



Afzettingen

Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie
Jaargang 42 (4), december 2021



Afzettingen is een kwartaaluitgave van de
Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie.
ISSN 09269347

Redactie en vormgeving: Gerard van der Velde, red.
en Adrie Kerkhof (eind)red. en vormgeving
Redactie-adres: Adrie Kerkhof, Lutmastraat 10 B,
1072 JR Amsterdam, tel.: 020-625 26 99
e-mail: afzettingen@wtkg.org

De richtlijnen voor auteurs zijn downloadbaar van
de website van de WTKG, zie: [http://www.wtkg.org/
downloads/WTKG_richtlijnen_Afzettingen.pdf](http://www.wtkg.org/downloads/WTKG_richtlijnen_Afzettingen.pdf).

Voorzitter: Bert van der Valk, Pinksterbloemplein 27,
2555 EM Den Haag, tel. 070-3802546,
e-mail: voorzitter@wtkg.org

Secretaris: Bram van den Berkmortel, Pater dr.
Loffeldstraat 8, 5421 TB Gemert, tel. 06-385 44 673,
e-mail: secretaris@wtkg.org

Penningmeester: Frits Hakkennes, Cesar Franckrode 36,
2717 BE Zoetermeer, tel. 079-3418691,
e-mail: penningmeester@wtkg.org

Geologisch secretariaat: Marijn Roosen en Tim Bulteel.
(Marijn) Lichtenvoordestraat 11, 5045 XV Tilburg,
e-mail: geologisch.secretariaat@wtkg.org

Bibliothecaris: Harry Raad, Capelleweg 9,
4416 PN Kruijningen, tel. 0113-38 19 42,
e-mail: bibliothecaris@wtkg.org

PR: e-mail: pr@wtkg.org

Webmaster: Gerard Verwey, e-mail: webmaster@wtkg.org

Website: www.wtkg.org

Contributie per jaar:	Nederl.	(Buitenl.)
Leden (CR en Afzettingen)	€ 38,-	(€ 45,50)
Huisgenootleden (Afzettingen)	€ 18,-	(€ 23,-)
Huisgenootleden (zonder tijdschr.)	€ 8,-	(€ 8,-)
Jeugdhuusgenootleden (zonder tijdschr.)	€ 6,-	(€ 6,-)
Seniorenleden (CR en Afzettingen)	€ 33,-	(€ 40,50)
Jeugdleden (CR en Afzettingen)	€ 18,-	(€ 25,50)
Instellingen (CR en Afzettingen)	€ 55,-	(€ 62,50)

IBAN: NL38INGB0000653504

ten name van de Penningmeester WTKG, Zoetermeer

BIC: INGBNL2A

Voor leden met een postadres in het buitenland gelden
toeslagen vanwege de extra portokosten.

Members abroad pay an additional € 7,50 or € 5,- to
cover postage.

Alle bedragen zijn exclusief eventuele bankkosten.
All amounts shown above are exclusive of banking
charges.

Voor aanmelding lidmaatschap of adreswijziging
gelieve u zich tot de secretaris te wenden.

Van de redactie

*Dit vierde nummer van wel 52 pagina's (!) is gevuld met vondsten van de Nederlandse stranden. De fossiele vogelresten bij Katwijk uit de collectie van Arie Twigt hebben geleid tot een artikel door Bram Langeveld en Arie; de vondst van een tand van *Otodus obliquus* door Michiel Bil uit de zandsuppletie bij Dishoek was voor Johan Vellekoop en Michiel aanleiding om ook een bijdrage voor dit decembern timer te schrijven en vervolgens kwamen de verschillende vondsten van de tanden van *Carcharodon carcharias* die gevonden zijn langs de Nederlandse kust en verzameld door velen terecht in een artikel van Bram Langeveld, Sander Schouten, Lex Kattenwinkel, Arthur Oosterbaan en Taco Bor.*

En nu hoop ik natuurlijk dat ook úw vondsten zich op den duur op papier én in Afzettingen zullen manifesteren, dus... kan ik op u rekenen? Op het moment dat ik dit schrijf is de kopijmap voor het maartnummer namelijk nog helemaal leeg!

Verder kunt u in dit nummer op de volgende pagina meteen zien dat wij ondanks alle pandemische perikelen de moed erin houden: excursies!

Tot slot is er een mooi in memoriam voor ons in augustus overleden lid Cor Karnekamp, zoals eerder beloofd, in dit nummer geplaatst.

Adrie Kerkhof

(de deadline voor het maartnummer is 23 januari)

Inhoud

Tim Bulteel en Marijn Roosen:	
Geologisch secretariaat	106
Excursieprogramma WTKG 2022	106
Bijeenkomsten WTKG 2022	107
Van de redactie: Uw e-mailadres bij de secretaris... nee?	
U doet uzelf tekort!	107
Aangeboden	107, 121, 133
Henk en Wil Mulder, Han Stoutjesdijk en Frank Wesselingh:	
Cor Karnekamp: 1 juni 1926 - 23 augustus 2021	108
Bram Langeveld en Arie Twigt:	
Vogelresten van het strand van Katwijk	110
Van de redactie:	
Schematische weergave van een vogelskelet	121
Johan Vellekoop en Michiel Bil:	
Een zeldzame <i>Otodus obliquus</i> Agassiz, 1843 uit een zand-suppletie op het strand van Dishoek (Walcheren, Nederland)	122
Bram Langeveld, Sander Schouten, Lex Kattenwinkel, Arthur Oosterbaan en Taco Bor:	
Fossiele tanden van de witte haai <i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758) van de Nederlandse stranden buiten Zeeland	134

Geologisch Secretariaat

Tim Bulteel en Marijn Roosen

De laatste jaren werden de WTKG-excursies georganiseerd door Jef De Ceuster als geologisch secretaris. Hij heeft het voor elkaar gekregen dat wij als vereniging weer toegang kregen tot groeves als in Kruikebeke en Rumst en heeft het mogelijk gemaakt om voor het eerst in jaren weer te verzamelen in de Zanden en Mergels van Alden-Biesen. Hiervoor zijn wij Jef zeer dankbaar.

Zoals mogelijk bekend heeft Jef de functie als geologisch secretaris neergelegd. Het organiseren van excursies neemt voor één persoon te veel tijd en werk in beslag. Van het regelen van toestemming voor betreding van een groeve of bouwput tot het bijhouden van de administratie en het begeleiden op locatie. Om al deze taken te verdelen onder enkele personen en een divers excursie-aanbod te kunnen garanderen wordt een excursie-commissie opgericht ter vervanging van het geologisch secretariaat. In eerste instantie zal deze bestaan uit ondergetekenden, maar er zullen meer mensen aansluiten.

Het is ons doel om het excursieprogramma van 2022 op te vullen met een rijk en wisselend excursie-aanbod. Uiteraard worden succesvolle excursies zoals naar de groeve in Kruikebeke en het Oligoceen van Leuven (Tienen) in stand gehouden. Ons plan is wel om dit aanbod verder uit te gaan breiden, eventueel door voor kleinere groepen excursies naar kleine groeves en bouwputten mogelijk te maken. Hiervoor had Jef achter de schermen al veelbelovende onderhandelingen lopen. Ook zullen de strandexcursies naar de Zandmo-

tor en de Maasvlakte nieuw leven ingeblazen worden door Bram Langeveld. Het liefst zouden we in 2023-2024 ook weer een graafactie vanuit de WTKG organiseren. Dit zijn allemaal mogelijkheden die wij verder gaan onderzoeken.

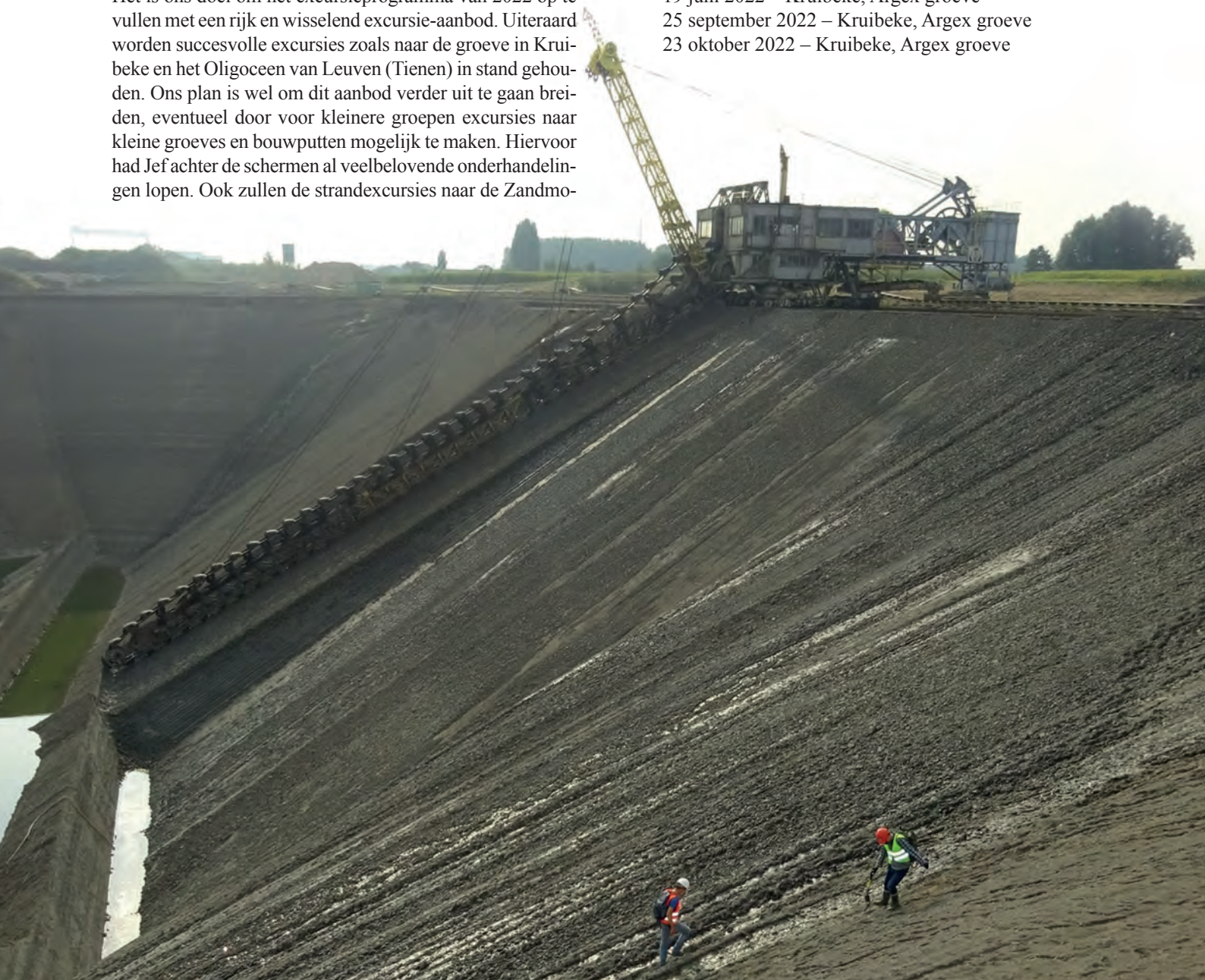
De excursiedata voor Kruikebeke hebben we alvast vastgelegd: 24-4-2022; 19-06-2022; 25-09-2022 en 23-10-2022. In het maartnummer van afzettingen of in een eerdere aankondiging op de WTKG website volgt meer informatie over het excursieprogramma van 2022.

Tim Bulteel en Marijn Roosen:
geologisch.secretariaat@wtkg.org

Excursieprogramma WTKG 2022

Er wordt, zoals u hierboven kunt lezen, nog druk gewerkt aan het excursieprogramma voor 2022. Dus houd onze website (én uw e-mailinbox) in de gaten!

24 april 2022 – Kruikebeke, Argex groeve
19 juni 2022 – Kruikebeke, Argex groeve
25 september 2022 – Kruikebeke, Argex groeve
23 oktober 2022 – Kruikebeke, Argex groeve



Bijeenkomsten WTKG 2022

De plaatsen waar wij de bijeenkomsten van 2022 willen houden zijn nog niet bekend, de data onder voorbehoud vanwege de pandemie. Zodra definitieve gegevens bekend zijn zullen we deze via de gebruikelijke kanalen delen: via website, Afzettingen én indien nodig... via e-mail (een éxtra reden om - indien u dat nog niet gedaan hebt - uw e-mailadres aan de secretaris door te geven).

DATA ONDER VOORBEHOUD!

29 januari 2022 - Winterbijeenkomst

Datum onder voorbehoud, plaats nog niet bekend.

23 april 2022 - Voorjaarsbijeenkomst en ALV

Tijdens deze bijeenkomst wordt ook de jaarlijkse Algemene Ledenvergadering gehouden. Datum onder voorbehoud, plaats nog niet bekend.

**Uw e-mailadres bij de secretaris...
nee? Maar u doet uzelf tekort!**

Van de redactie

Heeft u uw e-mailadres nog niet aan onze secretaris doorgegeven? U doet uzelf tekort! Via uw e-mailadres kunnen we u namelijk veel sneller informeren over (bijv. ingelaste!) excursies en (bijv. in verband met deze 'pandemische' tijden) het wel of niet doorgaan van bijeenkomsten. Met uw e-mailadres wordt door het bestuur zeer zorgvuldig omgegaan (privacywet), maar aarzelt u alsnog om dat adres door te geven? Misschien is dit een goede tip voor u: speciaal voor WTKG-berichten een e-mailalias aanmaken.

Aangeboden

De redacteur van Afzettingen biedt de WTKG-leden onderstaande overdruk aan:

The distribution of benthic Foraminifera in the Adriatic Sea

F.J. Jorissen, 1987

Marine Micropaleontology 12: 21-48

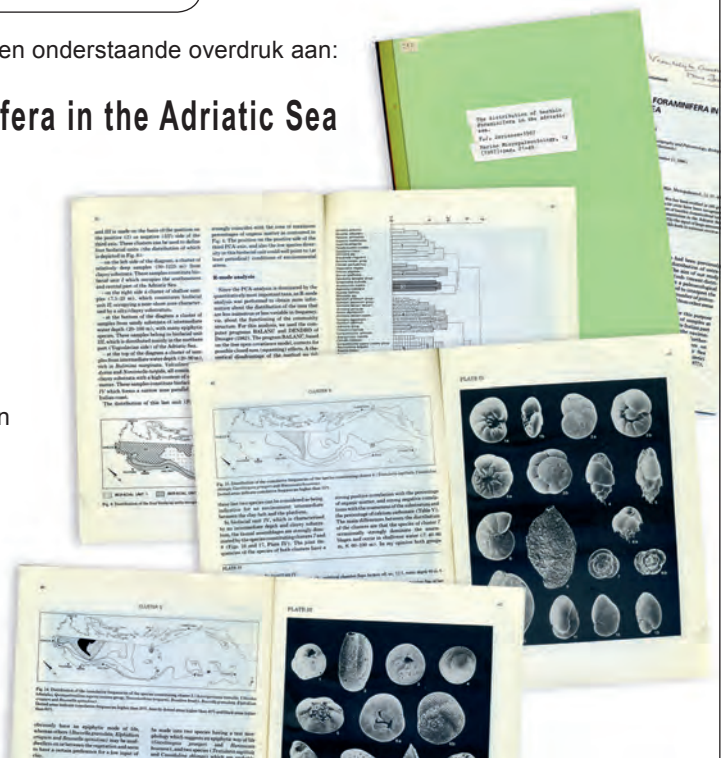
28 pagina's, 4 platen, 17 figuren, 3 tabellen.

Vraagprijs: gratis maar mét tegenprestatie

Tegenprestatie kan zijn het schrijven van een artikel voor Afzettingen of CR (of al geplaatst en nog niet 'beloond'), of... doe een voorstel.

Deze overdruk kan worden opgestuurd tegen verzendkosten of worden meegenomen naar de eerstvolgende bijeenkomst.

Belangstellenden kunnen mailen naar:
afzettingen@wtkg.org



Cor Karnekamp: 1 juni 1926 – 23 augustus 2021

Henk en Wil Mulder¹, Han Stoutjesdijk² en Frank Wesselingh³

Op 1 juni 1926 werd Cor in Amsterdam geboren. Al op jonge leeftijd was Cor geïnteresseerd in fossielen en recente mollusken, maar door de oorlog was het voor hem moeilijk een verzameling aan te leggen. Wel verzamelde hij in die tijd naturalia zoals schedels van vogels en kleine zoogdieren, amfibieën op formaline en vogeleieren. Door contacten met het Amsterdamse slachthuis legde hij een uitgebreide collectie embryo's aan. Later heeft hij deze geschonken aan de school waar zijn kinderen les kregen.

In de jaren zestig ging Cor zich meer en meer toeleggen op mariene biologie. Het ging niet alleen om mollusken, maar ook om krabben, kreeften, vissen enz. Omdat deze collectie te veel ruimte ging opeisen, werd het niet-molluskenmateriaal weer aan de school geschonken.

Hoewel hij aanvankelijk fossielen verzamelde uit alle mogelijke tijdperken, ging hij zich vanaf de jaren zeventig meer en meer toeleggen op mollusken uit het Tertiair. Gesteund door zijn vrouw Gerda zocht Cor vooral in Steinheim en Nordlinger Ries in Duitsland. Hier verzamelde hij veel miocene land- en zoetwatermollusken. Ook in de oligocene Zanden van Oude Biezen in België werd veel materiaal verzameld, waarbij een nieuwe soort door hem werd gevonden en beschreven, *Microstele gerardae*, genoemd naar zijn vrouw Gerda.

In 1963 richtte Cor de Malacologische Contactgroep Amsterdam en omstreken op, waarvan hij decennia lang de leiding had. Ook was hij 47 jaar lang redacteur van het contactorgaan van deze groep De Kreukel. Cor tekende al jaren Strombidae en publiceerde deze in De Kreukel. Begin 2000 ging hij zich samen met mij, Han, intensief bezighouden met Stromboidea, waarvan met name de Aporrhaidae zijn grote voorkeur hadden. Samen bouwden we een grote bibliotheek over Stromboidea op. Op aandringen van Cor ging ik mij hier meer in verdiepen, hetgeen resulteerde in mijn deelname aan de website stromboidea.de.



Foto: Maarten Karnekamp

De Malacologische Contactgroep is door toedoen van Cor een belangrijk en vooral laagdrempelig podium geworden voor schelpenliefhebbers van Amsterdam en verre omstreken. De maandelijkse contactavonden hebben er toe geleid dat er een hechte kring van schelpenliefhebbers is ontstaan die haar gelijke in Nederland niet kent. Veel van de bekende malacologen die Nederland vandaag de dag telt, liefhebbers en professionals, hebben een belangrijk deel van hun malacologische ontwikkeling doorgemaakt in en met De Kreukel. Op 26 oktober 1999 werd Cor hierom benoemd tot Ridder in de orde van Oranje Nassau.

Ik, Frank, denk dat ik een jaar of dertien was, het moet rond 1982 zijn geweest. Ik woonde in Heemstede en was al verwoed verzamelaar van (fossiele) schelpen. Op een of andere manier kwam ik er achter dat er in Amsterdam een interessante schelpengroep was, die maandelijks bijeen kwam in een schoollokaal in Osdorp. De Kreukelgroep was het kindje van Cor Karnekamp. De tochtjes ernaartoe waren memorabel. Eerst op de fiets naar vriend Ruud, opgepikt door nestor Louis Butot die ons vervolgens over een heel nauw dijkje naar Osdorp reed. En tegelijkertijd prachtige malacologische verhalen opdigde aan Ruud en mij en daarbij het



tegenliggende verkeer meestal net op tijd in de gaten had. De bijeenkomsten in Osdorp voelden als een warm bad. Ik kan me de sfeer, geur en gezelligheid nog herinneren. Mensen ontmoeten die ook gegrepen waren door schelpen. Mooie verhalen, hulp bij determinaties. Een dergelijk podium is beslissend geweest voor mijn ontwikkeling van nieuwsgierig jochie naar de serieuze kenner van nu. En voor vele anderen ook.

Cor was uiteraard een hele bijzondere grootheid. Eigenwijs met meer dan een grote hoofdletter E. Hij kon flink lastig zijn voor mensen met wie hij lang had samengewerkt en dat heeft meermaals tot botsingen geleid. Tegelijk waren hij en zijn vrouw Gerda juist heel verwelkomend. Kort na het overlijden van Cor zag ik een verhaal van een van de verzamelaars die als jongetje tijdens zijn vakantie mee mocht rijden met Cor als die naar Zeeland moest met de auto. Hij werd afgezet op de schelpenhopen van Yerseke, om aan het einde van de dag weer te worden opgehaald. Het is zo belangrijk dat je, als je jong bent en geen eigen vervoer hebt, op een dergelijke manier geholpen wordt, en daar was Cor erg goed in. Zo zijn er meer mensen die dankzij Cor een toegang tot de malacologische wereld hebben gekregen, waaronder ik.

Afgelopen jaar heeft Cor zijn collectie geschonken aan Naturalis. We zijn in COVID tijd met een team van drie mensen, geholpen door enkele vrienden, dagen bezig geweest om een groot deel van zijn collectie klaar te maken voor vervoer naar Naturalis. Cor is daar zelf uitermate trots op geweest. In zijn collectie zijn verschillende heel erg bijzondere deelcollecties op het gebied van fossiele schelpen. Cor had het niet op met Frankrijk en dus was het logisch dat hij zich tot andere gebieden richtte wat terug te lezen is in zijn collectie. Miocene vindplaatsen uit Zuid Duitsland, Steinheim en Goldberg. Uit de laatste heeft hij *Strobilops vanderdusseni* beschreven, genoemd naar zijn goede vriend Jobs van der Dussen. Daarnaast bevatte zijn collectie prachtige oligocene fauna's uit Belgisch Limburg, en veel uniek Eemien materiaal van de spuitterreinen. De collecties zullen worden geïntegreerd en in de toekomst beschikbaar komen voor onderzoek.

Ik, Henk, kende Cor al jaren, maar dat was vrij oppervlakkig. Tot hij een jaar of vijftien geleden boos opbelde met de heldere boodschap dat hij en zijn vrouw Gerda al bijna vijftig jaar lid waren van de WTKG en dat zij, nu Gerda al een tijd ziek was, nooit iets hadden gehoord van het bestuur van de WTKG. Schande. Diezelfde avond ben ik samen met geologisch secretaris Stef Mermuys en met een grote bos bloemen naar Diemen gereden. Gelukkig werd onze fout ons snel vergeven en het werd een gezellige avond. Een tijdje later kreeg ik een brief van Cor. Hij had begrepen dat ik nogal wat gruis had verzameld en of ik hem een doos wilde toesturen. Hij kon zelf immers niet meer gaan verzamelen vanwege de ziekte van Gerda. Zo gevraagd, zo gedaan. Later stelde ik hem voor om meer te gaan samenwerken en dat werd een groot succes. Jarenlang reden

mijn vrouw Wil en ik om de vijf weken naar Diemen. We brachten bakken met gruis van door Cor gevraagde vindplaatsen. Maar niet alleen gruis: ook bakken met uitgezocht maar nog niet gedetermineerd materiaal. Vaak moesten we ook een lege la uit onze fossielenkamer meebrengen. Cor vulde die dan enthousiast met zelfgemaakte doosjes met gedetermineerde schelpen. Dat mijn verzameling er nu erg netjes uitziet is voor een groot deel aan Cor te danken. Als dank mocht Cor natuurlijk een deel voor zijn eigen collectie houden. Dit ging jaren tot zijn en onze tevredenheid door.

Als we in Diemen op bezoek waren, spraken we niet alleen over fossiele schelpen. Cor had een geweldig geheugen en kon over alles boeiend vertellen. Bij voorbeeld hoe hij de Tweede Wereldoorlog had ervaren. Cor was vaak erg innemend maar ook wel eigenwijs. Ik zei eens tegen hem: je hebt eigenwijs, eigenwijzer, eigenwijst en ten slotte Cor Karnekamp. Hij vatte dat op als een compliment. Ooit maakte hij een botte opmerking tegen de spreker tijdens een vergadering. Een geldig excuus vond hij zelf: ik ben een echte Amsterdammer.

Cor was een beetje het type van een ruwe bolster met een blanke pit. Die blanke en zachte pit merkte je als Cor over zijn vrouw Gerda of zijn dochter Inge sprak.

In 2012 werd een nieuwe slak naar zijn Kreukel vernoemd: *Cerithium kreukelorum*.

Bijgaand detail uit de schenkingsbrief van de directeur van Naturalis waarin Cor wordt bedankt voor het onderbrengen van zijn collectie spreekt boekdelen: een leven vol verzamelen en determineren. Hij liet ons die brief tijdens ons laatste bezoek vol trots zien.

Literatuur bij de hier genoemde soorten

Karnekamp, C. 1990. *Microstela gerardae* sp. nov. (Gastropoda, Pupillidae) from the Late Tongrian (Oligocene) of Northeastern Belgium. – Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie, 27 (4), 113-116.

Karnekamp, C. 2000. *Strobilops vanderdusseni*, a new Miocene (Sarmatian) gastropod species of the Nördlinger Ries (Bavaria, Germany). – Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie, 37 (3/4), 35-37.

Van Gemert L.J. 2012. A new *Cerithium* from the Philippines (Gastropoda: Cerithiidae) – *Visaya* 3 (5): 11-14 (*C. kreukelorum*).

MEER LITERATUUR VAN COR IS TE VINDEN OP WWW.NATUURTIJDSCHRIFTEN.NL

¹Henk en Wil Mulder, e-mail: hjmulder@kabelfoon.nl

²Han Stoutjesdijk: stoutjesdijkhan@hotmail.com

³Frank Wesselingh, e-mail: frank.wesselingh@naturalis.nl



waardevolle onderdelen zitten. We zijn heel blij met de unieke mollusken uit het Mioceen van Steinheim (D.) en omgeving. Het Oligoceen van Belgisch en Nederlands Limburg en Noord-Holland en Flevoland zijn zeer belangrijke aanvullingen van die locaties heeft. Voor de recente mollusken zijn land- en zoetwatermollusken van belang. Een groot deel van de collectie is gedetermineerd en zal worden toegevoegd aan het museum. Mede hierdoor is uw schenking daarom een zeer fraai museum.

Ik dank u van harte voor de schenking. U zorgt er mee een belangrijke bron is en zal blijven voor onderzoek diversiteit in heden en verleden.

Vogelresten van het strand van Katwijk

Bram Langeveld¹ en Arie Twigt²

Abstract

A study of 83 bird skeletal remains from the beach of Katwijk (The Netherlands, province of Zuid-Holland: from Berkheide to Noordwijk) yielded a minimum of 17 species. A fragment of tarsometatarsus identified as *Phalacrocorax cf. aristotelis* (Linnaeus, 1761) represents a first fossil record for the Dutch coast. Except for three remains (3.6%) of *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758), including the first tibiotarsus from a Dutch beach, all identified species are extant and currently occur in The Netherlands/the southern part of the North Sea. Based on this distribution, the predominantly marine ecology of the identified species, the limited fossil finds (specifically mammal material from the Pleistocene) from the beach of Katwijk and the state of preservation (no petrification and in some cases limited discoloration) of the material, a predominantly Holocene age of the material seems most likely.

Samenvatting

Onderzoek aan 83 vogelresten van het strand van Katwijk (Zuid-Holland: Berkheide tot Noordwijk) leverde ten minste 17 soorten op. Een fragment van een tarsometatarsus werd gedetermineerd als kuifaalscholver *Phalacrocorax cf. aristotelis* (Linnaeus, 1761); deze soort werd nog niet eerder fossiel op het Nederlandse strand gevonden. Met uitzondering van drie resten (3,6%) van de reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758), waaronder de eerste tibiotarsus van een Nederlands strand, gaat het om nog bestaande soorten die ook momenteel in Nederland/de zuidelijke Noordzee voorkomen. Deze verspreiding, de overwegend mariene ecologie van de gevonden soorten, de zeldzaamheid van fossielvondsten (met name zoogdiermateriaal uit het Pleistoceen) van het strand van Katwijk en de niet versteende en deels vlekkelig verkleurde bewaartoestand van het skeletmateriaal, doen vermoeden dat de vogelresten overwegend uit het (gehele) Holoceen stammen.

Introductie

De ondiepe zeebodem van het zuidelijke deel van de Noordzee tussen Nederland en Engeland is een klassieke vindplaats van (fossiele) zoogdierbeenderen uit het Pleistoceen en Holoceen. Deze fossielen zijn talrijk en vaak goed bewaard gebleven in fluviatiele afzettingen uit het Pleistoceen en vroege Holoceen (Mol *et al.*, 2008). Dankzij zandsuppleties zijn de pleistocene en holocene fossielen ook voor fossielenverzamelaars op de stranden bereikbaar; daarnaast spoelt langs de gehele kust ook jonger tot recent/vers skeletmateriaal aan, zoals slachtafval en resten van zeezoogdieren (Van den Broek, 2006). Citizen scien-

tists op zoek naar fossielen vinden naast zoogdierfossielen ook geregeld (fossiele) botjes van vogels. Die zijn nog maar beperkt onderzocht. Met name dankzij de aanleg van Maasvlakte 2 bij Rotterdam en de Zandmotor bij Ter Heijde, waarbij gebruik gemaakt werd van grote hoeveelheden fossielrijk sediment, kennen we inmiddels fossiele botten van minimaal 45 soorten vogels uit de Noordzee. Dat gaat grotendeels om nog bestaande soorten, zoals de meerkoet *Fulica atra* Linnaeus, 1758 of de roodkeelduiker *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763). Er komen echter ook lokaal uitgestorven soorten voor, zoals het moerassneeuwhoen *Lagopus lagopus* (Linnaeus, 1758) en de sneeuwuil *Bubo scandiacus* (Linnaeus, 1758) en uitgestorven soorten, zoals de reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) en een voorouder van het auerhoen *Tetrao praeurogallus* Jánossy, 1969 (Langeveld, 2020c; Schoemaker, 2021).

Pleistoceen en vroeg- tot midden-holoceen botmateriaal is op de stranden ten noorden van Scheveningen echter veel zeldzamer dan op zuidelijker stranden (Reehorst, 2017; Langeveld, 2020a; Langeveld & Verhoeff, 2021); een direct gevolg van minder fossielrijke lagen in de bodem die vaak ook nog eens dieper begraven zijn door jongere lagen (Berendsen, 2011). Toch komen ook daar kustnabij beselecte fossielen voor: de geoloog W.C.H. Staring schreef in 1861 al over een mammoetkies die in 1848 uit de Noordzee bij Katwijk werd opgevist (Staring, 1861). Intensief verzamelen, met name op de sinds 1990 structureel met zandsuppleties (vooroever- en strandsuppleties) versterkte delen (Kustnota, 1990), levert ook van die minder fossielrijke stranden, zoals de stranden van Katwijk en Noordwijk, toch interessante fossielen op (Passchier, 2002; Van den Hoek Ostende & Langeveld, 2007; Langeveld & Dieleman, 2012; Twigt & Langeveld, 2019).

De eerste zandsuppletie bij Katwijk vond plaats in 1998/1999 en bedroeg een vooroeversuppletie van circa 750.000 m³ sediment. In 2006 volgde een vooroeversuppletie van circa 1 miljoen m³, die deels bij Katwijk werd uitgevoerd (Kuijper *et al.*, 2015). Tussen oktober 2013 en februari 2015 is de kust bij Katwijk versterkt door een ingegraven dijk in het duin voor het dorp aan te leggen. Tegelijkertijd is het duingebied/strand verbreed en opnieuw ingericht met behulp van een grote zandsuppletie. Er is daarvoor circa 3 miljoen m³ zand (Kustwerk Katwijk, 2013) gewonnen uit de zandwingebieden Q13C1 (gelegen binnen de coördinaten 52.228,4.201/52.230,4.186/52.254,4.190/52.251,4.204; zie ook Langeveld *et al.*, 2013) en Q13K1 (gelegen binnen de coördinaten 52.171,4.163/52.190,4.145/52.199,4.151/52.193,4.177) in de Noordzee tot een diepte van twee meter onder de zeebodem (e-mail Ad Stolk, Rijkswaterstaat aan BL, 30-1-2014). In 2014 volgde bovendien nog een grote voor-

oeversuppletie van 2,2 miljoen m³ die grotendeels bij Katwijk werd uitgevoerd (Kuijper *et al.*, 2015). In 2019 werd er weer een strandsuppletie uitgevoerd bij Katwijk. Dit ging om 400.000 m³ zand dat vanaf de eerste strandopgang aan de zuidkant van de boulevard tot het Uitwateringskanaal werd opgespoten (Rijkswaterstaat, 2019). Hoewel niet alle exacte herkomstgebieden van de zandsuppleties ons bekend zijn, mag aangenomen worden dat al het gebruikte sediment overwegend nabij Katwijk en niet ver zeewaarts van de doorgaande NAP -20 meter dieptelijn gewonnen is tot zo'n twee meter onder de originele zeebodem (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2015). Op basis van diverse boringen in DINOloket (de digitale databank van de Nederlandse ondergrond onder beheer van TNO Geologische Dienst Nederland; www.dinoloket.nl) ligt ter plekke de Formatie van Kreftenheye onder een dunne laag afzettingen die zijn herwerkt door golven en getijstroom. De Formatie van Kreftenheye betreft voornamelijk fluviaatle Rijnaafzettingen uit het late Midden Pleistoceen (laat Saalien) tot vroege Holoceen (TNO-GDN, 2021) en kan (ook in de Noordzeebodem) rijk zijn aan fossiele gewervelden uit die perioden (Laban & Rijsdijk, 2002; Mol *et al.*, 2006).

