

DRIE ZEER GROTE GEASSOCIEERDE MIOCENE HAAIENWERVELS UIT DE WESTERSCHELDE



0 5 10 cm

Samenvatting

In dit artikel wordt de vondst van drie zeer grote haaienwervels, gefossiliseerd in één groot blok glauconiet-zandsteen uit de Westerschelde, gemeld. Het fossiel is door medewerkers van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam opgevestigd in 2014. Beschreven wordt van welk haaiengeslacht de wervels afkomstig kunnen zijn. De meest waarschijnlijke kandidaat is de reuzenhaai, *Cetorhinus maximus*. Vondsten van grote fossiele haaienwervels zijn niet algemeen en tot nu toe zijn voornamelijk in België en Denemarken (Gram) enkele haaienwervels van een vergelijkbare grootte gevonden. Ouderdomsbepaling door middel van dinoflagellaten uit monsters van de matrix wijst op een miocene ouderdom (Tortonien).

Abstract

In this article three articulated, fossilized, very large shark vertebrae from the Westerschelde deposits (the Netherlands) are reported. The fossils are embedded in a block of glauconitic sandstone and were collected by a fishing expedition of the Natural History Museum Rotterdam in 2014. Most probably the vertebrae are from a basking shark, possibly *Cetorhinus maximus*. Mainly in Belgium and Denmark (Gram) shark vertebrae of similar size have been found. Dinoflagellate dating of the matrix resulted in a Miocene age (Tortonian).

INLEIDING

Haaien zijn kraakbeenvissen (Chondrichthyes). Haaienwervels bestaan uit kraakbeen met een beperkte mate van verkalking en zijn daardoor niet zo stevig als benen wervels. Kraakbeen fossiliseert doorgaans niet, behalve in uitzonderlijke gevallen. In die gevallen zijn de haaienwervels vaak vervormd of fragmentarisch. Van fossiele haaien worden meestal alleen de tanden en zelden wervels gevonden. Alleen bij de zogenaamde Konservat-Lagerstätten,

zoals Solnhofen, Bear Gulch en Holzmaden, kan men van haaien ook de afdrukken van weke delen vinden.

Het gemakkelijkst fossiliseert van een haaienwervel het wervellichaam (wervelcentrum), omdat daar een zekere mate van verkalking optreedt. De zogenaamde neuraalbogen, die doorgaans niet verkalken en daarom niet bewaard blijven als fossiel, beschermen het boven de wervelkolom gelegen ruggemerg. De zogenaamde haemale bogen, die ook niet verkalken, beschermen de

onder de wervelkolom lopende bloedvaten. Door de goede fossilisatie van de wervellichamen en de afmetingen is het blok met de drie fossiele haaienwervels (feitelijk wervellichamen) uit de Westerschelde uniek en het beschrijven waard.

MATERIAAL, METHODEN EN OUDERDOM

De haaienwervels uit de Westerschelde zijn opgenomen in de collectie van

Links: Figuur 1. Bovenaanzicht van het blok uit de Westerschelde met de drie fossiele haaienwervels; collectie Natuurhistorisch Museum Rotterdam, NMR9979-1752. Van links naar rechts genummerd wervel 1, 2, 3.

Rechts: Figuur 2. Onderaanzicht van hetzelfde blok.



het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (NMR) onder collectienummer NMR9979-1752 (Fig. 1 en 2). Het blok met de drie fossiele haaienwervels is opgevisht tijdens een expeditie op de Westerscheldelocatie 6d, december 2014, tezamen met resten van grote zeezoogdieren (onder andere walvissen; zie Post & Reumer, 2016; Post *et al.*, p. 35 van deze Cranium; Fig. 3).

De wervels hebben een donkerbruine kleur en vallen goed op in de lichter gekleurde matrix van glauconietzandsteen. Dit harde en zware gesteente zit vol met mariene ichnofossielen en microfossielen zoals dinoflagellaten. Een interessant detail is ook dat de wervels, direct na het opvissen, sponzig en zacht (in het harde gesteente) aanvoelden en voor schijven hout werden aangezien. De dinoflagellaten uit de matrix zijn door onderzoekers van TNO geanalyseerd en indiceren een laat miocene ouderdom (Tortonien; Munsterman, 2017).

