

Een duik in het **HART** **DER DINGEN**

Sprookjes waarschuwen ons voor de zucht naar verborgen kennis. Wie te graag weten wil hoe de mooiste dingen van binnen zijn opgebouwd, eindigt met een stapel scherven. Althans, dat gold vroeger, toen het FleX-ray Lab nog niet bestond. In deze bijzondere ruimte van het CWI openbaren natuur en kunst hun verscholen binnenzijde. In twee, drie en vier dimensies.

Tekst: Sebastiaan van de Water

Heb je de serie *Chernobyl* gezien? Dan komt dit je misschien bekend voor.' Sophia Bethany Coban zwaait met een handzaam apparaatje zwierig langs de metalen wanden van een grote machine. Klik, klinkt het zachtjes. Duizenden kilometers scheiden ons van de radioactieve spookstad Prypjat, maar ook hier op Science Park in Amsterdam dwingt het universele stralingslogo, gesoldeerd op de grote machine, respect af. Klik. Maar het ritme van de geigerteller blijft traag. 'We doen dit puur voor de zekerheid. Deze wanden zijn heel dik en met lood verzwaard,' zegt Coban, die als postdoc-onderzoeker verbonden is aan de Computational Imaging-groep (CI-groep) van het CWI. Trots klopt ze op de robuuste machine die ze de voorbije jaren beter heeft leren kennen dan wie dan ook. De FleX-ray scanner. Erg elegant oogt het ding niet. Een strook rode ledlampjes doet dienst als enige versiering. Het doet

een beetje denken aan een tijdmachine uit een stripverhaal. Voor wie de capaciteiten van de FleX-ray kent, is die vergelijking niet eens zo vergezocht.

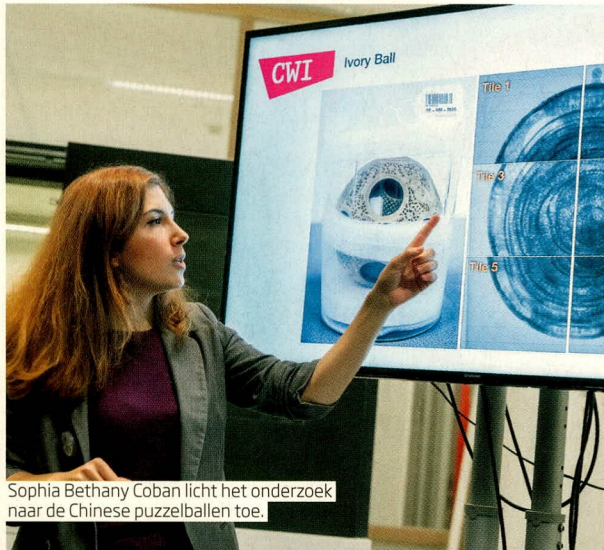
Drie jaar geleden was deze kamer op het CWI nog een veredelde bezemkast. De FleX-ray heeft daar opvallend weinig verandering in gebracht. Ook nu zijn de wandkasten gevuld met gele sponzen, korrelige stukken piepschuim, uitgelopen siliconenkitpistolen, oude smartphones met toetsenbord, pakken havermostemelen, een zelfgemaakte klok, een 4x4x4 Rubik's Cube en een bijna lege doos Kinder Surprise-eieren. Al deze objecten hebben één ding met elkaar gemeen. 'Ik kan het niet helpen,' zegt Coban lachend. 'Voortdurend schiet de gedachte door mij heen: hé, wat zou ik ontdekken als ik dit of dat voorwerp in de FleX-ray plaats?' Volgens haar cv is Coban wiskundige en geen ontdekkingsreiziger, maar in dit lab blijken die twee roeping te overlappen. Elk willekeurig object is een stukje *terra incognita*. Slechts één beperking begrenst Cobans ontdekkingsdrang. Levende



