



De spectaculaire kliffen van Cabo Espichel, dat eeuwen geleden een populair pelgrimsoord was. Foto credits: Carlos Sargedas Photography.

Geologie en religieuze mythe: Cabo Espichel

ANNEMIEKE VAN ROEKEL
REDACTIE.VANROEKEL@GEA-GEOLOGIE.NL

Het is een bijzondere plek: Cabo Espichel, een Portugese kaap, 40 km ten zuiden van Lissabon. Eeuwenlang is het een pelgrimsoord geweest. Het doel van de spirituele zoekers was de 15e-eeuwse kapel *Ermida da Memória* (Afb. 1), direct aan de rand van het klif. Hier zou Maria op een muilnier op een veilige plaats op de rotsen gezet zijn, hoog boven de onstuimige golven van de Atlantische Oceaan. De hoefafdrukken in de rotswand vormen de basis van deze religieuze mythe. Inmiddels geloven we in andere verhalen en zijn de pootafdrukken van *Pedra da Mua* één van de bekendste geologische nationale monumenten in Portugal. Ze vormen zelfs het bewijs van kuddevorming onder sauropoden, die hier met hun jongen in de late Jura op de kustvlakte van een jonge Atlantische Oceaan rondtrokken.



AFBEELDING 1. | *Ermida da Memória.*

Foto: Annemieke van Roekel.

Naast de 18e-eeuwse kerk – *Santuário de Nossa Senhora do Cabo Espichel* – staan de lange rijen verblijven van de pelgrims nog steeds overeind, nu dichtgemetseld. De watervoorziening voor de pelgrims, bij een sfeervol door een tuin omringd historisch gebouw-tje direct aan het einde van een aquaduct, wordt momenteel gerestaureerd. Wandelend naar de kaap, vanaf de laatste bushalte in het dorpje Azóia, loop je een lang stuk parallel aan dat aquaduct (Afb. 2). Deze eeuwenoude watervoorziening – nog in redelijke staat – dirigeerde de wandelaar destijds in de richting van het pelgrimsoord.

Middeleeuwse vissers

De kapel Ermida da Memória staat aan de rand van het klif van scheef gestelde (veertig graden) sedimenten uit de late Jura (Afb. 3 en 4). Het is een prachtig vierkant gebouwtje, met een sierlijk bolvormig dak, geïnspireerd op een Arabische bouwstijl en gebouwd op de plek waar Maria aan land zou zijn gekomen. En dus ook precies boven de spoorfossielen (Boven-Jura) van sauropoden: ‘*Pedra da Mua*’. Waarschijnlijk zijn de pootafdrukken voor het eerst vanaf het water door middeleeuwse vissers gezien (Afb. 5). Vanaf land zijn ze alleen vanaf de overzijde van de baai van Lagosteiros te ontwaren. De vermeende ‘hoefafdrukken’ zijn al bekend vanaf de 14e eeuw, of zelfs eerder. Volgens de Brits-Amerikaanse paleontoloog Martin Lockley zou de mythe van het muil-dier overigens wel eens gebaseerd kunnen zijn op de observatie door de vissers van andere fossielen dan die van de sauropoden, nl. die van *Rhizocorallum* – een ichnofossiel van fossiele graaf-gangen van een garnaalachtige dat sterk lijkt op ‘hoefafdrukken’ en in dit deel van Portugal wel vaker voorkomt.

Oudste afbeelding van spoorfossielen

Ermida da Memória werd gebouwd in 1410, toen de Mariaverering opkwam in het christelijk geloof. Een 18e-eeuws tegelpaneel in de hermetisch afgesloten kapel verbeeldt de gebeurtenis van de ‘aanlanding’ van Maria en de (verticaal afgebeelde) sporen van het muil-dier (Afb. 6). Het is waarschijnlijk de alleroudste afbeelding van spoorfossielen ter wereld, uit een tijd waarin het bestaan van dinosauriërs nog niet bekend was.

De kliffen van Cabo Espichel bieden een fantastisch uitzicht op de Jura- en Krijtgesteenten (zie voorplaat). Op weg naar het uitkijkpunt naar Pedra da Mua, aan de overzijde van de baai van Lagosteiros, passeer je eerst een richel in de grond: het afgesloten overblijfsel van het eerder genoemde aquaduct. Vervolgens leidt het wandelpad je over een continue sequentie van sedimenten, die een tijdspanne van 155 tot 130 miljoen jaar geleden omvatten. De plattegrond (Afb. 7) op het informatiebord aan het begin van de wandelroute geeft aan dat we de Jura/Krijt-grens (145 miljoen jaar geleden) passeren op de plek waar links het pad afdaald naar het strand van de baai van Lagosteiros (Afb. 9).



