

België - Belgique
PB
3500 Hasselt 1
12/867

afgiftekantoor
3500 Hasselt 1
erkenning: P303505

Universiteit Hasselt Magazine

2008

▶▶1

Het strategisch belang van nanotechnologie
Naar een duurzame en intelligente toekomst
Diamant is topmateriaal
Hoe betrouwbaar is micro-elektronica?
Nieuwe generaties DNA-sensoren
Ontwikkeling van keramische metaaloxide nanomaterialen
Karakterisering van materialen

jaargang 3 | 2008

verschijnt viermaal per jaar

januari | april | juli | oktober



DOSSIER

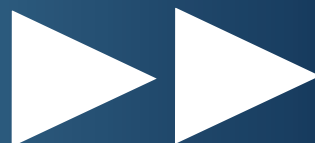
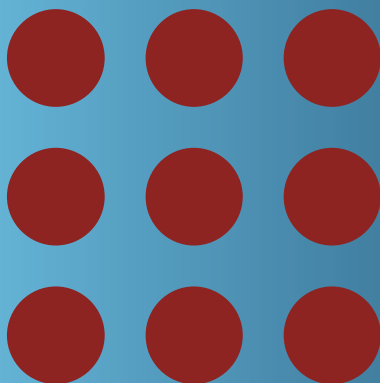
Nieuwe materialen

universiteit
▶▶hasselt

INHOUD



Inhoud	pagina 2
Edito	pagina 3
“Nanotechnologie is van strategisch belang voor innovaties in tal van domeinen” Een rondetafelgesprek over materiaalwetenschappen	pagina 4-7
Naar een duurzame en intelligente toekomst Ontwikkeling van organische en nanogestructureerde elektronische materialen	pagina 8-10
Diamant is topmateriaal Onderzoek naar materialen met een brede bandkloof	pagina 11-13
Wat moet een fysicus met DNA? Onderzoek naar nieuwe generaties DNA-sensoren	pagina 14-16
Duitse toponderzoeker versterkt onderzoek én onderwijs in de nanofysica Odysseus-programma brengt Hans-Gerd Boyen naar IMO	pagina 17-18
Hoe betrouwbaar is micro-elektronica? Een gesprek met Ward De Ceuninck	pagina 19-21
Water als solvent: een chemische uitdaging De ontwikkeling van keramische metaaloxide nanomaterialen	pagina 22-25
Ontwikkeling van nano-elektronica vraagt doorgedreven karakterisering van materialen	pagina 26-29
KORT nieuws	pagina 30
Colofon	pagina 35





EDITO

Een nieuw jaar met een vernieuwd hoger onderwijs

Het hogeronderwijslandschap is de laatste jaren in een ijtempo van gedaante gewisseld, en ook in 2008 staan er grote veranderingen op til.

Ik denk hierbij in de eerste plaats aan de invoering van het nieuw financieringssysteem vanaf 1 januari 2008. In de geest van de Bologna-hervorming voorziet het nieuwe model in één uniform systeem voor de financiering van professionele bachelors, academiserende (hogescholen) en academische (universiteit) opleidingen. Voor elke groep is een deelbudget gedefinieerd, met een onderwijsluik bestaande uit een vaste sokkel en een variabel gedeelte. Voor de academische en academiserende opleidingen komt daar ook een onderzoekluik bij, dat eveneens uit een vast en variabel deel bestaat.

Het nieuw financieringssysteem heeft een aantal consequenties, waaronder een sterke stijging van het aandeel outputgestuurde onderzoeksfinanciering. Terecht werd op verschillende fora de bezorgdheid geuit over een verdere scheeftrekking van de balans tussen onderwijs en onderzoek. Doordat een belangrijk deel van de werkmiddelen losgekoppeld wordt van de onderwijsprestaties en uitsluitend op onderzoeksoutput gebaseerd wordt, kan de neiging ontstaan om de aandacht en energie meer en meer in de richting van onderzoek te verschuiven. Echter, academisch onderwijs is minstens even belangrijk als onderzoek. De UHasselt zal er dan ook nauw op blijven toezien beide taken evenzeer ter harte te nemen.

Minister Vandenbroucke ziet het nieuwe financieringssysteem ook als een instrument om een tweede democratiseringsgolf in het onderwijs mogelijk te maken. Gelijke kansen vormen de rode draad. De UHasselt sluit volledig aan bij deze bekommernis van de minister. Een van de redenen voor de oprichting van het toenmalige LUC was immers het verlagen van de drempel naar het hoger onderwijs voor 'gewone' jongeren uit de Limburgse regio. Nu engageert onze universiteit zich om een nieuwe uitdaging aan te gaan: de toegang van allochtone jongeren tot het hoger onderwijs verhogen. Hiertoe werd onder meer het Expertisecentrum Gelijke Onderwijskansen opgericht, dat onderzoek en acties rond in-, door- en uitstroom van minderheden in het onderwijs bundelt.

Maar hoe staat het eigenlijk met de eerste democratiseringsgolf in Limburg? De voorbije vijf jaar koos meer dan 1 op 3 Limburgse universiteitsstudenten voor een studierichting die de UHasselt aanbiedt. In de rest van Vlaanderen koos slechts 1 op 4 studenten voor één van die studierichtingen. In de door de UHasselt aangeboden studierichtingen is er als het ware een 'overparticipatie' van Limburgse jongeren. Maar er blijft een zware onderparticipatie voor de studierichtingen die de UHasselt niet aanbiedt. Voor rechten bijvoorbeeld is de onderparticipatie in vergelijking met de andere Vlaamse provincies gemiddeld 33 procent in de periode 2001-2006. We zijn dan ook ten zeerste verheugd dat we in september 2008 kunnen starten met de bacheloropleiding in de rechten.

2008 is ook het jaar waarin de academisering van de hogeschoolopleidingen, die bestaan uit een bachelor en een master, verder vorm krijgen. Samen met de partnerhogescholen binnen de Limburgse Associatie gaat de UHasselt ervan uit dat deze academiserende opleidingen na accreditatie in 2012-2013 zullen indalen in de universiteit. De universiteit draagt dan ook nu reeds een grote verantwoordelijkheid om de academisering te doen slagen. Dit vertaalt zich in een paritaire vertegenwoordiging van de universiteit en de hogescholen in de zogenaamde associatiefaculteiten, i.e. de organen die het academiseringsproces aansturen. Er zijn vier associatiefaculteiten actief, met name de associatiefaculteit Industriële Wetenschappen i.s.m. de XIOS Hogeschool, en de associatiefaculteiten Kinesitherapie, Architectuur en Interieurarchitectuur, en Kunsten i.s.m. de Provinciale Hogeschool Limburg.

2008 is tot slot ook het jaar waarin onze universiteit haar 35-jarig bestaan viert. Ter gelegenheid van dit lustrumjaar zullen op 28 mei, de Dies Natalis, in totaal negen eredoctoraten worden uitgereikt. Het meest opmerkelijke eredoctoraat is dat voor Axelle Red. De universiteit wil haar op deze manier eren als sociaal geëngageerd kunstenaar. De andere acht eredoctoraten worden uitgereikt op voordracht van een faculteit of associatiefaculteit.

Luc De Schepper
Rector



“Nanotechnologie is van strategisch belang voor innovaties in tal van domeinen”

Een rondetafelgesprek over materiaalwetenschappen

Het Instituut voor Materiaalonderzoek (IMO) werd opgericht in 1990. Natuurkundigen en scheikundigen werken er nauw samen in de studie en de ontwikkeling van ‘nieuwe materialen’. “De voorbije jaren focusten we ons onderzoek voornamelijk op de ontwikkeling en karakterisering van nieuwe materiaalsystemen voor gebruik in de micro-elektronica”, zegt directeur prof. dr. Harry Martens in een gesprek met de redactie. “Deze materialen zijn noodzakelijk voor de verdere ontwikkeling van de bio-elektronica en de nanotechnologie.” De beide vicedirecteurs, prof. dr. Marc D’Olieslaeger en prof. dr. Dirk Vanderzande, schuiven ook aan tijdens dit gesprek over lichtgevende plasticfolies, keramische nanodeeltjes en piepkleine biosensoren.

Door Ingrid Vrancken

Wetenschappelijk onderzoek gaat doorgaans een vijftal jaren vooraf aan de industriële noden. Is dat bij materiaalwetenschappen ook het geval?

Harry Martens: “Dat kun je zo wel stellen. Ons wetenschappelijk onderzoek gaat de industriële noden op het gebied van micro-elektronica, opto-elektronica, bio-elektronica en nanotechnologie zo’n drie tot tien jaar vooraf. Om voeling te houden met die noden hebben we rond de eeuwwisseling een nauwe samenwerking uitgebouwd met het Leuvense Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum (IMEC). In 2001 werd IMO een geassocieerd labo van IMEC en startte IMEC met een lokale divisie IMOMECE op de campus te Diepenbeek. Binnen IMO wordt vooral het fundamenteel onderzoek uitgevoerd, terwijl de toegepaste onderzoeksprojecten meestal onder IMOMECE-vlag lopen.”

Kunt u ons een idee geven van de omvang van het onderzoek in IMO-IMOMECE?

Marc D’Olieslaeger: “Als ik uw vraag heel letterlijk mag interpreteren: IMO-IMOMECE beschikt over ruim 110 medewerkers: 90 wetenschappers en 20 technici en administratieve medewerkers. Momenteel werken er een 60-tal doctoraatsstudenten aan de voorbereiding van hun doctoraat binnen een sterk interdisciplinair onderzoeksteam (fysici, chemici, ingenieurs, biomedici, ...). Ongeveer 70 procent van het onderzoeksbudget van IMO-IMOMECE wordt gegenereerd door toegepaste onderzoeksprogramma’s die meestal worden uitgevoerd in samenwerking met industriële partners. Het fundamenteel onderzoek, dat 30 procent van het totale onderzoeksbudget omvat, wordt gesteund door de Vlaamse regering via het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek en door de universiteit via het Bijzonder Onderzoeksfonds en de middelen van de eerste geldstroom.”

ZON en LICHT

Een van de onderzoeksthema’s van jullie instituut heeft te maken met ‘plastic elektronica’. Wat kunnen we ons daarbij voorstellen?

Dirk Vanderzande: “De synthese en karakterisering van multifunctionele geconjugeerde polymeren voor toepassing in de elektronica, de zogenaamde ‘plastic elektronica’, is inderdaad een onderzoeksgebied waarin we zeer actief zijn. Deze kennis wordt o.a. toegepast in de ontwikkeling van zonnecellen. Zonnecellen gebaseerd op plastics zijn veel goedkoper in productie dan de klassieke op silicium gebaseerde zonnecellen. Op dit ogenblik is het rendement (van de omzetting van lichtenergie naar elektrische energie) van plastic zonnecellen nog lager dan die van silicium zonnecellen, maar er wordt nog voortdurend vooruitgang geboekt. Dit onderzoek is één



Harry Martens: "Ons wetenschappelijk onderzoek gaat de industriële noden op het gebied van micro-elektronica, opto-elektronica, bio-elektronica en nanotechnologie zo'n drie tot tien jaar vooraf."



Marc D'Olieslaeger: "Het beleid is er op gericht om de valorisatie van de onderzoeksresultaten te stimuleren. Onderzoekoutput met valorisatiepotentieel wordt beschermd met octrooien. Momenteel bekijken we samen met de LRM de mogelijke oprichting van een spin-offbedrijf in het domein van het diamantonderzoek."



Dirk Vanderzande: "Zonnecellen gebaseerd op plastics zijn veel goedkoper in productie dan de klassieke op silicium gebaseerde zonnecellen. Op dit ogenblik is het rendement van plastic zonnecellen nog lager dan die van silicium zonnecellen, maar er wordt voortdurend vooruitgang geboekt."

van de projecten van strategisch basisonderzoek dat door de Vlaamse overheid en door de Europese Unie wordt gesteund. Het is een voorbeeld van een symbiose tussen fundamenteel en toegepast onderzoek."

Harry Martens: "Een ander toepassingsveld voor deze materialen is het omgekeerde proces: lichtgevende plastic folies. Organische lichtgevende diodes op basis van flinterdunne plastic folies (OLEDs) zijn bijzonder energie-efficiënt en kunnen goedkoop en duurzaam geproduceerd worden. In vergelijking met klassieke lichtbronnen zoals gloeilampen en tl-buizen, hebben OLEDs het bijkomende voordeel dat ze als vlakke of zelfs flexibele, dunne plaat kunnen gemaakt worden, wat geheel nieuwe designmogelijkheden biedt voor verlichtings- en signalisatietoepassingen. Lichttegels met instelbare kleur en transparante lichtfolies zullen de verlichting van huizen en bureaus helemaal nieuw vormgeven. Dit onderzoeksthema wordt door de EU gesteund via het Interreg-project OLED+. In dit project wordt de expertise uit de Euregio Benelux Middengebied op het gebied van OLEDs samengebracht. Samen met de Technische

Universiteit Eindhoven nemen wij deel aan dit project."

Dirk Vanderzande: "Opto-elektronica is in de jongste decennia een zeer belangrijke rol gaan spelen in de informatietechnologie. In de telecommunicatie en de datacommunicatie, maar ook bij optische schijfgeheugens, displays, printers en sensoren bieden opto-elektronische technieken een belangrijke meerwaarde ten opzichte van meer conventionele alternatieven. Zo zijn organische halfgeleiders potentieel bruikbaar voor de ontwikkeling van de zogenaamde 'printable electronics'. Elektronische schakelingen worden op een zeer goedkope manier op huishoudtoestellen, gebruiksvoorwerpen, kledingstukken, koopwaren, enz. aangebracht. Op deze wijze kan de onmiddellijke leefomgeving van de mens voorzien worden van elektronische hulpmiddelen en intelligentie. Denken we bijvoorbeeld aan oprolbare beeldschermen of aan zonnecellen die worden gedrukt op bouwmaterialen."

DIAMANT en BIOSENSOREN

Een ander belangrijk onderzoeksthema heeft betrekking op kunstmatig diamant. En dit heeft waarschijnlijk niets te maken met juwelen.