Het strand van Katwijk staat niet echt bekend als fossiellenvindplaats. De locatie is absoluut niet zo rijk als de bekendere locaties Maasvlakte 2 en de Zandmotor (Langeveld & Mol, 2021), maar toch zijn er resten van laat-pleistocene zoogdieren, zoals de wolharige mammoet *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) van het Katwijkse strand aanwezig in de collectie van de tweede auteur, onder andere een complete naviculare en enkele ivoorfragmenten. Uit het Vroeg Holoceen is de otter *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) aanwezig. Daarnaast zijn er resten van zwijn *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 en hond/wolf *Canis lupus (familiaris)* Linnaeus, 1758 aanwezig in de collectie, waarbij de ouderdom gelet op de bewaring variabel is. In verhouding zijn de resten van laat-pleistocene en vroeg-holocene zoogdieren zeldzaam op het Katwijkse strand, het merendeel van de botvondsten betreft recent slachtafval. Op de zoogdierresten zal in een toekomstige publicatie gedetailleerder ingegaan worden. Archeologische vondsten komen ook voor: middensteentijdartefacten (Proos, 2000), resten uit de Romeinse tijd, waarvan binnen het in dit artikel behandelde gebied de beroemde Brittenburg moet liggen (Buijtenorp, 2018) en in de collectie van de tweede auteur is een potscherf uit de Midden-Bronstijd aanwezig. Recenter zijn de resten vanaf de middeleeuwen van de vroegere bebouwing langs de kust (Van Ommering *et al.*, 2017), ook aanwezig in de collectie van de tweede auteur. Hier melden wij een collectie vogelbeenderen van het strand van Katwijk.

Materiaal en methoden

Vogelresten werden door de tweede auteur op het strand van Katwijk (van Berkheide tot aan Noordwijk; coördinaten ca. 52.165,4.350 tot 52.230,4.415) verzameld van 2018 tot

en met 22 juli 2021. Vers materiaal (spierwit botmateriaal, of botmateriaal met vleesresten) werd buiten beschouwing gelaten. Het materiaal wordt in zijn collectie bewaard en is individueel genummerd met 'V' en een volgnummer. Er werd gedetermineerd door directe vergelijking met de collectie recente vogelskeletten van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (Slieker *et al.*, 2020; verder aangeduid als 'de vergelijkingscollectie') en waar nodig werd de wetenschappelijke literatuur geraadpleegd voor (verdere) onderbouwing. Terminologie is naar Baumel & Witmer (1993). Metingen werden gedaan naar Von den Driesch (1976) met een analoge of digitale schuifmaat. Statistiek werd gedaan met PAST 4.04 (Hammer *et al.*, 2001).

Afkortingen

min.: kleinste gemeten waarde.
max.: grootste gemeten waarde.
gem.: gemiddelde ± standaarddeviatie.
n: monstergrootte (aantal gemeten exemplaren).
GL: grootste lengte.
SC: kleinste breedte van de schacht.
Bd: distale breedte.

Resultaten

Er werden in totaal 83 vogelresten verzameld die aan ten minste 17 soorten kunnen worden toegeschreven (tabel 1). Er werd 1 stuk (1,2%) tot op orde gedetermineerd en daarnaast werden 17 stukken (20,5%) tot op familie en 37 stukken (44,6%) tot op genus of soort gedetermineerd; 28 stukken (33,7%) werden niet verder dan Aves indet. gedetermineerd.

TABEL 1

NEDERLANDSE NAAM	WETENSCHAPPELIJKE NAAM
Eend onbepaald	Anatidae indet. (ten minste drie soorten)
Gans onbepaald	<i>Anser</i> sp. en/of <i>Branta</i> sp
Knobbelzwaan	<i>Cygnus olor</i> (Gmelin, 1789)
Kip	<i>Gallus gallus domesticus</i> (Linnaeus, 1758)
Fuut	<i>Podiceps</i> sp.
Meeuw onbepaald	<i>Larus</i> sp.
Visdief	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758
Alk	<i>Alca torda</i> Linnaeus, 1758
Reuzenalk	<i>Pinguinus impennis</i> (Linnaeus, 1758)
Zeekoet	<i>Uria aalge</i> (Pontoppidan, 1763)
Roodkeelduiker	<i>Gavia stellata</i> (Pontoppidan, 1763)
Noordse stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i> (Linnaeus, 1761)
Jan-van-gent	<i>Morus bassanus</i> (Linnaeus, 1758)
Kuifaalscholver	<i>Phalacrocorax cf. aristotelis</i> (Linnaeus, 1761)
Zangvogel onbepaald	Passeriformes indet.

Tabel 1: Soortenlijst van vogelresten van het strand van Katwijk in de collectie van Arie Twigt.

Vogel onbepaald Aves indet.

Materiaal:

- coracoid: V81
- femur: V13, V28
- furcula: V25
- cf. humerus: V62
- radius: V34
- cf. radius: V32
- scapula: V29, V31
- sternum: V26, V27, V45, V58
- tarsometatarsus: V21, V23, V24
- tibiotarsus: V52, V54, V73, V97, V98
- ulna: V61, V75
- wervel: V8, V9, V10, V11, V12

Een deel van het vogelmateriaal betreft beschadigde, verweerde, afgerolde of (grotendeels daardoor) niet-diagnostische skeletelementen, die we bij ook maar de geringste twijfel in navolging van onder andere Serjeantson (2009) niet op naam hebben gebracht.

ANATIDAE

Eend onbepaald Anatidae indet.

Materiaal:

- carpometacarpus: V15, V71
- coracoid: V20, V30, V77, V78
- humerus: V18 (fig. 1F), V41, V46
- tibiotarsus: V53
- ulna: V7, V57, V72

Losse en/of fossiele skeletelementen van eenden (familie Anatidae) zijn berucht lastig om op naam te brengen, omdat de groep soortenrijk is, de soorten in hun skelet veel op elkaar lijken en qua afmetingen sterk overlappen. Betrouwbare determinatie tot op soort is vaak niet mogelijk (Stewart, 2004, 2010). De coracoidea van Anatidae vertonen een aantal karakteristieke botricheltjes op de dorsale zijde van het distale deel (Cohen & Serjeantson, 1996) en zijn dus makkelijk tot op familie te determineren. Op basis van het geringe formaat van V20, V30, V77 en V78 zijn de ganzen (*Anser* en *Branta*) en zwanen (*Cygnus*) bij directe vergelijking in de vergelijkingscollectie uit te sluiten. Aan de hand van de humerus zijn eenden enigszins te determineren. Een belangrijk kenmerk is de bodem van het foramen pneumaticum. Hier kunnen trabeculae (dunne balkjes van bot) aanwezig zijn, of de bodem kan glad zijn. De eenden zijn hierdoor in twee grote groepen te verdelen: de meeste duikeenden *Aythya*, eider *Somateria mollissima* (Linnaeus, 1758), ijseend *Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758), de zee-eenden *Melanitta* en het nonnetje *Mergellus albellus* (Linnaeus, 1758) hebben een gladde bodem en de andere eenden, waaronder de wilde eend *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758, slobeend *A. clypeata* Linnaeus, 1758 en krakeend *A. strepera* Linnaeus, 1758 hebben trabeculae (Woelfle, 1967). V18 (GL: 79,6 mm; fig. 1F) en V41 (GL: 92,5 mm) hebben een gladde bodem van het foramen pneumaticum en behoren dus tot de eerstgenoemde groep; het aanzienlijke groot-

teverschil duidt erop dat het om twee soorten gaat (zie data in Woelfle (1967)); V46 heeft een ruwe bodem en behoort dus tot de tweede groep. Het gaat dus in totaal om ten minste drie soorten eenden van het strand van Katwijk.

Eend onbepaald cf. Anatidae indet.

Materiaal:

- tibiotarsus: V55

De kenmerken die nog zichtbaar zijn aan de beschadigde tibiotarsus V55 passen bij een lid van de Anatidae met het formaat van een eend.

Gans onbepaald Anser sp. en/of Branta sp.

Materiaal:

- carpometacarpus: V65, V76
- humerus: V42 (fig. 2A)

Deze stukken vertonen de typische bouw van de Anatidae, maar vallen op door hun grotere formaat: GL: V65: 87,3 mm; V76: 89,2 mm; SC: V42: 12,0 mm (fig. 2A). Dat maakt het mogelijk ze aan ganzen *Anser* sp. en/of *Branta* sp. toe te schrijven, maar verdere determinatie is niet betrouwbaar mogelijk (Bacher, 1967).

Zwaan onbepaald Cygnus sp.

Materiaal:

- humerus: V48

V48 is een proximale zwaar- en distale lichtbeschadigde grote humerus met SC: 14,6 mm. De kenmerken die nog zichtbaar zijn in combinatie met het formaat wijzen op een zwaan *Cygnus*; door de beschadigingen zijn de door Bacher (1967) vastgestelde onderscheidende kenmerken binnen dat genus niet meer waar te nemen aan V48.

Knobbelzwaan Cygnus olor (Gmelin, 1789)

Materiaal:

- synsacrum: V44 (fig. 2B)

V44 (fig. 2B) betreft een deel van het stevigste gedeelte van het synsacrum: de stevig tot een corpus synsacri vergroeiende wervels en delen van hun uitsteeksels. De overeenkomst met *Cygnus* in de vergelijkingscollectie is treffend. Bacher (1967) merkt op dat het ventraal aanzicht van de wervels ter hoogte van de lendenen bij wilde zwaan *C. cygnus* (Linnaeus, 1758) en kleine zwaan *C. columbianus bewickii* Yarrell, 1830 licht ingedeukt is en bij *C. olor* vlak. In V44 is dit gebied vrijwel vlak en dat komt op basis van de vergelijkingscollectie morfologisch beter overeen met *C. olor* dan met *C. cygnus* en *C. columbianus bewickii*. De grootste breedte van het corpus synsacri van V44, gemeten in ventraal aanzicht, bedraagt 18,2 mm. Dit komt goed overeen met *Cygnus olor* (min.: 16,2; max.: 18,9; gem.: $17,5 \pm 0,9$ mm (n = 11)) en is groter dan bij *C. columbianus bewickii* (13,0; 13,6; 14,0 mm) en *C. cygnus* (min.: 14,9; max.: 15,8; gem.: $15,4 \pm 0,4$ mm (n = 4)) in de vergelijkingscollectie (tabel 2).



Fig. 1. Vogelresten van het strand van Katwijk (Zuid-Holland: Berkheide tot Noordwijk) in de collectie van Arie Twigt.

A. humerus *Sterna hirundo* Linnaeus, 1758, V33; **B.** humerus *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758), V5; **C.** humerus *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758), V35; **D.** coracoid *Larus* sp., V2; **E.** humerus *Fulmarus glacialis* (Linnaeus, 1761), V67; **F.** humerus Anatidae indet., V18; **G.** humerus *Alca torda* Linnaeus, 1758, V66; **H.** humerus Passeriformes indet., V74 (let op de afwijkende schaal); **I.** tibiotarsus *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758), V50; **J.** tibiotarsus *Podiceps* sp., V51; **K.** tibiotarsus *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763), V49; **L.** tarsometatarsus *Phalacrocorax* cf. *aristotelis* (Linnaeus, 1761), V22.



Fig. 2. Vogelresten van het strand van Katwijk (Zuid-Holland: Berkheide tot Noordwijk) in de collectie van Arie Twigt. **A.** humerus *Anser* sp./*Branta* sp., V42; **B.** synsacrum *Cygnus olor* (Gmelin, 1789), V44; **C.** humerus *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763), V43; **D.** ulna *Morus bassanus* (Linnaeus, 1758), V56.

PHASIANIDAE

Kip *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- coracoid: V16, V17
- ulna: V105, V106
- humerus: V3, V5 (fig. 1B), V35 (fig. 1C), V36, V37, V60, V100, V101, V103, V104

Met uitzondering van V3 gaat het op basis van Watanabe & Matsuoka (2013) en Watanabe (2018) bij alle stukken om resten van juveniele dieren: het bot is erg poreus en de uiteinden zijn nog niet volledig gevormd (fig. 1B en 1C). De geringe afmetingen (GL: V5: 60,6 mm; V36: 63,6 mm; V37: 80,0 mm) passen daarbij (Thomas *et al.*, 2016). De gedrongen bouw en de zichtbare kenmerken van de humeri tonen onmiskenbare overeenkomsten met de humeri uit kippenvleugels zoals verkocht voor consumptie. De coracoidea en ulnae werden gedetermineerd aan de hand van Tomek & Bocheński (2009).

Kip cf. *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- cf. humerus: V38, V39
- cf. tibiotarsus: V63, V64

Dit materiaal betreft beschadigde resten van jonge dieren; de kenmerken die zichtbaar zijn, komen overeen met resten van *Gallus gallus domesticus*.

PODICIPEDIDAE

Fuut *Podiceps* sp.

Materiaal:

- tibiotarsus: V51 (fig. 1J)

V51 (fig. 1J) is een goed bewaarde tibiotarsus, die het meest proximale deel van de opvallend verhoogde crista cnemialis mist, maar een grootste lengte had van circa 132 mm. Een verhoogde crista cnemialis is een kenmerk van onder andere alken Alcidae (fig. 1I en 1K), Podicipedidae, stormvogels en pijlstormvogels Procellariidae en duikers Gaviidae (Baumel & Witmer, 1993; Cohen & Serjeantson, 1996). De mate van verhoging en vorm van de crista cnemialis en het formaat van het bot komen overeen met materiaal van fuut *Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758) (GL: min.: 115,8; max.: 131,7; gem.: 122,3 ± 6,6 mm (n=5)) in de vergelijkingscollectie (tabel 2). Determinatie tot op soort als *P. cristatus* (Linnaeus, 1758) ligt voor de hand, maar de tibiotarsus van de oostelijke ondersoort van de roodhalsfuut *P. griseogena holbollii* Reinhardt, 1853 kan echter een vergelijkbaar formaat bereiken en is morfologisch niet te onderscheiden van *P. cristatus* (Bocheński, 1994); hoewel dat een onwaarschijnlijke soortdeterminatie zou zijn, wordt de determinatie van V51 daarom toch tot op genus beperkt.

LARIDAE

Meeuw onbepaald *Larus* sp.

Materiaal:

- coracoid: V2 (fig. 1D)

V2 (fig. 1D) betreft een licht beschadigde coracoid. De ruime sulcus m. supracoracoidei, de aanwezigheid en locatie van het foramen n. supracoracoidei en de vorm van de facies articularis sternalis komen overeen met Laridae. Het formaat wijst op een meeuw ter grootte van zilvermeeuw *Larus argentatus* Pontoppidan, 1763 tot grote mantelmeeuw *Larus marinus* Linnaeus, 1758 bij directe vergelijking in de vergelijkingscollectie.

Visdief *Sterna hirundo* Linnaeus, 1758

Materiaal:

- humerus: V33 (fig. 1A)

V33 (fig. 1A) is een complete humerus met GL: 54,2 mm. Onder meer de aanwezigheid en vorm van de processus supracondylaris dorsalis en de vorm van de intumescencia humeri in combinatie met het geringe formaat komen

goed overeen met de Sterninae en met name met *Sterna hirundo* (GL: 54,0; 54,9; 55,7 mm) in de vergelijkingscollectie (tabel 2).

ALCIDAE

Alk *Alca torda* Linnaeus, 1758

Materiaal:

- humerus: V59, V66 (fig. 1G)

Beide humeri hebben een karakteristiek afgeplatte schacht die bij V66 (fig. 1G) in combinatie met de distale verlenging van de tuberculum dorsale tot een crista m. supracoracoidei op de Alcidae wijst (Smith, 2011). V66 betreft een compleet exemplaar met GL: 77,5 mm; V59 is een distaal fragment met SC: 6,5 mm. Deze afmetingen passen goed bij *Alca torda* (Langeveld, 2020b).

Reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- epistropheus: V1
- humerus: V88 (fig. 3)
- tibiotarsus: V50 (fig. 1I)

V1 betreft de eerder door Twigt & Langeveld (2019) en Twigt (2020) gepubliceerde epistropheus. De afgesleten en aan de uiteinden lichtbeschadigde humerus V88 (fig. 3) heeft een karakteristiek afgeplatte schacht die in combinatie met de distale verlenging van de tuberculum dorsale tot een crista m. supracoracoidei op de Alcidae wijst (Smith, 2011). Het formaat (GL: > 97, SC: 9,0 mm) duidt onmiskenbaar op de reuzenalk (Langeveld, 2020b).

V50 (fig. 1I) betreft een complete tibiotarsus dex. Het bot is overwegend egaal lichtbruin van kleur met enkele minime zwartgroenige vlekjes. Het glanst en is met name aan de uiteinden licht afgesleten. De crista cnemialis is opvallend verhoogd, maar mediolateraal vrij smal en deze steekt niet ver anterior uit. Een pons supratendineus ontbreekt (fig. 1I1), terwijl het gladde oppervlak van de schacht van het bot en de duidelijk gevormde gewrichtsuitenden erop wijzen dat het toebehoorde aan een volwassen vogel (Watanabe & Matsuoka, 2013; Watanabe, 2018). De grootste lengte (GL) bedraagt 128,3 mm; de kleinste lateromediale breedte van de schacht (nabij het distale uiteinde; SC) is 5,9 mm. De gemeten afmetingen zijn lichte onderschattingen van de originele dimensies (Langeveld, 2020b); hoewel het bot goed bewaard is, is er toch duidelijke slijtage zichtbaar in vergelijking met materiaal dat niet van het strand werd verzameld, met name aan de uiteinden, waaruit blijkt dat er botmateriaal verdwenen is waardoor de metingen dus iets lager uitvallen (Langeveld, 2015).

Een verhoogde crista cnemialis is een kenmerk van onder andere de Alcidae, maar ook van futen Podicipedidae (fig. 1J), stormvogels en pijlstormvogels Procellariidae en duikers Gaviidae (Baumel & Witmer, 1993; Cohen & Serjeantson, 1996). Bij Gaviidae, Procellariidae en Podicipedi-



Fig. 3. Humerus van een reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) op het strand van Katwijk, 7 juli 2021; collectie Arie Twigt V88.

dae steekt de crista cnemialis echter nog veel verder proximaal uit dan bij V50 en vormt bovendien een duidelijke uitsparing voor articulatie met de femur (Soldaat, 2012); die kenmerken zien we niet terug in V50. Er is ook enige gelijkenis met meeuwen Laridae, maar bij die groep is de crista cnemialis lateromediaal breder, minder sterk verhoogd en steekt deze duidelijk verder anterior uit. Het fossiel komt morfologisch zeer goed overeen met de tibiotarsus van de alk *Alca torda* in de vergelijkingscollectie (tabel 2) met GL: min.: 72,1; max.: 79,7; gem.: $74,1 \pm 2,2$ mm (n = 10), maar mist de pons supratendineus en is duidelijk veel groter; het bot is ook groter dan de tibiotarsus van de zeekoet *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763) in de vergelijkingscollectie (tabel 2) met GL: min.: 88,1; max.: 96,3; gem.: $92,2 \pm 2,6$ mm (n=10) (zie ook fig. 1K). De afwezigheid van een verbeende pons supratendineus aan het distale uiteinde van het bot is opvallend. Dit is een kenmerk dat bij juveniele en volwassen exemplaren (Watanabe & Matsuoka, 2013; Watanabe,

2018) van vrijwel alle vogelsoorten aanwezig is (Serjeantson, 2009; Stidham & Smith, 2015) maar binnen de Alcidae juist karakteristiek ontbreekt bij de reuzenalk (Owen, 1866; Smith, 2011; Cohen & Serjeantson (1996: 72) lijken overigens wel een pons supratendineus bij de reuzenalk af te beelden). Vergelijking met foto's (archief BL) van het uit botmateriaal van Funk Island (Canada) samengestelde reuzenalkskelet NHMUK A151 in de collectie van het Natural History Museum, Londen en van reuzenalkskeletmateriaal in de tentoonstelling van het Staatliches Naturhistorisches Museum in Braunschweig; afbeeldingen in Fuller (1999); een 3D model van een reuzenalktibiotarsus gedeeld door Thomas *et al.* (2019) en foto's van een exemplaar in Idaho Virtual Museum (2021) tonen morfologisch heel sterke gelijkenis met V50 van Katwijk. De lengte van de tibiotarsus van de reuzenalk (gemiddelde \pm standaarddeviatie) bedraagt $132,8 \pm 2,4$ mm ($n = 62$) volgens Livezey (1988) en $131,6 \pm 1,9$ mm ($n = 5$) volgens Smith & Clarke (2011); de kleinste lateromediale breedte van de schacht bedraagt voor exemplaren uit de noordwestelijke Atlantische Oceaan $6,1 \pm 0,6$ mm ($n = 80$) en uit de noordoostelijke Atlantische Oceaan $6,2 \pm 0,6$ mm ($n = 10$) volgens Burness & Montevecchi (1992; dat onderlinge verschil is overigens niet statistisch significant (Burness & Montevecchi, 1992)). Naast de morfologie, waaronder de typische crista cnemialis en de ontbrekende pons supratendineus, komen ook de afmetingen van V50 van het strand van Katwijk dus goed overeen met *Pinguinus impennis*.

Zeekoet *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763)

Materiaal:

- humerus: V4, V40
- tibiotarsus: V49 (fig. 1K)

Beide humeri hebben een karakteristiek afgeplatte schacht die in combinatie met de distale verlenging van de tuberculum dorsale tot een crista m. supracoracoidei op de Alcidae wijst (Smith, 2011). V4 betreft een compleet exemplaar met GL: 81,6 mm; V40 is wat beschadigd maar de grootste lengte bedraagt circa 80 mm. Deze afmetingen passen goed bij *Uria aalge* (Langeveld, 2020b). V49 (fig. 1K) is een lichtbeschadigde (een van de trochleae is afgebroken) tibiotarsus met een grootste lengte van circa 87 mm. De crista cnemialis is opvallend verhoogd, maar mediolateraal vrij smal en deze steekt niet ver anterior uit. Dit wijst op de Alcidae (zie onder *Pinguinus impennis*). De tibiotarsus van *Uria aalge* in de vergelijkingscollectie (tabel 2) heeft GL: min.: 88,1; max.: 96,3; gem.: $92,2 \pm 2,6$ mm ($n = 10$).

GAVIIDAE

Roodkeelduiker *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763)

Materiaal:

- humerus: V43 (fig. 2C), V47

V43 (fig. 2C) betreft een complete humerus zonder pneumatisatie met Bd: 13,9 mm; V47 is een beschadigd distaal fragment, maar de Bd bedraagt niet meer dan 14 mm. De

morfologie en afmetingen passen goed bij *Gavia stellata* (Langeveld, 2020c).

Roodkeelduiker/parelduiker *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763)/*G. arctica* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- carpometacarpus: V14

V14 is opvallend afgeplat met een verlengd uitsteeksel van metacarpale I en heeft GL: 74,0 mm. Het verlengde uitsteeksel van metacarpale I is typisch voor Gaviidae (Olsen, 1979) en het formaat valt in de zone van overlap tussen *Gavia stellata* en *G. arctica* (Langeveld, 2020c).

PROCELLARIIDAE

Noordse stormvogel *Fulmarus glacialis* (Linnaeus, 1761)

Materiaal:

- humerus: V67 (fig. 1E)

V67 (fig. 1E) is een complete humerus met GL: 113,7 mm en een opvallende processus supracondylaris dorsalis. De morfologie en het formaat komen goed overeen met *Fulmarus glacialis* (GL: min.: 104,4; max.: 117,6; gem.: $111,9 \pm 3,6$ mm ($n = 10$)) in de vergelijkingscollectie (tabel 2). V67 is groter dan de humeri van *Puffinus* spp. (Walker *et al.*, 1990) en heeft bovendien een minder sterk afgeplatte schacht.

SULIDAE

Jan-van-gent *Morus bassanus* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- ulna: V56 (fig. 2D)

V56 (fig. 2D) is een licht afgerolde, complete, grote ulna met een grootste lengte van circa 198 mm. Het stuk komt op basis van dat formaat en onder meer de opvallende en ver naar distaal uitlopende impressio m. brachialis overeen met *Morus bassanus* (GL: min.: 190,6; max.: 196,5; gem.: $193,2 \pm 2,3$ mm ($n = 6$)) in de vergelijkingscollectie (tabel 2).

PHALACROCORACIDAE

Kuifaalscholver *Phalacrocorax cf. aristotelis* (Linnaeus, 1761)

Materiaal:

- tarsometatarsus: V22 (fig. 1L)

V22 (fig. 1L) is een fragment van de schacht van een korte tarsometatarsus met SC: 5,9 mm. Het stuk is egaal donkerzwart van kleur en aan beide uiteinden beschadigd, maar het foramen vasculare distale en een deel van een van de trochleae aan de distale zijde en een klein deel van de crista medialis hypotarsi (fig. 1L2) aan de proximale zijde zijn nog zichtbaar. De aanwezigheid en het formaat van het foramen vasculare distale wijst op onder meer roofvogels (Accipitridae), maar het restant van een typisch geprononceerde crista medialis hypotarsi wijst op de aalscholvers; de diepe sulcus extensorius past daar ook goed bij. Het formaat wijst op *Phalacrocorax aristotelis* op basis van de vergelijkingscollectie (SC: *P. aristotelis*: min.: 4,9; max.:

5,9; gem.: $5,5 \pm 0,4$ mm (n = 6); *P. carbo carbo* (Linnaeus, 1758): min.: 6,7; max.: 7,5; gem.: $7,0 \pm 0,4$ mm (n = 4); *P. c. sinensis* (Staunton, 1796): min.: 6,1; max.: 7,1; gem.: $6,6 \pm 0,3$ mm (n = 7)) (tabel 2).

PASSERIFORMES

Zangvogel onbepaald Passeriformes indet.

Materiaal:

- humerus: V74 (fig. 1H)

V74 (fig. 1H) betreft een complete kleine humerus met GL: 24,3 mm. Dit geringe formaat en de bouw, waaronder de aanwezigheid en gedrongen vorm van de processus supracondylaris dorsalis, wijzen op een zangvogel. Het determineren van skeletresten van (kleine) zangvogels is bijzonder lastig (Wójcik, 2002; Serjeantson, 2009) en ondanks de goede conservering van V74 determineren wij het stuk niet verder dan Passeriformes waarbij we opmerken dat het formaat iets kleiner is dan de humerus van een spreeuw *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758 (GL: 28,1 mm) in de vergelijkingscollectie (tabel 2).

Discussie

Alle vogelsoorten/-soortgroepen waarvan skeletmateriaal op het strand van Katwijk werd aangetroffen, behalve de zangvogel Passeriformes indet. en de kip *Gallus gallus domesticus*, brengen ten minste een deel van hun jaarlijkse cyclus op/in de buurt van de zee door; de alken Alcidae, noordse stormvogel *Fulmarus glacialis* en jan-van-gent *Morus bassanus* zijn zelfs uitgesproken mariene soorten (Del Hoyo *et al.*, 1992, 1996). Daarmee heeft de fossiele avifauna van Katwijk een marien karakter. (Recente) menselijke invloed is ook duidelijk in de vorm van de talrijke kippenresten. De verkleuring van botmateriaal is afhankelijk van de samenstelling van het sediment waarin het bot bewaard is gebleven en de tijdsduur dat het daarin begraven was (Dupras & Schultz, 2013). Het biedt dus enige houvast bij interpretatie van de vogelresten (Langeveld, 2020c). De verkleuring van het vogelmateriaal van Katwijk varieert aanzienlijk van nauwelijks verkleurd (waaronder resten van *Gallus*) tot egaal donkerzwart (fig. 1 en 2). Het gaat op basis van de ecologie en de conservering dus om gemengd materiaal, zoals algemeen het geval is bij strandvondsten van de Nederlandse kust.

Met uitzondering van de reuzenalk *Pinguinus impennis* gaat het bij alle vogelresten van het strand van Katwijk om nog bestaande soorten die ook momenteel in Nederland/de zuidelijke Noordzee voorkomen. Typische elementen van de laat-pleistocene mammoetsteppefauna (Tyrberg, 1991), zoals sneeuwhoenders *Lagopus* of sneeuwuil *Bubo scandiacus*, ontbreken; deze zijn wel bekend van de Zandmotor (Langeveld, 2020c), een vindplaats die bekendstaat om haar rijkdom aan laat-pleistocene zoogdierresten (Van der Valk *et al.*, 2011). Deze gegevens, samen met de overwegend mariene ecologie (passend bij de huidige Noordzee) van veel van de gevonden soorten, de zeldzaamheid

TABEL 2

GROOTSTE BREEDTE CORPUS SYNSACRI		GROOTSTE LENGTE (GL) TIBIOTARSUS	
<i>Cygnus columbianus bewickii</i>		<i>Alca torda</i>	
NMR998900004276	13,0	NMR998900004494	72,1
NMR998900000540	13,6	NMR998900002016	72,4
NMR998900004280	14,0	NMR998900002019	72,6
<i>Cygnus cygnus</i>		NMR998900004682	73,5
NMR998900004289	14,9	NMR998900004678	73,7
NMR998900004290	15,4	NMR998900004555	74,0
NMR998900004284	15,6	NMR998900000079	74,0
NMR998900004269	15,8	NMR998900002011	74,4
<i>Cygnus olor</i>		NMR998900002012	75,0
NMR998900000272	16,2	NMR998900004680	79,7
NMR998900000281	16,2	<i>Uria aalge</i>	
NMR998900000275	17,1	NMR998900002644	88,1
NMR998900000274	17,1	NMR998900002240	89,6
NMR998900000276	17,2	NMR998900004683	90,5
NMR998900000268	17,4	NMR998900004679	91,2
NMR998900000271	17,7	NMR998900002645	91,8
NMR998900000280	18,0	NMR998900002642	91,9
NMR998900000278	18,1	NMR998900002646	92,8
NMR998900000277	18,5	NMR998900002632	94,3
NMR998900000267	18,9	NMR998900004554	95,6
GROOTSTE LENGTE (GL) HUMERUS		NMR998900002643	96,3
<i>Fulmarus glacialis</i>		<i>Podiceps cristatus</i>	
NMR998900004457	104,4	NMR998900002518	115,8
NMR998900004825	109,1	NMR998900002520	117,5
NMR998900004528	110,5	NMR998900002519	120,3
NMR998900004820	111,4	NMR998900003497	126,4
NMR998900003468	111,6	NMR998900004556	131,7
NMR998900004827	112,3	KLEINSTE BREEDTE SCHACHT (SC) TARSOMETATARSUS	
NMR998900004819	112,4	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	
NMR998900004776	114,3	NMR998900002627	4,9
NMR998900004449	115,4	NMR998900004738	5,1
NMR998900004523	117,6	NMR998900000081	5,4
<i>Sterna hirundo</i>		NMR998900002607	5,7
NMR998900002740	54,0	NMR998900004739	5,8
NMR998900002625	54,9	NMR998900004740	5,9
NMR998900003012	55,7	<i>Phalacrocorax c. carbo</i>	
<i>Sturnus vulgaris</i>		NMR998900004686	6,7
NMR998900002713	28,1	NMR998900004687	6,8
GROOTSTE LENGTE (GL) ULNA		NMR998900002604	7,1
<i>Morus bassanus</i>		NMR998900004684	7,5
NMR998900002188	190,6	<i>Phalacrocorax c. sinensis</i>	
NMR998900002190	191,0	NMR998900002602	6,1
NMR998900002201	192,2	NMR998900002592	6,3
NMR998900002189	194,0	NMR998900002589	6,4
NMR998900002199	195,0	NMR998900002601	6,5
NMR998900002191	196,5	NMR998900002591	6,6
		NMR998900004685	6,9
		NMR998900002529	7,1

Tabel 2: Metingen (mm) van skeletmateriaal van vogels in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (NMR).

van fossielvondsten (met name zoogdiermateriaal uit het Pleistoceen) van het strand van Katwijk en de niet versteende en deels beperkt/vlekkerig verkleurde bewaartoe-stand van het skeletmateriaal, doen vermoeden dat de vogelresten overwegend uit het (gehele) Holoceen stammen; een laat-pleistocene ouderdom voor enkele stukken is uiteraard niet uit te sluiten.

Het fragment van een tarsometatarsus V22 van het strand van Katwijk dat werd gedetermineerd als kuifaalscholver *Phalacrocorax cf. aristotelis* is het eerste stuk van deze soort dat fossiel op het Nederlandse strand is gevonden. Het is de zesenvestigste vogelsoort die daar fossiel wordt aangetroffen (Langeveld, 2020c; Schoemaker, 2021). De kuifaalscholver is een uitgesproken zee- en kustvogel; een echte viseter die meestal kustnabij jaagt en leeft. De soort is kleiner en lichter dan de meer bekende aalscholver *P. carbo* (fig. 4). Tegenwoordig broeden (meestal op rotsige kusten) en overwinteren kuifaalscholvers vooral ten noorden, westen en zuiden van ons land en zijn ze aan de zandige kust van België tot Denemarken zeldzaam (Del Hoyo *et al.*, 1992). In 2013 werd een (onsuccesvol) broedgeval bij de Oosterscheldekering vastgesteld; 's winters overwinteren enkele tientallen exemplaren nabij de Nederlandse kust, vooral in de buurt van kunstmatige verhardingen, zoals pieren en verharde dijken (Sluijter, 2018). De pier van IJmuiden is een bekende plek om deze vogel waar te

Fig. 4. Kuifaalscholver *Phalacrocorax aristotelis* (Linnaeus, 1761) (links) en aalscholver *P. carbo* (Linnaeus, 1758). Haven van IJmuiden, 6 september 2012. Uitsnede uit een foto van René van Rossum.



nemen, vooral tussen september en april en met name vogels van één jaar oud of jonger (Van der Helm *et al.*, 2020).

