

Museum wordt DNA-schatkamer

Stoffige skeletten, opgeprikte kevers, gedroogde planten, zoogdierskeletten: natuurhistorische collecties hebben een oubollig imago. Nieuwe technieken veranderen deze collecties echter razendsnel in schatkamers van oud DNA. Kijk mee in de maag van de mammoet.

tekst Rob Ramaker illustratie Geert-Jan Bruins foto's Naturalis en Rob Ramaker

Aarzelend springen de tl-buizen aan, om een bijzonder schouwspel te onthullen. Een hal die van voor tot achter is gevuld met antilopen, herten en andere hoefdieren. Opgezette exemplaren, skeletten, groot en klein, met of zonder gewei. Een verpletterend statement over de diversiteit van het leven dat de bezoeker verbouwereerd achterlaat. 'Tja, dit is het dan', zegt rondleider Steven van der Mije met plagerig understatement.

Met zijn collega's beheert Van der Mije circa 37 miljoen objecten in Naturalis Biodiversity Center in Leiden. Een deel hiervan komt oorspronkelijk uit Wageningen. Denk aan het Herbarium Vadense: bijna een miljoen planten, voornamelijk uit Afrika. Ook gingen er 24 duizend bloemen en vruchten in alcohol, en 5 duizend gedroogde vruchten van Wageningen naar Leiden, evenals houtmonsters en een miljoen insecten uit de entomologische verzameling.

Besloten in al deze dieren en planten bewaart Van der Mije nog iets anders: DNA, het erfelijk materiaal van al dit verzamelde leven. Dit lijkt wellicht een triviaal onderscheid, maar dat is het niet. Door het voortschrijden van de technologie wordt het eenvoudiger en goedkoper om dit DNA daadwerkelijk af te lezen. Hierdoor kunnen onderzoekers allerlei nieuwe vragen stellen en bijvoorbeeld terugkijken in de tijd.

STREEPJESCODE

Het voornaamste dat wetenschappers doen met het opgeslagen DNA, is het omzetten in 'barcodes', zegt Arjen Speksnijder, het hoofd van de laboratoria van Naturalis. Ze trekken bijvoorbeeld een pootje van een insect of snijden een stukje uit een vogelpoot. Zo'n monster gebruiken ze om een specifiek DNA-stukje af te lezen. Wereldwijd is afgesproken dat iedereen naar hetzelfde fragment kijkt, zodat barcodes onderling te vergelijken zijn. De codes gaan vervolgens in een database, zegt Speksnijder. Heel betrouwbaar: alles is terug te leiden naar een monster en het bijbehorende museumobject. Wetenschappers gebruiken de database om dieren en planten die ze tegenkomen, te identificeren.

Dat is spannender dan het klinkt, dankzij de snel verbeterende technieken. Zo werkt Speksnijder voor opdrachtgevers als het ministerie van Defensie en Schiphol. Wanneer een vliegtuig een vogel aanvliegt, wordt die door de straalmotor zodanig vermalen dat de soort niet vast te stellen is. Defensie heeft echter de plicht impactrapportages te maken. 'Als je de hele tijd beschermde soor-

ten raakt, richt je veel schade aan', zegt Speksnijder. De onderzoeker helpt te bepalen welke vogels in straalmotoren belanden en adviseert over vliegroutes.

Ook op allerlei andere plekken is Speksnijder actief. Zo nemen douaniers gesmokkelde traditionele medicijnen in beslag. Deze bevatten vaak delen van beschermde dieren die internationaal niet mogen worden verhandeld. 'Daar zit dus geen beschrijving bij: deze bevat chimpansee en deze gordeldier.' Maar dankzij de technische vooruitgang van de laatste tien jaar kan hij al het DNA uit zo'n pil aflezen en in de computer vergelijken met de database. Die verradt meteen of er beschermde dieren zijn gebruikt.

