



U nieuws

SPECIAL

Deze special is gemaakt in opdracht
van MESA+ | juli 2014

MESA+
INSTITUTE FOR NANOTECHNOLOGY

NANOLAB

Innovation Driven Services.



Micronclean, Cleanroom service van Berendsen

Koopman Heeresweg 10, 8701 PR Bolsward

0515 – 570 820, info@micronclean.nl

www.micronclean.nl



VOEL JE WELKOM IN HET LAB

Het NanoLab is open voor iedereen, liet technisch-commercieel directeur Miriam Luizink weten toen we haar vroegen naar de reden om een special over dit lab te maken. 'Mensen moeten zich er welkom voelen. Met een special hopen we de drempel te verlagen.' Want eerlijk is eerlijk: het klinkt natuurlijk allemaal erg clean en hightech, dat NanoLab. En dat is het ook, maar er is zoveel meer...

Wie deze special leest, zal dat beamen. Studenten, technici, onderzoekers maar ook ondernemers van bedrijven laten vol trots en enthousiasme zien wat hun rol is in het lab. Zoals Floris Falke, designengineer en projectleider bij UT spin-off LionIX: 'De samenwerking tussen ons en de universiteit is er nog steeds. Dat is erg mooi. We zitten dichtbij en het NanoLab is een onderzoekslaboratorium. Daardoor kan er enorm veel.'

De gebruikers van het NanoLab staan centraal in deze special. In een serie van zes portretten (In het lab) vertellen ze hun bevlogen verhalen. Ze komen vaak speciaal voor het NanoLab uit alle uithoeken van de wereld naar de UT.

In het NanoLab gebeurt meer dan het onderzoek van PhD's en postdocs. Zo gaat er ook regelmatig een doodgedrukte bromvlieg onder de loep of een klodder tandpasta. Waarom? Ga vooral deze special lezen. Dan begrijp je ook waarom sommigen in een blauw pak rondlopen en anderen in het wit. Je zult je verwonderen over de enorme veelzijdigheid van het NanoLab. Ook zal je je realiseren dat het de mensen zijn die het doen.

Maaïke Platvoet, redacteur UT Nieuws



Echo's verbeteren voor betere diagnoses

Tide Microfluidics ontwikkelt een medisch instrument waarmee het contrast op echografieplaatjes met factor 20 wordt verbeterd. Hiermee kunnen artsen nauwkeuriger, sneller en pijnloos diagnoses stellen.

Tide Microfluidics is een trotse spin-off van MESA+ Instituut voor Nanotechnologie.



www.tidemicrofluidics.com

Colofon

Deze journalistieke onafhankelijke special van UT Nieuws is tot stand gekomen in samenwerking met MESA+.

Aan deze special werkten mee: Ditta op den Dries, Sandra Pool, Maaïke Platvoet, Paul de Kuyper, Johannes de Vries (redactie UT Nieuws), Myrthe Swaak en Miriam Luizink (MESA+), Rikkert Harink, Arjan Reef, Eric Brinkhorst en Gijs van Ouwkerk (fotografie).

Vormgeving: Jeremiah Wetzel (SMG-Groep).

Advertenties:

Béan Onsmán, b.onsman@twentyfifty.nl

Mail: info-utnieuws@utwente.nl
www.utnieuws.nl

Op de cover: een low-temperature scanning tunneling microscope. Deze 'tastrmicroscoop' voelt met een zeer dunne naald – de punt bestaat uit één atoom – hoe het oppervlak van materialen eruit ziet en kan dat heel nauwkeurig in beeld brengen (foto Eric Brinkhorst).

Inhoud

4-5



**Miriam Luizink:
acht jaar NanoLab**

7



**In het lab: 6 portretten
van gebruikers**

14-15



**Rondleiding door de
laboratoria**

24-25



**Nano in je iPhone
en je sok**

Een 'clean' pak	6
Interview cleanroom-freelancer Kechun Ma	8 – 9
Dave Blank: het nano-veld in beweging	12 – 13
Buitenlandse postdocs	16
Teddybeer onder de microscoop	18 – 19
Inzoomen op een mottenoog	20
Afstuderen in de cleanroom	26-27

Miriam Luizink kijkt terug op acht jaar NanoLab

‘HET LAB MAAKT INDRUK’

Als technisch-commercieel directeur van MESA+ kreeg Miriam Luizink ook het NanoLab onder haar hoede. Ze maakte de nieuwbouw mee, de ontwikkeling van de High Tech Factory, de verschuivingen in aandachtsgebieden rondom subsidieaanvragen en ze werd in 2010 Twentse zakenvrouw van het jaar. Hoe blikt ze terug op acht jaar NanoLab nu ze per 1 juli aan de slag gaat als directeur strategisch business development?

TEKST: SANDRA POOL | FOTO'S: ARJAN REEF >

‘Ik laat het NanoLab in elk geval op een goede manier achter’, zegt Luizink met een grote glimlach. ‘NWO honoreerde een aanvraag van 22 miljoen euro van NanoLabNL afgelopen dinsdag (1 juli, red.). De implementatie ervan is aan mijn opvolger’, zegt Luizink, ‘maar het voelt wel goed om zo weg te gaan.’

Een vergelijkbaar project haalde NanoLabNL vijf jaar geleden binnen. MESA+ ontving toen zes miljoen euro voor het opzetten van het nieuwe laboratorium BioNanoLab. De twee subsidieaanvragen werden onder de vlag van NanoLabNL ingediend. Het is een nationaal samenwerkingsverband op het gebied van nanotechnologie. ‘Een samenwerking die de afgelopen jaren enorm is versterkt’, vertelt Luizink. ‘Met drie andere locaties, Delft, Eindhoven en Groningen, investeren we

in faciliteiten en overleggen we wat we waar realiseren. Elke locatie heeft namelijk zijn eigen specialisme dat je tot zijn recht wilt laten komen.’

Roadmap

De UT is *lead partner* van NanoLabNL; Luizink is voorzitter. Samen optrekken is volgens haar enorm belangrijk. ‘Wil je een vooraanstaande positie innemen, dan moet je belangrijk zijn voor Nederland. De belangen moeten dus boven instituut en universiteit uitstijgen. Door krachten te bundelen, gebeurt dat. Hierdoor staan we als NanoLabNL op de Nationale roadmap grootschalige onderzoeksfaciliteiten, naast 28 andere onderzoeksfaciliteiten.’ Een plek op de roadmap betekent dat de weg open is voor majeure subsidieaanvragen. NanoLabNL was beide calls succesvol, in 2009 en nu in 2014.



Janneke Hoedemaekers

Alumnus Janneke Hoedemaekers is per 1 augustus zakelijk directeur van MESA+. Ze volgt Miriam Luizink op. Hoedemaekers (1983) is alumnus van de UT. Ze studeerde technische natuurkunde en filosofie van wetenschap, techniek en samenleving. Op dit moment is ze strategisch adviseur over Europese innovatie bij de Amsterdam Economic Board.

Een van dingen waar Hoedemaekers zich sterk voor wil maken bij MESA+ is de verdere commercialisatie, iets wat haar voorganger Miriam Luizink ook belangrijk vond. 'Samenwerking met bedrijven is heel belangrijk. We moeten zorgen dat ons onderzoek de weg naar de markt vindt.'

Het gebruik van het NanoLab door bedrijven wordt steeds belangrijker, zegt Luizink. 'De UT doet het goed. Bedrijven nemen veertig procent van de gebruikersuren voor hun rekening. Dat is veel, ook internationaal gezien.' Businesscases, denk aan spin-offs, zijn volgens Luizink essentieel voor economische ontwikkeling en innovatie van een regio. 'Het is én toponderzoek doen én kijken naar de praktische toepassing.' Om dat te stimuleren reikt NanoLabNL sinds 2013 innovatievouchers uit. 'Innovatieve bedrijven mogen met zo'n voucher gebruikmaken van onze faciliteiten. We hebben drie rondes gehad. Van de in totaal 28 vouchers zijn er 13 naar Twente gegaan.'

Hoogtepunt

Naast meer nationale samenwerking, businesscases en het stimuleren van valorisatie, was de nieuwbouw van NanoLab en de opening door toen nog kroonprins Willem-Alexander (najaar 2010) een echt hoogte-

punt voor Luizink. 'We zitten nu op een prachtige plek, midden op de campus en tussen de onderzoeksgroepen, in een nieuw lab met uitstraling.' Het nieuwe lab trekt jaarlijks meer dan 1800 bezoekers uit allerlei hoeken. 'Studenten leiden rond en doen dat zeer professioneel. Ook de bedrijven van de High Tech Factory komen met hun klanten hier. Zo'n lab maakt indruk, zeggen ze dan.'

Hoewel Twente het volgens Luizink goed doet, kan er nog veel meer. 'We werken momenteel samen met een Duits en Koreaans onderzoeksinstituut en een universiteit in Hongarije. Zij maken gebruik van de onderzoeksfaciliteiten op deze campus. Dat mag nog wel meer worden.' Hetzelfde geldt voor het regionale belang van het lab. 'Er kunnen nog meer bedrijven uit de omgeving voordeel hebben van de aanwezigheid van het NanoLab en andere faciliteiten op de campus.' Het is iets waar ze in haar nieuwe functie als directeur strategisch business development volop mee aan de slag gaat. **I**

Hoofdkap

De kap, die tot je middel loopt om alles goed af te sluiten, trek je als eerst aan. Zo kunnen er geen haren meer vallen op de rest van het pak.