Het strand van Katwijk leverde op een totaal van 83 vogelresten in de collectie van de tweede auteur drie resten van de reuzenalk *Pinguinus impennis* op: dat is 3,6%. Dat is vergelijkbaar met het percentage reuzenalkresten van de Zandmotor bij Ter Heijde (eveneens 3,6%) en onderstreept het bijzondere karakter van het Zeeuwse strand van Dishoek, waar deze soort maar liefst 17,2% van de vogelresten uitmaakt (Langeveld *et al.*, 2021). Hoewel resten van de reuzenalk aan de Nederlandse kust niet bijzonder zeldzaam zijn, is de tibiotarsus V50 pas de derde vondst (en humerus V88 de vierde) van deze uitgestorven vogel van het strand van Katwijk (Langeveld, 2020b) en de eerste tibiotarsus van een reuzenalk van een Nederlands strand.

Conclusie

De inventarisatie van 83 vogelresten van het strand van Katwijk heeft ten minste 17 soorten opgeleverd, waaronder de kuifaalscholver *Phalacrocorax cf. aristotelis*, die nog niet eerder fossiel gevonden werd op het Nederlandse strand. Eenden Anatidae en kip *Gallus gallus domesticus* overheersen en maken duidelijk dat het om gemengd materiaal met een menselijke invloed gaat. Het karakter van de fossiele vogelfauna lijkt vooral marien te zijn. De tibiotarsus van de reuzenalk *Pinguinus impennis* is de eerste Nederlandse strandvondst van dit skeletelement van deze uitgestorven vogel. De ouderdom van het vogelmateriaal schatten wij op basis van de soortensamenstelling en de fossilisatie (bij alle vondsten geen verstening en bij veel stukken een vlekkerige in plaats van egale verkleuring) in als overwegend Holoceen.

Dankwoord

Met dank aan Kinie Esser (Archeoplan Eco, Delft) en Boet van Heugten voor het beschikbaar maken van literatuur; aan Ad Stolk (Rijkswaterstaat) voor informatie over zandwingebieden en aan René van Rossum voor het beschikbaar stellen van de foto voor figuur 4.

Literatuur

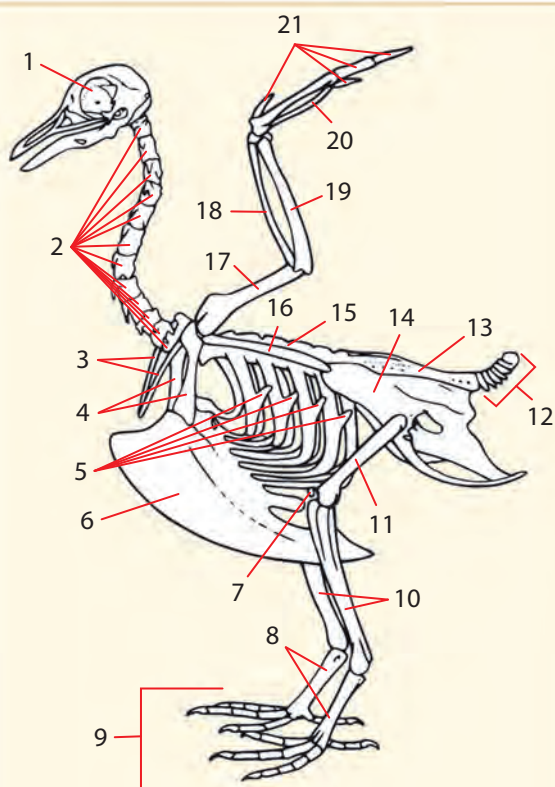
- Bacher, A., 1967. Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen des postkranialen Skeletts in Mitteleuropa vorkommender Schwäne und Gänse. – Proefschrift Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Baumel, J.J. & L.M. Witmer, 1993. Osteologia. In: J.J. Baumel, A.S. King, J.E. Breazile, H.W. Evans, J.C. & Vanden Berge (red.). Handbook of Avian anatomy: Nomina anatomica avium. Second edition. – Publications of the Nuttall Ornithological Club 23: 45-132.
- Berendsen, H.J.A., 2011. De vorming van het land. Inleiding in de geologie en geomorfologie. – Van Gorcum, Assen.
- Bocheński, Z.M., 1994. The comparative osteology of grebes (Aves: Podicipediformes) and its systematic implications. – Acta zoologica cracoviensia 37: 191-346.

- Buijtdorp, T., 2018. Brittenburg. Verdrongen hoeksteen van het Romeinse Rijk. – Sidestone Press, Leiden.
- Burness, G.P. & W.A. Montevecchi, 1992. Oceanographic-related variation in the bone sizes of extinct great auks. – *Polar Biology* 11: 545-551.
- Cohen, A. & D. Serjeantson, 1996. A Manual for the Identification of Bird Bones from Archaeological Sites. Revised edition. – Archetype Publications, Ltd., Londen.
- Del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal (red.), 1992. Handbook of the Birds of the World. Volume 1. Ostrich to Ducks. – Lynx Edicions, Barcelona.
- Del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal (red.), 1996. Handbook of the Birds of the World. Volume 3. Hoatzin to Auks. – Lynx Edicions, Barcelona.
- Dupras, T.L. & J.J. Schultz, 2013. Taphonomic Bone Staining and Color Changes in Forensic Contexts. In: J. Pokinew & S.A. Symes (red.). Manual of Forensic Taphonomy. – CRC Press, Boca Raton: 315-340.
- Fuller, E., 1999. The Great Auk. – Privately published by Errol Fuller, Southborough, Kent, United Kingdom.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. – *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 p.
- Idaho Virtual Museum, 2021. [Great Auk] version 1.4.0. – https://virtual.imnh.iri.isu.edu/Osteo/View/Great_Auk/713 (geraadpleegd 27-6-2021).
- Kuijper, K., K. Nederhoff & S. Vergouwen, 2015. Beheerbibliotheek Rijnland. Beschrijvingen van het kustvak ter ondersteuning van het beheer en onderhoud van de kust. – Rapport Deltares 1220040-002-ZKS-0011.
- Kustnota, 1990. Kustverdediging na 1990. – Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1989-1990, 21 136, nrs 5-6.
- Kustwerk Katwijk, 2013. [Brochure] Kustwerk Katwijk. – <https://www.kustwerkkatwijk.nl/media/files/brochures/Brochure%20Kustwerk%20Katwijk%20NL.pdf>
- Laban, C. & K. Rijdsdijk, 2002. De Rijn-Maasdelta's in de Noordzee. – *Grondboor & Hamer* 56: 60-65.
- Langeveld, B., 2015. Vondsten van de reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) (Aves) uit het Eurogeulgebied. – *Cranium* 32 (1): 19-27.
- Langeveld, B., 2020a. Strandvondsten in IJmuiden. – *Gea* 53: 1-5.
- Langeveld, B.W., 2020b. New finds, sites and radiocarbon dates of skeletal remains of the Great Auk *Pinguinus impennis* from The Netherlands. – *Ardea* 108: 5-19.
- Langeveld, B.W., 2020c. Quaternary bird remains from the southern North Sea. – *Cainozoic Research* 20: 209-227.
- Langeveld, B. & D. Mol, 2021. Maasvlakte 2 en de Zandmotor als fossielvindplaatsen. – *Gea* 54: 41-53.
- Langeveld, B. & F. Dieleman, 2012. Een fossiel van de woelrat *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) op het strand van Noordwijk (Zuid-Holland). – *Cranium* 29 (1): 10-12.
- Langeveld, B. & P. Verhoeff, 2021. Een fossiel van een eend van het strand van Den Helder. – *De Steenloper* 187: 6-8.
- Langeveld, B., A. Cardol, B. Nieland & H. Mulder, 2021. Vogelvondsten uit het Laet Pleistoceen en Holoceen van Dishoek en het Banjaardstrand uit zandsuppleties van de Steenbanken. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 42 (3): 91-104.
- Langeveld, B., E. van der Niet & M.C. Cadée, 2013. Van de zeebodem naar het strand: vondsten uit de strandsuppletie Noordwijk juni 2013. – *Het Zeepaard* 73: 167-182.
- Livezey, B.C., 1988. Morphometrics of flightlessness in the Alcidae. – *The Auk* 105: 681-698.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2015. Beleidsnota Noordzee 2016-2021. – Bijlage 2 bij het Nationaal Waterplan 2016-2021.
- Mol, D., J. de Vos, R. Bakker, B. van Geel, J. Glimmerveen, H. van der Plicht & K. Post, 2008. Kleine encyclopedie van het leven in het Pleistoceen - Mamoeten, neushoorns en andere dieren van de 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.
- Olsen, S.J., 1979. Osteology for the Archaeologist. North American Birds: Postcranial Skeletons. – Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 56: 91-186.
- Owen, R., 1866. Description of the skeleton of the Great Auk, or Garfowl (*Alca impennis* L.). – *Transactions of the Zoological Society of London* 5: 317-335.
- Passchier, J., 2002. Bijzondere vondsten. Een linker sprongbeen van een grottenleeuw (*Panthera spelaea*). – *Cranium* 19 (2): 161-163.
- Proos, R., 2000. Zuid-Holland. – *Holland* 32: 337-412.
- Reehorst, L., 2017. Botten van het strand van IJmuiden, Noord-Holland. Wat je gedurende anderhalf jaar zoeken kan vinden! – *Cranium* 34 (1): 92-96.
- Rijkswaterstaat, 2019. Meer zand voor Katwijk aan Zee. – Flyer ZD0419VH2248, april 2019.
- Schoemaker, M., 2021. Een sperweruil *Surnia ulula* (Linnaeus, 1758) van de Zandmotor. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 42 (1): 22-25.
- Serjeantson, D., 2009. Birds. – Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge University Press.
- Slieker, F.J.A., H. van der Es, R. Andeweg & B.W. Langeveld, 2020. Natural History Museum Rotterdam - Specimens. Version 1.21. Natural History Museum Rotterdam. Occurrence dataset. – <https://doi.org/10.15468/kwqaay> (geraadpleegd via GBIF.org op 27-6-2021).
- Sluijter, M., 2018. Kuifaalscholver *Phalacrocorax aristotelis*. In: Sovon Vogelonderzoek Nederland. Vogelatlas van Nederland. – Kosmos Uitgevers, Utrecht/Antwerpen: 190.
- Smith, N.A., 2011. Taxonomic revision and phylogenetic analysis of the flightless Mancallinae (Aves, Pan-Alcidae). – *Zookeys* 91: 1-116.
- Smith, N.A. & J.A. Clarke, 2011. An alphataxonomic revision of extinct and extant Razor Bills (Aves, Alcidae):

- A combined morphometric and phylogenetic approach. – Ornithological Monographs 72: 1-61.
- Soldaat, E., 2012. Skeletonderdelen van zeevogels (5): poten en bekken. – Sula 25: 89-97.
- 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.
- Stewart, J.R., 2004. Wetland birds in the recent fossil record of Britain and northwest Europe. – British Birds 97: 33-43.
- Stewart, J.R., 2010. The bird remains from the West Runton Freshwater Bed, Norfolk, England. – Quaternary International 228: 72-90.
- Stidham, Th.A. & N.A. Smith, 2015. An ameghinornithid-like bird (Aves, Cariamae, ?Ameghinornithidae) from the early Oligocene of Egypt. – Palaeontologia Electronica 18.1.5A: 1-8.
- Thomas, D.B., G. Annan, M.J. Rayner & R.P. Scofield, 2019. Fauna Toolkit: Bird bones. Bones from living and extinct bird species. Auckland, New Zealand. – <https://www.faanatoolkit.com/Bones/Pinguinus-impennis-right-tibiotarsus> (geraadpleegd 27-6-2021).
- Thomas, R., P. Sadler & J. Cooper, 2016. Developmental Osteology of Cross-bred Red Junglefowl (*Gallus gallus* L. 1758) and the Implications for Ageing Chickens from Archaeological Sites. – International Journal of Osteoarchaeology 26: 176-188.
- TNO-GDN, 2021. Formatie van Kreftenheye. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO - Geologische Dienst Nederland. – <http://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-kreftenheye> (geraadpleegd 2-8-2021).
- Tomek, T. & Z.M. Bocheński, 2009. A key for the identification of domestic bird bones in Europe: Galliformes and Columbiformes. – Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Krakow.
- Twigt, A., 2020. Uitgestorven zeevogel bezoekt Katwijk! – De Duinstag, Vogelclub Katwijk, jaaroverzicht 2019: 18.
- Twigt, A. & B. Langeveld, 2019. Een Katwijkse Reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758). – De Strandloper 51 (4): 22-23.
- Tyrberg, T., 1991. Arctic, Montane and Steppe birds as Glacial relicts in the West Palearctic. – Ornithologische Verhandlungen 25: 29-49.
- Van den Broek, J., 2006. Strandvondsten. Over de natuur van zee, strand en duin. Tweede, verbeterde druk. – Veen Magazines, Diemen.
- Van den Hoek Ostende, L.W. & T. Langeveld, 2007. Fossiele carnivoren van het strand van Noordwijk. – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 28 (1): 8-9.
- Van der Helm, J., D. Groenendijk & R. Slaterus, 2020. Vogels van de pier. – Noordboek Natuur, Uitgeverij Noordboek.
- 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 Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 32 (3): 51-53.
- Van Ommering, G., G. van der Bent & R. van Rossum (red.), 2017. Bijzonder Berkheide. – Werkgroep Berkheide/Stichting Berkheide.
- Von den Driesch, A., 1976. A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. – Peabody Museum Bulletin 1: 1-137.
- Walker, C.A., G.M. Wragg & C.J.O. Harrison, 1990. A new shearwater from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the evolution of certain *Puffinus* shearwaters. – Historical Biology 3: 203-224.
- Watanabe, J., 2018. Ontogeny of macroscopic morphology of limb bones in modern aquatic birds and their implications for ontogenetic ageing. In: C. Acosta Hospitaleche, F.L. Agnolin, N. Haidr, J.I. Noriega & C.P. Tambussi (red.). Paleontología y Evolución las Aves. – Contribuciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia 7: 183-220.
- Watanabe, J. & H. Matsuoka, 2013. Ontogenetic change of morphology and surface texture of long bones in the Gray Heron (*Ardea cinerea*, Ardeidae). In: U.B. Göhlich & A. Kroh (red.). Paleornithological Research 2013 – Proceedings of the 8th International Meeting of the Society of Avian Paleontology and Evolution: 279-306.
- Woelfle, E., 1967. Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen des postcranialen Skelettes in Mitteleuropa vorkommender Enten, Halbgänse und Säger. – Proefschrift Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Wójcik, J.D., 2002. The comparative osteology of the humerus in European thrushes (Aves: *Turdus*) including a comparison with other similarly sized genera of passerine birds - preliminary results. – Acta zoologica cracoviensia 45 (special issue): 369-381.

¹Bram Langeveld, Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Westzeedijk 345, 3015 AA Rotterdam, e-mail: langeveld@hetnatuurhistorisch.nl

²Arie Twigt, e-mail: arietwigt4@gmail.com



SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN EEN VOGELSKOLET

- 1 cranium (schedel)
- 2 vertebra cervicalis (halswervel)
- 3 furcula (vorkbeen)
- 4 coracoid (ravenbeksbeen)
- 5 costa (rib)
- 6 sternum (borstbeen)
- 7 patella (knieschijf)
- 8 tarsometatarsus (voetbeen)
- 9 phalanx (teenkootje)
- 10 tibiotarsus (scheenbeen)
- 11 femur (dijbeen)
- 12 vertebra caudalis (staartwervel)
- 13 synsacrum (heiligbeen)
- 14 pelvis (bekken)
- 15 vertebra thoracalis (borstwervel)
- 16 scapula (schouderblad)
- 17 humerus (opperarmbeen)
- 18 radius (spaakbeen)
- 19 ulna (ellepijp)
- 20 carpometacarpus (handbeen)
- 21 phalanx (vingerkootje)

Bewerkt naar BIODAC/Mario Modesto (CC BY 2.5)

Aangeboden

De redacteur van Afzettingen biedt de leden van de WTKG de volgende kopie aan:

Bryozoans as substratum of fossil fistulose Foraminifera (Fam. Polymorphinidae)

Krystyna Pożaryska en Ehrhard Voigt, 1985
Lethaia 18: 155-165.
9 figuren.

Vraagprijs:
geheel gratis dus zonder
tegenprestatie
(verzendingkosten
indien van
toepassing)

Belangstellenden
kunnen mailen naar:
afzettingen@wtkg.org



Een zeldzame *Otodus obliquus* Agassiz, 1843 uit een zandsuppletie op het strand van Dishoek (Walcheren, Nederland)

Johan Vellekoop¹ en Michiel Bil²

Abstract

In this contribution, we describe a tooth of *Otodus obliquus* Agassiz, 1843, found in sand supplementation material on the beach of Dishoek, Walcheren (The Netherlands). Even though this species has a broad distribution in Paleocene and early Eocene successions in Western Europe, in the Netherlands it was thus far only known to occur reworked in younger strata in the subsurface of the northern part of the country, and has never been described from sand supplementation material. The described specimen was found in material dredged up from the Middeldiep, a trough in the Zeeuwse Banken area. The associated mollusk fauna suggests that the material is derived from the mid-Pleistocene to early Holocene Kreftenheye Formation, in which the described early Eocene tooth likely occurred as reworked. Potentially, it was originally derived from the early Eocene Tielt Formation, outcropping to the south of Brugge, Belgium, and transported by local rivers to the Zeeuwse Banken area during the Pleistocene. Alternatively, flint and chalk material present in the sand supplementation material suggests that the described specimen could also be originated across the North Sea, derived from the early Eocene Harwich and London Clay deposits exposed in Kent and Essex (England) and transported eastwards by the paleo-Thames.

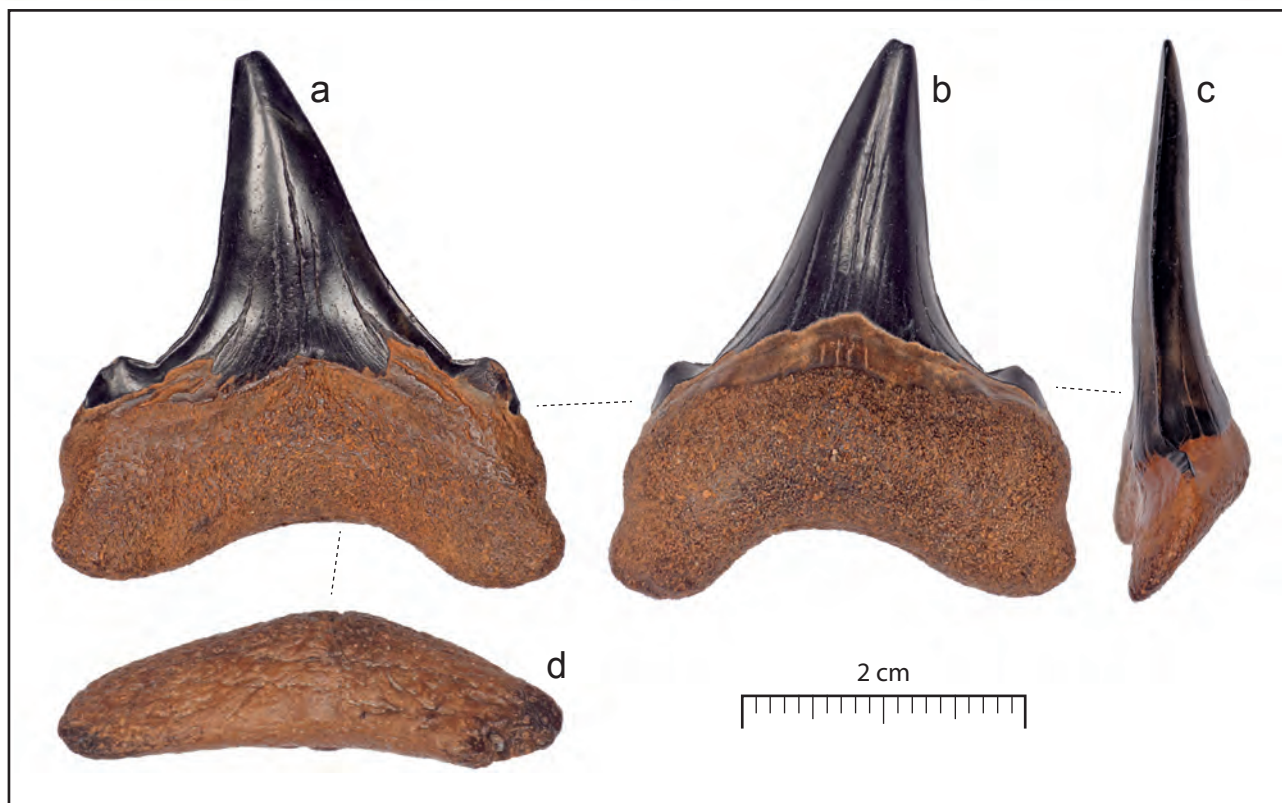
Introductie

In paleontologisch onderzoek hecht men over het algemeen veel waarde aan stratigrafische context. Zonder deze context blijft de precieze ouderdom van een fossiel vaak onzeker, waardoor een vondst bijvoorbeeld lastig in een evolutionair of ecologisch kader te plaatsen valt. In een land als Nederland, overwegend gekenmerkt door dikke holocene sedimentpakketten, wordt een groot deel van de fossielen echter juist uit zijn stratigrafische context gevonden, bijvoorbeeld in zandsuppletie-materiaal. Denk maar aan de overvloed aan materiaal van opgespoten locaties als de Maasvlakte en de Zandmotor (Den Ouden, 2014; Van Ginkel *et al.*, 2014; Kuitems *et al.*, 2015; Mol & Langeveld, 2018). De talloze wetenschappelijke publicaties over de paleontologische rijkdommen van deze locaties (Mol *et al.*, 2018; Reumer *et al.*, 2018; Schouten, 2019; Van Geel *et al.*, 2019; Langeveld, 2020) tonen aan dat ook *ex situ* materiaal een waardevolle bijdrage kan leveren aan onze inzichten in lang verdwenen flora en fauna (Post, 2016). Omdat het brongebied van de zandsuppletie vaak bekend is, zijn de paleontologische vondsten met gedegen onderzoek enigszins in stratigrafische context te plaatsen (Kuitems & Van Kolfschoten, 2014).

Dit geldt ook voor andere zandsuppleties langs de Nederlandse kusten, die ook een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan de paleontologische kennis van Nederland. Denk maar aan de uitgebreide records van kleine zoogdieren uit verschillende zandsuppleties (Dieleman, 2010; 2013), of de vondst van een deel van de walviszeepok *Cryptolepas rhachianecti* uit de zandsuppleties in 2016 op het strand van Zoutelande (Bosselaers & Collareta, 2016). In deze bijdrage bespreken wij een andere vondst uit die laatstgenoemde zandsuppletie, ditmaal op het strand van Dishoek (Walcheren, Nederland).

Op 31 januari 2021 melde Michiel Bil een ongewone haai-entand op het forum van Paleontica (forum.paleontica.org). Het exemplaar was op 19 december 2020 door zijn vrouw gevonden op het strand van Dishoek (plaat 1). De algemene vorm en de aanwezigheid van een hals, een groeve zonder emailachtige laag op de grens tussen kroon en wortel (de zogenaamde neck/bourlette/bourlet, zie Bor, 2013), duidt op een tand uit de Otodontidae, meer bepaald in de evolutionaire lijn van het genus *Otodus*, waartoe ook de welbekende *Otodus megalodon* (Agassiz in Charlesworth, 1837) behoort. De tand is afkomstig uit het materiaal van de zandsuppletie van 2016 langs de westkust van Walcheren (Vlissingen t/m Zoutelande), en heeft donkerbruine kroon en een opvallend bruinrode wortel, een ongebruikelijke kleur en bewaring voor fossiele haai-entanden van de Nederlandse stranden. Verschillende soorten binnen de Otodontidae worden met regelmaat gevonden in Nederlandse en Belgische afzettingen en zandsuppletie-materiaal, waaronder de miocene *Otodus megalodon* (bv. Walrecht, 1951; Buntsma, 1995; Langeveld, 2015; Hoedemakers & Dufraing, 2015; Everaert *et al.*, 2019) evenals de eocene *Otodus auriculatus* (Blainville, 1818) (bv. de Meijer, 1973; Souverein & Stoel, 1995; Van der Brugghen, 2004). Ook in de fossielendatabase van www.paleontica.org staan verscheidene prachtige exemplaren, bijvoorbeeld van bekende vindplaatsen als Egem, Balegem en Steendorp en van de stranden van Cadzand-Bad en Knokke. De hier besproken haai-entand onderscheidt zich echter van deze andere vondsten door de afwezigheid van een gekartelde snijrand, de zogenaamde 'serraties'. Dit duidt op een vroege soort uit de evolutionaire lijn van *Otodus*.

De evolutionaire ontwikkeling binnen dit genus wordt uitgebreid beschreven in de studies van Bourdon *et al.* (2000), King *et al.* (2013) en Diedrich (2013). De vroegste soort in de evolutionaire lijn is *Otodus obliquus* Agassiz, 1843, gekenmerkt door de typische *Otodus* vorm, brede tanden met laterale bijspitsen en de aanwezigheid van een hals, maar

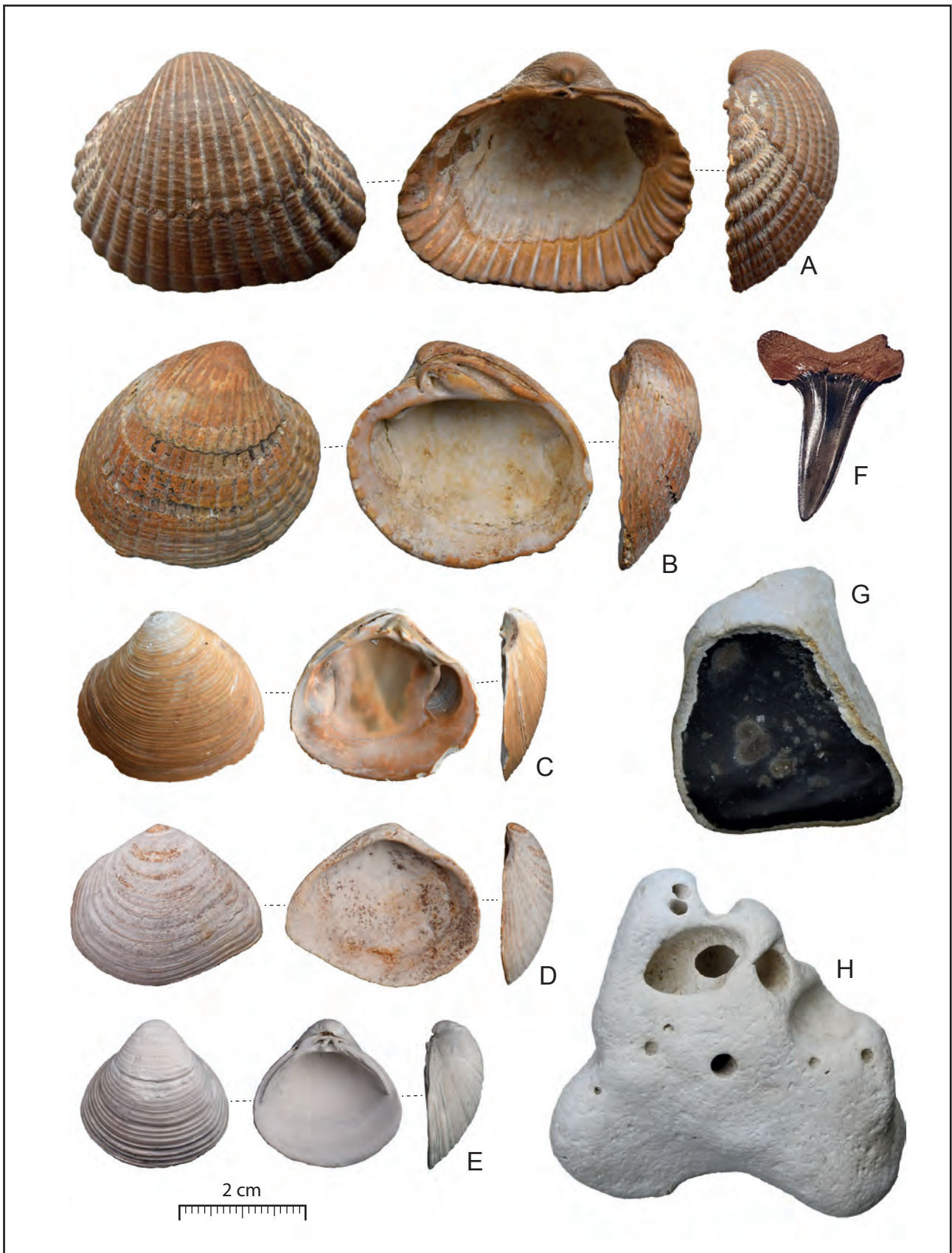


Plaat 1. *Otodus obliquus* Agassiz, 1843, DH2020-01-VLOED, van het zandsuppletie-materiaal van Dishoek, Walcheren, collectie Michiel Bil. a. labiale zijde; b. linguale zijde; c. distale zijde; d. onderzijde.

met een snijrand volledig zonder kartels. Deze vorm komt voor van het Thanetien (Paleoceen) tot het Midden Ypresien (Eoceen; Malyshkina & Ward, 2016), en komt onder andere veelvuldig voor in de fosfaatafzettingen in Marokko (Biton-Porsmoguer, 2017). Vanaf het Vroeg Ypresien (Eoceen) verschijnen de eerste vormen met kartels in de snijrand. De vroegste hiervan heeft slechts vage, onregelmatige kartels, vooral onderaan de kroon (Bourdon *et al.*, 2000). Deze vorm wordt veelal als een ondersoort van *Otodus obliquus* gezien, *Otodus obliquus mugodzharicus* Zhelezko, 1999, onder ander beschreven uit Vroeg- en Midden Ypresien van de Harwich en London Clay Formaties in Engeland (Smith *et al.*, 1999; Rayner *et al.*, 2009) en de Tolagaysor Formatie in noordwest Kazachstan (Bourdon *et al.*, 2000). In veel gevallen lijken de kartelingen eerder min of meer regelmatige golven in de snijrand te zijn, in plaats van echte kartels (Rayner *et al.*, 2009). De eerste soort met onregelmatige kartels over de gehele snijrand is *Otodus aksuaticus* (Menner, 1928), een soort die wijdverspreid voorkomt in het Vroeg tot Midden Ypresien (Bourdon *et al.*, 2000; King *et al.*, 2013; Malyshkina & Ward, 2016). In het verleden stond deze soort ook wel bekend onder de naam *Otodus subserratus*, maar deze taxonomische combinatie van namen wordt tegenwoordig als niet legitiem beschouwd (Bourdon *et al.*, 2000). Vanaf het Midden Ypresien komt ook de eerste soort voor met duidelijke, relatief grote kartels over de gehele snijrand, *Otodus auriculatus* (Blainvil-

le, 1818). Deze soort is onder andere bekend uit de groeve van Balegem (België). Door sommige auteurs (Boessenecker, 2016; Perez *et al.*, 2019) worden de soorten binnen de Otodontidae met duidelijke kartels in een ander geslacht geplaatst, aangezien deze gekartelde vormen makkelijk te onderscheiden zouden zijn van *Otodus obliquus* Agassiz, 1843. Er wordt hier veelal gekozen voor het geslacht *Carcharocles* voor de gekartelde vormen die hieruit zijn ontstaan (*C. auriculatus* tot en met *C. megalodon*). Bourdon *et al.* (2000) en Capetta (2012) beargumenteerden echter dat de aan- of afwezigheid van kartels (serrations) alleen niet voldoende is om soorten in aparte geslachten in te delen, zeker gezien het voorkomen van duidelijke tussenvormen, met een zeer beperkte kartelingen, zoals *Otodus obliquus mugodzharicus* Zhelezko, 1999 en *Otodus aksuaticus* (Menner, 1928). Wij volgen deze redenatie, en gebruiken het geslacht *Otodus* voor het gehele *obliquus-megalodon* anagenetische evolutielijn (Capetta, 2012; Shimada *et al.* 2017).

Aangezien de tand gevonden op het strand van Dishoek relatief goed bewaarde snijranden heeft, zeker onderaan de kroon, zonder enig spoor van karteling, zijn de latere soorten, met onregelmatige karteling over de gehele snijrand, zoals *Otodus aksuaticus* (Menner, 1928) en *Otodus auriculatus* (Blainville, 1818), zeker uit te sluiten. Wij komen tot de conclusie dit exemplaar toe te schrijven is aan de vroegste vorm in de evolutionaire lijn, *Otodus obliquus*. Er be-



Plaat 2. Geassocieerde vondsten in het zandsuppletie-materiaal van Dishoek, Walcheren.

A. *Cerastoderma edule* (Linné, 1758) forma major, NL1600; **B.** *Venericor planicosta* (Lamarck, 1801), NL6018; **C.** *Tridonta borealis* (Schumacher, 1817), NL3299; **D.** *Macoma balthica* (Linné, 1758), NL6022, **E.** *Corbicula* cf. *fluminalis* (Müller, 1774), NL6021; **F.** *Striatolamia macrota* Agassiz, 1843; **G.** niet-verrolde vuursteenknol; **H.** schrijfkrijt met sporen van borende organismen.
A, B, C, D, E, G en H: collectie Johan Vellekoop, F: collectie Michael Danielse.

staat een kans dat het om de ondersoort *Otodus obliquus mugodzharcicus* Zhelezko, 1999 gaat, waar bij het verrollen eventuele vage kartels afgesleten zouden zijn. Toch zou je dan juist onderaan de kroon ook nog sporen zou verwachten. Om deze reden gaan wij uit van *Otodus obliquus* Agassiz, 1843, zonder enige karteling. Daarmee is dit een bijzondere vondst, want in Nederland is deze soort tot op heden alleen beschreven uit het basisgrind van het Laagpakket van Ratum, in de N.A.M. boring 'De Wijk 19', vlak bij Meppel (Drenthe), waar de soort herwerkt uit het Laagpakket van Ieper van de Formatie van Dongen voorkomt (Van den Bosch, 1980). In geen van de zandsuppleties langs de Nederlandse kusten wordt deze soort beschreven, ondanks dat verschillende van deze suppleties toch relatief veel eocene materiaal bevatten (Janse, 2010). Van *Otodus obliquus mugodzharcicus* Zhelezko, 1999 zijn ons zelfs geen eerdere beschrijvingen uit Nederland bekend.

