

Onderzoek naar fossiele paarden van Doggerland

Dick Mol [honorair onderzoeker, Natuurhistorisch Museum Rotterdam; dickmol@telfort.nl]

Lisette Kootker [assistant professor, Isotope Archaeology & Forensics group, Geology & Geochemistry cluster, Department of Earth Sciences, Vrije Universiteit Amsterdam; lisette.kootker@vu.nl]

De zuidelijke bocht van de Noordzee tussen de Britse Eilanden en het continent van Europa lag in het ijstijdvak (Pleistoceen) droog. Deze uitgestrekte laagvlakte maakte toen deel uit van Doggerland. De biodiversiteit in de laatste honderdduizend jaren van de geologische geschiedenis van Doggerland was enorm. Van kudde mammoeten tot en met neanderthalers en moderne mensen die de uitgestrekte vlakte bewoond hebben. In 2020 startte er een door NWO gefinancierd onderzoeksproject: *Resurfacing Doggerland*. In dit project zal een breed samengesteld consortium onderzoek doen naar de effecten van zeespiegelstijging op jager-verzamelaars die in de periode tussen 20.000 en 6.000 jaar geleden Doggerland bewoonden. Het Natuurhistorisch Museum Rotterdam participeert in dit project voor het zoogdierpaleontologisch onderzoek van Doggerland. Een en ander om een beter inzicht te krijgen in de dierlijke bewoning van Doggerland in relatie tot klimaatveranderingen, zeespiegelstijgingen en de steentijdmens.

Resurfacing Doggerland

Vele honderdduizenden resten van de grotendeels uitgestorven fauna zijn de afgelopen vijf decennia veiliggesteld voor onderzoek. Veelal betreft het resten van grote laat-pleistocene zoogdieren die door de boomkorvisserij als bijvangst gedaan zijn. Slechts een klein deel daarvan is aan een onderzoek onderworpen. Op basis van koolstofdateringen weten we wanneer welke grote dieren dit deel van Doggerland bewoond hebben. Maar naast een plaats in de tijd weten we nog maar heel weinig over deze dieren: wat aten zij, waar graasden zij, welke gebruiksgoederen werden er van hun botten gemaakt, etcetera. Daarom wordt er voortdurend onderzoek verricht aan collecties waarin de fossiele resten bewaard worden. Er wordt ook zeer intensief samengewerkt met burgerwetenschappers, tegenwoordig aangeduid als *citizen scientists*, die met hun strandvond-

sten belangrijke verzamelingen hebben opgebouwd. Zij stellen hun verzamelingen voor onderzoek ter beschikking. De eerste resultaten zijn er al en in *Resurfacing Doggerland* willen we deze samenwerking verder stimuleren en faciliteren. Uiteindelijk zal dat uitmonden in nieuwe inzichten in het verdrinkend landschap van Doggerland.

Onderzoeksvraag

Een van de onderwerpen in het onderzoeksproject betreft het voorkomen van wilde paarden in Doggerland. Wanneer waren deze grazers aanwezig, wanneer zijn ze verdwenen en wanneer zijn ze teruggekomen? Een eerste indruk over het voorkomen van wilde paarden krijgen we al snel als we de bijvangst van de boomkorvisserij en de talrijke strandvondsten bekijken: het wilde paard moet een zeer algemene verschijning zijn geweest. De meeste resten in de collecties zijn namelijk afkomstig van wilde paarden! In *Resurfacing Doggerland* participeren vele deskundigen van

verschillende instellingen en zijn er veel mogelijkheden. Er zijn financiële middelen die het mogelijk maken om grote series koolstofdateringen uit te voeren en isotopenonderzoek te doen op de botten en tanden. Die koolstofdateringen en (stabiele) isotopen maken het mogelijk met geologische gegevens en modellen van zeespiegelstijgingen en klimaatveranderingen een helder inzicht te verkrijgen in de ontwikkeling van het landschap en haar bewoners.

Determinatiesessie

Op zaterdag 24 september 2022 is een aantal verzamelaars met strandvondsten van fossiele paarden naar het museum gekomen. Daar werden zij, Esmeralda en Chester Vis, Mirjam Kruijzinga, Mark Zondag, Ron Nederpelt, Cock van den Berg, Heleen Zwennes, Willy van Wingerden en Jelle Venema, door ons ontvangen in de Hoboken Salon. Zij waren al van tevoren geïnformeerd over het doel van de bijeenkomst en gevraagd (niet ter conservering met lijm of an-



