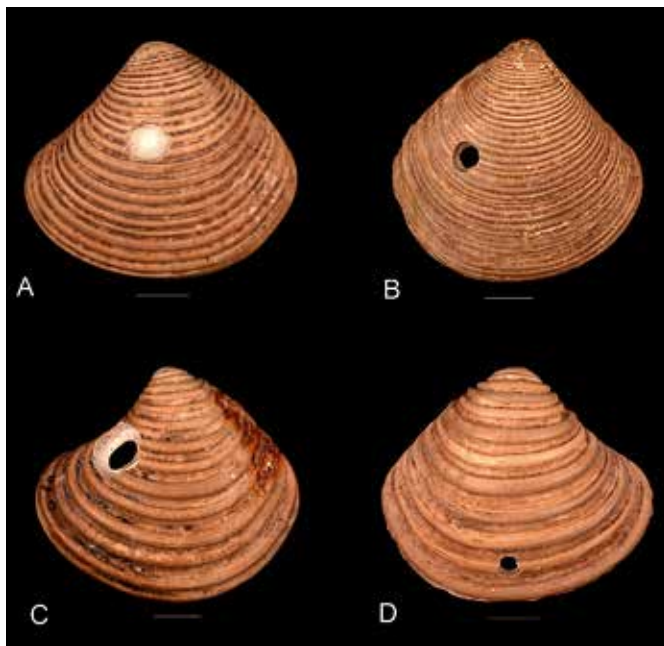


# Fossiele sporen van roofslakken en octopussen: niet alleen in bivalven en gastropoden

door Adiël A. Klompmaker\*)  
adielklompmaker@gmail.com

Afgelopen juli liep ik op het strand van de Tweede Maasvlakte op zoek naar onder meer fossielen. Wat me weer opviel, waren diverse moderne tweekleppigen met boorgaten. Ook op het strand van Florida, aan zowel de Atlantische kust als aan de kust van de Golf van Mexico, komen bivalven (tweekleppigen) met boorgaten regelmatig voor. Zo kun je op bijna elk strand bewijs vinden van roofslakken. Deze sporen zien eruit als schitterende ronde gaatjes, meestal kleiner dan 3 mm en haaks aangeboord. De slak maakt dit gaatje door met een radula (een rasptong met scherpe tandjes) de kalk weg te schrapen, afgewisseld met de toevoeging van een schelpoplossend chemisch brouwsel uit een ander orgaan. Ondanks hun scherpe bek en lange armen gebruiken ook octopussen een vergelijkbaar mechanisme, maar dit resulteert in een kleiner, onregelmatiger gaatje.

Boorgaten in de schelpen van bivalven en gastropoden die gemaakt zijn door roofslakken zijn ook bekend uit het verleden. We vinden ze onder meer in Plio-Miocene afzettingen in de fossielenvindplaats Mill-Langenboom in Noord-Brabant en in Miocene afzettingen in Miste in de Achterhoek (afb. 1). Maar dergelijke sporenfossielen komen uiteraard ook op veel plaatsen buiten Nederland voor.



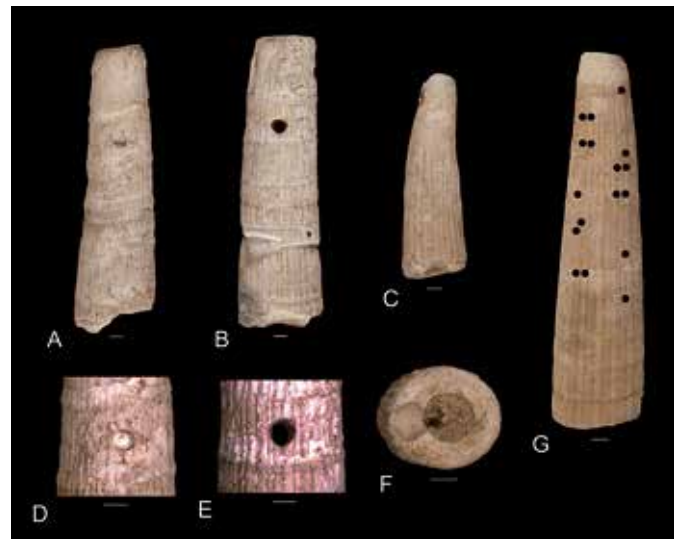
Afb. 1. Boorgaten door roofslakken in bivalven uit het Mioceen van Miste. A, B. Een incompleet en compleet boorgat in *Astarte radiata*, RGM.794165K–L. C, D. Twee complete boorgaten in *Astarte goldfussi*, RGM.607538K–L. Boorgaten blijken vooral te zitten tussen de ribben als de ribben groot zijn: roofslakken selecteren de positie van boren beter naarmate de beribbing grover wordt. Maatbalken zijn 2,0 mm breed. (Gewijzigd naar Klompmaker & Kelley, 2015.)

