



Opmerkelijke Luiks-Limburgse Krijtfossielen

DEEL 52. VEEL MEER VISSOORTEN DAN GEDACHT – VERKIEZELDE GEHOORSTEENTJES LEVEREN HET BEWIJS

John W.M. Jagt, Natuurhistorisch Museum Maastricht, de Bosquetplein 6-7, 6211 KJ Maastricht, e-mail: john.jagt@maastricht.nl

Werner W. Schwarzhans, Ahrensburger Weg 103, 22359 Hamburg (Duitsland) en Geological Museum, Universitetsparken 15, 2100 Kopenhagen

Paul H.M. van Knippenberg, Gelrestraat 10, 5995 XH Kessel

Visresten zijn een gewilde buit onder verzamelaars van Krijtfossielen in de regio Luik-Limburg, met name haaien- en roggentanden. Bovendien zijn er veel literatuurbronnen beschikbaar om dit soort fossielen op naam te brengen. Helaas ligt het bij resten van beenvissen toch even anders. Losse schubben, tanden, kaakjes en onderdelen van de schedel blijken helemaal niet zeldzaam, maar leveren wel altijd hoofdbrekens op bij het determineren. Min of meer complete visskeletten, die als houvast en leidraad kunnen dienen, zijn uitermate schaars. Om die reden geeft dit soort fossielen een vertekend beeld van de diversiteit aan beenvissen (Teleostei) tijdens het Laat-Krijt (Campanien-Maastrichtien) in het studiegebied. Zeker nu er verkiezelde

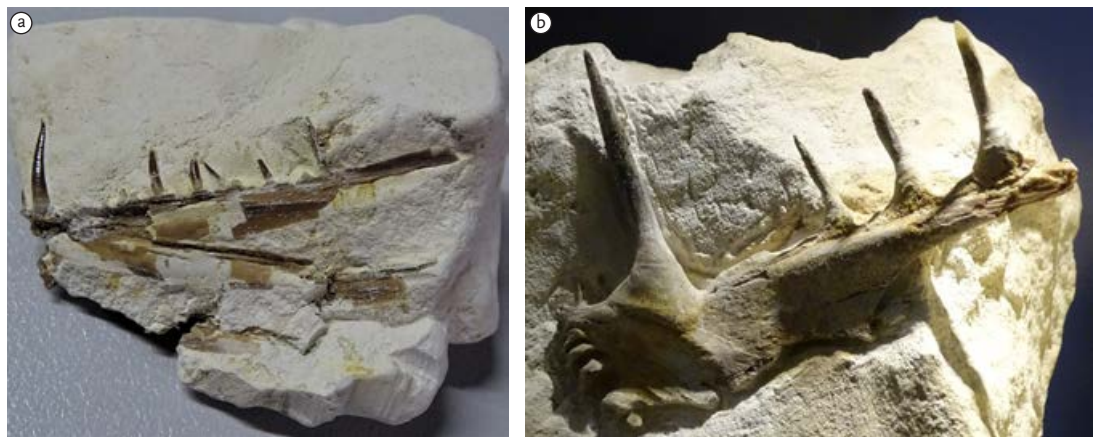
gehoorsteentjes, of wel otolieten, beschikbaar zijn. Deze zijn afkomstig uit een aantal niveaus binnen de formaties van Vaals en Maastricht, met name van de Sint-Pietersberg [figuur 1] en omgeving. Door deze otolieten is het aantal vertegenwoordigde beenvisgroepen in de regio fors gestegen en kunnen parallellen getrokken worden met fauna's van vergelijkbare ouderdom elders in Europa en in Noord-Amerika. Zes nieuwe soorten hebben onlangs een naam gekregen: *Archaemacruroides vanknippenbergi*, *Cretaserranus maastrichtensis*, *Centroberyx vaalsensis*, *Protoholocentrus janjanssensi*, *Rhinocephalus cretaceus* en *Sillaginocentrus crispus*. Deze worden hier kort beschreven en afgebeeld. Er is een onverwachte bron van informatie aangeboord.

FIGUUR 1

Zicht op de noordwesthoek van de voormalige ENCI-groeve (Sint-Pietersberg, Maastricht). De grote blokken, lokaal als 'terpen' bestempeld, bleven staan als landschapselementen conform het Plan van Transformatie van de groeve (foto: Mart J.M. Deckers, 2019).

FIGUUR 2

Losse kaken met tanden van *Enchodus faujasi* Agassiz, 1844; a. respectievelijk uit de Vijlen Member (interval 6) van Haccourt en b. uit de Lanaye Member van Eben-Emael (respectievelijk NHMM K 721 en collectie Theo Lammers, Valkenswaard; lengte van de originele kaken is 51 mm en 124 mm (foto's: J.W.M. Jagt).