AFBEELDING 2. | *Het aquaduct leidde de pelgrims van het dorpje Azóia tot aan de kerk van Nossa Senhora do Cabo en is nog steeds een opvallend bouwwerk in het uitgestorven landschap. Links in de verte de vuurtoren (Farol do Cabo Espichel) en rechts van het midden de kerk, met rechts daarnaast het gebouw (met rond dak) aan het einde van het aquaduct, met was- en drinkgelegenheden voor de pelgrims.*

Foto: Annemieke van Roekel.



AFBEELDING 3. | *De rotskust van Cabo Espichel is ook een populaire bestemming voor speleologen bij Grande Falha. Foto: Carlos Sargedas Photography.*



AFBEELDING 4. | De kapel *Ermida da Memória* (nog net gedeeltelijk zichtbaar) staat op een honderd meter hoog klif, precies boven het sauropodenspoor. Foto credits: Carlos Sargedas Photography.



AFBEELDING 5. | De loopsporen moeten voor het eerst vanaf het water door vissers gezien zijn, in de 14e eeuw of al eerder. Foto credits: Carlos Sargedas Photography.



AFBEELDING 7. | De plattegrond op het informatiebord met de Jura-Krijt grens, bij het begin van de wandeling naar het uitzichtpunt naar Pedra da Mua en de andere ontsluitingen. Foto: Annemieke van Roekel.

Pedra da Mua

Eenmaal aangekomen bij het uitzichtpunt naar 'Monumento Natural da Pedra da Mua', zijn in de kliffen aan de overzijde van de baai op twee niveaus meerdere loopsporen te zien (Afb. 8 en 11). In totaal gaat het om 38 tracks van sauropoden (ichnogenus *Brontopodus*) en twee van vleesetende tweevoeters (theropoden), verdeeld over alle zeven niveaus zuidelijk van de baai. Deze dino-tracks zijn in 1992 en 1993 in kaart gebracht door Portugese paleontologen en behoren tot het Tithonien, de bovenste Jura-etage: 152-145 ma. Ze zijn iets jonger dan de spoorfossielen in de Avelino-groeve (zie verderop in dit artikel).

De onderzoekers probeerden destijds, nadat niveau 5 al gedetailleerd in kaart was gebracht, ook niveau 3 in kaart te brengen door er vanaf de overzijde van de baai foto's van te maken en deze daarna sterk uit te vergroten. Dit bleek echter geen duidelijke afbeeldingen op te leveren. Hierna gooiden zij het over een andere boeg en besloten zich met behulp van speleologisch materiaal van het honderd meter hoge klif te laten zakken, gezeurd aan touwen, een aanpak die wel gedetailleerde tekeningen opleverde. Dertig jaar later maakte de lokale fotograaf Carlos Sargedas voor het eerst luchtfoto's van de kliffen van Cabo Espichel, vanuit een helikopter (waarover meer op pag. 109).



AFBEELDING 6. | Het 18e-eeuws tegeltableau in de kapel verbeeldt de gebeurtenis van de 'aanlanding' van Maria en de (verticaal afgebeelde) sporen van het muilnier in de rotsen. Foto: Annemieke van Roekel.



AFBEELDING 8. | De loopsporen van sauropoden zijn op meerdere niveaus in de kliffen te zien, zoals links (op niveau 5, naar linksboven) en twee niveaus lager (niveau 3, midden-rechts), eveneens naar linksboven. Foto credits: Carlos Sargedas Photography.

Kuddevorming

De resultaten van de reconstructie van het loopspoor waren vrij revolutionair, want het was het eerste overtuigende voorbeeld op Europees grondgebied van kuddegedrag onder sauropoden. Er werden zeven evenwijdige loopsporen van jonge sauropoden aangetroffen en vier loopsporen van volwassen dieren. De jonge dieren liepen in OZO-richting; de volwassen dieren liepen in ZO-richting (Afb. 10). Uit pootafdrukken die op elkaar waren gemaakt, leidden paleontologen af dat beide groepen bij elkaar hoorden, en bovendien even snel liepen. Ook werd het spoor van een manke sauropode aangetroffen.

