

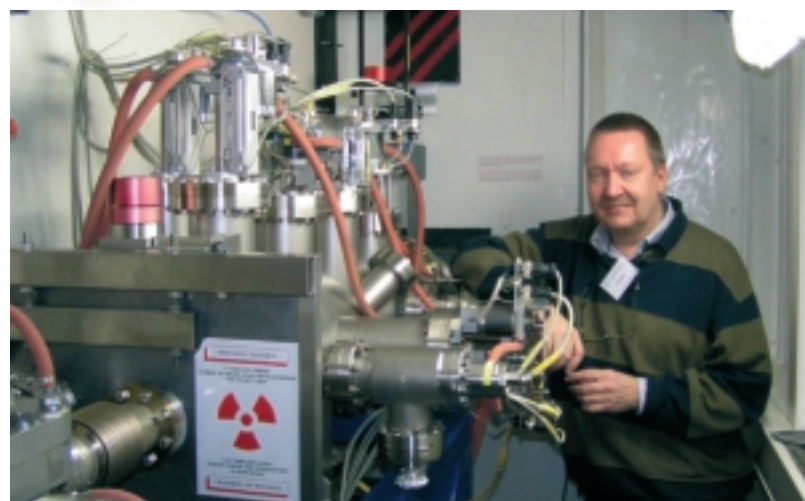
ONDERZOEK IN DE PRAKTIJK

In de ban van de ring



DUBBLE, voor onderzoek aan chocola en veel meer

Een buitenpost van NWO is te vinden in Grenoble waar de Europese elektronenversneller-ring ESRF topkwaliteit röntgenstraling produceert, onder andere voor de Nederlands-Belgische onderzoeks-joint venture DUBBLE. Twee dagen 'management by walking around' met projectleider Wim Bras. Harde wetenschap voor chocola en shampoo. Een reportage 'on the spot'.



tekst Bruno van Wayenburg
foto's Harry Meijer,
Daniël Michon/
Artechnique grenoble

Een krachtterm klinkt. 'Wat?', schalt dr. Wim Bras met luide stem in zijn mobiele telefoon, 'nog in Parijs?' Een extruder, een apparaat om plastic te produceren, blijkt nog ergens op een ver vliegveld te staan, terwijl hij eigenlijk vandaag geplaatst had moeten worden in de röntgenbundel van DUBBLE (Dutch Belgian Beamline), onderdeel van de European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in het Zuid-Franse Grenoble. NWO financiert DUBBLE samen met het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen. Doel: Nederlandse en Vlaamse onderzoekers meer onderzoekstijd geven op 'de ring' waarbinnen elektronen rondrazen die resulteren in heldere röntgenstraling. Hiermee kunnen gedetailleerde metingen aan materialen worden verricht: van plastics, polymeren, kristallen, shampoo's en huidcellen, tot antiek glas- en aardewerk en een schilderij van Rembrandt van Rijn.

De plastic-onderzoekers van het California Institute of Technology (Caltech) zullen nog lang niet van start kunnen met hun metingen, rekent DUBBLE-projectleider Bras voor. 'Ze hadden "express" moeten aanvinken bij DHL, maar dat vonden ze te duur', zucht hij getergd, om dan weer de vriendschap zelf te worden. 'Stress is inherent aan dit werk', zegt Bras later. Bezoekende onderzoeksgroepen, zo'n vier per week, krijgen beperkte meettijd van enkele dagen, zegt hij. 'Dan moet alles ook in één keer goed gaan.' Omdat het bij het ESRF draait om de meettechniek met hulp van intense röntgenstraling, en niet om een bepaald wetenschappelijk vakgebied, kent het onderzoek een bonte variatie, van 'harde' natuurkunde tot archeologie of medisch onderzoek. 'We willen meten aan polymeren terwijl ze kristalliseren', vertelt Caltech-promovendus Derk Thurman die nu alle tijd heeft voor uitleg over de metingen (die in de Amerikaanse ESRF-tegenhanger APS niet mogelijk zijn). De röntgenbundel wordt gericht op de uit de extruder stromende polymeermassa. Uit het gemeten verstrooiingspatroon van de straling zijn gegevens af te leiden over de grootte, oriëntatie en aard van de kristallen. Vandaag staat het synchrotron stil, omdat het gebruikersdag is, een miniconferentie voor onderzoekers die veel gebruikmaken van het ESRF. De volgende ochtend wordt de installatie weer ingeschakeld, en gaat het gewone rooster weer in: vierentwintig uur per dag meten, zes dagen per week, 275 dagen per jaar. Intussen beent Bras door het ringvormige lab, hier en daar een collega of bezoeker staande houdend voor afspraken of dringende vragen, en met af en toe een milde uitbarsting die geamuseerd tot morrend wordt ondergaan. Het centrale element van het gebouw is de 'opslagring' van 844 meter lang waarbinnen kluitjes elektronen (in vacuüm) worden rondgejaagd met 99,9999996 procent van de lichtsnelheid, wat neerkomt op 355 duizend rondjes per seconde. Om de paar meter worden de elektronen bijgestuurd door forse buigmagneten. Een bijkomend verschijnsel is



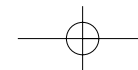
'Stress is inherent aan dit werk, alles moet in één keer goed gaan'

Foto boven:
Het centrale element van het gebouw is de opslagring van 844 meter lang.