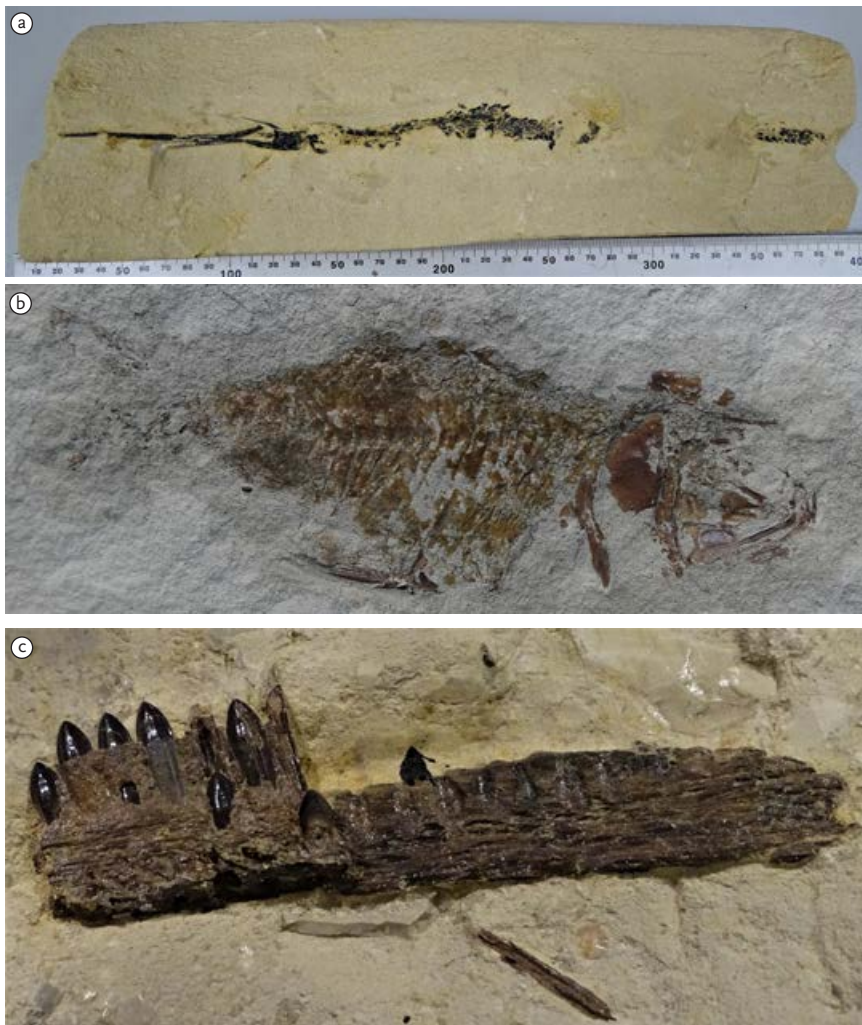
AL VROEG BELANGSTELLING

Het lijkt erop dat Barthélemy Faujas [de] Saint-Fond de eerste was die, naast tanden van haaien, ook kaakdelen, tandbatterijen en losse tanden van (been)vissen uit de ondergrondse gangenstelsels van de Sint-Pietersberg afbeeldde en heel beknopt beschreef (FAUJAS [DE] SAINT-FOND, 1798–1803). Latere auteurs gaven formele, wetenschappelijke namen aan deze fossielen, soms als eerbetoon aan Faujas [de] Saint-Fond zoals blijkt uit de naam

voor de barracuda-achtige roofvis *Enchodus faujasi* Agassiz, 1844 [figuur 2]. De afbeeldingen van Faujas [de] Saint-Fond tonen resten van zowel beenvissen ('crown-group' Teleostei) als 'primitievere' vormen, zoals *Anomoeodus* met niervormige maaltanden (Pycnodontiformes) (JAGT & DOLS, 2010). Voor een goed overzicht van het materiaal dat Faujas [de] Saint-Fond, als wetenschappelijk begeleider van de Franse revolutionaire troepen in 1794 en 1795, vanuit Maastrichtse collecties liet weghalen en op transport naar Parijs liet zetten, wordt verwezen naar BRIGNON (2015).

VOORTBORDUREND OP EERDER WERK

Net als het materiaal dat Faujas [de] Saint-Fond in beslag had laten nemen, stammen de meeste van de in de 19^e eeuw verzamelde visresten uit het hogere deel van de Formatie van Maastricht, en met name uit de Emael en Nekum members. Op een aantal plekken werden door blokkbrekers ook gangen uitgezaagd in het hoogste deel van de Formatie van Gulpen (Lanaye Member), vooral rond Visé en Eben-Emael (provincie Luik). Pas nadat grotere kalksteengroeves in dagbouw werden aangelegd, kwamen ook visresten uit onder- en bovenliggende lagen tevoorschijn en groeiden de collecties van musea en verzamelaars. Op basis van materiaal uit Luikse verza-



FIGUUR 3

Voorbeelden van min of meer complete vissen en een losse kaak uit het Maastrichtien van zuidelijk Limburg en omgeving in de collectie van het Natuurhistorisch Museum Maastricht (NHMM); a. *Cyranichthys jagti* Taverne & Goolaerts, 2015, holotype (NHMM 1993 119); b. *Omosoma?* spec., grootste lengte 114 mm (NHMM 2006 025); c. *Saurocephalus woodwardii* Davies, 1878, grootste lengte 120 mm (NHMM 1995 007) (foto's: J.W.M. Jagt).