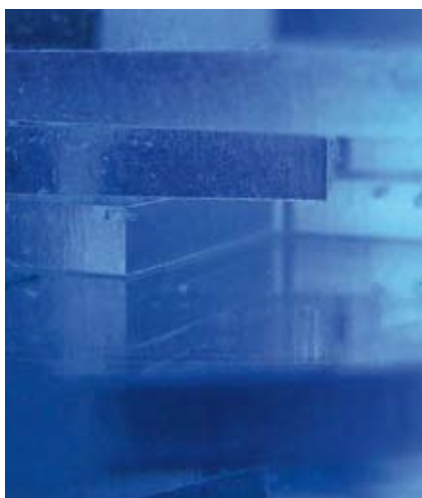
Marc D'Olieslaeger: (lacht) Neen, met juwelen heeft 'ons' diamant niets te maken. Diamant beschikt over zeer interessante eigenschappen voor elektronische toepassingen. Het behoort tot de materialen met brede bandkloof en vertoont halfgeleidende eigenschappen. Deze materialen zijn bijvoorbeeld bijzonder interessant voor de

productie van speciale opto-elektronische componenten zoals diodes die UV-licht uitzenden, lasers en hoge temperatuur en/of hoge frequentie elektronische componenten. De meeste aandacht in ons onderzoek gaat uit naar de productie van dunne films synthetisch diamant met CVD-technieken (Chemical Vapour Deposition) voor optische en elektronische toepassingen. Dit CVD-diamant wordt bestudeerd als potentieel materiaal voor gebruik in bio-elektronica en nano-elektronica. Recent hebben we in opdracht van ESA, het Europees Ruimte Agentschap, diamant UV-detectoren ontwikkeld die zullen worden gebruikt in een UV-camera (LYRA) voor de studie van de zon aan boord van de PROBA2 satelliet."

U raakte het al even aan: de nieuwe materialen voor de micro-elektronica die uw onderzoekers ontwikkelen, zijn ook toepasbaar in biosensoren. Kunt u hiervan enkele voorbeelden geven?

Harry Martens: "De ontwikkeling van biosensoren is momenteel inderdaad een hot topic. De bio-elektronica koppelt micro-elektronica aan biologische systemen om zo uiterst specifieke en gevoelige biosensoren en geavanceerde implantaten te ontwikkelen. Diamant bijvoorbeeld is uitermate geschikt om antilichamen op het oppervlak te binden waardoor het een aantrekkelijk materiaal is voor biosensoren."

Dirk Vanderzande: "Biosensoren zijn zeer gevoelige analysesystemen die opkomende aandoeningen al in een pril stadium kunnen opsporen; dus wanneer de kans op genezing nog het grootst is. Dit vereist dat





we natuurlijke antistoffen rechtstreeks aan detectiesystemen kunnen koppelen zonder dat de antistoffen hun biologische activiteit verliezen. Waar dat niet mogelijk is, proberen we polymere synthetische receptoren te ontwikkelen, die de werking van natuurlijke antistoffen nabootsen. Dergelijke receptoren staan momenteel sterk in de belangstelling omdat zij zeer robuust zijn."

Marc D'Olieslaeger: "Een van de projecten waaraan we werken, is de ontwikkeling van een histamine-biosensor voor intestinale toepassingen. Deze sensor zal worden ingezet bij het onderzoek naar het Irritable Bowl Syndrome. Bij patiënten met deze aandoening leidt een lichte vorm van psychische of fysieke stress al snel tot fysieke klachten, met 'examendiaree' als het meest herkenbare voorbeeld. Het onderzoek bij deze patiënten verloopt nu via een darmspoeling wat hoogst onaangenaam is. Een histaminesensor die de vrijzetting van histamine rechtstreeks op het slijmvlies van de dunne darm kan meten zou een hele verbetering zijn. Het einddoel is een inslikbare sensor die zijn informatie doorseint. Voor dit onderzoeksonderwerp bestaat een hechte samenwerking met het Biomedisch

Onderzoeksinstituut (BIOMED) en met onderzoeksgroepen van de Universiteit Maastricht (UM). Functionele polymeren en diamantlagen zijn geschikte substraten om biomoleculen te binden die op hun beurt er voor zorgen dat er een specifieke interactie met het te detecteren biomolecule kan optreden, interactie die uiteindelijk een elektronisch meetbaar effect heeft."

NANOTECHNOLOGIE

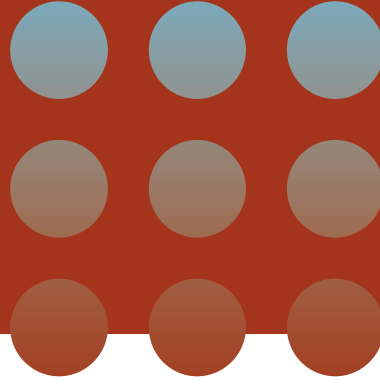
En zo belanden we bijna automatisch bij de nanotechnologie: er wordt wel eens gezegd dat voor de bio-elektronica van het komende decennium de nanotechnologie een onmisbare rol speelt.

Marc D'Olieslaeger: "De nanotechnologie is van strategisch belang voor innovaties in tal van domeinen. Nanotechnologie houdt zich bezig met het creëren van functionele structuren op zeer kleine schaal: de schaal van de nanometer. Het voorvoegsel 'nano' in het woord nanotechnologie slaat op de piepkleine schaal waarop de nanotechnologie zich richt, namelijk de schaal van één tot enkele nanometers. Een nanometer = 1 nm = 10^{-9} meter. Dit komt overeen met de afmetingen van atomen en moleculen.

Dirk Vanderzande: "Heel bekend is de DNA-molecule, waarvan de diameter ongeveer 2 nm bedraagt. Nanotechnologie speelt een sleutelrol om fundamentele biologische processen op hun eigen moleculaire schaal te bestuderen. De processen die in de cel optreden, zijn bovendien een onuitputtelijke inspiratiebron voor allerhande 'geminatueriseerde' machines op nanoschaal, ook los van biomedische toepassingen. Denken we maar aan de ontwikkeling van katalysatoren, zonnecellen, van speciale membraanfilters, van beeldschermen, van intelligente oppervlakken en verbeterde voedselverpakking."

Marc D'Olieslaeger: "Nanotechnologie heeft aansluiting bij verschillende onderzoeksdomeinen van het IMO. Zo is er het onderzoek in het gebied van keramische oxides, de hybride zonnecellen en de moleculaire elektronica. Nanogestructureerde metaaloxide materialen vinden toepassingen als verschillende componenten in micro- en nano-elektronische devices en in zonnecellen. Anderzijds kunnen metaaloxide nanodeeltjes de prestaties van bestaande materialen beduidend verbeteren of er nieuwe eigenschappen aan toekennen: de mechanische eigenschappen van medische implantaten kunnen worden verbeterd alsook hun biocompatibiliteit. Op glas bijvoorbeeld kunnen zelfreinigende of geleidende zones worden aangebracht. De gasdoorlaatbaarheid van verpakkingsmaterialen kan worden gereduceerd, waardoor voed-





sel en drank langer bewaard blijven. Veiligheidslabels kunnen worden aangebracht in en op verpakkingsmateriaal, enz. En dit allemaal met voor het oog onzichtbare nanostructuurtjes. Binnen IMO onderzoeken we niet enkel nieuwe materialen, nieuwe nanostructuren en nieuwe toepassingen. We ontwikkelen ook alternatieve, relatief goedkope en milieuvriendelijke bereidingsmethodes om deze aan te maken.”

Eigenlijk komen we hier terug bij het begin van ons gesprek: de toepassingen van jullie onderzoek voor de industrie. Hoe verloopt dat bij IMO-IMOMECE? Is er bijvoorbeeld een spin-offbeleid?

Harry Martens: “Het volume van het contractonderzoek toont aan dat er een grote interesse is vanuit de industrie voor het onderzoekswerk dat door ons wordt uitgevoerd. Deze samenwerking met de industrie verloopt via verschillende kanalen: langlopende projecten worden uitgevoerd in het kader van IWT-projecten of projecten binnen de Europese Kaderprogramma’s. Ook bilaterale samenwerkingsprojecten, waarbij er geen overheidssteun te pas komt, worden uitgevoerd. De industrie maakt ook dankbaar gebruik van de mogelijkheden die we bieden voor kortlopende opdrachten in het kader van de dienstverlening.”

Marc D’Olieslaeger: “Het beleid is er op gericht om de valorisatie van de onderzoeksresultaten te stimuleren. Onderzoekoutput met valorisatiepotentieel wordt beschermd met octrooien. IMO-IMOMECE heeft het afgelopen jaar verschillende octrooien genomen. Zo bijvoorbeeld zijn de laatste jaren verschillende patenten genomen op synthesemethoden voor organische halfgeleiders. Een ander voorbeeld betreft de patenten op een microbalans en een bimorfe cantilever, beide ontstaan uit het diamantonderzoek. Momenteel bekijken we samen met de LRM of deze knowhow een voldoende solide basis levert voor de oprichting van een spin-offbedrijf.”

Focus op IMO-IMOMECE

Het Instituut voor Materiaalonderzoek (IMO) is een onderzoeksinstituut van de Universiteit Hasselt en werd opgericht in 1990. IMOMECE is de divisie van IMECE die in 2001 werd opgericht door IMECE en geïntegreerd samenwerkt met IMO.

IMO-IMOMECE voert fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek uit in het domein van de materiaalwetenschappen. Het toegepast onderzoek wordt meestal uitgevoerd in samenwerking met de industrie. Daarnaast worden ook jaarlijks een 200-tal dienstverlenende opdrachten uitgevoerd voor de lokale en Vlaamse industrie.

De staf van IMO-IMOMECE is ook betrokken in de opleidingen wetenschappen, biomedische wetenschappen en handelsingenieur. In totaal zijn binnen beide organisaties ongeveer 110 wetenschappers, ingenieurs en technische stafleden actief.

Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen acht onderzoeksgroepen: ‘Organische en nanogestructureerde elektronica’, ‘Brede bandkloofmaterialen’, ‘Organische synthese en karakterisering’, ‘Elektrische karakterisering en fysische analyse’, ‘Toegepaste scheikunde’, ‘Biosensoren’, ‘Nanofysica’ en ‘Anorganische en fysische scheikunde’.

www.imo.uhasselt.be



Naar een duurzame en intelligente toekomst

Ontwikkeling van organische en nanogestructureerde elektronische materialen



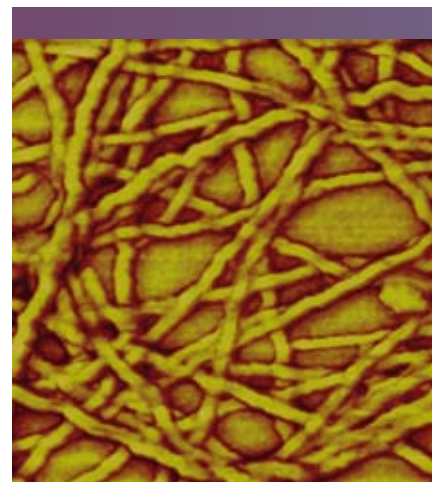
Door Jean Manca

De interdisciplinaire onderzoeksactiviteiten aan het IMO rond 'Organische en nanogestructureerde elektronica' streven enerzijds naar fundamentele inzichten in organisch gebaseerde en nanogestructureerde materiaalstystemen en anderzijds naar de ontwikkeling van nieuwe generatie intelligente en duurzame elektro-optische toepassingen (bijvoorbeeld LEDs, zonnecellen, transistoren, (bio-)sensoren,..). Nanogestructureerde elektrische materialen zijn nieuwe materialen met afmetingen van enkele tot honderden nanometer (1 nanometer = 10^{-9} meter) waarvan men de structuur en elektro-optische eigenschappen tracht te beïnvloeden en te begrijpen. Deze materialen zijn van strategisch belang voor innovaties in tal van domeinen, gaande van micro-elektronica tot energieconversietechnologie.

Van nano voetballen tot elektrische nanodraden

Organische elektronische materialen zijn in feite materialen op basis van koolstofverbindingen en omvatten o.a. halfgeleidende en geleidende polymeren, oligomeren, C_{60} -derivaten (C_{60} = bucky balls = nano voetballen bestaande uit 60 koolstofatomen) en koolstofnanobuizen.

In het dagelijks leven ervaart men polymeren als elektrische isolatoren. Geconjugeerde polymeren zijn echter wel in staat om elektrische stroom te geleiden en worden geleidende polymeren genoemd. De ontdekkers van deze klasse van materialen, Alan Heeger, Alan MacDiarmid en Hideki Shirakawa, werden in 2000 bekroond met de Nobelprijs Chemie. Geleidende polymeren en plastic elektronica vormen één van de kerncompetenties van het Instituut voor Materiaalonderzoek (IMO) van de Universiteit Hasselt.



Elektrische nanodraden

Nanogestructureerde hybride materiaalsystemen omvatten de verschillende combinaties van organische, polymere en/of anorganische materialen (bijvoorbeeld organisch/polymeer, polymeer/polymeer en anorganisch/polymeer). Het basisidee hierbij is het nastreven van een verhoogde functionaliteit door een gecontroleerde combinatie van nanogestructureerde materialen met complementaire elektro-optische eigenschappen.

Nanostructurering van halfgeleidende geconjugeerde polymeren tot nanovezels (diameter: 30-50 nm) is een zeer recente ontwikkeling met het oog op nieuwe generatie, organische, elektro-optische halfgeleidertoepassingen (bijvoorbeeld moleculaire elektronica, organische zonnecellen, transistoren, elektrochrome displays,...). Eén van de toekomstvisies in het domein van moleculaire elektronica is het gebruik van moleculaire draden of vezels als elektrische verbindingen. Nanovezels op basis van geconjugeerde polymeren, gekenmerkt door gedelokaliseerde π -elektronen langs de koolstofketen, zijn in dit opzicht interessant omwille van de hoge intraketen mobiliteitswaarden van de elektrische ladingsdragers.

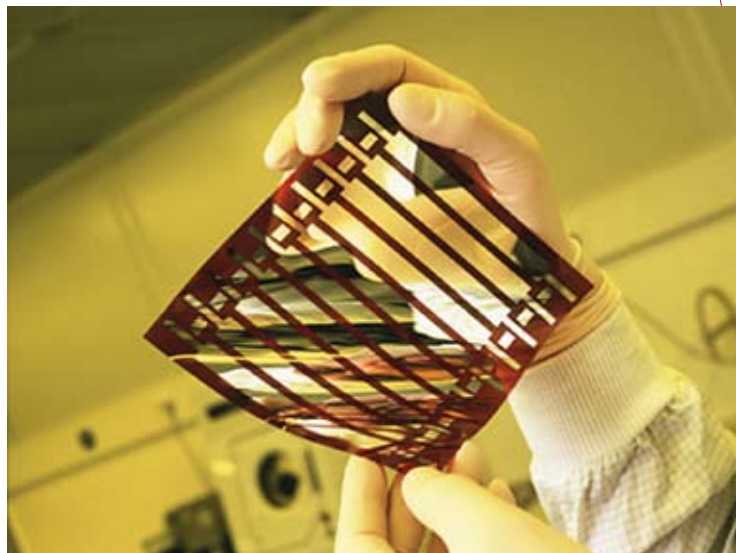
Enkelvoudige en hybride organisch gebaseerde elektronische materialen bieden een interessante mix van nieuwe mogelijkheden, vragen en uitdagingen. Zo onderzoeken we binnen IMO onderwerpen zoals **nanomorfologie**, fundamentele **elektro-optische eigenschappen** en **stabiliteit** van organisch gebaseerde elektronische materiaalsystemen. Deze materiaalsystemen worden bestudeerd in enkelvoudige/hybride dunne filmen en halfgeleidertoepassingen.

