

In de interviewreeks 'De fascinatie' gaat *Vox* op zoek naar wat het hart van RU-wetenschappers sneller doet kloppen. In de eerste aflevering Theo Rasing, hoogleraar Vaste stoffysica en directeur van het nieuwe NanoLab. "Juist als iedereen ervoor terugschrikt, bijt ik me er extra hard in vast".

De fascinatie van Theo Rasing

In de greep van

Tekst: Ilse Schuurmans
Fotografie: Bert Beelen

"Wist je dat de kleur van een vlinder niks met de absorptie van licht, of met kleurstoffen te maken heeft? Maar alles met de structuur van die vleugeltjes? De structuur bepaalt dat je die kleuren zo ziet. Hetzelfde geldt overigens voor de veren van een pauw."

Hij zegt het bijna triomfantelijk, en met een oprechte bewondering voor dit sterke staaltje van de natuur. Experimenteel natuurkundige Theo Rasing kijkt met evenveel verwondering en liefde naar de wereld om zich heen als naar de wereld die zich onder zijn ingenieuze optische apparatuur aan hem blootgeeft.

"Als je goed kijkt, zie je zoveel mooie en interessante dingen. Ik zie mijn kennis daarin absoluut niet als een beperking. Juist niet. De Amerikaanse natuurkundige Richard Feynman zei dat ook eens in een interview. Een bevriend kunstenaar beschuldigde hem ervan dat hij door zijn natuurkundebril de schoonheid van een bloem niet meer zou zien. 'Ozinn', zei Feynman. 'Ik zie juist veel meer dan jij. Ik vind het niet alleen mooi, maar ik weet ook nog hoe het werkt.' Dat gevoel heb ik precies, het maakt het alleen maar mooier. Dat vind ik echt."

Als hij zijn wetenschappelijke loopbaan bespreekt, wijst hij naast de wetenschappelijke kwaliteiten van de labs waar hij werkte, dan ook steeds even op de schoonheid van de omgeving. Of dat nou de Bay Area is bij Berkeley en San Fransis-

co, waar een wereldstad op zeldzame wijze samengaat met een prachtige natuur, of de bosrijke rand van Nijmegen. "Dit soort onderzoek doe je niet van 9 tot 5. En dan vind ik het heel plezierig om een mooie omgeving om me heen te hebben. Dan recreër je ook al als je er formeel geen tijd voor hebt. Als ik naar mijn werk fiets langs de Sophiaweg bijvoorbeeld. Dat heb ik echt nodig om in balans te blijven. Mijn leven wordt steeds intenser en drukker. Voor mij is de enige manier om mijn hoofd 'sane' te houden, hardlopen in het bos."

Schoolklas

Zijn kamer is een verrassend sfeervolle uitzondering in het laatste restant van het oude bètagewbouw waar de afdeling vaste stoffysica nog altijd huist. Er klinkt rustgevende klassieke muziek die prima past in de ruimte die wordt bepaald door een wandvullend schilderij van iets wat bij nader beschouwing een vleugelpiano blijkt. Geen geënceneerd geheel blijkt later, als Rasing zijn lcd-scherm omdraait en uitlegt dat de muziek hoort bij een balletvoorstelling van Introdans, die als voorbeeld dient voor de bijdrage waarmee Rasing meedoet aan *The battle of the universities*. Een landelijke wedstrijd op initiatief van het NRC waarin wetenschappers uitgedaagd worden hun onderzoek zo aansprekend mogelijk aan het grote publiek te slijten. Rasing heeft net een groep van de VPRO op bezoek gehad, die hij moet zien te overtuigen een documentaire over zijn

onderzoeksspecialisme atoomlithografie te maken. Een methode waarin atomen met licht gemanipuleerd kunnen worden tot een bepaalde gewenste structuur. Het ballet van Introdans zal in de film moeten gaan verbeelden wat er binnenin de apparaten van Rasings groep gebeurt. Waarbij de dansers de atomen zijn die door lichtbundels gestuurd worden in hun bewegingen. Rasing kan zich er wel iets bij voorstellen. Hij hoopt dat de filmmakers net zo enthousiast zijn.

