Lotus-effect te doorgronden. Omdat een femtoseconde gepulste laser in Nederland voor onderzoek niet beschikbaar is, voerde hij de eerste experimenten uit in het Laser Zentrum Hannover. 'Ik bracht met verschillende energiedichtheden in metaal gaatjes aan van 1 bij 1 mm en 10  $\mu\text{m}$  diep, om meer te weten te komen over de ablatiesnelheid, de oppervlaktekwaliteit, grenswaarden en de flexibiliteit van het proces. Ik heb ook meer complexe geometrieën geableerd, zoals de combinatie van een ring en conische groeven.' Terug op de universiteit bekeek hij de resultaten met behulp van laser interferometrie en met een elektronenmicroscop. Johan Meijer: 'Ik had al gauw in de gaten dat hij goud in handen had. Het was een mooi voorbeeld van serendipiteit: resultaten vinden waar je niet echt naar op zoek was. Max wilde informatie vergaren over de relatie tussen de ablatiesnelheid en energiedichtheden.' Maar op de foto's is duidelijk te zien dat dit type laserablatie toevallig submicron richels veroorzaakt op de bodem van het gat. Hun richting en grootte zijn in alle experimenten hetzelfde, ongeacht de

Het metalen proefplaatje met lasergeableerde gaten van 1 bij 1 mm





Het blad van de Lotusplant heeft uitstekende zelfreinigende eigenschappen

gebruikte energiedichtheid. De onderzoekers hopen dat deze structuur vergelijkbare zelfreinigende eigenschappen als die van de Lotusplant veroorzaakt. Vervolgonderzoek moet uitwijzen of dit zo is en hoe de structuur kan worden beïnvloed door laserinstellingen te wijzigen. In het geval van de complexe geometrie ontstaat een andere structuur, die iets weg heeft van zeeanemonen. Max Groenendijk: 'We zijn er nog niet uit wat die verschillen veroorzaakt.'

### Samenwerking

Als de kennis op het gebied van laserablatie toeneemt en de juiste structuur kan worden aangebracht, zullen er metalen inzetstukjes van 4 bij 4 cm worden gemaakt om bij Philips DAP proeven te doen met spuitgieten. 'We hopen in de toekomst deze technologie te gebruiken voor de massaproductie van bijvoorbeeld scheerapparaten en keukenapparatuur', zegt Onno Post, laserspecialist in het Advanced Technology Center van DAP. 'Dit soort producten moet makkelijk schoon te maken zijn, ook op moeilijk bereikbare plaatsen. Een oppervlak waar vuil niet aan hecht zou ideaal zijn. Er bestaan wel chemische oplossingen voor dit probleem, zoals Teflon, maar dat krast gauw.' Is het mogelijk om een dergelijke microstructuur door middel van spuitgieten over te brengen op kunststof? 'Ik geloof van wel. We hebben er al eerder proeven mee gedaan die veelbelovend waren. We zijn van plan met verschillende soorten kunststof te werken, zoals PP, ABS en POM. Het zelfreinigende effect is het grootst als het materiaal van zichzelf hydrofoob is, zoals polypropyleen.' In de laatste fase van het project zal TNO TPD metingen doen aan de door Philips gefabriceerde proefstukken om de contacthoeken tussen druppel en het kunststof oppervlak te bepalen.

Om kennisoverdracht tussen onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven te stimuleren, heeft ieder IOP-project een begeleidingscommissie die twee maal per jaar bij elkaar komt. 'We bespreken de voortgang van het project en discussiëren over eventuele problemen', zegt Lex Westland, voorzitter van de begeleidingscommissie en senior researchmedewerker bij Océ Technologies. 'In dit geval hebben we de universiteit gestimuleerd om het onderzoek wat breder te trekken. In het begin lag de focus erg op het creëren van de Lotus-structuur. Naar mijn mening heeft het onderzoek ook waarde als dat niet lukt. We komen in ieder geval meer te weten over welke structuren door laserablatie ontstaan en hoe je dat beïnvloedt. Die kennis is veel breder toepasbaar.' De reden dat Lex Westland betrokken is bij dit project

is zijn interesse in nieuwe bewerkingsprocessen die gebruikt kunnen worden bij het vervaardigen van onderdelen van kopieerapparaten en printers bij Océ. 'In het geval van inkjet printers is het belangrijk de bevochtigingseigenschappen van de *nozzle plate* in de printkop te beheersen. Inkt wordt door gaatjes van 20 tot 30 micron geperst en de richting van de druppels wordt beïnvloed door de bevochtiging van het plaatje. Als je de bevochtigingseigenschappen kunt beheersen, komt dat direct ten goede aan de nauwkeurigheid en dus de printkwaliteit. Een ander voordeel van microstructuren die het Lotus-effect veroorzaken is dat de printkop zelfreinigend zou worden. Het zou geweldig zijn als de papiervezels die op de *nozzle plate* terecht komen, door inktdruppels worden meegenomen.' Lex Westland heeft ook bij andere IOP-projecten in de begeleidingscommissie gezeten. 'Als researchdivisie zijn we altijd op zoek naar samenwerking met anderen. Door deze bijeenkomsten leer ik de andere leden vrij goed kennen. Dat heeft in het verleden wel geleid tot verdergaande samenwerking.'

