

Maasvlakte 2 en de Zandmotor als fossielenvindplaatsen

Bram Langeveld

Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Westzeedijk 345, 3015 AA Rotterdam
langeveld@hetnatuurhistorisch.nl

Dick Mol

Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Westzeedijk 345, 3015 AA Rotterdam
dickmol@telfort.nl

De zuidelijke bocht van de Noordzee, tussen Nederland en Engeland, inclusief de Zeeuwse wateren is al eeuwenlang een vrijwel onuitputtelijke bron van fossielen uit het Pleistoceen (IJstijdvak). Zelfs 'geoloog des vaderlands' W.C.H. Staring schreef in 1861 al over een mammoetkies die in 1848 uit de Noordzee bij Katwijk werd opgevist. Voor de meeste fossielenverzamelaars is de Noordzeebodem echter slecht bereikbaar: er staat tot zo'n vijftig meter water in de weg. Zandsuppleties vormen een waardevolle uitkomst: sediment met fossielen uit de zeebodem wordt de nieuwsgierige verzamelaar letterlijk voor de voeten geworpen. In dit artikel bespreken we twee zeer fossielrijke suppleties: de Zandmotor en Maasvlakte 2.

Met name in de afgelopen zes decennia heeft de boomkorvisserij op de zuidelijke Noordzee in hun sleepnetten heel veel fossielen aangetroffen die nu worden bewaard in museum- en privécollecties en onderwerp van onderzoek vormen (Staring, 1861; Mol et al., 2006;

Maarleveld, 2020): beenderen, tanden en kiezen van wolharige mammoeten, wolharige neushoorns, steppewisenten, maar ook resten van nijlpaarden en zelfs sabeltandkatten (afb. 1). Deze fossielen vormen het bewijs dat de Noordzee gedurende een groot deel van het Pleistoceen droog land was en het leefgebied vormde van uiteenlopende fauna's.

◀ Afb. 2. Chronostratigrafie van het Kwartair. De lijn rechts geeft een indicatie van de temperatuur: hoe verder naar links, hoe kouder. (naar: Cohen & Gibbard, 2011)



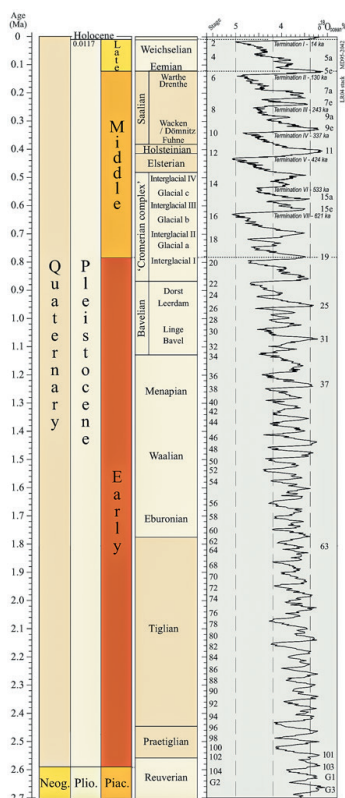
▲ Afb. 1. Deze uit de Noordzee opgeviste onderkaak van een sabeltandkat *Homotherium latidens* (Owen, 1846) vormt met een C14-datering van ca. 28.000 jaar het jongste bewijs van dit roofdier in Europa. Collectie (NMR999100001695) en foto: Natuurhistorisch Museum Rotterdam.

Het Pleistoceen is het IJstijdvak en duurde van 2,6 miljoen tot 11.700 jaar geleden (afb. 2). Het wordt gekenmerkt door sterke schommelingen in het klimaat, waarbij talloze lange koude perioden (ijstijden ofwel glacialen, die in de tweede helft van het Pleistoceen elk zo'n 100.000 jaar duurden) werden afgewisseld door korte warme perioden (tussenijstijden/interglacialen; in de tweede helft van het Pleistoceen elk zo'n 10.000 tot 20.000 jaar). De zeespiegel lag gedurende het Pleistoceen meestal aanzienlijk lager dan tegenwoordig dankzij de vorming van grote pakketten landijs, waardoor de Noordzeebodem droogviel en een geschikt leefgebied vormde voor land- en zoetwaterdieren.

De fossielen uit de Noordzee kunnen rekenen op grote publieke belangstelling (Den Ouden, 2014), zijn vertegenwoordigd in vele museum- en privécollecties (Mol et al., 2008) en te zien in tal van tentoonstellingen en vormen tegenwoordig steeds vaker een belangrijke bron voor paleontologisch onderzoek, zowel klassiek morfologisch werk (Reumer et al., 2018) als gespecialiseerd onderzoek aan bijvoorbeeld sporen van het dieet op fossiele kiezen (Rivals et al., 2010) en hightech onderzoek naar oud DNA (Ancient DNA of aDNA). Dankzij zandsuppleties voor en op de Zuid-Hollandse kust zijn de fossielen van de Noordzeebodem nu voor elke verzamelaar bereikbaar.

Suppleties absolute buitenkans

Zandsuppleties worden uitgevoerd door sleephopperzuigers. Dit zijn schepen die met krachtige pompen sediment opzuigen, opslaan in het laadruim van het schip en daarna met grote nauwkeurigheid dit sediment elders deponeren (afb. 3 en 4). Om Nederland te beschermen tegen een stijgende zeespiegel worden er jaarlijks miljoenen kubieke meters zand opgezogen uit zandwinvakken in de Noordzee en op en nabij de stranden gedeponeerd. Met name suppleties die voor de kust van Zeeland en de zuidelijke helft van Zuid-Holland worden gewonnen, zijn fossielrijk; noordelijker gewon-





▲ Afb. 3. Schaalmodel van een sleeptopperzuiger. Let op de zuigbuis links die tot op de zeebodem reikt. Collectie: Nationaal Baggermuseum, Sliedrecht. (uit: Langeveld, 2017)



▲ Afb. 4. Een sleeptopperzuiger bij de aanleg van Maasvlakte 2. Foto: Hans Wildschut.

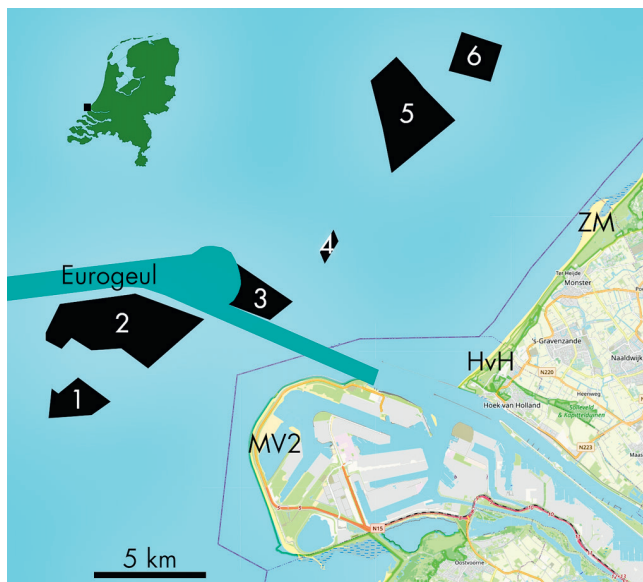
nen sediment is vaak minder fossielrijk als gevolg van lokale geologische factoren. Maasvlakte 2 en de Zandmotor zijn opgebouwd uit sediment dat werd opgezogen uit het Eurogeulgebied. Dit gebied omvat de kunstmatig op diepte gehouden vaargeul (Euro- en Maasgeul) in de zeebodem voor de haven van Rotterdam en de zandwinkvallen direct ten noorden en zuiden ervan (afb. 5). De Eurogeul is één van de rijkste vindplaatsen voor Laat-Pleistocene en Holocene fossielen in de Noordzee (Mol et al., 2006) en zandsuppleties uit dit gebied vormen dus een absolute buitenkans voor fossielenverzamelaars.