Rasing lijkt er in elk geval al aardig in bedreven om zijn werk uit te leggen in sprekende beelden. "Je kunt atoomlithografie vergelijken met een schoolklas. Eerst rennen de kinderen kriskras door elkaar over het schoolplein, dan begeleid je ze naar binnen door een gang, zodat ze in dezelfde richting gaan bewegen. Tot slot wil je ze in de klas nog netjes op hun plaats laten zitten" En zoiets doet Rasing dus ook met atomen. Hij legt uit: "Je begint met een wolk atomen die alle kanten op bewegen. Het materiaal is dan gasvormig gemaakt met een extreem hoge temperatuur van zo'n 2000 graden. Dat ga je dan met behulp van een laser heel sterk afkoelen." Hij maakt een snelle rekensom: "Je koelt die atomen ongeveer een factor miljard af."

En dat doe je met iets ogenschijnlijkswarms als licht?

Hij knikt. "Temperatuur heeft alles te maken met de beweging van de atomen.

Dat je ze afkoelt met licht betekent dat je ze afremt. Dat gaat niet zo-



maar. Dat is een heel lastig proces geweest voor we dat konden. Het kan alleen met een hoge intensiteit licht op een heel bepaalde golflengte. Je kunt het vergelijken alsof je met een pingpongballetje – het lichtdeeltje, ofwel foton – waarmee je een voetbal – het atoom – wilt afremmen. Dat schiet niet op met een pingpongballetje. Wel als je er een heleboel tegelijk met flinke kracht tegenaan schiet." Rasing gaat steeds sneller praten, naarmate het gesprek ons verder in 'zijn materie' drijft. Hij excuseert zich om vervolgens tijdens een uitleg automatisch weer het tempo van zijn enthousiasme op te pakken. Dan staat hij met gepaste rust stil bij zijn bewondering voor het licht: "Dat je met licht echt naar één molecuul kunt kijken. Dat je tot dat niveau kunt



het licht

komen, dat is iets onvoorstelbaars toch? Mijn liefde voor fotonen is in de loop der tijd steeds verder gegroeid. Omdat je er zo veel mee kunt. Het mooie van licht is dat het verschillende dingen met elkaar verbindt. Optica is een prachtige gevoelige methode. Je gebruikt je kennis over interactie tussen licht en atomen om die atomen daar te krijgen waar jij ze wilt hebben. Dat is fundamenteel gezien heel interessant, maar het is bovendien meteen praktisch relevant. Als het ons lukt om die heel kleine nanogestructureerde materialen te maken, kan dat tegelijk een belangrijke technische doorbraak betekenen, bijvoorbeeld voor dataopslag. Ik vind het leuk om daaraan te sleutelen. Het is precies die combinatie van kennis en nut die mij drijft.”

High

Rasing was altijd al gefascineerd door dat wat later natuurkunde bleek. Als klein jongetje was hij al in de weer met magneetjes en elektriciteitsdraad. “Dan bouwde ik van die elektromotoren, weet je wel. Dat zocht ik dan op in een blaadje hoe dat moest, dat vond ik leuk. Toen ik tien was, bouwde ik mijn eigen radio om het populaire *Radio Luxemburg* te kunnen ontvangen.” Natuurkunde is volgens Rasing zo’n mooi vak omdat ze de moeder is van alle wetenschappen. “Het probeert echt antwoord te geven op de heel fundamentele vragen. Waarom werkt iets zoals het werkt? Hoe kun je de eigenschappen van materie bepalen? Hoe bepaalt de structuur de functie van een materiaal? De interactie daartussen,

dat boeit me enorm. Eerst leer je dat uit een boek. Maar het echte opwindende begon bij mij met het onderzoek doen. Zélf nieuwe dingen ontdekken. Voor de eerste keer zien dat een of ander signaalje verschijnt. Dat is machtig. Op dat moment heb je eerst allerlei problemen al moeten overwinnen: omgevingsfactoren, ruis. En dan zie je eindelijk voor het eerst wat je zo graag wilde zien. Ja, dat is een soort passie denk ik, die heb je of die heb je niet.” De echte ‘doorbraak’ zoals Rasing het zelf omschrijft kwam bij hem dan ook pas tijdens het onderzoekspracticum van zijn studie. “Er ging echt een wereld voor me open. Zélf achter al die apparaten zitten, dat vond ik zo verschrikkelijk leuk. Vanaf dat moment wist ik dat ik wilde promoveren. Dan zouden ze

me nog betalen ook om te doen wat ik leuk vond.”

Het is nog steeds dat onderzoek doen, dat zijn hart sneller doet kloppen.