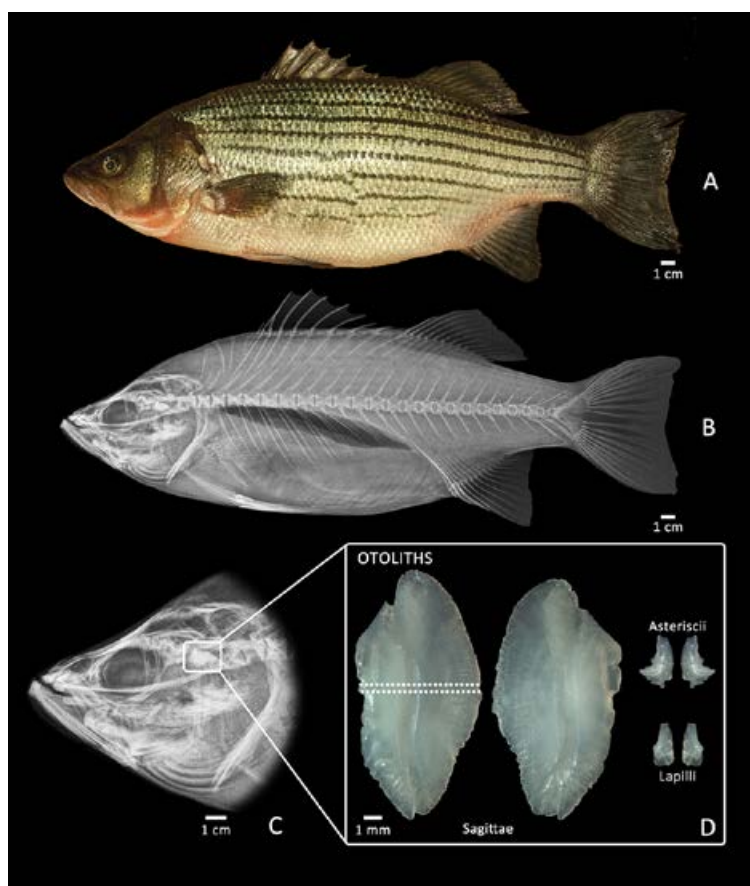
melingen introduceerde FORIR (1887; 1889) zowel het genus *Anomoeodus* alsook een reeks nieuwe soorten voor fragmentarisch bewaard gebleven stukken. Dertig jaar later deed LERICHE (1929) er nog een schepje bovenop door visresten uit het Krijt in zowel Belgische als Nederlandse verzamelingen te beschrijven. Een echte doorbraak daarbij was dat hij ook veel aandacht had voor de stratigrafische verspreiding van de diverse soorten.

Voor een summier overzicht van de visfauna van het Maastrichtien typegebied wordt verwezen naar LAMBERS (1998). Een uitgebreider verslag, met prima afbeeldingen, verscheen later van de hand van FRIEDMAN (2012). Dat laatste geeft de huidige kennisstand op basis van losse skeletonderdelen en min of meer complete vissen goed weer [figuur 3]. Van latere datum zijn een overzicht van genera en soorten uit de familie Percetidae (TAVERNE & GOOLAERTS, 2015) met een aantal nieuwe vormen en een kort artikel van WALLAARD *et al.* (2019) waarin op basis van een gedeeltelijk uit elkaar gevallen skelet nóg een nieuwe soort werd beschreven.

Recent is duidelijk geworden dat ook graafgangen, van zowel worm- als kreeftachtige dieren (samengevat als het sporenfossil *Lepidenteron lewesiensis* (Mantell, 1822)) ware schatkamers zijn van resten van beenvissen (BIENKOWSKA-WASILUK *et al.*, 2015; JAGT, 2019). In het Krijtprofiel van de Sint-Pietersberg komt dit soort graafgangen vooral voor in het onderste deel van de Formatie van Maastricht (Gronsveld, Schiepersberg en Emael members). Paleocene afzettingen in Denemarken hebben onlangs een vergelijkbaar sporenfossil met visresten, inclusief otolieten (!), opgeleverd (SCHWARZHANS *et al.*, 2021). Dat is echt iets om naar uit te kijken, ook in Maastricht en omgeving.

Met visresten beklede graafgangen kunnen gemakkelijk in kraanwater met een scheutje azijn desintegreren en daarna op diverse maaswijdtes worden gezeefd. De zeeffracties kunnen dan onder een binoculair worden uitgepikt. Op die manier kan een flink scala aan skeletonderdelen worden verzameld, hoewel het geen sinecure zal zijn om deze tot op de soort te determineren. Toch is het belangrijk dit te doen want vanuit een evolutionair oogpunt is het Maastrichtien (72,1-66 miljoen jaar geleden) voor moderne beenvissen een belangrijk tijdsinterval. Bepaalde groepen Teleostei, die wegvielen tijdens de uitstervingsgolf op de Krijt-Paleogeengrens, waren divers en talrijk tijdens het laat-Maastrichtien, terwijl voorlopers van de soorten die na het uitsterven de opengevallen plekken innamen al vertegenwoordigd waren.

Uit het Maastrichtien typegebied waren tot midden jaren negentig van de vorige eeuw geen otolieten bekend, totdat gericht werd verzameld en grijze, suikerachtige vuursteenconcreties verkiezeld materiaal opleverden zoals slakken, tweekleppigen en inktvissen – en de eerste gehoorsteentjes! De derde auteur, Paul van Knippenberg uit Kessel, was daar heel