De wervels zijn in eerste instantie vrij geprepareerd door Klaas Post. De preparatie werd door Carina Put-Verkuijlen

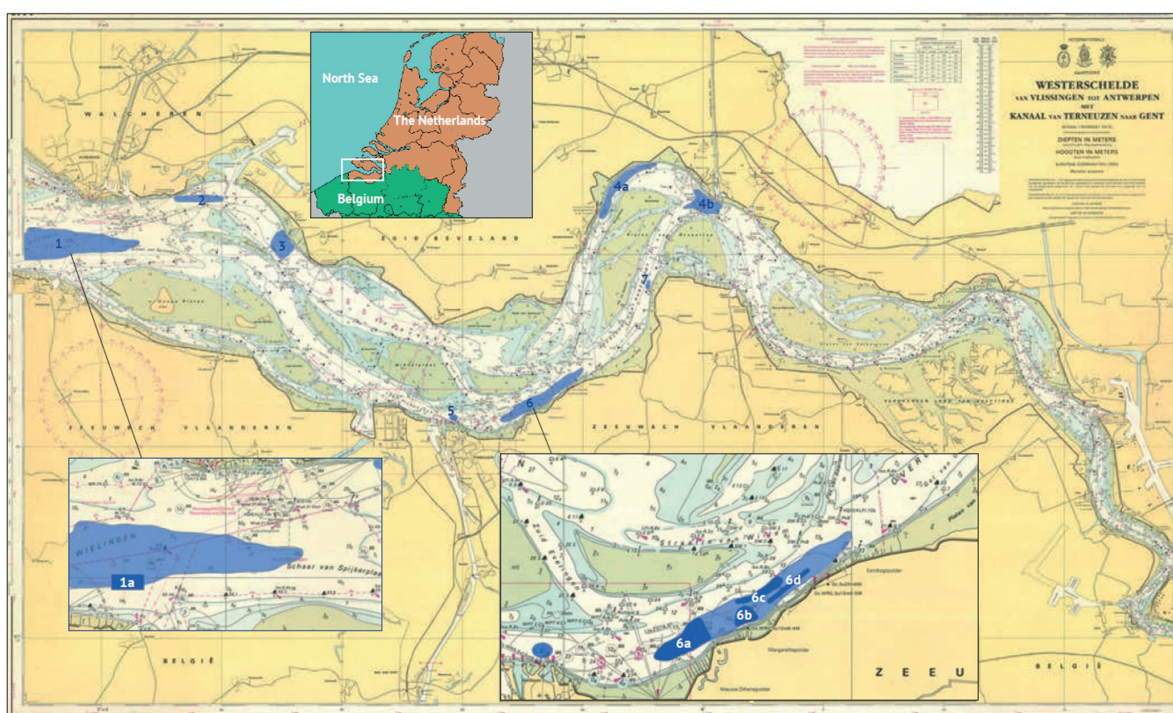
kuijlen voortgezet en verfijnd. Nummering van de wervels is van 1 t/m 3, waarbij bij de wervels (bovenaanzicht) van links naar rechts geteld worden. De kleinste wervel is nummer 3. Wervel 1 is aan de onderkant niet goed gefossiliseerd en lijkt ook wel uitgezakt te zijn voordat fossilisatie plaatsvond. Hierdoor kon de diameter aan de onderkant niet goed bepaald worden.

ONDERZOEKSVRAGEN EN ONDERZOEK

De volgende onderzoeksvraag vormt de kern van deze vondstmelding: van welke haaienfamilie waren deze haaienwervels? Van vleesetende haaien (waaronder Otodontidae) of van planktonetende haaien (Cethorinidae)? En kan de identificatie misschien nog verder gespecificeerd worden?