“Ik word het meest opgeladen en opgewonden als ik me losruk uit de vergaderingen, de schrijverij en de organisatie. Mijn vrouw zegt altijd dat ze het niet leuk vindt als ik weer weg moet om naar een congres te gaan, maar wél dat ik er altijd zo *high* van terugkom. En dat klopt ook. Als ik weer met studenten, promovendi of collega’s over nieuwe ideeën heb gepraat. Als ik weer echt over het onderzoek kan nadenken. Dan weet ik weer waarvoor ik het ook alweer deed.”

Meer nog dan het onderzoek zelf, lijkt het Rasing te doen om de zoektocht naar de juiste methode

om de fundamentele vragen van de natuurkunde op een praktische manier aan te pakken. En daarin lijkt vooral het nog onontgonnen, soms bijna ongaanbare terrein hem het meest te trekken. Terugkijkend op zijn loopbaan realiseert hij zich dat hij eigenlijk steeds getriggerd werd door dingen die op z'n minst lastig, zo niet onmogelijk lijken. "Ik vind het leuk om niet de platgetreden paden te betreden. Juist als een ander er van terugschrikt, bijt ik me er extra hard in vast. Ik vind Feynman, die ik al eerder noemde, daarin een van de meest inspirerende figuren. Hij was niet alleen heel goed, maar ook nog eens heel creatief. Hij kon denken *What if...* en dan was er weinig wat hem tegenhield. Waarom kun je iets niet kleiner maken dan tien atomen? Er is geen enkele fysische wet die dat verbiedt! Je moet voorbij de grenzen denken." *Nooit bang geweest te verzuipen in het diepe?*

"Nee, ik ben niet bang om te verzuipen. Ik heb wel verschillende keren vreselijk vastgezet, en in rondjes gezwommen. Dat je tijden bezig bent met experimenteren, en er komt niks uit. Maar ik heb

"Soms bedenk je het. Dat is dan vooral een kwestie van ervaring. Maar als ik heel eerlijk ben is het inderdaad ook soms toeval dat je ergens tegenaan stoot. Later begrijp je dan vaak pas wat er precies gebeurde en waarom. Toeval is heel belangrijk in de wetenschap. Maar je moet het wel een kans geven. Door ergens hard aan te werken. Goede mensen bij elkaar te brengen, door goede apparatuur en faciliteiten. Je kunt toeval niet organiseren, maar wél de omstandigheden waarin nieuwe dingen de ruimte krijgen. Zoals een zaadje op een vruchtbare bodem moet vallen."

Geldt dat 'ruimte creëren' ook voor uw eigen hoofd? U hebt een enorm volle agenda. Kunt u dan nog wel op goede ideeën komen? Gaat u bijvoorbeeld hardlopen als u 'vastzit'?

"Dat kan zeker soms helpen. Als je aan het hardlopen bent, spoelt je hoofd door. Dat gaat bij mij dan alle kanten op. Ik moet dan ook een beetje uitkijken dat ik niet tegen een boom aanloop, want ik ren graag in het bos. Vaak schieten er dan op een onbewust niveau allerlei ideeën door je hoofd. Het is als bij sluimeren. Je weet niet

faculteit. Dan excuseert hij zich voor zijn onbeleefdheid en komt achter het scherm vandaan met uitgestoken hand. Gaat zitten en spreekt de hoop uit dat hij niet ziek wordt. Voorjaarsmoedheid, glimlacht hij met een knipoog. Hoewel je met een weeklang 24 uur per dag doorgaan misschien moeilijk naar de trage lente kunt wijzen voor je gesteldheid. Hij heeft net de opening van het nieuwe NanoLab achter de rug, waarvoor alles net op tijd in orde gebracht moest worden. Morgen moet hij naar Brussel, dan naar Dresden, in het weekend eigenlijk naar Londen en Oxford, maar dat gaat hij afzeggen, denkt hij. Het wordt hem toch een beetje te gek. Tijdens het gesprek is Rasing bij vlagen zichtbaar onrustig. Zijn wangen vertonen kleine blosjes en zijn toch al snelle spreektempo gaat nu nog een tandje hoger. Met wilde gebaren die atoominteracties en magnetische spins uitbeelden, vertelt hij waarmee hij op dit moment bezig is. Hij staat regelmatig op om naarstig op zoek te gaan naar dia's uit de presentatie van zo dadelijk, die toevallig precies gaan over wat hij wil vertellen. Opnieuw staat het licht centraal. Dit keer gecombineerd met een 'oude liefde' van Rasing: het magnetisme. Hij vertelt over het geluk dat hij als postdoc had aan de slag te kunnen bij professor Shen in Berkeley, die net op een nieuw terrein bezig was met oppervlakteonderzoek met niet-lineaire optica, een methode om met licht naar de structuur van oppervlakken te kijken. Omdat dat terrein hot was en nog helemaal open lag, kon Rasing veel grensverleggend onderzoek doen, vertelt hij. Zo wist hij de methode toe te passen om de organisatie van moleculen op de grens van twee vloeistoffen zichtbaar te maken. Maar in die periode werd tevens het idee geboren om licht ook te gaan gebruiken bij de bestudering van vaste magnetische materialen. "Ik ben natuurlijk van huis uit toch een vaste stoffysicus." Toen Rasing na zes jaar Berkeley terug zou gaan naar Nijmegen had hij een afscheidsetje met zijn baas, professor Shen. "Dan krijg je van die vaderlijke gesprekken. Hij vroeg me wat ik wou gaan doen. Ik vertelde dat ik één ding zeker ging doen: magnetische materialen onderzoeken met niet-lineaire optica. Bij het moderne