Systematische paleontologie

Klasse : Chondrichthyes Huxley, 1880.

Subklasse : Elasmobranchii Bonaparte, 1838.

Superorde : Galeomorphii Compagno, 1973.

Orde : Lamniformes Berg, 1937.

Familie : Otodontidae Glickman, 1964.

Genus : *Otodus* Agassiz 1843.

Type-soort : *Otodus obliquus* Agassiz, 1843 uit het Ypresien van England.

Otodus obliquus Agassiz, 1843 (plaat 1, a-d).

MATERIAAL

- 1 tand (DH2020-01-VLOED)

AFMETINGEN

- hoogte 34 mm; dikte (wortel) 12 mm; breedte 32 mm.

VINDPLAATS:

- zandsuppletie-materiaal op het strand van Dishoek, Walcheren, Nederland.

STRATIGRAFIE

- onbekend, *ex situ*.

BESCHRIJVING

Grote, onderkaakse, laterale tand met complete kroon, beide bijspitsen en een complete wortel. De kroon heeft een afgesleten top en is driehoekig met een brede kroonbasis en mesiale snijrand zonder karteling. De relatief lage bijspitsen zijn door middel van een lage brug verbonden met de kroon. De bijspitsen zijn convex aan beide zijden, hebben een gegolfde snijrand, en zijn allebei beschadigd. De labiale zijde van de kroon is relatief plat, de linguale zijde is convex. De grens tussen de wortel en kroon aan de labiale zijde is v-vormig. Op de grens tussen wortel en kroon aan de linguale zijde is een hals (neck/bourlette/bourlet) aanwezig. De wortel is robuust, met ronde lobben en een boogvormige basis. Aan de linguale zijde is een enkel, klein nutrient-foramen aanwezig. De tand toont sporen van transport. Aan de labiale zijde ontbreekt het tandglazuur (enameloid) onderaan de kroon. Beide zijden van de kroon worden gekenmerkt door parallelle scheuren.

DISCUSSIE

Een belangrijke vraag die open blijft staan, is wat de originele stratigrafische oorsprong van de gevonden haaiantand is. Hoewel de vroege evolutionaire vormen van de evolutionaire lijn van *Otodus*, te weten *Otodus obliquus* Agassiz, 1843 en *Otodus obliquus mugodzharcicus* Zhelezko, 1999, niet algemeen bekend zijn uit de Nederlandse ondergrond, komen deze vormen wereldwijd verspreid voor in de omliggende landen, in afzettingen van het Thanetien en Ypresien van bijvoorbeeld België (Smith *et al.*, 1999; Iserbyt & De Schutter, 2012), England (Smith *et al.*, 1999; Rayner *et al.*, 2009), Frankrijk (Dutheil *et al.*, 2006), Duitsland (Diedrich, 2013) en Denemarken (Carlsen & Cuny, 2014). De oorsprong van de hier besproken tand zal echter vooral in of rond het zuidelijke Noordzeegebied moeten gevonden worden.

De zandsuppletie van 2016 te Dishoek

De tand is in 2020 gevonden tussen zandsuppletie-materiaal op het strand van Dishoek, dat is opgespoten in 2016 tussen Vlissingen en Zoutelande. Het opgespoten materiaal ter plaatste is rijk aan *Cerastoderma edule* (Linné, 1758), *Spisula elliptica* (Brown, 1827), *Spisula subtruncata* (Da Costa, 1778), *Spisula solida* (Linné, 1758) en *Macoma balthica* (Linné, 1758), maar bevat ook relatief veel fossiele schelpen, waaronder de laat-pleistocene tot vroeg-holocene *Cerastoderma edule* (Linné, 1758) forma major, de pleistocene *Corbicula cf. fluminalis* (Müller, 1774) en *Tridonta borealis* (Schumacher, 1817) en de eocene *Venericor planicosta* (Lamarck, 1801), ook wel bekend als de zwinkokkel (plaat 2, A-E). De algemeen voorkomende exemplaren van *Tridonta borealis* (Schumacher, 1817) ogen relatief recent en hebben kenmerkende ronde vormen, veroorzaakt door beschadigingen en infecties met borende wormen (*Polydora*) aan de achterzijde (Moerdijk *et al.*, 2010), zoals deze ook veelvuldig voorkomen in het suppletiezand uit de Eurogeul, gebruikt op de Maasvlakte. Veel van de mollusken uit het zandsuppletie-materiaal van Dishoek hebben een opvallende roodbruine verkleuring. Er komen regelmatig fossiele resten van vertebraten voor in het materiaal, waaronder zoogdierbotten, vissenwervels en vogelresten (bv. Langeveld, 2020). Ook haaiantanden komen voor, al zijn de meeste daarvan zwartgekleurd, en lijken een andere bewaring te hebben als het hier besproken exemplaar. Tot op heden is ons uit het zandsuppletie-materiaal van 2016 slechts een andere vondst bekend van een determineerbare haaiantand met een vergelijkbare kleur en bewaring als de hier beschreven *Otodus*, een bovenkaakste laterale tand (UL1) van *Striatolamia macrotia* Agassiz, 1843, met een roodbruine wortel en een donkerbruin-grijze kroon (plaat 2, F). Hiernaast zijn er ook redelijk veel archeologische vondsten bekend uit het materiaal, waarbij vondsten uit de oude steentijd (Paleolithicum) sterk zijn vertegenwoordigd (Jongepier & Bil, 2021). Het opgespoten zand bevat verder opvallend veel stenen, voornamelijk vuurstenen en stukken schrijfkrijt (plaat 2, G en H). Vuursteen komt zowel voor als afgerolde bollen en als nauwe-

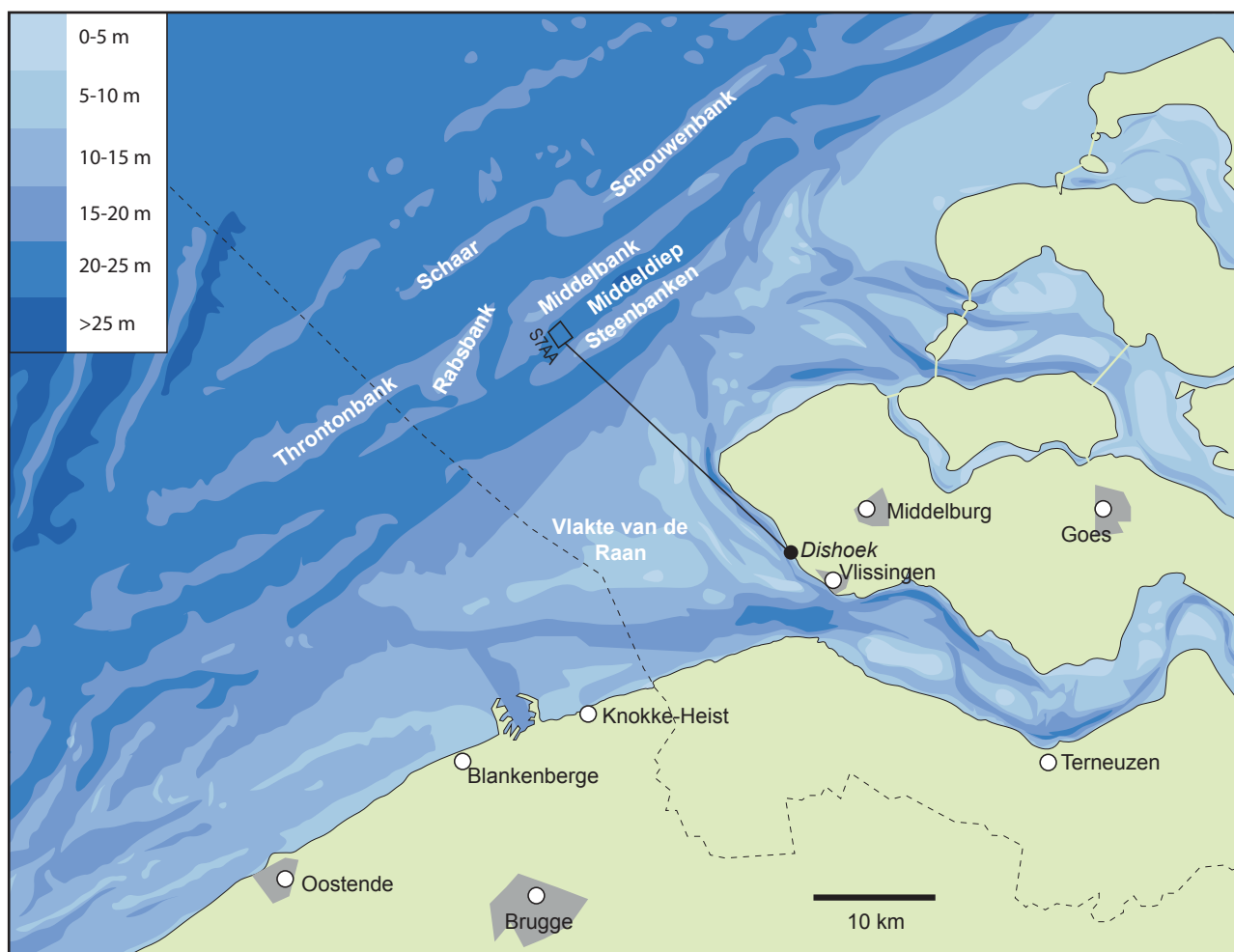


Fig. 1. Bathymetrie van de monding van de Westerschelde en het gebied van de Zeeuwse Banken. Vak S7AA, het brongebied van de zandsuppletie bij Dishoek in 2016 is aangegeven.

lijks verweerde knollen, vaak nog omringt door resten van schrijfkrijt. Hoewel vuurstenen van oudsher behoren tot een van de meest voorkomende steensoorten op de Nederlandse stranden (Van Straaten, 1991), zijn dergelijke niet-verrolde stukken vuursteen en brokken zacht schrijfkrijt toch aanzienlijk minder algemeen voor strandmateriaal. Inmiddels hebben nieuwe zandsuppleties in de zomer en herfst van 2021 het zandsuppletie-materiaal van 2016 grotendeels bedekt, ditmaal hoofdzakelijk met fossielarm zand.

De algemene samenstelling en verkleuring van de molusken in het materiaal van de zandsuppletie van 2016 bij Dishoek doet sterk denken aan het zandsuppletie-materiaal dat al sinds de jaren 90 wordt gewonnen van de Steenbanken (Cleveringa *et al.*, 2012). Het typische Steenbanken materiaal, onder andere beschreven door Rijken (1996) en Wetsteyn (2002; 2004), staat bekend om zijn roodbruine verkleuring, veroorzaakt door neerslag van ijzeroxide in de schelpkalk, en grote hoeveelheden kokkels (*Cerastoderma edule* (Linné, 1758)) en strandschelpen (*Spisula elliptica* (Brown, 1827), *Spisula subtruncata* (Da Costa, 1778)

en *Spisula solida* (Linné, 1758)). Volgens Raad en Simons (1993) is veel van het verweerde materiaal van de Steenbanken van holocene oorsprong, maar verspoelde fossielen van oudere datum kunnen eveneens aangetroffen worden (Wetsteyn, 2002). Navragen bij Rijkswaterstaat leert dat de zandsuppletie die op het strand van Dishoek heeft plaatsgevonden in 2016 niet afkomstig is van de Steenbanken, maar uit vak S7AA, een strook zeebodem in de geul tussen de Steenbanken en de Middelbank, het zogenaamde Middeldiep (fig. 1). Waar in verleden (in ieder geval tot 2011) voornamelijk van de toppen van de Zeeuwse Banken werd gewonnen, vanwege de beperktere ecologische impact (Cleveringa *et al.*, 2012; Wijsman *et al.*, 2014), wordt er toch steeds meer in de geulen gewonnen. Wellicht poogt men meer gelijkmatige winning toe te passen (toppen, dalen, flanken) over het hele gebied, om het reliëf van de banken zo veel mogelijk te behouden.

Herwerkt Eoceen

In het westelijke deel van de Zeeuwse Banken, met name de Throntonbak, de Rabsebank en de Middelbank, is het midden-holocene Buitenbanken Laagpakket van de Southern

Bight Formatie aanwezig (Ebbing *et al.*, 1992). Dit laagpakket, bestaande uit matig fijn tot zeer grof zand, plaatselijk grindhoudend, wordt over het algemeen geïnterpreteerd als omgewerkte pleistocene afzettingen en bevat een ingespoelde molluskenfauna met laat-pleistocene zout- en zoetwatersoorten en vroeg-pleistocene zoutwatersoorten (Ebbing *et al.*, 1992). Mogelijk is een deel van het opgespoten fossiel materiaal dus afkomstig uit deze formatie. Rond de Steenbanken is de dikte van de holocene sedimenten op veel plekken echter minder dan 5 meter dik (Ebbing *et al.*, 1992; Du Four *et al.*, 2006). Ook in het Middeldiep is het Buitenbanken Laagpakket slechts enkele meters dik (Ebbing *et al.*, 1992). Op plekken waar het holocene pakket zo dun is, kan lokaal fossielhoudend materiaal uit de onderliggende pre-holocene lagen spoelen, of tijdens een zandsuppletie opgezogen worden. Een groot deel van de fossielen uit de zandsuppleties uit dit gebied zullen op deze manier in het zandsuppletie-materiaal terecht zijn gekomen. Afhankelijk van de locatie in het Westerscheldegebied liggen er verschillende pre-holocene afzettingen direct onder het holocene pakket. Het gaat hoofdzakelijk om de laat-pleistocene Eem Formatie, de laat midden-pleistoecene (Laat Saalien) tot vroeg-holocene Kreftenheye Formatie en de vroeg-pleistocene Maassluis Formatie (Ebbing *et al.*, 1992; Du Four *et al.*, 2006).

Van de formaties van eocene ouderdom is alleen de boven-eocene Formatie van Zelzate ontsloten in het Nederlandse deel van het mondingsgebied van het Westerschelde, met name op de Vlakte van de Raan en tussen Cadzand-Bad en de Throntonbank (Ebbing *et al.*, 1992; Le Bot *et al.* 2005; Du Four *et al.*, 2006), dus op meer dan vijftien kilometer afstand van het Middeldiep, de oorsprongslocatie van de hier beschreven haaiëntand. Van een vroegere vorm van *Otodus* moet de oorsprong echter in oudere formaties liggen, ouder dan de laat-eocene Formatie van Zelzate. De oudere formaties van eocene ouderdom, te weten de midden-eocene Formaties van Maldegem en Aalter en vroeg-eocene Formaties van Gentbrugge, Tielt, Kortrijk en Tienen liggen echter nog verder naar het zuidwesten, in het Belgische deel van het mondingsgebied van de Westerschelde (Du Four *et al.*, 2006). Daarbovenop komt dat in het Middeldiep zelf de Formatie van Zelzate onder het meer dan tien meter pakket van de oligocene Formatie van Rupel, en meer dan vijf meter aan kwartaire afzettingen ligt (Ebbing *et al.*, 1992). Het lijkt er op dat de eocene fossielen onmogelijk rechtstreeks uit eocene afzettingen onder het Middeldiep zijn opgezogen. In plaats daarvan is het waarschijnlijker dat ze herwerkt zijn in de pleistocene afzettingen, die vervolgens bij de suppletie zijn opgezogen.

De meest wijdverspreide pleistocene afzettingen rond de Zeeuwse Banken zijn die van de Eem Formatie (Ebbing *et al.*, 1992). Deze formatie bestaat uit grijs matig fijn tot zeer grof zand, veelal kalkhoudend, met mariene schelpen en lokale schelpenlagen (TNO-GDN, 2021a). Plaatselijk wordt de basis van de Eem Formatie gekenmerkt door een

laag met fijn tot zeer grof zand met vuursteen-rijk grind en weinig tot zeer veel schelpen, grotendeels herwerkt uit onder-pleistocene lagen (Ebbing *et al.*, 1992). De afwezigheid van een klassieke Eemfauna, met soorten als *Venerupis senescens* (Cocconi, 1873), *Mimachlamys varia* (Linneé, 1758) en *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), in het zandsuppletie-materiaal van Dishoek lijkt er echter op te wijzen dat dit materiaal eerder afkomstig is van de Kreftenheye Formatie. Deze formatie is afgezet over verschillende periodes, tussen het laat Midden Pleistoecen (laat-Saalien) en het Vroeg Holoceen. Het gezamenlijk algemeen voorkomen van *Corbicula cf. fluminalis* (Müller, 1774), een fossiele zoetwatersoort die in West Europa enkel uit het Vroeg Pleistoecen en het late Midden Pleistoecen bekend is (Meijer & Preece, 2000), *Tridonta borealis* (Schumacher, 1817), een boreaal tot arctische soort die in deze contreien vooral in het Laat Eemien of het begin van Weichselien voorkwam (Janse, 1999; 2005; Wesselingh, 2013), en paleolithisch (Weichselien) archeologisch materiaal (Jongepier & Bil, 2021) in het suppletie-materiaal van Dishoek past bij het beeld dat de Kreftenheye Formatie de oorsprong van dit materiaal is.

De Kreftenheye Formatie bestaat uit fluvioglaciale, fluvioacustrine, fluviaatiele en estuarine afzettingen die zijn gevormd door vlechtend en meanderende rivieren, estuariëen en een proglaciaal meer dat onder andere bestond tijdens gedeeltes van het Saalien glaciaal (Gibbard & Cohen, 2015). De afzettingen bestaan uit geelgrijs tot grijsbruin matig tot uiterst grof zand (210-2000 µm), matig tot sterk grindhoudend. Plaatselijk komt fijn tot zeer grof grind voor in geulbodemaafzettingen, rijk aan noordelijk kristallijn materiaal en vuursteen (TNO-GDN, 2021b). Het algemene vuursteen in het zandsuppletie-materiaal van Dishoek past bij dit beeld. In de Noordzee komt de Kreftenheye Formatie in toenemende mate gefragmenteerd, voor richting het Belgische deel van de Noordzee (Cameron *et al.*, 1989). Binnen deze formatie is met name het Laagpakket van Ockenburg aanwezig in de omgeving van Zeeland. Dit laagpakket is gedateerd uit het Laat Pleistoecen (Vroeg Weichselien), wat past bij het algemeen voorkomen van meer recent ogende exemplaren van *Tridonta borealis* (Schumacher, 1817). De afzettingen bestaan uit grijs tot grijsbruin matig fijn tot uiterst grof zand (210-2000 µm), lokaal grindhoudend, kalkrijk, met een naar boven toe afnemend percentage herwerkte mariene schelpen uit oudere lagen (TNO-GDN, 2021c). In dit pakket moeten dus ook herwerkte fossielen uit oudere eocene lagen voorkomen.

Op zich is voorkomen van herwerkte eocene fossielen langs het strand van Walcheren niet ongebruikelijk (Janse, 2010; Moerdijk *et al.*, 2010). Het grootste deel van dat eocene fossiele materiaal wordt aan de midden-eocene Zanden van Aalter toegeschreven. Bekend zijn onder andere de (vaak verspoelde) exemplaren van *Venericor planicosta* (Lamarck, 1801), de zwinkokkel, die veelvuldig voorkomt op het strand van Cadzand-Bad, en de rijke eocene fauna op het

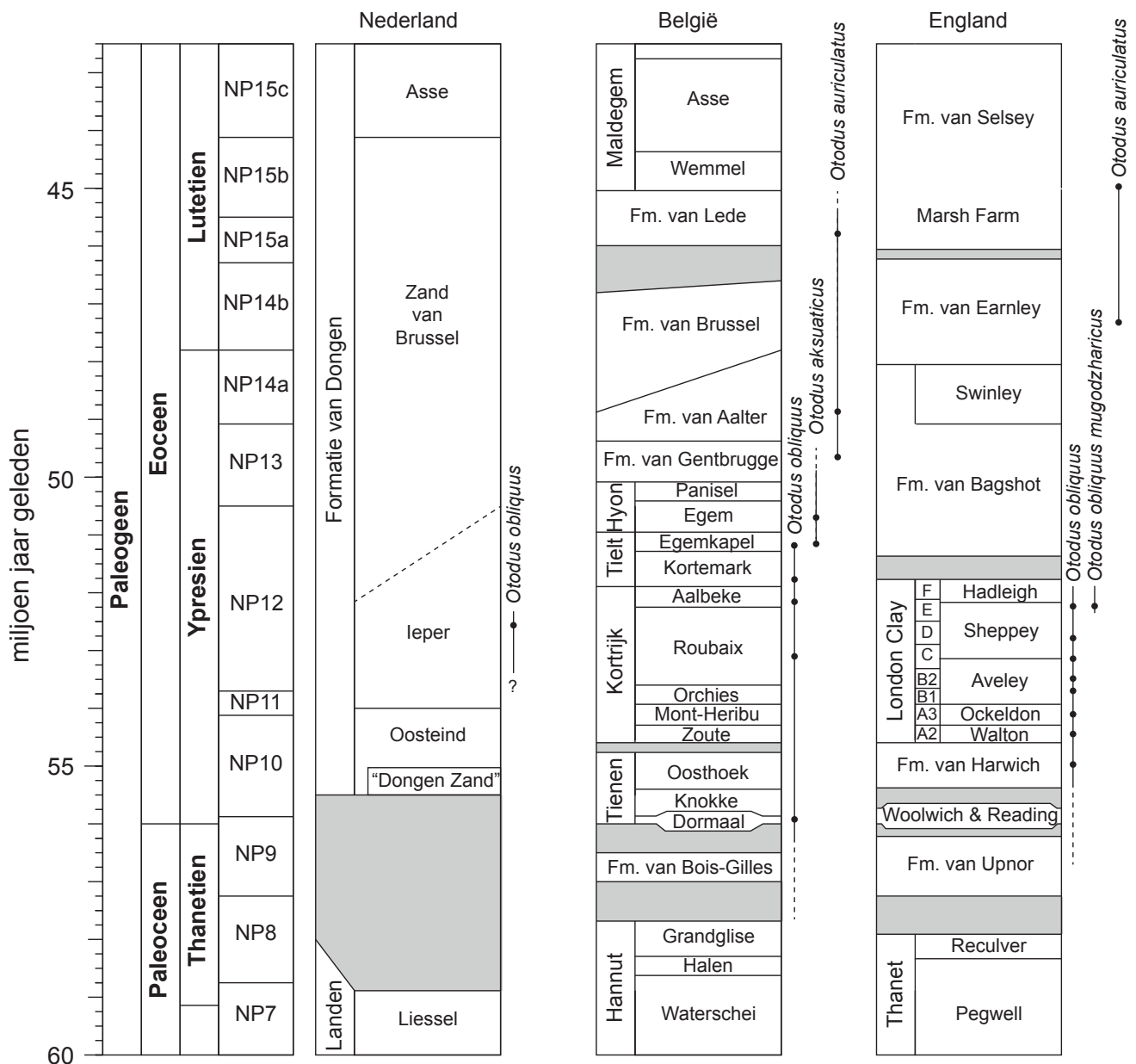


Fig. 2. Stratigrafische indeling van onder- en midden-eocene afzettingen in Nederland, België en zuidwest Engeland, op basis van King (2016) en Steurbaut et al. (2016), met daarin aangegeven de voorkomens van de vroege soorten uit de evolutionaire lijn van *Otodus* (zie tekst).

strand van Domburg (Moerdijk *et al.*, 2010). Aangenomen wordt dat deze fossielen zijn aangevoerd door riviersystemen die tijdens het Weichselien, en mogelijk ook al eerder, eocene afzettingen die in het Vlaamse achterland liggen hebben opgeruimd (Moerdijk *et al.*, 2010). Met name de voorloper van de huidige Schelde, de zogenaamde Oerschelde, schijnt veel materiaal richting het Westerscheldegebied te hebben getransporteerd. Dit riviersysteem liep echter relatief oostelijk (Kiden *et al.*, 2006; Langeveld & Janse, 2014), richting Domburg, het Roompot gebied en Ouddorp, en wordt ook verantwoordelijk gehouden voor het voorkomen van eocene mollusken op het strand van Hoek van Holland en de Zandmotor (Cadée & Wesselingh, 2009; Slupik *et al.*, 2013; Lan-

geveld & Janse, 2014). Een deel van het transport zal waarschijnlijk door anchor ice rafting hebben plaatsgevonden (Langeveld & Janse, 2014). De meer westelijke voorkomens van eocene fossielen, uit de omgeving van Cadzand-Bad, maar bijvoorbeeld ook eventuele herwerkte eocene fossielen in pleistocene afzettingen van de Zeeuwse Banken, zouden eerder door lokale rivieren en getijdgeulen zijn aangevoerd (Moerdijk *et al.*, 2010). Gezamenlijk draineerden zij vooral het achterland rond Brugge. In de omgeving van Brugge zijn vooral de midden-eocene Formaties van Maldegem en Aalter ontsloten (Jacobs *et al.*, 1993), die waarschijnlijk de voornaamste bron van zwinkokkels in het Zwingebed zijn. Deze formaties zijn echter geologisch te jong om de strati-

grafische oorsprong van de hier beschreven *Otodus obliquus* Agassiz, 1843 te zijn. Verder ten zuiden van de stad Brugge zijn echter ook de onder-eocene Formaties van Gentbrugge, Hyon en Tielt ontsloten. Uit de onder-eocene Tielt Formatie is *Otodus obliquus* Agassiz, 1843 wel beschreven (Smith *et al.*, 1999; Iserbyt & De Schutter, 2012; fig. 2). Als de tand uit het Vlaamse achterland afkomstig zou zijn, moet de oorsprong in deze afzettingen gezocht worden.

Een ver brongebied?

De opmerkelijke associatie van holocene, pleistocene en eocene fossielen samen met brokken schrijfkrijt en vuursteen, onmiskenbaar afkomstig uit Krijtafzettingen, doet echter vermoeden dat ook andere brongebieden tot de mogelijkheden behoren. Er zijn namelijk geen Krijtafzettingen ontsloten in de regio rond Brugge (Jacobs *et al.*, 1993). Zoals hierboven besproken is het in het Middeldiep opgezogen materiaal naar alle waarschijnlijkheid afkomstig uit de laat- midden-pleistocene (Laat Saalien) tot vroeg-holocene Kreftenheye Formatie (Du Four *et al.*, 2006). Een deel van deze sedimenten zal een ander brongebied hebben gehad dan het Vlaamse achterland.

Rest ons de vraag waar de brokken schrijfkrijt en niet-verolde vuursteenknollen in deze afzettingen dan wel vandaan komen. Hoewel men in de eerste instantie wellicht zal denken aan de Krijtafzettingen in Zuid-Limburg of het Mons Bekken, waarbij materiaal eventueel ook door anchor ice rafting (Langeveld & Janse, 2014) via de rivieren zou zijn getransporteerd, zijn er ook andere mogelijkheden. De Krijtafzettingen die het dichtst bij het gebied van de Zeeuwse Banken liggen zijn namelijk niet in Zuid Limburg, maar bij het nauw van Calais, aan de Franse en Engelse kanaalkust, en de regio's van Kent, Essex en Suffolk in England. Met name Kent en Essex staan ook bekend om hun... eocene afzettingen! Het proglaciaal meer dat tijdens gedeeltes van het Pleistoceen aanwezig was in de zuidelijke Noordzee en delen van Nederland (Gibbard & Cohen, 2015; Otessen *et al.*, 2018), werd gevoed door verschillende riviersystemen. Het Rijn-Maas riviersysteem vloeide in het noordoosten in het meer, het paleo-Thames riviersysteem stroomde aan de zuidwestkant in het meer (Otesen *et al.*, 2018), recht tegenover de huidige Zeeuwe Banken. Gedurende het bestaan van dit meer erodeerde de paleo-Thames de eocene- en Krijtafzettingen in het zuidwesten van Engeland, en transporteerde deze richting het Noordzeebekken, waarschijnlijk gedeeltelijk ook via anchor ice rafting, waardoor grote stukken zacht schrijfkrijt theoretisch tot voor de Zeeuwse kust getransporteerd konden worden, over een afstand van ongeveer 150 kilometer. Ook na de doorbraak van de Straat van Dover (Cohen *et al.*, 2014) ging dit proces waarschijnlijk door, waarbij ijsschotsen uit de paleo-Thames de voorloper van de huidige Noordzee overdreven. Aangezien de in Kent en Essex wijdverspreide afzettingen van de Formaties van Harwich en London Clay bekend staan om het voorkomen van vroege vormen van de *Otodus* evolutielijn, *Otodus obliquus*

Agassiz, 1843 en *Otodus obliquus mugodzharcicus* Zhelezko, 1999 (Smith *et al.*, 1999; Rayner *et al.*, 2009; fig. 2), zouden deze afzettingen ook een brongebied van de hier beschreven tand kunnen zijn. Een prikkelende gedachte.

Conclusie

In december 2020 werd op het strand van Dishoek (Walcheren) een haaiantand gevonden die kan worden toegeschreven aan *Otodus obliquus* Agassiz, 1843, de vroegste vorm in de evolutionaire lijn van *Otodus*. In Nederland was deze soort tot op heden alleen beschreven als herwerkt voorkomend in het basisgrind van het Laagpakket van Ratum. In geen van de zandsuppleties langs de Nederlandse kusten wordt deze soort beschreven, ondanks dat verschillende van deze suppleties toch relatief veel Eoceen materiaal bevatten. De vondst werd gedaan in het materiaal van een zandsuppletie in 2016, afkomstig van het Middeldiep, in het gebied van de Zeeuwse Banken. De geassocieerde mollusken-fauna suggereert dat het zandsuppletie-materiaal afkomstig is van de laat midden-pleistocene (Laat Saalien) tot vroeg-holocene Kreftenheye Formatie, waarin de eocene *Otodus* herwerkt aanwezig moet zijn geweest. Mogelijk is de tand in het Weichselien getransporteerd uit de onder-eocene Tielt Formatie, ontsloten in het Vlaamse achterland. Het vuursteen- en schrijfkrijtmateriaal aanwezig in het zandsuppletie-materiaal van Dishoek suggereert echter dat het exemplaar ook door de paleo-Thames aangevoerd kan zijn. In dat geval zou de tand afkomstig zijn uit de Formaties van Harwich en London Clay ontsloten in Kent en Essex (England).

Dankwoord

Onze dank gaat allereerst uit naar Danielle Bil, zij heeft de tand gevonden. Arjan van den Ende willen wij bedanken voor het maken van de schitterende foto's van de haaiantanden. Ook dank aan de andere zoekers/verzamelaars voor het zoeken naar vergelijkbare vondsten in hun collecties en het helpen met het determineren van de vondsten de afgelopen jaren; Andre Cardol, Lex Kattenwinkel, Michael Daniëlse en Eugenie Bogaert.