Een hiermee aansluitende doelstelling is de ontwikkeling van nieuwe concepten voor organisch gebaseerde en/of nano-

gestructureerde materiaalsystemen die passen in het kader van 'intelligent ambient' en duurzame ontwikkeling. Zo beschikken we over een productielijn voor de ontwikkeling van nanofilms en **prototype elektronische toepassingen** zoals zonnecellen, transistoren, (bio-)sensoren en licht emitterende diodes. Voor deze en toekomstige halfgeleidertoepassingen is het van groot belang om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen fundamentele materiaaleigenschappen en het elektro-optisch gedrag van de bestudeerde halfgeleidertoepassing.

Nieuwe generatie energiezuinige en creatieve verlichting uit plastic

Daar verlichting verantwoordelijk is voor ongeveer 20 procent van het elektriciteitsverbruik, kan energiezuinige verlichting leiden tot een belangrijke energiebesparing en verlaging van CO₂-emissie. OLEDs, organische licht emitterende diodes op basis van flinterdunne plasticfolies, zijn bijzonder energie-efficiënt en kunnen goedkoop en duurzaam geproduceerd worden. Kleurendisplays op basis van organische LEDs zijn reeds commercieel verkrijgbaar en de volgende belangrijke doorbraken worden verwacht op het domein van verlichting.



Een plastic zonnecel

In polymere lichtgevende diodes wordt een zeer dunne (100 nanometer) actieve laag voorzien van twee elektroden en wordt bij het aanleggen van een lage spanning (< 10 Volt) licht gegenereerd, waarbij het gebruikte polymeer bepalend is voor de kleur van het licht. Bijzonder daarbij is dat de lagen aangebracht kunnen worden door middel van eenvoudige, goedkope technieken als spin coaten en inktjet printen. Dit heeft tot gevolg dat licht van verschillende kleuren verkregen kan worden op grote oppervlakken tegen lage kosten en met goede prestaties. De beste OLEDs op basis van polymere of kleine organische materialen behalen momenteel een efficiëntie van respectievelijk circa 40 en 80 lumen/Watt en kunnen dus concurreren met bestaande lichtbronnen (halogeenlamp: 20 lumen/Watt; tl-buis: 90 lumen/Watt).



In vergelijking met deze klassieke lichtbronnen hebben OLEDs het bijkomende voordeel dat ze als vlakke of zelfs flexibele, dunne plaat kunnen gemaakt worden, wat geheel nieuwe designmogelijkheden biedt voor verlichtings-, reclame- en signalisatietoepassingen: lichttegels met instelbare kleur, transparante lichtfolies, lichtgevend behangpapier, lichtgevende kleding,...



Elektriciteit uit zonlicht met flexibele zonnecellen

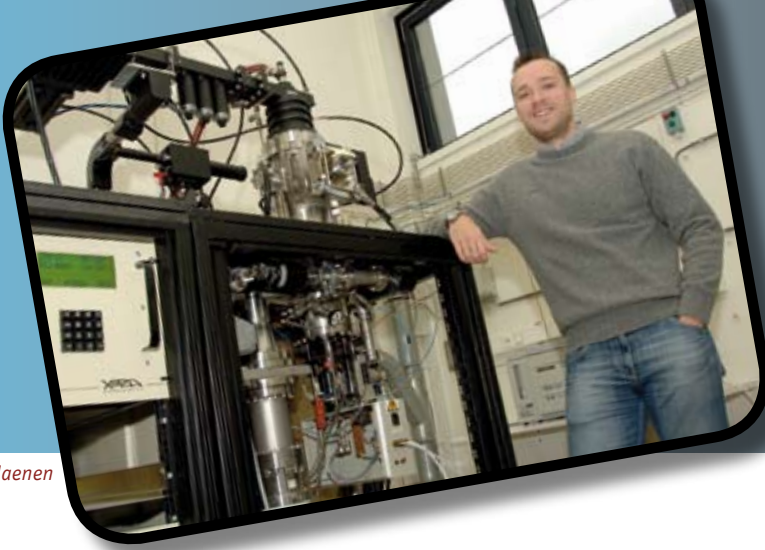
Zonne-energie is ongetwijfeld de meest universele energiebron om op een duurzame wijze in te staan voor een substantieel deel van de energiebehoefte van de toekomst. In het gebied van 'propere' en hernieuwbare energiebronnen nemen zonnecellen dan ook een prominente plaats in. Zonnecellen (= fotovoltaïsche cellen) zetten zonlicht om in elektriciteit en worden gebruikt in tal van toepassingen gaande van satellieten tot parkeermeters. Commercieel verkrijgbare zonnecellen zijn gebaseerd op klassieke anorganische halfgeleiders zoals silicium. Dit zijn ook de basismaterialen voor de chips in computers en draagbare telefoons. Recente ontwikkelingen op het gebied van zonnecellen situeren zich hoofdzakelijk rond het verhogen van de efficiëntie en rond goedkopere productietechnieken.

De prijs voor fotovoltaïsche energieconversie dient hierbij te dalen onder de drempel van 0,1 euro/kWh om voldoende concurrentieel te zijn met klassieke energieopwekking. Enkel op deze manier kunnen zonnecellen op een economische verantwoorde manier op grote schaal geïntroduceerd worden en op die manier bijdragen tot de reductie van CO₂-emissies zoals gestipuleerd door het Kyoto-verdrag. In technologische termen vertaalt zich dit in de nood aan nieuwe halfgeleiders, die in dunne film goedkoop op grote oppervlakken kunnen worden aangebracht, en er een zonnecelfunctie kunnen uitoefenen met 10 procent efficiëntie aan een kost van minder dan 50 euro/m².

Aan het Instituut voor Materiaalonderzoek van de Universiteit Hasselt wordt onderzoek verricht naar twee innovatieve klassen van zonnecellen: de klasse van 'plastic' of organische zonnecellen en de klasse van hybride nanogestructureerde zonnecellen.

Deze innovatieve zonnecelconcepten hebben het potentieel om op grote oppervlakken te worden aangebracht via goedkope productietechnieken zoals o.a. rolcasting, filmcasting en zeefdruk. Bovendien hebben de plastic zonnecellen het bijkomend voordeel van mechanische flexibiliteit. Deze plooibare plastic zonnecellen zouden in folievorm kunnen gebruikt worden in plaats van de huidige starre zonnepanelen. Naast traditionele toepassingen zouden dergelijke plooibare foliezonnecellen gebruikt kunnen worden voor meer exotische doeleinden zoals bijvoorbeeld zonneceljassen om zaktelefoons op te laden of energieleverende tentzeilen. De rendementen van deze nieuwe klasse zonnecellen liggen tot nu toe lager dan voor de traditionele Si-zonnecellen, maar er wordt op dit gebied continu progressie geboekt.

Ken Haenen



Diamant is topmateriaal

Onderzoek naar materialen met een brede bandkloof

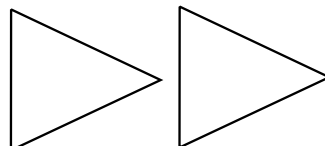
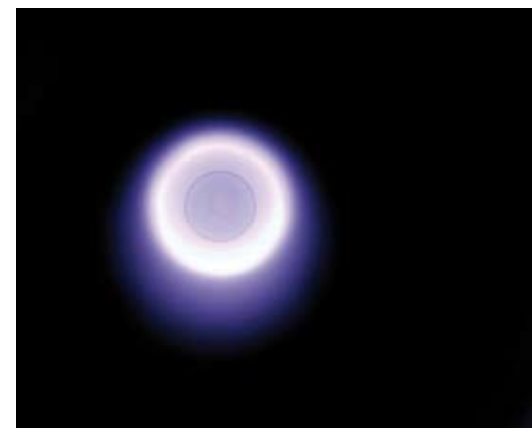
Door Ken Haenen

Voor de meesten onder ons staat diamant synoniem voor het keiharde, mooi geslepen kristal met vele fonkelende facetten. Maar diamant is méér dan dat. Het is ook een halfgeleidend materiaal met een uitzonderlijke combinatie van thermische, mechanische, optische en elektrische eigenschappen. In het Instituut voor Materiaalonderzoek (IMO) interesseren de onderzoekers zich vooral voor de laatste twee kenmerken.

Als je bepaalde eigenschappen van materialen met elkaar vergelijkt, komt diamant zéér dikwijls als winnaar uit de bus. Zo is bijvoorbeeld diamant bij kamertemperatuur de beste warmtegeleider: diamant is zo maar eventjes vijf keer beter dan koper. Een andere interessante eigenschap is het feit dat diamant niet enkel transparant is voor zichtbaar licht; ook infrarode straling en een groot stuk van het UV-spectrum wordt niet door diamant geabsorbeerd.

Het 'groeien' van diamant

Het onderzoek naar diamant en de toepassingen van dit materiaal vragen uiteraard veel monsters. Om niet aangewezen te zijn op het erg dure natuurlijke diamant, gaan we het materiaal dan ook synthetisch aanmaken. Om kunstmatig diamant te maken zijn er verschillende manieren. De onder-





zoekers van IMO gebruiken een chemische dampdepositie waarbij diamant wordt gegroeid vertrekkend van een mengsel van gassen. Omdat diamant volledig uit koolstof bestaat, moet er een koolstofhoudend gas gebruikt worden, namelijk methaan. Verder bestaat het mengsel uit waterstofgas. Dit mengsel wordt in de kamer van het depositietoestel gebracht en met behulp van microgolven wordt een plasma gemaakt. De hete gasdeeltjes uit het plasma gaan zich neerzetten op een veel kouder substraat (typisch 700 à 800 °C), en vormt daar diamant. Dit is zeer eenvoudig voorgesteld en het proces is eigenlijk heel wat ingewikkelder. Er wordt bijvoorbeeld tegelijkertijd ook grafiet afgezet op het substraat. Je weet wel, de vorm van koolstof die je terugvindt in je potlood. Deze vorm van koolstof hebben we ook liever niet in ons materiaal. Gelukkig zorgt het waterstof in het plasma ervoor dat dit grafiet wordt weggeëet van het substraat zodat enkel diamant overblijft.

Diamant kan afgezet worden op verschillende materialen, zo ook op diamant zelf. Het bestaande kristalrooster van het substraat wordt dan gewoon verder gezet tijdens de diamantgroei. Voor de specialisten: dit is een homoepitaxiale groei van een éénkristal. Er worden zowel dunne (enkele micrometer) als dikke diamantlagen van meer dan een halve millimeter gemaakt.

Een 'zonneblinde' UV-sensor

Zeer interessant wordt het wanneer we op gecontroleerde manier onzuiverheden aan de dunne diamantlagen toevoegen. Op deze manier kunnen we de geleidbaarheid van het materiaal gecontroleerd gaan vergroten en het materiaal gebruiken als halfgeleider. Door een fosfor- of boorbevattend gas toe te voegen aan het plasma worden zowel n- als p-type geleidende diamantfilms gemaakt en daarmee pn-juncties die volledig uit diamant bestaan! Dit klinkt misschien allemaal wel wat ingewikkeld maar een pn-junctie is niets minder dan de basis van de huidige micro-elektronica gebaseerd op silicium. Het voordeel van een diamant pn-junctie is onder andere dat ze bij veel hogere temperatuur kan werken, maar tevens dat ze transparant is voor het zichtbare gedeelte van het licht. Van deze eigenschap hebben we gebruik gemaakt om een 'zonneblinde' UV-sensor te maken. Bij deze sensor, die gebruikt wordt om de zon te bestuderen aan de hand van het uitgezonden UV-licht, zijn er geen filters meer nodig zijn om ongewenst zichtbaar licht te verwijderen die de sensor zouden kunnen satureren. Het wetenschappelijke instrument LYRA, deel van de PROBA-II satelliet, zal verschillende van onze diamant UV-sensoren aan boord hebben. Voor deze ontwikkeling hebben we samengewerkt met onze collega's van het NIMS in Japan.





Diamant als isolator

Dikke diamantfilms worden afgezet zonder onzuiverheden toe te voegen. Diamant gedraagt zich dan als een uitstekende isolator die gebruikt kan worden om zéér grote spanningen te schakelen. Ook kan dit soort diamant gebruikt worden als stralings- of deeltjesdetector bij deeltjesversnellers zoals die bijvoorbeeld aan het CERN in Genève gebruikt worden. Hiervoor is het nodig dat de gegroeide kristallen zo zuiver mogelijk zijn en op een reproduceerbare manier gegroeid kunnen worden. Veel aandacht gaat dan ook naar het fundamentele groei-mechanisme voor deze films en het vergroten van de gegroeide kristallen.

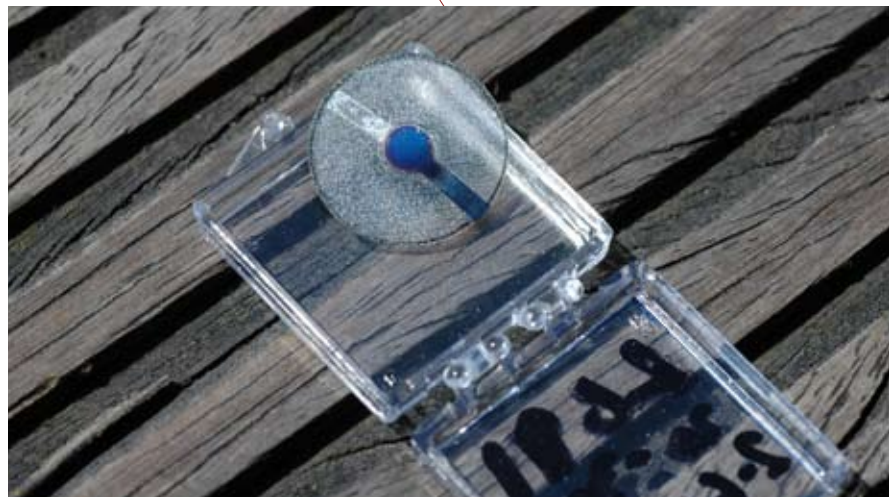
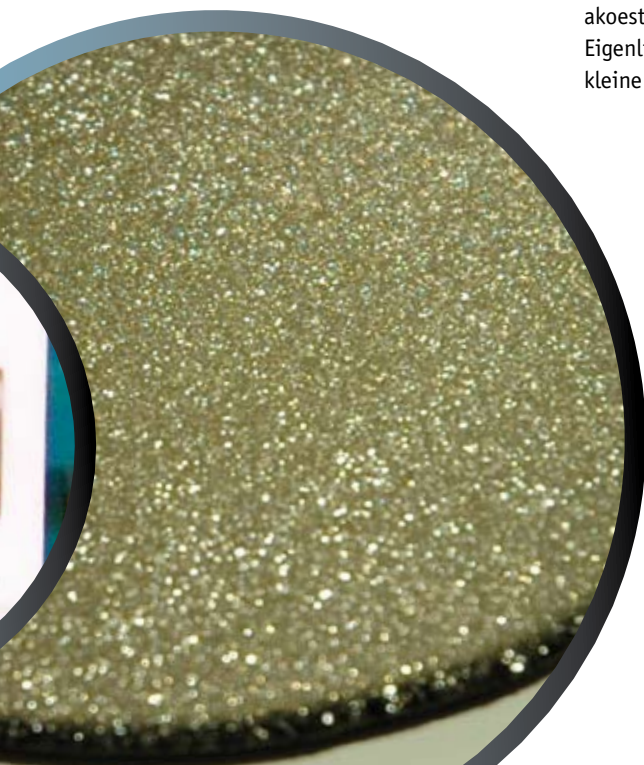
Wanneer een ander materiaal dan diamant gebruikt wordt als substraat (bijvoorbeeld silicium of kwarts), bestaat de afgezette film uit verschillende kleine diamantkristalletjes. Het is dan mogelijk om diamantschijven te maken met een doorsnede van meerdere centimeter en meer dan een millimeter dik!