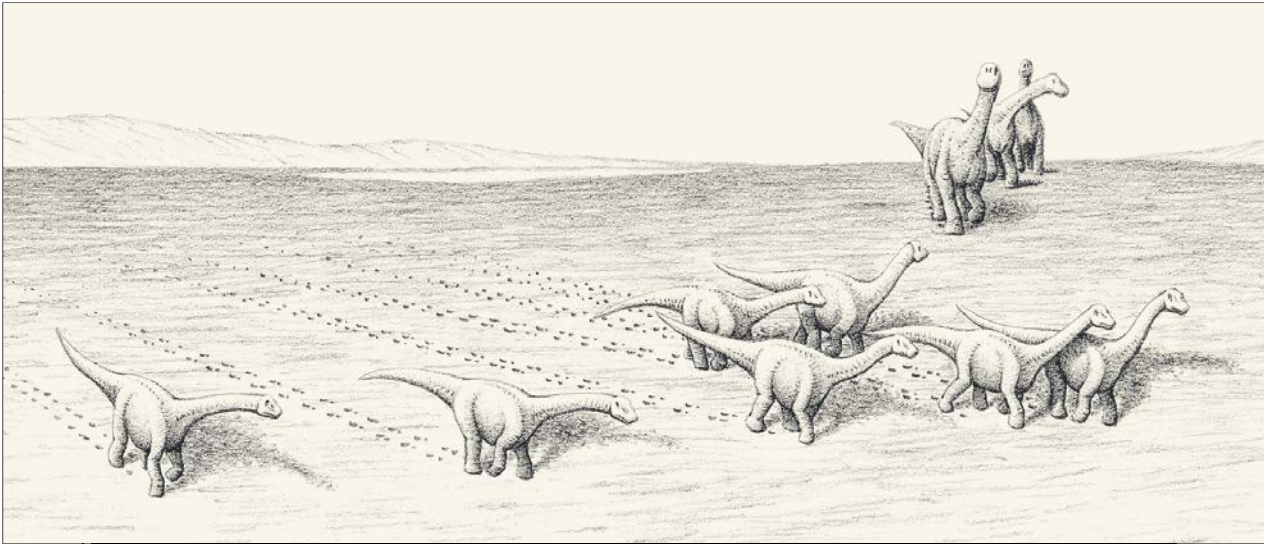
Op dit moment zijn er vijf dinotracksites in Portugal met de status van Nationaal Monument, waarvan drie op of vlakbij Cabo Espichel. Behalve de spectaculaire tracks van Pedra da Mua vinden we op vijf minuten lopen vanaf het Pedra da Mua-uitkijkpunt een prachtig spoor van Iguanodon, op een steenworp afstand van de oceaan in Onder-Krijt-sedimenten (Afb. 12). Hier vlakbij liggen ook de pootafdrukken van theropoden.

Pedreira do Avelino

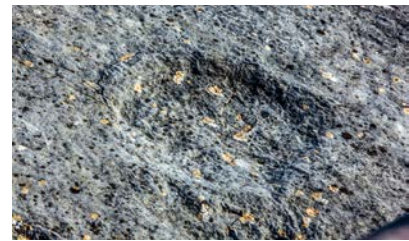
Heel anders dan het sauropodenspoor van Pedra da Mua, dat alleen van grote afstand te zien is, zijn de tracks op enkele kalkstenen blokken in Pedreira do Avelino, een oude steengroeve in het centrum van Zambujal, bijna aan te raken. Zambujal is na Azóia het tweede dorpje aan de weg vanaf de kaap naar Sesimbra. Hier sta je oog in oog met pootafdrukken van enorme afmetingen, tot driekwart meter in doorsnee, in kalksteen uit het Kimmeridgien (Boven-Jura,



AFBEELDING 9. | De baai van Lagosteiros bevindt zich precies op de grens van Jura- en Krijtsedimenten (145 ma): rechts van het strand Boven-Jura en links onder Onder-Krijt, oplopend naar 130 ma. Met bruine (zand) en violette (klei) kleuren van continentale afzettingen als gevolg van wereldwijde zeespiegelverlaging ten tijde van het vroege Krijt. Foto credits: Carlos Sargedas Photography.