"Je doet iets wat werkt, maar je weet nog niet precies waarom. En langzaam krijg je steeds meer inzicht"

nooit het gevoel gehad: ik verzuip. Dat is dat survivalinstinct dat je hebt als je in het water gegooid wordt. Je vindt altijd wel een weg. Die oplossing móet er zijn."

Maar hoe vind je die dan, kun je zo'n doorbraak forceren?

"Onderzoek doen is écht tien procent inspiratie en negentig procent transpiratie. Puur achter je bureau briljant zitten zijn, dat werkt niet. Het is toch vooral een kwestie van doorbijten denk ik. Je hebt altijd wel weer van die periodes waarbij alles tegen lijkt te zitten. En dan komt er vaak uiteindelijk toch een moment waarop het óf wel lukt, óf je ontdekt een zijweg, die je tot een ander inzicht brengt."

En is die zijweg dan het resultaat van een briljante ingeving of loop je er per ongeluk in?

meer of je wel of niet droomt. Zo'n soort trance krijg ik vaak ook bij het lopen. Soms krijg je dan opeens een idee, en dan pas realiseer je je dat je ergens over aan het denken bent. Dan dringt het door tot het bewuste niveau, zeg maar. Maar vaak is het ook gewoon *stressrelief*. Dan spoelt het de boel schoon. Als ik stil sta, gebeurt er van allerlei gek in mijn hoofd. Maar ik sta niet stil. Mijn hoofd doucht tijdens het rennen."

Nanomagneetjes

Bij onze tweede ontmoeting legt Theo Rasing bij binnenkomst achter de laptop nog even een snelle laatste hand aan de lezing die hij zo meteen moet houden voor een clubje gepensioneerden, met onder meer oud-hoogleraren van de

Curriculum vitae

Theo Rasing, geboren 26 mei 1953 te Didam

1970-1976

Natuurkunde, Nijmegen, cum laude

1982

Promotie Nijmegen, experimenteel onderzoek naar 4- dimensionale superruimte kristallen.

1982-1984

Postdoc UC, Berkeley (IBM fellowship)

1984

Postdoc Center for Advanced Materials, Lawrence Berkeley laboratory, Berkeley

1986-1988

Staff Scientist Center for Advanced Materials, Lawrence Berkeley laboratory, Berkeley. Programmaleider

Instrumentation for surface science

1988-1997

Universitair Hoofddocent

Experimentele Vaste Stoffysica, Nijmegen

1997-

Hoogleraar Experimentele Vaste Stoffysica, Nijmegen

Theo Rasing is op dit moment tevens vice-directeur van het Instituut voor Moleculen en Materialen en directeur van het NanoLab Nijmegen dat 23 maart officieel geopend is.