Materiaal

Mensen zijn een van de grootste bronnen van vervuiling in de cleanroom. In stilstand genereert een mens al 100 duizend deeltjes per minuut vanuit adem, zweet, haren en huidschilfers. Het cleanroompak is gemaakt van een 100 procent polyesterstof. Van deeltjes groter dan 0,3 micron laat deze vezel duizend keer minder door dan katoen.

Veiligheidsbril

Verplicht vanwege de aanwezige chemicaliën, ook voor bril dragers.

Strip

Het cleanroompak heeft geen zakken; daarin verzamelt zich stof. De strip op de borst is er om een pen of pincet achter te klemmen.

Handschoenen

Gemaakt van nitril en cleanroom-compatible verpakt. Je gooit ze weg als je de cleanroom verlaat. Eigenlijk zou je ze al moeten vervangen als je even aan je gezicht krabt, vanwege de huidschilfers die op de vingers komen.

EEN 'CLEAN' PAK

Maanmannetjes worden ze wel eens genoemd, de medewerkers die in de cleanroom van het NanoLab werken. Hoe zorgt hun pak ervoor dat de cleanroom zo 'clean' mogelijk blijft?

Wassen

Elke donderdag hangen er schone pakken. Gebruikte kleding wordt wekelijks bij het bedrijf Micronclean in Bolsward in een speciale cleanroom-wasserette gereinigd en weer 'clean' verpakt.

Boots

Je stapt met je eigen schoenen in de boots. Tegen het slijten van de stof en voor het draagcomfort zit er een rubberlaag onder de laarzen. Bij het aantrekken houd je je boots altijd van de vloer. Je zit op een bankje, en mag je voeten alleen neerzetten aan de cleanroom-kant van de bank.

Kleur

Het pak is er in drie kleuren. Blauw voor de cleanroomstaf (beheerders), groen voor de schoonmaakkploeg en onderhoudspartijen en wit voor alle 'reguliere' gebruikers (o.a. studenten, promovendi, bedrijven). De kleur is alleen voor de herkenbaarheid, verder zijn de pakken identiek. Beheerders hebben een eigen pak, andere gebruikers niet.

TEKST: PAUL DE KUYPER | FOTO: RIKKERT HARINK



DOMINIC POST (36) is inmiddels drie jaar technicus bij de leerstoel Inorganic Materials Sciences (IMS). Hij is verantwoordelijk voor het technische onderhoud van drie laboratoria met Pulsed Laser Deposition-systemen (PLD) en hij geeft instructies aan gebruikers van het chemisch lab en de SEM, scanning electron microscopy. Bovendien ontwerpt, bouwt en test hij nieuwe apparatuur.

TEKST: SANDRA POOL | FOTO: RIKKERT HARINK >

‘De zogeheten suitcase is een goed voorbeeld van een recent ontwikkeld apparaat’, zegt Dominic Post. ‘Het is een koffertje ter grootte van een voetbal. Wetenschappers vervoeren er samples mee. Dat is makkelijk. Door de afmeting neem je het kistje zo mee in de trein of auto. Het is klein en draagbaar.’

Post vertelt dat de omstandigheden binnen in het koffertje bijzonder zijn. ‘Er is een ultrahoog vacuüm (UHV) omdat de samples niet in aanraking mogen komen met vervuiling. De druk in het koffertje is daarom zo laag mogelijk, $<1 \times 10^{-10}$ mbar.’

‘Een compacte UHV-pomp creëert die extreem lage druk. De koffer koppelen we in het laboratorium aan het COMAT-systeem (Complex Oxide MATerials). Doordat het koppelingsdeel van de koffer in aanraking is geweest met de buitenlucht, moeten we dat deel afpompen en uitstoken. Dat duurt een dag of twee. Ja, daar moet je wel even geduld voor hebben.’

Dankzij een accu is het mogelijk samples maximaal drie dagen onder UHV-omstandigheden in de koffer te bewaren. Daarna moet de suitcase aan de netstroom. Volgens Post is uitwisselen

alleen mogelijk als een laboratorium hetzelfde koppelingssysteem heeft. ‘En dat aantal labs groeit. Het begint te lopen.’

Nieuwe aanwinst

Het zijn voor Post de leuke klussen tussen de reguliere werkzaamheden door. Samen met collega Henk Veldhuis is hij verder verantwoordelijk voor het onderhoud en reparaties in de laboratoria van de leerstoel IMS, waar onderzoekers onder andere werken met Pulsed Laser Deposition om laagjes te maken van enkele nanometers dik. ‘We vullen lasers met nieuw gas of vervangen onderdelen. We kruipen dan zelf onder de apparatuur voor een check. Kunnen we het niet oplossen, dan schakelen we de leverancier in.’

Een nieuwe aanwinst die deze zomer komt, is de NanoProbe. Die koppelen we aan het COMAT-systeem. Met de NanoProbe analyseren onderzoekers nanostructuren op het oppervlak. Groot voordeel is dat dit met meerdere ‘probes’ tegelijkertijd kan.’

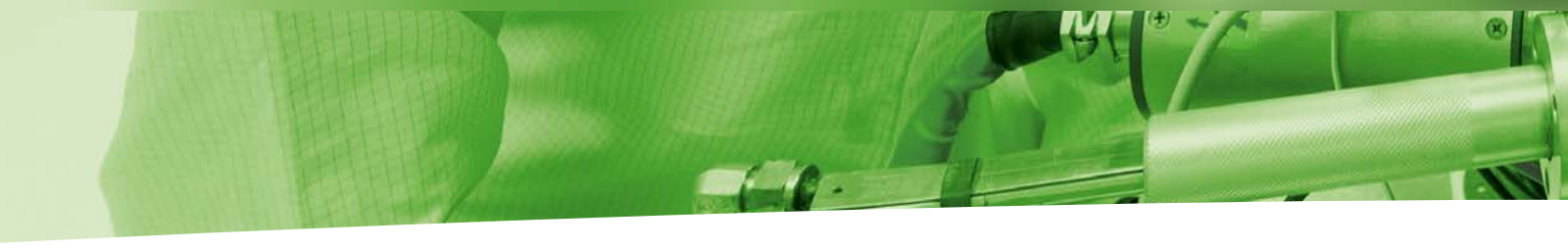
Het nieuwe apparaat moet nog wel een plekje krijgen in het COMAT-lab. ‘Daarvoor wordt een muur verwijderd waardoor we meer ruimte krijgen. Nog een hele klus.’

KOFFERTJE MET ULTRAHOOG VACUÛM



Cleanroom-freelancer Kechun Ma werkt veel in de avonduren

‘CLEANROOM VOELT SOMS ALS TWEEDE HUIS’



TEKST: SANDRA POOL | FOTO: RIKKERT HARINK >

Kechun Ma (44), op de UT beter bekend als Kees, tekent standaard in voor elke avond. ‘Je moet je van tevoren melden als je ’s avonds de cleanroom in wilt. Dat doe ik elke dag. Mijn vrouw vraagt wel eens of de cleanroom mijn tweede huis is. Soms voelt dat zo. Vanaf een uurtje of vier ’s middags plan ik mijn onderzoek voor die avond. Het grote voordeel is de rust. Multitasken is ook mogelijk. Ik doe dan meerdere onderzoeken tegelijk op verschillende apparaten. Dat kan, omdat de meeste mensen na zes uur naar huis zijn. Ik werk rustig aan iets en krijg niet het gevoel dat ik de boel ophoud.’

Een ander pluspunt van ’s avonds werken is de snelheid waarmee Ma

zijn klanten bedient. ‘Als een bedrijf de volgende dag iets nodig heeft, duik ik ’s avonds nog even de cleanroom in.’

Eén keer lag Ma, na een avond werken in de cleanroom, ’s nachts in bed te malen. ‘Ik wist niet meer zeker of ik een bepaald apparaat had uitgezet. Ik ben maar naar de UT gegaan en heb samen met de bewaking gekeken of de machine uit stond. Gelukkig was dat zo. Toen kon ik rustig slapen.’

Het was de enige keer dat Ma ’s nachts ook in het lab was; andere nachtwerkzaamheden komen niet voor. ‘De cleanroom is tot tien uur ’s avonds open. Dat is maar goed, want als onderzoeker wil je graag zoveel mogelijk afmaken. Vaak is het nog eventjes dit doen en nog even dat. Dan vergeet je de tijd wel eens.’



Het werk van Kechun Ma veranderde van 's avonds bikkelen in het Chinees restaurant naar 's avonds onderzoek doen in de cleanroom van het NanoLab. Als onderzoeker bij de vakgroep Inorganic Materials Science Group (IMS) en met zijn bedrijfje MicroCreate maakt hij dankbaar gebruik van de lange openingstijden van de cleanroom. 'Als de klant iets snel wil, regel ik dat.'



Uurtje-factuurtje

Het thuisfront is er aan gewend, zegt Ma. 'Wij zijn horecamensen. 's Avonds en in het weekend werken? Ik groeide ermee op.' Zijn ouders runden, nadat ze vanuit hun moederland China neerstreken in Oldenzaal, een Chinees restaurant. Later in Enschede. Ma groeide op tussen de bestellingen en restaurantbezoekers. Later hielp hij mee. Zo ging dat. 'Ondertussen studeerde ik elektrotechniek aan de UT.' In 1996 behaalde hij zijn diploma. Na een paar werkzame jaren in het bedrijfsleven in de micromechanica kwam hij als onderzoeker bij de UT. Eerst als onderzoeker bij de vakgroep Transducers Science and Technology en nu bij IMS. 'We maken MEMS-chips (Micro Electronic Mechanical

Systems) geïntegreerd met PZT -materialen (piëzo) om elektriciteit om te zetten in beweging en vice versa.'

