

Geo .brief

7
november 2025

Geologische ontdekkingsreis naar de Noord-Atlantische Marge
Afkoeling Noordzee bij aanvang laatste ijstijd
De puzzel van ondergronds leven ontrafelen in Zweden
Vulkanen en fossielen bij het Hunsrückgebergte

Nieuwe stappen! / Een primeur, mijn eerste voorwoord!

Sinds 21 mei mag ik mezelf de nieuwe secretaris van het KNGMG noemen. Toen mijn voorganger Kay Koster mij eind vorig jaar vroeg om het stokje over te nemen, was ik nog geen lid en wist ik niet precies wat ik kon verwachten. Ik had al langer het idee om mijn horizon te verbreden via een genootschap, maar het was er nog niet van gekomen. Om er zeker van te zijn dat het een goede match was, sprak ik af met oud-bestuursleden Kay en Bob voor een kop koffie en nam ik enkele keren deel aan hoofdbestuursvergaderingen. Er was een klik, het voelde goed en het voelde als het juiste moment, dus ik zei ja. Mijn eerste KNGMG-evenement was meteen de ALV in mei, waar ik officieel werd geïnstalleerd. No way back now!

Van 2011 tot 2018 heb ik aan de Universiteit Utrecht mijn bachelor- en masteropleiding in aardwetenschappen gevolgd. Ik koos toen al voor de verbreding met extra vakken, commissiewerk voor de studievereniging U.A.V. en bestuursfuncties bij SPE Student Chapter Utrecht. Na mijn afstuderen werkte ik kort als geotechnisch adviseur bij Fugro in Amsterdam. Maar de geologie lonkte, en sinds 2019 ben ik werkzaam bij TNO Adviesgroep voor Economische zaken en Klimaat, onderdeel van de Geologische Dienst Nederland (GDN). Ik

begon hier als adviseur, maar mijn kracht bleek meer te liggen in projectleiding en sindsdien ben ik me daarin verder aan het ontwikkelen. Als projectleider werk ik aan de informatievoorziening voor decentrale overheden. Medewerkers van bijvoorbeeld gemeentes en provincies hebben ondergrondinformatie nodig voor de uitvoering van hun taken en daarom werken wij vanuit de GDN aan de ontwikkeling van informatie en kennis op maat. In essentie draait het om de vertaling van inhoudelijke, geologische kennis naar begrijpelijke en bruikbare informatie voor een breder publiek. Ik werk aan uiteenlopende projecten en probeer daarbij een verbindende rol te vervullen tussen experts en niet-experts. Die verbindende rol sluit naadloos aan bij de positie van secretaris bij het KNGMG. Het is een uitgelezen kans om het vakgebied en de vakgenoten op een frisse, andere manier te leren kennen. Een paar maanden en enkele KNGMG-evenementen en -vergaderingen later kan ik nu al zeggen dat het verrijkend is. Ik zie veel enthousiasme, energie en betrokkenheid vanuit en voor het genootschap, bijvoorbeeld rondom de voorgenomen reorganisatie van de VU. Ik kwam oude bekenden tegen die ik al jaren niet heb gezien en ik ontmoette nieuwe mensen die me boeiden met hun verhalen over het verleden als geoloog. En ik nam met veel interesse deel aan het symposium 'Raw Materials', waar het onderwerp lithium-mijnbouw in Europa werd belicht vanuit geologische, economische, geopolitieke en maatschappelijke invalshoeken.

Wat ik persoonlijk erg waardevol vind, is om buiten mijn dagelijkse werkbubbel te stappen en nieuwe ervaringen op te doen. Juist die verbreding zoek ik graag op: in andere perspectieven, invalshoeken en ontmoetingen. Ik hoop binnen het KNGMG anderen hierin te faciliteren, zodat ook zij die verbreding ervaren en erdoor geïnspireerd raken. Als secretaris wil ik vooral bijdragen aan verbinding binnen het vakgebied tussen generaties, disciplines en werkvelden. Op die manier kunnen we samen het brede vakgebied van aardwetenschappen blijven versterken en vernieuwen. Kortom, ik ben blij met de stap die ik heb gemaakt. Ik kijk, leer en ervaar en met veel zin kijk ik uit naar wat het KNGMG mij (en ik het KNGMG) nog meer brengt.