Vooral sinds het Late Krijt vinden we steeds meer van deze boorsporen door gastropoden. Vanaf die tijd werden de muriciden- en naticidenfamilies, wat tegenwoordig nog steeds belangrijke boorders zijn, steeds algemener. De oudste boorgaten die

aan octopussen worden toegeschreven, dateren uit het Eoceen tot dusver. Vele honderden studies verhalen over boorgaten in fossiele bivalven en gastropoden; boorgaten zijn ook goed bekend in brachiopoden, zee-egels en ostracoden. Omdat de gaten in de kalkschaal goed bewaard blijven en ze makkelijk te herkennen zijn, is dit het meest voorkomende bewijs van predatie uit het verleden. Nog steeds wordt er veel onderzoek naar dit soort predatie gedaan en er bestaan zelfs uitgebreide databases voor diverse analyses. Dit vakgebied is daarom springlevend.

## Stoottanden en kokerwormen

Het overweldigende bewijs van boorgaten in moderne en fossiele bivalven en gastropoden wekt de indruk dat boorders in het verleden bijna exclusief op deze prooidieren joegen. Onderzoek in de laatste vijf jaar aan fossielen laat zien dat dit niet het geval is. Scaphopoden (andere mollusken, ook wel stoottanden of olifantstandjes genoemd) zijn namelijk ook regelmatig ten prooi gevallen aan roofslakken. Al vanaf het Late Krijt is er overduidelijk bewijs, maar ook uit het Mioceen van Mill-Langenboom zijn aangeboorde stoottanden bekend (afb. 2).



Afb. 2. Boorgaten door roofslakken in individuen van *Fissidentalium* sp. uit het Mioceen van Mill-Langenboom. A, D. Incompleet boorgat (MAB k4589j). B, E. Compleet boorgat (MAB k4589h). C, F. Compleet boorgat (MAB k4589d). G. De positie van alle gevonden boorgaten geplot op een scaphopode (MAB k4589z1): duidelijk is te zien dat de scaphopoden met name in het midden tot bovenkant van de cilindervormige schelp zijn aangeboord, waarschijnlijk omdat zich hier de meeste weke massa ophield bij een prooidier teruggetrokken in de schelp. Maatbalken zijn 2,0 mm breed. (Gewijzigd naar Klompmaker, 2011b.)

Toen ik vorig jaar de fossielencollectie van het Mizunami Fossil Museum in Japan bezocht, bleken daar ook verschillende aangeboorde scaphopoden in te zitten, tot enige verbazing van de curator. Inmiddels zijn er andere studies onderweg over materiaal uit diverse vindplaatsen.

Ook kokerwormen zijn lang links blijven liggen, enige uitzonderingen daargelaten. Na vele jaren van stilte rondom deze groep



Afb. 3. Boorgaten door roofslakken in individuen van *Ditrupea* cf. *D. arietina* uit het Pliocene van Mill-Langenboom. A, B. Twee complete boorgaten (MAB k4615A & k4615B). C. Boorgat op de onderrand van een gebroken individu (MAB k4615C). D. Een individu met een incompleet boorgat nabij de gebroken bovenrand (MAB k4615D). Omdat bijna alle individuen gebroken zijn, bleek het exacte percentage van individuen met boorgaten lastig te bepalen, maar het is zeker enkele tientallen procenten. Maatbalken zijn 1,0 mm breed. (Gewijzigd naar Klompmaker, 2012.)

kwamen er in 2012 twee artikelen uit. Zo verhaalden Martinell en collega's (2012) over boorgaten in Pliocene kokerwormen uit Spanje en de auteur publiceerde over vele gaten in Pliocene individuen van *Ditrupea* cf. *D. arietina* uit Mill-Langenboom (afb. 3). Lokaal kunnen deze beestjes massaal voorkomen, zoals tegenwoordig ook in de Middellandse Zee. Ze vormen dan ook

een belangrijke voedselbron: vooral jonge naticiden hadden het op deze groep voorzien op basis van het Nederlandse fossiele materiaal. Naar ik heb begrepen, kijken andere onderzoekers nu ook naar deze groep.