Dat doet hij parttime. 'Daarnaast ben ik cleanroom-freelancer. Ja, die ondernemersgeest zit er nu eenmaal in. Toen we het restaurant verkochten, begon het te knagen. Ik had tijd over', grapt hij. Als zzp'er onder de naam MicroCreate fabriceert hij custom-made chips in het NanoLab voor vakgroepen en kleine bedrijven die niet de mankracht of kennis hebben het zelf te doen. 'Ik heb de kennis en het recht om in de cleanroom te werken. Ik ken de apparatuur en weet de weg. Dat is voor sommige, kleine bedrijven interessant. Zij huren mij in om iets voor ze te ontwikkelen of te analyseren. Het is een heel simpel concept, gewoon uurtje-factuurtje. Lekker transparant.'

Design



Prototyping



Development



Manufacturing



micronit
MICROFLUIDICS

Your partner in design, prototyping, development and manufacturing of your microfluidic and MEMS devices

Colosseum 15 • 7521 PV Enschede • The Netherlands • P +31 53 850 6 850 • F +31 53 850 6 851 • info@micronit.com • www.micronit.com



Met High Tech Factory naar hoog-volume productie in nanotechnologie

High Tech Factory

High Tech Factory: de nieuwe productie-faciliteit verbonden aan MESA+, instituut voor nanotechnologie, op de campus van de Universiteit Twente, waar bedrijven in de microsystemen- en nanotechnologie massa kunnen maken voor de commerciële markt. Een bijzondere faciliteit die het ondernemerschap op het gebied van nanotechnologie een flinke duw in de rug geeft. Betrokken bedrijven richten zich op hun bedrijfsvoering en steken energie in groei, in plaats van in de realisatie van een noodzakelijke basisinfrastructuur. High Tech Factory biedt bedrijven ruimte, faciliteiten en hoogwaardige cleanrooms.

Nooit meer bang voor een injectie

U-Needle ontwikkelt atomair scherpe naalden uit silicium, zo scherp dat je ze niet voelt. Vanwege de geringe afmetingen zijn de naalden behalve pijnloos ook onzichtbaar. Deze gepatenteerde medische producten, te gebruiken als enkele naald of als naalden-array, worden toegepast bij de toediening van vaccins en cosmetische doeleinden. De atomair scherpe techniek is mogelijk ook voor andere medische toepassingen interessant, zoals het samplen van bloed uit het lichaam.

Voor meer info: www.uneedle.com

High Tech Fund

Het apparaatfonds, High Tech Fund, is een operational leasefaciliteit waarop bedrijven een beroep kunnen doen voor het gebruik van productieapparatuur. Hoe dat precies werkt en waaraan je moet voldoen om van deze faciliteit gebruik te kunnen maken is te vinden op onze website:

www.hightechfactory.com/fund



high | tech | factory

nano and microtechnology production facilities

Contact details High Tech Factory - T +31.53.489.2323 - E info@hightechfactory.com - W www.hightechfactory.com



Postdoc **ZHAOLIANG LIAO** (29) kwam na studies in China en de Verenigde Staten terecht in het NanoLab in Twente. Daar werkt hij zes dagen per week - vaak tot laat in de avond - met coatings en dunne films.

TEKST: JOHANNES DE VRIES | FOTO: RIKKERT HARINK >

De coatings en dunne films waar Liao mee werkt zijn heel kleine hoeveelheden van oxidische keramieken: magnetisch materiaal waarin ten minste twee elementen zitten, uiteraard in combinatie met zuurstof.

'Ik produceer die coatings en dunne films in het NanoLab,' legt Liao uit. 'Daarna kan ik de eigenschappen onderzoeken en zelfs beïnvloeden. Omdat het zo'n enorm kleine hoeveelheid van het materiaal is kun je het op atoomschaal controleren. Je kunt twee atoomlagen bijvoorbeeld verder van elkaar af zetten om te kijken wat dat met de eigenschappen van het materiaal doet.' Want dat die veranderingen op zo'n kleine schaal de eigenschappen van materiaal stevig kunnen veranderen, staat vast. Liao vertelt: 'We ontdekken nieuwe effecten van deze materialen, die niet in de natuur voorkomen. Zo blijkt je op nanoschaal een heel ander soort magnetisme te kunnen veroorzaken.'

Een voor de hand liggende toepassing van zijn onderzoek is de opslag van informatie op geheugenapparatuur, omdat magnetisme daarbij een grote rol speelt.

Gesloten clustersysteem

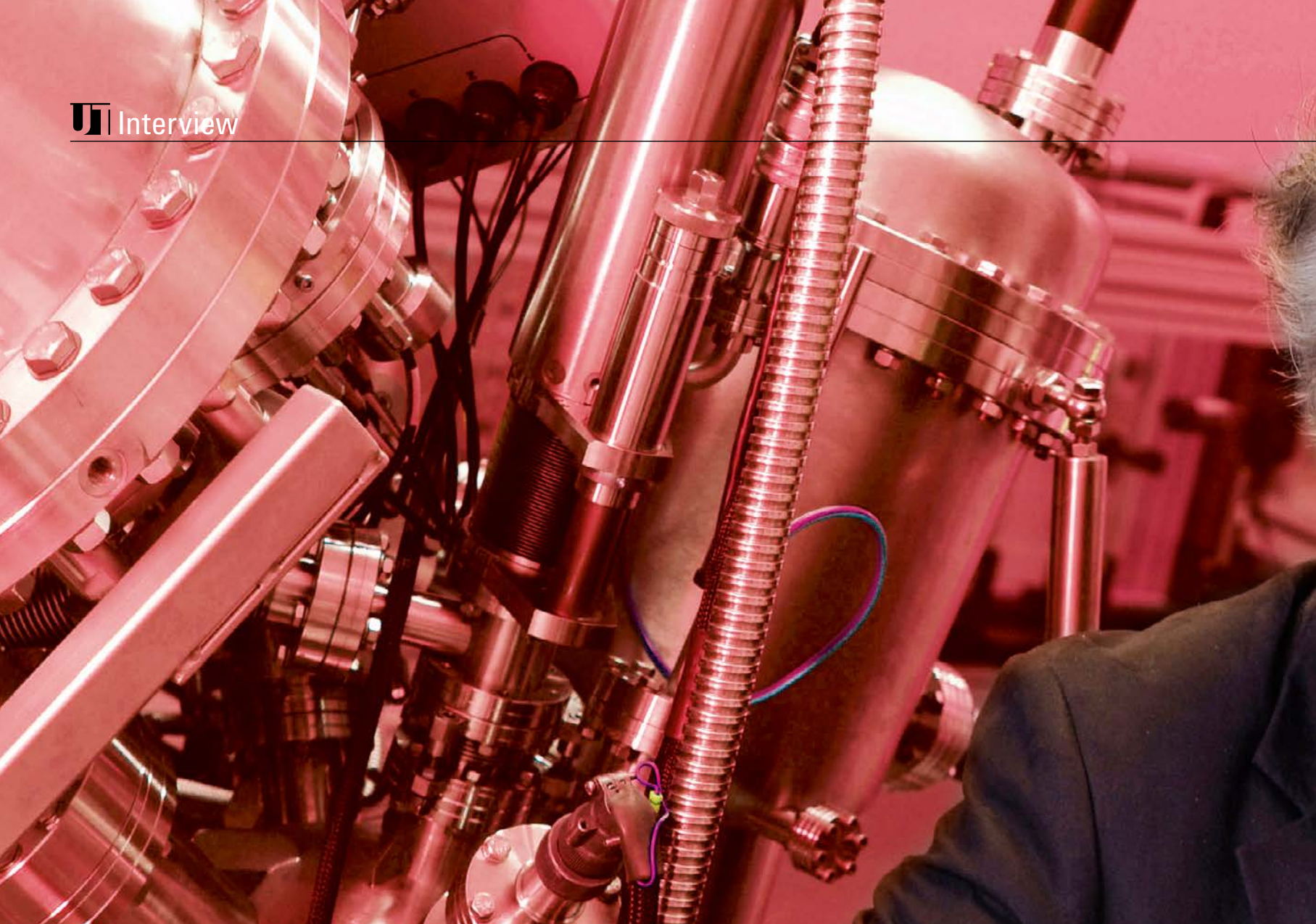
Een van de redenen om naar Twente te komen,

zijn voor Liao de faciliteiten en instrumenten in het NanoLab. Zo maakt hij in zijn onderzoek gebruik van een zogeheten gesloten clustersysteem, waarin de fabricage- en analyseapparatuur direct aan elkaar verbonden zijn. Daardoor wordt het te onderzoeken materiaal niet beïnvloed door bijvoorbeeld stof en water dat in de lucht zit.

De UT is niet de enige instelling die onderzoek doet naar de coatings en dunne films waar Liao mee werkt. Voor zijn onderzoek werkt de postdoc van inorganic materials science-groep daarom samen met universiteiten in onder meer de Verenigde Staten, Canada, Oostenrijk en België. Liao komt zelf uit China, studeerde daar en was PhD aan zowel de University of Science and Technology of China (USTC) als aan de Louisiana State University. 'Daardoor heb ik twee degrees; van beide universiteiten één,' zegt Liao trots. Inmiddels woont hij sinds de zomer van 2013 op de campus, samen met zijn vrouw. Zij is eveneens postdoc op de UT.

'Ik maak lange dagen, vaak tot negen uur 's avonds en doe dat zes dagen per week. De helft daarvan zit ik op kantoor, de andere helft in het lab. We hebben het nu erg naar onze zin in Nederland, maar waar we straks werken, durf ik niet te zeggen. Wat ons betreft kan dat overal ter wereld zijn.' l

COATINGS OP ATOOMSCHAAL



MESA+-directeur Dave Blank

‘WE STAAN NOG MAAR AAN HET BEGIN VAN DE NANO-REVOLUTIE’

Het wensenlijstje voor het NanoLab speelt voortdurend in het hoofd van Dave Blank. Soms zijn de nieuwste apparaten een absolute must om tot de internationale voorhoede te blijven horen, vindt de wetenschappelijk directeur van MESA+. ‘Het nano-veld is continu in beweging.’