FIGUUR 4

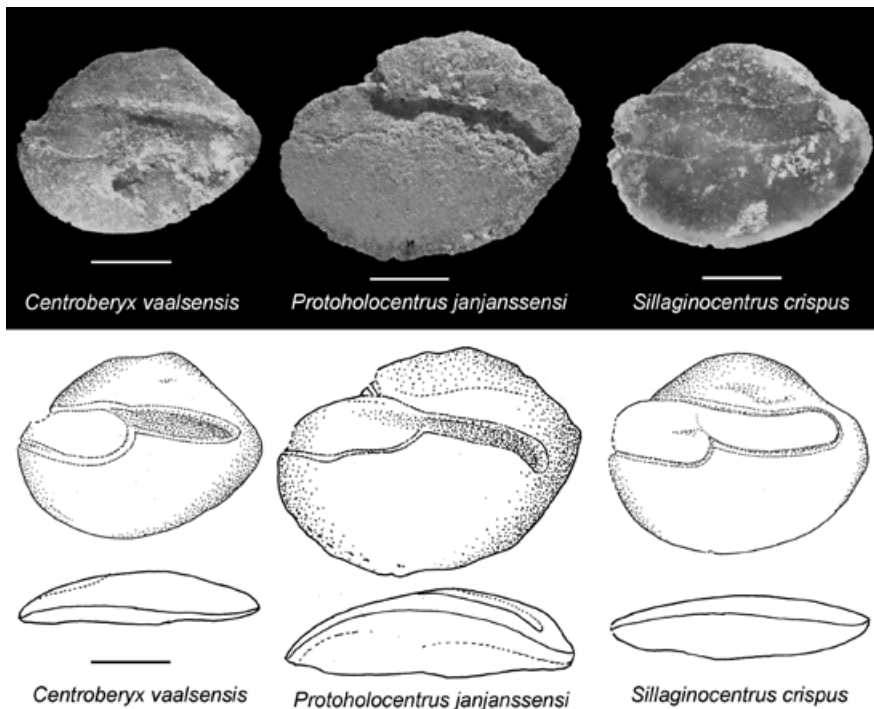
De plaats van gehoorsteentjes, en met name de sagitta, in de schedel van een recente baarsachtige vis, *Morone saxatilis* (Walbaum, 1792) (bron: figuur 2 uit MORAIS *et al.*, 2018).

bedreven in. Het door hem verzamelde materiaal uit de Gronsveld, Emael en Nekum members (Formatie van Maastricht) lag aan de basis van het artikel van SCHWARZHANS & JAGT (2021). Op een totaal van 50 stuks konden 39 gehoorsteentjes worden gedetermineerd op genus- of soortniveau. Vijftien soorten zijn herkend, waarvan er drie als nieuw konden worden beschreven. Een vergelijkbaar aantal (42) otolieten stond ter beschikking uit een tijdelijke ontsluiting (1987) van de Gemmenich Member (Formatie van Vaals bij Vaals-Eschberg. Slechts de helft (20 stuks) kon gedetermineerd worden op genus- of soortniveau. Drie soorten bleken nieuw voor de wetenschap te zijn.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk dat otolieten voor reconstructies van uitgestorven beenvisfauna's van groot belang zijn en veel data aan het beeld van skelet-gebaseerde fauna's, daar al dan niet mee samenhangend, toevoegen (JAGT & SCHWARZHANS, 2022).

GEHOORSTEENTJES OF OTOLIETEN

Gelegen in het binnenoor en bestaand uit calciumcarbonaat (aragoniet) staan otolieten (letterlijk vertaald: oorstenen) in verbinding met speciale cellen voor het waarnemen van zwaartekracht, geluid en versnelling (acceleratie). Er zijn drie typen gehoorsteentjes [figuur 4] waarvan de grootste, de sagitta, de voornaamste is, zeker als het gaat om het



FIGUUR 5
Selectie van verkiezeld otolieten uit de Gemmenich Member (Formatie van Vaals) van Vaals-Eschberg (leg. H.J. Janssens), zoals beschreven door SCHWARZHANS & JAGT (2022). De maatstreepjes staan voor 1 mm (foto's en samenstelling: Werner W. Schwarzhans).

identificeren van de soort vis. Otolieten kunnen ook groeilijntjes vertonen met behulp waarvan de leeftijd van de vis bepaald kan worden.

In goed bewaarde fossiele viskeletten zijn al vaker gehoorsteentjes op hun oorspronkelijke plek (in situ) in het binnenoor aangetroffen door gebruikmaking van CT-scanning (computed tomography). Bij de meeste fossiele vissen, waarvan het skelet inclusief de botten van de schedel langzaam uit elkaar viel op de zeebodem, zijn de gehoorsteentjes los geraakt en soms ook door golfbeweging verder verspreid. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met predatoren en aaseters; ook die kunnen de otolieten 'vrijmaken' uit het schedelskelet en daardoor isoleren van de bijbehorende botten.

In vergelijking met jongere lagen (Paleogeen, Neogeen) zijn otolieten van Laat-Krijt ouderdom behoorlijk zeldzaam. Voor een deel ligt dat aan het feit dat ze uit aragoniet bestaan, een nogal instabiele variant van calciet die niet echt goed bestand is tegen diagenese ('steenwording') en die vaak oplost. Daarnaast bestaan heel veel afzettingen uit het Laat-Krijt uit kalkstenen (carbonaten) die eveneens een negatief effect hebben op de preservatie van otolieten en alle andere dieren met aragoniet in hun schelpen of skeletten. Het is daarom ook niet verrassend dat de overgrote meerderheid van otolieten uit het Laat-Krijt uit niet- of nauwelijks verharde zandige of kleiige gesteentes stamt (STRINGER & SCHWARZHANS, 2021a). Er bestaat één uitzondering op die regel – een kleine verzameling van laat-Maastrichtien en vroeg-Danien otolieten, die als holtes bewaard zijn gebleven in de kalkstenen van Stevns Klint (Denemarken) (SCHWARZHANS & MILÅN, 2017).

Het materiaal dat door SCHWARZHANS & JAGT (2021) werd beschreven is verkiezeld. Dat wil zeggen dat de otolieten tijdens de vroege fase van diagenese zijn vervangen door kiezel (silicium). Het spreekt voor zich dat hiermee de samenstelling van de vissenfauna's van een beroemde setting als het type Maastrichtien, veel beter te interpreteren is. Met behulp daarvan kan ingeschat worden wat er met de beenvissen zo vlak voor de inslag van de Chicxulub meteoriet 66 miljoen jaar geleden en de daaraan volgende uitstervingsgolf, gebeurd is. Algemeen wordt aangenomen dat het verkiezelen van aragoniet als volgt te werk gaat. Eerst lost het aragoniet volledig op, waarna de open ruimte door kiezel wordt opgevuld. Dat is een complex proces, wat als gevolg heeft dat bepaalde details niet goed bewaard blijven en dat het binnenste van de otoliet geen enkele structuur meer vertoont maar uit 'pure' kiezel bestaat. Door het verkiezelings-

proces kunnen er ook kleine oneffenheden aan het oppervlak van de otoliet kleven; die kunnen er maar moeilijk vanaf worden gehaald zonder schade te veroorzaken.