Noortje Versteijlen



PGK Marokko
Excursie 2025

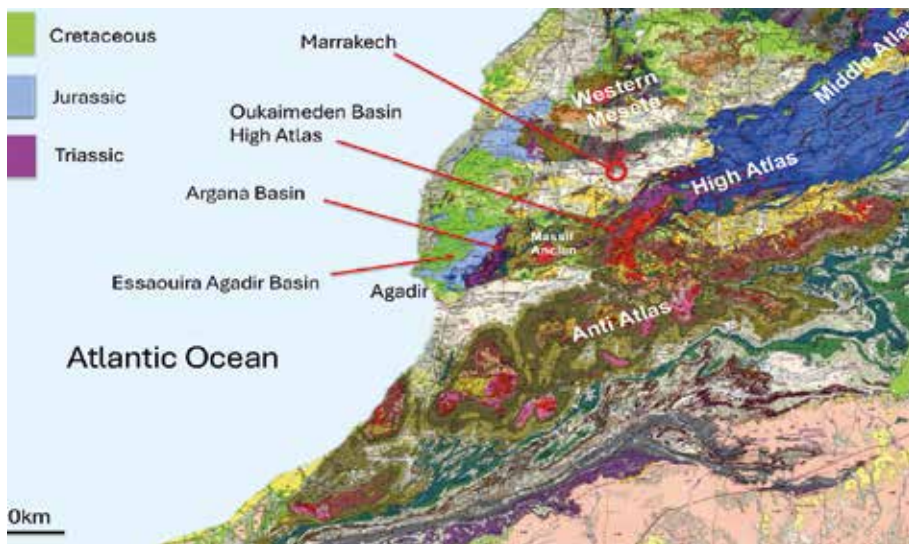
.excursie

GEOLOGISCHE
ONTDEKKINGSREIS

NAAR DE NOORD- ATLANTISCHE MARGE IN MAROKKO

De PGK-excursie naar de Noord-Atlantische Marge in Marokko was een van de hoogtepunten dit jaar. Het was een onvergetelijke ervaring vol geologische inzichten, culinaire hoogtepunten en culturele ontdekkingen. Dankzij een diverse groep deelnemers uit acht verschillende landen — Nederland, Frankrijk, Italië, Spanje, Engeland, Polen, India en de Filipijnen — werd het een geologisch, gastronomisch en toeristisch succes. Samen brachten zij bijna duizend jaar aan academische en industriële geo-ervaring mee.

NARG-excursieleider
Professor Jonathan
Redfern en Rémi Charton.
Foto: Cor Laffra



Geologische kaart excursiegebied.



Groepsfoto op fluviatiele zandsteen uit het Trias.

Foto: Rémi Charton

Imposante ontsluitingen / Met professor Jonathan Redfern (Universiteit Manchester) en assistent-professor Rémi Charton (TUD) gingen we op pad naar imposante ontsluitingen in de Hoge Atlas en langs de Atlantische kust, waar we Trias, Jura en Krijt in volle glorie konden bestuderen. Marokko is immers de enige plek langs de Atlantische Marge waar deze hele opeenvolging ontsloten is. In deze excursie lag de nadruk op bekken-evolutie, paleo-geografie, sedimentologie van clastica en carbonaten. Soms maakten we een virtueel uitstapje richting Nova Scotia, dat geologisch het spiegelbeeld is aan de overkant van de Mid-Atlantische spreidingsrug. Dit alles werd voortreffelijk uitgelegd door Jonathan en Rémi van de North African Research Group (NARG). Ook Marokko's petroleumsysteem werd aangept, waarbij de verschillende risk-elementen als reservoir, seal, charge en structuur voor de relevante tijdsperiodes werd behandeld, samen met een overzicht van de exploratieactiviteiten tot nu toe.

Maar naast de geologie genoten we volop van de andere schatten die Marokko te bieden heeft: slenteren door de souk van Marrakesh, smullen van kruidige tajines of een uitgebreide vislunch aan zee, en een toeristisch uitstapje in het pittoresk havenstadje Essaouira.