Foto links:
Een sterke magneet wordt gebruikt voor materiaalonderzoek.

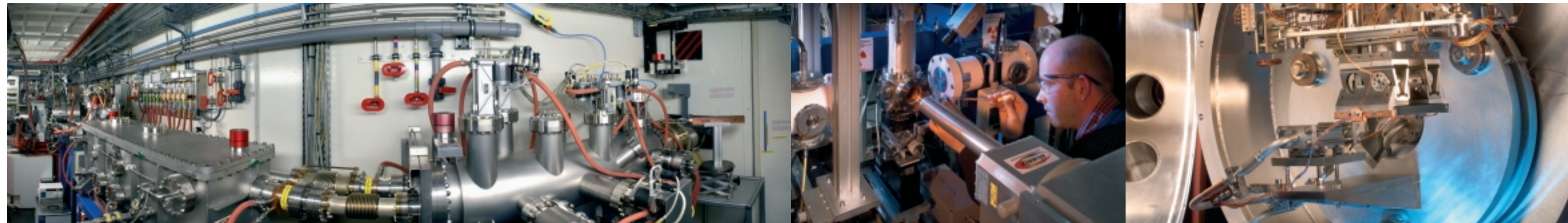
Foto linkerpagina:
dr. Wim Bras, projectleider.

dat de elektronen een bundel intense elektromagnetische straling uitzenden, de 'synchrotronstraling', met een breed spectrum van diep infrarood en zichtbaar licht tot en met röntgenstraling. Andere bronnen, zoals röntgenbuizen, leveren veel minder heldere röntgenstraling op, die minder sterk gebundeld is, en met een beperkt aantal mogelijke golflengten. Om de röntgenbundels af te tappen zijn er aan de ring om de circa twintig meter 'hutches' gekoppeld, langwerpige apparaatuhokken die de bundellijn omvatten. 'Hier vangen we de bundel af', wijst Bras aan in de 'optics hutch' van de DUBBLE-bundellijn. De bundel, met een intensiteit van enkele kilowatts, ➤



ONDERZOEK IN DE PRAKTIJK

ONDERZOEK IN DE PRAKTIJK



*Foto links:
Optics-hutch tapt röntgen-
bundels af.*

*Foto midden:
De XAFS-opstelling.*

*Foto rechts:
Metingen aan kristallen.*

loopt door een vacuümsysteem. Met een (watergekoeld) masker van wolfram wordt hij op maat gesneden tot twee kleinere bundels. Een klein, maar altijd nog gevaarlijk gedeelte van de afgekapte straling wordt verstrooid. 'Als je hier staat als de bundel aangaat, ben je toast', weet Bras. De veiligheidsmaatregelen zijn navenant.

De bundels worden vervolgens gefilterd tot één golflengte en gefocuseerd en naar de experimenten-hutch doorgesluisd, zodat er een naaldfijne bundel van 0,3 millimeter dikte overblijft voor de onderzoekers.

Veel metingen in het ESRF zijn vormen van röntgenkristallografie, het onderzoeken van de structuur van kristallen met hulp van de weerkaatsing van röntgenstraling. De geordende atoomlagen weerkaatsen röntgenstraling alleen in bepaalde

hoeken (waarbij een aantal lichtgolven van de schuin invallende röntgenstraling precies tussen twee atoomlagen past). Door het meten van de verstrooiingshoeken zijn de afstanden tussen atoomlagen te bepalen, en daarmee indirect de vorm van het kristal of het molecuul.

'Veel materialen, zoals polymeren of membranen, vertonen regelmaat op verschillende schalen. Die kun je hier tegelijkertijd zien', zegt Bras, staand bij de trots van de onderzoeksgroep: de opstelling voor Small Angle X-ray Scattering en Wide Angle Scattering (SAXS/WAXS), die zowel details van maximaal 500 als enkele nanometers in kaart brengt.

De interfacediffractie (ID)-opstelling, even verderop, is bedoeld voor metingen aan atomen aan oppervlakten en in 'grensovergangen' tussen verschillende materialen. Daarnaast is er nog de eiwitkristallografie-opstelling, om de structuren van eiwitten op te helderen. 'Die kampt nog wel wat met kinderziekten', aldus Bras, al is er zicht op verbetering.

Een recent in dienst genomen techniek is XAFS (X-ray Atomic Fluorescence Spectroscopy), die geen verstrooiingspatronen meet maar absorptie van röntgenstraling door een materiaal. Dit levert informatie op over de elektronische omgeving van bepaalde atomen, wat nuttig is voor onder andere onderzoek aan chemische katalysatoren.