Nanokristalijndiamant

Momenteel gaat er binnen ons onderzoek veel aandacht naar nanokristalijndiamant (NCD). Zoals de naam het zelf zegt, is de grootte van de korrels die de film vormen in de orde van enkele nanometer tot een paar honderd nanometer. Om dit te bereiken is het noodzakelijk dat het substraatmateriaal op een speciale manier behandeld wordt. Er wordt gebruik gemaakt van diamantdeeltjes met een grootte van slechts 5 nanometer. Deze deeltjes worden op een speciale manier in oplossing gebracht zonder dat ze samenklitten en neerslaan. Vervolgens brengen we het materiaal waarop we diamant willen groeien in deze oplossing en gaan dit ultrasoon (geluidsgolven met zeer hoge frequentie) trillen. Hierdoor krijgen we een dunne laag van deze kleine deeltjes op het oppervlak die de kiemen vormen waarop de diamantfilm gaat groeien. De kunst bestaat er in de dichtheid van de kiemen op het oppervlak zeer groot te maken zodat zéér snel een zéér dunne en gesloten film kan worden gegroeid. Lagen dunner dan 100 nanometer zijn natuurlijk opgebouwd uit kleine korrels en we hebben dus een nanokristalijne diamantfilm afgezet. Een dergelijke dunne film vertoont geen lichtabsorptie en is dus ook niet zichtbaar op een transparant materiaal zoals bijvoorbeeld glas. Het wordt dus mogelijk om een harde, slijtvaste deklaag af te zetten zonder dat hierdoor de zichtbaarheid beïnvloed wordt!

Akoestische sensoren

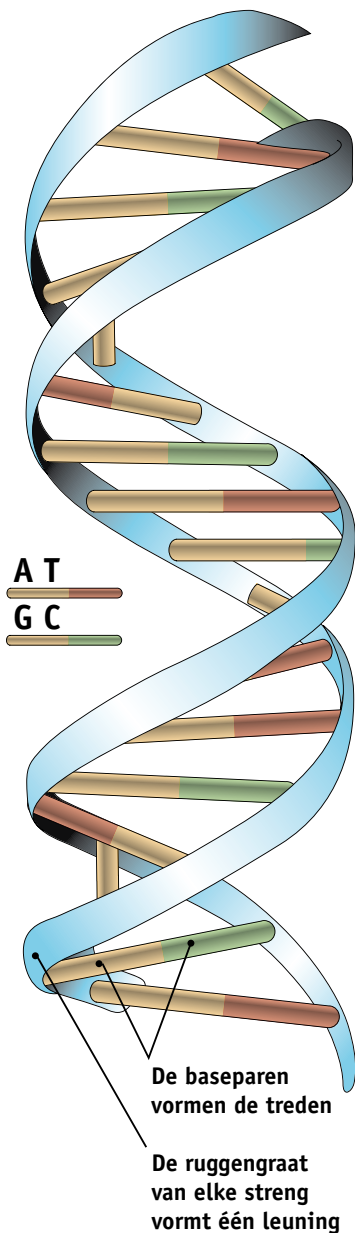
NCD is een hoogst interessant materiaal. Zowel voor fundamenteel onderzoek als voor allerlei toepassingen. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om deze dunne lagen supergeleidend te maken wanneer er grote concentraties boor toegevoegd worden aan de film. De aanwezigheid van boor zorgt er ook voor dat het diamant blauw gekleurd wordt. Aangezien het diamantoppervlak vele interessante eigenschappen heeft, is het ook een aantrekkelijk materiaal om te gebruiken in allerlei sensoren. Een van de mogelijkheden is om NCD te combineren met zogenaamde piezo-elektrische materialen. Dit zijn materialen die beginnen te trillen wanneer er een elektrische spanning op gezet wordt. Digitale horloges bevatten bijvoorbeeld allemaal een trillend kwartskristal. Wanneer we nu een dunne laag NCD groeien op een stukje piezo-elektrisch materiaal, is het dus mogelijk om deze combinatie te laten trillen. Dit is de basis van wat men akoestische sensoren noemt. Een recent ontwikkelde toepassing is de 'diamond nanobalance'. Eigenlijk is dit een zeer gevoelige weegschaal die kan worden gebruikt om verschillende zeer kleine hoeveelheden chemische en biologische stoffen te detecteren.



Wat moet een fysicus met DNA?

Door Sylvia Wenmackers en Patrick Wagner

Onderzoek naar nieuwe generaties DNA-sensoren



De erfelijke eigenschappen van een mens staan beschreven in zijn DNA, in een alfabet van vier letters (of basen): A, T, G en C. Het DNA bestaat uit een lange streng, de ruggengraat van het molecuul, met daaraan de basen in een welbepaalde volgorde. De basen van twee strengen kunnen in elkaar passen als puzzelstukjes. Als dit gebeurt, krullen ze op tot de befaamde dubbelhelix vorm (zie figuur 1). In medische laboratoria, zoals het BIOMED en in ziekenhuizen, zijn de onderzoekers zeer bedreven in het lezen van de ATGC-volgorde. In het Instituut voor Materiaalonderzoek (IMO) bekijken we het DNA eerder als een polymeer. Ook dan blijkt het over bijzondere mechanische, elektrische en optische eigenschappen te beschikken. De flexibiliteit van DNA neemt bijvoorbeeld sterk af wanneer twee strengen koppelen. Bovendien is de ruggengraat sterk elektrisch geladen. Zonder twijfel een boeiende molecuul, dat DNA!

Figuur 1: De basen van twee DNA-strengen kunnen in elkaar grijpen als puzzelstukjes. Beide strengen krullen op tot een dubbelhelix, een vorm die lijkt op een wenteltrap.



Sylvia Wenmackers en
Patrick Wagner

Genetische tests gebruiken DNA met een gekende ATGC-volgorde dat met één uiteinde op een oppervlak gehecht is. Daar voegt men het te onderzoeken DNA aan toe: het DNA zal geheel, gedeeltelijk of helemaal niet binden met het gekende DNA op het oppervlak (de 'hybridisatie'-stap). Dergelijke technieken worden al volop gebruikt in ziekenhuizen, maar ze kunnen zeker nog ingrijpend verbeterd worden. Het zou inte-

ressant zijn om een herbruikbare DNA-sensor te maken, met een elektronische uitlezing, hetgeen veel sneller resultaat geeft dan de gebruikelijke, optische methoden. Wetenschappelijk is het ook interessant om beter te begrijpen hoe DNA zich op het sensoroppervlak gedraagt: wat is de dichtheid van de laag en hoe zijn de DNA-moleculen georiënteerd?

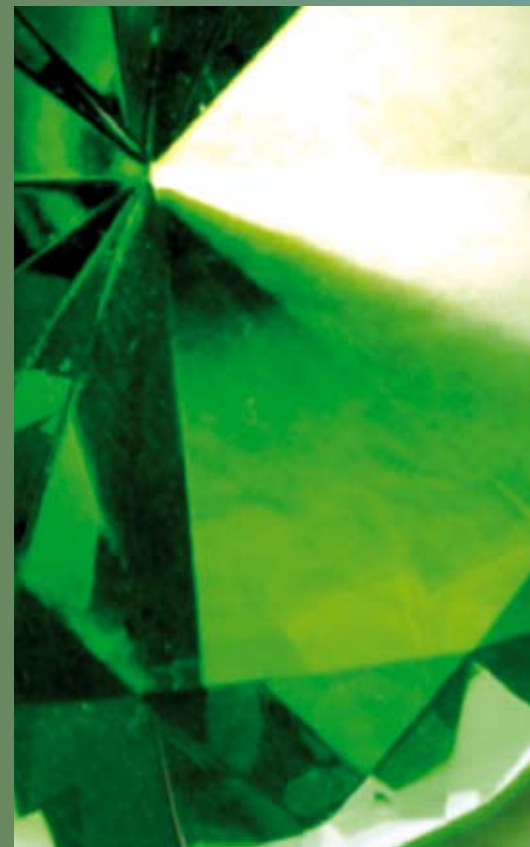
Stabiele en herbruikbare biosensoren

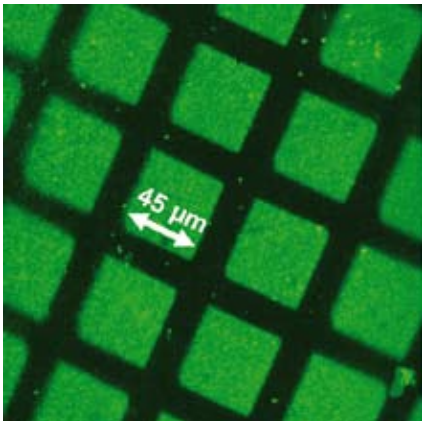
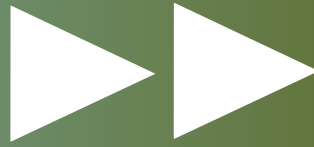
De BIOSensor-groep van IMO-IMOMEC doet onderzoek naar al deze facetten, in nauwe samenwerking met het Biomedisch Onderzoeksinstituut (BIOMED) van de UHasselt. Zoals u elders in dit nummer kunt lezen, heeft IMO-IMOMEC expertise in het afzetten en onderzoeken van dunne diamantlagen op silicium. Deze diamantfilms zijn uitermate geschikt als basis voor stabiele en herbruikbare biosensoren.

IMO-IMOMEC-onderzoekers ontwikkelden een eenvoudige en efficiënte methode om DNA aan diamant te hechten. Eerst wordt er een linkerlaag van vetzuren aangebracht, gebruikmakend van de zeer stabiele binding tussen de koolstofatomen van het diamant en de vetzuren. Daaraan wordt dan het DNA gekoppeld.

De door het IMO ontwikkelde methode om DNA aan diamant te koppelen, blijkt een ideaal vertrekpunt voor een sensor met snelle, elektronische uitlezing: enerzijds is er de uitgesproken negatieve lading van DNA-moleculen, anderzijds de halfgeleidende eigenschappen van diamant, waarmee de verandering van ladingen aan het oppervlak te detecteren zijn. De ladingsverandering door de binding van het DNA aan het oppervlak, kan gemeten worden door het aanleggen van wisselspanningen tussen de vloeistof rond het DNA en de diamant-elektrode.

De eerste resultaten werden recent gepubliceerd in het vaktijdschrift Langmuir. De methode blijkt zelfs gevoelig genoeg om onderscheid te maken tussen DNA dat perfect past, of slechts één letter verschilt van de perfecte match. De tijd vereist om de strengen weer uiteen te trekken (de 'denaturatie'-stap), blijkt in het tweede geval meetbaar korter.





Patronen

Met een gelijkaardig proces dat 'glow in the dark'-stickers doet oplichten, kunnen we zien of het DNA op het diamantoppervlak aanwezig is. Hiervoor hangen we vooraf fluorescerend merkmoleculen aan de uiteinden van de DNA-moleculen. Met de fluorescentiemicroscopie sturen we dan zichtbaar licht naar het oppervlak en de merker zal zwak licht met een langere golflengte uitzenden. Dit signaal wordt versterkt, en door vervolgens het oppervlak lijn per lijn af te gaan, wordt op de meetcomputer een beeld van het oppervlak opgebouwd. Door vooraf patronen in de linkerlaag aan te brengen, kan het DNA enkel op welbepaalde plaatsen van het diamanten sensoroppervlak aanhechten.

In figuur 2 kunnen we de fluorescentie-opname van zo'n DNA-patroon zien. De vierkanten zijn 45 micron breed: dit is smaller dan de diameter van een haar! Deze patronen zijn onontbeerlijk om meerdere tests parallel te kunnen uitvoeren op één enkele sensor.

Figuur 2: DNA op diamant in vierkante patronen van 45 bij 45 micron (letterlijk haarfijn), zichtbaar gemaakt met fluorescentie.

Oriëntatie van DNA

Ook zonder labels kunnen we DNA onderzoeken: met UV-licht, natuurlijk in voldoende lage dosissen om het DNA niet te beschadigen. De dubbelhelix lijkt op een wenteltrap, waarbij de treden de basen zijn en de leuning de ruggengraat van de strengen (figuur 1). De 'treden' en de 'leuning' zullen andere golflengten van het UV absorberen. Door dit zorgvuldig op te meten, samen met de polarisatie van het UV-licht, heeft de BIOSensor-groep de gemiddelde hoek van de DNA-moleculen op de diamanten sensoroppervlakken kunnen achterhalen (figuur 3). Deze hoek hangt natuurlijk af van de lengte van het DNA, en of het enkel- dan wel dubbelstrengig is.

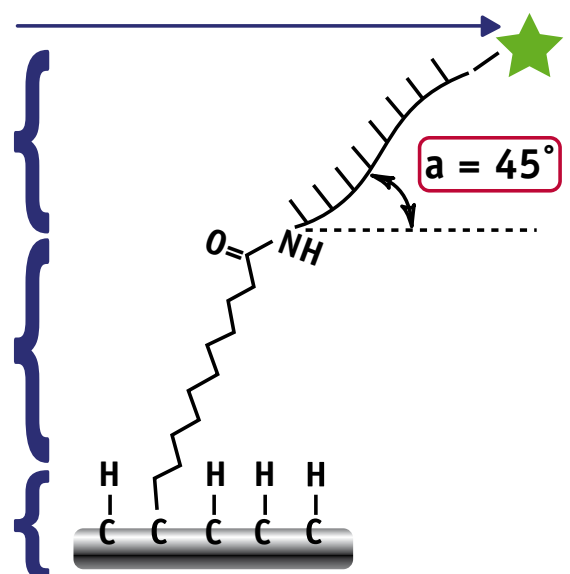
Momenteel wordt de hand gelegd aan een rapport met de eerste resultaten. Verdere metingen zijn gepland en zullen worden uitgevoerd aan het BESSY-synchrotron in Berlijn.