De Zandmotor

De Zandmotor is een haakvormig schiereiland dat op het moment van schrijven ca. 3 km lang en enkele honderden meters breed is. Het is in 2011 voor de kust van Ter Heijde, vlakbij Den Haag, opgespoten met 21,5 miljoen m³ sediment. Het functioneert als een innovatieve vorm van kustbescherming. Door natuurlijke processen moet het zand van deze megasuppletie zich de komende decennia verspreiden langs de kust en zo de kleinere vrijwel jaarlijkse zandsuppleties langs dit deel van de kust overbodig maken. Dit bespaart geld en voorkomt herhaaldelijke verstoring van de zeebodem, met nadelige ecologische gevolgen (Van der Valk et al., 2011). Het strand ten zuiden van de Zandmotor tot aan de pier van Hoek van Holland is ook een rijke fossielenvindplaats (Langeveld, 2013b). Dit van oorsprong natuurlijke strand heeft een uitgebreide suppletiegeschiedenis, waaronder herhaaldelijk suppleties uit het Eurogeulgebied. De Zandmotor en het strand van Hoek van Holland zijn opgespoten met relatief ondiep gewonnen sediment (tot een diepte van 6 m onder de zeebodem) (Langeveld, 2013a; afb. 5). In tegenstelling tot Maasvlakte 2 leveren deze twee vindplaatsen daardoor nauwelijks fossielen uit het Vroeg- of Midden-Pleistoceen op, maar wel veel materiaal uit het Laat-Pleistoceen en het Holoceen.

Maasvlakte 2

Maasvlakte 2 is de jongste uitbreiding van de Rotterdamse haven en is opgebouwd uit maar liefst 240 miljoen m³ zand. De buitencontour bestaat voor het grootste deel uit een 7,5 km lang strand, dat vanaf 2012 is opengesteld voor publiek (afb. 6). Dit strand ontwikkel-



▲ Afb. 5. Zandwinkvallen voor Maasvlakte 2 (MV2), de Zandmotor (ZM) en het strand van Hoek van Holland (HvH). Vakken (maximale zuigdiepte onder de zeebodem) 1 (10 m) en 2 (20 m) werden gebruikt voor MV2, 3 (4 m) en 4 (onbekend, maar ondiep) voor HvH, 5 (6 m) en 6 (6 m) voor ZM (naar Langeveld, 2013a; Kuitems et al., 2015; kaartgegevens: OpenStreetMap). (uit: Langeveld, 2020c)



▲ Afb. 6. Impressie van het strand van Maasvlakte 2 (juli 2013). (uit: Langeveld & Mol, 2015)

de zich snel tot de drukstbezochte en rijkste vindplaats voor Pleistocene zoogdieren van Nederland. Doordat het sediment tot 20 m onder de zeebodem gewonnen werd (Kuitems et al., 2015; afb. 5), levert Maasvlakte 2 niet alleen de bekende Laat-Pleistocene en Holocene fossielen uit het Eurogeulgebied op, maar ook opvallend veel materiaal van zeldzamere Vroeg- en Midden-Pleistocene soorten (Mol & Langeveld, 2014, 2016). Aanvullende suppleties om erosie van het strand te compenseren, zoals die voor het eerst uitgevoerd werden in 2014, worden gedaan met zand uit ruwweg hetzelfde gebied, maar schijnbaar minder diep gewonnen: hierin ontbreekt helaas de bijzondere oudere fauna. Dit fijnkorreliger aanvullende zand is ook minder rijk aan fossiele schelpen uit het Pleistoceen, maar bevat juist meer blauwgrijze tot roodbruine Holocene schelpen van de bekende *Spisulafauna*, die langs de hele Zuid-Hollandse kust voorkomt.

Zoeken op opgespoten stranden

Iedereen kan fossielen zoeken op opgespoten stranden; complexe regels qua toegang of verzekering of gevaarlijke situaties met instabiele hellingen of grote machines zoals bekend bij het zoeken in groeves zijn gelukkig niet aan de orde. Zoeken op opgespoten stranden wordt dan ook heel veel gedaan; elke dag zijn er wel fossielenzoekers actief op de Zandmotor en Maasvlakte 2, soms al voor zonsopkomst. Bovendien is het verzamelen op het strand ook erg kindvriendelijk en daardoor van groot belang voor de volgende generatie (amateur-) paleontologen. Daar waar het verzamelen van fossielen meestal om een geologenhamer en gedegen kennis van de lokale stratigrafie vraagt, is dat op de opgespoten stranden niet nodig. Men hoeft slechts rekening te

houden met het getij (en het weer). Het getij is raadpleegbaar via de website getij.rws.nl. Afgaand of laag water zijn de beste momenten, omdat dan het strand onder de vloedlijn droogvalt. Daar is het meeste te vinden, omdat daar zand wegspoelt, schelpen- en grindbankjes ontstaan en fossielen vrij spoelen. Men moet zich dan ook voornamelijk op dat deel van het strand concentreren en daar goed zoeken naar m.n. bruine tot zwarte objecten. De meeste daarvan zijn stenen of stukken hout, maar met wat geluk volgt dan al snel het eerste botfragmentje. Botfragmenten zijn herkenbaar aan een compacte buitenzijde en sponzige binnenzijde (afb. 7). Stenen zijn meestal juist helemaal massief en bij hout is het meestal mogelijk een vingernagel erin te drukken.



▲ Afb. 8. Een kies van een wolharige mammoet *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799), die net is vrij gespoeld op het strand van Maasvlakte 2...



▲ Afb. 9. ... de kies van afb. 8 uitgedragen: een compleet exemplaar uit de bovenkaak.



▲ Afb. 7. Botfragmenten zijn herkenbaar aan de compacte buitenzijde (materia compacta; links) en de sponzige binnenzijde (materia spongiosa; rechts). Fossiele botten uit de Noordzee zijn bruin of zwart verkleurd. De dikte van de buitenzijde suggereert dat dit botfragment van een wolharige mammoet *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) is.

Het weer speelt ook een rol bij de kans op vondsten en een paar dagen na een hevige storm is de kans op grote fossielen zoals mammoetkiezen vaak wat groter. Maar doordat het om opgespoten fossielen gaat die vrij spoelen uit eerder opgebracht sediment en niet per se aanspoelen (afb. 8 en 9), is een storm (met stromingen die grote en zware objecten over de zeebodem verplaatsen) niet noodzakelijk en is de kans op fraaie vondsten ook bij gewoon rustig weer altijd aanwezig. Het deel van het strand boven de vloedlijn is een goede terugvalmoge-

lijkheid wanneer de vondsten lager op het strand tegenvallen. Het 'droge zand' daar is immers ook allemaal opgespoten en dus in principe ook fossielrijk. Vooral de wind is hier van belang. Het komt geregeld voor dat er door het verstuiwen van het zand, fossielen bovenop dit droge zand komen te liggen, of er deels uitsteken (afb. 10). Ook hier is het van belang goed te letten op ogen-



▲ Afb. 10. Dit teenkootje van een neushoorn is hoog op het strand van Maasvlakte 2 vrij gestoven door de wind en lag klaar om opgeraapt te worden.

schijnlijk kleine fragmentjes, omdat daar nog een stuk aan vast kan zitten. Na een paar keer zoeken wordt het al veel eenvoudiger om botten te herkennen. Een grote collectie aanleggen kost overigens veel tijd en doorzettingsvermogen: op de Zandmotor kost het vinden van een mammoetkies gemiddeld ruim 130 uur. Het helpt om eerst wat fossielen te bekijken om het zoekbeeld scherp te krijgen en daarna pas te gaan zoeken.