81 MILJOEN JAAR OUDE SOORTEN

De door SCHWARZHANS & JAGT (2022) beschreven soorten zijn afkomstig uit het 'Laagje van Müller', op de Horizont van Vaalsbroek, in het midden van de Gemmenich Member. Op basis van begeleidende ammonieten en belemnieten kon een vroeg-Campanien ouderdom (circa 81 miljoen jaar) bepaald worden. Op het totaal van 20 te determineren otolieten zijn zeven soorten herkend waaronder drie nieuwe soorten [figuur 5]. Zoals aangetoond door SCHWARZHANS & JAGT (2022) vertonen fauna's van laat-Santonien ouderdom (circa 84 miljoen jaar) uit Alabama (VS) en Spanje respectievelijk geen of weinig overeenkomsten met die van Vaals-Eschberg. Datzelfde geldt voor iets jongere associaties (80-79 miljoen jaar) uit New Jersey, Mississippi en North Carolina (VS). Opvallend is daarentegen dat er redelijk veel overeenkomst bestaat met 12 tot 15 miljoen jaar jongere visfauna's uit Beieren, met name waar het gaat om soorten als *Centroberyx vaalsensis*, *Protoholocentrus janjanssensi* en *Sillaginocentrus crispus*. Voor nadere details wordt verwezen naar SCHWARZHANS & JAGT (2022).

68 TOT 67 MILJOEN JAAR OUDE SOORTEN

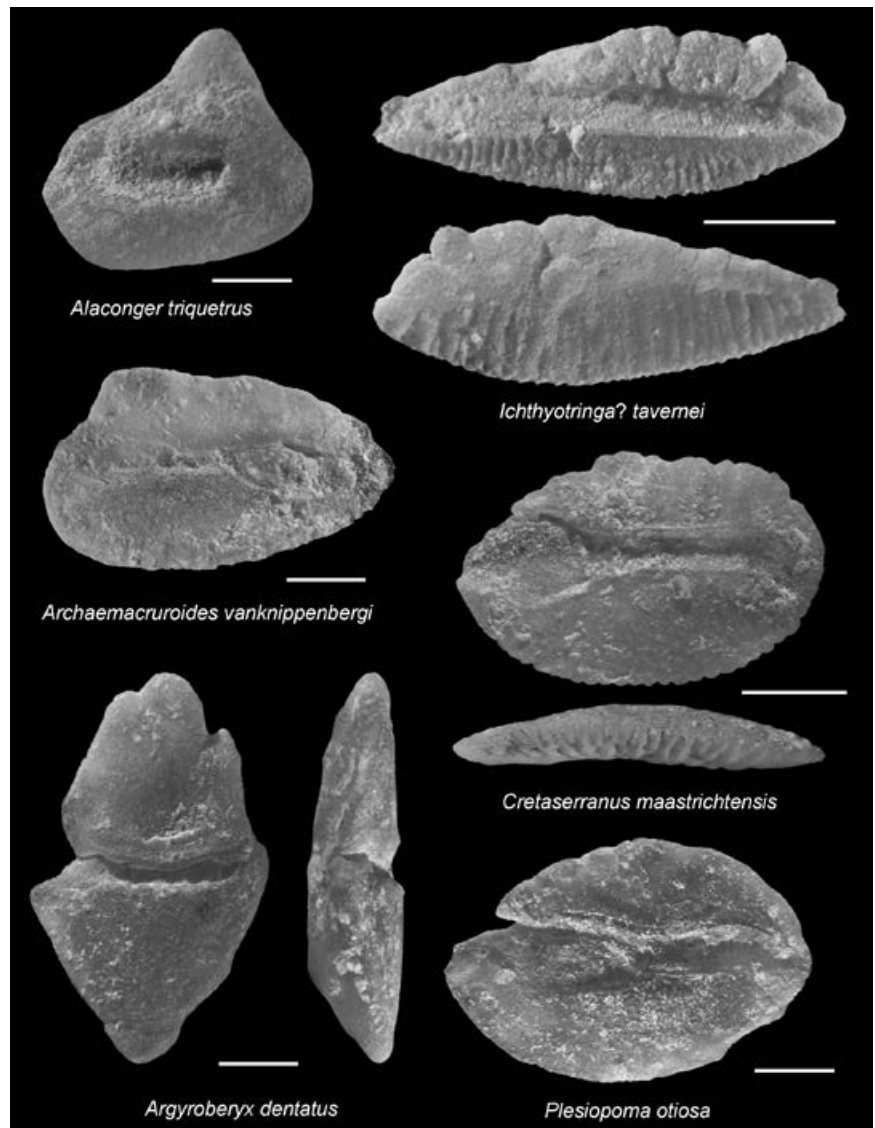
De 39 exemplaren uit de collectie Van Knippenberg die op naam konden worden gebracht vertegenwoordigen 15 soorten [figuur 6; tabel 1], waarvan