TEKST: EGBERT VAN HATTEM | FOTO: ERIC BRINKHORST >

Het MESA+ NanoLab is een 'tool' waarvan de ene onderzoeksgroep meer gebruik maakt dan de andere. Of beter: de ene groep gebruikt 'andere' apparatuur dan de andere. De lijst met instrumenten, productiefaciliteiten en meettechnologie is indrukwekkend: van dunnefilmfabricage op atoomniveau tot analyse- en meetinstrumenten, maskerfabricage, lithografie- en etsmachines. Veel vakgroepen bezitten bovendien hun eigen specialistische apparatuur, zegt hoogleraar Dave Blank.

'Het bijzondere is dat de MESA+-onderzoekers de belangrijkste up-to-date apparatuur binnenshuis beschikbaar hebben. En daar zijn ze trots op. Dat draagt weer bij aan de uitstraling van het instituut. Ook voor de regio geldt het NanoLab als uithangbord. We hebben studenten opgeleid om rondleidingen te verzorgen. Vorig jaar hadden we meer dan 1800 bezoekers over de vloer.'

Per jaar komen er ongeveer tachtig nieuwe gebruikers van de cleanroom bij: studenten, promovendi die beginnen aan hun PhD, en mensen uit het bedrijfsleven. De rol van de technici is daarbij cruciaal, aldus Blank. Zij lopen langere tijd mee en zijn op de hoogte van de apparaten, en hoe je daar het meest uit kunt halen. Met cursussen en persoonlijke begeleiding zorgen zij ervoor dat de gebruikers zoveel mogelijk zelf werken met de apparatuur.

Blank vindt het belangrijk dat studenten en promovendi zelf hun onderzoeksvaardigheden opbouwen. 'Dat herinner ik me van vroeger,' zegt hij. 'Soms doet een zelfgefabriceerde dunne film tijdens experimenten iets heel anders dan je had verwacht, en dat neem je dan zelf waar. Dat is anders dan dat je die film afgeeft aan iemand anders die de analyses uitvoert. Als je het zelf doet, ga je binnen de mogelijkheden op zoek naar creatieve oplossingen, juist omdat je het hele proces doorlopen hebt.'

Nieuwe uitdagingen

Werd de cleanroom vroeger vooral geassocieerd met ICT-productietechnieken, tegenwoordig is het nano-vakgebied veel diverser. Binnen MESA+ zijn 35 groepen actief. Nieuwe materialen en lab-on-a-chiptoe-passingen vormen nu een belangrijk onderdeel van NanoLab.

Blank: 'We hebben regelmatig strategiebijeenkomsten. Daar bespreken we nieuwe uitdagingen waar we met dit instituut het verschil kunnen maken. Op strategische researchoriëntaties zoeken we naar clustering en coherentie: nanofotonica, nanomaterialen voor energietoepassingen, nanotechnologie voor medische innovaties, en nanodevices. 'Ik probeer als een soort coach de mensen te enthousiasmeren met de trends die ik waarneem tijdens conferenties, in commissies, of als nationaal en internationaal beleidsbepaler. MESA+ heeft hoogleraren en tenure trackers van formaat met een goed gevoel voor de rol van fundamentele wetenschap als inspiratiebron voor toepassingen in de nabije toekomst en verder weg. Daarvoor moet het NanoLab hoe dan ook op peil blijven. Als een bepaalde structuur van honderden nanometers op een nieuwe manier terug te schalen is naar tientallen nanometers, dan moeten wij, om de leidende rol te behouden, die nieuwe apparatuur aanschaffen of zelf ontwikkelen.'

'De investeringen voor nano-onderzoek zijn nu eenmaal hoog waardoor de druk op het wetenschappelijk personeel om te presteren en projecten binnen te halen extra hoog is. Met wat we bereikt hebben willen we op het toekomstige speelveld van de nanotechnologie doorgaan. We staan eigenlijk nog maar aan het begin van de nanorevolutie. Dat we als universiteit hierbij zo'n belangrijke rol spelen is fantastisch.' |

‘ALLES MOET ZO STABIEL MOGELIJK BLIJVEN’

Trillingsarm, een uitermate secuur geregelde luchttoevoer, 85 sensoren om gassen te meten. Alles draait in het NanoLab om stabiliteit, beheersing en veiligheid. Dat gebeurt veelal achter de schermen om zo het open karakter van het lab te waarborgen. UT Nieuws maakt een rondje langs de meest opmerkelijke ruimtes. Gerard Roelofs, hoofd NanoLab, gaat voor.

TEKST: SANDRA POOL | FOTO'S: ERIC BRINKHORST EN ARJAN REEF >

▲ ► Cleanroom

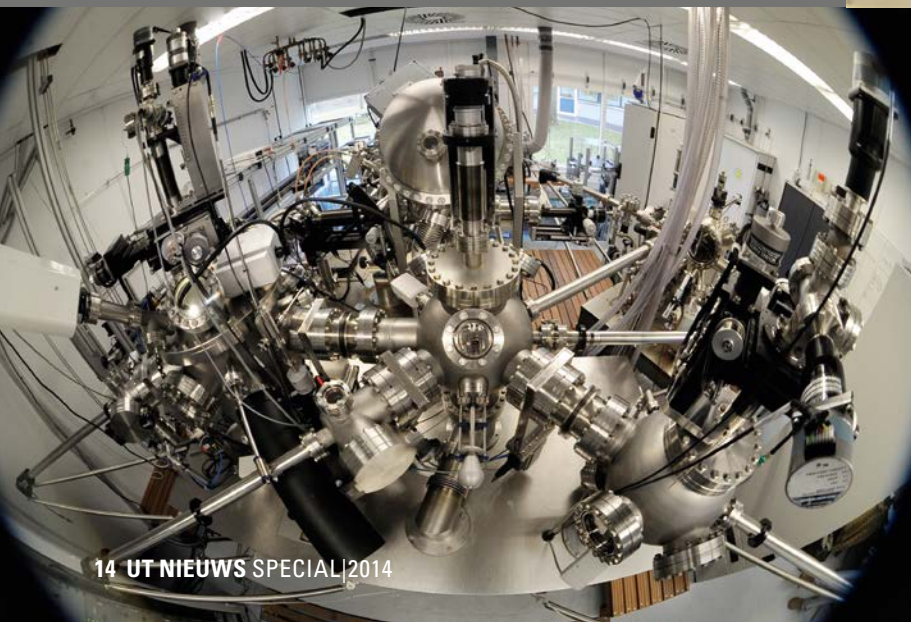
‘Er staan bijna 200 onderzoeksapparaten in deze ruimte’, zegt Roelofs. ‘De aanschafkosten variëren van een ton tot ruim boven de miljoen euro.’ Iedereen die gebruik maakt van de cleanroom volgt vooraf een cursusprogramma. Elke maand is er een introductieronde voor nieuwkomers. ‘Na anderhalve week opleiding zijn nieuwe gebruikers vaak nog wel een maand bezig om zich alles in de cleanroom eigen te maken.’

Verder zijn er zogeheten wet benches te vinden, bedoeld om substraten schoon te maken en te etsen. Dan volgt een deel met geel licht. ‘Bedoeld om lichtgevoelige polymeren te laten uitharden.’ ‘Het laatste gedeelte van de cleanroom heeft een VC-G-vloer. Dat is een kwalificatie van de vloer als het gaat om trillingen. De vloer is hier 90 centimeter dik en heeft een oppervlakte van achthonderd vierkante meter. Eronder zijn zo’n vierhonderd heipalen als fundatie aangebracht die 20 meter dieper op een stabiele zandplaat verankerd zijn. Dat creëert een stevige massa waardoor trillingen minimaal worden.’



◀ COMAT

Een andere onderzoeksfaciliteit is het COMAT-systeem (Complex Oxide MATerials). ‘Onderzoekers maken met behulp van lasers atoom-dunne laagjes. Er zijn verschillende opstellingen waarmee ze de gemaakte lagen analyseren.’



► Controlekamer

‘Alles moet zo stabiel mogelijk zijn in de laboratoria en de cleanroom. Daarvoor hebben we deze controlekamer’, zegt Roelofs. ‘Ik heb het liefst dat hier niemand zit. Dan functioneert alles goed. We monitoren vooral. Zo meten 85 sensoren continu de gasconcentraties in het gebouw. Mocht er een storing of lek zijn, volgt er alarm. Iedereen die gebruik maakt van het lab, registreert zich bij binnenkomst. In geval van een calamiteit checken we buiten bij het verzamelpunt of alle aanwezigen uit het NanoLab zijn. Via de monitoring en logboeken proberen we te achterhalen wat er gebeurd is.’



◀ BioNanoLab

In de Zuidhorst bevindt zich nog het BioNanoLab dat sinds 2012 in gebruik is. ‘Het onderzoek concentreert zich op cel-analyse, proteïnestructuren en membranen. De speciale apparaten met microscopische en spectroscopische technieken staan in een geconditioneerde ruimte. Daarnaast hebben we een zogeheten ML-II-laboratorium waarin zich het cel-analyse-systeem bevindt. Hier gelden aanvullende regels omdat er met biologische materialen gewerkt wordt.’