MILJOENEN STUKJES

De meeste museumstukken geven hun geheimen echter niet zo makkelijk prijs. Objecten worden immers flink bewerkt, zodat ze eeuwenlang goed kunnen blijven. Voor dat planten in een herbarium belanden, worden ze bijvoorbeeld gedroogd in een oventje en – als ze in de tropen zijn verzameld – nog even bewaard in een conserveringsmiddel. Die ingrepen hebben flinke impact op het DNA, ontdekte Freek Bakker, universitair docent



Het 60 meter hoge 'dierenpakhuis' van Naturalis in Leiden.



Een van de depots met hoefdieren.



Een blik in het publieksmuseum van Naturalis

bij de leerstoelgroep Biosystematiek aan Wageningen Universiteit. Het DNA wordt door de behandelingen in heel kleine stukjes gebroken. Zo'n 80 procent is niet meer af te lezen, waarschijnlijk omdat het is verkleefd tot een kluwen.

Toch lukte het Bakker met zijn postdoc Martijn Staats in 2013 vrijwel alle erfelijke informatie – veel meer dan alleen de 'barcodes' dus – af te lezen van een plantje dat al 44 jaar in het Wageningse herbarium zat. Dat bleek lastiger dan bij een 'verse' plant, maar eenmaal gedroogd maakt het niet veel meer uit hoe oud de plant is. En zo wordt inmiddels al gekeken naar eeuwenoude planten.

Elk object heeft weer zijn eigen uitdaging. Het conserveringsmiddel dat vaak op dieren wordt gebruikt, is berucht omdat het DNA-strengen aan elkaar 'klikt'. Maar Bakker en andere biologen hebben soms ook geluk. De laatste jaren hebben ze de beschikking over

apparaten die goed kunnen omgaan met DNA dat in kleine stukjes is gebroken. Ideaal dus voor het 'museum-DNA'. De computer puzzelt vervolgens de stukjes in elkaar.

Door de enorme omvang van collecties als bij Naturalis gaat het nog wel even duren voordat van alles een barcode bekend is. Van der Mije, staand tussen rij na rij van afgeladen stellingkasten, gebaart naar de overvloed rondom hem: 'We zeggen wel dat we 37 miljoen objecten hebben, maar het kunnen er ook 40 miljoen zijn.' Van slechts 70 duizend is de barcode bepaald. En ondertus-

PAS OP! DNA-VERVUILING

Een van de grootste problemen in het werken met oud DNA is vervuiling met modern DNA. Dat komt veelal van de handen van wetenschapper of slordig werk in het lab. Laboratoria worden helemaal ingericht om dit te voorkomen, zegt Arjen Speksnijder, hoofd van de laboratoria van Naturalis. Als voorbeeld vertelt hij hoe het DNA van een aap uit het museum werd bemachtigd. 'We werkten in een *clean room*, met een haarnetje en dubbele handschoenen.' Een uit het dier getrokken kies werd vervolgens met uv-straling gesteriliseerd. 'Uit de kern konden we DNA extraheren.' Elke stap in het proces – isoleren, vermeeiden, aflezen – vond plaats in een andere ruimte, om besmetting te voorkomen.



sen blijft materiaal binnenkomen. Toch gaat dit een grote vlucht nemen, denkt hij. Van alles wat nieuw binnenkomt, wordt de code direct afgelezen. En ook krijgen ze aan de lopende band verzoeken van externe onderzoekers.

TIJDREIZEN

Want niet alleen bij Defensie en Schiphol zitten ze met interessante vragen voor museumcollecties. Veel biologische objecten zijn tijdsmachines die een blik gunnen in het verleden. Waar anders dan in musea en bij opgravingen vind je DNA van dodo's, Neanderthalers en quagga's (steppezebra's)? Zelf bekeek Speksnijder al eens de maaginhoud van een mammoet. Door alle DNA-fragmenten die daarin zaten te onderzoeken, kregen de onderzoekers een goede indruk van de laatste maaltijd van het dier. 'Dan zie je welke planten er 40 tot 50 duizend jaar geleden groeiden.'