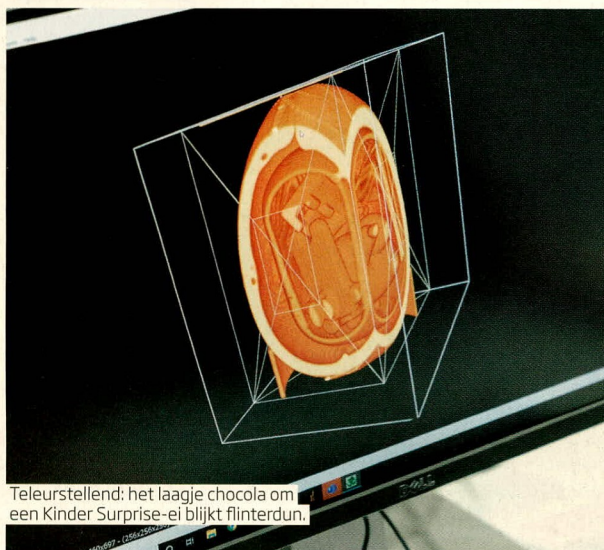
Francien Bossema: 'Soms zijn kunsthistorici sceptisch over wat een wiskundig instituut voor ze kan betekenen. Maar snel genoeg staren ze met grote ogen naar de resultaten op het scherm.'

gewervelde wezens zijn verboden onderzoeksmateriaal. 'Ik heb wel eens een slak van binnen zien rondkruipen. En een zaadje zien ontkiemen. En een lavalamp zien bubbelen.' In naam der wetenschap, uiteraard.

'Ik zal laten zien hoe het werkt,' zegt Coban, terwijl ze richting de doos Kinder Surprise-eieren loopt. Ze heeft deze demonstratie vaker gegeven. Aan kinderen, wiskundigen, politici en kunsthistorici. Van de reacties geniet ze minstens zo veel als van de briljante wiskunde die dit alles mogelijk maakt. Ze opent de cabine van de FleX-ray



Sophia Bethany Coban licht het onderzoek naar de Chinese puzzelballen toe.



Teleurstellend: het laagje chocola om een Kinder Surprise-ei blijkt flinterdun.

data. Algoritmen, uitgedokterd door de Computational Imaging-groep, integreren de steeds fijnere scans tot een gedetailleerde driedimensionale rendering. 'Dit is de meest geavanceerde manier van *real-time CT-scanning* in de wereld', zegt Coban, terwijl ze op het scherm het virtuele ei roteert. 'We kunnen nu elke mogelijke dwarsdoorsnede maken.' Eén klik en een deel van het ei verdwijnt. We kijken nu vanaf boven in de onderste helft en duiken vervolgens in de laag chocola. Coban schudt haar hoofd. 'Zie je al die lege plekjes? Dat zijn luchtbelletjes. Typerend voor slechte kwaliteit cho-

'De impact van dit soort scans zullen we spoedig in het dagelijks leven ervaren'

colade. Dit merk gaat achteruit.' Ze verplaatst het perspectief naar midden in het ei. Alsof we een torretje zijn, dat samen met het plastic poppetje in het ei zitten opgesloten. 'Ah... helaas geen smurf dit keer. Dit ga je niet geloven, maar tijdens een vorige demonstratie zat er een röntgenarts-smurf in het ei.'

Hoe diep je met de Flex-ray inzage kunt krijgen in verscholen lagen van de werkelijkheid, blijkt uit tal van fascinerende experimenten. Zoals de keer dat het CWI een zeventiende-eeuws manuscript in handen kreeg waar iemand jaren later op alle plekken de naam van de auteur had doorgekrast. Coban scande het manuscript en probeerde virtueel onder de bovenste inktlaag te duiken. Op enkele plekken bleek dat onmogelijk: de krasser had met zijn gekras het papier zelf beschadigd. Maar op andere plekken kwamen oorspronkelijke letters aan het licht. Door alle stukjes te combineren, werd de eeuwenoude censuur tenietgedaan. Leendert Cornelisse Romeijn, zo heette de auteur.