Een goede voorbereiding!

Het is een goed idee om, voordat men zelf gaat zoeken, eerst een tentoonstelling van zoogdierfossielen uit de Noordzee te bezoeken. Zodoende krijgt men een beeld van wat te verwachten en waarop te letten. Er zijn enkele locaties die eigenlijk niet mogen ontbreken bij een goede voorbereiding. Dat zijn educatief centrum Historyland in Hellevoetsluis (historyland.nl), het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (hetnatuurhistorisch.nl) en informatiecentrum FutureLand op de Maasvlakte (futureland.nl, zie het artikel op pag. 54 in dit nummer). In deze drie centra kan men fossielen uit de Noordzee, van Maasvlakte 2 en de Zandmotor bekijken en informatie inwinnen. Naturalis in Leiden toont grote opgeviste zoogdierresten en ook in Zeeuwse musea, zoals Terra Maris en Visserijmuseum Breskens, zijn opgeviste resten van ijstijdzoogdieren te zien. Zelfs in de inrichting van viswinkels, zoals in Bruinisse, komt men af en toe opgeviste botten tegen!

Vondsten en determinatie

Hieronder zullen wij de verschillende vondsten beknopt bespreken. Cruciaal daarbij is natuurlijk dat een fossiel

correct op naam wordt gebracht. Dat is door beschadigingen gedurende het fossilisatieproces of door het opspuiten echter niet altijd mogelijk. Het op naam brengen van de gevonden fossielen kan op drie manieren:

1. Expert opinion: de vondst tonen aan een specialist die op grond van zijn ervaring vaak direct kan vertellen wat het is. Als de expert het fossiel in de hand krijgt, kan hij de meest betrouwbare determinatie uitvoeren. Daarom zijn determinatiedagen, zoals die in o.a. FutureLand of het Natuurhistorisch Museum Rotterdam georganiseerd worden en bijeenkomsten van de Werkgroep Pleistocene Zoogdieren ideaal. Ook online zijn er mogelijkheden voor determinatie vanaf foto's of tegenwoordig zelfs filmpjes, zoals het forum van de website fossiel.net, verschillende Facebookgroepen, zoals die van de Werkgroep Pleistocene Zoogdieren, en voor vondsten van Maasvlakte 2 is er de website oervondst-checker.nl;

2. Literatuur: door het raadplegen van determinatie-atlassen, zoals de 'Knochenatlas' van Schmid (1972) of de 'Atlas ostéologique' van Pales & Lambert (1971a/b)/Pales & Garcia (1981a/b) en specialistische artikelen ontstaat een beeld van mogelijke determinaties;

3. Zelf vergelijken: door het vergelijken van de fossiele vondsten met reeds correct gedetermineerd collectiemateriaal is de determinatie vast te stellen (afb. 11). Dat vergelijkingsmateriaal is bij voorkeur recent (want dan



▲ Afb. 11. Een fossiele kies van een muskusos *Ovibos moschatus* (Zimmermann, 1780) van Maasvlakte 2 (links) wordt vergeleken met een complete schedel van een muskusos en zo correct op naam gebracht.

is de determinatie daarvan vaak helemaal zeker), maar het kan ook fossiel materiaal zijn. Er zijn in Nederland diverse bruikbare museum- (zoals Naturalis in Leiden, of het Natuurhistorisch Museum Rotterdam) en universiteitscollecties (zoals die van het Groninger Instituut voor Archeologie van de Rijksuniversiteit Groningen) die op afspraak in principe voor iedereen toegankelijk zijn. Het zelf vergelijken levert de betrouwbaarste en bovendien leerzaamste resultaten op.

Zoogdierfossielen populair

Verreweg het populairst om te verzamelen zijn de resten van grote zoogdieren: voor de meeste beginnende verzamelaars is het vinden van een grote mammoetkies het doel (afb. 12). Decennia van onderzoek aan opgevisste fossielen van grote zoogdieren heeft veel kennis over



▲ Afb. 12. De droom van elke verzamelaar: een mooie mammoetkies!

de fossiele zoogdierfauna's van de Noordzee opgeleverd (Mol et al., 2008). Toch leveren de Zandmotor en Maasvlakte 2 ook op dit vlak nog steeds nieuwe informatie. Zo werden onlangs bijvoorbeeld de eerste fossielen van de berberaap van de Noordzeebodem beschreven op basis van vondsten van Maasvlakte 2 (afb. 13) en het strand van Hoek van Holland (Reumer et al., 2018). Resten van kleine zoogdieren, zoals mollen (afb. 14) en woelmuizen worden hier ook gevonden. Die worden niet of zelden opgevisst. Juist de kleinere fossielen, die een completer beeld geven van de fossiele ecosystemen, zijn één van de toegevoegde waarden van de Zandmotor en Maasvlakte 2.



◀ Afb. 13. Dit fragment van een onderkaak van een berberaap *Macaca sylvanus* (Linnaeus, 1758) werd door Cock van den Berg gevonden op het strand van Maasvlakte 2 en aan het Natuurhistorisch Museum Rotterdam geschenken. Het vormt de meest noordwestelijke vondst van deze soort. Collectie (NMR999100010537) en foto: Natuurhistorisch Museum Rotterdam.



▲ Afb. 14. Dit opperarmbeentje van een mol *Talpa* meet ongeveer 1 cm en werd gevonden op het strand van Knokke-Heist (België); ze zijn ook van Maasvlakte 2 bekend. (uit: Langeveld & Mol, 2015)

Oprapen van het strand gaat echter niet zomaar! Men moet ervoor door de knieën, hoog op het strand waar het fijnste zand is weggestoven, of men moet thuis hoeveelheden gruis uitzoeken, het liefst met enige vergroting met een sterke loep of binoculair.

Net als alle andere fossielen, liggen de resten van zoogdierfauna's van uiteenlopende ouderdom op de Zandmotor en Maasvlakte 2 door elkaar, onder andere als gevolg van het opspuiten (maar ook in de originele rivierafzettingen heeft al vermenging plaatsgevonden, zo bleek uit geologisch onderzoek; Hijma et al., 2012; Buschers et al., 2013). Een fossiel van een wolharige mammoet, een dier aangepast aan de kou van een glaciaal, kan zomaar naast een bot van een zuidelijke mammoet liggen, een soort die juist behoort tot interglaciale fauna's en bovendien de directe voorouder van de wolharige mammoet was.