er drie als nieuw beschreven konden worden: *Archaemacruroides vanknippenbergi*, *Rhinocephalus cretaceus* en *Cretaserranus maastrichtensis*. De meest voorkomende otoliettypen [tabel 1] zijn te koppelen aan palingen en aan vroege baars- en kabeljauwachtigen. Minder algemeen zijn die van slijmkopvissen, baardvissen en soldaatvissen. Heel opvallend is dat de onmiskenbare kabeljauw- en zeepaling-otolieten geen ‘match’ hebben met skeletresten uit dezelfde lagen. Omgekeerd is onbekend hoe otolieten van soorten uit de families Enchodontidae en Dercetidae, waarvan veel skeletelementen te vinden zijn, er uitzien. Het is al eerder aangetoond dat kleinere ‘proovissen’, met een fragiel skelet, niet vaak bewaard blijven en dus ondervertegenwoordigd zijn. Daarentegen worden veel meer otolieten van dit soort visjes gevonden, die waarschijnlijk via de maag en darmen van grotere roofvissen de zeebodem bereikt hebben.

Hemelsbreed liggen de Deense kliffen (Stevns Klint) het dichtst bij Maastricht, maar helaas zijn er te weinig meldingen van otolieten van die plek om tot een gedegen vergelijk met Maastricht te komen (SCHWARZHANS & MILÀN, 2017). Dat is wel mogelijk voor Beieren, waar tijdens het Laat-Krijt afzetting plaatsvond in warmer water dan in Maastricht en omgeving. Opvallend is dat ten minste zes soorten otolieten uit zowel Maastricht als Beieren gemeld zijn, maar dat tenminste zeven (mogelijk acht) soorten uit de Formatie van Maastricht niet uit Beieren bekend zijn, hoewel daar collecties van meer dan 3000 otolieten beschikbaar zijn (SCHWARZHANS & JAGT, 2021).

Vergelijkingen met de oostelijke en centrale Verenigde Staten leveren drie gemeenschappelijke soorten op en nog zes andere die als zustersoorten kunnen worden gezien. De kabeljauwachtige *Rhinocephalus cretaceus* en de baarsachtige *Cretaserranus maastrichtensis* uit de Formatie van Maastricht lijken geen evenknie in de Verenigde Staten of Beieren te hebben; des te frappanter omdat slechts 39 (van 50) otolieten uit Maastricht te determineren waren. Voor de Noord-Amerikaanse en Zuid-Duitse fauna's staan meerdere duizenden otolieten, van meer dan 40 soorten, ter beschikking.

Dat smaakt dus naar meer... In het Natuurhistorisch Museum Maastricht bevindt zich relatief veel verkiesd materiaal, van diverse vindplaatsen en lagen in de formaties van Vaals, Kunrade en Maastricht. Met name de collecties Sipman, Renkens-Zijlstra en W.M. Felder zullen de komende tijd onder de loep



worden genomen, op zoek naar meer verkiesde otolieten van vroeg-Campanien tot laat-Maastrichtien ouderdom.

KRIJT-PALEOGEENGRENS

Aan de hand van zowel skeletresten als otolietenfauna's is aangetoond dat er behoorlijke verschillen bestonden in overleven of uitsterven rond de Krijt-Paleogeengrens. Dit werd mogelijk bepaald door een temperatuurcrisis als gevolg van de meteorietinslag en aan die crisis gekoppelde diepgaande veranderingen in de voedselketen, met name voor vissoorten in de hogere lagen van die keten. Op basis van de kleine otolietenfauna uit Maastricht en omgeving blijkt dat acht van 15 geslachten het niet redden op de Krijt-Paleogeengrens. Van slechts één soort, *Centroberyx fragilis*, is bekend dat deze de ramp overleefde en ook in het vroeg-Paleogeen voorkomt. In totaal sterft meer dan 90% van alle soorten beenvissen in het Maastrichtien typegebied uit, terwijl dat percentage rond 60 ligt voor Denemarken en het noordelijke

FIGUUR 6
Selectie van verkiesde otolieten uit de Formatie van Maastricht van de Sint-Pietersberg en wijdere omgeving, zoals beschreven door SCHWARZHANS & JAGT (2021). De maatstreepjes staan voor 1 mm (foto's en samenstelling: Werner W. Schwarzhans).

TABEL 1

Vertegenwoordigers van de in de tabel getoonde groepen vissen zijn bekend uit de formaties van Vaals, Maastricht en Houthem (TAVERNE & GOOLAERTS, 2015; WALLAARD *et al.*, 2018; SCHWARZHANS & JAGT, 2021; 2022; JAGT & SCHWARZHANS, 2022). Opgenomen in de tabel zijn hogere groepen binnen beenvissen (Teleostei) en niet-beenvissen, onderverdeeld in ordes. Er wordt onderscheid gemaakt tussen soorten die gebaseerd zijn op skeletmateriaal of op otolieten. De soort *Apateodus corneti* is een apart geval, omdat voor die soort zowel skelet als otolietenmateriaal bekend is.