### Tienpotigen

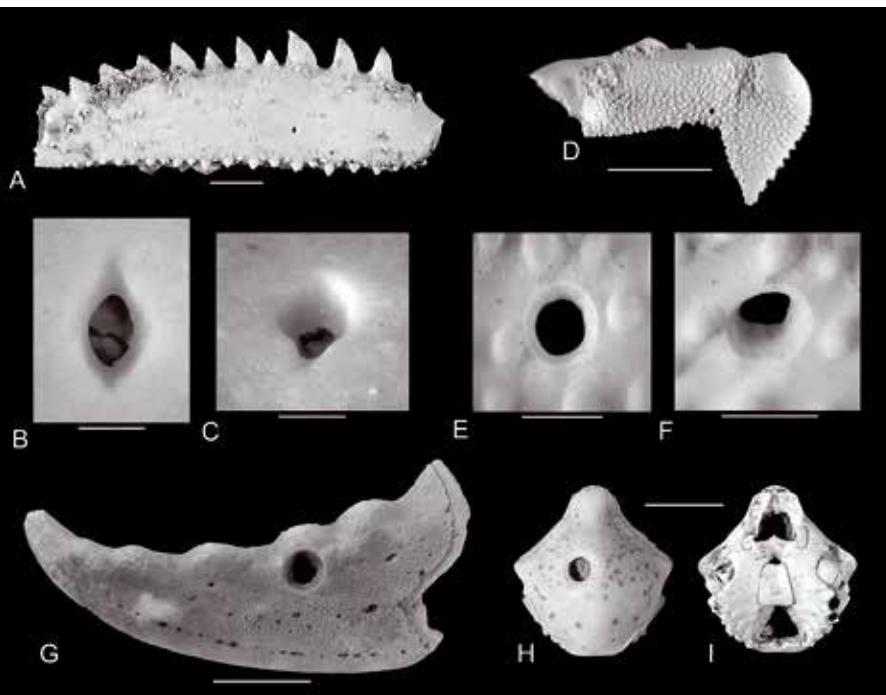
De grootste 'vergeten' groep zijn de kreeftachtigen (Crustacea). Twee jaar geleden publiceerden we een artikel waarin we hard konden maken dat ook krabben en garnalen in het verleden aangeboord werden op basis van materiaal uit Florida, Nederland en Japan. Deze decapoden (tienpotigen) werden aangevalen door zowel roofslakken als octopussen (afb. 4). Een prachtig rond boorgat in een pootdeel van een krab uit Mill-Langenboom van het Boxtelse Oertijdmuseum bracht het onderzoek aan het rollen, waarop de collecties in Florida en Japan verder werden onderzocht. Een aantal jaren geleden vonden ook de Italianen onomstotelijk bewijs van een boorgat dat gemaakt was door een roofslak in een fossiele krab.

Dat octopussen krabben aanvallen en aanboren is goed voor te stellen, want een octopus is meestal flink groter dan een krab. Sterker nog, zo'n video was recentelijk zelfs een echte hit op YouTube (<http://bit.ly/1zVhBHT>) en werd maar liefst bijna 14 miljoen keer bekeken. Een roofslak die een krab door het gemaakte boorgat opeet, lijkt echter minder voor de hand te liggen omdat de beesten niet zoveel in grootte verschillen als in het vorige voorbeeld. Bovendien is een krab veel sneller dan een roofslak. Toch kan ook een onoplettende krab gevangen worden, zoals te zien is op deze spectaculaire video op YouTube (<http://bit.ly/1GzHpMK>), waarbij de slak, ~4 cm groot met weke massa, deels verborgen onder het zand zijn slachtoffer nadert. De slak is iets groter dan de krab in deze video. Bewijs voor boorgaten op basis van fossiele decapoden is echter schaars: bij minder dan 1% van de veelal incomplete individuen is zo'n boorgat aanwezig. Het is daarom niet verwonderlijk dat decapoden lange tijd niet bestudeerd zijn.