Bij interpretatie van de fossielen is het dus zaak om deze fauna's weer te reconstrueren. Dat lukt tot op zekere hoogte door de combinatie van ecologische gegevens van levende verwanten, de stratigrafische verspreiding van fossiele soorten in vindplaatsen in Europa, C14-dateringen van bijzondere strandvondsten en het bestuderen van de fossilisatiegraad van de gevonden fossielen (versteend of nog vrijwel onveranderd organisch materiaal). Hierdoor is duidelijk geworden dat er op de Zandmotor twee of drie fauna's (koud Laat-Pleistoceen en warm Vroeg-Holoceen) gevonden worden en op Maasvlakte 2 ten minste drie (warm Vroeg-/Midden-Pleistoceen, koud Laat-Pleistoceen en warm Vroeg-Holoceen). De fauna's worden hieronder beknopt beschreven (de samenstelling is gebaseerd op diverse bronnen uit de literatuur zoals Mol & Langeveld, 2014, 2016, 2018; zie verder de uitgebreide referentielijst online).

Vroeg-Holoceen

De jongste zoogdierfauna (Tabel 1) stamt uit de (voorlopig) laatste periode dat de Noordzee nog droog land was en heeft een ouderdom van circa 11.700 tot 10.000 jaar. De kou van de ijstijden is dan echt voorbij en het klimaat en de vegetatie verschillen niet zoveel meer van een tegenwoordige (natuurlijke) situatie in Nederland.

Tabel 1: Grote zoogdiersoorten uit het Vroeg-Holoceen die op Maasvlakte 2 en/of de Zandmotor zijn gevonden.

Familie	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Hominidae	mens	<i>Homo sapiens</i> Linnaeus, 1758
Castoridae	bever	<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758
Felidae	wilde kat	<i>Felis silvestris</i> Schreber, 1777
Canidae	hond	<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758
	wolf	<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758
Ursidae	bruine beer	<i>Ursus arctos</i> Linnaeus, 1758
Mustelidae	otter	<i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)
	marter	<i>Martes</i> sp.
	das	<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)
	bunzing	<i>Mustela putorius</i> Linnaeus, 1758
Suidae	wild zwijn	<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758
Cervidae	eland	<i>Alces alces</i> (Linnaeus, 1758)
	ree	<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)
	edelhert	<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758
Bovidae	oeros	<i>Bos primigenius</i> (Bojanus, 1825)



▲ Afb. 17. Sprongbeen van een wild paard *Equus caballus* Linnaeus, 1758 op het strand van Maasvlakte 2.

De fauna bevat daarom vooral soorten die zijn aangepast aan een bebost landschap, zoals edelhert, wild zwijn, otter, bever (afb. 15) en mens.

Laat-Pleistoceen (Weichselien)

Tussen circa 30.000 en meer dan 50.000 jaar geleden (tijdens het Weichselien; de laatste ijstijd) behoorde het gebied dat nu de bodem van de Noordzee is tot de mammoetsteppe: een brede gordel van vrijwel boomloos en droog grasland die zich van Ierland in het westen tot in Canada in het oosten uitstreckte en het leefgebied vormde van de mammoetfauna. Dit is de typische Ijstijdfauna met wolharige mammoet (afb. 16), wolharige neushoorn, reuzenhert, steppewisent en wild paard (afb. 17) en roofdieren zoals de grottenleeuw (afb. 18) en grottenhyena (Tabel 2). Resten uit deze fauna zijn het talrijkst op de Zandmotor.

Mogelijk Laat-Pleistoceen (Eemien)

Zeer zelden worden er op de Zandmotor resten van soorten gevonden die niet passen tussen de soorten uit het Weichselien



▲ Afb. 15. Onderkaak van een bever *Castor fiber* Linnaeus, 1758 van Maasvlakte 2.



▲ Afb. 16. Twee kiesjes van jonge wolharige mammoeten *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) van het strand van Hoek van Holland. Foto: Hans Langeveld. (uit: Langeveld, 2013b)



◀ Afb. 18. Kies van een grottenleeuw *Panthera leo spelaea* (Goldfuss, 1810) van het strand van Hoek van Holland.

Tabel 2: Grote zoogdiersoorten uit het Laat-Pleistoceen (Weichselien) die op Maasvlakte 2 en/of de Zandmotor zijn gevonden.

Familie	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Elephantidae	wolharige mammoet	<i>Mammuthus primigenius</i> (Blumenbach, 1799)
Hominidae	Neanderthaler	<i>Homo neanderthalensis</i> King, 1864 (artefacten)
Leporidae	haas	<i>Lepus</i> sp.
Felidae	grottenleeuw	<i>Panthera leo spelaea</i> (Goldfuss, 1810)
Hyaenidae	grottenhyena	<i>Crocuta crocuta spelaea</i> (Goldfuss, 1823)
Canidae	poolvos	<i>Alopex lagopus</i> (Linnaeus, 1758)
	wolf	<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758
	vos	<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)
Ursidae	bruine beer	<i>Ursus arctos</i> Linnaeus, 1758
Odobenidae	walrus	<i>Odobenus rosmarus</i> (Linnaeus, 1758)
Phocidae	baardrob	<i>Erignathus barbatus</i> (Erleben, 1777)
	grijze zeehond	<i>Halichoerus grypus</i> (Fabricius, 1791)
	monniksrob	<i>Monachus monachus</i> (Hermann, 1779)
	zadelrob	<i>Pagophilus groenlandicus</i> (Erleben, 1777)
	ringelrob	<i>Pusa hispida</i> (Schreber, 1775)
Mustelidae	veelvraat	<i>Gulo gulo</i> Linnaeus, 1758
Equidae	wild paard	<i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758
	wilde ezel	<i>Equus hydruntinus</i> Regalia, 1907
Rhinocerotidae	wolharige neushoorn	<i>Coelodonta antiquitatis</i> (Blumenbach, 1799)
Cervidae	edelhert	<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758
	reuzenhert	<i>Megaloceros giganteus</i> (Blumenbach, 1799)
	rendier	<i>Rangifer tarandus</i> (Linnaeus, 1758)
Bovidae	steppewisent	<i>Bison priscus</i> (Bojanus, 1825)
	muskusos	<i>Ovibos moschatus</i> (Zimmermann, 1780)
Monodontidae	beloega	<i>Delphinapterus leucas</i> (Pallas, 1776)

of het Vroeg-Holoceen: bosolifant en bosneushoorn. Deze soorten zijn mogelijk afkomstig uit het Eemien of hebben een nóg hogere leeftijd, namelijk Midden-Pleistoceen. Dergelijke vondsten zijn veel algemener op Maasvlakte 2.