Rekening houdend met de ouderdom van het gesteente en de grootte van de wervels zijn er maar twee kandidaten die in aanmerking komen, *Otodus megalodon*, een uitgestorven vleesetende haai met een geschatte maximale lengte van 15,9 meter en de reuzenhaai *Cetorhinus maximus*, een filteraar. De reuzenhaai is al minstens vanaf het midden Mioceen van de Breda Formatie (midden Langhien tot vroeg Serravallien; Van den Bosch, 1984) bekend uit de *fossil record*. Recente exemplaren kunnen een lengte van 12 meter bereiken, maar het is niet bekend of dat ook al zo was in bijvoorbeeld het Mioceen.

Oudere vormen van de reuzenhaai worden tegenwoordig toegeschreven aan de haai *Keasius* sp. *Keasius* had totaal andere tanden dan *Cetorhinus maximus* (beide haaiensoorten hadden ook kieuwaanhangsels).



Figuur 3. De locatie in de Westerschelde waar het blok met de haaienwervels is opgevisht (6d).

AUTEURS
PAUL HILLE &
CARINA PUT-
VERKUIJLEN

Van haaien vindt men meestal alleen de tanden als fossiel en juist van de reuzenhaai zijn die tanden relatief klein; met een maximale lengte van enkele centimeters, zijn ze niet bruikbaar om de lengte van het dier te bepalen. Die tanden hebben ook waarschijnlijk geen functie meer, aangezien de reuzenhaai een filteraar is. Wat ook gevonden wordt van de reuzenhaai zijn de (kleine) kieuwaanhangsels die de haai gebruikt om het voedsel mee te filteren, vaak slechts enkele centimeters groot. Die zijn hard en kunnen, ondanks dat ze erg breekbaar zijn vanwege hun dunne en langgerekte vorm, relatief gemakkelijk fossiliseren.

In 2017 werden de auteurs door dr. Olivier Lambert in de gelegenheid gesteld de in de jaren twintig van de twintigste eeuw bij Antwerpen gevonden haaienwervels (ruim 60) in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) te bestuderen en vergelijken met de drie wervels uit de Westerschelde (Fig. 4). Indertijd is die wervelkolom door Leriche aan *Carcharodon megalodon* (in dit artikel volgens de meest recente inzichten *Otodus megalodon* genoemd) toegeschreven en waren ze - vergezeld van een hele serie megalodon tanden - gedurende tientallen jaren te zien in het museum (Fig. 5).

De Belgische haaienwervels zijn allemaal zwart gekleurd, dat heeft te maken met het sediment waarin de haaienwervels fossiliseerden of met de gebruikte conserveermethodes uit de tijd waarin ze gevonden zijn. Ook de beroemde Iguanodon skeletten uit Brussel tonen eenzelfde kleur. De Belgische haaienwervels zijn iets platter en hebben een kleinere diameter (tweemaal per wervel gemeten, de ene meting haaks op de andere meting) dan de wervels uit de



Figuur 4. De auteurs tijdens het vergelijkend onderzoek in het KBIN.

Westerschelde (Tabel 1). Als de hoogte van de wervels gemeten kon worden is dat ook tweemaal gedaan, voor zover mogelijk (zo niet, dan staat daar geen meetwaarde in de tabel).