► SEM en TEM

Rondom de cleanroom zitten andere laboratoria waar wetenschappers aanpalend onderzoekswerk doen. ‘We beschikken over een Transmission Electron Microscope (TEM, foto) en een Scanning Electron Microscope (SEM). Hiermee doen onderzoekers elementanalyse en proberen ze te achterhalen waaruit een laagje is opgebouwd.’



▼ Kelder

‘Enkele onderzoeksapparaten die boven in de cleanroom staan, hebben randapparatuur nodig, zoals koelers en vacuümpompen. Die staan in de kelder. Groot voordeel is het onderhoud. Dat is makkelijk omdat je geen cleanroompak aan hoeft. Daarnaast bespaar je enorm veel ruimte.’



◀ Gascilinderkamer

De gascilinderruimte bevat in totaal 26 gasflessen. ‘Het gaat om heel specifieke gassen, sommige zijn gevaarlijk. Elke fles heeft zijn eigen kast van waaruit we de onderzoeksapparaten voeden. Met een cilinder kunnen we een half jaar tot een jaar vooruit. Het aansluiten is een vak apart. Eigen personeel leiden we hier speciaal voor op. Zij koppelen en ontkoppelen de cilinders volgens een vaststaand protocol.’





Vanuit Turkije en Rusland naar Twente vanwege het NanoLab

‘ALS HET LUKT, WILLEN WE BLIJVEN’

De UT mag dan een relatief kleine universiteit zijn, het NanoLab van MESA+ kent wereldfaam. Dat is ook te zien aan de vele nationaliteiten die werkzaam zijn in het lab, waaronder Sertan Sukas uit Turkije en Alexander Prokofyev uit Rusland. Beiden zijn postdoc bij de BIOS lab-on-a-chip group van MESA+.



TEKST: MAAIKE PLATVOET | FOTO: GIJS VAN OUWERKERK >

Voor Sertan Sukas (rechts op de foto) bleek al snel dat als hij na zijn studie werktuigbouwkunde verder wilde op het gebied van microfluidics, er in Turkije niet veel opties waren. ‘De Middle East Technical University heeft een cleanroom, maar daar kon ik niet echt uit de voeten op mijn onderzoeksterrein. Ik denk dat ik mij in Turkije als een van de eerste bezighield met de lab-on-a-chip-technologie. Het onderzoeksgebied spreekt mij vooral aan, omdat het veel uitdaging biedt. Vanuit niets moet de technologie laagje voor laagje worden opgebouwd.’ Sukas wilde meer ervaring opdoen in het buitenland, en het liefst in Europa. Het lukte hem in 2007 om een PhD-positie aan de UT te bemachtigen. ‘Ik was erg onder de indruk van de cleanroom op de UT. In Europa

heb ik meerdere laboratoria gezien, maar nergens is het zo efficiënt geregeld als op de UT. Persoonlijk vind ik de grote ruimte ook erg prettig werken. Ook al zijn veel onderzoekers tegelijkertijd aan het werk, er is nooit een gevoel dat het er te druk is. En de ondersteuning van technici vind ik een pre. Ik was gewend om zelf het onderhoud te moeten doen. Dankzij de aanwezigheid van technici blijft voor mij nu meer tijd over voor onderzoek.’

Uniek in Europa

Postdoc Alexander Prokofyev is minder lang in Nederland dan collega Sukas. Sinds anderhalf jaar zit hij op de UT, daarvoor was hij korte tijd werkzaam aan de Universiteit Utrecht en als PhD in Hamburg. ‘Ik was gelijk onder de indruk van de cleanroom op de UT. In Europa

heb ik vergelijkbare faciliteiten gezien, maar die waren allemaal kleiner. Het lab op de UT is uniek in Europa. Wat vooral opvalt is dat alles zo goed georganiseerd is. Op internet vind je overal handleidingen voor. Dat maakt het erg gemakkelijk om er mee aan de slag te gaan.’ Zowel Prokofyev als Sukas wil graag werkzaam blijven aan de UT. ‘Ik heb nog zo’n acht maanden te gaan voordat mijn contract afloopt’, vertelt de Russische postdoc. ‘Ik schrijf nu ontzettend veel aanvragen voor grants, waardoor ik hopelijk onderzoeksgeld binnenhaal en daarmee mijn positie kan financieren.’ Voor Sukas geldt hetzelfde. ‘Het bevalt mij hier, maar ik wil ook een volgende stap zetten. En ik moet dat samen met mijn vrouw doen, want zij is ook als postdoc werkzaam op de UT. Het zou mooi zijn als ik nog een tijdje door kan op de UT. Als het lukt, willen we blijven.’

LioniX is volgens UT-alumnus **FLORIS FALKE** de grootste commerciële gebruiker van de cleanroom. Zelf loopt hij er ook regelmatig rond. In opdracht van klanten ontwikkelt en fabriceert LioniX allerlei componenten en producten gebaseerd op microsysteemtechnologieën. 'Mocht het lab iets overkomen, dan hebben wij een probleem.'

TEKST: SANDRA POOL | FOTO: RIKKERT HARINK >

De cleanroom van het NanoLab op de UT vormt het kloppend hart van LioniX B.V., gevestigd in The Gallery. Dat de onderneming als externe partij gebruik maakt van het lab is een essentiële voorwaarde voor het bestaansrecht van het bedrijf. 'Mocht de cleanroom op de een of andere manier iets overkomen, dan hebben wij acuut een probleem', zegt designengineer/projectleider Floris Falke van LioniX.

LioniX is ontstaan als spin-off van de UT en draait inmiddels al dertien jaar als zelfstandige bv. 'De wisselwerking tussen ons en de universiteit is er nog steeds. Dat is erg mooi. We zitten dichtbij en het NanoLab is een onderzoekslaboratorium. Daardoor kan er enorm veel.'

LioniX is gespecialiseerd in de productie van optische componenten op microschaal. 'We ontwikkelen nieuwe producten op basis van microsysteemtechnologieën in opdracht van klanten. Het gaat om heel kleine chips voor bijvoorbeeld telecomapplicaties.'

Daarnaast richt LioniX zich op microfluidica, optofluidica en oppervlaktemodificaties. 'We ontwerpen chips voor bijvoorbeeld de biotech-

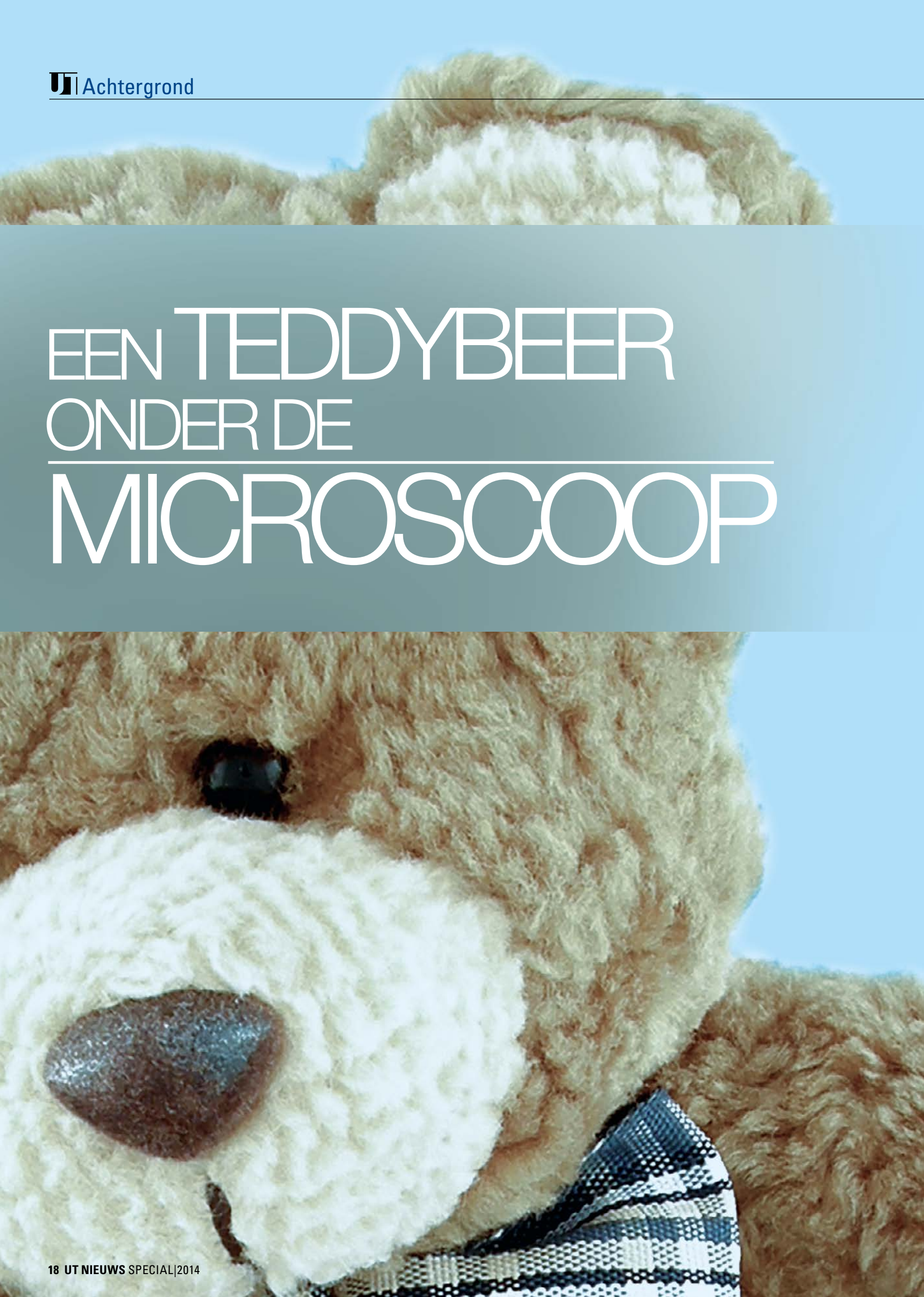
nologie, de chemie en farmacie. Denk aan lab-on-a-chip of cell-on-a-chip.' Een mooi voorbeeld is de zogenaamde Life Marker Chip, zegt Falke. 'Een microlaboratorium dat op Mars op zoek gaat naar moleculen die wijzen op vroeger leven op de rode planeet.'