Fluoresceren merkmolecule

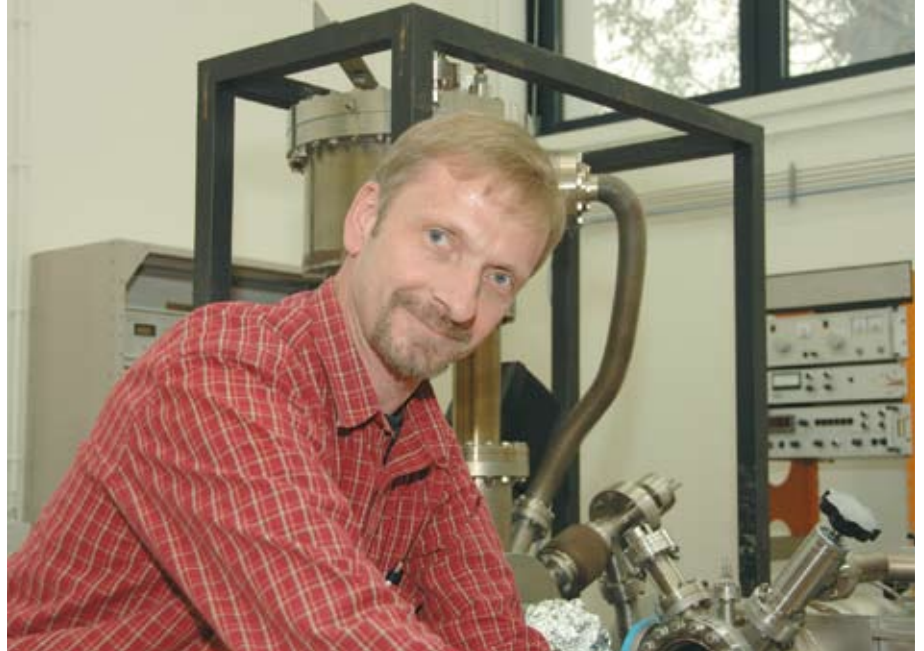
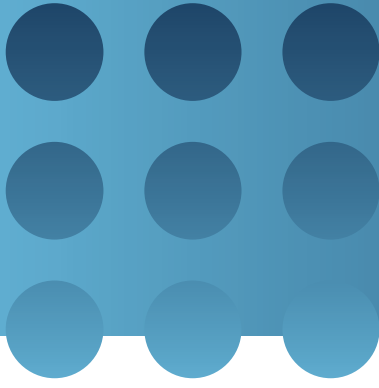
DNA van 8 basen

Linkerlaag van vetzuren

Diamantoppervlak



Figuur 3: De helling van korte DNA-moleculen op een diamanten sensoroppervlak kan worden bepaald met behulp van UV-licht.



Hans-Gerd Boyen: "Moleculaire elektronica is een van de snelst groeiende onderzoeksgebieden in de nanowetenschappen. Het heeft het potentieel om de gevestigde siliciumgebaseerde elektronica aan te vullen en op termijn misschien zelfs te vervangen."

Duitse toponderzoeker versterkt onderzoek én onderwijs in de nanofysica

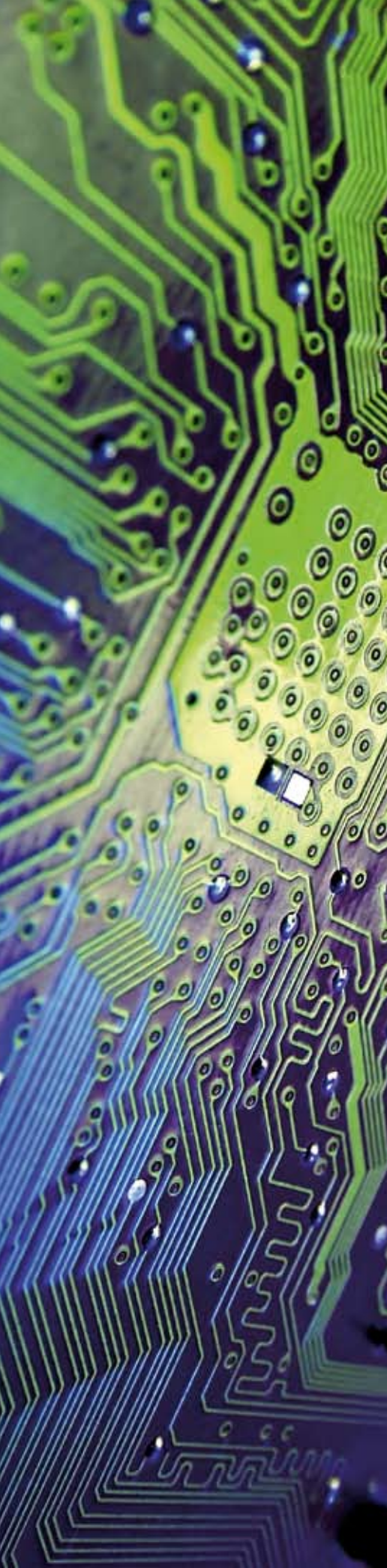
Odysseus-programma brengt Hans-Gerd Boyen naar IMO

Met het Odysseus-programma wilde voormalig minister voor Wetenschapsbeleid Fientje Moerman excellent onderzoekstalent naar Vlaanderen brengen, ofwel door het terughalen van gereputeerde Vlaamse onderzoekers die in het buitenland werken, ofwel door het aantrekken van excellente buitenlandse onderzoekers.

Door Ingrid Vrancken

De betrokken onderzoekers krijgen gedurende een periode van vijf jaar een ruime financiering, waarmee zij een stevige onderzoeksomgeving kunnen uitbouwen, via het aantrekken van postdoctorale onderzoekers en doctorandi. De Vlaamse regering heeft hiervoor jaarlijks 12 miljoen euro uitgetrokken.





Expertenteams

Aanvragen konden door de Vlaamse universiteiten bij het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen (FWO) worden ingediend. Het FWO heeft voor de beoordeling ervan beroep gedaan op internationale expertenteams.

In totaal werden door het FWO een twintigtal door de Vlaamse universiteiten ingediende dossiers goedgekeurd. Daartoe behoorde de aanvraag van de Universiteit Hasselt voor prof. dr. Hans-Gerd Boyen (Instituut voor Materiaalonderzoek - IMO). De Duitse professor Boyen (50 jaar) was professor aan de Universiteit van Ulm. Hij is nu benoemd aan de UHasselt als voltijds hoogleraar in de faculteit Wetenschappen, vakgroep natuurkunde, en zal zich op onderzoeksvlak toeleggen op materiaalonderzoek, meer bepaald op het ontrafelen van nieuwe structuren in de moleculaire elektronica.

Moleculaire elektronica

Moleculaire elektronica is een van de snelst groeiende domeinen in de nanowetenschappen, omdat het in de toekomst mogelijk de silicium-gebaseerde technologie kan aanvullen of zelfs vervangen. Voor IMO-IMOMEK, eveneens actief in de nanowetenschappen, past de komst van professor Boyen perfect in de onderzoeksstrategie. Moleculaire elektronica is bovendien een interdisciplinair onderzoeksgebied met de life sciences, waarin IMO een hechte samenwerking heeft met het Biomedisch Onderzoeksinstituut (BIOMED) van de UHasselt en met onderzoeksgroepen van de Universiteit Maastricht (UM).

Hans-Gerd Boyen : "Moleculaire elektronica is een van de snelst groeiende onderzoeksgebieden in de nanowetenschappen vanwege het potentieel om de gevestigde siliciumgebaseerde elektronica aan te vullen en op termijn misschien zelfs te vervangen. Bij een verder doorgedreven miniaturisatie zullen binnenkort nanogestructureerde organische entiteiten (enkelvoudige moleculen of kleine groepjes van moleculen) met aangepaste fysische en chemische eigenschappen kunnen fungeren als elektronische schakelaar, elektronisch geheugen of als sensor voor biomoleculen. Om de verwachtingen van de moleculaire elektronica waar te maken, moeten we evenwel nog heel wat onderzoekswerk doen naar bijvoorbeeld het ladingstransport doorheen een metaal-molecule-metaal-contact of naar de interactie tussen individuele moleculen in biosensortoepassingen."

"We gaan ons vooral toeleggen op de fenomenen gerelateerd aan de hechting van metaalelektrodes aan moleculen. Gebruikmakend van zelfassemblage van moleculaire structuren gaan we de dichtheid van nano-elektronische structuren proberen te verhogen en gaan we functionele biomoleculen manipuleren."

Master bio-elektronica en nanotechnologie

Collega Patrick Wagner is opgetogen met de komst van Hans-Gerd Boyen: "Hij brengt immers heel wat expertise mee die in België absoluut uniek is. IMO-IMOMEK kan nu zeker met de besten mee. Hans-Gerd heeft op enkele maanden tijd al heel wat contacten gelegd binnen de Belgische 'physics community' waarin de samenwerking tussen de verschillende universiteiten al altijd een grote rol heeft gespeeld. Verder draagt hij ook zijn steentje bij in de bachelor fysica en in de master bio-elektronica en nanotechnologie. De studenten leren bij hem niet 'uit het boekje', maar uit eerste hand van een toponderzoeker die de hele evolutie van de nanowetenschappen zelf mee op gang heeft getrokken."



Hoe betrouwbaar is micro-elektronica?

Een gesprek met Ward De Ceuninck

Het begrip betrouwbaarheid binnen de context van de micro-elektronica vraagt een woordje uitleg. Betrouwbaarheid van micro-elektronische toestellen, instrumenten of dragers staat al geruime tijd in de belangstelling. Zo vinden we het vanzelfsprekend dat we elke dag opnieuw feilloos op onze laptop kunnen werken. Ook onze auto steekt vol met micro-elektronica en normalerwijze treden er gedurende een zekere gebruikperiode geen relevante betrouwbaarheidsproblemen op. Voorwaarde is evenwel dat de ontwikkelaar van elektronica voldoende rekening houdt met het betrouwbaarheidsaspect. Want eigenlijk begint het allemaal geruime tijd vóór de productiefase. We kloppen aan bij prof. dr. Ward De Ceuninck, verbonden aan IMO-IMOMEK en specialist op het gebied van betrouwbaarheidsfysica.

Wat maakt het nu zo moeilijk om een elektronicasysteem betrouwbaar te maken?

Ward De Ceuninck: "Het heeft allemaal te maken met aantallen en schaalgrootte. Laten we het kloppend hart van je laptop, de microprocessor, even als voorbeeld nemen. Je wil uiteraard een krachtige laptop zodat je programma's vlot werken. Bovendien wil je dat het toestel liefst zo compact mogelijk is zodat je hem overal mee naartoe kan nemen. Eén van de belangrijkste onderdelen van je microprocessor zijn transistoren, meerbepaald mosfet transistoren die in een bepaalde configuratie zijn opgebouwd. Maar om je favoriete software vlot te laten draaien, ga je het niet redden met een paar duizend transistoren. De recentste microprocessors bevatten al gauw meer dan een miljard transistoren. Bovendien moet je bedenken dat transistoren vaak drie tot vier aansluitpinnen bezitten. De opdracht

bestaat er dan in om één miljard transistoren, met elk drie tot vier aansluitingen, met elkaar te verbinden. Deze verbindingen worden in het vakjargon 'interconnects' genoemd. We spreken in veel gevallen dus over een paar miljard verbindingen. Er zitten echter nog tal van andere componenten in je microprocessor waardoor de complexiteit van de materie nog verder opgedreven wordt. Maar uiteraard wil je een compacte oplossing. Je wilt toch geen laptop ter grootte van je bureau of je sofa? Nee, je verkiest een zo compact mogelijk toestel en gezien de microprocessor maar een fractie uitmaakt van je volledige laptop moet alles terecht komen op een tiental vierkante centimeter. Dat klaar krijgen is op zich al geen makkelijke opdracht. Maar het is nog veel moeilijker om dat wonderbaarlijk stukje techniek gedurende jaren betrouwbaar te laten werken."

VEEL en KLEIN

Oké, micro-elektronica moet klein en krachtig zijn. Maar wat zijn nu eigenlijk de grote vijanden van de betrouwbaarheid?

Ward De Ceuninck: "Laten we beginnen met één van de belangrijkste: de hoeveelheid. Hoe kan dat nu een probleem vormen? Laat me dit even verduidelijken aan de hand van een gloeilamp. Stel dat je klein behuist bent, dan heb je aan een paar gloeilampen genoeg om je studio te verlichten. Het zal je opvallen dat je zelden een lamp moet vervangen. Laten we nu eens het geval bekijken van een groot warehouse waar duizenden lichten branden. Daar valt er altijd wel ergens een kapotte lamp te bespeuren. Indien er op regelmatige basis vervangen wordt, is dat geen drama want met hier en daar een defecte lamp kunnen we nog wel leven. In een microprocessor is het echter anders gesteld. Indien een individuele transistor de geest geeft, is het zeer waarschijnlijk dat je laptop het voorbekeken houdt."

"Een andere belangrijke vijand van de betrouwbaarheid is schaalverkleining. Je wil steeds een krachtigere configuratie bij een in het slechtste geval gelijkblijvende grootte. Dat impliceert dat de transistoren van gisteren vandaag alweer een maatje kleiner worden gemaakt. Bedenk dat de eerste generaties microprocessors gebruikmaakten van transistoren met een minimum dimensie van ongeveer 45 micrometer. Nu worden commerciële producten aangeboden waarbij de karakteristieke dimensie van een transistor duizend keer kleiner is. Dat wil dus zeggen dat je op een gegeven oppervlak één miljoen keer meer transistoren plaatst."

"Bovendien is er nog een ander voordeel verbonden aan de schaalverkleining: de transistor op zich wordt sneller. Maar die schaalverkleining is dan weer een probleem aan het worden voor de betrouwbaarheid

van de schakeling. Je begint tegen de grenzen van het fysisch haalbare aan te lopen. Door die miljarden flinterdunne interconnecties lopen heel kleine elektrische stroompjes."

"Op zich baren we ons geen zorgen als we spreken over stroom van één microampère. Dat lijkt ontielig klein in vergelijking met de stroom die richting je gloeilamp loopt. Maar als je nu de stroomdichtheid berekent (stroom per oppervlak) kom je al gauw aan duizelingwekkende getallen. Wat dacht je van 1.000 Ampère door je kabelnetwerk thuis?? Zeker als je bedenkt dat iedere kring afgezekerd is met een 16A zekering. Bij deze extreme belastingen gebeuren eigenaardige zaken. Er vormen zich dan gaten en ophopingen langsheen de interconnecterende metaalbaan, en dat kan aanleiding geven tot onderbrekingen of kortsluitingen."