AFBEELDING 10. | *De sauropodenkudde van Pedra da Mua, getekend op basis van het loopspoor in Santos e.a. 1994. Illustration by Mário Estevens, originally published in the book 'Pegadas de Dinossáurios de Portugal' by Vanda Santos.*



AFBEELDING 11. | *In het midden (niveau 3, de laag met een beetje begroeiing bovenaan) zijn duidelijk twee lange loopsporen te zien (naar linksboven). Minder duidelijk zijn de (zeven) sporen die het bovenste spoor kruisen en afkomstig zijn van een bij de volwassen dieren behorende groep jongere dieren. Zie ook afb. 10. Rechts: Detail van pootafdruk. Foto credits: Carlos Sargedas Photography.*

157-152 ma). Net als de dinotracks van Pedra da Mua kregen de sporen in de Avelino-groeven twintig jaar geleden de status van Nationaal Monument.

In Avelino zijn vier niveaus (*jazidas* in het Portugees) met sauropodensporen ontdekt, waarvan niveau 3 de meest duidelijke sporen laat zien, zoals het kalkblok met vijf tracks, die in verschillende richtingen lopen (Afb. 13A en 13B). Hier is een informatiebord en houten platform gebouwd, zodat de bezoekers de afdrucken van dichtbij kunnen bewonderen. Hier werd ten tijde van de beschrijving (in 1993) ook de kleinste pootafdruk van een Europese sauropode aangetroffen (30 cm in doorsnee, Afb. 13A). Dit is bijzonder omdat afdrucken van kleine sauropoden – door het kleinere gewicht – zijn ondervertegenwoordigd in de *fossil record*. Op dit kalkblok werden ook voor het eerst afdrucken van zowel de voor- als achterpoten gezien. 28 meter verder naar links ligt een tweede kalkblok met pootafdrucken (Afb. 14, ook niveau 3).

Verse modder

Uit de patronen in de groeve wordt duidelijk dat hier, anders dan Pedra da Mua, géén kuddevorming is geweest. Het blijken allemaal individuele dieren te zijn, wiens wegen elkaar op verschillende momenten hebben gekruist. De door het enorme gewicht veroorzaakte opstaande randen van kalkmodder rondom de voetafdrucken wekken hier bijna de suggestie dat de modder nog vers is.

Net als op de laagoppervlakken van Pedra da Mua zien we pootafdrucken van zowel jongere als oudere dieren; de heuphoogte van de dieren in Avelino varieerde tussen 1,20 en 4 meter. Het dier dat het spoor (pista 1) achterliet dat vanaf het hoogste punt (Afb. 13A, bij de bomenrij,) naar je toekomt, liep in westelijke richting (de foto is dus in oostelijke richting gemaakt). Andere dieren kruisten dit spoor in noordwestelijke en noord-oostelijke richting.

De sauropoden en hun tijdgenoten leefden destijds in een kustgebied met lagunes, die afwisselend afgesloten waren of in open verbinding stonden met de zee. In dit rustige milieu, met afzettingen van kalkmodder en zand, was de kans groot dat pootafdrucken



AFBEELDING 12. | Pootafdrukken van *Iguanodon* in Onder-Krijtsedimenten, aan de noordkant van de baai van Lagosteiros.
Foto credits: Carlos Sargedas Photography.



AFBEELDING 13A EN B. | Het meest markante kalkblok in Pedreira do Avelino, met vijf kriskras lopende sporen (Kimmeridgien).
Boven op afb. 13B de (destijds) kleinste sauropodensporen die ooit in Europa werden aangetroffen, niet groter dan een mensenvoet.
Foto: Annemieke van Roekel.

bewaard bleven, omdat ze niet werden omgewerkt door getijstromingen of stormen. De Atlantische Oceaan was tijdens de late Jura nog maar een smalle zee, vergelijkbaar met de Rode Zee in onze tijd. 18 miljoen jaar geleden, tijdens de vorming van de

Serra da Arrábida verder oostwaarts, worden de Boven-Jura sedimenten geplooid, om veel later als noord- tot noordwesthellende lagen aan het oppervlak te verschijnen.

De magie van Cabo Espichel

Cabo Espichel is een magische plek, waar geologie en religieuze mythes samenkomen. Het is een bijzondere ervaring om op slechts enkele kilometers



AFBEELDING 14. | Het 28 m verder links gelegen kalkblok in de Avelino-groeve (hetzelfde niveau als afb. 13). Foto: Annemieke van Roekel.

van elkaar verwijderd zoveel historische en geologische hotspots te kunnen zien. De korte afstand naar Lissabon en Sesimbra is bovendien erg praktisch. En ook met uitsluitend openbaar vervoer is deze Portugese geo-bestemming goed te bereiken.