Aankomst Marrakesh / Met 26 enthousiaste PGK'ers, aangevuld met Jonathan en Rémi, vertrok onze groep van 28 geowetenschappers richting het bruisende Marrakesh. Het vervoer in Marokko verliep in compacte busjes met lokale chauffeurs en plek voor maximaal 17 passagiers — ideaal voor het kronkelige berggebied én voor het versterken van de groepsband. Zoals gezegd begon onze reis in het levendige Marrakesh, waar we laat arriveerden maar nog net op tijd waren voor het diner. Daarna volgde een eerste drankje aan de bar bij het zwembad, onder de zwoele Noord-Afrikaanse sterrenhemel — een sfeervolle start die meteen de toon zette voor een ontspannen en gezellige week. Het klimaat in Marokko bleek een serieuze tegenstander: met temperaturen van 38 tot 40 graden overdag voelde het alsof je met een föhn liep. Gelukkig bracht de kust een verkoelend briesje en 's avonds kon je weer ademen zonder te smelten — al bleef het zoeken naar schaduw een dagelijkse bezigheid, en werd zonbrand al snel onze meest gedeelde hulpbron.

Dag 1: Vanuit Marrakesh: Carboon & Trias / Na het ontbijt vertrokken we naar het hart van de Hoge Atlas, waar we de oudste gesteenten van deze excursie bekeken. Van daaruit lopen we de komende dagen stap

voor stap verder de geologische tijdschaal omhoog, langs afzettingen uit het Trias, Jura en het Krijt. De Hoge Atlas is het meest zuidelijke uitsteeksel van de Alpiene plooiingsgordel, dit indrukwekkende gebergte is ontstaan door de heractivering van een riftbekken uit het Trias, Jura en Krijt. De intracontinentale plooi- en schuifgordel is aan de Afrikaanse zijde nog steeds actief, als gevolg van de voortdurende convergentie met de Euraziatische Plaat. In de ochtend bekeken we het gedeformeerde Carboon, waarna we langs ontsluitingen liepen in de syn-rift-oepenvolging van rode kleien en zandstenen uit het Trias. Daarbij passeerden we ook het breukcontact met het onderliggende Precambrium.

Groots uitzicht / De rode Trias-zandstenen zijn afgezet in een vergelijkbare continentale setting als de Bontzandsteen zoals we die uit de Noordzee en omliggende landen kennen. Tijdens de lunch genoten we van tajine in het kleine skidorpje Oukaïmeden, waar helaas vorig jaar maar vijf centimeter sneeuw was gevallen. Vanaf een hoge bergpas hadden we een groots uitzicht richting de Toubkal (4167 meter), de hoogste top van Noord-Afrika. Terug in Marrakesh volgde een frisse duik in het zwembad en een avond vol geuren, geluiden en



Trias Oukaïmeden Zandsteen.

Foto: Margarita Cuevas Gozalo



Oxfordiaans rif bij Cascade Tiskije.

Foto: Homerson Uy

kleuren in de souk, inclusief slangenbezweerders en bruisende rooftopbars. Op de tweede dag was de Argana-vallei ons doel. We begonnen met een korte stop bij de CAMP-basalten uit het Laat-Trias-gesteenten die zijn gevormd langs de gehele Noord-Atlantische kust, van Spanje en Bretagne tot Noord-Amerika en het Amazonegebied, tijdens de overgang van een syn-riftfase naar een passieve continentale marge. Deze transitie zet zich voort in het

Jura, waarin de continentale marge geleidelijk overstroomde met transgressieve, ondiepe mariene sedimenten en evaporieten, die uiteindelijk overgaan in diep-marine carbonaatplatforms van de Atlantische passieve marge. Deze geologische overgangen kwamen uitgebreid aan bod in de vele ontsluitingen die we bezochten. Omgeven door de karakteristieke roodbruine Trias-zandstenen genoten we van een veldlunch in een bloedhete wadi. Aan het eind van de dag

De PGK is het Nederlandse netwerk voor geowetenschappers die zich professioneel bezighouden met geo-energie en ondergrondse opslag. Het netwerk organiseert maandelijks bijeenkomsten in Den Haag en Utrecht, bestaande uit een technische presentatie, gevolgd door een borrel en af en toe een gezamenlijk diner. Daarnaast organiseert PGK jaarlijks meerdere excursies, zowel binnen Nederland als daarbuiten.

arriveerden we bij het idyllisch gelegen, maar enigszins door de tand des tijds aangetaste Grand Hotel bij de Cascades van Immouzer. De avond sloten we af vergezeld van een fabelachtige zonsondergang en met uitzicht op een diepe vallei - een perfecte combinatie van geologie en beleving.