Vroeg-/Midden-Pleistoceen

Resten van soorten uit het Vroeg- of Midden-Pleistoceen worden nauwelijks op de Zandmotor gevonden, maar zijn juist opvallend talrijk op Maasvlakte 2 (Tabel 3). Dat heeft alles te maken met de geringe zandwinddiepte voor de Zandmotor en de veel grotere maximale zuigdiepte (dus tot in oudere sedimenten) voor Maasvlakte 2. Zoals bij alle fossielen wordt de soort vastgesteld op basis van morfologische kenmerken. De kies van een Etruskische neushoorn, die uit het Vroeg- of Midden-Pleistoceen bekend is (afb. 19), is bijvoorbeeld kleiner,



▲ Afb. 19. Kies uit de bovenkaak van een Etruskische neushoorn *Stephanorhinus etruscus* (Falconer, 1868) uit het Vroeg- of Midden-Pleistoceen van Maasvlakte 2. Collectie: Henk ter Steege.

heeft gladder email, een simpeler kauwvlak en een duidelijkere rand van glazuur aan de basis, dan de kies van een wolharige neushoorn uit het Laat-Pleistoceen. De hoge mate van verstening, de vaak donkerbruine verkleuring van het bot en het vaak aanhechtende roestbruine ijzeroer aan botten en in holten en aan wortels van kiezen, zijn kenmerken die keer op keer worden aangetroffen bij de Maasvlakte 2-fossielen van soorten die uit het Vroeg- of Midden-Pleistoceen bekend zijn. Deze fossilisatie wijkt af van die van de soorten die uit het Laat-Pleistoceen of Holoceen bekend zijn. Die (jongere) fossielen zijn vaak lichter bruin of juist zwart van kleur, niet of nauwelijks verstedend en aangehecht ijzeroer is afwezig (Mol & Langeveld, 2014). Op basis van deze kenmerken is dus ook van vondsten die niet tot op soort gedetermineerd kunnen worden, of bij fossielen van soorten met een lange stratigrafische verspreiding (zoals de bever, die als sinds het Pliocene in Nederland voorkomt) toch iets over de ouderdom te zeggen. Uiteraard met een slag om de arm, want de harde data (de originele laag waarin het fossiel bewaard is gebleven) is verloren gegaan.

Vogels

Geregeld worden ook botjes van vogels gevonden. Dit zijn vaak vrij kleine en dunne botjes, duidelijk afwijkend van het bekendere zoogdiermateriaal (afb. 20).

Tabel 3: Grote zoogdiersoorten uit het Vroeg-/Midden-Pleistoceen die op Maasvlakte 2 zijn gevonden.

Familie	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Elephantidae	bosolifant	<i>Elephas antiquus</i> (Falconer & Cautley, 1847)
	zuidelijke mammoet	<i>Mammuthus meridionalis</i> (Nesti, 1825)
Castoridae	bever	<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758
	reuzenbever	<i>Trogontherium cuvieri</i> Fischer, 1809
Leporidae	haasachtige	Leporidae indet.
Felidae	sabeltandkat	<i>Homotherium latidens</i> (Owen, 1846)
	Europese jaguar	<i>Panthera gombaszoegensis</i> (Kretzoi, 1938)
	luipaard	<i>Panthera pardus</i> (Linnaeus, 1758)
Hyaenidae	kortsnuithyena	<i>Pachycrocuta brevirostris</i> (Aymard, 1846)
Ursidae	Deningers beer	<i>Ursus cf. deningeri</i> Von Reichenau, 1904
Equidae	groot paard	<i>Equus bressanus</i> Viret, 1954
Rhinocerotidae	Etruskische neushoorn	<i>Stephanorhinus etruscus</i> (Falconer, 1868)
	bosneushoorn	<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i> (Jäger, 1839)
Suidae	uitgestorven wild zwijn	<i>Sus strozii</i> Forsyth Major, 1881
Hippopotamidae	uitgestorven nijlpaard	<i>Hippopotamus antiquus</i> Desmarest, 1822
Cervidae	uitgestorven eland	<i>Alces latifrons</i> (Johnson, 1874)
	uitgestorven damhert	<i>Dama dama clactoniana</i> (Falconer, 1868)



▲ Afb. 21. Vogelresten van de Zandmotor: links een tarsometatarsus van een sneeuwuil *Bubo scandiacus* (Linnaeus, 1758) en rechts een humerus van een moerasneeuwhoen *Lagopus lagopus* (Linnaeus, 1758). (naar: Langeveld, 2020c)

Aan de vogelresten is nog relatief weinig onderzoek gedaan, omdat determinatie van deze vaak beschadigde resten lastig is. Eenden en ganzen zijn in ieder geval het talrijkst en samen met andere water- en zeevogels vormen hun resten de bulk van het fossiele vogelmateriaal. Opvallend is ook het relatief algemeen voorkomen van resten van de uitgestorven reuzenalk, met name op de Zandmotor. Er komen ook enkele echte ijstijdsoorten voor die in het Weichselien thuishoren: zo zijn er opperarmbeentjes van het moerasneeuwhoen en voetbeenderen van de sneeuwuil gevonden (afb. 21). In totaal zijn er fossielen van minimaal 44 vogelsoorten uit de Noordzeebodem bekend, het merendeel daarvan komt van de Zandmotor (Langeveld et al., 2017; Langeveld, 2020c).

Vissen

Visresten zijn talrijk en vaak herkenbaar aan de wat vezelige textuur van het bot (afb. 22). Vooral de wervels worden veel gevonden. Viswervels zijn herkenbaar aan hun diabolo-vorm: aan beide zijden waar ze scharnierden met de volgende wervel zijn ze ingedeukt. Ook cleithra (versteefde botten, onderdeel van het kieuwskelet) van schelvisen zijn algemeen. Onderzoek aan visresten van de Zandmotor en Hoek van Holland toonde aan dat er niet alleen resten van mariene soorten gevonden worden (die waarschijnlijk grotendeels jonger zijn dan het vollopen van de Noordzee, zo'n 10.000 jaar geleden) maar ook zoetwatersoorten zoals snoek en baars (afb. 23 en 24) die wellicht in het drinkwater van mammoeten geleefd hebben (Langeveld et al., 2016).



◀ Afb. 20. Vogelresten van de Zandmotor en Hoek van Holland. Het gaat om kleine, vaak dunne botjes met vormen die duidelijk afwijken van het bekendere zoogdierskelet. (uit: Langeveld et al., 2017)



▲ Afb. 22. Visresten van de Zandmotor en Hoek van Holland. Het gaat om kleine, vaak vezelige botjes met vormen die duidelijk afwijken van het bekendere zoogdierskelet. (uit: Langeveld et al., 2016)

Haaientanden worden ook af en toe gevonden. Dat gaat opvallend vaak om vrijwel puntgave, typisch gekartelde, tanden van de witte haai, waarvan de geologische ouderdom onduidelijk is.

Reptielen en amfibieën

De vrij zeldzame resten van reptielen en amfibieën hebben nog maar weinig aandacht gehad. Het meest opvallend zijn de fragmenten van het schild van schildpadden. Dit zijn afgeplatte stukken bot met een opvallend compact sponsbot in hun binnenste en vaak groeven aan de buitenzijde (afb. 25). Meestal worden dergelijke fragmenten toegeschreven aan de Europese moeras-

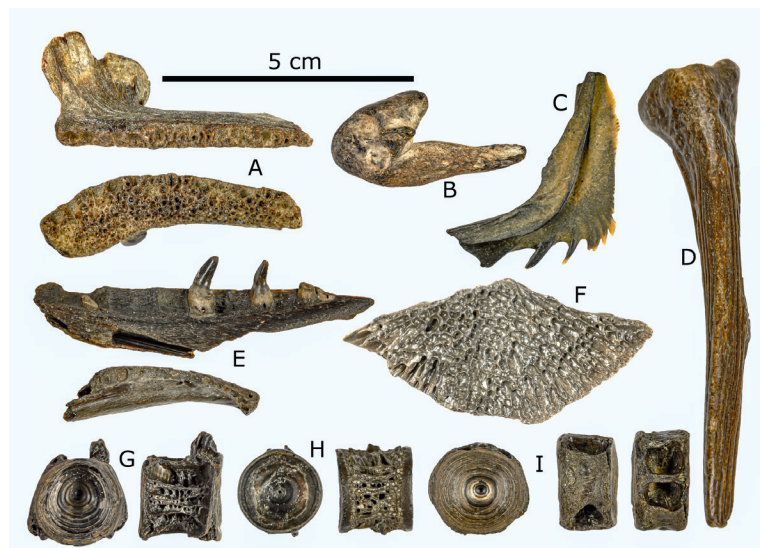
schildpad met vermoedelijk een Holocene ouderdom. Recentelijk werd ook een stuk schild van de beekschildpad op het strand van Hoek van Holland gevonden. Fragmentjes van het schildpadschild worden gewoon (recht op lopend) zoekend aangetroffen. Andere reptielen- en amfibieënresten vereisen, net als de kleinere zoogdieren, een andere aanpak: op de knieën in het zand of thuis gruis uitzoeken. Dat levert interessante ontdekkingen op, zoals resten van kikkers, padden, hagedissen en zelfs slangenwervels (Schouten, 2017c).