Geen productielaboratorium

Voor al deze toepassingen zijn dagelijks medewerkers van LioniX in de cleanroom te vinden. 'Als bedrijf zijn we de grootste gebruiker van de cleanroom. Ik kom er zelf ook regelmatig.' Na zijn studie elektrotechniek, afgerond in 2008, begon de alumnus als procesengineer bij LioniX. 'Ik deed hierbij heel veel ervaring op in het lab. Een jaar later werkte ik als designengineer en richtte ik mij op het ontwikkelen van nieuwe processen. Ik onderhoud ook het contact met klanten of projectpartners, maar als er een nieuw proces ontwikkeld moet worden, werk ik nog steeds in het lab.'

LioniX ontwikkelt in het NanoLab producten op kleine schaal. 'Wanneer we massa moeten maken, wijken we uit naar andere laboratoria. Het NanoLab van de UT is duidelijk een onderzoekslab en geen productielaboratorium.' |

GROOTGEBRUIKERS VAN HET LAB



EEN TEDDYBEER ONDER DE MICROSCOOP

Met een van de beste microscopen van Nederland onderzoekt technicus Mark Smithers in opdracht van bedrijven tal van producten. Tandpasta, opbergdozen, antibacteriële sokken en zelfs een teddybeer had hij al eens onder zijn elektronenbundel. Zijn vreemdste onderzoeksobject? Een doodgedrukte bromvlieg op een metalen zonwering.

TEKST: PAUL DE KUYPER >

In tandpasta zouden minuscule calciumdeeltjes zitten voor een nog stralender gebit en sommige sokken bevatten zilverdeeltjes die stinkvoeten voorkomen. Fabrikanten beweren regelmatig dat hun producten zijn verbeterd dankzij toevoeging van nanodeeltjes. Maar maken ze die claims ook waar? Voor consumenten valt het niet te controleren. Je kunt immers niet zien of die nanodeeltjes er echt in zitten.

Technicus Mark Smithers kan dat wel. Hij werkt al een kwart eeuw met de high resolution scanning electron microscope (HR-SEM) en de voorlopers ervan. Het apparaat is een van de nauwkeurigste microscopen van Nederland. Tot op nanometerschaal kun je zien welke materialen in een product zijn verwerkt.

In een kamer aan het eind van een doodlopende gang van het NanoLab scant Smithers dagelijks uiteenlopende samples. Zijn belangrijkste klanten zijn promovendi, maar ook microtechnologiebedrijven uit de omgeving kloppen geregeld bij hem aan. Af en toe krijgt hij een wel heel bijzonder verzoek. Of Smithers een teddybeer onder zijn microscoop wil leggen? En als dat lukt dan ook nog wat schoonmaakmiddel en een antibacteriële sok?

Ionen te vluchtig

Die sok en die teddybeer zaten een jaar of vier geleden met zo'n dertig andere producten in een box van het RIVM, vertelt Mark Smithers. Hij somt op: 'Tandpasta, deodorant, een opbergbox van hard plastic, schoonmaakmiddelen.' Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu wilde weten of de nanodeeltjes waarvan fabrikanten beweerden dat ze in deze producten zitten ook echt aanwezig zijn. Het ging niet om de veiligheid van de producten, verduidelijkt Smithers. 'Als een product op de markt komt, moet het al getest zijn op veiligheid. Het RIVM wilde enkel weten of we inderdaad nanodeeltjes zouden aantreffen.'

Dat bleek lastiger dan vermoed. Van de helft van de producten kon Smithers aantonen dat er nanodeeltjes in zitten. In tandpasta vond hij calciumdeeltjes en de antibacteriële sok bevat daadwerkelijk nanohoe-

veelheden zilver om de geur die bacteriën afscheiden te neutraliseren (zie ook het kader).

In andere producten werden geen minuscule deeltjes gevonden. Het meest tot de verbeelding sprekende voorbeeld, de teddybeer, moest de technicus rapporteren als een 'mislukt sample': geen enkel nanodeeltje aangetroffen. Hetzelfde (negatieve) resultaat gold voor de bacterieafstotende opbergbox die volgens de fabrikant zilverdeeltjes zou bevatten. Dat Smithers die deeltjes met zijn HR-SEM niet vond, betekent niet dat ze er niet zijn. 'Misschien waren de hoeveelheden echt minuscule. Het kan ook zijn dat ze in de vorm van ionen in het product zitten. Ionen zijn zo vluchtig dat we ze met onze microscoop niet kunnen waarnemen. In deodorant zitten bijvoorbeeld zilverionen die wij niet kunnen zien.'

Doodgedrukte bromvlieg

Gelukkig hoeft Smithers zijn andere klanten nauwelijks teleur te stellen. Het project voor het RIVM was een bijzondere opdracht, geen alledaagse praktijk. De technicus: 'Zo'n zeventig procent van het werk bestaat uit opdrachten van promovendi. Met andere apparaten kunnen ze heel kleine nanostructuren maken, maar pas op deze microscoop kunnen PhD's zien of die structuur precies de gewenste vorm heeft gekregen. Dan willen ze bijvoorbeeld weten welke doorsnee de poriën in hun membraan hebben.' De resterende opdrachten krijgt Smithers van microtechnologiebedrijven uit de omgeving, vaak spin-offs van de UT. 'Maar ik krijg ook verzoeken van keramiekbedrijven. Die zoeken bijvoorbeeld de oorsprong van verkleuringen in een baksteen. Dan gaat het niet om nanodeeltjes, maar om kristallen die de microscoop kan meten.'

'Het vreemdste voorwerp dat ik ooit onder de HR-SEM heb gehad?', herhaalt Smithers de vraag. 'Nee, niet die teddybeer. Een geplette bromvlieg op een metalen zonwering. Bij het oprollen van de zonwering was die vlieg doodgedrukt. De fabrikant wilde weten of er minieme gaatjes in het metaal waren ontstaan door de zuren die uit het insect waren gelopen. Dit is een uitzondering hoor. De meeste bedrijven willen gewoon weten of hun vindingen werken. Daarvoor moeten ze weten hoe hun producten er op nanoschaal uitzien.'

Hoe scan je een antibacteriële sok?

Een halfuurtje. Meer tijd heeft de HR-SEM doorgaans niet nodig om te doorgronden welke materialen er in een voorwerp zitten, aldus Mark Smithers. Maar hoe gaat dat in zijn werk?

Smithers legt het uit aan de hand van een antibacteriële sok. Eerst heb je een sample nodig. 'Je knipt heel simpel een stukje uit. Dat mag maximaal 10 x 10 cm zijn, maar hoe kleiner hoe beter. In dit geval heb ik een paar stukjes uitgeknipt. Zilverdeeltjes kunnen zweetgeur neutraliseren. Maar ze zijn duur, misschien zitten ze niet overal, maar alleen op plekken waar je veel zweet. Zoals bij de tenen.'

De samples plakt Smithers met koolstoftape op een plaatje dat hij in de kamer van de HR-SEM legt. 'Papier, textiel, metaal, rubber, plastic. Alles kunnen we meten. De enige beperking is water. We testen namelijk in een

vacuüm (water gaat dan koken, red.). Vloeistoffen moeten we daarom eerst uitdrogen, maar het nadeel is dat je daarmee ook de stof verandert.' Eerst meet de HR-SEM vorm en omvang van het materiaal. Daarna komt de sample in een kamer met een elektronenbundel. Smithers: 'Daarmee zien we het contrastverschil tussen deeltjes met hoge en lage atoomnummers. Binnen een halfuur hebben we resultaat: een scan met alle aanwezige materialen in de antibacteriële sok. In de hak en de teen bleken inderdaad zilverdeeltjes te zijn verwerkt. HR-SEM is een heel mooie techniek om zo'n eerste indruk van een materiaal te krijgen.'

Foto: Eric Brinkhorst



MOTTENNOOG

Foto 1

Foto 2

TEKST: MAAIKE PLATVOET | FOTO'S: MARK SMITHERS >

Een zonnebloem, dat is misschien het eerste waar je aan denkt als je de foto's hier naast bekijkt. Toch gaat het om heel iets anders: het oog van een mot. Deze afbeeldingen, gemaakt in het NanoLab door technicus Mark Smithers, laten verschillende vergrotingen zien van dit deel van de mot.

FOTO 1 is het oog op een schaal van een kwart millimeter. Heel duidelijk zie je de haren rondom het oog en daarbuiten de veertjes. **FOTO 2** is een vergroting op microschaal. **FOTO 3** laat het oogoppervlak zien en in het bijzonder de anti-reflectiestructuur op een schaal tussen de 150 en 200 nanometer. De vierkantjes die boven op de bolletjes liggen zijn zoutdeeltjes (op foto 2 en 3). 'Die komen niet van nature op een mottenoog voor', zegt Mark Smithers. 'Waarschijnlijk zijn ze ontstaan door uitdroging van het insect.'