HITTE

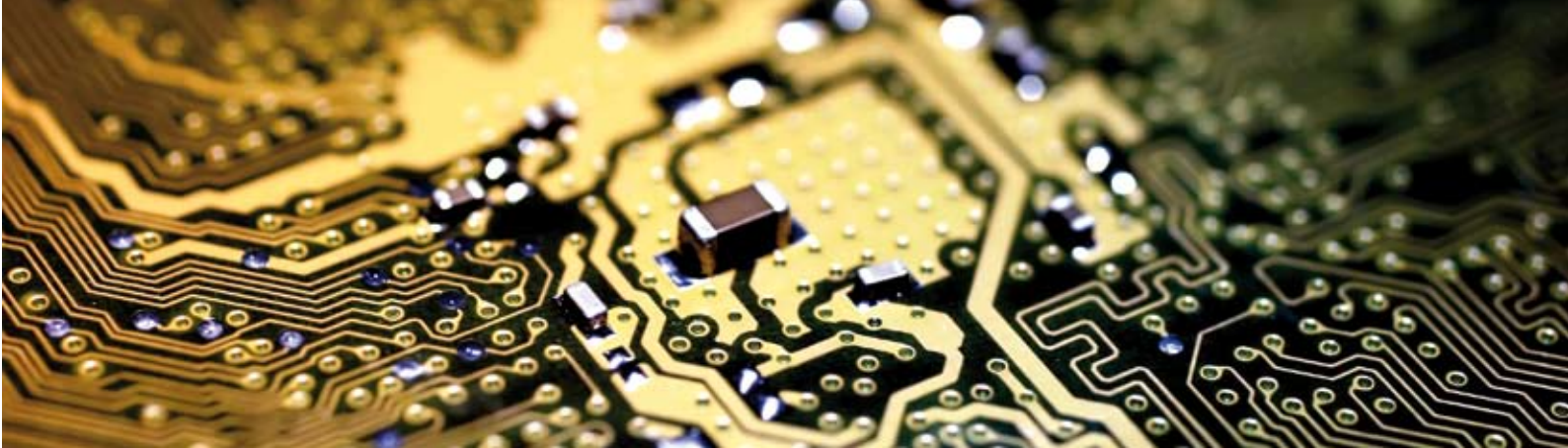
Kan het nog erger?

Ward De Ceuninck: *(grijnst)* "Het kan nog veel erger! Er zijn nog de uitwendige factoren die er voor kunnen zorgen dat degradatieprocessen worden versneld. Een eenvoudig voorbeeld hiervan zijn temperatuur of vochtigheid. Deze parameters vervullen de rol van katalysatoren, ze versnellen de reeds aanwezige processen. Misschien heb je je laptop al eens argeloos achtergelaten in je auto in de zomerperiode en heb je er niet bij stilgestaan dat de temperaturen zeer hoog kunnen oplopen in een auto die in de vlakke zon geparkeerd staat? Werkte je laptop nog even feilloos?"

Wat heeft dat eigenlijk allemaal te maken met de betrouwbaarheidstests die jullie uitvoeren?

Ward De Ceuninck: "Momenteel concen-
treren we ons binnen IMO-IMOMECE op een





aantal deelaspecten van betrouwbaarheid. Meer bepaald de 'automotive electronics': de elektronica voor de automobielsector. In een moderne wagen zit er meer en meer elektronica verwerkt waardoor het belang van de betrouwbaarheid toeneemt. Anderzijds is auto-elektronica ook onderhevig aan hoge temperaturen. Het is in deze niche dat ons betrouwbaarheidsonderzoek zich profileert."

"De gebruikstemperatuur van de componenten in de auto-elektronica is gestaag opgetrokken van 125°C tot momenteel 175°C. Binnen de onderzoeksgroep zijn we nu bezig met de studie van het gedrag van elektronische componenten gebruikt op een temperatuur van 225°C. Daarvoor worden nieuwe methodes ontwikkeld om de betrouwbaarheid van de geteste componenten te voorspellen en te garanderen. Daarvoor zijn modellen nodig om het gedrag van de componenten te voorspellen op reële gebruikscondities op basis van metingen uitgevoerd op verhoogde stresscondities. Er zijn echter ook andere facetten die onder de loep worden genomen: de modellen moeten niet alleen rekenkundige modellen zijn, maar ook fysisch-gebaseerde modellen. Je moet dus begrijpen waarom veranderingen optreden in het gedrag van een component. Het betrouwbaarheidsonderzoek focust op een aantal degradatiemechanismen. Meer bepaald time dielectric breakdown (TDDB), elektromigratie (EM) en hot carrier injection (HCI) zijn processen die in detail bestudeerd worden."

"Bovendien spitst het onderzoek zich toe op twee niveaus: enerzijds hebben we het meer fundamenteel gericht onderzoek waar kennis opgebouwd wordt. Dit onderzoek loopt in samenwerking met de XIOS Hogeschool. Deze kennis wordt anderzijds gevaloriseerd door projecten op te zetten in samenwerking met de industrie. We hebben een ruime ervaring in samenwerking met de industrie op nationaal en Europees niveau."

AUTO'S

Kunt een paar voorbeelden van deze samenwerking met de industrie geven?

"AMIS is een bedrijf gevestigd te Oudenaarde dat halfgeleiderchips produceert en ontwikkelt voor de automobielsector. Er komen steeds meer applicaties in de wagen waarbij elektronica aan te pas komt. Neem nu het voorbeeld van koplampen die in de bocht meedraaien om also de zichtbaarheid van de bestuurder te vergroten. Uiteindelijk vertaalt zich dat in hogere veiligheid. Maar je hebt alweer een power transistor nodig om een motortje aan te sturen waarmee je de koplamp laat bewegen. Maar ook in de automobielsector moet alles klein, kleiner en kleinst. Bovendien heb je nog het extra probleem dat je ook met relatief hoge elektrische spanningen moet werken op het niveau van de chip. En dat geeft dan weer zijn specifieke problemen. Welke spanningen mag je op welke plaats gebruiken om een bepaalde levensduur te garanderen? Uiteraard wil je niet de volledige levensduur (tien jaar) afwachten om uitspraak over de betrouwbaarheid van de technologie te doen. Je gaat de testcondities wat opkrikken, zelfs substantieel opkrikken. Maar dat houdt dan weer in dat je de levensduur zal moeten voorspellen op basis van de versnelde testen, en daarvoor moet je de bekomen resultaten modelleren, en in de eerste plaats begrijpen welke fysische processen verantwoordelijk zijn voor het geobserveerde verouderingsgedrag. En daar zijn we heel druk mee bezig..."

"We hebben ook al meerdere malen geparticipeerd in Europese projecten zoals Brite-Euram, Medea+, FP6 en dergelijke. Tien jaar geleden lag niemand wakker van hoge temperatuur elektronica, laat staan van de betrouwbaarheidsaspecten. Onze groep beet toen de spits af samen

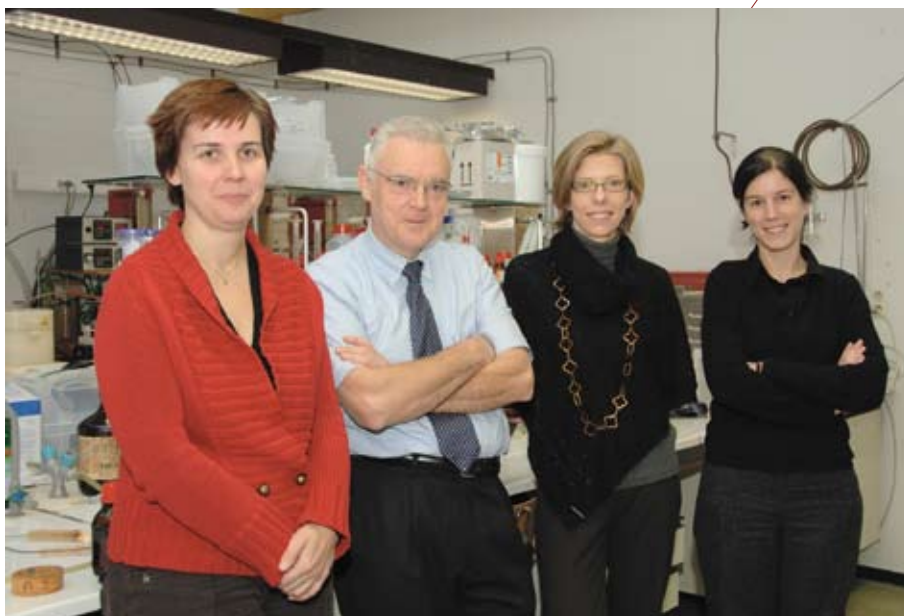
met enkele andere toonaangevende Europese bedrijven zoals Daimler-Chrysler en Schlumberger en verrichte onderzoek naar de hoge temperatuuraspecten van de betrouwbaarheid in het project met een naam die voor zichzelf spreekt: REDHOT. Vandaag is hoge temperatuur-elektronica bijna mainstream geworden. Bij olieboringen gaat bijvoorbeeld heel wat elektronica diep onder de aardkorst om het opsporen van het vloeibaar goud te vergemakkelijken, en het wordt er warm, heel warm ... REDHOT!"



Water als solvent: een chemische uitdaging



De ontwikkeling van keramische metaaloxide nanomaterialen



*Dr. Heidi Van den Rul, prof. dr. Jules Mullens,
prof. dr. Marties Van Bael en dr. An Hardy (v.l.n.r.)
vormen de kern van de onderzoeksgroep
'Anorganische en fysische scheikunde.'*

Nanomaterialen hebben een onuitputtelijk potentieel in tal van huidige en toekomstige toepassingsdomeinen. De vlag 'nanomaterialen' dekt natuurlijk een zeer grote lading. Binnen de onderzoeksgroep 'Anorganische en fysische scheikunde' concentreren we ons op keramische metaaloxide nanomaterialen. Ook deze klasse van materialen is niet meer weg te denken uit ons dagelijks leven: inktten, lakken, multifunctionele elektronische apparaten in zakformaat, vederlichte supersterke sport- en constructiematerialen, zelfreinigend glas, functionele en intelligente oppervlakken en textiel, cosmetica, medische diagnostiek en therapieën, ... Ergens in al deze toepassingen speelt een metaaloxide materiaal, aanwezig als laagje, brokje, draadje, deeltje of andere structuur en zó klein dat het zelfs met een lichtmicroscop niet zichtbaar is, een cruciale en onmisbare rol.

Door Marlies Van Bael

Vooraleer een nanomateriaal in een of andere toepassing een belangrijke rol kan gaan spelen, is er echter een lange weg van onderzoek en ontwikkeling af te leggen. Eerst en vooral moet je weten welk materiaal geschikt is voor de betreffende functie. Dit is zeker geen sinecure als dit materiaal nog niet eens 'bestaat'. Dan dien je dit materiaal aan te maken in een vorm die geschikt is voor de toepassing waarin het zijn rol moet vervullen. En als dit alles achter de rug is, steken technologische, ecologische en economische vereisten de kop op: kan het pas ontwikkeld materiaal met even goede eigenschappen goedkoop en op grote schaal aangemaakt worden en liefst nog zonder het milieu te belasten?

Onze onderzoekers concentreren zich op elk van deze fundamentele en technologische vraagstukken die betrekking hebben op de ontwikkeling van metaaloxide nanomaterialen voor huidige en toekomstige toepassingen.

Kleine deeltjes, grote impact

Een belangrijk deel van ons onderzoek spitst zich toe op methodes om metaaloxide nanodeeltjes zoals titaanoxide, zinkoxide, aluminiumoxide en afgeleide materialen te synthetiseren met geschikte afmetingen en vormen naargelang de beoogde toepassing. De onderzochte synthesesmethodes (voor de specialisten: sol-gel en hydrothermale precipitatie) vertrekken bij voorkeur vanuit watergebaseerde oplossingen, wat vanuit ecologisch standpunt interessante perspectieven biedt.

Andere voordelen van deze synthesesmethodes zijn de goedkope startproducten, eenvoudige apparatuur en de opschaalbaarheid.

Bij de bereiding van nanostructuren moeten erg strenge eisen worden gesteld aan zuiverheid, structuur, vorm, afmetingen, ... Een klein defect of afwijking kan immers betekenen dat het gehele nanomateriaal faalt. Om de vorming van nano-oxides in bepaalde structuren en afmetingen gecontroleerd te laten verlopen, is het absoluut noodzakelijk om de chemische en fysische processen, die de vorming van deze structuurtjes sturen, te doorgronden. De onderzoeksgroep focusteert zich dan ook op het verwerven van de fundamentele kennis over hoe deze metaaloxide nanostructuren vanuit de startoplossing worden gevormd. Dit onderzoek is gedeeltelijk interdisciplinair en verloopt in samenwerking met andere

onderzoeksgroepen, zowel binnen IMO-IMOMECA als met andere universiteiten en kennisinstellingen.

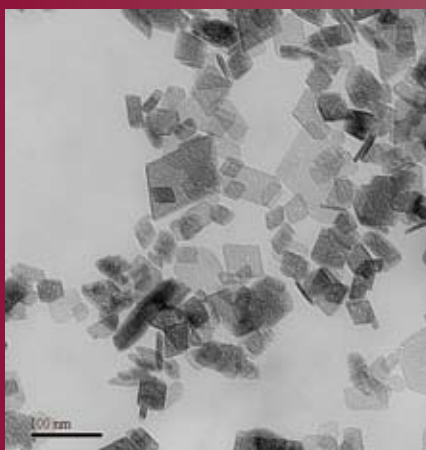
Aansluitend op het fundamenteel onderzoeksaspect onderzoeken we hoe we nanodeeltjes geschikt kunnen maken om te functioneren in een bepaalde toepassing. Zo gaan bijvoorbeeld deeltjes, naarmate ze kleiner worden, gemakkelijker samenklitten tot grotere, wél zichtbare agglomeraten die niet langer de interessante eigenschappen van de nanodeeltjes vertonen. Er moet dus gezocht worden naar technieken die dit samenklitten kunnen verhinderen.

De verworven expertise wordt vervolgens verder ingezet bij het vervaardigen en bestuderen van complexere functionele nanomaterialen.