Dag 3: van Immouzeur naar Agadir Jura / De hoogtepunten volgden elkaar in rap tempo op, want de volgende dag daalden we af uit het berglandschap naar recente maar niet minder spectaculaire Tufa-kalken, die zijn geprecipiteerd uit Calcium-rijk meteorisch water van de Cascade Tiskije. Aan de andere kant van het dal zagen we de continentale Mid-Jura-afzettingen die overgingen in Laat-Jura diep-mariene afzettingen van de Tidili-ontsluiting. De extensieve Oxfordiaanse riffs en architectuur was goed te zien. Onderweg naar de kust bezochten we een fossielenwinkel, waar souvenirs zoals de Jura-ammoniet, Cambrium-trilobiet, en Ordovicium-orthoceras, en veel andere soorten gretig aftrek vonden bij de dames en heren van het gezelschap. De laatste stop van de dag besteden we aan de formaties van Cap Ghir. De diversiteit van het koraal was prachtig zichtbaar. Het Oxfordiaan heeft hier drie verschillende koraalgemeenschappen in een belangrijke ontwikkeling van micro-organis-



Zonsondergang bij Immuzeur.

Foto: Homerson Uy



PGK- excursieleiders Bas Steins (links) en Thomas Mooij (rechts) met uitgehakte ammonieten.

Foto's: Marc Hettema



mengroei en micro-encrusters. Deze dag sloten we af in Agadir nabij het strand, waar de prijzen nog hoger lagen dan in een gemiddelde strandtent in Nederland.

Dag 4: Van Agadir naar Essaouira: Krijt / De laatste geologische dag stond in het teken van Krijt-sedimenten: fluvio-deltaïsche zandstenen van Laat-Barremian tot Vroeg-Aptian, die een highstand system met opvolgende een geforceerde regressie laten zien. Deze zandstenen zijn het belangrijkste doelwit geweest van zowel de on- als offshore-exploratie in Marokko, met vooralsnog geen doorslaand succes. Het is onduidelijk waar de zanden zijn afgezet, omdat de tot nu toe aangeboorde structuren nauwelijks zand bevatten. Hierbij moet vermeld worden dat het om een erg groot en matig onderzocht gebied gaat en er vooralsnog relatief weinig putten zijn geboord, zeker in de offshore.

Ammonietenovervloed / Een van de hoogtepunten van de Krijtsedimenten was de Tiskatine-ontsluiting waar de ammonietenovervloed de basis vormt van de tijdsrelatie in het Krijt. Micro-organismen zijn hier gekalibreerd aan de ammonieten, waarmee in de offshore de

juiste tijdsperiodes kunnen worden toegekend aan de biostratigrafie. Onnodig om te zeggen dat de overvloed aan ammonieten, de monsterdrift van het geologische excursiepubliek stevig aanwakkerde. Iedereen wist heeft hier zijn persoonlijke ammoniet te vinden, uit te hakken en mee te nemen naar huis. Na deze inspanning en een tweede oververhitte wadi-lunch, vonden we gelukkig verkoeling op een schaduwrijk terras, waar een fris briesje waaid bij de lokale kiosk en koel water te koop was.

Gigantische kloof / De volgende stop bood een mooi uitzicht over de gigantische Assaka-kloof, van waaruit we in de droge beekbedding over de laagvlakken van Laat-Barremian/Vroeg-Aptian-Krijt-zandstenen weer terug naar het dorpje liepen. Onderweg naar onze laatste standplaats Essaouira bezochten we Smimou-zoutpannen in het gebergte waar het Triaszout zo dicht bij het oppervlak zit, dat dit makkelijk wordt aangeboord en opgelost in water. Daarna verdamppt de pikel in kleine waterbassins en worden de NaCl-kristallen geoogst. Iets verderop was een arganolie-atelier waar de lokale vrouwen de arganolietjes ontdoppen, persen en verder bewerken tot een pindakaas-achtige gelei of tot zeepjes en

zalfjes. Het hoogtepunt hier was dat de oude vrouwtjes zich ineens omtoverden tot een luidruchtig zang-ensemble. Na aankomst in Essaouiri nuttigden het laatste Marokkaanse avondmaal in het hotel en vervolgens vierden we de afsluiting van de excursie in de lokale strandtent tot de late uurtjes.