Plantenonderzoeker Bakker hoopt dat gedroogde planten allerlei genen herbergen die interessant zijn voor veredelaars. In tomatenplanten van honderden jaren geleden zitten mogelijk genvarianten die niet meer in de moderne variant zitten. Collega's van Bakker doen op andere manieren aan tijdreizen. 'Zo heeft onderzoeker Yoshida het DNA van de *Fyftofora*-variant opgehelderd die mede de *Potato Famine* in Ierland veroorzaakte', zegt hij. Tijdens deze hongersnood van 1845 tot 1850 kwamen een miljoen Ieren om en emigreerde nog eens hetzelfde aantal. Yoshida gebruikte hiervoor herbariummateriaal van aangetaste aardappelplanten uit Duitse en Engelse herbaria. 'De oorzaak bleek een eenmalige variant te zijn die voorbijaasde.'

KAPITEIN COOK

In het depot zijn de mogelijkheden in een oogopslag duidelijk. Van der Mije houdt halt voor een stellingkast met opgezette vogels. Het is de eerste in een rij, maar deze is uniek. Elke vogelsoort erin is namelijk uitgestorven. In een glazen mini-vitrine staat misschien wel de meest zeldzame van het stel. De Tahiti-strandloper die in 1773 werd verzameld door kapitein Cook op zijn reis door de Stille Zuidzee. De vogel werd daarna nooit meer gezien – waarschijnlijk uitgeroeid door de ratten die meekwamen met de Europeanen. De andere twee verzamelde exemplaren zijn verdwenen. En dus zette Van der Mije hoogstpersoonlijk het mes in de poot van de steltloper. Met dat sample kunnen de evolutie van het dier en de verwantschap met ander soorten toch in kaart worden gebracht.


Toch zitten er grenzen aan het tijdreizen. Wetenschappers kunnen enkele honderdduizenden jaren terugkijken in de tijd. DNA van vóór die tijd is te ver vergaan. Dat betekent niet dat je niets kunt doen, zegt Speksnijder. 'Het eiwit collageen vergaat veel minder snel en met variaties daarin kun je goed de diersoort te bepalen.' Zelf heeft Speksnijder nog een verlanglijst met dingen die hij nog niet kán, maar wel wil onderzoeken. Zo zou hij graag bekijken welke gemeenschap van bacteriën – het zogeheten microbiom – leefde op de dieren in het



Een paar Darwinvinken uit de verzameling van Naturalis.

museum. 'Zo'n bacteriële community is uniek voor de drager. Het is als een vingerafdruk.'

Overigens is de nieuwe technologie volgens alle experts geen vervanging van het *old school* werk: de morfologie – ofwel vorm – beschrijven en vergelijken. Van der Mije kan zich vrolijk maken over onderzoekers die het DNA van een hele vogelfamilie aflezen om vervolgens geen zinnig woord te kunnen zeggen over de verschillen tussen soorten. Hij ziet de werkwijzen als complementair.

Met zichtbaar plezier sleept Van der Mije zijn gasten ondertussen met de lift van het ene depot naar de ander in de twintig verdiepingen tellende toren van Naturalis. Rekken vol opgeprikte vlinders, lange rijen kasten met vissen in glazen alcoholflessen. Het gaat eindeloos door tot het de bezoeker duizelt. En die krijgt veelal slechts een fractie te zien. Uiteindelijk, zo lijkt hij te willen zeggen, moeten wetenschappers zelf gaan schatgraven in deze overvloed aan objecten én DNA. Zij moeten komen met de slimme vragen. 'We hebben hier genoeg werk voor de komende 300 jaar.' 

SCHATGRAVEN MET HET SCIENCE CAFÉ

Op 28 april gaat het Science Café Wageningen op zoek naar de *Natural Treasure* verstoppt in natuurhistorische musea. Behalve Arjen Speksnijder, hoofd van de laboratoria van Naturalis Biodiversity Center, spreekt hier Jelle Reumer, hoogleraar Paleontologie aan de Universiteit Utrecht en voormalig directeur van het Natuurhistorisch Museum in Rotterdam. De avond begint om 19.45 in café Loburg en is gratis toegankelijk.