Enkele voorbeelden:

- Plaatjesvormige nanodeeltjes worden bereid en verwerkt in plastic verpakkingsfolies. In samenwerking met het Verpakkingscentrum van de XIOS Hogeschool Limburg, worden deze verpakkingsmaterialen getest op hun gasdoorlaatbaarheid. Gasmoleculen kunnen immers een nadelige invloed hebben op de kwaliteit van het verpakte voedsel. Door de plaatsjesvormige nanodeeltjes te oriënteren, wordt het de gasmoleculen moeilijker gemaakt om te migreren doorheen de folie, omwille van een zogenaamd doolhofeffect of omdat de nanodeeltjes de ongewenste gasmoleculen chemisch of fysisch vasthouden. Op deze manier hopen we verbeterde verpakkingen te vervaardigen waarin voedsel langer kan worden bewaard.
- In samenwerking met VITO en de afdeling MTM van de KULeuven werden zirconoxide nanodeeltjes gebruikt om het keramisch materiaal aluminiumoxide sterker en slijtvaster te maken zodat dit geschikt is voor orthopedische implantaten.
- Nieuwe types zonnecellen, ter vervanging van fossiele brandstoffen en van dure siliciumgebaseerde cellen. In samenwerking met andere IMO-IMOMEK groepen wordt onderzoek verricht naar een hybride zonnecellen die bestaan uit polymeren en metaaloxide nanodeeltjes. De fundamentele werking en de technologische mogelijkheden van dit type fotovoltaïsche cel wordt bekeken waarbij we het milieuaspect van de productie van deze 'groene' energiebron niet uit het oog verliezen. We werken zelfs aan een volledig op waterbasis bereide zonnecel.



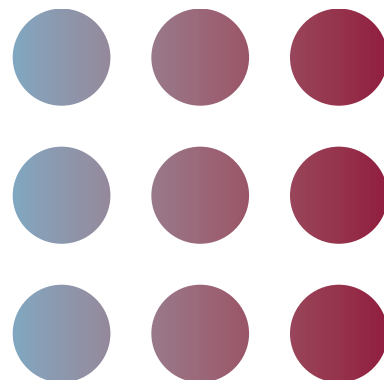
Plaatjesvormige nanodeeltjes van aluminiumoxide bekeken met een elektronenmicroscop. Ingebracht in een polymeer verpakkingsmateriaal kunnen ze voor een verbeterde gasbarrière zorgen.

Hoogtechnologische nanolagen

Diverse metaaloxide materialen voor een brede waaier van toepassingen worden ook afgezet als dunne films of nanostructuren op verschillende substraten. De filmdikte of de grootte van de structuren liggen beneden de 100 nanometer en ook dit onderzoek behoort dus tot het veld van de nanowetenschap.

De onderzochte materialen vinden voornamelijk toepassing in de wereld van de elektronica, waardoor de intense samenwerking met IMEC een belangrijk pluspunt vormt. In dit gebied evolueert de micro-elektronica naar nano-elektronica en resulteert het onderzoek in een evolutie naar een doorgedreven verkleining.

Door miniaturisatie van de transistoren, de bouwstenen van de elektronica, worden de processoren in onze computers niet enkel steeds sneller en goedkoper, maar tegelijkertijd ook zuiniger in energieverbruik. Dit laatste is dan weer erg belangrijk voor mobiele applicaties zoals laptops, navigatiesystemen, gsm's en pda's.



Het onderzoek levert ook zijn vruchten af bij de verkleining van verschillende soorten niet-vluchtige computergeheugens. Door de miniaturisatie van de metaaloxide component kon een sterke verhoging van de opslagdensiteit worden bereikt. Als voorbeeld denken we aan de populaire mp3-spelers, die zijn uitgerust met een flashgeheugen voor de kleinere types (tot 16 Gb), terwijl voor de grootste opslagcapaciteiten voorlopig nog steeds minder schokbestendige harde schijven worden gebruikt.



IMO-IMOMEC ontwikkelt nieuwe, watergebaseerde precursoroplossingen voor synthese van hoogtechnologische metaaloxides.

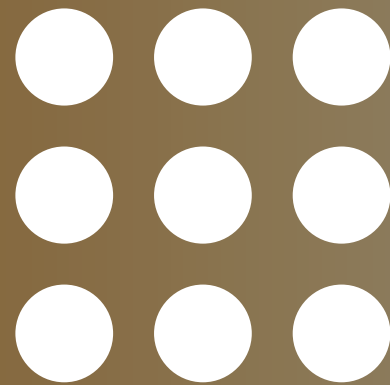
Ecologisch voordeel

Bij de verdere ontwikkelingen speelt ook de milieureglementering een belangrijke rol, bijvoorbeeld als drijfveer in de zoektocht naar alternatieven voor loodbevattende materialen. Alternatieve materialen worden eerst gesynthetiseerd met de vereiste zuiverheid en vervolgens worden de eigenschappen van dunne lagen van deze nieuwe materialen bestudeerd. Dit is minstens zo belangrijk als de synthese op zich, aangezien de waargenomen eigenschappen vaak sterk kunnen veranderen bij variaties van dikte en/of laterale afmetingen van de metaaloxide films of nano-eilanden op substraat. Bij de synthese- en depositieroutes die door onze onderzoekers worden ontwik-

keld, ligt het zwaartepunt bij oplossinggebaseerde methodes waarbij water als oplosmiddel wordt gebruikt. Het gebruik van water in plaats van een organisch solvent vormt een belangrijk ecologisch voordeel, maar is chemisch gezien een niet evidente uitdaging.

De onderzochte methode leverde reeds een aantal in het oog springende resultaten. Zo werd de gebruikte methode succesvol ingezet voor het flexibel en snel screenen van alternatieve diëlektrische materialen in het kader van transistor- en geheugentoepassingen. De resultaten zijn minstens gelijkwaardig aan deze bekomen met meer conventionele, maar tevens veel complexere en duurdere, vacuümtechnieken.





Ontwikkeling van nano-elektronica vraagt doorgedreven karakterisering van materialen

Door Robert Carleer en Jan D'Haen

Karakterisering van materialen, en dit zowel vanuit fysisch als chemisch standpunt, is een belangrijk onderzoeksdomein van de materiaalkunde. Binnen IMO-IMOMEK zijn er op dit domein twee onderzoeksgroepen actief 'Fysische analyse' en 'Toegepaste scheikunde'. Beide vervullen een complementaire rol en hebben een uitgebreide waaier 'state-of the-art'- technieken in huis om de moeilijkste karakteriseringsproblemen aan te pakken.



Robert Carleer



Jan D'Haen



Laten we een concreet voorbeeld bekijken om de specifieke verschillen tussen de twee groepen te verduidelijken: stel dat een bedrijf aanklopt met vragen over de optimalisatie van ruitenwissers. Bij dergelijk product kunnen er problemen voorkomen bij de metalen onderdelen, op het niveau van de aangebrachte coatings en laklagen. Tezamen met lood, kwik, en cadmium kwam zeswaardig chroom ingevolge een Europese richtlijn sinds vorig jaar op de zwarte lijst. Het zijn nu juist deze materialen die in het verleden gebruikt werden om de metalen onderdelen te beschermen tegen uitwendige factoren. De groep 'Fysische analyse' beheerst de geschikte technieken om de samenstelling en de laagopbouw van de verschillende lagen (fosfaatbehandeling, zinklaag, laklagen, chromaatlaag,...) te achterhalen.

Bij de chromaatlaag moet er bovendien aandacht geschonken worden aan de valentietoestand van het chroom, die de toxiciteit van het materiaal bepaalt. En hier is de groep 'Toegepaste scheikunde' aan zet: deze onderzoekers beschikken over fotometrische technieken om deze valentietoestand te bepalen. Er kunnen zich trouwens ook

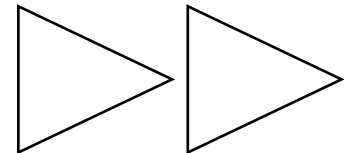
nog problemen voordoen met de samenstelling en laagopbouw van het rubber van het wisblad. Er is immers niemand die strepen op de voorruit wil tijdens een regenbuitje. Ook op dit vlak heeft de groep 'Toegepaste scheikunde' de beste papieren.

Unieke rol

Beide groepen vervullen een unieke rol binnen IMO, gezien de operationele activiteiten zich op diverse niveaus afspelen.

Eenzijds is er de zeer belangrijke taak om de andere onderzoeksgroepen binnen IMO-IMOMEC de nodige ondersteuning te geven. Voor het fundamenteel onderzoek verloopt dit via begeleiding en ondersteuning van de doctoraatsstudenten op het vlak van fysische en chemische analyse.

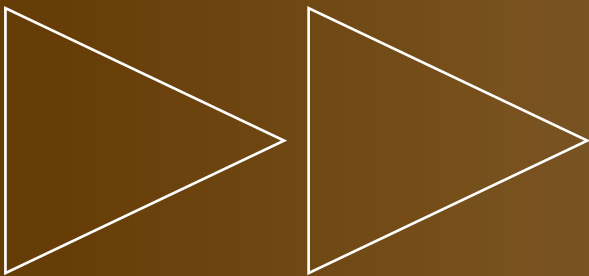
Anderzijds nemen de onderzoekers deel aan de toegepaste onderzoeksprojecten van de andere groepen die in samenwerking met industriële partners lopen. In sommige gevallen wordt, in samenwerking met andere IMO-onderzoeksgroepen, een intern project opgestart om bestaande fysische karakteriseringsmethodes te verfijnen of nieuwe methodes te ontwikkelen.



Een goed voorbeeld hiervan is de langdurige samenwerking met de groep 'Elektrische karakterisering en fysische analyse'. Met behulp van een rasterelektronenmicroscopie is het standaard mogelijk om mooie, sterk uitvergroete, plaatjes te schieten en op basis daarvan een diagnose te stellen. Voor één bepaald project wilden de onderzoekers echter net een stap verder gaan.

In dat specifieke geval was het de bedoeling om de tijdsevolutie van een degradatieproces dat zich afspeelt op micrometerniveau in kaart te brengen. De onderzoekers wilden als het ware een film maken van wat er zich afspeelt in de microscoop. Het specimen moest tevens op hoge temperatuur worden gebracht en er moesten tegelijkertijd nog een aantal elektrische metingen worden uitgevoerd.

Zowaar geen eenvoudige klus, maar wel een mooie uitdaging én een valoriseerbaar instrument naar de toekomst toe. Door samenwerking tussen de beide groepen werd een unieke tool ontwikkeld die inmiddels al dikwijls met succes werd ingezet voor zowel het fundamentele onderzoek als voor meer toepassingsgerichte projecten.



Grensverleggend

Het onderzoek dat de doctoraatsstudenten uitvoeren, speelt zich meer en meer af binnen het domein van de nanotechnologie.

De micro-elektronica is stilaan geëvolueerd naar nano-elektronica en de fysische limieten van de verkleining komen in zicht. Overal ter wereld zijn onderzoeksgroepen bezig met de ontwikkeling van nieuwe concepten om deze grens te verleggen en ook op dit vlak is er een enorme nood aan karakterisering.

Ook voor beide IMO-IMOMEC-groepen is deze evolutie een ware uitdaging omdat de bestaande karakteriseringstechnieken niet altijd geschikt zijn.

Zo is bijvoorbeeld het bepalen van de oriëntatie van een korrel in een kristal of de karakterisering van de chemische samenstelling op micrometerschaal vandaag een routineklus, maar dezelfde opdracht uitvoeren op subnanometerniveau is een ander paar mouwen.

Samenwerking met de industrie

Een andere belangrijke activiteit zijn de serviceactiviteiten voor de industrie. Bij deze serviceactiviteiten is de vertaalslag van een probleemstelling naar een analysestrategie uitermate belangrijk. Hierbij speelt de eigen knowhow, aangevuld met de inbreng van de industriële partner, een belangrijke rol. Bedenk echter wel dat dergelijke serviceopdracht meestal méér inhoudt dan een staaltje in één of ander apparaat stoppen en vervolgens het resultaat afwachten. In de meeste gevallen gaat het om een heuse zoektocht naar de ware oorzaak van de problemen. Sommige serviceopdrachten kunnen onverwacht uitlopen tot een langlopende samenwerking waarbij we uiteindelijk de finale oplossing vinden.

Bedrijven hebben nood aan deze analytische services omdat ze zelf niet altijd de expertise hebben om bepaalde problemen op te lossen. De apparatuur om relevante analyses uit te voeren, is duur en het hoogopgeleid personeel dat ermee werkt,

moet zich voortdurend bijscholen. De oplossing ligt dan ook in een samenwerking met een universiteit of kennisinstelling. IMO-IMOMEC heeft deze nood al van in het begin van haar activiteiten erkend en heeft aparte onderzoeksgroepen uitgebouwd om de vragen van het bedrijfsleven snel en accuraat op te lossen.

Europese steun

De aankoop van een belangrijk deel van het zeer uitgebreide analytische apparaatpark was mogelijk dankzij Europese steun (EFRO). Bovendien konden Limburgse bedrijven, binnen het EFRO-project 'Materiaalkarakterisering', gebruikmaken van de IMO-IMOMEC-expertise aan sterk gereduceerde tarieven. Het project was dan ook een regelrechte successtory waarbij beide partijen een sprong vooruit maakten: bedrijven hebben de weg gevonden naar de onderzoekslaboratoria door het drempelverlagend effect, en IMO kan gebruik maken van state-of-the-art-apparatuur om deze bedrijven nóg beter van dienst te zijn.

We laten enkele klanten getuigen over de samenwerking met IMO-IMOMECE. Zij zijn onze beste ambassadeurs...

Sputen op sputen

Ludo Schrijvers is sales manager bij Melotte.

"Een tweetal jaar geleden werden we gecontacteerd door een klant uit de farmaceutische industrie die een probleem had met een machine. De spuitkoppen, die o.m. de plastic verpakking moeten aanbrengen rond injectienaalden, waren beschadigd en dringend aan vervanging toe. De machine was aangekocht in de VSA en de klant beschikte niet over de tekeningen van de onderdelen. Het was voor ons geen enkel probleem om die tekeningen te maken op basis van de bestaande onderdelen, maar we moesten natuurlijk wel weten uit welk materiaal ze gemaakt waren. Zeker in de farmaceutische industrie is dat van groot belang. Het was niet de eerste keer dat we voor dergelijke problemen een beroep deden op de IMO-IMOMECE. Dankzij een chemische analyse konden ze ons de exacte materiaalgegevens bezorgen. Het bleek te gaan om een materiaal dat we in stock hadden en we hebben die klant dan ook vrij snel kunnen verderhelpen."

Melotte nv positioneert zich als een mondiale partner zowel op het vlak van innovatieve ontwerpen als op de productie van hoogtechnologische componenten. Het bedrijf uit Zonhoven staat bekend voor het uitvoeren van complexe opdrachten in alle hightech-segmenten van de industrie.



Verbronzden

Johan Stappers is bedrijfsleider bij Vleminckx nv:

"Ik werk nogal veel met voorwerpen uit glas en kunststof om er metalen beeldjes van te maken. Dat kan gaan van schoenen en petjes tot maskers en fopspenen. Om op deze materialen in metaal neer te slaan, heb je een geleidende onderlaag nodig. We merkten dat het rubber dat we in dit proces gebruiken te zacht bleef en vonden voor dit probleem geen oplossing. In samenwerking met de onderzoekers van IMO-IMOMECE hebben we ons voorbehandelingproces aangepast, waardoor het probleem zich niet meer voordoet."