Zelfs insecten en plantenresten

Plantenresten zijn talrijk: stukken fossiel hout worden regelmatig gevonden. Op basis van onderzoek in het zandwingegebied gaat dit grotendeels om fossiel hout uit dezelfde lagen als waaruit de zoogdierfossielen komen (Kuitems et al., 2015). Op het strand is hout van de volgende soorten aangetroffen: grove den, spar/lariks, zil-



▲ Afb. 24. Tand van een snoek *Esox lucius* Linnaeus, 1758 op het strand van Maasvlakte 2.



▲ Afb. 23. Visresten van de Zandmotor en Hoek van Holland. A. praemaxillare kabeljauwachtige; B. posttemporale schelvis *Melanogrammus aeglefinus* (Linnaeus, 1758); C. praeoperculare baars *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758; D. spina pinnae pectoralis steur *Acipenser* sp.; E. dentale snoek *Esox lucius* Linnaeus, 1758; F. beenplaat Atlantische steur *Acipenser oxyrinchus* Mitchill, 1815; G. wervel kabeljauwachtige; H. wervel zalm of zeeforel *Salmo salar* Linnaeus, 1758 of *S. trutta* Linnaeus, 1758; I. wervel snoek *Esox lucius*. (naar: Langeveld et al., 2016)

verspar, wilg, eik, els, esdoorn, venijnboom en wegedoorn. Soms zit er een verkitting op het hout met grof zand en fossiele schelpjes, zoals dat ook bekend is van sommige botten uit het Eurogeulgebied. Naast de stukken hout worden er ook wel dennen- en larikskegeltjes (Den Ouden et al., 2013), walnoten en vruchten van de waternoot gevonden. Brokken veen en stukjes barnsteen komen ook voor. Insectenresten zijn erg zeldzaam, maar coconnetjes van subarctische aasvliegen blijven soms bewaard in holten van fossiele schedelfragmenten (afb. 26). Het loont de moeite om op deze ca. 8 mm lange zwartige kokertjes te letten bij het schoonspoelen van vondsten.

Schelpen

Fossiele schelpen worden door weinig verzamelaars op de Zandmotor en Maasvlakte 2 opgeraapt. Waarschijnlijk spreken ze niet zo sterk tot de verbeelding als de zoogdierresten.



▲ Afb. 25. Fragmentje van het schild van een schildpad op het strand van Maasvlakte 2.



▲ Afb. 26. Een holte in een stuk wolharige mammoetschedel van Maasvlakte 2 met daarin, ingebed in lemig of kleilig materiaal, minstens zes omhulsels van poppen van de subarctische aasvlieg *Protophormia terraenovae* Robineau-Desvoidy, 1830. Het exemplaar op de voorgrond meet 8,5 mm in lengte. (uit: Langeveld, 2015)

Toch zijn ze wel degelijk interessant en ook nog eens bijzonder algemeen: een zoektocht levert niet altijd een fraai fossiel bot of een kies op, maar een handvol fossiele schelpen is gegarandeerd. Op de Zandmotor en Maasvlakte 2 zijn vooral veel fossiele schelpen uit het Eemien te vinden: de warme periode tussen voorlaatste en laatste ijstijd. De zeespiegel stond op het hoogtepunt van het Eemien enkele meters hoger dan tegenwoordig en de temperatuur lag ook iets hoger. De Noordzee werd bewoond door een schelpdierfauna met overeenkomsten en verschillen met de huidige Noordzee fauna. Fossiele schelpen zijn van recente schelpen te onder-

scheiden op basis van de volgende kenmerken:

1. Fossiele schelpen laten geen, of sterk verminderd, licht door in vergelijking met recente schelpen, wanneer men ze voor een felle lichtbron houdt (zoals de zon of een bureaulamp);
2. Fossiele schelpen hebben minder kleur, of zijn juist sterk verkleurd in vergelijking met recente schelpen (op Maasvlakte 2 en de Zandmotor zijn ze over het algemeen beige tot grijs verkleurd);
3. Fossiele schelpen glanzen minder dan recente schelpen;
4. Sommige soorten zijn (in ons Noordzeegebied) alleen fossiel te vinden.

Veel van de fossiele schelpen van de Zandmotor en Maasvlakte 2 zijn fossiele exemplaren van soorten die tegenwoordig nog bestaan (Van der Valk et al., 2011; Janse, 2012, 2014; Den Ouden et al., 2013). Ze leven niet altijd meer in de Nederlandse Noordzee, maar vaak nog wel elders op de wereld. Een voorbeeld is de geknobbeld hartschelp: deze grote kokkelachtige leeft tegenwoordig van de zuidkust van Engeland tot aan Marokko en in de Middellandse Zee. Eén van de weinige wereldwijd uitgestorven soorten is de grijze tapijtschelp. De soort wordt langs de gehele Nederlandse kust als fossiel gevonden en is ook talrijk op Maasvlakte 2 en vooral de Zandmotor, en komt ook voor in België, Engeland en tot in Denemarken (Moerdijk et al., 2010). De grijze tapijtschelp is herkenbaar aan de sculptuur en vorm. Opvallend is dat deze soort erg vaak flink versleten is: de sculptuur is er dan deels afgesleten, wat gladde plekken op de schelp achterlaat. Schelpen met dit uiterlijk zijn dus geen andere soort, maar gewoon gesleten exemplaren van de grijze tapijtschelp.

Met 'De fossiele schelpen van de Nederlandse kust' door Moerdijk et al. (2010) zijn de fossiele tweekleppigen goed te determineren; aan de hand van afb. 27 zijn de meeste grotere en algemenere soorten op naam te brengen. Er zijn wat opvallende verschillen in de fossiele schelpenfauna's tussen Maasvlakte 2 en de Zandmotor: de korfmosseel en grote astarte zijn zeldzaam op de Zandmotor maar juist opvallend algemeen op Maasvlakte 2; de opvullingen van landslakken en gevlamde tapijtschelpen ontbreken op de Zandmotor.

Zwerfsteenfossielen

De opgespoten sedimenten zijn voor het grootste deel fluviaal van oorsprong en in het Pleistoceen aangevoerd door de Rijn/Maas. Er kunnen dus ook diverse zwerfstenen (Van der Valk et al., 2011) en zeldzame zwerfsteenfossielen (vooral uit het Paleo-/Mesozoïcum) op Maasvlakte 2 en de Zandmotor worden aangetroffen, zoals zee-egels, koralen en brachiopoden (afb. 28). Het enigmatische fossiel *Prototaxites* is als zwerfsteen van het strand van Hoek van Holland bekend (Van der Ham, 2013). Eocene brokken zandsteen met fossiele schelpen met een zuidelijke herkomst komen ook voor.