Literatuur

- Biton-Porsmoguer, S., 2017. Posible área de reproducción de *Otodus obliquus* (Lamniformes: Lamnidae) del Paleoceno en la cuenca de Ganntour (Marruecos). – Postgraduate diploma of paleontology, thesis. AMU - Aix Marseille Université, Frankrijk, 11 p.
- Boessenecker, R.W. (2016) First record of the megatoothed shark *Carcharocles megalodon* from the Mio-Pliocene Purisima Formation of northern California. – *PaleoBios*, 33: 1–7.
- Bor, T., 2013. Terminologie en determinatie van haaien- en roggentanden. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 34 (4): 116-137.
- Bosselaers, M. & A. Collareta, 2016. The whale barnacle *Cryptolepas rhachianecti* (Cirripedia: Coronulidae), a phoront of the grey whale *Eschrichtius robustus* (Cetacea: Eschrichtiidae), from a sandy beach in

- The Netherlands. – *Zootaxa* 4154 (3): 331-338. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4154.3.8>
- Bourdon, J., D. Ward & G. Grimsley, 2000. The development of serrations on *Otodus* (Agassiz 1843) (Selachii: Otodontidae) teeth during the Early Eocene - The transition from *Otodus obliquus* (Agassiz, 1843) to *Carcharocles auriculatus* (Blainville, 1818). – http://www.elasmo.com/genera/slides/o_lineage/o_segue.html (geraadpleegd op 11-10-2021).
- Buntsma, T., 1995. Tertiaire fossielen uit Nieuwvliet-Bad (Zeeuws-Vlaanderen). – *GEA* 28 (3): 91-93.
- Cadée, G.C. & F.P. Wesselingh, 2009. Van levend schelpdier naar fossiele schelp: tafonomie van Nederlandse strandshellpen. – *Spirula* 343 (1): 36-52.
- Cameron, T.D.J., R.T.E. Schüttenhelm & C. Laban, 1989. Middle and Upper Pleistocene and Holocene stratigraphy in the southern North Sea between 52° and 54° N, 2° to 4° E. In: *The Quaternary and Tertiary geology of the Southern Bight, North Sea.* (red.:) Henriët, J.P. & G. De Moor, Brussels. – Belgian Geological Survey: 119-135.
- Cappetta, H., 2012. *Handbook of palaeoichthyology. Chondrichthyes. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: teeth.* Volume 3E. Munich (Verlag Dr. Friedrich Pfeil). 512 p.
- Casier, E., 1950. Contributions a l'étude des Poissons fossiles de la Belgique. IX. La faune des formations dites "paniséliennes". – *Mededelingen van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen* 26 (42): 1-52.
- Carlsen, A.W. & G. Cuny, 2014. A study of the sharks and rays from the Lillebælt Clay (Early-Middle Eocene) of Denmark, and their palaeoecology. – *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 62: 39-88.
- Cleveringa, J., F. van Vliet, J.H. Bersma & R.J. Jonkvorst, 2012. Zandwinning op de Zeeuwse banken, onderzoek naar effecten op ecologische en aardkundige waarden en kostenaspecten. – Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat Dienst Noordzee. 78 p.
- Cohen, K.M., P.L. Gibbard & H.J.T. Weerts, 2014. North Sea palaeogeographical reconstructions for the last 1 Ma. – *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 93 (1/2): 7-29. <https://doi.org/10.1017/njg.2014.12>
- De Meijer, P., 1973. Haaientanden en andere fossielen uit de transgressie laag aan de basis van het Ledien bij Aalst. – *GEA* 6 (1): 31-37.
- De Mulder E.F.J., M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong, 2003. *De ondergrond van Nederland.* – TNO, Delft. 380 p.
- Den Ouden, N., 2014. Maasvlakte 2: kruispunt van geologie, paleontologie en archeologie. – *Grondboor & Hamer* 4-5: 160-165.
- Diedrich, C.G., 2012. Eocene (Lutetian) Shark-Rich Coastal Paleoenvironments of the Southern North Sea Basin in Europe: Biodiversity of the Marine Fürstenau Formation Including Early White and Megatooth Sharks. – *International Journal of Oceanography*, 565326. 22 p. <http://doi.org/10.1155/2012/565326>
- Diedrich, C.G., 2013. Evolution of white and megatooth sharks, and evidence for early predation on seals, sirenians, and whales. – *Natural Science* 5 (11): 1203-1218. <http://doi.org/10.4236/ns.2013.511148>
- Dieleman, F., 2010. De Noordzee als vindplaats van kleine zoogdieren. – *Cranium* 27 (2): 43-46.
- Dieleman, F., 2013. Overzicht van strandvondsten van woelmuizen en andere kleine zoogdieren langs de Nederlandse stranden: stand van zaken 2013. – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 34 (4): 144-172.
- Du Four, I., K. Schelfaut, S. Vanheteren, T. Van Dijk & V.R.M. Van Lancker, 2006. Geologie en sedimentologie van het Westerscheldemondingsgebied, In: *Studiedag: De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald, Oostende, 13 oktober 2006* (red.: Coosen, J. et al.). – VLIZ Special Publication 35: 16-29.
- Dutheil, D.B., F. Moreau & G. De Plöeg, 2006. Les ichthyofaunes du gisement à ambre de Le Quesnoy (Paléocène et Éocène du bassin de Paris, France). – *Cossmanniana* 11 (1-4): 1-13.
- Ebbing J.H.J., C. Laban, P.J. Frantsen & H.P. Nederhof, 1992. Kaartblad Rabsbank, concessieblokken voor olie en gas S7, S8, SI 0 en SI 1 (51 °20' N.B. - 3°00' O.L.). – Rijks Geologische Dienst, Nederland.
- Everaert, S., P. De Schutter, G. Mariën, G. Cleemput, J. Van Boeckel, D. Rondelez & T. Bor, 2019. Een vroegmiocene fauna uit het Zand van Kiel (Formatie van Berchem) bij Post X in Berchem (Antwerpen). – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 40 (4): 83-100.
- Gibbard, P.L. & K.M. Cohen, 2015. Quaternary evolution of the North Sea and the English Channel. – *Proceedings of the OUGS* 1: 63-74.
- Hoedemakers, K. & L. Duffin, 2015. Elasmobranchii in de ontsluiting aan de luchthaven te Borsbeek (prov. Antwerpen, België). – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 36 (1): 12-19.
- Iserbyt, A. & P.J. De Schutter, 2012. Quantitative analysis of Elasmobranch assemblages from two successive Ypresian (early Eocene) facies at Marke, western Belgium. – *Geologica Belgica* 15 (3): 146-153
- Jacobs, P., R. Marechal, M. De Ceukelaire & E. Sevens, 1993. Toelichting bij de geologische kaart van België. Vlaams gewest. Kaartblad (13) Brugge 1:50.000. – Belgische Geologische Dienst; Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Bestuur Natuurlijke Rijkdommen en Energie. 38 p.
- Janse, A., 1999. *Tridonta borealis*, het begin.....?. – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 20 (4): 67-68.
- Janse, A., 2005. Waarnemingen van een wandelaar, ofwel stratigrafie vanaf de wal: strandsuppleties Goeree Voorne (Zuid-Holland). – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 26 (4): 59-63.
- Janse, A., 2010. Opmerkelijke vondsten. Eoceen uit de Noordzee. – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 31 (4): 95-96.
- Jongepier, H. & M.A. Bil, 2021. Vondsten uit de Noordzeebodem. – *Zuidwesterheem* (33), 105: 32-35.

- Kiden, P., 2019. De evolutie van de Beneden-Schelde in België en Zuidwest-Nederland na de laatste ijstijd. – *Belgeo Revue belge de géographie* 3, 19 p. doi:10.4000/belgeo.12025
- King, C., A. Iakovleva, E. Steurbaut, C. Heilmann-Clausen & D. Ward, 2013. The Aktulagay section, west Kazakhstan: a key site for northern mid-latitude Early Eocene stratigraphy. – *Stratigraphy* 10 (3): 1-39.
- King, C., 2016. A Revised Correlation of Tertiary Rocks in the British Isles and adjacent areas of NW Europe. – Geological Society Special Report No. 27, 719 p.
- Kuitems, M. & T. Van Kolfshoten, 2014. Het Maasvlakte 2 zandwingebied: een bron van informatie. – *Grondboor & Hamer* 4-5: 166-172.
- Kuitems, M., T. Van Kolfshoten, F. Busschers & D. De Loecker, 2015. Geoarchaeological and palaeontological research in the Maasvlakte 2 sand extraction zone and on the artificially created Maasvlakte 2 beach: a synthesis. – Faculty of Archaeology, Leiden university and TNO Geological Survey of the Netherlands: 351-398.
- Langeveld, B., 2011. Fossiele mollusken van het strand van Hoek van Holland. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 32 (4): 76-82.
- Langeveld, B., C. van Elderen & S. Mermuys, 2015. Mioceen, modder en meer: Miste 2013. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 36 (4): 94-99.
- Langeveld, B. & Janse, A., 2014. Hoe grote eocene glauconietzandstenen op Maasvlakte 2 terechtkomen. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 35 (2): 62-66.
- Langeveld, B. & D. Mol, 2019. Fossiele mollusken opgevoerd uit het Eurogeulgebied. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 40 (2): 31-39.
- Langeveld B.W. 2020. New finds, sites and radiocarbon dates of skeletal remains of the Great Auk *Pinguinus impennis* from The Netherlands. – *Ardea* 108: 5–19. <http://doi.org/10.5253/arde.v108i1.a10>
- Le Bot S., V. Van Lancker, S. Deleu, M. De Batist, J.P. Henriët & W. Haegeman, 2005. Geological characteristics and geotechnical properties of eocene and quaternary deposits on the Belgian Continental Shelf: synthesis in the context of offshore wind farming. – *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 84 (2): 147-160.
- Malyshkina, T.P. & D.J. Ward, 2016. The Turanian Basin in the Eocene: The new data on the fossil sharks and rays from the Kyzylkum Desert (Uzbekistan). – *Proceedings of the Zoological Institute RAS* 320 (1): 50–65
- Meijer, T. & R.C. Preece, 2000. A review of the occurrence of *Corbicula* in the Pleistocene of North-West Europe. – *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 79 (2/3): 241-255.
- Menner, V.V. 1928. The Palaeogene sharks of Mangyschlak, Emba and from the east of Oural. – *Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou Section, Géologique* 6 (3-4): 291-338. Moscow (origineel in Russisch).
- Moerdijk, P.W., A.W. Janssen, F.P. Wesselingh, G.A. Peeters, R. Pouwer, F.A.D. van Nieulande, A.C. Janse, L. van der Slik, T. Meijer, R. Rijken, G.C. Cadée, D. Hoeksema, G. Doeksen, A. Bastemeijer, H. Strack, M. Vervoenen & J.J. ter Poorten, 2010. De fossiele schelpen van de Nederlandse kust. – NCB Naturalis/KNNV uitgeverij. 332 p.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2018. Reconstructie van laatpleistocene en vroeg-holocene fauna's aan de hand van de Zandmotorcollectie van Henk Mulder en de eerste vondst van een phalangette van de wolharige mammoet. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 39 (4): 85-96.
- Mol, D., A. Bijkerk & J.P. Ballard, 2018. Deciduous tusks and small permanent tusks of the woolly mammoth, *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) found on beaches in The Netherlands. – *Quaternary* 1 (7): 14 p., <https://doi.org/10.3390/quat1010007>
- Perez, V.J., S.J. Godfe., B.W. Kent, R.E. Weems & J.R. Nance, 2019. The transition between *Carcharocles chubutensis* and *Carcharocles megalodon* (Otodontidae, Chondrichthyes): lateral cusplet loss through time. – *Journal of Vertebrate Paleontology* 38 (6): e1546732. <http://doi.org/10.1080/02724634.2018.1546732>
- Post, K., 2016. Ex situ zoogdierfossielen, een Nederlands erfgoed?. – *Straatgras* 28 (2): 36-37.
- Raad, H. & G. Simons, 1993. De schelpen van de zandsuppletie te Domburg. – *Het Zeepaard* 53 (2): 35-39.
- Rayner, R., T. Mitchell, M. Rayner & F. Clouter, 2009. London Clay fossils of Kent and Essex. – *Medway Fossil and Mineral Society*. 228 p.
- Reinink, A., 2015. Een uitzonderlijk geconserveerde grote astarte *Tridonta borealis* (Schumacher, 1817) van Maasvlakte 2 te midden van de gebruikelijk geconserveerde exemplaren. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 26 (3): 59-66.
- 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, Genève* (décembre 2018) 37 (2): 555-560.
- Rijken, R., 1996. De zandsuppleties van de winplaats Steenbanken 1990-'95. – *Voluta* 2 (2): 16-28.
- Schouten, S., 2019. Schildpadden gezocht: de eerste melding van een fossiele beekschildpad (*Mauremys* sp.) uit de Noordzee, gevonden op het strand van Hoek van Holland. – *Cranium* 36 (1): 44-48.
- Slupik, A.A, F.P. Wesselingh, D.F. Mayhew, A.C. Janse, F.E. Dieleman, M. van Strydonck, P. Kiden, A.W. Burger & J.W.F. Reumer, 2013. The role of a proto-Schelde River in the genesis of the southwestern Netherlands, inferred from the Quaternary successions and fossils in Moriaanshoofd Borehole (Zeeland, the Netherlands). – *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 92 (1): 69-86.
- Smith, R., T. Smith & E. Steurbaut, 1999. Les élasmo-branches de la transition Paléocène-Éocène de Dormaal (Belgique): implications biostratigraphiques et paléogéographiques. – *Bulletin de Society Géologique de France* 170 (3): 327-334.

- Souverein, R. & P.B. Stoel, 1995. Fossiele haaietanden uit het Tertiair van Cadzand. – *Grondboor en Hamer* 3/4: 51-53.
- Sturbaut, E., M. De Ceukelaire, T. Lanckacker, J. Matthijs, P. Stassen, H. Van Baelen & N. Vandenberghe, 2016. Lithostratigraphy Ieper Group. In: National Commission for Stratigraphy Belgium. – <http://ncs.naturalsciences.be/paleogene-neogene/ieper-group> (geraadpleegd op 11-10-2021).
- TNO-GDN, 2021a. Eem Formatie. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO - Geologische Dienst Nederland. – <https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/eem-formatie> (geraadpleegd op 10-10-2021).
- TNO-GDN, 2021b. Formatie van Kreftenheye. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO - Geologische Dienst Nederland. – <https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-kreftenheye> (geraadpleegd op 11-10-2021).
- TNO-GDN, 2021c. Laagpakket van Ockenburg. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO - Geologische Dienst Nederland. – <https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/laagpakket-van-ockenburg> (geraadpleegd op 11-10-2021).
- Van den Bosch, M., 1980. Elasmobranch associations in Tertiary and Quaternary deposits of the Netherlands (Vertebrata, Pisces), 2. Paleogene of the eastern and northern part of the Netherlands, Neogene in the eastern part of the Netherlands. – *Mededelingen Werkgroep Tertiaire Kwartaire Geologie*, 17 (2): 65-70.
- Van der Bruggen, W., 2004. Egem excursie van 12 juni j.l. en bespreking van enkele visresten. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 25 (3): 42-47
- 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. <http://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.106030>
- Van Ginkel, E., J. Reumer, & B. Van der Valk, 2014. Schatten van het mammoetstrand. – Havenbedrijf Rotterdam N.V., Projectorganisatie Maasvlakte 2, 216 p.
- Van Straaten, L.M.J.U., 1991. Stenen van de Hollandse stranden. – *Grondboor & Hamer* 45 (5/6): 125-129.
- Walrecht, B.J.J.R., 1951. Een fraaie tand van een reuzenhaai uit het Tertiair. – *De Levende Natuur* 54 (6): 114-115.
- Wesselingh, F.P., 2013. De oorsprong van de Nederlandse mariene weekdierfauna. In: *Schelpdieren van het Nederlandse Noordzeegebied. Ecologische atlas van de mariene weekdieren (Mollusca)* (red.: R. de Bruyne, S. van Leeuwen, A. Gmelig Meyling & R. Daan). – *Tirion Natuur & Stichting Anemoon*: 35-38.
- Wetsteyn, B., 2002. Zandsuppleties Walcheren (1). – *Voluta* 8 (1): 10-14.
- Wetsteyn, B., 2004. Zandsuppleties Walcheren (2). – *Voluta* 10 (2): 6-8.
- Wijsman, J.W.M., P.C. Goudswaard, V. Escaravage & S. Wijnhoven, 2014. De macrobenthosgemeenschap van de Zeeuwse Banken na zandwinning, een overzicht van drie T0 jaren en een eerste jaar van rekolonisatie. – *IMARES Rapport C164/13*, NIOZ, Monitor Taskforce Publication Series 2013, 17, 95 p.
- Zhelezko, V.I. & V.A. Kozlov, 1999. Elasmobranchii and Palaeogene biostratigraphy of Transurals and Central Asia. Materials on stratigraphy and Palaeontology of the Urals Vol. 3. Russian Academy of Sciences Urals Branch Uralian Regional Interdepartment Stratigraphical Commission, Ekaterinburg. 324 p.

¹Johan Vellekoop, KU Leuven, Celestijnenlaan 20E, 3001 Heverlee & Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Vautierstraat 29, 1000 Brussel, e-mail: johan.vellekoop@kuleuven.be

²Michiel Bil, email: mbil111@gmail.com

HERKANSING!

Aangeboden

De redacteur van Afzettingen biedt de leden van de WTKG een exemplaar van onderstaand boek aan:

Manual of Planktonic Foraminifera

J.A. Postuma, 1971

Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New York

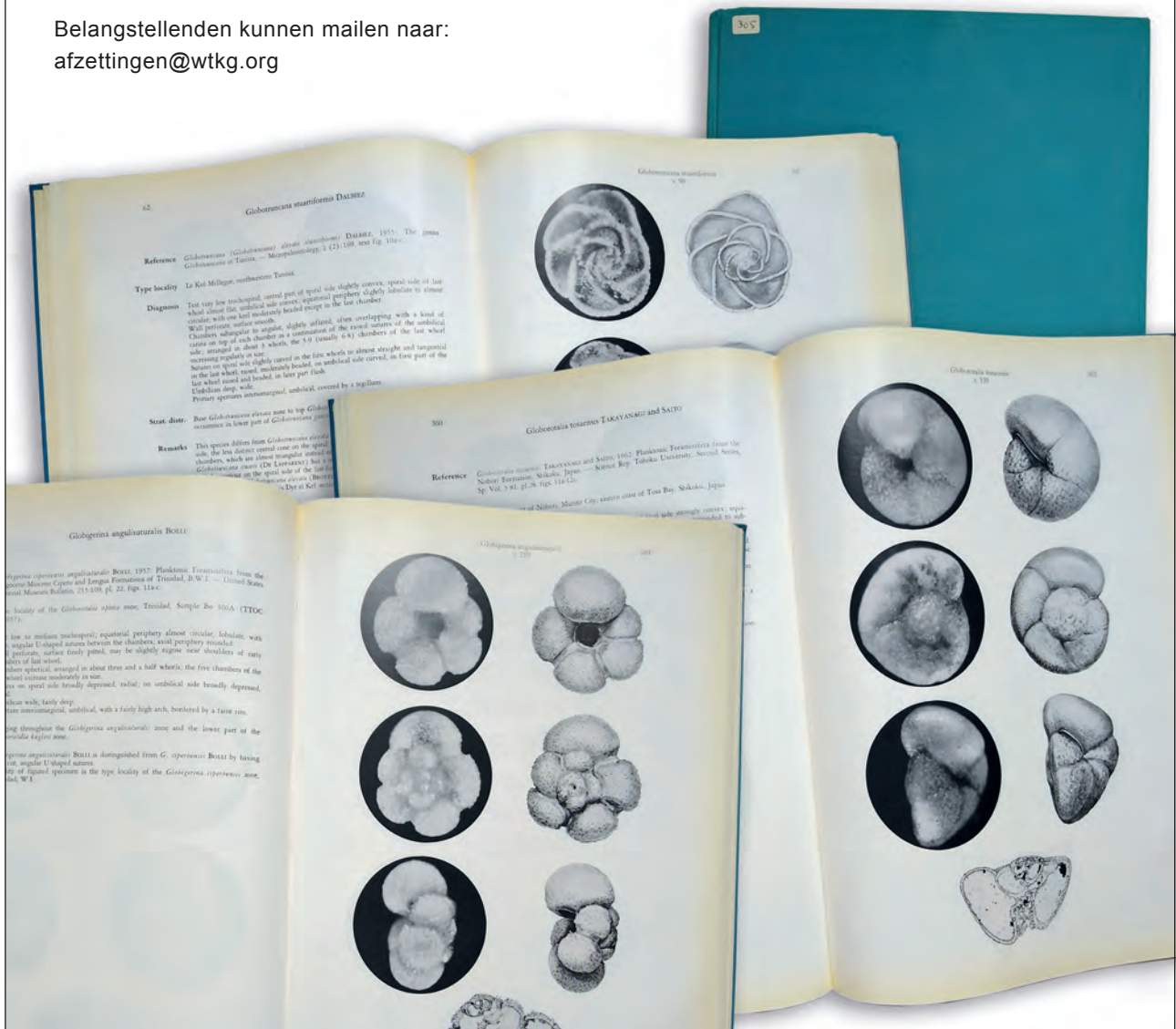
Veel foto's, tabellen, 397 pag.

Vraagprijs: gratis maar mét tegenprestatie
(verzendkosten indien van toepassing)

Tegenprestatie kan zijn het schrijven van een artikel voor Afzettingen of CR (of al geplaatst en nog niet 'beloond'), of... doe een voorstel.

Het boek kan worden opgestuurd tegen verzendkosten of worden meegenomen naar de eerstvolgende bijeenkomst.

Belangstellenden kunnen mailen naar:
afzettingen@wtkg.org



Fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) van de Nederlandse stranden buiten Zeeland

Bram Langeveld¹, Sander Schouten², Lex Kattenwinkel³, Arthur Oosterbaan⁴, Taco Bor⁵

Abstract

Fossil teeth of the great white shark *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) from the Netherlands are predominantly known from the beaches of Zeeuws-Vlaanderen (province of Zeeland) and are usually assigned a Pliocene age. We inventoried specimens recovered from other Dutch beaches and found at least 491 specimens from 13 sites in the provinces of Noord- and Zuid-Holland based on 38 collections (of which 36 private collections) and 7 other sources. The North Sea beach of the Wadden Island of Texel and the village of Noordwijk (Zuid-Holland) are new sites; the Zandmotor (Sand Engine) near Ter Heijde is the richest site with 385 specimens. Upper teeth are statistically significant more abundant than lower teeth. Reconstructed total lengths for the sharks based on tooth crown height range from c. 147 to c. 562 cm; size class 301-350 cm is most abundant. A radiocarbon dating did not yield results; hence the exact age of the specimens remains disputed. However, we conclude that not all material can be interpreted as reworked Pliocene specimens. They are too abundant (at the Zandmotor, where Pliocene material is very rare, they are just marginally rarer than in the province of Zeeland) and they are too well preserved; often better than the material from the province of Zeeland. The abundant material shows that the species was not extremely rare in the North Sea in the geological past. *Carcharodon carcharias* was most likely present in the southern part of the North Sea during periods when the sea surface temperature of the open and deep connection with the Atlantic Ocean near the Orkney Islands was sufficiently high, as was the case for certain periods of the Late Pleistocene (Eemian) and early Holocene.

Samenvatting

Van het Nederlandse strand zijn fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) vooral bekend uit Zeeuws-Vlaanderen en worden ze over het algemeen een pliocene ouderdom toegekend. Wij inventariseerden niet-Zeeuwse strandvondsten en telden ten minste 491 tanden van 13 vindplaatsen in Noord- en Zuid-Holland op basis van 38 collecties (waarvan 36 privécollecties) en 7 andere bronnen. Het Noordzeestrand van Texel ter hoogte van De Koog en Noordwijk (Zuid-Holland) zijn nieuwe locaties; de Zandmotor bij Ter Heijde is de rijkste vindplaats met 385 exemplaren. Bovenkaakstanden komen statistisch significant meer voor dan onderkaakstanden. De gereconstrueerde totale lengte van de witte haaien op basis van de kroonhoogte van de fossiele tanden loopt uiteen van ca. 147 tot ca. 562 cm; de grootteklasse 301-350 cm overheerst. Een ¹⁴C-datering leverde geen resultaat, waardoor de precieze ouderdom van de niet-Zeeuwse strandvondsten onduidelijk blijft. Wij concluderen echter dat beslist niet alle tanden verspoeld plioceen materiaal kunnen zijn. Daarvoor zijn het er teveel (op de Zandmotor, waar plioceen materiaal zeldzaam is, zijn de tanden nauwelijks zeldzamer dan in Zeeland) en is hun conservering te goed; vaak beter dan het Zeeuwse materiaal. Het talrijke materiaal maakt duidelijk dat de witte haai in het verleden niet uiterst zeldzaam was in de Noordzee. Waarschijnlijk was *Carcharodon carcharias* in de Noordzee aanwezig in perioden dat de zeeoppervlaktetemperatuur van de open en diepe verbinding met de Atlantische Oceaan langs de Orkney-eilanden voor een langere periode hoog genoeg was, zoals dat in bepaalde perioden van het Laat Pleistoceen (Eemien) en vroege Holoceen het geval was.

Introductie

Strandvondsten van fossiele haaiantanden komen in Nederland vooral van de Zeeuws-Vlaamse kust (De Wes, 2000; Reumer, 2008; Kattenwinkel, 2016). Veel verder daarvandaan dan Texel kun je niet komen. Toen Gijs van der Woerd iets ten noorden van De Koog een grote, zwarte en gekartelde haaiantand (fig. 1) van het Noordzeestrand van Texel raapte en deze op 29 december 2020 aan een van ons (AO) per e-mail ter determinatie voorlegde waren we dan ook verbaasd over de vindplaats. Op basis van de donkere verkleuring betrof het een fossiel en op basis van de karakteristieke karteling konden wij vaststellen dat het een tand van een witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) is. Deze schijnbaar unieke vondst (Ecomare, 2021) vormde de aanleiding om oude aantekening



Fig. 1. Fossiele tand van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758), Noordzeestrand van Texel bij De Koog. Linguaal (links) en labiaal (rechts) aanzicht. Collectie en foto's Gijs van der Woerd.



Fig. 2. Fossiele tand van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) zoals aangetroffen op de Zandmotor bij Ter Heijde op 31 januari 2021. Collectie en foto Willy van Wingerden.

ningen (van BL uit 2013) en nieuwe gegevens over andere niet-Zeeuwse vondsten van fossiele tanden van de witte haai te verzamelen, samen te vatten en te delen. Want, hoewel bijzonder, uiterst zeldzaam zijn vondsten van fossiele tanden van de witte haai op met name diverse Zuid-Hollandse stranden niet echt (fig. 2). En dat maakt ze des te interessanter.

De witte haai *Carcharodon carcharias* heeft een torpedovormig lichaam met de bekende grote rugvin, een grijze rug en een witte buik en een bek vol met de karakteristiek gekartelde tanden. Volwassen exemplaren halen een totale lengte tot ongeveer 6 meter (Compagno, 2001). Het is een actieve jager, die soms zelfs uit het water springt om zijn prooi onverwachts aan te vallen (Martin *et al.*, 2005), hoewel de soort ook aas eet, bijvoorbeeld walviskarkassen (Fallows *et al.*, 2013). Tot de prooien van deze haai behoren onder andere beenvissen (een breed scala aan grote en kleine, demersale en pelagische soorten), kraakbeenvisen (zowel andere haaien als roggen en chimaeren) en verschillende groepen zeezoogdieren, vooral zeehonden en verwanten, maar ook tandwalvissen (Compagno, 2001). Het dieet verandert met de leeftijd: de jonge dieren (van minder dan 3 meter lengte) voeden zich voornamelijk met vis. Exemplaren langer dan 3 meter gaan zich meer richten op andere prooien zoals zeezoogdieren, vogels en zeeschildpadden (Estrada *et al.*, 2006). De enige vijanden van een volwassen witte haai zijn de mens en de zwaardwalvis of orka *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) (Pyle *et al.*, 1999). Opvallend is een fysiologische aanpassing waardoor het dier warmte kan vasthouden. Witte haaien zijn daar zo goed in dat hun kerntemperatuur tot 14,3 °C boven de omringende watertemperatuur kan liggen (Gold-

man, 1997). Door deze aanpassing kan de witte haai zijn spieren en maag op een hogere temperatuur houden dan de watertemperatuur, met als voordeel dat de haai bij het jagen in staat is om langer en sneller te zwemmen dan de andere (koudbloedige) vissen. Verder stelt dit *Carcharodon carcharias* ook in staat om te jagen en overleven in relatief kouder water, zoals voor de kust van Zuid-Afrika en Californië (Compagno, 2001; Carrier, 2017). Tegenwoordig heeft de witte haai een wereldwijde verspreiding in alle warme en gematigde zoute wateren (Compagno, 2001) met een sterke voorkeur voor gebieden met een zeewateroppervlaktetemperatuur (sea surface temperature; SST) tussen 14 en 23 °C (Weltz *et al.*, 2013; Curtis *et al.*, 2014), maar komt de soort niet voor in de Noordzee (Fergusson, 1996; Heessen & Ellis, 2009; Ebert & Stehmann, 2013; Camphuysen & Henderson, 2017); het huidige verspreidingsgebied reikt tot halverwege Frankrijk (Ebert & Stehmann, 2013). Nergens in zijn verspreidingsgebied is de soort echt talrijk (Compagno, 2001).

De fossiele overlevering van haaien is over het algemeen beperkt tot hun tanden, omdat hun kraakbenige skelet slecht fossiliseert. Haaien wisselen hun leven lang tanden, waardoor een individu in zijn leven duizenden tanden kan verliezen. Die tanden hebben een goede kans om fossiel bewaard te blijven, zijn bruikbaar om verschillende (fossiele) soorten te onderscheiden en de evolutie van deze diergroep door de tijd te volgen (Cappetta, 2012; Pimiento & Benton, 2020). *Carcharodon carcharias* heeft in totaal 23 tot 29 tandposities in de bovenkaak en 21 tot 25 tandposities in de onderkaak (Ebert & Stehmann, 2013). Zowel in de boven- als onderkaak zijn er per kaakhelft drie anterieure tanden, gevolgd door een variabel aantal laterale tanden (Bass *et al.*, 1975; Uyeno & Matsushima, 1979; Hubbell, 1996). Tand van de witte haai zijn herkenbaar aan hun formaat, vorm en vooral de karteling. De tanden zijn driehoekig, die uit de onderkaak zijn smaller dan die uit de bovenkaak en de voortanden uit de bovenkaak kunnen meer dan 5 cm hoog worden (Hubbell, 1996). De onregelmatige, vrij grove, karteling in combinatie met de afgeplatte kroon is een typisch kenmerk (Cappetta, 2012; Ehret *et al.*, 2012).

Van het Nederlandse strand zijn fossiele tanden van *Carcharodon carcharias* vooral bekend uit Zeeuws-Vlaanderen, zoals van Cadzand (Souverein & Stoel, 1995; Verschuere, 1998) tot Nieuwvliet en van langs de Westerschelde, zoals Ritthem (Kattenwinkel, 2016) en de Kaloet (Kattenwinkel, 2000, 2016; Van Nieulande, 2001). Ook is er materiaal bekend uit de Westerschelde (Kattenwinkel, 2016), zoals opgezogen bij Ellewoutsdijk (bijvoorbeeld collectie Natuurhistorisch Museum Rotterdam NMR997900001155 en NMR997900001161; Slieker *et al.*, 2020) en is er een melding van een exemplaar dat werd opgezogen van de voor de kust van Walcheren gelegen Steenbanken (Kattenwinkel, 2009). Op alle Zeeuwse vindplaatsen zijn het schaarse vondsten (Kattenwinkel, 2009, 2016).



Fig. 3. Tafonomische klassen van mechanische slijtage aan fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758). Elke tand in linguaal (links) en labiaal (rechts) aanzicht. De tanden zijn niet op gelijke schaal afgebeeld.

1) Niet gesletten: A. Maasvlakte 2, collectie en foto Roel van Reijmersdal, hoogte 36 mm; B. Zandmotor, collectie en foto Mirjam Krui- zinga, hoogte 32 mm; **2) Licht gesletten:** C. Maasvlakte 2, collectie en foto Hans en Karin Verhulsdonck, hoogte 40 mm; D. Zandmotor, collectie en foto Dick Duineveld, hoogte 46 mm; **3) Matig gesletten:** E. Zandmotor, collectie en foto Ivan van Marrewijk, hoogte 40 mm; F. uit schelpen afkomstig uit een wadgeul tussen Vlieland en Terschelling, foto Thijs de Boer, hoogte 41 mm; **4) Sterk gesletten:** G. Maas- vlakte 2, collectie en foto Roel van Reijmersdal, hoogte 39 mm; H. Zandmotor, collectie en foto Dick Duineveld, hoogte 31 mm.

Ook van het strand van Zuid-Holland zijn fossiele tanden van *Carcharodon carcharias* bekend, namelijk Oudorp (Kattenwinkel, 2009), Rockanje (Janse, 2005a), de Maasvlakte (Janse, 2004), Maasvlakte 2 (Den Ouden *et al.*, 2013; Kuitens *et al.*, 2015), het strand van Hoek van Holland tot Monster (Langeveld *et al.*, 2016; Schouten, 2017), de Zandmotor bij Ter Heijde (Mol & Langeveld, 2018; Langeveld & Mol, 2021) en Katwijk (De Ruijter, 2020). Noordelijker worden vindplaatsen schaarser. Er is een exemplaar van het strand van Zandvoort bekend (De Ruijter, 2020); ook op Ameland komen ze zeer zelden voor (De Bruyne & Bandini, 2013). Er is ook een exemplaar gevonden op een schelpenpad (het Lieuwe Trientjepad) op Schiermonnikoog (De Boer, 2009); dit is geen strandvondst, maar hier wel vermeldenswaard. De schelpen gebruikt voor dit pad zijn namelijk opgevoerd in de wadgeulen tussen Vlieland en Terschelling (e-mail Th. de Boer, Schelpenmuseum Paal 14, Schiermonnikoog, 28-1-2021). Wij verzamelden nieuwe gegevens over niet-Zeeuwse strandvondsten van tanden van de witte haai en delen die hier.

Materiaal en methoden

Om een overzicht van niet-Zeeuwse strandvondsten van tanden van *Carcharodon carcharias* te verkrijgen werd een selectie van 41 verzamelaars per e-mail benaderd met de vraag waar en hoeveel exemplaren ze gevonden hadden tot en met 31 januari 2021 en de vraag om foto's van dit materiaal. Deze burgerwetenschappers (citizen scientists) zijn vooral actief op de Zandmotor bij Ter Heijde en de stranden van Maasvlakte 2 en Hoek van Holland, maar ook wel elders langs de kust. Sommige van de benaderde verzamelaars tipten de auteurs over andere verzamelaars die ook exemplaren in hun collectie hebben; vaak werden die verzamelaars vervolgens ook benaderd. Ook werd de website natuurtijdschriften.nl doorzocht voor literatuurmeldingen en werd geselecteerde niet-gedigitaliseerde literatuur en het Centraal Systeem van de Strandwerkgemeenschap geraadpleegd. De collecties van Naturalis Biodiversity Center (Leiden), Natuurhistorisch Museum Rotterdam (Rotterdam), Oertijdmuseum (Boxtel), Ecomare (De Koog, Texel), Natuurcentrum Ameland (Nes, Ameland) en Schelpenmuseum Paal 14 (Schiermonnikoog) werden geraadpleegd. Wij zijn ons ervan bewust dat we ook materiaal gemist hebben, maar het ontstane overzicht is naar onze mening compleet genoeg om te delen en nader te beschouwen. De gebruikte morfologische terminologie is naar Bor (2013).

