

KUNSTSCANNER

CT-scanner onthult foutje in driehonderd jaar oude bol

Ivoren puzzelbollen waren zo'n driehonderd jaar geleden een statussymbool voor de rijken in China. De bollen zijn ongeveer zo groot als een tennisbal. Op de buitenkant staan prachtige bloemenpatronen of mensfiguren. Binnenin zitten tot wel tien kleinere holle bollen, die allemaal onafhankelijk van elkaar kunnen draaien. Hierop staan geometrische figuren die naar binnen toe steeds eenvoudiger worden. De puzzel zat hem er in dat je de gaten van alle bollen netjes moest uitlijnen. De maker van zo'n bol in de collectie van het Rijksmuseum in Amsterdam was een begaafd ivoorbewerker. Maar geavanceerde röntgenbeelden onthulden dat de gescande bol niet perfect is. „Op het 3D-model dat wij maakten ontdekten we dat de maker op één van de binnenste bollen is uitgeschoten met zijn mesje”, vertelt informaticus Robert van Liere van het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) in Amsterdam. Ook werden cirkelvormige groeven zichtbaar die verraden dat de ambachtsman een soort draaibank gebruikte. Röntgenonderzoek wordt al langer gebruikt in de kunstwereld, maar nieuw is de nadruk die

komt te liggen op digitale beeldvorming. Het Rijksmuseum in Amsterdam neemt binnenkort als eerste museum in Nederland een CT-scanner in bedrijf. „We kunnen straks de verschillende lagen en materialen waar een kunstobject uit is opgebouwd, virtueel afpellen en sporen van gereedschappen en de hand van de kunstenaar zichtbaar maken”, zegt Erma Hermens, senior onderzoeker bij het Rijksmuseum en hoogleraar technische kunstgeschiedenis aan de Universiteit van Amsterdam. Wanneer hij straks draait, maakt de CT-scanner (*computed tomography*, beeldvorming op basis van tweedimensionale plakjes) honderden röntgenfoto's vanuit veel richtingen. Een computer berekent daaruit een driedimensionaal beeld van het voorwerp. Kunsthistorische onderzoekers gebruiken al verschillende technieken om onder het oppervlak te kijken, bijvoorbeeld van schilderijen of beelden, om de herkomst of de gebruikte materialen te achterhalen. De nieuwe CT-scanner voegt daar een dimensie aan toe. Het is de enige techniek waarmee je de binnenkant van objecten kunt bestuderen zonder ze te demonteren.

Flex-ray scanner



Het Rijksmuseum werkt samen met het CWI aan de CT-scanner. Dat onderzoeksinstituut bouwde eerder al een kleiner prototype, de Flex-ray scanner. Die maakt driedimensionale beelden van kunstvoorwerpen met een resolutie van 100 micrometer (0,1 millimeter). „We zagen in een beeld zelfs de vingerafdrukken terug die de beeldhouwer achterliet toen hij de klei kneedde”, vertelt informaticus Robert van Liere van het CWI, die de software ontwikkelt die van de talloze platte röntgenscans één driedimensionaal beeld maakt. Van Liere is ook hoogleraar Virtual Reality aan de Technische Universiteit Eindhoven.

Hoe werkt het apparaat? Daarvoor gaan we kijken bij het CWI op het Science Park in Amsterdam-Oost. Op de afdeling Computational Imaging staat een onopvallende grijze kast, met een dikke glazen schuifdeur: de Flex-ray scanner. Binnenin zendt een röntgenbuis straling uit in de richting van de detector, met daartussen het kunstobject. Afhankelijk van het materiaal dat de röntgenstraling tegenkomt, gaat er veel of weinig straling doorheen. De detector vangt de straling op en legt de intensiteit vast.

Anders dan in een ziekenhuisscanner kan het platform in alle mogelijke richtingen bewegen dankzij een constructie met tien assen. In het ziekenhuis draaien bron en detector langs één as om een patiënt heen, die zelf stil mag blijven liggen. Bij een kunstobject is meer vrij-

Rijksmuseum in Amsterdam neemt binnenkort een CT-scanner in bedrijf om de lagen en materialen waar een kunstobject uit is opgebouwd, virtueel af te pellen.