Smithers nam de foto's vorig jaar met behulp van een SEM, een *scanning electron microscope*. De foto's waren bedoeld als voorlichtingsmateriaal over nanotechnologie voor scholieren die een bezoek brachten aan het NanoLab. 'Ik heb de mot met koolstoflijm vastgezet en vervolgens de sample met een heel dun laagje goud gecoat. Het goud is nodig om de sample elektrisch geleidend te maken. Daarna scande een elektronenbundel het mottenoog en werden hogeresolutiefoto's gemaakt.'

Foto 3



Promovendus **FILIPP MÜLLER** uit de vakgroep NanoElectronics werkt in het 'cleanste' gedeelte van de cleanroom. Met zijn onderzoek hoopt hij een steentje bij te dragen aan de kwantumcomputer.

TEKST: PAUL DE KUYPER | FOTO: RIKKERT HARINK >

'Wat een transistor is voor de gewone computer, proberen we in onze vakgroep te maken voor de kwantumcomputer', vertelt Filipp Müller.

'Op nanoschaal willen we de transistorwerking nabootsen. Een kwantumcomputer werkt met kwantumbits, zogenaamde qubits. Een qubit, bijvoorbeeld de spin van een elektron, kan alle waarden tussen 0 en 1 aannemen. Wij proberen een nanostructuur te maken waarin we een enkel elektron kunnen isoleren.'

'Wij maken die nanostructuren op silicium', vervolgt Müller. 'Andere vakgroepen onderzoeken ook andere materialen, maar wij kiezen voor silicium onder andere omdat dat ook al gebruikt wordt in de huidige chiptechnologie. Voor qubits in silicium hoeft de huidige chipfabricage-infrastructuur minder aangepast te worden dan voor andere materialen.'

Ultraclean

Müller kwam drie jaar geleden naar de UT, na een studie natuurkunde in Duitsland. Inmiddels werken er zeven onderzoekers op het project, maar hij was de eerste. 'Op dit project werken we met de zogenaamde CMOS-technologie, wat staat voor Complementary Metal Oxide Semiconductor.' Müller heeft geholpen dat fabricageproces in het NanoLab op te zetten.

'Voordat je iets in de cleanroom mag onderzoeken, moet je een procesdocument opstellen', vertelt hij. 'Met het technisch personeel overleg

je of je te werk kunt gaan zoals je van plan bent.

Daarbij is uiteraard belangrijk dat je veilig kunt werken, maar ook dat jouw onderzoek niet conflicteert met andere experimenten. Crosscontaminatie heet dat in het lab.'

De fabricagelijns voor CMOS-technologie wordt volgens Müller de ultra clean line (UCL) genoemd. 'De UCL hoort bij het schoonste gedeelte van de cleanroom. Je mag er maar met een paar materialen werken zoals silicium, siliciumoxide, fosfor, borium en arseen. Ons onderzoek op nanoschaal is erg gevoelig voor vervuiling.'

'Ons onderzoek combineert micro- en nanofabricage. Grote basisstructuren fabriceren we op een wafer (een plak silicium, red.) met microtechnologie (fotolithografie). Daarna schrijven we er met elektronenstraallithografie nanostructuren op. Die patronen hebben een resolutie van circa twintig nanometer. Soms ben je weken met een sample bezig. Echt uitdagend is, dat alle structuren moeten worden uitgelijnd met een nauwkeurigheid van 5 nanometer. Als een sample klaar is, onderzoeken we in een heli-umvat, bij extreem lage temperaturen, hoe de structuren zich elektronisch gedragen.'

Zijn doel is een bijdrage te leveren aan de kwantumcomputer, maar Müller beaamt dat die er niet van de een op de andere dag staat. Niet zo vreemd, vindt hij. 'Er is nog veel onderzoek nodig. Bij de hedendaagse computer heeft het ook tientallen jaren geduurd van idee tot massaproductie.' I

ELEKTRONEN ISOLEREN VOOR KWANTUMCOMPUTER



Klein Poelhuis

Totaaloplossingen in installatietechniek

Verder kijken

Klein Poelhuis is een moderne aanbieder van totaaloplossingen in de installatietechniek. Onze grote kracht schuilt in het creëren en realiseren van innovatieve, energiebewuste concepten met optimaal comfort. Daarbij gaan we verder dan het leveren van vakwerk en betrouwbare 24-uursservice. Over de volle breedte van het traject van schetsontwerp tot besteksfase tot en met de oplevering en service & onderhoud dragen wij vanuit onze expertise bij aan het uiteindelijke resultaat. Dat moet ook, want de techniek in de bouw wordt steeds complexer. Alleen daarom al denken wij het liefst vanaf de schetsfase mee. Daarbij zoeken we waar mogelijk de samenwerking met professionele partners die het eindproduct naar een nog hoger plan kunnen tillen; ketendenken is ons op het lijf geschreven.

Ketenintegratie de ultieme vorm van samenwerken

Bij ketenintegratie werken meerdere partijen uit de bouwkolom projectgebonden samen met als doel beter, sneller en goedkoper te presenteren en faalkosten terug te dringen. Het uitgangspunt voor ketenintegratie is openheid, vertrouwen en lef. Wij zijn van mening dat ketenintegratie werkt, mits alle partijen zich 100% committeren, bereid zijn te veranderen en er aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan, zoals volledige transparan-

tie, gezamenlijke winst- en verliesrekening en synergie door gezamenlijk belang.

3D BIM

Een belangrijke sleutel voor het terugdringen van de stichtings- en faalkosten (geschat op 5 – 20%) is het werken in een geïntegreerd BIM-model. BIM (Bouw Informatie Model) staat voor een ontwerpaanpak waarbij alle betrokken partijen - inclusief de opdrachtgever - binnen één model werken en elkaars voortgang kunnen volgen. De gezamenlijk gekozen onderdelen en oplossingen worden gevisualiseerd in 3D. Zo weten de opdrachtgever en zijn medewerkers precies hoe de te realiseren installatie er uit gaat zien en kan er waar nodig worden bijgestuurd.

LEAN

Klein Poelhuis is ervan overtuigd, dat ook het 'lean'-principe in de bouw veel mogelijkheden biedt om efficiency te verbeteren en faalkosten te reduceren. Voorwaarde is wel dat er over de grenzen van het eigen werkveld heen wordt gekeken. Immers, een in een bepaalde discipline gekozen oplossing kan alleen optimaal rendement opleveren als hij in harmonie is met de processen van andere disciplines. Om die harmonie te waarborgen betrekken wij onze leveranciers en onderaannemers vanaf het vroegst mogelijke stadium bij de ontwikkeling van onze oplossingen. Dankzij deze gedegen gezamenlijke voor-

bereiding komen we tot een situatie waarin de planning de bouw aanstuurt in plaats van andersom. Dat werkt kostenbesparend en leidt bovendien vrijwel altijd tot een verkorting van de bouwtijd.

Total Cost of Ownership, life-cycle denken en duurzaamheid

Met onze Total Cost of Ownership Tool kunnen wij al in de definitiefase van een project de totale kosten bereken van realisatie, renovatie, preventief onderhoud, correctief onderhoud, energie en beheer. Klein Poelhuis is ervan overtuigd, dat ketenintegratie resulteert in een beter proces, hogere kwaliteit, lagere kosten, snellere bouw en tevreden eindgebruikers en medewerkers.

Klein Poelhuis is al jarenlang een betrouwbare partner in het realiseren van cleanrooms.

De onderstaande projecten zijn de afgelopen jaren gerealiseerd of nog in uitvoering:

- Inrichting en aanpassingen NanoLab Universiteit Twente;
- High Tech factory Universiteit Twente;
- NKL lenzenfabriek te Emmen;
- BB&S gebouw Thales Hengelo;
- Demcon Enschede;
- Cleanroom Encapson BTC gebouw Enschede.



De 27-jarige **NIRUPAM BANERJEE** kwam vier jaar geleden uit India naar de UT. Voor zijn promotie bij de vakgroep Inorganic Materials Science Group van hoogleraar Guus Rijnders bracht hij heel wat uren door in het NanoLab.

TEKST: MAAIKE PLATVOET | FOTO: RIKKERT HARINK >

Banerjee studeerde natuurkunde aan de University of Calcutta en aan het Indian Institute of Science in Bangalore, maar wilde daarna vooral ergens naartoe waar hij zijn kennis kon toepassen. 'Hoewel ik nog nooit eerder van Nederland had gehoord, wilde ik uiteindelijk naar Twente vanwege het NanoLab en de uitstekende reputatie van de vakgroep van Guus Rijnders. Het was voor mij een prachtige kans om hier te komen, want deze promotie had ik nergens anders kunnen doen. Juist vanwege het lab.'

De titel van zijn onderzoek luidt: Piezo-electric nano-scale electromechanical devices. 'Piëzo-elektrische materialen hebben een enorm potentieel aan toepassingen (zoals in touchscreens, red.), omdat ze het vermogen hebben om elektrische energie op te wekken uit mechanische vervormingen', legt Banerjee uit. 'Mijn promotie heeft als doel om geïntegreerde ontwerp- en fabricagemethoden voor zogenaamde NEMS-systemen (nano electromechanical systems) te ontwikkelen op basis van piëzo-elektrische materialen. Om dat te bereiken heb ik een nieuwe fabricagestrategie bedacht om

een patroon van meerdere lagen piëzo-materiaal te kunnen ontwikkelen. Inmiddels heb ik ook kunnen bewijzen dat deze nieuwe patronen de piëzo-elektrische eigenschappen behouden tot op nanoschaal. Op basis van deze prestatie zijn we bijvoorbeeld in staat om sensorapparaten met ultrahoge massagevoeligheid te bouwen.'