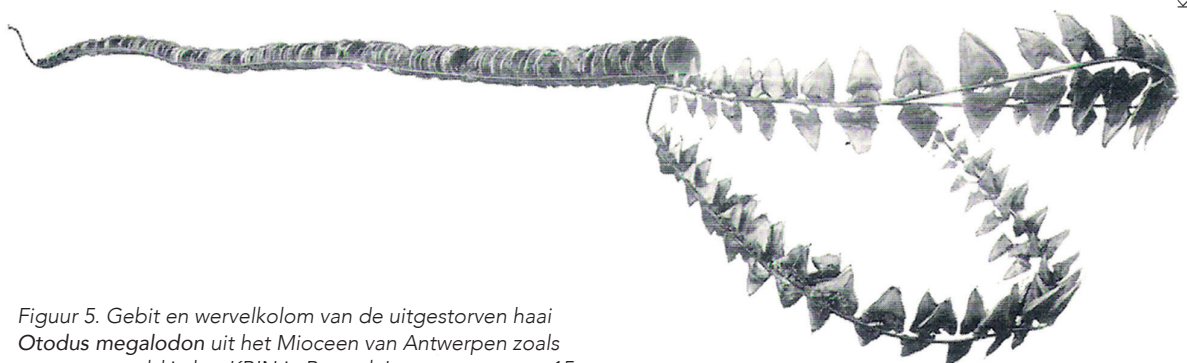
Slechts een beperkt aantal van de Belgische haaienwervels was geschikt om metingen aan te verrichten omdat bij de meeste van die wervels delen van de binnenkant niet bewaard waren gebleven en aan elkaar gemaakt waren. Hierdoor was de oorspronkelijke hoogte van de wervels niet meer vast te stellen. Van de haaienwervels uit de Westerschelde waren vooral wervel 2 en 3 goed bruikbaar voor metingen. Wervel 1, dat bleek pas goed bij het prepareren, was oorspronkelijk groter dan gedacht, omdat de buitenste ringen van die wervel niet volledig gefossiliseerd waren. Duidelijk is wel dat ook dit een enorme wervel was. In Tabel 1 zijn de afmetingen weergegeven. De wervels zijn niet helemaal symmetrisch, doordat ze enigszins verdrukt zijn, dit geeft verschil in hoogte als op verschillende plaatsen gemeten wordt. Daarom zijn bij de Belgische haaienwervels en die uit de Westerschelde verschillende meetwaarden per wervel weergegeven voor de hoogte.

Zowel de Belgische haaienwervels als die uit de Westerschelde vertonen verkalkingen in de vorm van concentrische ringen aan boven- en onderkant

van het wervellichaam (kenmerk van zgn. cyclospandyle wervels). Daarnaast vertonen zij aan de zijkant opstaande randen (lamellen) zichtbaar (Fig. 6) en gaten/uitsparingen die een kenmerk zijn van de zogenaamde asterospondyle haaienwervels, waarbij de verkalkingen als spaken in een wiel gerangschikt zijn. Deze lamellaire structuur zorgt voor stevige, maar lichte wervels. In het midden van de wervels bevindt zich een 'kuiltje', de middelste ring. Dat kuiltje verloopt bij de Belgische haaienwervels relatief steiler dan bij die uit de Westerschelde. De wervellichamen uit de Westerschelde vertonen ook relatief grote gaten aan de zijkant (Fig. 7), waarin zich de neurale of haemale bogen, -goten hebben bevonden. De neuralebogen beschermen het boven de wervelkolom gelegen ruggemerg en de haemale bogen beschermen de onder de wervelkolom lopende bloedvaten.

Ratio's van de hoogte en de diameter van wervels geven geen eenduidige resultaten. Dit kan ermee te maken hebben dat de hoogte per wervel niet constant is en de wervels niet perfect rond zijn, waardoor de diameter ook verschillende waarden geeft per wervel. Hoogte en diameter zijn per onderzochte wervel tweemaal gemeten om aan te geven hoe groot die verschillen kunnen zijn per wervel. Die verschillende meetwaarden hebben te maken met het feit dat het gefossiliseerd kraakbeen is, dat toch enigszins vervormd is tijdens de fossilisatie.

Ondanks de verschillen in afmetingen kan nog gedacht worden dat de Belgische haaienwervels en die uit de Westerschelde van eenzelfde genus of soort zouden zijn, maar dat die uit de Westerschelde van een ouder of robuuster exemplaar zouden zijn. De vormverschillen wijzen echter toch op