Dag 5: Essaouira naar Marrakesh airport / Tijdens de slotdag was er nog gelegenheid om de frisse zeelucht op te snuiven langs het strand, en de stadsmuren of door de kronkelende souk-steegjes van het centrum van Essaouira te dwalen en de laatste al dan niet geologische souvenirs te scoren. Voor de lunch kon ieder zijn eigen weg kiezen. Daarna volgde een zeer warme rit terug naar Marrakesh, waar een moe maar voldaan gezelschap het vliegtuig instapte. Kortom: de PGK Atlantische Marge Excursie 2025 was niet alleen een geologische topper, maar ook een culturele en culinaire ontdekkingsreis die ons allemaal rijker heeft gemaakt – in kennis, ervaring én herinneringen.

Bas Steins en Thomas Mooij
PGK-excursieleiders

Afkoeling van de Noordzee tijdens de aanvang van de laatste ijstijd

Bruine Bank Formatie.
Ad Verburg via Wikimedia



Klimaatverandering en zeespiegelstijging zijn belangrijke processen die een grote rol spelen in het huidige en toekomstige klimaat. Beide kunnen grote gevolgen hebben voor een laaggelegen land als Nederland, bijvoorbeeld op het gebied van waterbeheer en kustveiligheid. Veranderingen in klimaat en zeespiegel kwamen in het verleden ook voor. Om de gevolgen van deze veranderingen in de toekomst beter te begrijpen en voorspellen is het dus belangrijk om te begrijpen hoe de natuurlijke omgeving in het verleden reageerde op klimaat- en zeespiegelveranderingen.

Aanvang van het Pleniglaciaal

/In het Pleistoceen varieerde het klimaat sterk, met afwisselingen van warme periodes (interglacialen) en koude ijstijden (glacialen). De aanvang van glaciële periodes in het verleden zijn op dit moment nog onvoldoende bestudeerd, terwijl meer kennis hierover inzichten kan geven in de wisselwerking tussen klimaat, zeespiegelveranderingen en landschapontwikkeling. De laatste interglaciële-glaciële cyclus (130 – 11,7 duizend jaar geleden) toont een fascinerende klimaatdynamiek. De sterkste afkoeling, en de daarmee gepaard gaande zeespiegeldaling, traden op tijdens de overgang van het gematigde Odderade interstadiaal (ca. 80 duizend jaar geleden) naar het koude vroege Pleniglaciaal (ca. 65 duizend jaar geleden). Gedurende deze periode van zo'n 15 duizend jaar wisselden warmere en koudere periodes elkaar af.

In mijn promotieonderzoek (zie mijn proefschrift¹) heb ik gekeken hoe het zuidelijke Noordzeegebied reageerde op de klimaat-