▲ Doggerlandpaarden in overvloed: een deel van de collectie van Heleen Zwennes, Den Haag. (Dick Mol)

derszins behandelde) tanden en kiezen van paarden mee te nemen die op de verschillende opgespoten stranden zoals Maasvlakte 2 en de Zandmotor zijn gevonden. Als de gebitselementen worden geselecteerd voor onderzoek, mag er geen sprake zijn van verontreiniging met middelen die de uitkomst van de koolstofdateringen zouden kunnen beïnvloeden. Ook waren zij op de hoogte dat het onderzoek dat uitgevoerd gaat worden destructief is. Er zal voor een koolstofdatering een klein stukje van de tand of kies worden afgezaagd om te worden gezonden aan het Centrum voor Isotopenonderzoek (CIO) van de Rijksuniversiteit Groningen. Voor het strontiumisotopenonderzoek zal de kies op verschillende plekken worden bemonsterd. Na een welkom met koffie en stroopwafel volgden er twee uiteenzettingen van het onderzoeksproject en de werkwijze die we gepland hebben. Daarna hebben we elke verzameling nauwkeurig bekeken en mochten wij maar liefst negentien gebitselementen selecteren voor onderzoek. Ieder gebitselement hebben we aan de hand van een recente schedel met een bijbehorende onderkaak met volledig gebit van twee paarden uit de collectie van Het Natuurhistorisch gedetermineerd en alle gegevens genoteerd. Bij iedere determinatie hebben we toegelicht hoe wij een gebitselement en de positie in de kaak konden plaatsen. Een onderdeel dat voor iedereen zeer interessant en leerzaam was. Determineren zonder goed vergelijkingsmateriaal is bijna

ondoenlijk en daarom is het voorhanden hebben van recent vergelijkingsmateriaal een echte *must*! De collectie van het museum heeft zijn nut deze dag andermaal bewezen.

Strontiumisotopenonderzoek

Het strontiumisotopenonderzoek dat we op de paardentanden en kiezen zullen uitvoeren is gebaseerd op de premisse dat 'je bent wat je eet', isotopisch gezien althans. Van het element strontium zijn twee isotopen (verschillende vormen van het element met dezelfde chemische eigenschappen, maar een andere massa) essentieel voor het onderzoek: ^{87}Sr en ^{86}Sr . De laatstgenoemde is stabiel: de hoeveelheid (abundantie) ^{86}Sr op Aarde is altijd 9,86%. Dat kan in zekere zin niet gezegd worden van ^{87}Sr . ^{87}Sr is het vervalproduct van ^{87}Rb , met een halfwaardetijd van maar liefst 49,2 miljard jaar. Echter, omdat de halfwaardetijd zo verschrikkelijk lang is, kan ^{87}Sr op Aarde ook als een stabiele vorm (isotoop) gezien worden (abundantie 7%). Strontium zit in de geologische ondergrond. De ratio tussen ^{87}Sr en ^{86}Sr is onder andere afhankelijk van de ouderdom en samenstelling van de geologische ondergrond; immers hoe ouder het gesteente en hoe meer Rb erin zat, hoe meer ^{87}Rb (deels) is omgezet in ^{87}Sr . De $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ varieert derhalve tussen geologische eenheden.

Zodra het geologische gesteente verweert in een bodem, komen planten daarin te groeien. De $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ van

de geologische ondergrond zit ook in deze nieuw gevormde bodem en wordt daarna opgenomen in de vegetatie. Deze vegetatie (grassen en andere planten) wordt gegeten door de paarden en zodoende komt de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, dat ooit in het geologische gesteente opgesloten zat en karakteristiek is voor bepaalde geologische eenheden, in het lichaam, skelet én in de gebitselementen terecht. Tandglazuur wordt gevormd door glazuurvormende cellen, ameloblasten genaamd, in het amelogenese proces. Glazuur bestaat uit hard mineraal, hydroxyapatiet, een calciumfosfaat ($\text{Ca}^{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Het strontium dat via het voedsel in het lichaam wordt opgenomen, wordt tijdens de mineralisatie van de gebitselementen ook in de kristalstructuur van het tandglazuur opgenomen, waar het de plek van Ca^{2+} inneemt. Nadat het glazuur helemaal gevormd is, verandert de samenstelling van het glazuur niet meer, omdat de ameloblasten verdwijnen. Het strontium dat ooit onderdeel was van de geologische ondergrond van het geconsumeerde voedsel is daarmee opgesloten in de tand.

Migratiepatronen

Het glazuur bovenaan de tand (de *cusp*) is 'ouder' dan dat onderaan de tand, omdat vanaf de *cusp* tot de wortel het glazuur van paardentanden in lagen wordt afgezet. Door verschillende monsters te nemen van het glazuur, vanaf de *cusp* naar beneden, kan potentieel de mobiliteit van een dier worden gereconstrueerd.