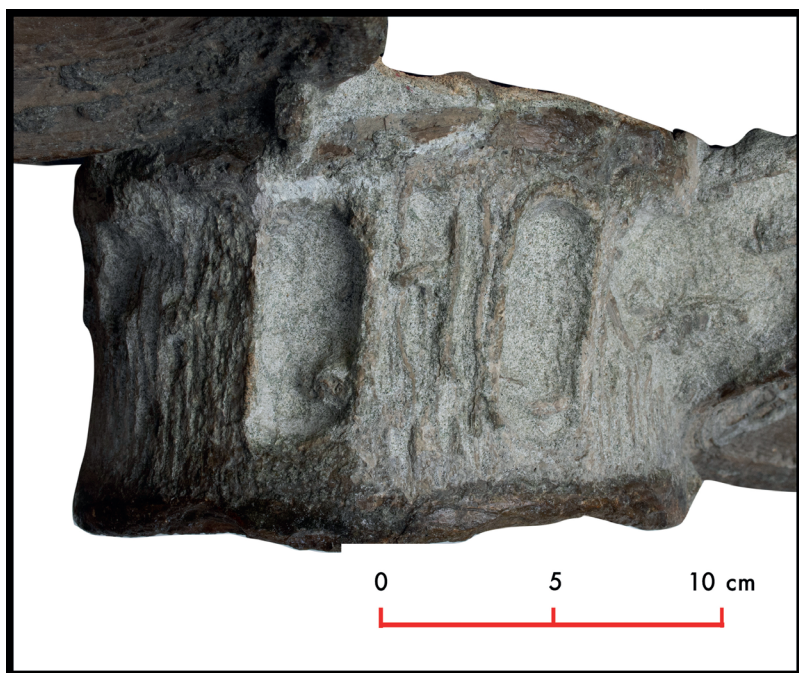
Figuur 5. Gebit en wervelkolom van de uitgestorven haai *Otodus megalodon* uit het Mioceen van Antwerpen zoals tentoongesteld in het KBIN in Brussel. Lengte ongeveer 15 m.

Haaienwervels uit de collectie van het KBIN (gemeten in cm)				
Collectienr.	Diameter bovenzijde	Diameter onderzijde	Hoogte	Hoogte
3121 26	14.7	14.2	6.9	6.3
3121 1	15.2	14.7	6.9	6.4
3121 67	13.5	13.5	6.9	6.7
3121 89	13.5	13.1	5.1	
3121 120	12.4		5.5	
3121 125	12	12	5	
Haaienwervels uit de Westerschelde (gemeten in cm)				
wervel 1	18.5		6.7	6.2
wervel 2	18.5		9.7	8.7
wervel 3	14.6		7	6.5

Tabel 1.
Meetresultaten aan de drie haaienwervels uit de Westerschelde (NMR9979-1752) en enkele grote en relatief volledige haaienwervels (gevonden in Antwerpen) uit het KBIN.



Figuur 6. Foto van het blok uit de Westerschelde met zijaanzicht van een van de fossiele haaienwervels, waarbij opstaande randen (lamellen) zichtbaar zijn. Collectie Natuurhistorisch Museum Rotterdam, NMR9979-1752.



Figuur 7. Foto van het blok uit de Westerschelde met zijaanzicht van een van de fossiele haaienwervels met lamellen en twee uitsparingen waarin de neurale of haemale boog zich heeft bevonden. Collectie Natuurhistorisch Museum Rotterdam, NMR9979-1752.

verschillende haaiensoorten. Tijdens een bezoek aan dhr. Frederik Mollen, die al vele publicaties over haaien op zijn naam heeft staan en een enorme, goed gedocumenteerde collectie haaiantanden en -wervels bezit, bleek dat de haaienwervels uit de Westerschelde (en de wervelkolom uit Brussel) vrijwel zeker van een reuzenhaai (*Cetorhinus maximus*) en dus een planktoneter afkomstig moeten zijn. Fossiele haaienwervels van grote vleesetende haaien zijn meer gedrongen, minder diep en de wervellichamen lijken nog meer damschilden dan wervellichamen van planktonetende haaien. In ieder geval moet de haai uit de Westerschelde een reus geweest zijn.

Verder onderzoek, onder andere aan de fossiele wervels uit Gram, moet meer duidelijkheid brengen over de determinatie en afmetingen van deze haai uit de Westerschelde.

GEASSOCIEERDE FAUNA

Naast de hier beschreven fossiele haaienwervels zijn in de Westerschelde ook vondsten gedaan van fossiele walvissen, een zeehond en zelfs een lederschildpad! Een rijke macro-fauna! Een aantal vondsten, gelijktijdig gevonden met de haaienwervels, is nieuw voor de wetenschap. Voor verdere informatie verwijzen we naar het artikel van Post *et al.* (dit nummer). Een en ander bewijst maar eens te meer dat ons land rijk is aan fossielen die van belang zijn voor de wetenschap en ook dat initiatieven om fossielen op te vissen, in dit geval in de Westerschelde, van groot belang zijn voor de wetenschap.

