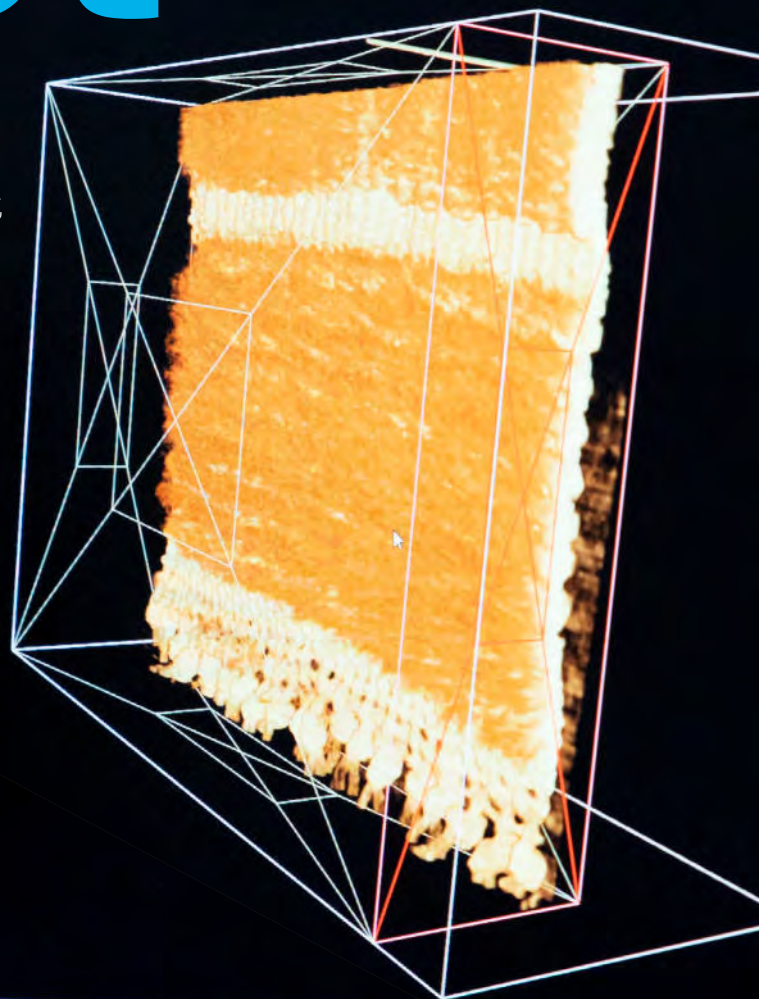


# *In de* **kunst**

Een oud kunststuk knip of zaag je niet zomaar open voor onderzoek. Daar gebruiken historici sinds kort een vernuftige 3D-röntgenscanner voor. Maar kan zo'n apparaat ook overweg met een tapijt?

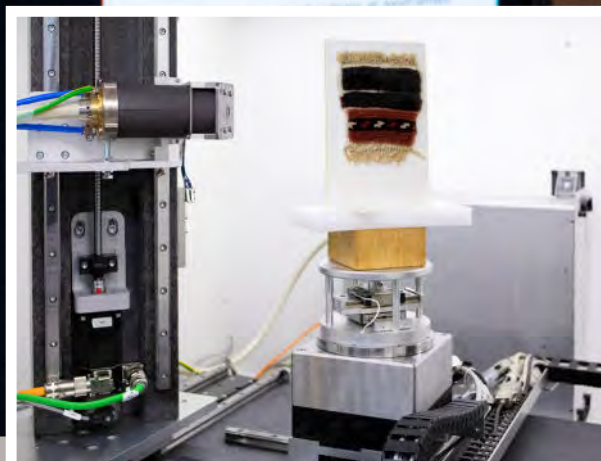
Tekst: Pepijn van der Gulden



**Een CT-scanner kan  
schadevrij kunstschaten  
doorgronden**



Foto rechts: tapijfragmenten in de scanner.



**B**en je weleens in een tapijt gekropen? Sophia Coban is wiskundige en gaat vandaag proberen tot in de vezels van een weefpatroon door te dringen. Niet met een schaar en veel gefrunnik, maar met een hypermoderne CT-scanner. Dat experimentele apparaat staat bij het Centrum Wiskunde & Informatica in Amsterdam. Het is bedoeld voor medisch onderzoek, maar ook om kunstvoorwerpen driedimensionaal te bestuderen. Naast Coban kijken historici aandachtig toe of het haar gaat lukken de geheimen van een historisch tapijt te ontrafelen. Nog nooit eerder is een tapijt in de scanner bekeken. Welke geschiedenis zal dit kleed prijsgeven? En wat is het nut van dergelijk onderzoek?