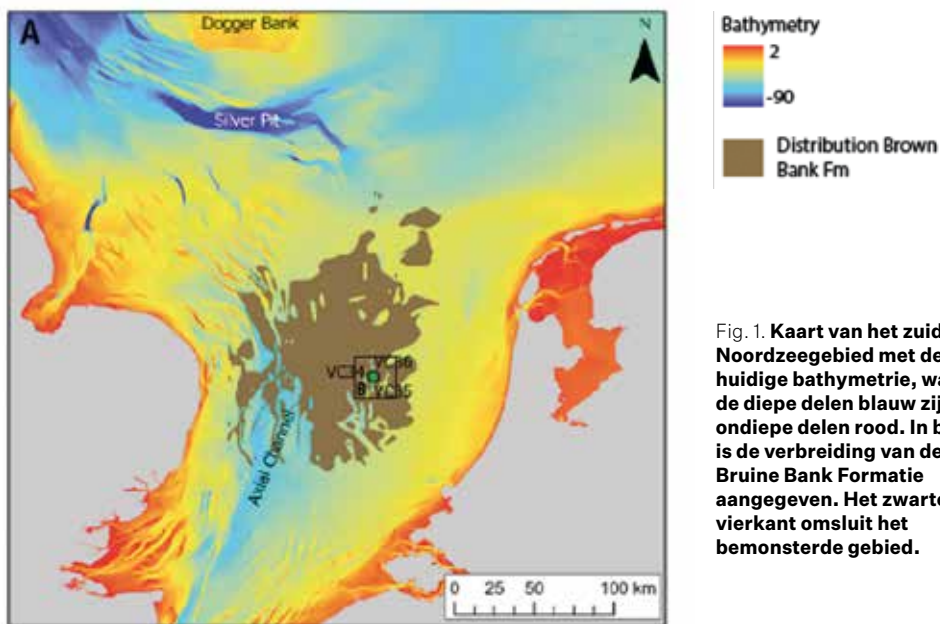


Fig. 1. Kaart van het zuidelijk Noordzeegebied met de huidige bathymetrie, waar de diepe delen blauw zijn en ondiepe delen rood. In bruin is de verbreiding van de Bruine Bank Formatie aangegeven. Het zwarte vierkant omsluit het bemonsterde gebied.

schommelingen in deze periode. De zuidelijke Noordzee is de zee tussen Nederland, België en Engeland en is ondiep; veelal ondieper dan vijftig meter. Hierdoor kan een zeespiegelverandering van tientallen meters het landschap totaal veranderen. Het gebied is, qua geologie, een van de best bestudeerde zeeën ter wereld. Zo was het al bekend dat de zuidelijke Noordzee gedurende het Eemien, het laatste interglaciaal, een zee was in een gematigd klimaat, en dat het droog lag tijdens het Pleniglaciaal (tijdens de laatste ijstijd). Het was echter onbekend hoe en wanneer deze overgang van zee naar land plaatsvond. Ook wisten we niet hoe deze sterke afkoeling en instabiliteit van het klimaat tijdens de aanvang van het laatste glaciaal het landschap in dit gebied beïnvloedde en hoe deze afwisseling bewaard is gebleven in de sedimentaire openvolging.

Bruine Bank Formatie / Om te reconstrueren hoe het zuidelijk Noordzeegebied reageerde op de instabiliteit van het klimaat en de afkoeling gedurende de aanvang van het laatste glaciaal hebben we sedimenten van de Bruine Bank Formatie bestudeerd. De Bruine Bank

Formatie is vernoemd naar een ondiep bankengebied in het centrale Nederlandse deel van de Noordzee. De Bruine Bank Formatie bestaat voornamelijk uit kleiige en siltige afzettingen, en komt alleen voor in de zuidelijke Noordzee (zie verbreiding in fig. 1). Hoge-resolutie seismische profielen, een soort echoscopie van de ondergrond door middel van geluidsgolven, tonen aan dat de top van de Bruine Bank Formatie zich vaak een paar meter onder de zeebodem bevindt, maar soms slechts enkele tientallen centimeters (fig. 2). Ook laten de seismische profielen zien dat de Bruine Bank Formatie niet een mooie 'stapel pannenkoeken' is zoals eerder werd gedacht, maar bestaat uit meerdere fases van afzetting bovenop elkaar. In een studiegebied van >1000 km² zijn vier seismische eenheden (BB1 – BB4) binnen de Bruine Bank Formatie gekarteerd, welke met verschillende kleuren zijn aangegeven in figuur 2.

Boorkernen / Om de sedimentaire opbouw, het karakter en de complexiteit van de afzettingen van deze vier eenheden van de Bruine Bank Formatie te kunnen begrijpen, was het nodig om boorkernen uit het gehele studiege-

bied te vergelijken. Aan de hand van de seismiek zijn verschillende locaties gekozen om vibrocores te zetten in samenwerking met het VLIZ (Vlaams instituut voor de Zee). Vibrocores zijn ondiepe steekkernen die vaak maximaal drie meter diep zijn. De kernen zijn genomen met de onderzoeksschepen *Belgica* en *Pelagia* op locaties waar verschillende eenheden van de Bruine Bank Formatie ondiep genoeg voorkwamen om met deze kernen te bereiken. Daarnaast is er door Fugro nog een twintig meter diepe steek kern gezet op een locatie waar juist alle verschillende eenheden van de Bruine Bank Formatie bovenop elkaar aanwezig waren. Al deze kernen, in combinatie met de seismiek, gaven samen een schat aan informatie.