Om de mechanische slijtage aan de tanden zo objectief mogelijk te kunnen beoordelen, werden tafonomische klassen gedefinieerd. Bij het opstellen van deze tafonomische klassen werd gekeken naar een combinatie van kenmerken, omdat bijvoorbeeld slijtage aan de kartels van de snijranden ook ontstaan kan zijn tijdens het foerageren en de wortels afgerond kunnen zijn door bioerosie van destructieve microben (Underwood *et al.*, 1999; Irmis & Elliott,

2006; Boessenecker *et al.*, 2014). De geïnventariseerde tanden werden voornamelijk aan de hand van de verzamelde foto's zoveel als mogelijk ingedeeld in vier tafonomische klassen, die als volgt zijn gedefinieerd (fig. 3):

- 1) Niet gesleten
 - De individuele kartels van de snijrand zijn duidelijk driehoekig.
 - Het oppervlak van de wortel is glad, de onderliggende sponsachtige structuur is niet zichtbaar.
 - De hals, een smalle groeve zonder emailachtige laag op de grens tussen kroon en wortel, is goed herkenbaar.
 - Een eventuele voedingsgroeve en centrale foramina zijn goed herkenbaar.
- 2) Licht gesleten
 - De individuele kartels van de snijrand zijn duidelijk driehoekig.
 - Het oppervlak van de wortel is licht gesleten, waardoor de onderliggende sponsachtige structuur zichtbaar is.
 - Hals, voedingsgroeve en centrale foramina zijn moeilijker herkenbaar.
- 3) Matig gesleten
 - De individuele kartels van de snijrand zijn minder driehoekig.
 - Het email van de tandkroon is aan de basis afgesleten.
 - De worteltakken zijn duidelijk afgerond, maar nog goed te onderscheiden; ze reiken nog steeds voorbij het midden van de wortel.
 - De hals, voedingsgroeve en centrale foramina zijn vrijwel verdwenen.
 - De kroon en wortel zijn donker gekleurd en vertonen sporen van polijsting.
- 4) Sterk gesleten
 - De karteling van de snijranden is sterk gesleten, de driehoekige vorm van de kartels is grotendeels verdwenen.
 - Het email van de tandkroon is aan de basis afgesleten.
 - De wortel is sterk afgerond; de worteltakken zijn verdwenen, waardoor de wortel in het midden het hoogst is.
 - Hals, voedingsgroeve en centrale foramina zijn verdwenen.
 - De kroon en wortel zijn donker gekleurd en vertonen sporen van polijsting.

Om de niet-Zeeuwse tanden van *Carcharodon carcharias* beter te duiden werd Zeeuws materiaal in de collecties van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam en een van ons (LK) bestudeerd en werden foto's van Zeeuws materiaal in de de collecties van het Oertijdmuseum en Michiel Bil bestudeerd. Dit materiaal werd verzameld op de stranden van de Zwarte Polder/Nieuwvliet-Bad (coördinaten ca. 51.39, 3.44), Ritthem (ca. 51.45, 3.65), de Kaloot (ca. 51.44, 3.70), Dishoek (ca. 51.47, 3.52) en het werd opgebaggerd uit de Westerschelde (ca. 51.38, 3.81). Voor het Natuurhistorisch Museum Rotterdam werd in 2019 een aan-

tal ^{14}C -dateringen uitgevoerd in het Centrum voor isotopenonderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen, waaronder aan een tandkroon van *Carcharodon carcharias*. Deze tandkroon was afkomstig van de Zandmotor uit de collectie van een van ons (SS). Collageen werd geïsoleerd uit het dentine volgens Dee *et al.* (2020) (e-mail S.W.L. Palstra, Rijksuniversiteit Groningen, Centrum voor isotopenonderzoek, 9-8-2021).

Chi-kwadraattoetsen (Chi^2) om de aangetroffen frequentie van onder- versus bovenkaakstanden te onderzoeken (Holmes *et al.*, 2011) werden gedaan met PAST 4.04 (Hammer *et al.*, 2001) waarbij de verwachte waarden per kaak berekend werden op basis van het gemiddelde aantal tandposities per kaak (bovenkaak: 26, onderkaak: 23) gedeeld door het gemiddelde totaal aantal posities ($26 + 23 = 49$) maal het totaal aantal getelde tanden in een collectie.

Shimada (2003) onderzocht het verband tussen de kroonhoogte van een tand van een bepaalde tandpositie en de totale lengte van de witte haai waartoe die tand behoort en ontwikkelde regressieformules die bij fossiele tanden kunnen worden gebruikt om een indicatie van de totale lengte te berekenen voor de haai waarvan de tand afkomstig is. Wij pasten Shimada (2003: table 1) toe op 49 tanden van uiteenlopende grootte waarvan we de tandpositie met redelijke zekerheid konden bepalen. Metingen werden gedaan vanaf de foto's met schaal aanduiding met GNU Image Manipulation Program 2.10.8 (gimp.org) en MB-Ruler 5.4 (markus-bader.de/MB-Ruler). De relatie tussen de afmetingen van de tand en de totale lengte van de witte haai is echter geen mooie rechte lijn: de spreiding van waarden is best groot (zie de tabellen in Hubbell (1996) en de gegevens in Shimada (2003: appendix 1)). Dat drukt zich in Shimada (2003) uit in vrij grote standaardfouten bij de formules. Wij geven de resultaten uit de formules weer plus en min eenmaal die standaardfout; daarmee is de kans dat de werkelijke lengte van de haai binnen de zo ontstane grootte spreiding ligt 67%. Daarnaast is er een behoorlijke mate van onzekerheid bij de bepaling van de tandpositie van fossiele tanden (zeker bij laterale tanden), omdat enerzijds de morfologische variatie best groot is (zie de foto's in o.a. Hubbell (1996)) en anderzijds de tanden genoeg perfect bewaard moeten zijn om de subtiele verschillen in symmetrie, hellingshoek en vooral wortelvorm te kunnen zien die nodig zijn voor een nauwkeurige bepaling van de tandpositie. Daar waar we geen onderscheid konden maken tussen UA1/UA2 en LA1/LA2 pasten we de formules voor beide posities toe en geven beide uitkomsten, een gemiddelde en de gezamenlijke totale spreiding.



Fig. 4. Locaties van strandvondsten van fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) buiten Zeeland (zie tabel 1 voor coördinaten). Kaart: OpenStreetMap-auteurs (CC BY-SA 2.0).

Tabel 1: Overzicht van niet-Zeeuwse fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) op basis van (privé-)collecties en de literatuur. De coördinaten geven de vindplaats bij benadering aan. X geeft aan dat het aantal exemplaren niet vermeld is in de bron. A NMR997900001241; B NMR997900161309; C NMR997900172994; D NMR997900001808.

Gebruikte afkortingen

AO: Arthur Oosterbaan

BL: Bram Langeveld

df: statistische vrijheidsgraden (degrees of freedom)

LA: anterieure tand uit de onderkaak (lower anterior)

LK: Lex Kattenwinkel

LL: laterale tand uit de onderkaak (lower lateral)

p: p-waarde; de statistische kans dat de observatie op toeval berust

SS: Sander Schouten

UA: anterieure tand uit de bovenkaak (upper anterior)

UL: laterale tand uit de bovenkaak (upper lateral)

Resultaten

VINDPLAATSEN EN AANTALLEN

Het totaaloverzicht van niet-Zeeuwse strandvondsten van tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* telt ten minste 491 tanden van 13 vindplaatsen op basis van 38 collecties (waarvan 36 privécollecties) en 7 andere bronnen (tabel 1; fig. 4 en 5). Het Noordzeestrand van Texel ter hoogte van De Koog kunnen we nu ook aanmerken als vindplaats dankzij de vondst die de aanleiding van dit artikel vormde. Ook Noordwijk (Zuid-Holland) is een nieuwe locatie. De Zandmotor is de rijkste vindplaats met 385 exemplaren (fig. 6), maar door onze selectie van verzamelaars is het ook de meest bezochte vindplaats. De collectie van Henk Mulder werd tot en met 31 januari 2021 in circa 3500 uur zoeken op de Zandmotor bij elkaar gebracht (geëxtrapoleerd van Langeveld & Liscaljet (2019)) en bevat 33 exemplaren. Dit komt dus neer op circa 100 uur zoeken per exemplaar en geeft een grove indicatie van de zeldzaamheid op de Zandmotor; tanden van *Carcharodon carcharias* zijn in deze collectie zelfs algemener dan kiezen van de wolharige mammoet *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) (vergelijk het aantal vondsten in Langeveld & Liscaljet (2019)), terwijl de Zandmotor bij uitstek bekend staat als vindplaats van laat-pleistocene zoogdierresten (Van der Valk *et al.*, 2011) en juist niet als vindplaats van haaiantanden. Maasvlakte 2 komt met 71 vondsten op de tweede plaats. Wij kunnen de zeldzaamheid daar niet op eenzelfde wijze kwantificeren, maar gegeven de intensieve bemonstering van deze vindplaats door veel verzamelaars lijken tanden van *C. carcharias* daar toch wat zeldzamer te zijn dan op de Zandmotor. Den Ouden *et al.* (2013) bemonsterden het strand van Maasvlakte 2 met een Mega Beach Cleaner: een automatische zeef die achter een tractor wordt voortgetrokken. In totaal werden 9 vakken van elk 200 meter lengte bemonsterd over een breedte van 210 cm tot een diepte van 15 cm over een maaswijdte van 1,5 cm; er werd dus 567 m³ sediment gezeefd. Het residu leverde een met zekerheid gedetermineerde tand van *Carcharodon carcharias* op en een exemplaar dat als cf. *C. carcharias* werd gedetermineerd (Den Ouden *et al.*, 2013). Ten slotte wordt *C. carcharias* tamelijk regelmatig aangetroffen op het strand van Hoek van Holland tot Monster, inclusief 's-Gravenzande, terwijl vondsten van de stranden van Ouddorp, Rockanje en de (oude/eerste) Maasvlakte zeer schaars zijn.

Van stranden ten noorden van de Zandmotor inventariseerden wij slechts minimaal acht exemplaren (niet alle literatuurbronnen geven exacte aantallen), die werden aangetroffen op de stranden van Katwijk, Noordwijk, Zandvoort, De Koog (Texel), Ameland en in materiaal uit een wadgeul tussen Vlieland en Terschelling. Hoewel de stranden ten noorden van de Zandmotor (door onze selectie van en überhaupt) door fossielenverzamelaars minder intensief bemonsterd worden, is toch duidelijk dat tanden van *Carcharodon carcharias* daar werkelijk aanzienlijk zeldzamer zijn. Zo bevat de collectie van Ellen van der Niet maar één exemplaar van het strand van Noordwijk, terwijl zij sinds 2003 tweemaal per week nauwkeurig zoekt op het strand van Katwijk, Noordwijk of Langevelderslag (e-mail Ellen van der Niet, 23-2-2021). In de collectie van Johan Passchier, die ook al lang regelmatig op het Noordwijkse strand zoekt (Passchier, 2002), ontbreekt de soort (e-mail Johan Passchier, 12-1-2021). In de collectie van Arie Twigt, die met name in 2020 zeer intensief zocht op het strand van Katwijk, bevindt zich één exemplaar. In de vrij omvangrijke collectie van Lodewijk Reehorst van het strand van IJmuiden (Reehorst, 2017, 2019) ontbreekt de soort (e-mail Lodewijk Reehorst, 9-10-2021). De vondst van Texel verraste ons, terwijl een van ons (AO) al ruim 30 jaar tientallen bijzondere strandvondsten per jaar van het eiland onder ogen krijgt bij Ecomare. Johan Krol (Natuurcentrum Ameland - Amelander Musea) zag in ruim drie decennia veel bijzondere strandvondsten van Ameland, waaronder slechts drie tanden van de witte haai; twee Amelander tanden bevinden zich in de collectie van het Natuurcentrum Ameland en werden waarschijnlijk zo'n 15 tot 20 jaar geleden nabij paal 14 op Ameland verzameld (e-mail Johan Krol, Natuurcentrum Ameland - Amelander Musea, 27-1-2021).

Sinds 1990 wordt de Nederlandse kustlijn waar nodig structureel met zandsuppleties (vooroever- en strandsuppleties) aangevuld om erosie te compenseren en landverlies te voorkomen (Kustnota, 1990). Daarvoor wordt over het algemeen sediment gebruikt dat door sleepopperzuigers dichtbij de plaats waar het nodig is gewonnen wordt. Dit gebeurt meestal niet ver zeewaarts van de doorgaande NAP -20 meter dieptelijn tot zo'n twee meter onder de originele zeebodem (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2015). Het is waarschijnlijk dat de meeste niet-Zeeuwse tanden van *Carcharodon carcharias* niet op natuurlijke wijze zijn aangespoeld, maar dankzij deze suppleties op het strand terecht zijn gekomen (Janse, 2005b). De grootste concentraties (de Zandmotor en Maasvlakte 2) vallen immers samen met de grootste suppleties (Langeveld, 2013; Kuitem *et al.*, 2015).

MORFOLOGIE

Tanden van recente witte haaien vertonen aanzienlijke variaties in hun morfologie, zowel binnen een enkel individu als tussen juveniele en volwassen exemplaren (zie bijvoor-



Fig. 5. Fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) van 12 niet-Zeeuwse vindplaatsen; linguaal aanzicht: **A.** strand Ouddorp, collectie Natuurhistorisch Museum Rotterdam NMR997900001241; **B.** strand Rockanje, collectie Wim van den Broek 3211-1575; **C.** strand Maasvlakte, NMR997900161309; **D.** strand Maasvlakte 2, collectie en foto Mirjam Kruizinga; **E.** strand Hoek van Holland, collectie en foto Sander Schouten; **F.** strand 's-Gravenzande, NMR997900172994, foto Hans Langeveld; **G.** Zandmotor, collectie en foto Hans en Karin Verhulsdonck; **H.** strand Katwijk, collectie Arie Twigt; **I.** strand Noordwijk, collectie en foto Ellen van der Niet; **J.** strand Zandvoort, collectie en foto Wim Kruiswijk; **K.** uit schelpen afkomstig uit een wadgeul tussen Vlieland en Terschelling, foto Thijs de Boer; **L.** Noordzeestrand Ameland bij paal 14, collectie Natuurcentrum Ameland, foto Johan Krol. Zie figuur 1 voor het exemplaar van het Noordzeestrand van Texel.

beeld Hubbell (1996)). Deze variatie zien we ook terug in het materiaal dat op de Nederlandse stranden wordt gevonden (fig. 5, 6 en 7). Anterieure bovenkaakstanden hebben een brede en bijna symmetrische driehoekige kroon. De laterale bovenkaakstanden zijn gekenmerkt door een distale helling. De labiale zijde van de tandkroon is vlak, de linguale zijde licht convex. De snijranden zijn recht tot licht concaaf of licht convex en lopen door van de apex tot aan de kroonbasis. De snijranden zijn grof gekarteld, maar de ruimte tussen de afzonderlijke kartels is onregelmatig verdeeld. De emailachtige laag van de tandkroon is

glad, maar bij grotere tanden kunnen aan de basis van de labiale zijde diepe plooiën voorkomen. De worteltakken zijn niet goed gescheiden met vaak afgeronde worteluiteinden. De basale rand van de wortel is licht gewelfd. De labiale zijde van de wortel is vlak, de linguale zijde convex met een moeilijk herkenbaar centraal foramen of voedingsgroeve. De tanden uit de onderkaak kunnen worden onderscheiden van die uit de bovenkaak door hun smallere en dikkere, rechtopstaande kroon, de in linguaal of labiaal aanzicht meer concave snijranden en beter gescheiden worteltakken. In het strandmateriaal komen boven-



Fig 6. Fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758); linguaal aanzicht: 22 exemplaren verzameld op de Zandmotor bij Ter Heijde in 2016. Schaal in cm. Collectie en foto Willy van Wingerden.

kaakstanden opvallend en statistisch significant meer voor dan onderkaakstanden: van 94 tanden van de Zandmotor in de collectie van Willy van Wingerden (een tand was te beschadigd om aan de boven- of onderkaak toe te wijzen) konden er slechts 15 (16%) als onderkaakse positie worden herkend (Chi^2 35,934, df 1, $p < 0,001$); in de collectie Ivan van Marrewijk konden wij 14 van de 50 tanden (28%) toeschrijven aan de onderkaak (Chi^2 6,5217, df 1, $p < 0,05$). Er zijn geen ernstig misvormde (pathologische) tanden aangetroffen.

Het aantal tanden met een hoogte van 50 mm of meer is op één hand te tellen. De grootste complete tand die wij gezien hebben bevindt zich in de collectie van Ron Nederpelt. Het betreft een eerste of tweede bovenkaakstand tand (UA1-2) met een hoogte van 58 mm (fig. 7A). De collectie van Greg Harkema bevat een UA1-2 met een hoogte van 52 mm en in de collectie van Willy van Wingerden bevindt zich nog een UA1-2 met een hoogte van 50 mm (fig. 6: linksboven). Een fragment van waarschijnlijk een UA1-2 van Maasvlakte 2 in de collectie van Cè-

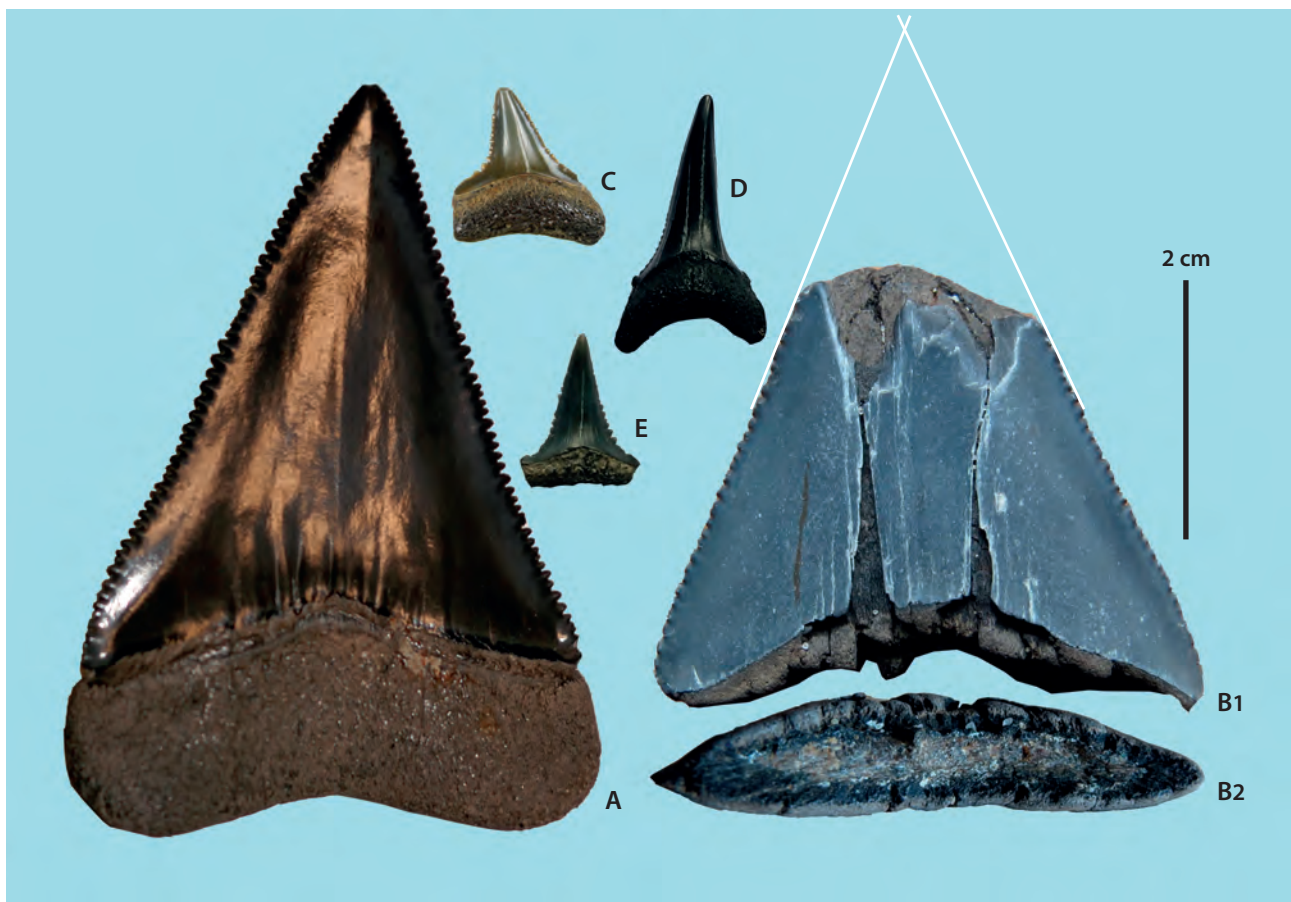


Fig. 7. Fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) van de Zandmotor bij Ter Heijde (A, C t/m E) en Maasvlakte 2 (B). **A.** het grootste complete exemplaar van de Nederlandse kust buiten Zeeland: eerste of tweede bovenkaakstand (UA1-2), hoogte 58 mm, labiaal aanzicht, collectie en foto Ron Nederpelt; **B.** fragment van een groot exemplaar (waarschijnlijk UA1-2) en reconstructie (witte lijnen), kroonbreedte minimaal 43 mm, linguaal (B1) en basaal aanzicht (B2), collectie en foto's Cédric Heins; **C.** een van de kleinste exemplaren: laterale onderkaakstand (mogelijk LL6), hoogte 10 mm, linguaal aanzicht, collectie Jerry Streutker; **D.** kleine onderkaakse voortand (LA1) met rudimentaire bijspitsen, linguaal aanzicht, collectie en foto Mark Zondag; **E.** kleine onderkaakse tand met rudimentaire bijspitsen, linguaal aanzicht, collectie en foto Mark Zondag.

dric Heins (fig. 7B) meet maar liefst ten minste 43 mm in kroonbreedte. De afgeplatte kroon van dat exemplaar (fig. 7B2) laat geen ruimte voor twijfel over de determinatie als *C. carcharias*. Een ruwe reconstructie van dit exemplaar naar Adnet *et al.* (2010), door twee lijnen parallel aan de zijden van de kroon te trekken en die te laten kruisen (fig. 7B1), levert een kroonhoogte van ten minste 52 mm op. De kleinste tanden die we hebben gezien zijn laterale tanden met een hoogte van ongeveer 1 cm. Een laterale onderkaakstand (mogelijk een LL6) in de collectie van Jerry Streutker heeft een hoogte van slechts 10 mm (fig. 7C). Weinig groter is een laterale bovenkaakstand (mogelijk een UL4) in de collectie van Ivan van Marrewijk met een hoogte van 11 mm. In de collectie van Mark Zondag is een kleine onderkaakse voortand (LA1) aanwezig met een hoogte van 20 mm met rudimentaire bijspitsen (fig. 7D). Een ander klein onderkaakstandje (fig. 7E; kroonhoogte 11 mm) in deze collectie heeft ook bijspitsen. Dit fenomeen wordt vaak gezien bij juveniele witte haaien (Hubbell, 1996).

In het gebit van een witte haai zijn de eerste en tweede bovenkaakstand het grootst (Hubbell, 1996). Het is dan ook niet verwonderlijk dat de grootste gevonden tanden tot deze kaakposities behoren. Tabel 2 geeft aan de hand van Shimada (2003) een indicatie van de lengte van de witte haaien die de Noordzee ooit bevolkten op basis van de kroonhoogte van de aangetroffen fossiele tanden. De grootste UA1-2 met een hoogte van 58 mm (kroonhoogte 46 mm) is afkomstig van een witte haai met een totale lengte van ongeveer 535/555 cm (spreiding 511 tot 577 cm). De laterale onderkaakstand (mogelijk een LL6) met de geringe kroonhoogte van 7 mm wijst toch op een haai van maar liefst circa 561 cm (spreiding 486 tot 637 cm). Een van de kleinste aangetroffen tanden wijst dus op een van de grootste aangetroffen haaien. Het opvallend grote fragment in de collectie van Cédric Heins met een gereconstrueerde kroonhoogte van ten minste 52 mm zou, aangenomen dat het een UA1-2 betreft, afkomstig zijn van een haai van maar liefst ten minste 604/627 cm (spreiding 580 tot 649 cm). Deze getallen geven een goede indicatie van de

TABEL 2

Collectie	Positie	Kroonhoogte (mm)	Totale lengte (cm)	Totale lengte (cm) spreiding
Ivan van Marrewijk	cf. UL4	8	147	112 tot 181
Ivan van Marrewijk	LA1-2	16	210/230	159 tot 269
Greg Harkema	UA1-2	16	190/191	166 tot 214
Peter en Ingrid de Bruijn DB2898	LA1-2	17	224/245	173 tot 284
Mark Zondag	LA1	15	215	177 tot 254
Peter en Ingrid de Bruijn DB3181	LA1-2	18	237/260	186 tot 299
Willy van Wingerden	UA1-2	23	270/276	246 tot 298
Hans en Karin Verhulsdonck	UA1	24	282	258 tot 306
Dick Duineveld, Willy van Wingerden	UA1-2	24	282/288	258 tot 310
Rick van Bragt	LA1	21	305	266 tot 343
Willy van Wingerden	LA1-2	24	319/349	268 tot 388
Greg Harkema, Willy van Wingerden	UA1-2	25	293/300	269 tot 322
Mark Zondag, Willy van Wingerden	UA1-2	26	305/313	281 tot 335
Ivan van Marrewijk	UA1-2	27	316/325	292 tot 347
Hans en Karin Verhulsdonck	UA1	28	328	304 tot 352
Patrick Ouwehand, Willy van Wingerden	UA1-2	28	328/337	304 tot 359
Ivan van Marrewijk	LA1-2	27	359/394	308 tot 433
Willy van Wingerden	UA3	21	350	311 tot 389
Dick Duineveld, Greg Harkema, Heleen Zwennes, Mark Zondag, Willy van Wingerden (2 ex.)	UA1-2	29	339/349	315 tot 371
Patrick Ouwehand, Willy van Wingerden	UA1-2	30	351/361	327 tot 383
Hans en Karin Verhulsdonck	UA2	30	361	339 tot 383
Willy van Wingerden	UA1-2	32	374/385	350 tot 407
Patrick Ouwehand, Peter en Ingrid de Bruijn DB2328, Willy van Wingerden	UA1-2	33	385/397	361 tot 419
Hans en Karin Verhulsdonck	UA1	34	397	373 tot 421
Mirjam Kruizinga, Rick van Bragt, Willy van Wingerden (2 ex.)	UA1-2	34	397/409	373 tot 431
Willy van Wingerden	UA1-2	35	409/421	385 tot 443
Rick van Bragt	UA1-2	36	420/434	396 tot 456
Dick Duineveld	LA1	31	454	415 tot 492
Willy van Wingerden	UA1-2	38	443/458	419 tot 480
Greg Harkema, Hans en Karin Verhulsdonck	UA1-2	40	466/482	442 tot 504
Arie Twigt	LA1-2	40	536/588	485 tot 627
Jerry Streutker	cf. LL6	7	561	486 tot 637
Ron Nederpelt	UA1-2	46	535/555	511 tot 577

TABEL 3

Vindplaats	Kaloot	Dishoek	Oudorp	Rockanje	Maasvlakte	Maasvlakte 2	Hoek van Holland	's-Gravenzande	Zandmotor	Katwijk	Noordwijk	Zandvoort	Vlieland en Terschelling	wadgeul tussen Vlieland en Terschelling	Ameland	Totaal niet-Zeeuws
Totaal	44	15	2	3	2	71	13	6	385	2	1	1	1	1	2	490
Klasse 1) Niet gesleten						3		1	3							7
Klasse 2) Licht gesleten	4	4	1			12	3	1	47							64
Klasse 3) Matig gesleten	14	10		3		38	7	3	180	2	1	1	1	1	2	239
Klasse 4) Sterk gesleten	25				2	12	1		31							46
Klasse niet toe te wijzen	1	1	1			6	2	1	124							134

grootste witte haaien waarvan we de tanden fossiel aantreffen. De kleinste UA1-2 heeft een kroonhoogte van 16 mm; dat wijst op een witte haai van 190/191 cm (spreiding 166 tot 214 cm). De kleinste LA1-2 met kroonhoogte 16 mm wijst op een witte haai met een totale lengte van 210/230 cm (spreiding 159 tot 269 cm). De LA1 (met rudimentaire bijspitsen) met kroonhoogte 15 mm wijst op een witte haai met een totale lengte van rond de 215 cm (spreiding 177 tot 254 cm) en de laterale bovenkaakstand (mogelijk een UL4) met kroonhoogte 8 mm wijst op een totale lengte van circa 147 cm (spreiding 112 tot 181 cm). Deze getallen geven een goede indicatie van de kleinste witte haaien waarvan we de tanden fossiel aantreffen.

CONSERVERING

De conservering van de niet-Zeeuwse tanden van de witte haai valt over het algemeen in tafonomische klasse 3) Matig gesleten, hoewel exemplaren van alle tafonomische klassen voorkomen (tabel 3). De kleur van de kroon is overheersend donker: zwart, grijs en wat donkergroen. De wortel is overwegend zwart van kleur. Twee exemplaren in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam hebben een duidelijk afwijkende kleur. Het gaat om een tand van het strand van 's-Gravenzande en een exemplaar van het strand van Ouddorp. Deze worden hieronder besproken.

Bert van der Valk verzamelde op 20 september 2012 op een toen nog onbegroeid stuk opgespoten duin aan het strand van 's-Gravenzande, dus afkomstig van maximaal vier meter onder de zeebodem uit zandwinplaats Vak E (Langveld, 2013; formeel zandwinvak P18F (Niekus *et al.*, 2021)) in het Eurogeulgebied (Mol *et al.*, 2006), een tand van *Carcharodon carcharias*. De tand is opgenomen in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam onder nummer NMR997900172994. Het exemplaar (fig. 5F) meet 46 mm in hoogte, is goed bewaard gebleven en valt in tafonomische klasse 1) Niet gesleten. Aan de top van de kroon is een scherp email afgebroken. De wortel vertoont wat barstjes en er ontbreekt een klein stukje aan de linguale zijde. De karteling op de kroon oogt scherp. De sponsachtige onderliggende structuur van de wortel begint net zichtbaar te worden. De kleur wijkt af van de typische donkere kleuren: de kroon is namelijk oranje-wit met her en der een wat donkere zweem en de wortel is vuilwit van kleur. De beschadiging aan de top toont een bijna witte kern van de tand. Doordat deze tand op een kaal stuk duin verzameld werd dat in 2009 werd opgespoten, is het stuk maximaal drie jaar door de zon gebleekt. Zelfs rekening houdende met dit feit, lijkt het bijzonder onwaarschijnlijk

dat deze tand ooit donker gekleurd was, zoals gebruikelijk voor tanden van *Carcharodon carcharias* van deze vindplaats en bovendien is er geen noemenswaardig kleurverschil tussen de beide zijden, iets wat wel verwacht mag worden bij een door de zon gebleekt object dat plat in het zand lag. Het is veel waarschijnlijker dat deze tand nooit donker verkleurd is geweest en daarmee dus wezenlijk afwijkt van de andere vondsten. Invloed van de zon en andere elementen op de tand zouden echter wel goed de scheurtjes en schade aan de wortel kunnen verklaren. De schade aan de top van de kroon lijkt erg recent en is mogelijk door het opspuiten veroorzaakt.

Een exemplaar dat op 9 juli 2008 door M.A. van der Meulen op het strand van Ouddorp werd verzameld, opgenomen in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam onder nummer NMR997900001241, heeft ook een afwijkende kleur (fig. 5A). Deze tand meet 42 mm in hoogte en heeft een gevlekte oranjebruine en donkergroenblauwe kroon en een egale oranjebruine wortel. Aan de top van de kroon en langs de snijranden is het email op diverse plekken afgebroken, waar een donkerdere binnenkant zichtbaar is; behalve aan de top, waar de kern van de tand oranjebruin is. De tand valt in tafonomische klasse 2) Licht gesleten. De kleur doet denken aan het exemplaar van dezelfde vindplaats genoemd door Kattenwinkel (2009).

¹⁴C-DATERING

Naar aanleiding van Schouten (2017) werd gepoogd een tandkroon van *Carcharodon carcharias* van de Zandmotor te ¹⁴C-dateren. De tand werd volledig opgebruikt voor de datering, maar het resultaat was helaas dat er niet voldoende collageen kon worden geïsoleerd en dus kon de datering niet plaatsvinden (brief S.W.L. Palstra, Rijksuniversiteit Groningen, Centrum voor isotopenonderzoek, 5-7-2019).

ZEEUWS MATERIAAL

Zeeuws materiaal werd bestudeerd aan de hand van foto's van vijf tanden van het strand de Zwarte Polder (Nieuwvliet) in de collectie van het Oertijdmuseum, foto's van twaalf tanden van het strand van Dishoek in de collectie van Michiel Bil en materiaal in de collectie van een van ons (LK), namelijk van de Kaloot (44 exemplaren) en de stranden van Nieuwvliet-Bad (3), Dishoek (3) en Ritthem (3) en materiaal in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam uit de Westerschelde (NMR997900001155 en NMR997900001161). Lex Kattenwinkel verzamelde in de loop van 25 jaar met gemiddeld circa 150 uur zoeken per jaar (totaal 3750 zoekuren) 47 tanden van *Carcha-*

Tabel 2: Reconstructie van de totale lengte (TL) in cm van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) voor 49 niet-Zeeuwse fossiele tanden aan de hand van Shimada (2003: table 1).

Tabel 3: Fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) ingedeeld naar tafonomische klasse per vindplaats in Zeeland (Kaloot, Dishoek) en daarbuiten (de overige vindplaatsen).



Fig. 8. Fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758); linguaal aanzicht: 12 exemplaren verzameld op de Kaloot (Zeeland). Collectie en foto Lex Kattenwinkel.