Dit artikel beperkt zich tot de spoorfossielen in het fantastische landschap van Cabo Espichel en de directe omgeving. Vanzelfsprekend valt er over de sauropoden en hun tijdgenoten en andere dino's van de Portugese 'Jurassic Coast' veel meer te ontdekken, zoals in het Museu Geológico de Lisboa (www.lneg.pt/museugeologico/) en het 60 km noordelijk van Lissabon gelegen Lourinhã Museum (museulourinha.org).

Voor de puntjes op de i van dit artikel ben ik veel dank verschuldigd aan Anne Fortuin, Bert Boekschoten, Mário Estevens en Winde Mertens. Agradeço a Carlos Sargedas a cortesia de permitir publicar no artigo as suas magníficas fotografias aéreas da costa do Cabo Espichel. Também lhe desejo muita força na sua reabilitação. Bem-haja.

BRONNEN EN MEER LEZEN

- Santos, V.F., P. Caetano en A. Pólvora, 2016. Sesimbra Geocircuit and dinosaur tracksites. Pegadas de dinossáurios no Geocircuito de Sesimbra. *Comunicações Geológicas* 103, Especial I, 153-158.

- Carlos Sargedas, 2014. Cabo Espichel. Em Terras de um Mundo Perdido. Boek + DVD. Met geologische bijdragen (in het Portugees) van Miguel Magalhães Ramalho (Geologisch Museum LNEG), Jacques Rey en Vanda Faria dos Santos (Universiteit van Coimbra, CITEUC). Zie kader.

- Vanda Faria dos Santos, Carlos Marques da Silva & Luís Azevedo

Rodrigues, 2008. Dinosaur track sites from Portugal: Scientific and cultural significance. *Oryctos* 8, 77-88.

- Antunes, M.T., O. Mateus, C. R., 2002. Dinosauers of Portugal. *Palevol* 2, 77-95.

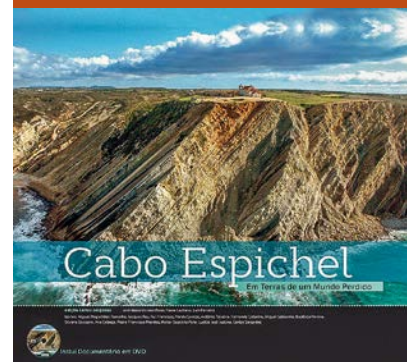
- Lockley, M.G. en Christian Meyer, 2000. *Dinosaur Tracks and Other Fossil Footprints of Europe*. Columbia University Press.

- Lockley, M.G., C.A. Meyer en V.F. Dos Santos, 1994. Trackway evidence for a herd of juvenile sauropods from the Late Jurassic of Portugal. *Gaia: Revista de Geociências, Museu Nacional*

Over Cabo Espichel is door de lokale fotograaf Carlos Sargedas in eigen beheer het prachtige boek 'Cabo Espichel. Em Terras de um Mundo Perdido' uitgebracht, waar vier jaren research en vier jaren realisatie in zijn geïnvesteerd.

Het in 2014 verschenen boek bevat spectaculaire luchtfoto's van de kust van dit deel van het schiereiland van Setúbal, de spoorfossielen van Pedra da Mua, het kloostercomplex, de grotten en overige natuurlijke rijkdommen tussen Taag en Sado. Ook komen de geologie en paleogeografie van Cabo Espichel ruim aan bod. De teksten zijn in het Portugees. De prijs van het boek is 50 euro.

Geïnteresseerd? Stuur een mail naar carlossargedas@gmail.com of bel 00351-938857701 of kijk op www.facebook.com/pg/Cabo-Espichel-Em-Terras-De-Um-Mundo-Perdido-1432708230341363/photos/?ref=page_internal.



de *Historia Natural, Lisbon, Portugal* 10: 27-36.

- Lockley, M., et al., 1994. 'Pegadas de mula': An explanation for the occurrence of Mesozoic traces that resemble mule tracks. In: *Ichnos*, v.3, pp. 125-133.

- Lockley, M.G. en V.F. Dos Santos, 1993. A preliminary report on sauropod trackways from the Avelino site, Sesimbra region, Upper Jurassic, Portugal. In *Gaia: Okologische Perspektiven in Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften* 6:38-42.