Hogere groepen	Nederlandse naam	Gebaseerd op skeletresten	Gebaseerd op otolieten
NIET-BEENVISSEN			
Orde Pycnodontiformes		<i>Anomoeodus foriri</i>	
		<i>Anomoeodus fraiponti</i>	
		<i>Anomoeodus subclavatus</i>	
Orde Aspidorhynchiformes		<i>Belonostomus</i> spec.	
Orde Pachycormiformes		<i>Protosphyraena ferox</i>	
BEENVISSEN (Teleostei)			
Orde Ichthyodectiformes		<i>Saurocephalus woodwardii</i>	
Orde Crossognathiformes		<i>Pachyrhizodus</i> spec.	
Orde Anguilliformes	Zeepalingen		<i>Alaconger triquetrus</i>
Orde Argentiniformes	Zilvermelten		<i>Argentina voigti</i>
			<i>Argentina</i> spec.
Orde Aulopiformes	Draadzeilvissen	<i>Apateodus corneti</i>	<i>Apateodus corneti</i>
		<i>Apulodercetis indeherbergei</i>	
		<i>Cimolichthys</i> spec.	
		<i>Cyranichthys jagti</i>	
		<i>Dercetis triqueter</i>	
		<i>Enchodus faujasi</i>	
			<i>Ichthyotringa?</i> spec.
		<i>Ophiodercetis italiensis</i>	
			<i>Paraulopus</i> spec. 1
			<i>Paraulopus</i> spec. 2
		<i>Pelagorhynchus grandis</i>	
Orde Gadiformes	Kabeljauwachtigen		<i>Archaeamacruroides vanknippenbergi</i>
			<i>Rhinocephalus cretaceus</i>
Orde Ophidiiformes	Naaldisachtigen		<i>Ampheristus</i> spec.
Orde Polymixiiformes	Baardvissen	<i>Omosoma?</i> spec.	
			<i>Severnichthys</i> spec.
Orde Beryciformes	Slijmkopvissen		<i>Argyroberyx dentatus</i>
			Berycoidei? spec.
			<i>Centroberyx fragilis</i>
			<i>Centroberyx vaalsensis</i>
Orde Trachichthyiformes		<i>Hoplopteryx</i> spec.	
Orde Holocentriiformes	Eekhoorn- en soldaatvissen		<i>Pfeilichthys pfeili</i>
			<i>Protoholocentrus janjanssensi</i>
			<i>Sillaginocentrus alienus</i>
			<i>Sillaginocentrus crispus</i>
Orde Perciformes s. lat.	Baarsachtigen		<i>Cretaserranus maastrichtensis</i>
			<i>Plesiopoma otiosa</i>
			<i>Plesiopoma</i> spec.
			Sparidae? indet.
Orde Tetraodontiformes	Kogelvisachtigen	tetraodontiform indet.	

deel van de Atlantisch Oceaan. Er is dus op relatief korte afstand een duidelijk verschil te zien in het lot van vissen rond de Krijt-Paleogeengrens. Het lijkt erop dat de temperatuurcrisis direct na de inslag van de Chicxulub meteoriet een hoofdrol speelde in het al dan niet uitsterven van laat-kretaceïsche visfauna's, waarbij de grootste klappen vielen in het warme water van Maastricht en omgeving en het verlies veel kleiner was in de koudere (boreale) regionen.

VOORLOPIGE CONCLUSIE

Hoe gering van omvang ze ook zijn, de otolieten-fauna's die door SCHWARZHANS & JAGT (2021; 2022)

beschreven zijn leveren heel wat nieuwe gezichtspunten op. Zo wordt aangetoond dat ook verkieselde otolieten tot op genus- en/of soortniveau te determineren zijn en een associatie uit een ondiep, kalkrijk milieu representeren. Daarnaast vullen de otolieten de op skeletonderdelen gebaseerde fauna's goed aan en documenteren ze associaties zoals die op minder dan één miljoen jaar voor de meteorietinslag voorkwamen. Ze laten eveneens zien dat veel soorten op de Krijt-Paleogeengrens uitsterven maar dat voorlopers van beenvisgroepen al tijdens het laat-Maastrichtien vertegenwoordigd waren en dat die later tot grote bloei kwamen (onder andere kabeljauw- en baarsachtigen). Tot slot, vergelijkingen

met Noord-Amerika en Beieren tonen aan dat het Laat-Krijt gekenmerkt werd door een hoge mate van diversiteit onder beenvissen. Deze kan gekoppeld worden aan verschillen in afzettingsmilieu, temperatuur en waterdiepte. Verkiezelde gehoorsteentjes vinden (en herkennen) vergt enige oefening, maar als het 'zoekbeeld' er eenmaal is dan gaat het zelfs vlot! Rest de auteurs een oproep te doen aan andere verzamelaars en wetenschappers om ons aanvullend materiaal te melden. We zijn ervan overtuigd dat er nog veel meer soorten tevoorschijn gaan komen.

DANKWOORD

Door de oplettendheid en het doorzettingsvermogen van Paul van Knippenberg is een nieuwe bron van paleoecologische informatie aangeboord; materiaal van Vaals-Eschberg werd gedoneerd door Jan Janssens (Gulpen), waarvoor onze grote dank.