De firma nv Vleminckx herstelt en vernieuwt radiatoren van vrachtwagens, auto's, heftrucks, locomotieven, tractoren, bulldozers, enz. Sinds enkele jaren heeft de firma zich gespecialiseerd in het metalliseren, waaronder het verbronzden, verkoperen, vergulden, vertinnen en verzilveren van allerlei voorwerpen en materialen zoals kinderschoentjes, speelgoed, trofeeën, enz.



Hendrik Vuye wordt programmadirecteur rechtenopleiding

Op 13 november 2007 heeft de Raad van Bestuur van de Universiteit Hasselt prof. dr. Hendrik Vuye met ingang van 1 januari 2008 benoemd tot gewoon hoogleraar rechts-wetenschap. "Daarmee heeft de universiteit weer een belangrijke stap gezet in de voorbereiding van de rechtenopleiding die volgend jaar van start gaat", aldus rector Luc De Schepper.

Hendrik Vuye studeerde rechten, criminologie en wijsbegeerte aan de KULeuven. Hij begon zijn academische loopbaan in 1988 als assistent aan de Leuvense rechtenfaculteit waar hij in 1993 een doctoraat in de rechten behaalde. Sinds 1993 is hij verbonden aan de universiteiten van Namen en Antwerpen in opeenvolgende functies van docent, hoofddocent, hoogleraar en gewoon hoogleraar. Op dit ogenblik is hij voltijds gewoon hoogleraar publiekrecht in Namen en deeltijds hoogleraar in Antwerpen. Van 1990 tot 1997 was hij tevens advocaat aan de balie van Leuven.

Internationaal profiel

De 45-jarige Hendrik Vuye heeft een gedegen didactische vorming en een uitgebreide onderwijservaring waarvan meer dan zes jaar in de functie van (gewoon) hoogleraar. Daarnaast kan hij bogen op excellente wetenschappelijke prestaties. Hij verzorgt al meer dan twintig jaar onderzoek met een internationaal profiel in een groot aantal disciplines van het recht, waaronder het staatsrecht, de fundamentele vrijheden en het goederenrecht. Hij heeft talrijke publicaties in (internationale) vaktijdschriften en in boekvorm op zijn naam staan. Hij is tevens onder meer redactielid van verschillende juridische tijdschriften. Sinds 2003 is hij directeur van het onderzoekscentrum publiekrecht aan de Universiteit te Namen. Dit centrum verricht baanbrekend onderzoek over de rechtsbescherming van de burger tegen de overheid.

Voortrekkersrol

Luc De Schepper: "De nieuwe hoogleraar zal een voortrekkersrol vervullen in de rechtenopleiding die een gezamenlijk initiatief is van de UHasselt, de UM en de KULeuven. In samenspraak met de drie partners zal hij het onderwijs en het onderzoek van de opleiding initiëren, coördineren en organiseren. Als programmadirecteur zal hij tevens de activiteiten van de stafleden coördineren en wordt hij verantwoordelijk voor de organisatie en het algemeen beheer van de rechtenopleiding."

'Doecursus'

Hendrik Vuye reageert enthousiast op zijn benoeming: "Ik aanvaard graag deze unieke uitdaging en de verwachtingen zijn bijzonder hoog. Het onderwijsconcept is alvast uniek. Opdrachten en casussen die aanknopen bij de beroepspraktijk en de maatschappelijke realiteit vormen het uitgangspunt. Aan de hand hiervan verwerf je kennis van het recht. Het opdracht- en probleemgestuurd onderwijs maakt van de rechtenopleiding wat ze overal zou moeten zijn:

een 'doecursus'. Recht kun je maar leren door het zelf te doen, niet door het te zien doen. Het afstappen van het verouderde onderwijsmodel van het ex cathedra onderwijs in bijzonder grote groepen is een zeer goede zaak. Het is mijn ervaring dat al te veel (zelfs heel goede) studenten afhaken omdat ze zich in die grote groep niet persoonlijk aangesproken voelen."

En hij vervolgt: "De organisatie van een rechtenopleiding in Hasselt zal ongetwijfeld eveneens positieve effecten hebben op de verschillende juridische beroepsgroepen van de provincie Limburg. Rond een universitaire opleiding ontstaan steeds allerlei initiatieven die de creativiteit nog zullen stimuleren. Het is alvast mijn bedoeling dergelijke initiatieven te stimuleren."



KORT nieuws

Universiteit Hasselt verwelkomt Turkse ouders

Op 30 oktober 2007 organiseerde Emel Kahraman voor het Expertisecentrum Gelijke Onderwijskansen en de Dienst Promotie een infoavond voor Turkse leerlingen uit de derde graad van het secundair onderwijs die graag willen verder studeren en hun ouders.

Vicerector Mieke Van Haegendoren heette ruim 90 participanten van harte welkom. Daarna volgde er een presentatie over wat verder studeren zoal inhoudt. Onder meer volgende vragen kwamen aan bod:

- Wat is het belang van verder studeren?
- Welke ondersteuning biedt de universiteit?
- Wat verwacht de universiteit van studenten en ouders?
- Hoe kunnen ouders hun studerende kinderen bijstaan?

Vervolgens getuigden enkele Turkse afgestudeerden over hun studie-ervaringen. Ze gaven tips en beantwoordden de vragen van het publiek. Via een rondleiding op de campus konden de ouders zich een beeld vormen van de bibliotheek, de cafetaria en het restaurant, een computerlokaal, een labo en enkele leslokalen. De avond werd afgesloten met een gezellige receptie met Turkse hapjes.

De reacties achteraf waren enthousiast. Zo'n infoavond is voor allochtone ouders des te waardevoller omdat zij het Vlaamse onderwijssysteem niet zo goed kennen. Door de ouders op de universiteit uit te nodigen, vergroot de betrokkenheid bij de studies van hun kinderen. Het is deze betrokkenheid die onontbeerlijk is voor een succesvolle studieloopbaan.



Axelle Red wordt doctor honoris causa van de Universiteit Hasselt

Onze universiteit viert dit academiejaar haar zevende lustrum. Op de Dies Natalis, 28 mei 2008, reiken we negen eredoctoraten uit. Het meest opmerkelijke eredoctoraat is dat voor Axelle Red.

Axelle Red is licentiaat in de rechten en volgde bijkomende opleidingen in theater en cinema. In 1993 bracht zij *'Sans plus attendre'* uit, haar eerste album dat onmiddellijk goed was voor vijf platinaplatten in België en voor meer dan 500.000 verkochte exemplaren in Frankrijk. In 1997 werd zij buitengewone ambassadrice van Unicef en zette ze haar schouders onder de campagne *'Onderwijs, mijn recht'* die 120 miljoen kinderen op de schoolbanken wou krijgen. In 2002 volgde haar vierde album *'Face A / Face B'* dat geëngageerde thema's behandelt zoals extremisme, antiglobalisme, antipersoonsmijnen, kindsoldaten en drugs. In 2006 werd ze in Frankrijk geridderd tot *'Chevalier dans l'Ordre des Arts et des Lettres'* omwille van haar verdiensten op het gebied van cultuur.

Axelle Red blijft er prat op gaan dat ze Belg, Vlaming, Limburger en Hasselaar is. De Universiteit Hasselt wil haar eren als sociaal geëngageerd kunstenaar. Rector Luc De Schepper is haar promotor.



© Concentra Media - Philippe Lebeau

Eredoctoraten op voordracht van de (associatie)faculteiten:

Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen

Eredoctoor: prof. dr. Baruch Lev

Promotoren: prof. dr. Wim Voordeckers en prof. dr. Philip Vergauwen

Verkeerskunde

Eredoctoor: prof. dr. Shalom Hakkert

Promotor: prof. dr. Geert Wets

Faculteit Wetenschappen

Eredoctoor: prof. dr. Ingrid Daubechies

Promotor: prof. dr. Freddy Dumortier

Faculteit Geneeskunde

Eredoctoor: prof. dr. L. Steinman

Promotor: prof. dr. Piet Stinissen

Associatiefaculteit Architectuur en Interieurarchitectuur

Eredoctoor: em. prof. dr. Christopher Alexander

Promotor: prof. dr. Sylvain De Bleeckere

Associatiefaculteit Beeldende kunst

Eredoctoor: prof. dr. Gerard Unger

Promotor: dr. Aagje Swinnen

Associatiefaculteit Kinesitherapie

Eredoctoor: prof. dr. Alan Thompson

Promotor: prof. dr. Eddy Neerinckx

Associatiefaculteit Industriële Wetenschappen en Technologie

Eredoctoor: prof. dr. P.J. Lemstra

Promotor: dr. Roos Peeters

Samenwerkingsovereenkomst tussen Universiteit Hasselt en Radboudt Universiteit Nijmegen

Op 3 december 2007 ondertekenden de faculteit der Natuurwetenschappen, Wetenschappen en Informatica (faculteit NWI) van de Radboud Universiteit Nijmegen (RU Nijmegen) en de faculteit Wetenschappen van de Universiteit Hasselt een samenwerkingsakkoord.

Hiermee sluit de UHasselt opnieuw een internationaal samenwerkingsakkoord af op het vlak van onderwijs. Deze overeenkomst kadert binnen de nieuwe visie van de UHasselt omtrent wetenschapsonderwijs en vergroot de waaier van vervolgmasters en specialisaties vanuit de bacheloropleidingen in de wetenschappen aan de UHasselt. Vanaf nu kunnen de studenten na hun bacheloropleiding in de biologie ook probleemloos instromen in de Master of Biology en de Master of Medical Biology aan de RU Nijmegen.

Grote diversiteit

Prof. dr. Luc De Schepper, rector UHasselt: "Onlangs hebben de Nederlandse studenten de biologieopleiding van de RU Nijmegen als de beste van het land verkozen, o.m. vanwege de grote diversiteit aan groepen (ongeveer 35) waar men een onderzoekstage kan lopen. Deze samenwerking opent dan ook extra mogelijkheden voor onze studenten biologie."



Masterstudenten biologie van de RU Nijmegen lopen onderzoeksstages op het gebied van zoetwaterecologie, microbiologie, dierfysiologie en neurobiologie. In de Master of Medical Biology worden biologische vragen in de medische wetenschap bestudeerd. Aan de RU Nijmegen wordt o.a. onderzoek gedaan naar de werking van het zenuwstelsel en bijbehorende ziekten, alsook naar de ontregeling van cellulaire groei (bv. bij de vraag hoe kankergezwellen of ziektes als osteoporose ontstaan).

Uitstekende visitatie

Prof. dr. Jan Kuijpers, decaan faculteit NWI, RU Nijmegen: "De samenwerking kadert binnen ons internationaliseringsbeleid. Het excellente visitatierapport biologie voor de UHasselt-opleiding en gelijkaardige onderwijsinnovaties waren een impuls voor deze samenwerking."

De faculteit NWI van de RU Nijmegen heeft recent onderwijsvernieuwingen doorgevoerd o.a. op het vlak van curricula (verbreding), studentenbegeleiding en de aansluiting tussen studie en loopbaan. Deze innovaties sluiten uitstekend aan bij de onderwijsaanpak van de UHasselt. Dankzij deze initiatieven zijn beide universiteiten erin geslaagd opnieuw meer studenten in de Wetenschappen aan te trekken. De faculteit NWI van de RU Nijmegen is zelfs de snelst groeiende faculteit Wetenschappen in Nederland met een jaarlijkse instroom van 400 studenten.

KORT nieuws

5de editie ICP Get together Day aan onze universiteit

Na een maandenlange voorbereiding was het op 30 november 2007 eindelijk zover: 335 buitenlandse VLIR-UOS-beursstudenten ontmoetten elkaar op de campus van de UHasselt. Ze kwamen met bussen vanuit de Vlaamse universiteitssteden en werden op de agora onthaald met een hapje en een drankje.

Na een korte voorstelling van onze universiteit, haar geschiedenis en onze betrokkenheid bij universitaire ontwikkelingsamenwerking door onze rector en professor Jos Wilmots, was het tijd voor een humoristische show door Dirk Denoyelle. Een schot in de roos, zo bleek... Zijn imitaties van Verhofstadt - waarbij hij in één moeite onze federale structuur uit de doeken deed - , van bekende zangers, van een Russische maffiabaas, ... veroorzaakten menig syndroom: dubbelklappen, buikpijn en tranende ogen van het lachen!

Na de lunch zwermden de studenten uit over Limburg. Ze konden kiezen uit verschillende programma's: citytrips in Hasselt (de Madammen- of de Jeneverroute), het mijnverleden in Beringen, het actuele Limburg met KRC Genk en Concentra Media, de Fruitveiling in Haspengouw en een bezoek aan de Maasvallei - lees: wijn & bier proeven in Genoelselderen en de Mergelgrotten.

's Avonds werden de studenten getraakteerd op een 'Europees diner': ze konden proeven van verschillende specialiteiten uit alle windstreken van Europa en van een heerlijk antipasta- en dessertenbuffet. Na al dat lekkers liet iedereen zich goed gaan op de opzweepende en multiculturele muziek van Buscemi. Een leuke afsluiter...



Universiteit Hasselt Magazine is het infoblad van de Universiteit Hasselt.
Het verschijnt viermaal per jaar en is gratis voor alle geïnteresseerden in universitair onderwijs en onderzoek.
Universiteit Hasselt Magazine is de opvolger van het LUC-Nieuws (1981-2005).

colofon

Redactieraad

Luc De Schepper | Betty Goens | Marie-Paule Jacobs |
Geert Molenberghs | Marjan Vandersteen |
Mieke Van Haegendoren | Ingrid Vrancken

Eindredactie

Ingrid Vrancken | Communicatieverantwoordelijke UHasselt
m.m.v. Marc D'Olieslaeger | vicedirecteur IMO

Vormgeving

Dave Bosmans | Grafisch medewerker UHasselt

Foto's

Marc Withofs | Fotograaf UHasselt
Mine Dalemans | Freelance journaliste
en anderen

Secretariaat

Linda Bradt | Administratief coördinator UHasselt

Druk

Drukkerij Profeeling | Beringen

Verantwoordelijke uitgever

Marie-Paule Jacobs | Beheerder UHasselt





Wetenschappen en ingenieursopleidingen
informatica • verkeerskunde • rechten
geneeskunde • biomedische wetenschappen
toegepaste economische wetenschappen

OPEN DAGEN 2008

**universiteit
hasselt**
UNIVERSITEIT VAN DE TOEKOMST



**BE PART
OF IT**

www.be-part-of-it.be

Kom naar de campus op:

Zaterdag 23 februari 13.30 ▶ 16.00 u.

Zaterdag 15 maart 13.30 ▶ 16.00 u.

Zaterdag 26 april 10.00 ▶ 13.00 u.