Bezoeker prof.dr. Anthony Ryan uit Sheffield is naar eigen zeggen 'verslaafd' aan de SAXS/WAXS-opstelling van DUBBLE. Ryan is op bezoek om metingen te doen aan polymeer-gels die de functie van menselijke spieren nabootsen.

'Je begrijpt pas hoe iets werkt als je het na kunt maken', licht hij toe. Tegelijkertijd met de metingen wordt de kunstspier gefilmd door een camera en wordt de trekkracht bepaald met een veerconstruc-


tie. 'De opstelling hier is zeer geschikt om meettechnieken te combineren', zegt Ryan.

'De hutch is ook heel ruim dus er is veel ruimte voor dat soort dingen', aldus professor dr. Harry Reynaerts, polymeerchemicus van de Katholieke Universiteit Leuven en een van de initiatiefnemers van DUBBLE. DUBBLE is daarmee aantrekkelijk voor andere onderzoekers en volgens Reynaerts dus een 'toegangspunt naar het geheel van de ESRF-onderzoeksfaciliteit.'

Bras laat op de agenda-whiteboard zien welke onderzoeksgroepen er zoal komen: veel polymeerchemici als Ryan en Reynaerts, en een Utrechtse onderzoeksgroep die colloïden en fotonische kristallen onderzoekt (aggregaten van deeltjes of juist holtes met structuur op nano- tot micrometerschaal). Nanostructuren en emulsies als shampoo staan op het programma, maar ook structuurmetingen aan de huid, ten behoeve van onderzoek naar medicijnopname door de huid. Van archeologisch belang is de karakterisering van antiek glas en keramiek, en ook een schilderij van Rembrandt onderging al eens de DUBBLE-bundel, in het kader van Delfts onderzoek naar pigmenten. Kunsthistorici wilden weten hoe de oorspronkelijke kleuren van het schilderij eruit zagen, en hoopten meer aan het licht te brengen over de werkwijze van de grote schilder. 'De bindende factor is dat onderzoekers goede röntgenbundels nodig hebben', zegt Bras, die in Grenoble trouwens bekendstaat als 'monsieur Chocolat', omdat een Amsterdamse onderzoeksgroep de kristalstructuur van het hoofdbestanddeel van chocola, cacao-boter, ophelderde met DUBBLE-straling. Doel: een langere houdbaarheid van chocola mogelijk maken. De volgende dag draait het synchrotron, maar er kan bij DUBBLE nog niet gemeten worden. Een

telefoonje bericht dat de extruder onderweg is, maar even later is er commotie in een van de hutches. Water stroomt over de drempel. 'Lekkage', zegt technicus Jeroen Jacobs. Een slang met koelwater is losgeschoten, maar er blijkt niets stuk te zijn. Alleen hebben de vochtdetectoren het af laten weten, dus volgt onvermijdelijk onderzoek van de ESRF-veiligheidsmensen.

'Dat gaat zeker tot de middag duren', moppert Bras. Intussen is de drukte in en om andere hutches toegenomen. Beeldschermen melden dat de opslagring op volle kracht draait, en ook is te zien welke hutches al straling afnemen. Als de Hypothese-verslaggever moet vertrekken is BM26, DUBBLE's officiële naam, daar nog niet bij.

'De bundel is die middag om drie uur on line gegaan', meldt Bras later per telefoon. Ook de extruder is nog gearriveerd, tot opluchting van de Amerikanen. Met de staf hebben ze alle apparatuur om half vier aan de praat gekregen. 's Nachts. 

Bras staat bekend als 'monsieur Chocolat', vanwege een Amsterdamse onderzoeksgroep die de kristalstructuur van chocola ophelderde



STRALENDE ELEKTRONENRACEBAAN

Het ESRF werd in 1994 opgeleverd, en was toen de krachtigste installatie speciaal gebouwd voor synchrotronstraling, met een elektronenenergie van 6 Giga-elektronvolt (GeV).

Achttien Europese landen nemen deel. Nederland en België betalen samen 6 procent van het jaarbudget van circa 74 miljoen euro (2004). Er werken ongeveer 600 mensen en er komen 3500 bezoekende wetenschappers per jaar. In totaal zijn er 36 bundellijnen operationeel.

Omdat Nederlandse onderzoekers behoefte hadden aan meer bundeltijd, werd in 1994 samen met Vlaamse wetenschappers de Collective Research Group DUBBLE - Dutch-Belgian BeamLine - opgericht, waarvan het budget van circa 1 miljoen euro gefinancierd wordt door NWO en zijn Vlaamse tegenhanger FWO in een verhouding 3:1 (ook de verdelingsleutel voor de bundeltijd). Daarnaast is 30 procent van de bundeltijd beschikbaar voor voorstellen van de hele wetenschappelijke gemeenschap. DUBBLE draait inmiddels vier jaar. Onlangs vierde het team de honderdste publicatie van de SAXS-opstelling. Meer informatie: www.nwo.nl/subsidiewijzer.nsf en www.esrf.fr