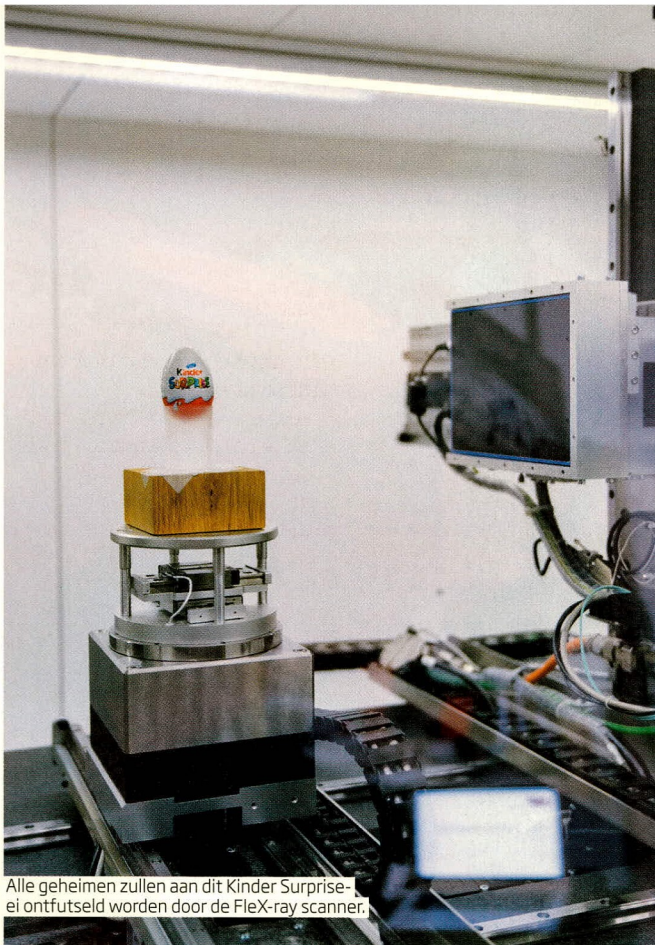
en klimt op een kruik. 'Helaas hebben ze bij de bouw geen rekening gehouden met mijn lengte.' Zichzelf uitstrekkend plaatst ze het rood-witte ei in de cabine. Dan sluit ze de deur en typt ze achter een computer enkele instructies. Onzichtbaar voor mensenogen lanceert een paneel links in de Flex-ray een dosis röntgenstralen die door het ei heen reizen en aan de rechterzijde tegen een zwarte plaat botsen. Op het computerscherm verschijnt een 2D-scan van een transparant ovaal voorwerp. 'Kinderen zijn altijd teleurgesteld wanneer ik ze op die dunne buitenrand wijs. Dat is de laag

chocola. Zo weinig?! reageren ze dan. Vervolgens laat ik ze raden wat het vormpje in het midden moet voorstellen. Soms is dat een smurf... maar nu?'

Slechte chocola

Tot zover doet de Flex-ray weinig meer dan een röntgenscanner op een vliegveld, die je handbagage checkt op illegale waterflesjes. Coban drukt op nog wat knoppen. Het ei begint te roteren. Binnen enkele minuten maakt de machine twaalfhonderd verschillende röntgenscans. Tegelijkertijd analyseert een krachtige computer de ruwe

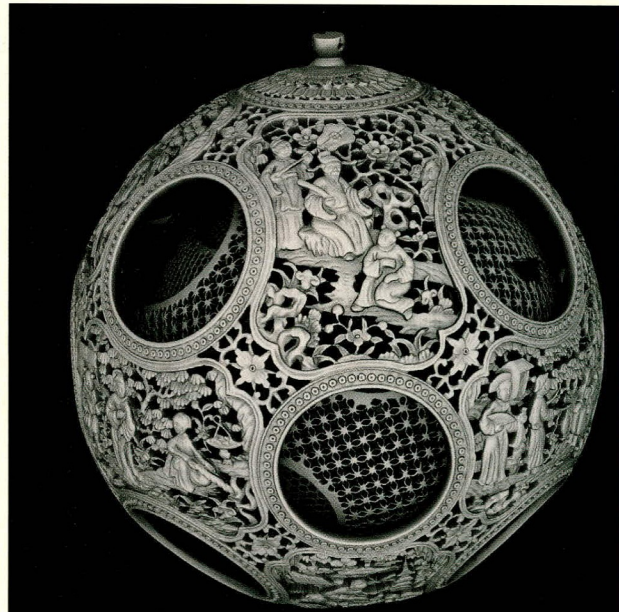
BRAM BELLONI



BRAMBELLONI

Alle geheimen zullen aan dit Kinder Surprise-ei ontfutseld worden door de FleX-ray scanner.