Tekst **Jim Heirbaut**

heid in oriëntatie nodig omdat er soms iets in zit, zoals een metalen pen of een schroef, die alle röntgenstraling tegenhoudt. „Daardoor krijg je achter dat stuk metaal, in de schaduw van de straling, geen informatie meer over het materiaal; op de röntgenscan is het zwart”, vertelt Van Liere. Het probleem van de ongewenste blinde vlek wordt voor een deel opgelost door het kunstobject vanuit verschillende hoeken te belichten. Maar soms blijven er zwarte ‘artefacten’ - foutjes - op de beelden over. Dan moeten slimme algoritmes met behulp van zoveel mogelijk bekende informatie het beeld verder invullen. „Als je weet wat er in zit, bijvoorbeeld een spijker, dan kun je daarmee de ontbrekende data invullen”, zegt Van Liere.

Weefpatronen in Perzisch tapijt

In de scanner bij het CWI zijn al van verschillende bijzondere voorwerpen 3D-scans gemaakt. Het dijbeen van een prehistorische mens, om het oppervlak van het bot te kunnen bestuderen dat onder een beschermend laagje verborgen zit. Een eeuwenoud Perzisch tapijt, waarvan de weefpatronen iets kunnen vertel-

len over de herkomst. Maar de Chinese puzzelbol van ivoor is misschien wel het mooiste object dat tot nu toe is gescand.

De onderzoekers van CWI en het Rijksmuseum vonden één bron die beschrijft hoe de puzzelbollen waarschijnlijk vervaardigd werden (en worden). Uit een massief stuk ivoor - meestal van olifant, een enkele keer van mammoet - sneed een ambachtsman een bol, waarna hij daarin onder verschillende hoeken een paar werkgaten maakte. Daar stak hij een vlijmscherp haaks mesje doorheen, waarmee hij vervolgens heel geduldig ivoor begon weg te schrapen. Waren alle schillen losgesneden, dan bracht hij in iedere 'schil' patronen aan. Het maken van één enkele bol kostte vermoedelijk maanden werk.

Daar stak hij een vlijmscherp haaks mesje doorheen, waarmee hij heel geduldig ivoor begon weg te schrapen.

Van de beschadigingen die de Flex-ray scanner aan het licht bracht, kunnen kunsthistorici veel leren. „We kunnen zelfs de breedte en diepte van zo'n groef meten als we inzoomen”, zegt Hermens. „Sterker nog: als een mesje een beetje beschadigd is, kunnen wij dat op onze 3D-beel-

den zien. Zien we zo'n beschadiging terug op een ander object, dan kan dat een aanwijzing zijn dat het in dezelfde werkplaats is gemaakt. Dat is waardevolle informatie voor ons als technische kunsthistorici.”

Van Liere maakte met de 3D-data ook plastic replica's op een 3D-printer. Die plastic puzzelbollen liggen nu op zijn bureau, maar je kan er in een museum bijvoorbeeld blinde bezoekers aan laten voelen, zodat die toch een beeld kunnen krijgen van een kunstvoorwerp. Bij de kwetsbare ivoren originelen is dat onmogelijk. Hermens en collega's van het Rijksmuseum stellen nu een verlanglijstje op; welke kunstvoorwerpen gaan ze straks met hun eigen CT-scanner bestuderen. Eén van de kandidaten: een zeeschildpad met een beschildering van Frederik Hendrik erop, een zeldzaam stuk, waar weinig van bekend is. Eerst staat DNA-onderzoek op de planning, om de herkomst van het schild te achterhalen. Daarna wil Hermens het CT-scannen, want de schildering is vlak, en dat is het schild van een schildpad normaal allesbehalve. „Heeft de schilder dat schild afgeschuurd voor hij begon of juist de oneffenheden opgevuld? Dat zou ik graag willen weten.”



Gereconstrueerde beelden van een puzzelbol op basis van een CT-scan.

BEELD ROBERT VAN LIERE/CWI



FOTO RIJKSMUSEUM AMSTERDAM

Chinees, **ivoren puzzelbollen** waren een statussymbool.