#### De draad kwijt

Een tapijt driedimensionaal vastleggen in een peperdure scanner ligt niet voor de hand. Je kunt het vasthouden en zelf van alle kanten bekijken, zonder bang te zijn dat het uit elkaar valt. Zoiets onderzoeken lijkt een eitje, vergeleken met bijvoorbeeld een mummie. Daarbij is ook de structuur van een tapijt welbekend: met een weefgetouw zijn draden kruislings gesponnen. Toch is er met het blote oog minder aan te zien dan deskundigen zouden willen, zo vertelt historicus Suzan Meijer van het Rijksmuseum, die het stuk heeft meegebracht. De patronen in tapijten worden gemaakt door in het weefsel gekleurde draden te knopen. Die knopen kunnen op verschillende manieren zijn vastgemaakt.

Maar hoe, dat is vaak nauwelijks terug te zien, want de knopen verbergen nou net het achterliggende weefsel. 'Omdat een tapijt zo hard wordt aangedruwd, kun je de rest niet meer zien. De knopen worden helemaal afgedekt. Je zou eigenlijk de knopen eruit moeten peuteren om het te zien.' En dat doe je niet graag met een eeuwenoud tapijt. De hoop is dan ook dat de scanner meer kan vertellen, vertelt de meekijkende Maarten van Bommel, hoogleraar conservatiewetenschap aan de Universiteit van Amsterdam. 'Door te achterhalen hoe een tapijt is gemaakt, kun je het toeschrijven of dateren.' De productiemethode vormt een soort handtekening van de makers. Dat maakt het interessant om te weten hoe het kleed in elkaar zit.

#### Dichtheid doet ertoe

Daar moet de CT-scanner dus hulp bieden. De grote grijze kast met zijn zwarte schuifdeur zou weinig aandacht trekken als er geen intimiderende gele sticker voorop geplakt zat. Pas op, radioactief! 'De scanner gebruikt röntgenstralen en de werking is vergelijkbaar met röntgenapparaten in het ziekenhuis', vertelt Coban. Röntgenstralen worden afgeschoten op een sensor aan de andere kant van het apparaat. 'Als je daar iets tussen plaatst, verliezen de stralen wat energie.' Licht er een dicht materiaal als bot tussen, dan stopt die meer straling dan iets zachts als spierweefsel of cellen. 'De scanner legt deze verschillen in dichtheid vast.' Die methode is ook toepasbaar op andere materialen. Wanneer in het apparaat geen gebroken been maar een tapijt ligt, kan dat net zo goed gescand worden. Het stralings-

Achter hun scherm kunnen historici een kunstobject volledig doorlichten, van buiten en van binnen.

- ▶ niveau moet wel anders worden afgesteld, een tapijt houdt immers minder straling tegen dan een stuk bot.

**Verskil gezocht**

Voorlopig is nog onduidelijk of het wel zal lukken om in het tapijt te kijken. Alles is te scannen zolang er verschillen in dichtheid zijn, vertelt Coban. Juist dat maakt het kleed een lastige patiënt. ‘Het zal moeilijk zijn, omdat het grotendeels uit hetzelfde materiaal bestaat.’ Het weefsel is gemaakt uit één soort katoen, waarvan de draden ook nog eens letterlijk verweven zijn. Er is maar één manier om te ontdekken of het echt werkt: door het gewoon te proberen. Coban legt het tapijtje in de scanner, nadat ze het op een kleine stellage geplaatst heeft (zie het kader ‘Knap knutselwerk’, op de volgende pagina). Alsof de gele waarschuwingssticker nog niet intimiderend genoeg is, gaat nu ook een rode lichtstrip branden. Gelukkig is de kast afgeschermd met een laagje lood. Voor onze veiligheid hoeven we niet te vrezen. Op het scherm verschijnt een grijze waas. De röntgenstralen weten zich blijkbaar in eerste instantie maar niet echt raad met de

# De scanner kan het tapijt virtueel omdraaien, uitrekken of fileren

envormige dichtheid van het tapijt, waardoor het er als één samengesmolten klont uitziet.