Door virtueel in de kern van een Chinese puzzelbal te duiken kwamen CWI-onderzoekers tot een verrassende ontdekking.
ROBERT VAN LIERE



Verbluffende onderzoeksobjecten waren ook de Chinese puzzelballen van het Rijksmuseum. Ooit dienden deze uit ivoor geslepen kunstwerkjes als pronkstukken in Chinese paleizen. De ballen geven de illusie van een holle bal zwevend in een holle bal in een holle bal, waarbij elke bal zijn eigen geometrisch uitgesneden patronen bevat. Analyse in de FleX-ray onthulde dat sommige van de puzzelballen twaalf of meer lagen bevatten, en dat ze eindigen in een aan het zicht onttrokken solide ivoor kern. Door virtueel in die kern te duiken, kwamen experts tot een verrassende ontdekking: de ballen bestaan niet uit ivoor van Aziatische maar van Afrikaanse olifanten. Er moet dus lang geleden ivoorhandel hebben gefloreerd tussen China en Sub-Saharaans Afrika.

Verstoppte vingerafdruk

Afgezanten van het Rijksmuseum kloppen met groeiende regelmaat op de deur van het FleX-ray Lab, hopen meer van dit soort ontdekkingen te kunnen doen. Speciale handschoentjes dragend brengen ze kostbare gewaden, beeldjes of schilderijen naar binnen, onder toezicht

'Voortdurend denk ik: wat zou ik ontdekken als ik dit voorwerp in de FleX-ray plaats?'

van PhD-studente Francien Bossema. 'Soms zijn kunsthistorici sceptisch over wat een wiskundig instituut voor ze kan betekenen', vertelt Bossema. 'Maar snel genoeg staren ze met grote ogen naar de resultaten op het scherm.' Midden in een terracotta beeldje van een engel trof de CI-groep een verstopte vingerafdruk aan. 'Superinteressant, want in het verleden dacht men dat dit beeldje door Michelangelo was gemaakt en werden er vele miljoenen voor betaald', vertelt Bossema. Toen daar later twijfels over bestonden, kelderde de waarde. Wie het nu precies heeft gemaakt, is onbekend. 'Een collega formuleert nu algoritmes om aangetroffen 3D-vingerafdrukken te vertalen naar de 2D-vorm van vingerafdrukken in databases. Dan kunnen we deze kwestie misschien definitief beslechten.'

De mogelijkheden van real-time 3D CT-scanning reiken veel verder dan de wereld van beeldjes en puzzelballen. Chirurgen - en hun patiënten - zullen enorm baat hebben bij preciezere identificatie van de plaats en vorm van een tumor. Bedrijven zien weer potentie op een ander terrein: kwaliteitscontrole. Coban heeft reeds een lading appels gescand en daarin vliegengietjes aangetroffen. 'Ook hebben we de innerlijke structuur van kippenvlees vergeleken met dat van vegetarisch vlees', aldus Tristan van Leeuwen, toekomstig leider van de CI-groep. 'De impact van dit soort scans zullen we spoedig in het dagelijks leven ervaren. Zeker als het ons lukt om een zelflerend systeem te creëren. Nu vereist elke scan nog handmatige finetuning. Ik wil dat straks het systeem zelf herkent: "Dit is een walnoot, die heb ik eerder gezien en toen waren instellingen x en y het best. Dat ga ik nu weer doen." Als we dat voor elkaar krijgen, zullen straks in alle winkels producten liggen die dankzij real-time 3D CT-scanning naar een hoger niveau zijn getild.' Te beginnen met, als het aan Sophia Coban ligt, appels zonder vliegengietjes en chocolade-eieren zonder luchtbelletjes. ■