▲ Op naam brengen van een paardenkies aan de hand van recent vergelijkingsmateriaal uit de collectie van Het Natuurhistorisch. (Mirjam Kruizinga)



▲ Schedel en onderkaak van een recent paard (collectie Het Natuurhistorisch): zonder goed vergelijkingsmateriaal is een determinatie niet mogelijk. (Mirjam Kruijnga)

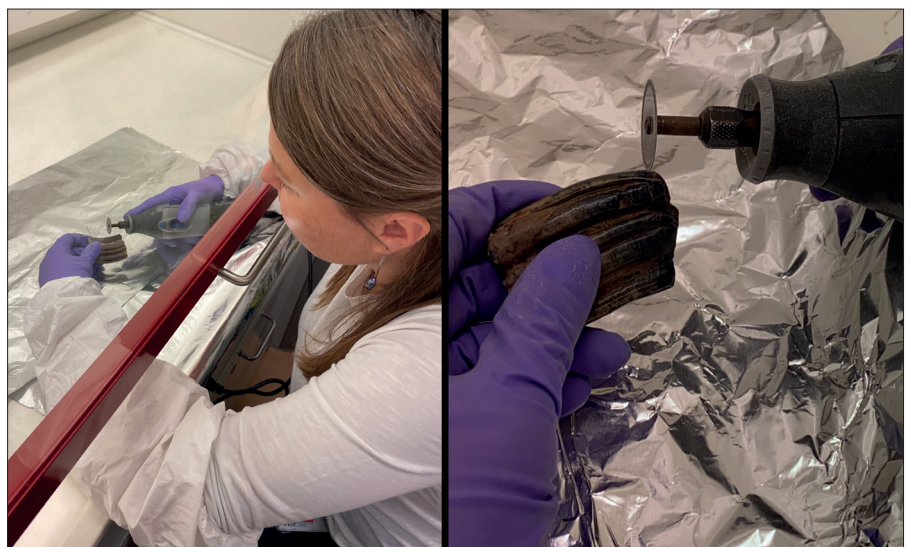
Immers, als het paard van locatie A met een geologische samenstelling van A naar locatie B trekt dat gekenmerkt wordt door een andere geologische samenstelling ('B') gedurende de periode dat het glazuur van de te onderzoeken kies of snijtand wordt gevormd, dan kunnen er verschillen in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ gezien worden.

De negentien geselecteerde tanden en kiezen liggen nu in het *Archaeological and Forensic sample preparation* laboratorium bij de Vrije Universiteit Amsterdam. Van elk exemplaar is een klein stukje met een gewicht van 3-5 gram afgezaagd en ingezonden aan het CIO in Groningen. Daar worden de monsters behandeld voor een koolstofdatering waarvoor een doorlooptijd staat van 16 weken. Als de dateringsresultaten bekend zijn, zullen de tanden en kiezen in het laboratorium van de Vrije Universiteit Amsterdam met een diamantboortje schoongemaakt worden, zodat mooi wit tandglazuur zichtbaar is. Dan zullen er minimaal twee, maar mogelijk meer monsters van circa 2 mg per stuk van het tandglazuur genomen worden, in een mooie lijn vanaf de *cusps* naar de wortel. Die gaan vervolgens naar een speciaal *clean* laboratorium op de Vrije Universiteit waar door middel van chromatografische extractie het Sr uit het glazuur gehaald wordt om vervolgens geanalyseerd te worden op een thermische ionisatie massaspectrometer (TIMS). Met deze machine worden de Sr mole-

culen geïoniseerd. Vervolgens worden in een zeer precies geregeld elektrisch veld de ionen versneld en komen ze in een magnetisch veld waar ze door de Lorentzkracht een cirkelvormige baan volgen. Hier worden ze gescheiden op basis van de verschillen in massa. De ionen worden daarna gedetecteerd/gemeten door sensoren die we Faraday cups noemen en waarna we de ratio tussen ^{87}Sr en ^{86}Sr komen te weten.

De interpretatie van de Sr isotopen-data van alle mensen en dieren die binnen het *Resurfacing Doggerland* project worden onderzocht is nog een hele uit-

daging. Het doel is om migratiepatronen van paarden en andere dieren (waaronder mensen) te ontrafelen. Er zijn Sr isotopenkaarten (isoscapen genoemd) voor een aantal landen in Europa waarmee de gegenereerde data vergeleken kunnen worden. Die kennis over het verdronken Doggerland is er nog niet, of nog niet verzameld binnen het project. Dus dat wordt nog een uitdaging *an sich*, maar wel eentje die uiteindelijk zal bijdragen aan een beter begrip van onze verre geschiedenis en die van Doggerland in het bijzonder. We hopen Doggerland opnieuw te ontdekken. ◀



▲ Destructief onderzoek: Lisette Koolker bemonstert een onderkaaksmolaar van een Doggerlandpaard in het laboratorium van de Vrije Universiteit. Er wordt slechts een klein stukje van de basis van de kies afgezaagd voor een koolstofdatering. (Dick Mol)