Archeologische voorwerpen

Hoewel ze buiten het bereik van dit artikel vallen, kunnen de archeologische resten niet ongenoemd blijven.

Fossiele schelpen van Maasvlakte 2 en de Zandmotor

Veel van de schelpen uit het opgespoten zand van Maasvlakte 2 en de Zandmotor zijn vele duizenden jaren oud. Zij vertellen over perioden dat de Noordzee ijskoud was, aangenaam warm was en zelfs wanneer de Noordzee droog lag, leefden er schelpdieren (land- en zoetwaterschelpdieren). Met deze zoekkaart kan je een groot aantal van de soorten determineren en zo zelf meer leren over het verleden.



◀ Afb. 27. Overzicht van de grotere en algemenere soorten fossiele schelpen van Maasvlakte 2 en de Zandmotor. (naar: zoekkaart 'Fossiele schelpen van Maasvlakte 2', uitgegeven door de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie)

verdient het aanbeveling de botten, tanden en kiezen te conserveren in een verdunde lijmplossing, bijv. met houtlijm in water (ca. 1:10), een lijm op basis van polyvinylacetaat (met aceton als oplosmiddel) in aceton (ca. 1:4) of gespecialiseerde producten. Overigens beperkt het conserveren met een lijmplossing wel eventueel toekomstig geavanceerd onderzoek zoals C14-dateringen en is het verstandig om het conserveren nog even achterwege te laten als een vondst zodanig interessant lijkt dat een datering of ander moleculair onderzoek relevant zou kunnen zijn.

Na opnieuw drogen kunnen de stukken worden opgenomen in de collectie. Opslag van de fossielen kan het beste in een omgeving waarin temperatuur en luchtvochtigheid relatief constant zijn, zoals in tempexdozen zoals

die worden gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Het spreekt voor zich dat de fossielen, al dan niet geconserveerd, voorzien worden van een label met ten minste vindplaats, verzameldatum, wijze van conserveren en determinatie en eventueel een nummer in de collectiedatabase; dat nummer kan ook direct op het fossiel genoteerd worden met archiefinkt. Voor schelpen is het voldoende om ze af te spoelen onder de kraan en daarna te drogen. Schelpen zijn minder gevoelig voor schommelingen in temperatuur en luchtvochtigheid en kunnen na droging in de collectie worden opgenomen.

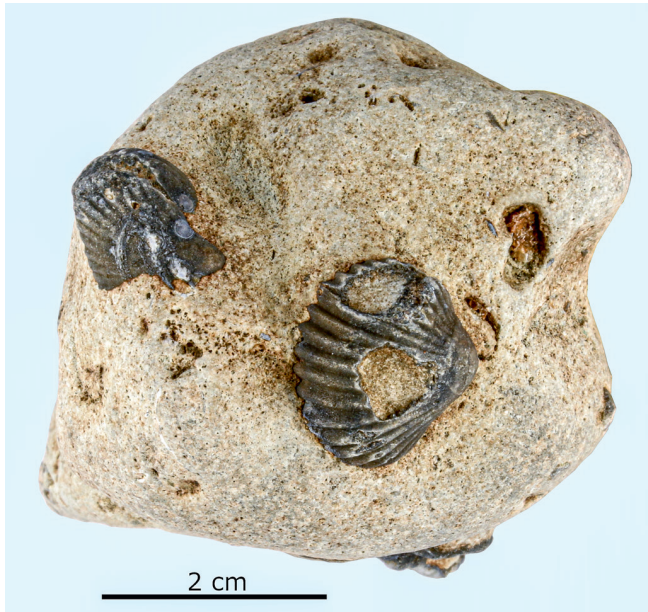
Tips voor conservering

Vondsten van het strand bevatten veel zout, wat op de lange termijn schadelijk is doordat het vocht uit de lucht aantrekt. Daarom moeten ze worden ontzilt. Dit kan in een emmer kraanwater, dat elke twee tot drie dagen wordt verversd voor een periode van ongeveer zes weken. Daarna moeten de fossielen langzaam door en door gedroogd worden (niet dichtbij een warmtebron, dat kan tot scheuren van de fossielen leiden). Ten slotte

die worden gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Het spreekt voor zich dat de fossielen, al dan niet geconserveerd, voorzien worden van een label met ten minste vindplaats, verzameldatum, wijze van conserveren en determinatie en eventueel een nummer in de collectiedatabase; dat nummer kan ook direct op het fossiel genoteerd worden met archiefinkt. Voor schelpen is het voldoende om ze af te spoelen onder de kraan en daarna te drogen. Schelpen zijn minder gevoelig voor schommelingen in temperatuur en luchtvochtigheid en kunnen na droging in de collectie worden opgenomen.

Verzamelaars van groot wetenschappelijk en maatschappelijk belang

Enkele honderden serieuze verzamelaars die actief



▲ Afb. 28. Een zwerfsteenfossil van Maasvlakte 2: brachiopoden in een stukje gesteente.

zijn op Maasvlakte 2 en de Zandmotor zijn lid van de Werkgroep Pleistocene Zoogdieren en de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie. Zij delen hun vondsten op bijeenkomsten, maar tegenwoordig ook in Facebookgroepen van deze werkgroepen. Alle verzamelaars samen zijn van groot wetenschappelijk en maatschappelijk belang: zij redden ons gezamenlijk paleontologisch en archeologisch erfgoed, dat door de zandsuppleties nu immers aan de oppervlakte ligt en nu door erosie verloren dreigt te gaan, en bewaren de fossielen en archeologische voorwerpen met zorg (afb. 30). Door hun eigen onderzoek of samenwerking met musea en universiteiten kan er veel informatie uit de fossielen gehaald worden.



▲ Afb. 29. Artefacten (vier benen spitsen, een beiteltje van zwijntand en een vishaak) van het strand van Hoek van Holland. Voorheen collectie BL; nu collectie Rijksmuseum van Oudheden.

Sommige verzamelaars doneren (delen van) hun collectie aan musea zodat de fossielen behouden blijven en ook toekomstige generaties onderzoek eraan kunnen doen. Onderzoek van Naturalis Biodiversity Center analyseert de inhoud van coprolieten van grottenhyena's, om zo meer over hun dieet te weten te komen. Onderzoek van de Universiteit van Amsterdam en het Natuurhistorisch Museum Rotterdam leverde onlangs meer inzicht in het dieet van uitgestorven zoogdieren op, door te kijken naar plantenresten die in fossiele kiezen bewaard waren gebleven (Van Geel et al., 2019). Ander onderzoek – van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam – toonde aan dat de reuzenalk, een uitgestorven vogelsoort, veel algemener was in de zuidelijke Noordzee dan tot nu toe werd aangenomen. Vrijwel alle fossielen die in deze onderzoeken zijn gebruikt kwamen van de Zandmotor of Maasvlakte 2 en werden beschikbaar gesteld door meer dan dertig privéverzamelaars, ofwel *citizen scientists*. Zonder deze *citizen scientists* waren deze onderzoeken onmogelijk geweest: de fossielen waren dan waarschijnlijk in de loop van decenia verkruid en verloren gegaan op de opgespoten stranden. Fossielen verzamelen op Maasvlakte 2 en de Zandmotor is dus niet alleen een genot, maar ook wetenschappelijk en maatschappelijk relevant.