**3D duurt lang**

Nu komt de expertise van Coban van pas. Ze kan het resultaat nog verbeteren. ‘Het lijkt behoorlijk op fotograferen. Ik pas de sluitertijd en het diafragma aan om de hoeveelheid informatie te vergroten.’ De röntgenstraal moet aansluiten op de dichtheid van het tapijt. Daarom verandert ze de kracht en de duur van de röntgenstraal. En zie, het levert inderdaad een scherpere scan op. Kleur herkent de röntgenscanner niet, maar Coban kan het beeld wel extra verduidelijken door elk materiaaltype een ander kleurtje te geven.

Voorlopig heeft het apparaat alleen een tweedimensionale röntgenfoto gemaakt. De kunst is om deze om te vormen tot een driedimensionaal beeld. Zodra het tapijtje scherp op de foto staat, gaat de CT-scanner aan de slag. Een draaischijf met daarop de tapijtinstantie begint traag een rondje te draaien in de machine. Zo wordt het berekenen van een driedimensionaal beeld mogelijk (hoe dat werkt, lees je in het kader ‘Kleien met röntgenfoto’s’, rechts).

**Uit de knoop**

Twintig minuten gaan voorbij terwijl de scanner zorgvuldig zijn werk doet. Zodra het tapijt 360 graden rond is geweest, verschijnt het kleed dit keer prachtig als 3D-model op het scherm. De normaal zo geordende draadjes lijken van dichtbij op harige kabels, die over en dwars door elkaar heen krioelen. De scanner onderscheidt verschillen ter dikte van een mensenhaar, waardoor dunne draadjes meer weg hebben van de scheepstrossen van een oceaanstomer.

Nu blijkt de meerwaarde van de scanner. Coban kan het tapijt virtueel omdraaien, uitrekken of fileren. Hoe zou het eruitzien als je het met een vlijmscherp mes exact doormidden zou snijden? Of wat blijft er over als je alle knopen bovenop met een pincet zou verwijderen? Zulke operaties zijn dankzij de scanner een kwestie van een muisklik. De historici kijken enthousiast mee hoe het binnenwerk van het tapijt blootgelegd wordt. Zoals gehoopt, is te zien welke knooptechnieken



## Kleien met röntgenfoto's

Een CT-scanner is eigenlijk een overenthousiast röntgenapparaat. Hij maakt niet één, maar duizenden foto's van hetzelfde object, en dat telkens vanuit een andere richting. Een computer combineert die platte plaatjes tot een ruimtelijke weergave. Ziekenhuizen maken er al langer gebruik van, om tumoren te lokaliseren bijvoorbeeld. Nu worden ook steeds meer de mogelijkheden buiten het ziekenhuis verkend. En dat is echt een compleet andere tak van sport, volgens hoogleraar virtual reality Robert van Liere van het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI). ‘We leggen niet simpelweg even een tapijt in een ziekenhuisscanner. Museumobjecten zijn heel anders dan mensen.’ Een mens bestaat uit weefsel, bot en water, een museumobject uit verschillende, soms onbekende materialen. En bijna nooit water. Dat vraagt om aanpassing van de reconstructiemethodes. ‘Onze rol is om die techniek te verbeteren door meer inzicht te krijgen in de methodes.’ De scanner die voor onder meer de tapijten is gebruikt, is overigens geen gewone CT-scanner. Met dit nieuwe apparaat is het voor het eerst mogelijk om *in realtime* in objecten te kijken. Als dat nodig is, kun je direct inzoomen of de scanner bijsturen. Dat scheelt veel tijd en schadelijke röntgenstraling.

## Om te oefenen

Om de mogelijkheden van de scanner te verkennen, zijn heel wat verschillende objecten onder de loep genomen. Chinese puzzelballen uit het Rijksmuseum bijvoorbeeld. Dat zijn kunstig uitgesneden balletjes van ivoor. Binnenin de eerste bal is een tweede bal uitgesneden, tot wel zeven ballen diep. Dat maakt dat deze voorwerpen lastig te bekijken zijn. Via de CT-scanner is ook het snijwerk in de binnenste bal te bekijken, zonder het priegelwerk open te breken. Ook botten van een Javamens, een vroege mensensoort, zijn gescand. De botten komen uit de collectie van Naturalis. Ze pasten maar net in de scanner. Door het skelet in delen te scannen, kon het gedigitaliseerd worden.