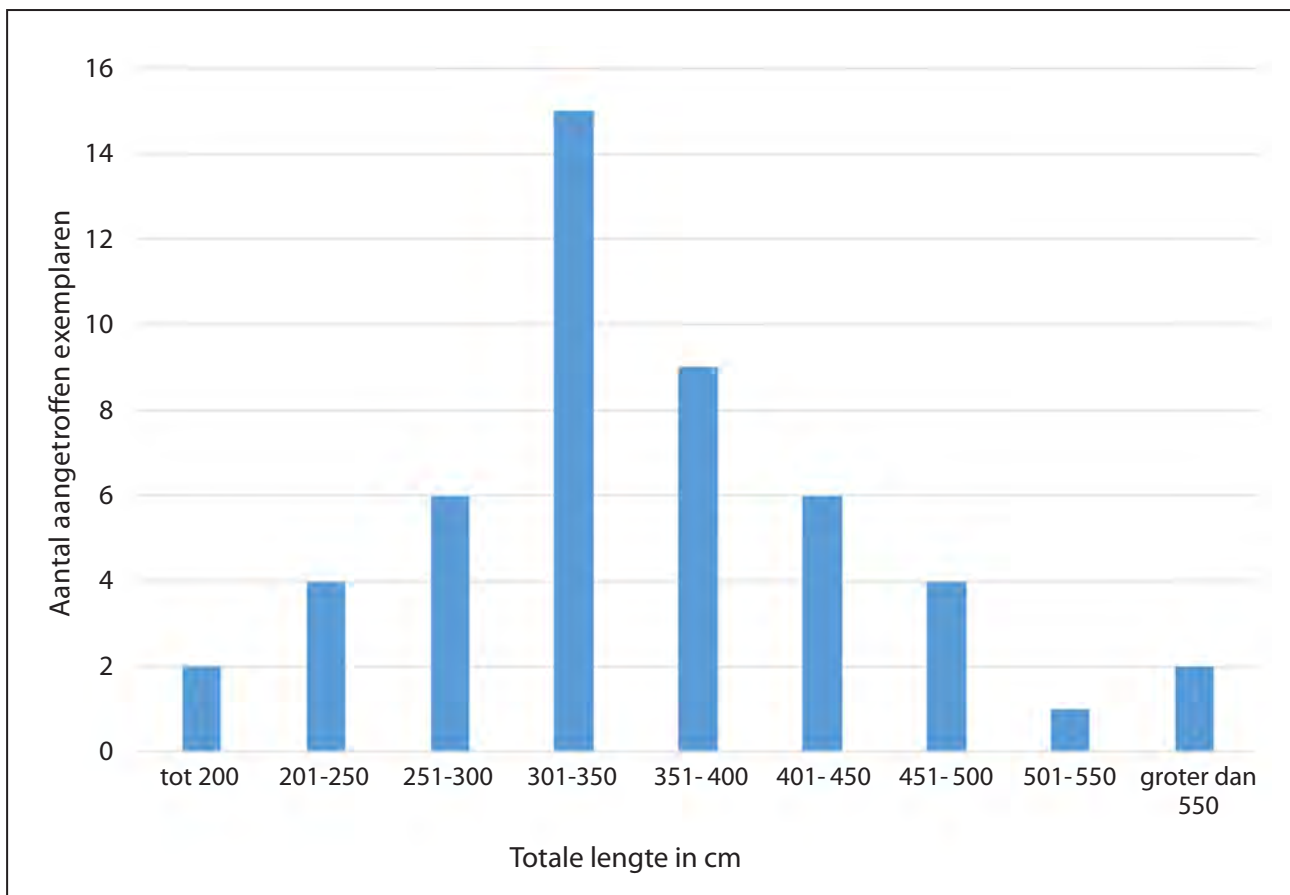
rodon carcharias op de Kaloot (drie ervan bevinden zich niet langer in zijn collectie). Dit komt neer op gemiddeld 80 uur per exemplaar. Daarbij moet worden aangetekend dat de vondstfrequentie tussen 1997 en 2010 hoger lag dan tussen 2010 en 2021; in die eerste periode schat hij de frequentie op één tand per circa 50 uur; in de tweede periode schat hij één tand per circa 150 uur. De bestudeerde foto's en exemplaren tonen aan dat het Zeeuws-Vlaamse materiaal en het materiaal van de Kaloot/uit de Westerschelde overwegend in tafonomische klasse 4) Sterk gesleten valt (tabel 3; fig. 8). De kronen zijn zwart, grijs en donkergroen van kleur; de wortels zijn overwegend zwart tot donkerbruin. Het materiaal van Dishoek wijkt af van het andere Zeeuwse materiaal. Dit gaat om relatief goed bewaard gebleven exemplaren die in tafonomische klasse 2) Licht gesleten en overwegend 3) Matig gesleten vallen (tabel 3).

Discussie

KARAKTERISERING VAN DE VONDSTEN

De gereconstrueerde totale lengte van de niet-Zeeuwse witte haaien op basis van de kroonhoogte van de fossiele tanden loopt uiteen van circa 147 tot circa 562 cm. Witte haaien hebben bij de geboorte een totale lengte van 1,20-1,50

Fig. 9. Reconstructie van de totale lengte van witte haaien *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) aan de hand van 49 niet-Zeeuwse fossiele tanden (gegevens in tabel 2).



meter, mannetjes worden volwassen bij een totale lengte van 3,60-4,00 meter en vrouwtjes bij een totale lengte van 4,50-5,00 meter (Ebert & Stehmann, 2013). Op de stranden worden dus tanden gevonden van zowel neonate en juveniele, als subadulte en volwassen witte haaien. In ons strandmateriaal overheerst de grootteklasse 301-350 cm (fig. 9); dat zijn dus subadulte haaien. Villafaña *et al.* (2020) bestudeerden fossiele tanden van de witte haai van drie pliocene vindplaatsen in Chili en Peru en reconstrueerden de totale lengte van de haaien per vindplaats; zij vonden opvallende verschillen tussen de vindplaatsen en concludeerden op basis van de grootteverspreiding en deze onderlinge verschillen dat een van de locaties een kraamkamer (shark nursery) was. Moderne kraamkamers voor haaien worden gekenmerkt door het relatief algemeen voorkomen van jonge en pasgeboren dieren ten opzichte van andere locaties, het terugkeren naar en verblijven van jonge haaien in het gebied over meerdere jaren en het min of meer geografisch afgesloten karakter waardoor er bescherming is van roofdieren terwijl er wel een ruim voedselaanbod voor de jonge haaien is (Villafaña *et al.*, 2020). De grootteverspreiding die we aantreffen in het strandmateriaal vormt geen bewijs dat de Noordzee in het verleden zo'n kraamkamerfunctie had voor de witte haai en bovendien is de niet-gestandaardiseerde wijze van verzamelen ongeschikt om dit met deze methode aan te tonen. De aanwezigheid van enkele tanden met gereconstrueerde lengten die vallen in de spreiding van de lengte van neonate dieren is op zijn minst wel een indicatie dat er mogelijk ooit witte haaien geboren werden in de Noordzee of vroeg in hun leven daarheen migreerden. Het aantal tanden maakt duidelijk dat de witte haai in het geologische verleden in ieder geval niet uiterst zeldzaam was in de Noordzee.

In het strandmateriaal komen bovenkaakstanden opvallend en statistisch significant meer voor dan onderkaakstanden. Gegevens over de snelheid waarmee recente *Carcharodon carcharias* tanden wisselt en of die snelheid afhankelijk is van de tandpositie zijn ons niet bekend. Dat is ook lastig te bepalen voor een soort die niet in gevangenschap is te houden. Bij sommige andere haaiensoorten is de snelheid van tandwisseling (maar niet per tandpositie of kaak) wel onderzocht: dit blijkt afhankelijk van onder andere de soort, watertemperatuur en het voedselaanbod en mogelijk van de individuele leeftijd van de haai en loopt uiteen van 8 tot 70 dagen (Luer *et al.*, 1990; Berkovitz & Shellen, 2017). Ook bij exemplaren van de zandtiigerhaai *Carcharias taurus* Rafinesque, 1810 (net als *C. carcharias* onderdeel van de orde Lamniformes) die in aquaria werden gehouden is wel gekeken naar de snelheid waarmee tanden verloren werden, maar helaas niet naar de uitval van tanden per tandpositie (Overstrom, 1991; Correia, 1999). Correia (1999) verzamelde alle tanden van *C. taurus* die in de loop van zes maanden gewisseld werden en stelde vast dat de frequentie waarin tanden van een bepaalde grootte werden aangetroffen overeenkomt met de frequentie waarin tanden van die grootte in het gebit van deze soort voorko-

men; dat zou kunnen betekenen dat de snelheid van wisselen gelijk is op alle posities.

In de paleontologische literatuur is vaker melding gemaakt van een overschot aan bovenkaakse tanden bij lamniforme soorten. Van den Bosch (1971) vermeldt voor *Odontaspis acutissima* (Agassiz, 1843) (nu gezien als synoniem van *Carcharias taurus*) uit het Rupelien van Lintorf (Duitsland) een klein overschot aan bovenkaakstanden ten opzichte van onderkaakstanden en een groot overschot aan voortanden ten opzichte van zijtanden. De Ceuster (1976) komt tot een vergelijkbare conclusie voor tanden van *Isurus hastalis* (Agassiz, 1843) (nu gezien als synoniem van *Carcharodon hastalis* (Agassiz, 1843) en *Carcharodon plicatilis* (Agassiz, 1843)) uit een post-Mioceen basisgrind van Rumst (België), waar de verhouding tussen bovenkaaks- en onderkaakstanden circa 3,5 : 1 is. Beide auteurs vermoeden dat dit een biologische oorzaak heeft en dat de voortanden sneller wisselen dan de zijtanden en de bovenkaakstanden sneller dan de onderkaakstanden. Villafaña *et al.* (2020) vonden 143 bovenkaakstanden (63%) tegen slechts 83 onderkaakstanden (37%) in hun pliocene materiaal van *Carcharodon carcharias* uit Chili en Peru; ook dat is een statistisch significant verschil (χ^2 4,8103, df 1, $p < 0,05$). Naast mogelijke biologische oorzaken spelen voor de strandvondsten vermoedelijk ook hydrodynamische aspecten en de wijze van verzamelen (sampling bias) een rol bij de dominantie van bovenkaakstanden. Zie ook Cadée & Wesselingh (2009) voor een overzicht van hydrodynamische effecten op de sortering van schelpen op het strand. Bovenkaakstanden zijn veel breder en platter waardoor ze een grotere speelbal zijn in de branding en eerder boven komen drijven op het strand dan onderkaakstanden. Daarnaast zullen de bovenkaakstanden door hun groter oppervlak ook eerder opvallen bij verzamelaars.

GEOLOGISCHE OUDERDOM

Er is al langer discussie over de ouderdom van de niet-Zeeuwse tanden van de witte haai (Schouten, 2017). De ^{14}C -datering die wij lieten uitvoeren leverde geen resultaat doordat er niet voldoende collageen kon worden geïsoleerd. Dit zegt niets over de ouderdom, maar meer iets over een matige bewaartoestand van het fossiel; collageen kan in tandemail immers ten minste ruim anderhalf miljoen jaar bewaard blijven (Cappellini *et al.*, 2019) en is zelfs geïsoleerd uit botmateriaal van *Tyrannosaurus rex* Osborn, 1905 van circa 67 miljoen jaar oud en uit botmateriaal van *Lufengosaurus* van circa 195 miljoen jaar oud (Lee *et al.*, 2017; Boatman *et al.*, 2019).

Carcharodon carcharias is fossiel vanaf het vroeg Pliocen bekend (Ehret *et al.*, 2012). Uit een zandzuigput bij Balgoij (Noord-Brabant) is een tand met zekerheid bekend uit pliocene afzettingen (Formatie van Oosterhout) van circa 3 tot 4 miljoen jaar oud (Bor & Peters, 2015). Ook uit België is de soort bekend uit pliocene afzettingen; de soort komt zeldzaam voor in de Formatie van Kattendijk en in de Zanden

TABEL 4

Vindplaats	Kaloot	niet-Zeeuws materiaal
Klasse 1) Niet gesleten	0%	2%
Klasse 2) Licht gesleten	9%	18%
Klasse 3) Matig gesleten	33%	67%
Klasse 4) Sterk gesleten	58%	13%

Tabel 4: Procentuele vergelijking van de frequentie van tafonomische klassen van fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) die ingedeeld konden worden in een tafonomische klasse tussen Zeeuws materiaal van het strand van de Kaloot en niet-Zeeuws materiaal (Kaloot: 43; niet-Zeeuws: 356 exemplaren).

van Oorderen (Formatie van Lillo) en ook andere noord-west Europese vindplaatsen met een bekende stratigrafie zijn van pliocene ouderdom (Bor & Peters, 2015). Wereldwijd zijn er vooral pliocene vindplaatsen van *C. carcharias*; pleistocene vindplaatsen zijn in de minderheid: de Paleobiology Database bevat 31 pliocene voorkomens tegen 14 pleistocene voorkomens (Paleobiology Database, 2021). Voor de vondsten van de Zeeuwse stranden, waar talrijke pliocene mollusken worden gevonden, wordt over het algemeen een pliocene ouderdom aangenomen (Kattenwinkel, 2009). Janse (2004, 2005a) denkt bij het materiaal van de Maasvlakte en van Rockanje ook aan een pliocene ouderdom en vermoedt dat het gaat om verspoeld materiaal; dat geldt ook voor Den Ouden *et al.* (2013) over materiaal van Maasvlakte 2. Op basis van het bekende stratigrafisch voorkomen en de Zeeuwse vondsten ligt een pliocene ouderdom voor het materiaal van de niet-Zeeuwse stranden dus voor de hand. Echter, als gevolg van de lokale geologie, dat wil zeggen een dalende ondergrond in het Noord-zeebekken, zijn fossielen die met zekerheid kunnen worden toegeschreven aan tijdvakken voor het Laat Pleistoceen zeer zeldzaam aan de Zuid-Hollandse kust en noordelijker nog zeldzamer (Leeuw, 2010; Moerdijk *et al.*, 2010; Cadée & Cadée, 2011; Oosterbaan & Mol, 2014) en betreft dat steeds omgewerkt, getransporteerd materiaal (Janse, 2013). Maasvlakte 2 is een uitzondering: deze vindplaats is opvallend rijk aan landzoogdiermateriaal uit het Vroeg/Midden Pleistoceen, als gevolg van de uitzonderlijk diepe zandwinning voor dit gebied (Mol & Langeveld, 2014). Pliocene of ouder (marin) materiaal is ook daar echter zeer zeldzaam (Janse, 2012). Dergelijke zeldzame oude omgewerkte fossielen die met name op de Zuid-Hollandse stranden worden aangetroffen betreffen vooral fossiele schelpen uit het Eoceen en Pliocene (Hordijk & Janse, 1987; Langeveld *et al.*, 2012; Raven, 2012; Langeveld, 2013) en zijn waarschijnlijk door de Oerschelde in het Laat Pleistoceen aangevoerd vanuit het zuiden (Slupik *et al.*, 2013). Het, zoals hier aangetoond, toch tamelijk talrijk voorkomen van tanden van *Carcharodon carcharias* past niet goed bij de zeldzaamheid van omgewerkt plioceen materiaal op deze stranden; bovendien is de soort ook zeldzaam in pliocene afzettingen van Nederland en België (Bor & Peters, 2015)

en op de Zeeuwse stranden (Kattenwinkel, 2016). De Kaloot, een typische Zeeuwse vindplaats van fossiele haai-tanden (Kattenwinkel, 2000) en klassieke locatie voor pliocene schelpen (Moerdijk *et al.*, 2010), levert één tand van *C. carcharias* per circa 50-80 uur verzamelen op; op de Zandmotor kost het vinden van een exemplaar gemiddeld circa 100 uur. De tanden zijn op de Zandmotor dus weinig zeldzamer, terwijl deze locatie is opgebouwd uit sediment van recente zandbanken en onderliggende laat-pleistocene estuariene Rijn-Maasafzettingen (Van der Valk *et al.*, 2011) dat tot zes meter onder de zeebodem voor de kust van Den Haag werd gewonnen (Langeveld, 2013) en waarin slechts sporadisch plioceen materiaal wordt gevonden (Langeveld *et al.*, 2012; Raven, 2012). Daarnaast concluderen wij dat de niet-Zeeuwse tanden van de witte haai over het algemeen in hun conservering (overwegend tafonomische klasse 3) Matig gesleten en kleur (overheersend donker verkleurde kronen: zwart, grijs en wat donkergroen) afwijken van het Zeeuwse materiaal. Het Zeeuwse materiaal valt overwegend in tafonomische klasse 4) Sterk gesleten (tabel 4) en met name de wortels zijn in het Zeeuwse materiaal vaak sterker afgesleten of zelfs volledig verdwenen; groene tinten komen aanzienlijk meer voor in de kronen (fig. 6 en 8). Het materiaal van het strand van Dishoek vormt echter een belangrijke uitzondering: dat Zeeuwse materiaal lijkt qua conservering juist sterker op het niet-Zeeuwse materiaal dan op het andere Zeeuwse materiaal (tabel 3). Dit materiaal werd overigens niet eerder gepubliceerd en verdient nadere bestudering. Opvallend is dat het strand van Dishoek is opgespoten met sediment van de Steenbanken (Wetsteyn, 2004; Cardol, 2019); op dit strand overheerst daardoor (laat-)pleistoceen en holoceen materiaal, terwijl plioceen en ouder materiaal aanzienlijk zeldzamer is (Rijken, 1996; Langeveld *et al.*, 2021). Wij concluderen dus dat beslist niet alle niet-Zeeuwse strandvondsten van *Carcharodon carcharias* tanden verklaard kunnen worden als omgewerkt en getransporteerd plioceen materiaal: de conservering is vaak beter dan het Zeeuwse materiaal en het voorkomen op met name de Zandmotor is nauwelijks zeldzamer dan in het Zeeuwse.

De ^{14}C -datering leverde helaas geen concrete data op, dus een onderbouwde uitspraak over de ouderdom kunnen we niet doen. Mogelijk brengen gegevens uit boringen, van andere Nederlandse vindplaatsen of geslaagde (^{14}C -)dateringen in de toekomst meer duidelijkheid. Wel kunnen we speculeren over de mogelijkheden. Uitbreiding vanuit het verspreidingsgebied in het zuiden (de Atlantische Oceaan of mogelijk uit de Middellandse Zee (Vicens & Gracia, 1999; Marsili, 2006, 2008; Leone *et al.*, 2020)) zodra de omstandigheden in de Noordzee (zeespiegel en temperatuur) in orde waren, lijkt geen probleem: witte haaien zijn actieve zwemmers die grote afstanden afleggen. Zo is er een migratie van 11.100 kilometer in 99 dagen bekend van een vrouwelijk exemplaar van 3,8 meter dat van Zuid-Afrika naar Australië zwom (en later weer terug naar Zuid-Afrika) (Bonfil *et al.*, 2005). In 2014 haalde een in Florida met een satelliet-

volgsysteem getagd 4,4 meter groot vrouwtje van de witte haai, genaamd Lydia, nog de kranten, omdat ze de Mid-Atlantische rug was overgestoken en richting Ierland zwom, maar circa 1200 kilometer voor de Ierse kust is omgekeerd (OCEARCH Shark Tracker: oearch.org/tracker/detail/lydia). En eerder dit jaar stond Nukumi in de belangstelling van de media; een in oktober 2020 in Nova Scotia gezenderd 5,2 meter groot vrouwtje dat begin april 2021 de Mid-Atlantische rug is overgestoken en richting de Canarische Eilanden zwom (laatste ping 11 april 2021) (oearch.org/tracker/detail/nukumi). Bovendien zijn er ook seizoenmigraties bekend, die correleren met de zeewateroppervlaktetemperatuur (Curtis *et al.*, 2014) en is de beperkte waterdiepte van het zuidelijk deel van de Noordzee van niet meer dan 40-50 meter (Bloomfield *et al.*, 2011) geen probleem; witte haaien komen in diepe oceanen voor, maar ook in ondiepe zeeën en kustnabij. De soort heeft een sterke voorkeur voor een zeewateroppervlaktetemperatuur tussen 14 en 23 °C (Weltz *et al.*, 2013; Curtis *et al.*, 2014). In de zuidelijke Noordzee is de watertemperatuur tegenwoordig van juli tot oktober 14 °C of hoger (Becker & Schulz, 2000; Reynolds *et al.*, 2002) en dus in theorie hoog genoeg voor *Carcharodon carcharias*. Gegeven dat feit en het huidige voedselaanbod van de Noordzee in de vorm van grote populaties van diverse soorten zeehonden en dolfijnen (Broekhuizen *et al.*, 2016) lijkt het vreemd dat de witte haai tegenwoordig niet als zomergast in de Noordzee voorkomt (Ingram, 2020). De zuidelijke verbinding tussen de Noordzee en de Atlantische Oceaan, via het Nauw van Calais, is echter een honderden kilometers lange, nauwe en ondiepe passage. De noordelijke verbinding langs de Orkney-eilanden is wel een open en diepe verbinding, maar de zeewateroppervlaktetemperatuur haalt daar momenteel in de zomer zelden 14 °C (Becker *et al.*, 1997; Reynolds *et al.*, 2002). Voor witte haaien zijn beide passages van de Atlantische Oceaan naar de Noordzee tegenwoordig dus weinig aantrekkelijk. Daarnaast maakt het tegenwoordige intensieve gebruik van de zuidelijke Noordzee voor visserij, scheepvaart en andere doeleinden het gebied wellicht onaantrekkelijk voor de soort (Heessen & Ellis, 2009; Boldrocchi *et al.*, 2017; Rigby *et al.*, 2019). Compagno (2001) vermeldt voor het verspreidingsgebied weliswaar 'mogelijk Engeland', maar volgens Ebert & Stehmann (2013) zijn er in het noordoostelijke deel van de Atlantische Oceaan geen bevestigde waarnemingen ten noorden van de Golf van Biskaje en is de Noordzee niet meer opgenomen in de verspreidingskaart. Op basis van de beperkte historische vangsten en bronnen is de witte haai in het oostelijk deel van de Atlantische Oceaan de laatste eeuwen altijd al zeldzaam geweest (Fergusson, 1996) en de moderne geïsoleerde populatie in de Middellandse Zee (Gubili *et al.*, 2011; Leone *et al.*, 2020) is waarschijnlijk de laatste decennia afgenomen als gevolg van menselijke activiteiten (Boldrocchi *et al.*, 2017). Wellicht is de soort inmiddels zo zeldzaam geworden in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan dat de populatie niet meer tot in de Noordzee reikt of dat de soort onder de drempelwaarde voor waarnemingen (detection threshold) valt. In het geologische verleden was

dat anders, zo blijkt uit de vondsten van de fossiele tanden. Gegeven de lokale geologie en fossielvondsten op de stranden en het verloop van de zeespiegelcurve van de Noordzee gedurende het Laat Pleistoceen en Holoceen (Beets & Van der Spek, 2000; Berendsen, 2011; Hijma *et al.*, 2012) zijn er twee andere perioden mogelijk waarin de vondsten van *Carcharodon carcharias* in de Noordzee geplaatst zouden kunnen worden: het Eemien en het Holoceen voor het begin van historische bronnen.

Het Eemien (Laat Pleistoceen) is een interglaciaal dat duurde van circa 130.000 jaar tot circa 115.000 jaar geleden, na de voorlaatste ijstijd (Saalien) en voor de laatste ijstijd (Weichselien). Op basis van geochemisch en pollenonderzoek en de verspreidingsgebieden van verschillende diergroepen is vastgesteld dat het een warme periode was waarbij de gemiddelde zomertemperatuur in Nederland tijdens het optimum zo'n 19 °C bedroeg (Berendsen, 2011). Ter vergelijking: die temperatuur bedroeg 16,2 °C in 1961-1990 en 17,5 °C voor 1991-2020 (KNMI, 2021). De Noordzee was in het Eemien een paar graden warmer dan tegenwoordig (Turney *et al.*, 2020) en verbonden met de Atlantische Oceaan via het Nauw van Calais (Cohen *et al.*, 2014); dat bood dus een directe weg voor migratie van zuidelijke mariene soorten, maar ook een noordelijke route is natuurlijk mogelijk (Spaink, 1958; Seidenkrantz & Knudsen, 1994). Met name op Maasvlakte 2, het strand van Hoek van Holland en de Zandmotor wordt zeer algemeen (op de Zandmotor zelfs dominant) een molluskenfauna aangetroffen die in het Eemien wordt geplaatst (Langeveld, 2011; Van der Valk *et al.*, 2011; Janse & Van Peursen, 2012; Den Ouden *et al.*, 2013). Deze fauna bevat vooral soorten die tegenwoordig nog in de Noordzee voorkomen, maar ook enkele soorten die tegenwoordig niet (in grote aantallen) zo noordelijk voorkomen, zoals de geknobbelde hartschelp *Acanthocardia tuberculata* (Linnaeus, 1758), de gewelfde mantel *Flexopecten flexuosus* (Poli, 1795), de dubbeltjesschelp *Lucinella divaricata* (Linnaeus, 1758) of zelfs de getraliede strandschelp *Eastonia rugosa* (Helbling, 1779) (Langeveld & Mermuys, 2016). De molluskenfauna uit het Eemien doet dus duidelijk wat warmer aan dan de huidige molluskenfauna van de Noordzee (Spaink, 1958, 1974) en dat past goed bij de paleoklimatologische reconstructies van het Eemien als een interglaciaal dat op zijn klimaatoptimum enkele graden warmer was dan tegenwoordig (Cleveringa *et al.*, 2000; Van Leeuwen *et al.*, 2000; Berendsen, 2011). Het schelpmateriaal van Maasvlakte 2, het strand van Hoek van Holland en de Zandmotor is over het algemeen behoorlijk versleten; zo is bijvoorbeeld de sculptuur van de grijze tapijtshell *Venerupis senescens* (Cocconi, 1873) vaak deels verdwenen en dat geldt ook voor de knobbeltjes op *Acanthocardia tuberculata*. Dit wordt niet (uitsluitend) veroorzaakt door blootstelling aan de branding na het opspuiten; fossiele schelpen met dezelfde mate van slijtage worden ook verzameld in sediment dat ver boven de vloedlijn is opgespoten en fossiele schelpen die na zandwinning worden opgevisst uit het Eurogeulgebied vertonen dezelfde conservering (Langeveld &

Mol, 2019). Het gaat dus om oude slijtage, mogelijk voor fossilisatie ontstaan tijdens het Eemien of wellicht daarna tijdens lokale omwerking van mariene Eemafzettingen door rivierprocessen in het Weichselien (Laban & Rijdsdijk, 2002; Wesselingh *et al.*, 2010, 2013; Hijma *et al.*, 2012). Als de tanden van *Carcharodon carcharias* overwegend in het Eemien geplaatst zouden worden, samen met deze molluskenfauna, dan is het logisch dat ook de tanden van de witte haai enige slijtage vertonen, als gevolg van dezelfde processen waaraan ook de schelpen hebben blootgestaan. De suppletie van 400.000 m³ sediment op het strand van Noordwijk in juni 2013 leverde weinig fossiel materiaal uit het Eemien op (Langeveld *et al.*, 2013). De enige tand van *Carcharodon carcharias* van het Noordwijkse strand werd ten noorden van deze suppletie verzameld op 14 september 2013 door Ellen van der Niet. Suppleties met weinig mollusken uit het Eemien leveren dus ook weinig tanden van de witte haai op, terwijl de grootste concentratie van tanden van *Carcharodon carcharias* samengaat met de grootste concentratie van schelpen met een veronderstelde Eemien ouderdom, namelijk op de Zandmotor. Opvallend is wel dat *Carcharodon carcharias* op de Waddeneilanden zeer zeldzaam is, terwijl daar toch wel vrij veel mollusken uit het Eemien worden gevonden (De Bruyne & De Boer, 2008). Kattenwinkel (2009) beschrijft een opvallend goed bewaard gebleven en afwijkend gekleurde tand van *Carcharodon carcharias* van de Steenbanken (voor de kust van Walcheren) en noemt nog een vergelijkbaar bewaard gebleven tand van het strand van Ouddorp. Kattenwinkel (2009) komt voornamelijk op basis van de goede conservering en de overeenkomst in kleur van de haaiantand met Eemien mollusken van dezelfde vindplaats tot de conclusie dat deze tand, en die van Ouddorp, heel goed een ouderdom in het Eemien kan hebben (maar zie de opmerking van Rijken (1996) over verkleuring). Opvallend is overigens wel dat fossielen van mariene gewervelden die op basis van hun huidige ecologie (warmteminnend) en huidige verspreidingsgebied (zuidelijker) in het Eemien kunnen worden geplaatst zeldzaam zijn. Onderzoek aan fossiele visresten van het strand van Hoek van Holland en de Zandmotor leverde determinaties op van goudbrasem *Sparus aurata* Linnaeus, 1758 en ombervis *Argyrosomus regius* (Asso, 1801). Deze zuidelijke soorten zouden in het Eemien kunnen worden geplaatst (Langeveld *et al.*, 2016). Mariene zoogdierfauna's uit de Noordzee zijn echter overwegend aangepast aan koudere omstandigheden dan tegenwoordig en/of zijn met ¹⁴C-dateringen gedateerd in het Weichselien of Holoceen (Post, 2005; Mol *et al.*, 2008; Post & Brand, 2016; Helmendach & Post, 2021). Een opvallende uitzondering is de unieke onderkaak van de Mediterrane (of gewone) monniksrob *Monachus monachus* (Hermann, 1779) van het strand van de Zandmotor (een afgietsel bevindt zich in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam: NMR999100014004). Deze soort is warmteminnend en zou goed in het Eemien passen, maar de uitgevoerde ¹⁴C-datering leverde een ouderdom van circa 30.000 jaar op (zie Van der Plicht *et al.* (2012) voor een relevante discussie over ¹⁴C-dateringen); bovendien is er slechts één fossiel be-

kend (Mol & Langeveld, 2017). Met andere woorden: een belangrijke voedselbron voor (volwassen exemplaren van) de witte haai lijkt in het Eemien in de zuidelijke Noordzee te ontbreken, maar bekend is dat het dieet van de witte haai in verschillende gebieden kan variëren afhankelijk van de beschikbaarheid van geschikte prooien (Compagno, 2001). Het aantal bekende ¹⁴C-dateringen van zeezoogdieren uit de Noordzee is beperkt (Post & Brand, 2016): van bijvoorbeeld de tuimelaar *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) zijn er slechts drie dateringen; deze vallen in het Holoceen (Post, 2005; Mol *et al.*, 2008). De tuimelaar kent tegenwoordig een wereldwijde verspreiding in gematigde en tropische zeeën en oceanen (Richarz, 2011) en is onderdeel van het dieet van *Carcharodon carcharias* (Compagno, 2001) in bijvoorbeeld de Middellandse Zee (Boldrocchi *et al.*, 2017). Wij merken op dat het niet onmogelijk is dat bij het dateren van meer materiaal van *Tursiops truncatus* uit de Noordzee er exemplaren buiten het meetbereik (> 50.000 jaar) zullen vallen en dus mogelijk uit het Eemien dateren.

Na het Weichselien steeg de zeespiegel tijdens het begin van het Holoceen snel en liep de laagvlakte tussen Nederland en Engeland weer vol; de huidige Noordzee ontstond. Vanaf circa 8000-10.000 jaar geleden had de Noordzee min of meer haar huidige omvang bereikt. Het klimaat was op dat moment al ruwweg vergelijkbaar met het huidige en zou in Nederland ook niet meer sterk schommelen (Berendsen, 2011) hoewel tijdens het klimaatoptimum in het Midden Holoceen in noordwest Europa de zomers circa 1,5 °C warmer waren dan in 1890 (Davis *et al.*, 2003). De holoceene zeewateroppervlaktetemperatuur is op basis van diepe boringen op diverse locaties in de noordelijke Atlantische Oceaan (dus in de buurt van, maar niet in de Noordzee) gereconstrueerd. Daaruit bleek dat die temperatuur 7000 jaar geleden nabij de Noordzee circa 1 tot 2 °C hoger lag dan tegenwoordig en sindsdien langzaam daalde (Kim *et al.*, 2004), maar helemaal zeker is dat niet (Leduc *et al.*, 2017). Die mogelijk iets hogere dan de tegenwoordige watertemperatuur is niet ongunstig voor de witte haai. Er is nog een sterk argument aan te voeren voor een vroeg-holocene ouderdom van (een deel van) de tanden van *Carcharodon carcharias*: Schouten (2017) trof op resten van de tuimelaar *Tursiops truncatus* in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam met een veronderstelde ouderdom van zo'n 9000 tot 10.000 jaar (Post, 2005; Mol *et al.*, 2008) en op een bot van een grijze zeehond *Halichoerus grypus* (Fabricius, 1791), bijtsporen aan die kunnen worden toegeschreven aan de witte haai. Bovendien zijn uit het Vroeg en Midden Holoceen nog vrij talrijk fossielen van diverse andere mogelijke prooidieren bekend, zoals *Halichoerus grypus* (Post, 2005; Mol *et al.*, 2008; Post & Brand, 2016) in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (Slieker *et al.*, 2020). Daarnaast werd in de wateren bij Gairloch, aan de noordwestkust van Schotland, een gefossiliseerde tand van *Carcharodon carcharias* gevonden, verstrikt in het touw van een fuik, die op een diepte van 150 meter van de zeebodem werd getrokken (Underwood,

2012). Op basis van de geologische context veronderstelde Underwood (2012) dat een holocene ouderdom het meest waarschijnlijk is. Deze vondst suggereert de mogelijkheid van een noordelijke migratieroute voor witte haaien naar de holocene Noordzee. Echter, als de tanden van *Carcharodon carcharias* overwegend Holoceen van ouderdom zouden zijn, dan zou men verwachten dat de zeldzaamheid minder extreem zou toenemen vanaf de Zandmotor naar het noorden toe. Op dit deel van de Zuid-Hollandse en aansluitend de Noord-Hollandse kust worden immers aanzienlijk minder schelpen uit het Eemien gevonden, terwijl (oud) holoceen schelpmateriaal wel langs de gehele kust aanspoelt (Moerdijk *et al.*, 2010).