CONCLUSIES

De hier beschreven fossiele haaienwervels wijken af in formaat en vorm van aan *Otodus megalodon* (ook wel genoemd: *Carcharodon megalodon*/*Carcharocles megalodon*/*Megase-lachus megalodon*) toegeschreven wervels en zijn afkomstig van een andere grote haai. Zeer waarschijnlijk behoren de wervels toe aan *Cetorhinus maximus*, of aan van een vrijwel identieke, zeer grote voorganger. We concluderen dit op basis van vergelijking met wervels toegewezen aan *Otodus megalodon* en wervels van de recente reuzenhaai, *Cetorhinus maximus*.

DANKWOORD

Onze hartelijke dank gaat uit naar Klaas Post die ons de mogelijkheid gaf deze topvondst te beschrijven, daarbij advies gaf en ons vergezelde tijdens onderzoek in België. Dr. Olivier Lambert willen wij hartelijk danken voor zijn gastvrije ontvangst bij het onderzoeken van de fossiele haaienwervels van *Carcharocles megalodon* in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen in Brussel en voor het geven van literatuur aangaande dit onderzoeksonderwerp. Frederik Mollen willen wij hartelijk danken voor zijn gastvrije ontvangst en het tonen en toelichten van zijn collectie haaienfossielen uit de regio Antwerpen en voor zijn adviezen. Dick Mol willen wij hartelijk danken voor zijn literatuurtips.

Jaap van Leeuwen willen wij hartelijk danken voor het maken van de foto's van het blok met de drie haaienwervels.