Literatuur

- BIENKOWSKA-WASILUK, M., A. UCHMAN, A. JURKOWSKA & E. ŚWIERCZEWSKA-GLADYSZ. 2015. The trace fossil *Lepidenteron lewesiensis*: a taphonomic window on diversity of Late Cretaceous fishes. *Paläontologische Zeitschrift* 89: 795-806.
- BRIGNON, A. 2015. Faujas de Saint-Fond, Reinwardt, Cuvier et les poissons fossiles du Crétacé de la «Montagne Saint-Pierre» de Maastricht (Pays-Bas). *Geodiversitas* 37(1): 59-77.
- FAUJAS [DE] SAINT FOND, B., 1798-1803. Histoire naturelle de la Montagne de Saint-Pierre de Maëstricht. H.J. Jansen, Paris.
- FORI, H., 1887. Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique, I. Sur quelques poissons et crustacés nouveaux ou peu connus. *Annales de la Société géologique de Belgique* 14: 25-56.
- FORI, H., 1889. Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique, IV. Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus. *Annales de la Société géologique de Belgique* 16: 445-460.
- FRIEDMAN, M., 2012. Ray-finned fishes (Osteichthyes, Actinopterygii) from the type Maastrichtian, the Netherlands and Belgium. In: J.W.M. Jagt, S.K. Donovan & E.A. Jagt-Yazykova (red.), *Fossils of the type Maastrichtian, Part 1*. *Scripta Geologica, Special Issue* 8: 113-142.
- JAGT, J.W.M., 2019. Met visschubben bekleed – het sporenfossiel *Lepidenteron lewesiensis* uit het Luiks-Limburgse Krijt. *Gea* 51: 15-18.
- JAGT, J.W.M. & P.P.M.A. DOLS., 2010. Opmerkelijke Luiks-Limburgse Krijtfossielen. Deel 15. Knibbel, knabbel, knuistje ... *Natuurhistorisch Maandblad* 99(4): 76-79.
- JAGT, J.W.M. & W.W. SCHWARZHANS, 2022. Verkiezelde gehoorsteentjes (otolieten) leiden tot een nieuwe kijk op beenvissen uit het Krijt van Maastricht en omgeving. *Grondboor & Hamer* 76(2): 50-57.
- LAMBERS, P., 1998. Beenvissen. In: J.W.M. Jagt, J. Leloux & A.V. Dhondt (red.), *Fossielen van de St. Pietersberg* [Limburgnummer 9B]. *Grondboor en Hamer* 52(4/5): 142-143.
- LERICHE, M., 1929. Les poissons du Crétacé marin de la Belgique et du Limbourg hollandais (Note préliminaire). Les résultats stratigraphiques de leur étude. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie* 37(3): 199-299.
- MORAIS, P., E. DIAS, I. CERVEIRA, S. CARLSON, R. JOHNSON & A. STURROCK, 2018. How scientists reveal the secret migrations of fish. *Frontiers Young Minds* 6: 67. <https://doi.org/10.3389/frym.2018.00067>.
- SCHWARZHANS, W.W. & J.W.M. JAGT, 2021. Silicified otoliths from the Maastrichtian type area (Netherlands, Belgium) document early gadiform and perciform fishes during the Late Cretaceous prior to the K/Pg boundary extinction event. *Cretaceous Research* 127: 104921. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104921>.
- SCHWARZHANS, W.W. & J.W.M. JAGT, 2022. Silicified bony fish otoliths from the Vaals Formation (lower Campanian) of Vaals-Eschberg, the Netherlands. *Cretaceous Research* 139: 105312. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2022.105312>.
- SCHWARZHAUS, W. & J. MILAN. 2017. After the disaster: bony fish remains (mostly otoliths) from the K/Pg boundary section at Stevns Klint, Denmark, reveal consistency with teleost faunas from latest Danian and Selandian strata. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 65: 59-74.
- SCHWARZHANS, W., J. MILAN & G. CARNEVALE, 2021. A tale from the middle Paleocene of Denmark: a tubedwelling predator documented by the ichnofossil *Lepidenteron mortenseni* n. isp. and its predominant prey, *Bobbittichthys* n. gen. *rosenkrantzi* (Macrouridae, Teleostei). *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 69: 35-52.
- STRINGER, G.L. & W. SCHWARZHANS, 2021a. Upper Cretaceous teleostean otoliths from the Severn Formation (Maastrichtian) of Maryland, USA, with an unusual occurrence of Siluriformes and Beryciformes and the oldest Atlantic coast Gadiformes. *Cretaceous Research* 125: 104867. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104867>.
- STRINGER, G.L. & W. SCHWARZHANS, 2021b. Corrigendum to 'Upper Cretaceous teleostean otoliths from the Severn Formation (Maastrichtian) of Maryland, USA, with an unusual occurrence of Siluriformes and Beryciformes and the oldest Atlantic coast Gadiformes'. *Cretaceous Research* 125 (2021), pages 1-29. *Cretaceous Research* 104939: 1 pp. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104939>.
- TAVERNE, L. & S. GOOLAERTS. 2015. The dercetid fishes (Teleostei: Aulopiformes) from the Maastrichtian (Late Cretaceous) of Belgium and the Netherlands. *Geologica Belgica* 18(1): 21-30.
- WALLAARD, J.J.W., R.H.B. FRAAIJE, H.J. DIEPENDAAL & J.W.M. JAGT. 2019. A new species of dercetid (Teleostei, Aulopiformes) from the type Maastrichtian of southern Limburg, the Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences* 98: e2. <https://doi.org/10.1017/njg.2019.1>.

Summary

REMARKABLE CRETACEOUS FOSSILS FROM LIÈGE-LIMBURG PART 52. Many more fish species than assumed – silicified otoliths hold the key

Latest Cretaceous (Campanian–Maastrichtian) fish remains collected on a regular basis include mostly relatively easily identified teeth, dental plates and fin spines of cartilaginous fish such as sharks, rays and chimaeroids. Bony fish remains are much commoner, but far less easily identified, also in the absence of more or less completely preserved skeletons. Silicified otoliths, originating from certain levels within the siliciclastic Vaals and carbonate Maastricht formations, add much to teleost diversity in the area during the early Campanian and late Maastrichtian, respectively. Six species have recently been erected, namely *Archaemacruroides vanknippenbergi*, *Cretaseranus maastrichtensis*, *Centroberyx vaalsensis*, *Protoholocentrus janjanssensi*, *Rhinocephalus cretaceus* and *Sillaginocentrus crispus*. There are certain links to North America and Bavaria (Germany) from which much richer associations are known. About 90 per cent of teleost faunas became extinct at the K/Pg boundary in the area; elsewhere this is around 60 per cent, based on otolith assemblages.