### Begeleidingscommissie

Diamond Tools Group  
Enrichment Technology Nederland  
House of Innovation  
Océ Technologies  
Philips Centrum voor Fabricage Technieken (CFT)  
Philips Domestic Appliances and Personal Care (DAP)  
SKF Research & Development Company  
TNO Industrie  
TNO TPD  
Stork Veco

### Voor meer informatie over Slijpschijven profileren

Prof. dr. ir. Johan Meijer, Faculteit Construerende Technische Wetenschappen, Universiteit Twente  
Telefoon (053) 489 25 27  
E-mail [j.meijer@utwente.nl](mailto:j.meijer@utwente.nl)  
Website [www.wa.ctw.utwente.nl/staff/groenendijk](http://www.wa.ctw.utwente.nl/staff/groenendijk)

### Projectgroep Lotus textuur

Ton Bastein (TNO TPD)  
Max Groenendijk  
Johan Meijer  
Onno Post (Philips DAP)



## IOP Precisietechnologie

Precisietechnologie is nodig om producten te realiseren met hoge vorm- of maatnauwkeurigheid, maar ook om producten of onderdelen snel en zeer precies te positioneren. Deze technologie is van toenemend belang voor uiteenlopende producten en sectoren als laptopcomputers (met name bij dataopslag), cd-spelers en dvd-recorders, optische en medische instrumenten, gsm-telefoons en de ruimtevaart. Door vérgaande miniaturisatie is het niet mogelijk deze functies met zuiver mechanische middelen te realiseren; een multidisciplinaire systeembenadering is noodzakelijk.

Het IOP Precisietechnologie bestaat sinds 1999. Sindsdien hebben 16 projecten subsidie gekregen voor onderzoek op drie gebieden.

- Bij systeemgericht ontwerpen gaat het om functies die met relatief grote snelheid en/of met zeer grote precisie verplaatsingen kunnen realiseren. Onderwerpen als piezo-actuatoren, precisieverplaatsing in vacuüm en mechanica met snelle algoritme vallen hieronder.
- Binnen het thema 'grenzen aan de maakbaarheid' gaat het om het verhogen van de nauwkeurigheid van bestaande maaktechnologieën door verbeterde procesbeheersing en/of het ontwikkelen van nieuwe productietechnieken. Niet alleen klassieke technieken als fijndraaien of spuitgieten zijn onderwerp van onderzoek, ook nieuwe technologieën zoals lithografisch etsen, bewerking met laser- of röntgenbundels en *chemical vapour deposition*.
- Precisie in de microsteemtechnologie is het derde gebied van dit IOP-programma. Het betreft systemen die bestaan uit sensor(en) en actuator(en), gekoppeld door een regelsysteem en gemaakt met technologieën afkomstig van de chipindustrie. Hieronder vallen fabricagetechnologieën als nat chemisch etsen en de verpakking van MST-devices, zoals de koppeling van optische chips aan glasfiber.

### Voor vragen over IOP Precisietechnologie

Dr. Casper Langerak, secretaris programmacommissie

Telefoon (070) 373 53 12

Fax (070) 373 56 30

E-mail [c.langerak@senternovem.nl](mailto:c.langerak@senternovem.nl)

Website [www.senter.nl/iop-pt](http://www.senter.nl/iop-pt)

## IOP

Een innovatiegericht onderzoeksprogramma (IOP) geeft subsidie aan innovatieve technologische onderzoeksprojecten bij universiteiten en andere non-profit onderzoeksinstituten. De overheid wil op deze manier de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Voorwaarde is dat de projecten aansluiten bij de (lange termijn) onderzoeksbehoeften van het bedrijfsleven. Het programma stimuleert de interactie met bedrijven door hen te betrekken bij de projecten, door kennisoverdracht en door netwerkactiviteiten. Er wordt alles aan gedaan om te zorgen dat ieder programma leidt tot blijvende samenwerking tussen de Nederlandse onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven.

### Rol van het bedrijfsleven

Om de band tussen onderzoekers en bedrijfsleven te verstevigen, biedt een IOP aan bedrijven de mogelijkheid aan het onderzoek deel te nemen. Dat kan bijvoorbeeld op de volgende manieren:

- Zitting nemen in een begeleidingscommissie. Dit is de meest directe manier van kennisoverdracht omdat het lidmaatschap van een begeleidingscommissie nauw contact met een of meerdere projecten garandeert. Het bedrijf blijft op de hoogte van de laatste ontwikkelingen van het onderzoek en kan door de inbreng van praktijkervaring soms mede de richting van het onderzoek bepalen.
- Overnemen of gebruiken van patenten en/of licenties die het rechtstreekse gevolg zijn van het onderzoek aan universiteiten of non-profit onderzoeksinstituten.
- Het creëren van werkervaringsplaatsen voor onderzoekers, zodat de nieuw opgedane kennis snel aan een bedrijf wordt overgedragen en getoetst kan worden in de praktijk.

## Colofon

Dit is een uitgave van **SenterNovem**  
Oktober 2004

**SenterNovem** Den Haag  
Juliana van Stolberglaan 3  
Postbus 93144  
2509 AC Den Haag

Telefoon (070) 373 50 00  
Fax (070) 373 51 00

Algemene informatie en advies:  
Telefoon (070) 373 52 77  
E-mail [info@senternovem.nl](mailto:info@senternovem.nl)  
Internet [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)

**SenterNovem** is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken



De Universiteit Twente (UT) is een ondernemende researchuniversiteit. Gesticht in 1961 verzorgt de UT onderwijs en onderzoek in wetenschapsgebieden die variëren van bestuurskunde en technische natuurkunde tot biomedische technologie.



TNO Industrie is een van de 16 instituten van TNO, Nederlands grootste onafhankelijke onderzoeksinstituut. Het vergroot de concurrentiekracht van bedrijven door hen te ondersteunen met productontwikkeling, met ontwikkeling van materialen en productieprocessen.



Ministerie van Economische Zaken

Aan deze tekst kunnen geen rechten worden ontleend.