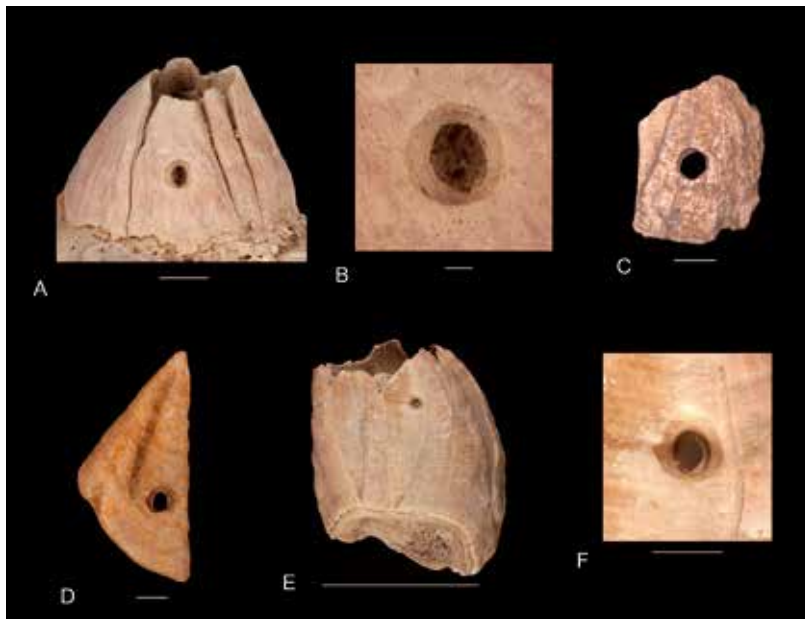
### Zeepokken

Dat geldt niet voor zeepokken. Vandaag de dag zijn ze regelmatig een prooi voor muriciden; hierover bestaan tientallen biologische studies. Boorgaten in fossiele zeepokken zijn echter nooit grondig bestudeerd. De laatste jaren zijn er enkele studies gepubliceerd over een aantal boorgaten in fossiele zeepokken afkomstig van een beperkt aantal vindplaatsen. Een fossiel uit Mill-Langenboom was wederom de inspiratiebron om grote collecties te bekijken, met name de collectie van het Florida Museum of Natural History en een aantal zeepokken uit Miste uit de collectie van Naturalis. De resultaten waren zonder meer spectaculair: in elke grote collectie kwamen boorgaten voor (afb. 5). De daders van de meer dan driehonderd aangeboorde zeepokken zijn vooral muriciden, die tegenwoordig ook zeepokken aanboren, al is boren door deze slakken geen vereiste om bij de weke massa binnenin de schelp te komen. Een aantal bestudeerde zeepokken is aangeboord door octopussen. De betreffende zeepokken komen uit de VS, Nederland, België, Jamaica, Panama, Antarctica, Zuid-Afrika, Chili en Venezuela. Ten minste vanaf het einde van het Cenozoïcum boorden muriciden zeepokken wereldwijd aan, zowel in één van de zes 'wandplaten' als de 'dekseleplaten' (operculum). Dat betekent dat het aanboren van zeepokken in de loop van het Cenozoïcum algemener werd. Aangeboorde zeepokken komen niet vaak voor, maar duidelijk vaker dan aangeboorde decapoden: minder dan 10% van de individuen bevatten gaatjes.

Niet alle zoektochten naar boorgaten in fossielen leveren resultaten op. Zo heb ik ook een poging



Afb. 4. Boorgaten in decapoden door een octopus (A–C) en roofslakken (rest). A–C. Een pootdeel (merus) van de krab *Platylambrus* sp. (UF 222610) uit het Pliocene van Florida (V.S.) met een ovaalvormig boorgat. D–F. Een pootdeel (merus) van de garnaal *Callichirus major* (UF 108508) uit het Pleistoceen van Florida (V.S.) met een cirkelvormig boorgat. G. Een gedeelte van de schaar (dactylus) van de krab ?*Cancer* sp. (MAB k3276) uit het Pliocene van Mill-Langenboom met een cirkelvormig boorgat. H, I. Rug- en onderzijde van de carapax van de krab *Urnalana haematosticta* (MFM142511) uit het Pleistoceen van Japan met een cirkelvormig boorgat. Maatbalken zijn 5,0 mm breed voor A, D, G–I; 0,5 mm voor de rest. (Gewijzigd naar Klompmaker et al., 2013.)



Afb. 5. Boorgaten in zeepokken door een octopus (E, F) en roofslakken (rest). A, B. Een zeepok van de Balanidae-familie (UF 53931) uit het Pliocen van Florida (VS) met een boorgat in één van de zes wandplaten. C. Een wandplaat van *Semibalanus balanoides* (MAB k3387) uit het Pliocen van Mill-Langenboom met een compleet boorgat. D. Een dekselplaat (*scutum*) van *Balanus* sp. (UF 250392) uit het Pliocen van Chili met een compleet boorgat. E, F. Een zeepok van de Balanidae familie (UF 251043) uit het Pliocen van Florida (VS) met een onregelmatig boorgat (inkeping links). Breedte maatbalken: A = 5,0 mm; B–D, F = 1,0 mm; E = 10,0 mm. (Gewijzigd naar Klompmaker et al., 2015.)

ondernomen om boorgaten te vinden in fossiele Polyplacophora (chitons of keverslakken), omdat hier uit het heden enig bewijs van is. Al is niet de gehele collectie in Florida bekeken, de kleine plaatjes bleken tot dusver geen bewijs op te leveren. Rojas en collega's (2014) vonden in Uruguay wel een grote plaat van een chiton met een boorgat gemaakt door een slak tijdens het Pleistocene.