De afzettingen in de boorkernen laten variaties zien in energie en sedimentatieprocessen in het afzettingsmilieu. Deze sedimentaire eigenschappen, in combinatie met pollen, diatomeeën en mollusken uit deze sedimenten gaven veel inzicht in het landschap ten tijde van de afzetting van de vier eenheden van de Bruine Bank Formatie. Deze vier eenheden tonen in groot detail hoe de ondiepe zee reageerde op sterke afkoeling van het klimaat.

Tijdens de eerste afzettingsfase van de Bruine Bank Formatie (eenheid BB1) was de Noordzee een ondiepe, open zee met relatief veel stromingsenergie. De zeebodem was bedekt met kleine zandduinen (fig. 3a). Dit vond plaats in een gematigd klimaat aan het eind van een interstadiaal. Vervolgens werd de kleiige eenheid BB2 afgezet (fig. 3b), welke het reliëf van eenheid BB1 invulde. Tijdens deze afzetting koelde het klimaat duidelijk af en veranderde de zuidelijke Noordzee in een heel koude (sub-arctische), deels afgeschermd ondiepe zee met

1. NGRIP: Het North Greenland Ice core Project leverde een reconstructie van de temperatuur tussen 120 duizend en 10 duizend jaar voor heden.

2. MIS: Marine Isotope Stage – klimaatwisselingen gereconstrueerd aan de hand van zuurstofisotopen, waarbij de nummering start in het Holoceen en terugtelt in de tijd. Oneven nummers geven een warme periode aan, even nummers een koude.

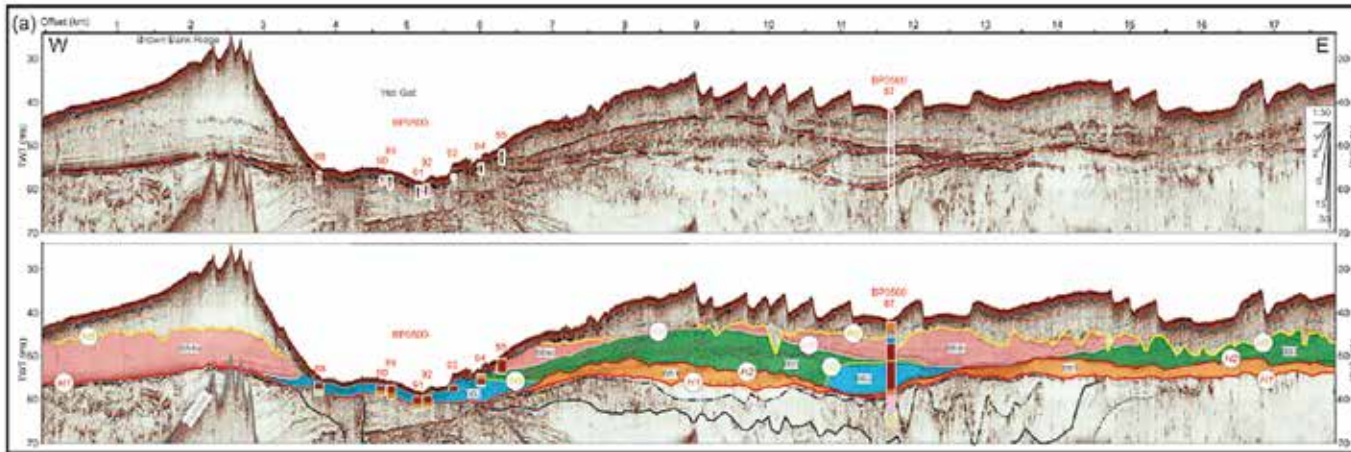
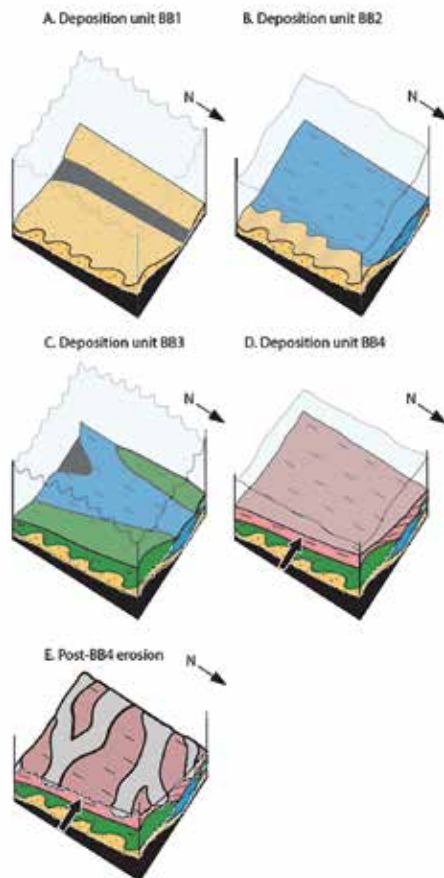