Hij publiceerde meer dan 300 artikelen in gereviewde wetenschappelijke tijdschriften, waarvan vier jaar op rij (2002-2005) in *Nature*.



onderzoek in magnetisme heb je te maken met allemaal kleine laagjes van slechts nanometers dik. Op nanometerschaal gedragen die zich totaal anders dan bulk magnetische materialen. Om dat te kunnen meten was een nieuwe techniek nodig. De uitdaging was of we daar niet die niet-lineaire optica voor konden gebruiken. Shen zei: 'No way. Ik zou er niet aan beginnen. Dat werkt toch niet in de praktijk.' En hij had er nota bene zelf een theoretisch artikel met iemand over geschreven! Ik ben er natuurlijk toch mee verder gegaan en het bleek dus juist verschrikkelijk goed te kunnen. Het grappige is dat juist datgene waarvan hij zei 'niet doen' uiteindelijk is uitgegroeid tot mijn specialiteit: met behulp van licht de magnetisatie van zeer kleine elementen meten en zelfs te veranderen. Ik heb hem er later nog wel eens aan herinnerd. Hij zei dat hij inderdaad echt niet verwacht had dat het zou lukken."

Inmiddels is het Rasings meest bekende verdienste binnen de experimentele natuurkunde.

"We gebruiken licht nu ook om spins ('de magnetische momentjes') van elektronen te temmen. En daarmee waren we hier in Nijmegen echt de eerste, vandaar ook dat we daarmee een hele rits *Nature*-publicaties achter elkaar konden hebben. Omdat we op een heel korte tijdschaal spins kunnen manipuleren met licht, zou dat een enorme vooruitgang kunnen bieden voor sensoren, en dataopslag. Een harddisk zit vol nanomagneetjes namelijk. Wat je in feite doet als je iets opslaat, is niks meer dan die magneetjes of spins een halve slag draaien. Er spelen dus twee vragen op dat gebied: hoe maak ik die magneetjes zo klein mogelijk, en hoe, en vooral hoe snel, kan ik ze omdraaien. Daar kunnen we dus met deze methode de grens enorm opschuiven."

Vijf dimensies

Nu is het nog meer kunst dan wetenschap, relativeert Rasing zijn werk op een ander moment. "Je doet iets wat werkt, maar je weet nog niet precies waarom. Het is op basis van ervaring, trial en error, net als bij koken, op je gevoel. En langzaam krijg je steeds meer inzicht.

Dat neemt niet weg dat Rasing, alweer een stapje verder denkt. "Mijn

grootste ambitie op dit moment is een microscoop te ontwikkelen waarmee we alles kunnen meten wat we willen weten. Dat wil zeggen dat we met dat ene apparaat met atomaire resolutie zouden kunnen meten in vijf dimensies. Daarmee zou je dus een materiaal niet alleen ruimtelijk (drie dimensies, red.) kunnen meten, maar ook op een zeer snelle tijdschaal, de vierde dimensie. En tegelijkertijd zou ik dan ook nog eens naar de spin – 'het magnetische momentje' – van dat materiaal willen kunnen kijken (de vijfde dimensie)."

Weer zo'n onmogelijke uitdaging?

Hij lacht. "In principe moet het haalbaar zijn binnen vijf jaar. We kunnen het in feite al op alle fronten, alleen die ruimtelijke dimensie wordt nu nog met andere apparaten gemeten, met *Scanning Tunneling* microscopen (STM). We hebben dus alle ingrediënten. Natuurlijk wil dat nog niet zeggen dat je er iets lekkers van kunt koken. Maar ik denk dat wij hier nu, in Nijmegen, bij uitstek de mogelijkheden hebben om die brug te slaan tussen de twee methoden. Het zou kunnen zijn dat er ergens een limiet blijkt te zijn, maar samen met collega Sylvia Speller, expert op het gebied van de STM, moet dat lukken, dat wil ik gewoon echt."

En dan? Gelukkig sterven? Theo Rasing niet. Hij ziet alweer een nieuwe wereld voor zich: "Om dan vervolgens magnetisme op dat niveau te begrijpen. Alleen daarmee zou ik al de rest van mijn leven experimenten kunnen doen. Maar dan komt er ook vast wel weer iets nieuws bij onderweg. Er komt altijd iets nieuws. Je hebt natuurlijk altijd een bepaalde verwachting als je met een onderzoek begint, maar vaak is het nu juist net het onverwachte resultaat dat het meest interessant is. Gisteravond laat nog. Toen zag een promovendus plots onregelmatigheden op atomair niveau aan het grensvlak tussen een magnetisch en een niet-magnetisch materiaal, die nog nooit eerder iemand gezien heeft. Wat we oorspronkelijk wilden onderzoeken was lang niet zo spectaculair. Dit wel. En zo gebeuren er constant dingen. Je denkt dat je het steeds beter snapt, maar bij elke stap bots je weer tegen iets nieuws op." x

i.schuurmans@vox.ru.nl