Verder met onafgemaakt werk

'Tijdens mijn vierjarige promotieonderzoek was ik 3,5 jaar lang gemiddeld drie dagen per week in het NanoLab', vertelt Banerjee. 'De technologie die ik onderzoek in combinatie met de faciliteiten zijn echt uniek in Twente. Ik vind het heel prettig dat ik op de campus kan wonen, zodat ik ook in de avonden heel vlot naar het lab kan. Die vrijheid heb ik altijd als heel prettig ervaren.' Banerjee wil na zijn promotie nog een tijdje op de UT blijven als postdoc. 'Omdat er ook nog veel onafgemaakt werk ligt, waar ik mee verder wil.' Uiteindelijk is het zijn doel om terug te keren naar India om daar een bijdrage te leveren aan de snel groeiende economie. 'Ik hoop een stukje nieuwe technologie naar India te brengen, zodat het land zich verder kan ontwikkelen.' |

OOK 'S AVONDS
NOG EVEN NAAR
HET LAB

Welke alledaagse toepassingen heeft nanotechnologie?

NANO IN JE IPHONE EN JE SOK

TEKST: JOHANNES DE VRIES | FOTO'S: ARJAN REEF >

Alle nanodeeltjes die in het milieu terecht komen, moeten er ook weer uitgefilterd kunnen worden. De **MEMBRAANTECHNOLOGIE** die de UT gebruikt, bestaat uit een soort rietjes die aan één uiteinde dichtgemaakt zijn. In de rietjes zitten gaatjes van zo'n 200 nanometer. Het water kan door die gaatjes heen, terwijl nanodeeltjes tot 20 nanometer worden tegengehouden (ook al is het gat dus tien keer zo groot). De deeltjes klonteren samen rond het gat.



In veel **ZONNEBRANDMIDDELEN** (zowel de crèmes als de sprays) zitten tegenwoordig nanodeeltjes. Titaniumoxide en zinkoxide versterken de werking van de uv-filters. In het NanoLab worden zulke producten getest: hoeveel nanodeeltjes zitten er in?

Tegenwoordig zijn er **SOKKEN** op de markt met zilvernanodeeltjes die moeten zorgen voor bacteriële ontsmetting. Handig voor mensen die last hebben van zweetvoeten bijvoorbeeld. Ook voor deze sokken geldt dat er in het NanoLab bestudeerd wordt hoe de nanodeeltjes verdeeld zijn.



In het NanoLab wordt onderzoek gedaan naar nieuwe transistoren en materialen voor in elektronica. Ook in je **IPHONE** zit nano-elektronica, die er bijvoorbeeld voor zorgt dat je telefoon nu net zo veel geheugen heeft als een desktopcomputer van enkele jaren geleden.



De **LAB-ON-A-CHIP** van Medimate is een soort minilaboratorium waarmee iedereen zijn eigen bloed kan analyseren. Een druppeltje op de chip met nanotechnologie is genoeg. Een apparaat van zo'n twintig bij tien centimeter kan de chip vervolgens uitlezen.





AFSTUDEREN IN DE CLEANROOM

Wie zijn afstudeerproject op een unieke plek wil doen, denkt waarschijnlijk al snel aan een exotisch bedrijf of een land ver weg. Drie UT-studenten bleven echter gewoon op de campus voor hun afstudeeropdrachten. Zij vonden hun plek in het NanoLab.

TEKST: JOHANNES DE VRIES | FOTO: ARJAN REEF >

JOËL VAN TIEM (22, rechts op de foto) sluit zich met enige regelmaat op in de cleanroom van het NanoLab. 'Voor je daar mag komen, moet je een cursus volgen,' vertelt Van Tiem. 'Daar leer je de veiligheidsregels, bijvoorbeeld wat je moet doen als er brand uitbreekt. Maar ook wat je moet doen als er deeltjes op je kleren terecht zijn gekomen.' Van Tiems afstudeeropdracht voor de master electrical engineering gaat over de zogeheten hoekversnellings-sensor, een soort evenwichtsorgaan voor elektronica. Hij licht toe: 'Het evenwichtsorgaan is een buisje met vloeistof. Als je dat buisje ronddraait, beweegt ook de vloeistof, maar met een bepaalde vertraging. Die vertraging is de maat voor de hoekversnelling.' Hoekversnellingsensoren zitten al in onder meer iPhones, maar die werken met een andere techniek. 'Veel hoekversnellingsensoren zijn daardoor gevoelig voor andere bewegingen – bijvoorbeeld van voor naar achter – tijdens het ronddraaien. Onze techniek is dat niet.'

De buisjes voor de hoekversnellingsensor maken Van Tiem en zijn begeleider in het NanoLab. Daar 'sputteren' ze er elektrodes op met een hoogte van tweehonderd nanometer (0,0002 millimeter). 'Het moet op nanoschaal,' licht hij toe. 'Alleen dan kun je de versnelling nauwkeurig bepalen. Bovendien moet het natuurlijk wel in je telefoon passen!' **PEPIJN BEEKMAN** (26, midden) brengt gemiddeld zo'n twintig uur per week in de cleanroom van het NanoLab door om chips van ongeveer één bij anderhalve centimeter te prepareren. Op die chips maakt hij membranen die lijken op menselijke celmembranen. 'Daar kun je vervolgens verschillende dingen mee doen,' legt hij uit. 'Je kunt er eiwitten aan toevoegen om te onderzoeken wat er dan in het celmembraan gebeurt. Maar ik doe iets anders. Ik maak er holle membranen van, die zo'n honderd nanometer dik zijn. Het worden daarmee een soort blaasjes waar je iets in kunt stoppen. Op die manier kun je bijvoorbeeld medicijnen door het lichaam transporteren.' Dat geeft een hoop interessante toepassingen, vindt

de masterstudent nanotechnology. 'Bepaalde eiwitten zorgen ervoor dat het membraan zich alleen maar aan een specifiek soort weefsel hecht. Zo kun je sturen waar een medicijn naartoe gaat.'

ROBIN BUIJS (23) doet twee masters: electrical engineering en applied physics. Omdat hij zijn masters combineert in één afstudeeronderzoek is hij een vol jaar bezig in de vakgroep Transducers Science and Technology. Daarvan zit hij acht weken in de cleanroom. Zijn vakgroep is gespecialiseerd in het maken van ingewikkelde structuren in silicium, het materiaal waar ook computerchips op gemaakt worden. Die structuren worden op nanoschaal gemaakt. Welk werk hij precies in het NanoLab doet, kan Buijs niet zeggen. 'Er moet eerst een patent worden aangevraagd op deze techniek.' Dat maakt de mogelijke toepassing niet minder interessant. 'Binnen het project is het idee ontstaan voor een nieuw soort camera, die achteraf - ná het maken van een foto - scherp gesteld kan worden. Dan heb je dus nooit meer onscherpe foto's.' |

Als een van de weinigen mag en kan technicus **FRANS SEGERINK** uit de vakgroep Optical Sciences werken met de Focused Ion Beam, 'een van de paradepaardjes' uit het NanoLab. Daarnaast houdt hij in de gaten of het lab vrij blijft van trillingen.

TEKST: PAUL DE KUYPER | FOTO: RIKKERT HARINK >

'Normaal gesproken volgen studenten en promovendi die voor hun afstudeerwerk of proefschrift in het NanoLab moeten werken een cursus. Ze worden opgeleid om zelf de apparaten te bedienen die ze nodig hebben', vertelt Frans Segerink. Hij is technicus in de vakgroep optical sciences. Al 27 jaar ondersteunt hij afstudeerprojecten en het werk van PhD's. 'Dat betekent veel klusjes in het NanoLab om nanostructuren te maken.'

Segerink werkt met de Focused Ion Beam (FIB), 'een van de paradepaardjes' uit het lab. Een FIB kan nanostructuren maken tot een resolutie van tien bij tien nanometer. Het apparaat is echter zo geavanceerd dat het niet loont afstudeerders en promovendi op te leiden om er mee te werken. 'Inefficiënt', zegt Segerink. Segerink volgde een tweedaagse cursus bij de fabrikant om te werken met de FIB. 'Dan mag je 'm zelf gebruiken. Maar je staat met zweet in je vingers, want het apparaat kost toch meer dan een miljoen euro. Je moet er handigheid in krijgen. Ik werk er tien jaar mee, gemiddeld een dag in de week. Je leert de grenzen van het apparaat steeds beter kennen. Het leuke is dat je steeds een nieuwe opdracht hebt. Het wordt

nooit routine. Je bent altijd aan het sleutelen om het beste uit de mogelijkheden van de FIB te halen.'

Aardbeving in Italië

Naast zijn werk met de FIB en andere technische ondersteuning houdt Segerink in de gaten of de vloeren van het NanoLab nog voldoende de trillingen van buiten dempen. 'We willen het stiller dan stil hebben, want onze apparaten werken op atomair niveau', legt Segerink uit. Hij heeft met zeer gevoelige sensoren een meetopstelling gemaakt. 'We kunnen aan de metingen zien of er gebruikers binnen zijn. We merken zelfs het verschil als mensen pauze hebben. We houden ook in de gaten welke invloed vrachtverkeer op de Hengelsestraat heeft. Dat is belangrijk omdat er misschien een nieuwe rondweg langs de campus (achter de Horst, red.) wordt aangelegd. Heel incidenteel voelen onze sensoren zelfs een aardbeving tot in Italië. Dan zie je pieken in onze grafieken. Gelukkig blijkt uit alle metingen dat de vloer nog voldoende dempt om ons onderzoek te kunnen doen. Sowieso 's avonds en in het weekend, maar ook overdag voldoen we meestal nog aan de strengste eisen. Dat is natuurlijk een fijne conclusie.' I

SLEUTELLEN OM GRENZEN TE VERKENNEN