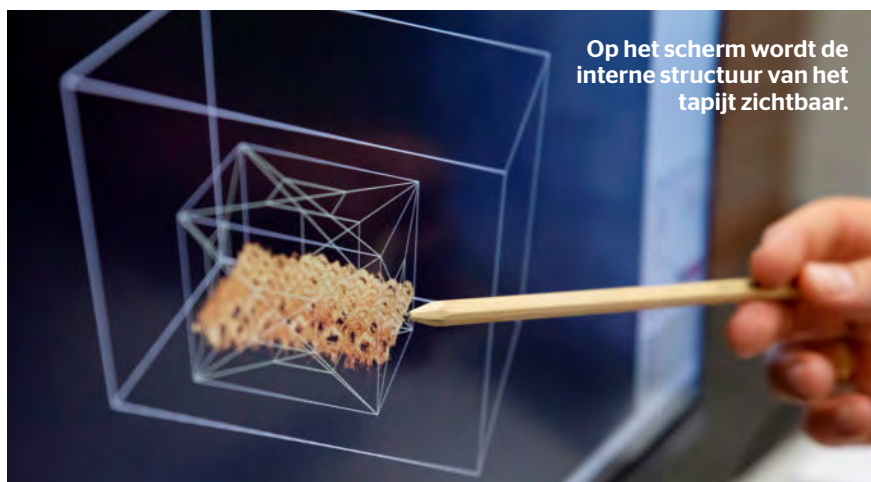
Het is flink priegelen, maar dan heb je ook wat: een Chinese puzzelbal.



Is de structuur van de stof wel afwisselend genoeg om scannen mogelijk te maken?



Een van de tapijtfragmenten waarmee is aangetoond dat met deze CT-scanner ook textiel kan worden onderzocht.



Op het scherm wordt de interne structuur van het tapijt zichtbaar.

gebruikt zijn. De trossen zijn op diverse manieren gelegd langs de meerpalen, de draadjes van het weefsel. Een deel van de versiersels is symmetrisch vastgemaakt, andere steken compleet asymmetrisch door het achterliggende rasterwerk. Dat moet genoeg informatie bieden om de herkomst van dit tapijtje te achterhalen. Komt het uit een Perzisch huis of uit het paleis van een Ottomaanse sultan?

### Stof voor later

Geen van beide. Dit tapijt stamt uit het jaar 1991. Na Christus, welteverstaan. Al weet de maakster dat niet helemaal zeker meer. Die zit zelf achter de computer mee te kijken, terwijl haar creatie digitaal ontleed wordt. Historicus Suzan Meijer weefde het tapijtje ooit zelf als proeflapje, om meer gevoel te krijgen voor het ambacht. 'Na al die jaren

kan ik nu eindelijk zien waar ik foutjes gemaakt heb.'

Toch is er vandaag voor de historici alle reden om enthousiast te zijn. Want de scanresultaten bewijzen dat de CT-scanner wel degelijk mogelijkheden biedt voor textiel. Van Bommel: 'Het was de allereerste test om eens te kijken wat we kunnen met dit systeem. We gaan pas met historische objecten slepen als het echt nut heeft.' De scanner had eerder al zijn nut bewezen bij andere kunststukken (zie het kader 'Om te oefenen'). Nu de methode ook voor kleden blijkt te werken, kan het scanproject de volgende fase in. Een heel Perzisch tapijt past wat lastig in het apparaat, maar van kleinere weefsels moet de productiemethode voortaan sneller en makkelijker te bepalen zijn. En Coban zal regelmatig waardevolle weefsels binnenkruipen. ■



## Knap knutselwerk

Om een 3D-scanner te bedienen moet je niet alleen wiskundig onderlegd zijn. Voordat Sophia Coban het tapijtje in de CT-scanner legt, bouwt ze een stellage met houten plaatjes, piepschuim, naalden en dubbelzijdig plakband om het tapijtje overeind te houden. 'Ik moet zorgen dat het niet beweegt, anders wordt het beeld onscherp. Ik heb jarenlang gestudeerd, maar dit knutselwerk is ook een essentieel onderdeel van mijn baan.' Coban laat een kast boordevol plakband, piepschuim en goedkope schuursponsjes zien. 'Hartstikke praktisch materiaal voor dit werk.' De knutselspullen hoeven gelukkig niet subtiel weggewerkt te worden: de röntgenstralen gaan er dwars doorheen. En omdat schuursponsjes een andere dichtheid hebben, kan Coban de hulpstukken op de computer snel wegpoetsen.