Zo komt er steeds meer bewijs dat roofslakken niet alleen afhankelijk waren van bivalven en gastropoden, maar een divers aantal prooidieren aanboorden. Veel meer studies zijn mogelijk aan mollusken én dus ook aan andere prooidieren. Kunnen we hier verder nog iets van leren? Misschien wel. Kijk ook eens naar andere groepen fossielen die niet of te weinig bestudeerd zijn, in welke tak van paleontologie u ook geïnteresseerd bent. Het kan namelijk verrassende resultaten opleveren!

## Erkenningen

Dank aan alle coauteurs, reviewers en andere personen die op enige wijze betrokken zijn geweest bij het onderzoek. Museums: Naturalis Biodiversity Center (RGM); Oertijdmuseum De Groene Poort (MAB k), Mizunami Fossil Museum (MFM) en Florida Museum of Natural History (UF).

## Referenties

- Donovan, S.K., Novak, V., 2015. Site selectivity of predatory borings in Late Pliocene balanid barnacles from south east Spain. *Lethaia* 48, 1–3.
- Gale, A.S., Sørensen, A.M., 2015. Taxonomy and palaeoecology of thoracican cirripedes (Crustacea) from a Campanian rocky shoreline at Ivö Klack, southern Sweden. *Cretaceous Research* 54, 212–242.
- Gordillo, S., 2013. Muricid boreholes in Pleistocene acorn barnacles from the Beagle Channel: trophic interactions during the Last Interglacial in southern South America. *Alcheringa* 37, 1–8.
- Klompmaker, A.A., 2008. Boorgatpredatie in mollusken: hoe het niet moet! *Gea* 41, 118–120.

- Klompmaker, A.A., 2009. Taphonomic bias on drillhole predation intensities and paleoecology of Pliocene molluscs from Langenboom (Mill), the Netherlands. *PALAIOS* 24, 772–779.
  - Klompmaker, A.A., 2011. Boorgaten in de Miocene bivalve *Astarte anus* uit Langenboom. *Afzettingen WTKG* 32 (3), 62–63.
  - Klompmaker, A.A., 2011. Drilling and crushing predation on scaphopods from the Miocene of the Netherlands. *Lethaia* 44, 429–439.
  - Klompmaker, A.A., 2012. Drill hole predation on fossil serpulid polychaetes, with new data from the Pliocene of the Netherlands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 321–322, 113–120.
  - Klompmaker, A.A., Karasawa, H., Portell, R.W., Fraaije, R.H.B., Ando, Y., 2013. An overview of predation evidence found on fossil decapod crustaceans with new examples of drill holes attributed to gastropods and octopods. *PALAIOS* 28, 599–613.
  - Klompmaker, A.A., Portell, R.W., Karasawa, H., 2014. First fossil evidence of a drill hole attributed to an octopod in a barnacle. *Lethaia* 47, 309–312.
  - Klompmaker, A.A., Kelley, P.H., 2015. Shell ornamentation as a likely exaptation: evidence from predatory drilling on Cenozoic bivalves. *Paleobiology* 41, 187–201.
  - Li, R.-Y., Young, H.R., Zhan, R.B., 2011. Drilling predation on scaphopods and other molluscs from the Upper Cretaceous of Manitoba, Canada. *Palaeoworld* 20, 296–307.
  - Martinell, J., Kowalewski, M., Domènech, R., 2012. Drilling predation on serpulid polychaetes (*Ditrupa arietina*) from the Pliocene of the Cope Basin, Murcia region, southeastern Spain. *PLoS ONE* 7(4), e34576. DOI:10.1371/journal.pone.0034576.
  - Pasini, G., Garassino, A., 2012. Naticid gastropod and octopodid cephalopod predatory traces: evidence of drill holes on the leucosid crab *Ristoria pliocaenica* (Ristori, 1891), from the Pliocene of the “La Serra” quarry (Tuscany, Italy). *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale in Milano* 153, 257–266.
  - Rojas, A., Verde, M., Urteaga, D., Scarabino, F., Martínez, S., 2014. The first predatory drillhole on a fossil chiton plate: an occasional prey item or an erroneous attack? *PALAIOS* 29, 414–419.
- \*) Adres auteur: Florida Museum of Natural History, University of Florida, 1659 Museum Road, Gainesville, Florida 32611, VS. [www.adielklompmaker.com](http://www.adielklompmaker.com)