LITERATUURLIJST

- Bendix-Almgreen, S.E. (1983) *Carcharodon megalodon* from the Upper Miocene of Denmark, with comments on elasmobranch tooth enameloid: coronoin. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 32, 1-32.
- Bosch, M. van den (1984) Oligocene to recent Cetorhinidae (vertebrata, basking sharks); problematical finds of teeth, dermal scales and gill-rakers. *Mededelingen Werkgroep Tertiaire en Kwartaire Geologie* 21-4, 205-232.
- Brugghen, W. van der (2005) Over fossiele resten van *Cetorhinus* cf. *maximus* uit het Pliocene van Kallo (België). *Grondboor & Hamer* 59-1, 8-12.
- Ehret D.J., G. Hubbell, B.J. MacFadden (2009) Exceptional preservation of the white shark *Carcharodon* (Lamniformes, Lamnidae) from the early Pliocene of Peru. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29-1, 1-13.
- 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* based on recalibration of the upper Neogene Pisco Formation of Peru. *Palaeontology* 55, 1139-1153.
- Haelters, J., F.H. Mollen (2007) Reuzen-haaien *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765) op de visveiling in België in 2006 en 2007. *De Strandvlo* 27-3/4, 94-102.
- Hamady, L.L., L.J. Natanson, G.B. Skomal, S.R. Thorrold (2014) Vertebral Bomb Radiocarbon Suggests Extreme Longevity in White Sharks. *PLoS ONE* 9-1, e84006. doi:10.1371/journal.pone.0084006.
- Hasse, C. (1876) Die fossilen Wirbel; Morphologische Studien (Leipzig). *Wirbel Morphologisches Jahrbuch, eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Zweiter Band*, 449-477.
- Hasse, C. (1877) *Squatina* vertebrae; Morphologische Studien (Leipzig). *Wirbel Morphologisches Jahrbuch, eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Dritter Band*, 328-351.
- Hasse, C. (1879) Das Natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung ihrer Wirbelsäule (Jena). *Wirbel morphologisches Jahrbuch, eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Dritter Band*, 328-351.
- Herman, J. (1979) Reflexions sur la systematique des Galeoidei et sur les affinites du genre *Cetorhinus* à l'occasion de la decouverte d'elements de la denture d'un exemplaire fossiles dans les sables du Kattendijk à Kallo (Pliocene inferieure, Belgique). *Annales de la Société Géologique de Belgique* 102, 357-377.
- Hoenig J.M., A.H. Walsh (1982) The occurrence of cartilage canals in shark vertebrae. *Canadian Journal of Zoology* 60, 483-485.
- Hovestadt, D.C., M. Hovestadt-Euler, (2011) A partial skeleton of *Cetorhinus parvus* Leriche, 1910 (Chondrichthyes, Cetorhinidae) from the Oligocene of Germany. *Paläontologische Zeitschrift* 86-1, DOI 10.1007/s12542-011-0118-9.
- Kriwet, J., H. Mewis, O. Hampe (2015) A partial skeleton of a new lamniform mackerel shark from the Miocene of Europe. *Acta Palaeontologica Polonica* 60-4, 857-875.
- Leriche, M. (1926) Famille des Cetorhinidae. *Les Poissons Néogènes de la Belgique, Verhandelingen van het Koninklijk Museum van Natuurlijke Historie van België* 32, 428-431.
- Natanson, L., S.P. Wintner, F. Johansson, A. Piercy, P. Campbell, A. de Maddalena, S.J.B. Gulak, B. Human, F. Cigala Fulgosi, D.A. Ebert, F. Hemida, F.H. Mollen, S. Vanni, G.H. Burgess, L.J.V. Compagno, A. Wedderburn-Maxwell (2008) Ontogenetic vertebral growth patterns in the basking shark *Cetorhinus maximus*. *Marine ecology progress series* 361, 267-278.
- Newbrey, M.G., M. Siversson, T.D. Cook, A.M. Fotheringham, R.L. Sanchez (2015) Vertebral morphology, dentition, age, growth, and ecology of the large lamniform shark *Cardabiodon ricki*. *Acta Palaeontologica Polonica* 60-4, 877-897.
- Munsterman D. K. (2017) The results of the palynological analysis of cemented sedimentary rocks attached to marine mammal fossils from the Neogene of the southern North Sea Basin. *TNO report 2017 R11123*.
- Piasecki, S. (2005) Dinoflagellate cysts of the Middle-Upper Miocene Gram Formation, Denmark. *Palaeontos* 7, 29-45.
- Porter, M.E., C. Diaz Jr., J.J. Sturm, S. Grotmol, A.P. Summers, J.H. Long Jr. (2014) Built for speed - strain in the cartilaginous vertebral columns of sharks. *Zoology* 117, 19- 27.
- Post, K., J.W.F. Reumer (2016) History and future of paleontological surveys in the Westerschelde Estuary (Province of Zeeland, the Netherlands). *Deinsea* 16, 1-9.
- Post, K., S. Louwyte, O. Lambert (2017) *Scaldiporia vandokkumi*, a new pontoporiid (Mammalia, Cetacea, Odontoceti) from the Late Miocene to earliest Pliocene of the Westerschelde estuary (The Netherlands). *PeerJ* 5, e3991. DOI 10.7717/peerj.3991
- Ridewood, W.G. (1921) On the calcification of the vertebral centra in sharks and rays. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character* 120, 311-407.
- Springer, V.G., J.A.F. Garrick (1964) A survey of vertebral numbers in sharks. *Proceedings of the United States National Museum* 116, 73-96.
- Veenhof, R. (2015) *Age assessment of marine megafauna fossils of the Westerschelde Utrecht University and paleontology*. Masterscriptie Universiteit Utrecht.
- Welton, B.J. (2013) *Cetorhinus* cf. *C. maximus* (Gunnerus) (Lamniformes: Cetorhinidae), a Basking Shark from the Late Miocene Empire Formation, Coos Bay, Oregon. *Bulletin Southern California Academy of Sciences* 112-2, 74-92.
- Wintner, S.P., L.J. Natanson, F. Johansson, A. Piercy, P. Campbell, A. de Maddalena, S.J.B. Gulak, B. Human, F. Cigala Fulgosi, D.A. Ebert, J.D. Fong, F. Hemida, F.H. Mollen, S. Vanni, G.H. Burgess, L.V. Compagno, A. Wedderburn-Maxwell (2004) *Preliminary investigation of vertebral growth rings in the basking shark Cetorhinus maximus (Gunnerus)*. 2004 AES Annual meeting abstract.