Dankwoord

Wij zijn veel dank verschuldigd aan alle verzamelaars voor het ter bestudering beschikbaar stellen van hun vondsten. Dank aan Hans van 't Zelfde voor de uitnodiging deze bijdrage te leveren.

Referenties

Een uitgebreide referentielijst is te raadplegen op de website van GEA via de directe link: gea-geologie.nl/services/specials

- Amkreutz, L., M. Niekus, D. Schiltmans & B. Smit, 2017. Meer dan bijvangst! De prehistorische archeologie van de Noordzee. *Cranium* 34-1: 34-47.
- Busschers, F., S. van Heteren & W. Westerhoff, 2013. Het stratigrafische raamwerk voor de geologische opbouw van het zandwingsgebied Maasvlakte 2. Rapport 1 van het geo-archeologisch en paleontologisch onderzoek zandwingsgebied en buitencontour Maasvlakte 2. TNO Rapport 2012 R11131: 1-18.
- Den Ouden, N., 2014. Maasvlakte 2: kruispunt van geologie, paleontologie en archeologie. *Grondboor & Hamer* 68: 160-165.
- Den Ouden, N., F. Wesselingh, A. Janse, F. Dieleman & O. van Tongeren, 2013. Inventariserend onderzoek op de buitencontour. Rapport 3 van het geo-archeologisch en paleontologisch onderzoek zandwingsgebied en buitencontour Maasvlakte 2. Rapport Naturalis Biodiversity Center: 1-87.

- Hijma, M.P., K.M. Cohen, W. Roebroeks, W.E. Westerhoff & F.S. Busschers, 2012. Pleistocene Rhine–Thames landscapes: geological background for hominin occupation of the southern North Sea region. *Journal of Quaternary Science* 27: 17–39.
- Janse, A., 2012. Maasvlakte–2. Nieuwe soorten voor dit gebied. *Afzettingen WTKG* 33: 68–69.
- Janse, A., 2014. Suppletie. Maasvlakte, feiten en fictie. *Voluta KZGW* 20–2: 4–10.
- Kuitems, M., Th. van Kolfschoten, F. Busschers & D. de Loecker, 2015. The Geoarchaeological and Palaeontological research in the Maasvlakte 2 sand extraction zone and on the artificially created Maasvlakte 2 beach – a synthesis. *BOORrapporten* 566: 351–398.
- Langeveld, B., 2013a. De Zandmotor versus het strand van Hoek van Holland: opvallende verschillen in de vondstfrequentie van fossiele kleppen van bivalven geven informatie over de geologische geschiedenis van de zandwingebieden. *Afzettingen WTKG* 34: 177–181.
- Langeveld, B., 2013b. Hunting the Dutch beach of Hoek van Holland for fossils: from fossil mice to mammoths. *Deposits* 33: 5–7.
- Langeveld, B.W., 2020c. Quaternary bird remains from the southern North Sea. *Cainozoic Research* 20: 209–227.
- Langeveld, B., J. Streutker & D.C. Brinkhuizen, 2016. Fossiele visresten van de Delflandse Kust (Eurogeulgebied). *Afzettingen WTKG* 37: 73–85.
- Langeveld, B.W., J. Streutker & W. Prummel, 2017. Laat-pleistocene en holocene vogels (Aves) van de Delflandse Kust (Eurogeulgebied), met een inventarisatie van vogelresten van andere Nederlandse stranden en de aangrenzende Noordzee. *Cranium* 34–1: 74–91.
- Maarleveld, Th.J. 2020. Beam Trawls and Bones: A Reflection on Dutch Fisheries. In: G. Bailey, N. Galanidou, H. Peeters, H. Jöns & M. Mennenga (red.) *The Archaeology of Europe's Drowned Landscapes*. SpringerOpen, Coastal Research Library 35: 521–536.
- Moerdijk, P.W. et al., 2010. De fossiele schelpen van de Nederlandse kust. *Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis*, Leiden.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2014. Wat determinatiesessies aan nieuwe gegevens kunnen opleveren: nieuws van het strand van Maasvlakte 2. *Afzettingen WTKG* 35: 40–59.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2016. Safari mammoetsteppe. *Historyland*, Hellevoetsluis.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2018. Reconstructie van laat-pleistocene en vroeg-holocene fauna's aan de hand van de Zandmotorcollectie van Henk Mulder en de eerste vondst van een phalange van de wolharige mammoet. *Afzettingen WTKG* 39: 85–96.
- Mol, D., J. de Vos, R. Bakker, B. van Geel, J. Glimmerveen, J. van der Plicht & K. Post, 2008. Kleine encyclopedie van het leven in het Pleistoceen – Mammoeten, neushoorns en andere dieren van de



▲ Afb. 30. Een zorgvuldig bewaarde, goed geconserveerde en door middel van op de botten genoteerde collectienummers in een database goed gedocumenteerde privécollectie fossielen van Maasvlakte 2. Collectie: Wim van den Broek.

- Noordzeebodem. Uitgeverij Veen Magazines B.V., Diemen.
- Mol, D., K. Post, J.W.F. Reumer, J. van der Plicht, J. de Vos, B. van Geel, G. van Reenen, J.P. Pals & J. Glimmerveen, 2006. The Eurogeul – first report of the palaeontological, palynological and archaeological investigations of this part of the North Sea. *Quaternary International* 142/143: 178–185.
- Reumer, J.W.F., D. Mol & R.-D. Kahlke, 2018. First finds of Pleistocene *Macaca sylvanus* (Cercopithecidae, Primates) from the North Sea. *Revue de Paléobiologie* 37: 555–560.
- Rivals, F., M.C. Mihalbachler, N. Solounias, D. Mol, G.M. Semprebon, J. de Vos & D.C. Kalthoff, 2010. Palaeoecology of the Mammoth Steppe fauna from the late Pleistocene of the North Sea and Alaska: separating species preferences from geographic influence in paleoecological dental wear analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 286: 42–54.
- Schouten, S., 2017c. Vondsten van fossiele padden (Bufonidae) van Maasvlakte 2 en de Zandmotor. *Cranium* 34–1: 56–59.
- Staring, W.C.H., 1861. Aperçu des ossements fossiles de l'époque diluvienne trouvés dans la Néerlande et les contrées voisines. *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde* 12: 256–284.
- Van der Ham, R., 2013. Devonisch raadsel: *Prototaxites*, op het strand bij Hoek van Holland. *Grondboor & Hamer* 67: 206–208.
- Van der Valk, B., D. Mol & H. Mulder, 2011. Mammoetbotten en schelpen voor het oprapen: verslag van een onderzoeksexcursie naar fossielen op 'De Zandmotor' voor de kust tussen Ter Heijde en Kijkduin (Zuid-Holland). *Afzettingen WTKG* 32: 51–53.
- Van Geel, B., B.W. Langeveld, D. Mol, P.W.O. van der Knaap & J.F.N. van Leeuwen, 2019. Pollen and spores from molar folds reflect food choice of late Pleistocene and Early Holocene herbivores in The Netherlands and the adjacent North Sea area. *Quaternary Science Reviews* 225: 106030.