Conclusies

Onze inventarisatie van collecties en de literatuur leverde in totaal ten minste 491 fossiele tanden van de witte haai *Carcharodon carcharias* van 13 vindplaatsen buiten Zeeland op. Dat maakt duidelijk dat de witte haai in het verleden niet uiterst zeldzaam was in de Noordzee. Waarschijnlijk waren witte haaien in de Noordzee aanwezig in perioden dat de zeewateroppervlaktetemperatuur van de open en diepe verbinding met de Atlantische Oceaan langs de Orkney-eilanden voor een langere periode hoog genoeg was, zoals dat in bepaalde perioden van het Pliocen, Eemien en Holoceen het geval was. Deze noordelijke route werd voor het vroeg Pliocen ook door Bor & Peters (2015) gesuggereerd, omdat *Carcharodon carcharias* toen in de zuidelijke Noordzee al aanwezig was voor de veronderstelde opening van het Nauw van Calais. De precieze ouderdom van de talrijke niet-Zeeuwse strandvondsten blijft onduidelijk, maar wij concluderen dat beslist niet alle tanden verspoeld plioceen materiaal kunnen zijn. Daarvoor zijn het er teveel en is hun conservering te goed; vaak beter dan het Zeeuwse materiaal. Het is zeer waarschijnlijk dat een aanzienlijk deel van het materiaal afkomstig is uit het Eemien (Laat Pleistoceen), toen het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan en de Noordzee wat warmer waren dan tegenwoordig. Er zijn ook aanwijzingen dat deze grote haai in het vroege Holoceen voorkwam in de Noordzee. Met de voorspelde opwarming van het klimaat en daardoor ook het zeewater als gevolg van het door de mens versterkte broeikaseffect (Friedrich & Timmermann, 2020) en wellicht betere bescherming van deze kwetsbare diersoort (Rigby *et al.*, 2019) is het interessant om de verspreiding van *Carcharodon carcharias* deze eeuw nauwlettend in de gaten te houden. Misschien keert dit formidabele roofdier binnenkort weer terug in de Noordzee.

Dankwoord

Dank aan Anders Schinkel, Arie Twigt, Bart Korf, Cédric Heins, Dick Duineveld, Ellen van der Niet, Erik Spithoven, Fred en Wendy Lamme, Gerard van der Velde, Gijs van der Woerd, Greg Harkema, Hans en Karin Verhulsdonck, Helene Zwennes, Henk Mulder, Henk ter Steege, Hidde Bakker, Ivan van Marrewijk, Jacqueline van Duijn, Jeffrey Dokkens, Jerry Streutker, Johan Passchier, Lodewijk Reehorst, Maarten Schoemaker, Mark Zondag, Martijn van der Meer,

Michiel Bil, Mirjam Kruizinga, Niels van Steijn, Patrick Ouwehand, Peter en Ingrid de Bruijn, Peter Wiesenhaan, Renate Wolthuis, Rick van Bragt, Roel van Reijmersdal, Ron Nederpelt, Tineke Lammerse, Trudy en Hans Langeveld, Vic Viveen, Vincent en Anne Marie Graper, Willy van Wingerden, Wim Kruiswijk en Wim van den Broek voor informatie over hun collecties en foto's van vondsten. Dank aan Bert van der Valk en M.A. van der Meulen voor het doneren van vondsten aan het Natuurhistorisch Museum Rotterdam. Dank aan Thijs de Boer (Schelpenmuseum Paal 14, Schiermonnikoog) voor informatie over een vondst en de collectie onder zijn beheer; aan Rien de Ruijter (Strandwerkgemeenschap) voor het nakijken van meldingen in het Centraal Systeem van de Strandwerkgemeenschap en aan hem en Sigune Tonbreeker voor het in contact brengen met Wim Kruiswijk; aan Johan Krol (Natuurcentrum Ameland - Amelander Musea) voor informatie over de collectie onder zijn beheer, foto's en inzicht in een literatuurstuk; aan René Fraaije (Oertijdmuseum) voor foto's en informatie over de collectie onder zijn beheer en aan Natasja den Ouden (Naturalis Biodiversity Center) voor informatie over de collectie onder haar beheer.

Literatuur

- Adnet, S., A.C. Balbino, M.T. Antunes & J.M. Marín-Ferrer, 2010. New fossil teeth of the White Shark (*Carcharodon carcharias*) from the Early Pliocene of Spain. Implication for its paleoecology in the Mediterranean. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen 256: 7-16.
- Bass, A.J., J.D. D'Aubrey & N. Kistnasamy, 1975. Sharks of the east coast of Southern Africa. IV. The families Odontaspidae, Scapanorhynchidae, Isuridae, Cetorhinidae, Alopiidae, Orectolobidae and Rhinodontidae. – Investigational Report Oceanographic Research Institute 39: 1-102.
- Becker, G.A. & A. Schulz, 2000. Atlas of North Sea surface temperatures. Weekly and monthly means for the period 1969 to 1993. – Deutsche Hydrographische Zeitschrift 51: 5-79.
- Becker, G.A., A. Frohse & P. Damm, 1997. The northwest European shelf temperature and salinity variability. – Deutsche Hydrographische Zeitschrift 49: 135-151.
- Beets, D.J. & A.J.F. van der Spek, 2000. The Holocene evolution of the barrier and the back-barrier basins of Belgium and the Netherlands as a function of late Weichselian morphology, relative sea-level rise and sediment supply. – Netherlands Journal of Geosciences 79: 3-16.
- Berendsen, H.J.A., 2011. De vorming van het land. Inleiding in de geologie en geomorfologie. – Van Gorcum, Assen.
- Berkovitz, B. & P. Shellis, 2017. The Teeth of Non-Mammalian Vertebrates. – Academic Press.
- Bloomfield, H.J., Z. Allcock, O. Bos, O.A.L. Paramor, K.A. Allen, M. Aanesen, C. Armstrong, T. Hegland, W. Le Quesne, G.J. Piet, J. Raakær, S. Rogers, R. van Hal, L.J.W. van Hoof, H.M.J. van Overzee & C.L.J. Frid,

2011. MEFEPO North Sea Atlas, 2nd Edition – Liverpool, University of Liverpool.
- Boatman, E.M., M.B. Goodwin, H.-Y.N. Holman, S. Fakra, W. Zheng, R. Gronsky & M.H. Schweitzer, 2019. Mechanisms of soft tissue and protein preservation in *Tyrannosaurus rex*. – Scientific Reports 9: 15678. doi: [10.1038/s41598-019-51680-1](https://doi.org/10.1038/s41598-019-51680-1)
- Boessenecker, R.W., F.A. Perry & J.G. Schmitt, 2014. Comparative taphonomy, taphofacies, and bonebeds of the Mio-Pliocene Purisima Formation, Central California: strong physical control on marine vertebrate preservation in shallow marine settings. – PLoS ONE 9 (3): e91419. doi:10.1371/journal.pone.0091419
- Boldrocchi, G., J. Kiszka, S. Purkis, T. Storai, L. Zinzula & D. Burkholder, 2017. Distribution, ecology, and status of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in the Mediterranean Sea. – Reviews in Fish Biology and Fisheries 27: 515-534.
- Bonfil, R., M. Meijer, M.C. Scholl, R. Johnson, S. O'Brien, H. Oosthuizen, S. Swanson, D. Kotze & M. Paterson, 2005. Transoceanic Migration, Spatial Dynamics, and Population Linkages of White Sharks. – Science 310: 100-103.
- Bor, T., 2013. Terminologie en determinatie van haaien- en roggentanden. – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 34 (4): 116-137.
- Bor, T.J. & W.J.M. Peters, 2015. The Pliocene locality Ballygoy (province of Gelderland, The Netherlands) and a new record of the great white shark, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758). – Cainozoic Research 15: 59-73.
- Broekhuizen, S., K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys, 2016. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Natuur van Nederland 12. – Zoogdierverseniging, KNNV Uitgeverij.
- Cadée, G.C. & F.P. Wesselingh, 2009. Van levend schelpdier naar fossiele schelp: tafonomie van Nederlandse strandschelpen. – Informatieblad van de Nederlandse Malacologische Vereniging, nr. 13. spirula.nl/wp-content/uploads/2016/01/NMVinfolblad13.pdf
- Cadée, G.C. & M.C. Cadée, 2011. *Habecardium tenuisulcatum* (Nyst, 1836) op Texel aangespoeld. – Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 32 (3): 64-65.
- Camphuysen, C.J. & P.A. Henderson, 2017. North Sea fish and their remains. – Royal Netherlands Institute for Sea Research & Pisces Conservation Ltd.
- Cappellini, E., F. Welker, L. Pandolfi, J. Ramos-Madrigal, D. Samodova, P.L. Rüter, A.K. Fotakis, D. Lyon, J.V. Moreno-Mayar, M. Bukhsianidze, R. Rakownikow, Jersie-Christensen, M. Mackie, A. Ginolhac, R. Ferring, M. Tappen, E. Palkopoulou, M.R. Dickinson, T.W. Stafford, Y.L. Chan, A. Götherström, S.K.S.S. Nathan, P.D. Heintzman, J.D. Kapp, I. Kirillova, Y. Moodley, J. Agusti, R. Kahlke, G. Kiladze, B. Martínez-Navarro, S. Liu, M. Sandoval Velasco, M.S. Sinding, C.D. Kelstrup, M.E. Allentoft, L. Orlando, K. Penkman, B. Shapiro, L. Rook, L. Dalén, M. Th.P. Gilbert, J.V. Olsen, D. Lordkipanidze & E. Willerslev, 2019. Early Pleistocene enamel proteome from Dmanisi resolves *Stephanorhinus* phylogeny. – Nature 574: 103-107.
- Cappetta, H., 2012. Chondrichthyes. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth. In: H.P. Schultze (red.). Handbook of Paleichthyology, 3E. – Friedrich Pfeil, München.
- Cardol, A., 2019. *Pitar sulcatarius* van Dishoek. – Voluta 25 (1): 14-16.
- Carrier, J.C., 2017. Sharks of the Shallows: Coastal Species in Florida and the Bahamas. – John Hopkins University Press, Baltimore.
- Cleveringa, P., T. Meijer, R.J.W. van Leeuwen, H. de Wolf, R. Pouwer, T. Lissenberg & A.W. Burger, 2000. The Eemian stratotype locality at Amersfoort in the central Netherlands: a re-evaluation of old and new data. – Netherlands Journal of Geosciences 79: 197-216.
- Cohen, K., P. Gibbard & H. Weerts, 2014. North Sea palaeogeographical reconstructions for the last 1 Ma. – Netherlands Journal of Geosciences 93: 7-29.
- Compagno, L.J.V., 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). – FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 1, Vol. 2. Rome, FAO.
- Correia, J.P., 1999. Tooth Loss Rate from Two Captive Sandtiger Sharks (*Carcharias taurus*). – Zoo Biology 18: 313-317.
- Curtis, T.H., C.T. McCandless, J.K. Carlson, G.B. Skomal, N.E. Kohler, L.J. Natanson, G.H. Burgess, J.J. Hoey & H.L. Pratt, Jr. 2014. Seasonal Distribution and Historic Trends in Abundance of White Sharks, *Carcharodon carcharias*, in the Western North Atlantic Ocean. – PLoS ONE 9(6): e99240. doi:10.1371/journal.pone.0099240
- Davis, B.A.S., S. Brewer, A.C. Stevenson, J. Guiot *et al.*, 2003. The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. – Quaternary Science Reviews 22: 1701-1716.
- De Boer, Th., 2009. Witte haai *Carcharodon carcharias* (Linné, 1758) – <http://www.schelpenmuseum.nl/oudnieuws09.html#14> (geraadpleegd 28 januari 2021).
- De Bruyne, R. & D. Bandini, 2013. Ameland: Schelpenrijk. Het eilandgevoel beleven met schelpen, barnsteen en fossielen. – KNNV Uitgeverij.
- De Bruyne, R.H. & Th.W. de Boer, 2008. Schelpen van de Waddeneilanden. Gids van de schelpen en weekdieren van Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. – Fontaine Uitgevers, 's-Graveland.
- De Ceuster, J., 1976. Stratigrafische interpretatie van Jong-Cenozoische afzettingen bij Rumst (Belgie, provincie Antwerpen) en beschrijving van de in een Post-Mioceen basisgrind aangetroffen vissenfauna, II. Systematische beschrijvingen en conclusies. – Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 13: 119-172.
- De Ruijter, R., 2020. CS-verslag. – Het Zeepaard 80: 151-159.
- De Wes, C., 2000. Haaiantanden en andere fossielen op het strand van Knokke tot Cadzand en van Nieuwvliet tot Breskens. – Haifischzahn Verlag, Cadzand.

- Dee, M.W., S.W.L. Palstra, A.Th. Aerts-Bijma, M.O. Bleeker, S. De Bruijn, F. Ghebru, H.G. Jansen, M. Kuitems, D. Paul, R.R. Richie, J.J. Spiensma, A. Scifo, D. van Zonneveld, B.M.A.A. Verstappen-Dumoulin, P. Wietzes-Land & H.A.J. Meijer, 2020. Radiocarbon Dating at Groningen: New and Updated Chemical Pretreatment Procedures. – *Radiocarbon* 62: 63-74.
- 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 zandwingebied en buitencontour Maasvlakte 2. – Naturalis Biodiversity Center.
- Ebert, D.A. & M.F.W. Stehmann, 2013. Sharks, batoids, and chimaeras of the North Atlantic. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. – Rome, FAO.
- Ecomare, 2021. Een zwarte tand van een witte haai op Texel. – <https://www.ecomare.nl/verdiep/nieuws/een-zwarte-tand-van-een-witte-haai-op-texel/> (geraadpleegd 12 januari 2021).
- Ehret, D.J., B.J. Macfadden, D.S. Jones, T.J. Devries, D.A. Foster & R. Salas-Gismondi, 2012. Origin of the White Shark *Carcharodon* (Lamniformes: Lamnidae) based on recalibration of the upper Neogene Pisco Formation of Peru. – *Palaeontology* 55: 1139-1153.
- Estrada, J.A., A.N. Rice, L.J. Natanson & G.B. Skomal, 2006. Use of isotopic analysis of vertebrae in reconstructing ontogenetic feeding ecology in white sharks. – *Ecology* 87: 829-834.
- Fallows, C., A.J. Gallagher & N. Hammerschlag, 2013. White Sharks (*Carcharodon carcharias*) Scavenging on Whales and Its Potential Role in Further Shaping the Ecology of an Apex Predator. – *PLoS ONE* 8(4): e60797. doi.org/10.1371/journal.pone.0060797
- Fergusson, I.K., 1996. Distribution and Autecology of the White Shark in the Eastern North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. In: A.P. Klimley & D.G. Ainley (red.). *Great White Sharks. The Biology of Carcharodon carcharias*. – Academic Press: 321-345.
- Friedrich, T. & A. Timmermann, 2020. Using Late Pleistocene sea surface temperature reconstructions to constrain future greenhouse warming. – *Earth and Planetary Science Letters* 530: 115911.
- Goldman, K.J., 1997. Regulation of body temperature in the white shark, *Carcharodon carcharias*. – *Journal of Comparative Physiology B* 167: 423-429.
- Gubili, C., R. Bilgin, E. Kalkan, S.Ü. Karhan, C.S. Jones, D.W. Sims, H. Kabasakal, A.P. Martin & L.R. Noble, 2011. Antipodean white sharks on a Mediterranean walkabout? Historical dispersal leads to genetic discontinuity and an endangered anomalous population. – *Proceedings of the Royal Society B* 278: 1679-1686.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. – *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 p.
- Heessen, H.J.L. & J.R. Ellis, 2009. Haaien en roggen in de Noordzee. – *De Levende Natuur* 110: 257-260.
- Helmendach, F. & K. Post, 2021. Aanwijzingen voor het determineren van het bekken van de laat-pleistocene en holocene zeehonden van de Nederlandse kustwateren. – *Cranium* 38 (1): 76-84.
- 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.
- Holmes, D., P. Moody & D. Dine, 2011. *Research methods for the Biosciences* (second edition). – Oxford University Press.
- Hordijk, L. & A. Janse, 1987. Mollusken uit het Pleistoceen van het Waterweggebied. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 8 (4): 68-74.
- Hubbell, G. 1996. Using tooth structure to determine the evolutionary history of the white shark. In: A.P. Klimley & D. Ainley (red.). *Great white sharks. The biology of Carcharodon carcharias*. – San Diego, Academic Press: 9-18.
- Ingram, S., 2020. Which sharks swim in UK seas? More than you might think. – <https://www.nationalgeographic.co.uk/animals/2020/07/which-sharks-swim-in-uk-seas-more-than-you-might-think> (geraadpleegd 25 februari 2021).
- Irmis, R.B. & D.K. Elliott, 2006. Taphonomy of a Middle Pennsylvanian marine vertebrate assemblage and an actualistic model for marine abrasion of teeth. – *Palaios* 21: 466-479.
- Janse, A., 2004. *Carcharodon* van de Maasvlakte. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 25 (3): 48-49.
- Janse, A., 2005a. *Carcharodon* - 2. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 26 (3): 44-45.
- Janse, A., 2005b. Waarnemingen van een wandelaar, ofwel Stratigrafie vanaf de wal: strandsuppleties Goeree Voorne (Zuid-Holland). – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 26 (4): 59-63.
- Janse, A., 2012. Maasvlakte-2. Nieuwe soorten voor dit gebied. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 33 (3) : 68-69.
- Janse, A., 2013. De Deltadienstboringen - vervolg. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 34 (2): 56-57.
- Janse, A. & A. van Peursen, 2012. Een KZGW/NMV/WTKG excursie op het nieuwe Maasvlakte-2 strand 23 juni 2012. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 33 (4): 89-92.
- Kattenwinkel, L., 2000. Haaiantanden van de Kaloot. – *Voluta* 6 (2): 12-13.
- Kattenwinkel, L., 2009. Goudbruine tand van een witte haai. – *Voluta* 15 (1): 4-6.
- Kattenwinkel, L., 2016. Vissen. In: H. Raad (red.) *Zeeuwse strandfossielen. Fauna Zeelandica in de oertijd. Fossielen-gids uitgegeven bij het 50-jarig jubileum Werkgroep Geologie KZGW 1966-2016*. – *Werkgroep Geologie/Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen*: 104-117.
- Kim, J.-H., N. Rambu, S.J. Lorenz, G. Lohmann, S.-I. Nam, S. Schouten, C. Rühlemann & R.R. Schneider, 2004.

- North Pacific and North Atlantic sea-surface temperature variability during the Holocene. – *Quaternary Science Reviews* 23: 2141-2154.
- KNMI, 2021. Klimaatdashboard. – <https://www.knmi.nl/klimaatdashboard> (geraadpleegd 25 februari 2021).
- Kuitem, 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.
- Kustnota, 1990. Kustverdediging na 1990. – Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1989-1990, 21 136, nrs 5-6.
- Laban, C. & K. Rijdsdijk, 2002. De Rijn-Maasdelta's in de Noordzee. – *Grondboor & Hamer* 56: 60-65.
- Langeveld, B., 2011. Fossiele mollusken van het strand van Hoek van Holland. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 32 (4): 76-82.
- Langeveld, B., 2013. 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 Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 34 (4): 177-181.
- Langeveld, B. & D. Mol, 2019. Fossiele mollusken opgevoerd uit het Eurogeulgebied. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 40 (2): 31-40.
- Langeveld, B. & D. Mol, 2021. Maasvlakte 2 en de Zandmotor als fossielenvindplaatsen. – *Gea* 54 (1): 41-53.
- Langeveld, B. & N. Liscaljet, 2019. Henk Mulder. – *Cranium* 36 (2): 90-95.
- Langeveld, B. & S. Mermuys, 2016. Kort verslag van de Maasvlakte 2-excursie op 31 oktober 2015 met een vondst van *Eastonia rugosa* (Helbling, 1779). – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 37 (1): 15-17.
- Langeveld, B., A. Cardol, B. Nieland & H. Mulder, 2021. Vogelvondsten uit het Laat Pleistoceen en Holoceen van Dishoek en het Banjaardstrand uit zandsuppleties van de Steenbanken. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 42 (3): 91-104.
- Langeveld, B., E. van der Niet & M.C. Cadée, 2013. Van de zeebodem naar het strand: vondsten uit de strandsuppletie Noordwijk juni 2013. – *Het Zeepaard* 73: 167-182.
- Langeveld, B., J. Streutker & D.C. Brinkhuizen, 2016. Fossiele visresten van de Delflandse Kust (Eurogeulgebied). – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 37 (3): 73-85.
- Langeveld, B., T. Langeveld & H. Mulder, 2012. *Scaphella lamberti* (J. Sowerby, 1816): nog een exemplaar van de Zandmotor en enkele fragmenten van Arendsduin (Zuid-Holland). – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 33 (2): 41-42.
- Lee, Y.-C., C.-C. Chiang, P.-Y. Huang, C.-Y. Chung, T.D. Huang, C.-C. Wang, C. Chen, R.-S. Chang, C.-H. Liao & R.R. Reisz, 2017. Evidence of preserved collagen in an Early Jurassic sauropodomorph dinosaur revealed by synchrotron FTIR microspectroscopy. – *Nature Communications* 8: 14220. doi: 10.1038/ncomms14220
- Leeuw, D., 2010. Een Zwinkokkel op het Noord-Hollandse strand. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 31 (2): 47.
- Leone, A., G.N. Puncher, F. Ferretti, E. Sperone, S. Tripepi, P. Micarelli, A. Gambarelli, M. Sarà, M. Arculeo, G. Doria, F. Garibaldi, N. Bressi, A. Dall'Asta, D. Minelli, E. Cilli, S. Vanni, F. Serena, P. Díaz-Jaimes, G. Baele, A. Cariani & F. Tinti, 2020. Pliocene colonization of the Mediterranean by Great White Shark inferred from fossil records, historical jaws, phylogeographic and divergence time analyses. – *Journal of Biogeography* 47: 1119-1129.
- Luer, C.A., P.C. Blum & P.W. Gilbert, 1990. Rate of Tooth Replacement in the Nurse Shark, *Ginglymostoma cirratum*. – *Copeia* 1990: 182-191.
- Marsili, S., 2006. Analisi sistematica, paleoecologica e paleobiogeografica della selociofauna Plio-Pleistocenica del Mediterraneo. – PhD thesis, Università di Pisa, Pisa.
- Marsili, S., 2008. Systematic, paleoecologic and paleobiogeographic analysis of the Plio-Pleistocene Mediterranean Elasmobranch fauna. – *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memoire Serie A* 113: 81-88.
- Martin, R., N. Hammerschlag, R. Collier & C. Fallows, 2005. Predatory behaviour of white sharks (*Carcharodon carcharias*) at Seal Island, South Africa. – *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85: 1121-1135.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2015. Beleidsnota Noordzee 2016-2021. – Bijlage 2 bij het Nationaal Waterplan 2016-2021.
- Moerdijk, P.W., A.W. Janssen, F.P. Wesselingh, G.A. Peeters, R. Pouwer, F.A.D. van Nieulande, A.C. Janse, L. van der Slik, T. Meijer, R. Rijken, G.C. Cadée, D. Hoeksema, G. Doeksen, A. Bastemeijer, H. Strack, M. Vervoenen & J.J. ter Poorten, 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 Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 35 (2): 40-59.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2017. "Het raadsel van het kaakje van Vermeer" kopte het dagblad Trouw op woensdag 22 februari 2017. – *Cranium* 34 (1): 8-12.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2018. Reconstructie van laatpleistocene 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 Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 39 (4): 85-96.
- Mol, D., J. de Vos, R. Bakker, B. van Geel, J. Glimmerveen, H. van der Plicht & K. Post, 2008. Kleine encyclopedie van het leven in het Pleistoceen - Mammoeten, neushoorns en andere dieren van de 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.
- Niekus, M.J.L.Th., L. Johansen, D. Stapert & K.M. Cohen, 2021. Opgezogen, Opgespoten en Opgeraapt. Vuurstenen artefacten van de Zandmotor en hun sedimentaire context. – Steekproefrapport 2020-07/05.
- Oosterbaan, A. & I. Mol, 2014. Geheimen van het cleithrum. – *Cranium* 31 (2): 37-39.
- Overstrom, N.A., 1991. Estimated tooth replacement in captive sand tiger sharks (*Carcharias taurus* Rafinesque 1810). – *Copeia* 1991: 525-526.
- Paleobiology Database, 2021. Datadownload van de Paleobiology Database op 13 oktober 2021 met parameter: taxa = *Carcharodon carcharias*. – paleobiodb.org
- Passchier, J., 2002. Bijzondere vondsten. Een linker sprongbeen van een grottenleeuw (*Panthera spelaea*). – *Cranium* 19 (2): 161-163.
- Pimiento, C. & M.J. Benton, 2020. The impact of the Pull of the Recent on extant elasmobranchs. – *Palaeontology* 63: 369-374.
- Post, K., 2005. A Weichselian marine mammal assemblage from the southern North Sea. – *Deinsea* 11: 21-27.
- Post, K. & D. Brand, 2016. Melding van een fossiele kaak van een baardrob *Erignathus barbatus* (Erxleben, 1777) van de Noordzee. – *Cranium* 33 (2): 25-29.
- Pyle, P., M.J. Schramm, C. Keiper & S.D. Anderson, 1999. Predation on a white shark (*Carcharodon carcharias*) by a killer whale (*Orcinus orca*) and a possible case of competitive displacement. – *Marine Mammal Science* 15: 563-568.
- Raven, H., 2012. *Scaphella lamberti* (J. Sowerby, 1816) van de Zandmotor. – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 33 (2): 41.
- Reehorst, L., 2017. Botten van het strand van IJmuiden, Noord-Holland. Wat je gedurende anderhalf jaar zoeken kan vinden! – *Cranium* 34 (1): 92-96.
- Reehorst, L., 2019. Nieuwe vondsten van het strand van IJmuiden. – *Cranium* 36 (2): 96-99.
- Reumer, J., 2008. Opgeraapt Opgevist Uitgehakt. Fossielen vertellen de geschiedenis van Nederland. – Uitgeverij Contact.
- Reynolds, R.W., N.A. Rayner, T.M. Smith, D.C. Stokes & W. Wang, 2002. An Improved In Situ and Satellite SST Analysis for Climate. – *Journal of Climate* 15: 1609-1625.
- Richarz, K., 2011. Zoogdieren van Europa. Alle belangrijke soorten. – De Fontein|Tirion Uitgevers, Utrecht.
- Rigby, C.L., R. Barreto, J. Carlson, D. Fernando, S. Fordham, M.P. Francis, K. Herman, R.W. Jabado, K.M. Liu, C.G. Lowe, A. Marshall, N. Pacoureaux, E. Romanov, R.B. Sherley & H. Winker, 2019. *Carcharodon carcharias*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T3855A2878674. – <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T3855A2878674.en>. (geraadpleegd 28 maart 2021).
- Rijken, R., 1996. De zandsuppleties van de winplaats Steenbanken 1990-'95. – *Voluta* 2 (2): 16-28.
- Schouten, S., 2017. De witte haai (*Carcharodon carcharias* Linnaeus, 1758) in het (Vroeg) Holoceen van de Noordzee? – *Cranium* 34 (1): 68-73.
- Seidenkrantz, M.-S. & K.L. Knudsen, 1994. Marine high resolution records of the last interglacial in Northwest Europe: A review. – *Géographie physique et Quaternaire* 48: 157-168.
- Shimada, K., 2003 (2002). The relationship between the tooth size and total body length in the white shark, *Carcharodon carcharias* (Lamniformes: Lamnidae). – *Journal of Fossil Research* 35: 28-33.
- Slieker, F.J.A., H. van der Es, R. Andeweg & B.W. Langeveld, 2020. Natural History Museum Rotterdam - Specimens. Version 1.21. Natural History Museum Rotterdam. Occurrence dataset. – <https://doi.org/10.15468/kwqaay> (geraadpleegd via GBIF.org op 13 januari 2021).
- Slupik, A.A., F.P. Wesselingh, D.F. Mayhew, A.C. Janse, F.E. Dieleman, M. van Strydonck, P. Kiden, A.W. Burger & J.W.F. Reumer, 2013. The role of a proto-Schelde River in the genesis of the southwestern Netherlands, inferred from the Quaternary successions and fossils in Moriaanshoofd Borehole (Zeeland, the Netherlands). – *Netherlands Journal of Geosciences* 92: 69-86.
- Souverein, P. & P.B. Stoel, 1995. Fossiele haaietanden uit het Tertiair van Cadzand. – *Grondboor & Hamer* 49: 51-53.
- Spaink, G., 1958. De Nederlandse Eemlagen. I. Algemeen overzicht. – *Wetenschappelijke mededelingen Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging* 29: 1-44.
- Spaink, G., 1974. Het Eemien. – *Grondboor & Hamer* 28: 30-35.
- Turney, C.S.M., R.T. Jones, N.P. McKay, E. van Sebillle, Z.A. Thomas, C.-D. Hillenbrand & C.J. Fogwill, 2020. A global mean sea surface temperature dataset for the Last Interglacial (129–116 ka) and contribution of thermal expansion to sea level change. – *Earth System Science Data* 12: 3341-3356. doi.org/10.5194/essd-12-3341-2020
- Underwood, C., 2012. White Sharks in UK Waters. – *Shark Focus* 45: 6-7.
- Underwood, C.J., S.F. Mitchell & K.J. Veltkamp, 1999. Microborings in mid-Cretaceous fish teeth. – *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 52: 269-274.
- Uyeno, T. & Y. Matsushima, 1979. Comparative study of Teeth from Naganuma Formation of Middle Pleistocene and Recent Specimens of the Great White Shark, *Carcharodon carcharias* from Japan. – *Bulletin of The Kanagawa Prefectural Museum Natural Science* 11: 11-30.
- Van den Bosch, M., 1971. Elasmobranchii uit het Rupelien van Lintorf bij Düsseldorf (Westduitsland). – *Me-*

- dedelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 8: 46-61.
- Van der Plicht, H., K. Post & D. Mol, 2012. Over aasvliegen en een mammoetskalf uit de Eurogeul. – *Cranium* 29 (2): 14-19.
- 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 Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 32 (3): 51-53.
- Van Leeuwen, R.J.W., D.J. Beets, J.H.A. Bosch, A.W. Burger, P. Cleveringa, D. van Harten, G.F.W. Herengreen, R.W. Kruk, C.G. Langereis, T. Meijer, R. Pouwer & H. de Wolf, 2000. Stratigraphy and integrated facies analysis of the Saalian and Eemian sediments in the Amsterdam-Terminal borehole, the Netherlands. – *Netherlands Journal of Geosciences* 79: 161-196.
- Van Nieulande, F., 2001. Mensenhaai (‘Jaws’) aangespoeld op het Kalootstrand! – *Afzettingen Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie* 22 (1): 15-16.
- Verschuieren, S., 1998. Fossiele haaien, roggen en draakvissen van het strand van Cadzand en Nieuwvliet-Bad. In: T. Lindemann (red.). *Gids voor strandfossielen van Cadzand en Nieuwvliet-Bad. Haaien- en roggentanden, schelpen, krabben, slangsterren, zoogdierresten.* – *Geode* 1998 (2): 29-67.
- Vicens, D. & F. Gracia, 1999. *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) en el Plistocè superior de Mallorca. – *Bolletí de la Societat d’Història Natural de les Balears* 42: 167-170.
- Villafaña, J.A., S. Hernandez, A. Alvarado, K. Shimada, C. Pimiento, M.M. Rivadeneira & J. Kriwet, 2020. First evidence of a palaeo-nursery area of the great white shark. – *Scientific Reports* 10: 8502. doi.org/10.1038/s41598-020-65101-1
- Weltz, K., A.A. Kock, H. Winker, C. Attwood & M. Sikweyiya, 2013. The Influence of Environmental Variables on the Presence of White Sharks, *Carcharodon carcharias* at Two Popular Cape Town Bathing Beaches: A Generalized Additive Mixed Model. – *PLoS ONE* 8 (7): e68554. doi.org/10.1371/journal.pone.0068554
- Wesselingh, F., D. de Loecker, W. Borst & O. van Tongeren, 2013. Mollusken. In: M. Kuitens, D. de Loecker, M. van Kolfschoten, W. Borst, J. van Doesburg, H.P. van der Es, J. Opdebeeck, A. Otte, J.W.F. Reumer, O. van Tongeren, H.J.T. Weerts & F. Wesselingh. *Succesvol botvangen. Rapport 4 van het geo-archeologisch en paleontologisch onderzoek zandwingebied en buitencontour Maasvlakte 2.* – *Faculteit der Archeologie, Universiteit Leiden*: 31-34.
- Wesselingh, F., K. Post, A. Janse, T. Meijer & D. Mol, 2010. Schelpjes en takken op mammoetbeenderen geven inzicht in het laat-pleistocene afzettingsmilieu van de Eurogeul. – *Cranium* 27 (2): 29-31.
- Wetsteyn, B., 2004. Zandsuppleties Walcheren (2). – *Voluta* 10 (2): 6-8.
- ¹Bram Langeveld, *Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Westzeedijk 345, 3015 AA Rotterdam, e-mail: langeveld@hetnatuurhistorisch.nl*
- ²Sander Schouten, *Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Westzeedijk 345, 3015 AA Rotterdam, e-mail: sanderschouten88@hotmail.com*
- ³Lex Kattenwinkel, *e-mail: lexkat8@zeelandnet.nl*
- ⁴Arthur Oosterbaan, *Ecomare, Ruijslaan 92, 1796 AZ De Koog - Texel, e-mail: arthuroosterbaan@ecomare.nl*
- ⁵Taco Bor, *e-mail: tacobor@xs4all.nl*