Fig. 2. Hoge-resolutie seismisch oost-west-profiel door de Bruine Bank Formatie. Het onderste profiel geeft de interpretatie weer van de vier seismische eenheden BB1 – BB4 (BB1 = oranje; BB2 = blauw; BB3 = groen; BB4 = roze). De boorkernen die langs deze lijn staan zijn aangegeven.



weinig stroming. Hierin werd veel bodemmateriaal vanaf land ingespoeld. Ondertussen maakten de bossen op het land rondom de Noordzee plaats voor een open boslandschap. Deze afkoeling werd onderbroken door een fase waarin het weer wat warmer werd, de zeespiegel waarschijnlijk net wat hoger stond en er meer stromingsenergie in de zee zat. Tijdens de afzetting van de zandige eenheid BB3 vond lokaal erosie plaats van onderliggende eenheden (fig. 3c). Vervolgens zette de afkoeling zich voort, en werd eenheid BB4 afgezet, welke voornamelijk bestaat uit kleiige, westwaarts uitbouwende sedimenten (fig. 3d), afgezet in een koele, ondiepe zee met weinig stroming. Op het omringende land was inmiddels een kruidenrijk, open boslandschap ontstaan. Hierna daalde de zeespiegel zo ver dat de zuidelijke Noordzee

Fig. 3. A) De afzetting van zandige eenheid BB1, in geel. B) de afzetting van kleirijke eenheid BB2 in blauw, deze eenheid vult de topografische laagtes van eenheid BB1 in. C) de afzetting van eenheid BB3, in groen, vormt zandige afzettingen, terwijl gelijktijdig sommige delen van eenheid BB2 eroderen. D) de afzetting van kleirijke eenheid BB4 vult de onderliggende topografie op met westwaarts uitbouwende sedimenten. E) Na afzetting van eenheid BB4 komt dit deel van de Noordzee droog te liggen en snijden vlechtende rivieren zich in in de Bruine Bank-afzettingen.

droog kwam te liggen en er vlechtende rivieren over de Bruine Bank-afzettingen stroomden (fig.3e).

Ouderdommen /Om deze landschapsveranderingen in een bredere context te kunnen plaatsen, is het belangrijk om de ouderdom van deze vier sedimentaire eenheden te weten. De ouderdommen zijn bepaald met luminescentie-dateringen. Bij deze techniek wordt de begravingstijd van een afzetting bepaald aan de hand van de kleine hoeveelheid straling die zandkorrels opnemen tijdens de begraving. De ouderdommen die hieruit kwamen, werden gecombineerd met veranderingen in het klimaat, vegetatie en afzettingsmilieu. Dit maakte het mogelijk om de afzettingsouderdom van de vier eenheden (BB1 – BB4) te correleren met de stadiaal-interstadaal-variabiliteit die gereconstrueerd is op Groenland (gebaseerd op de ijskern van NGRIP [NGRIP: Het North GReenland Ice core Project leverde een reconstructie van de temperatuur tussen 120 duizend en 10 duizend jaar voor heden.]) en klimaatvariabiliteit die gereconstrueerd is in de Noordelijke Atlantische Oceaan. We ontdekten dat de afzetting van de Bruine Bank Formatie plaatsvond in een relatief korte tijd met hoge sedimentatiesnelheden. Eenheid BB1 is gevormd rond 88 duizend jaar geleden, en eenheid BB4 is gevormd rond 72

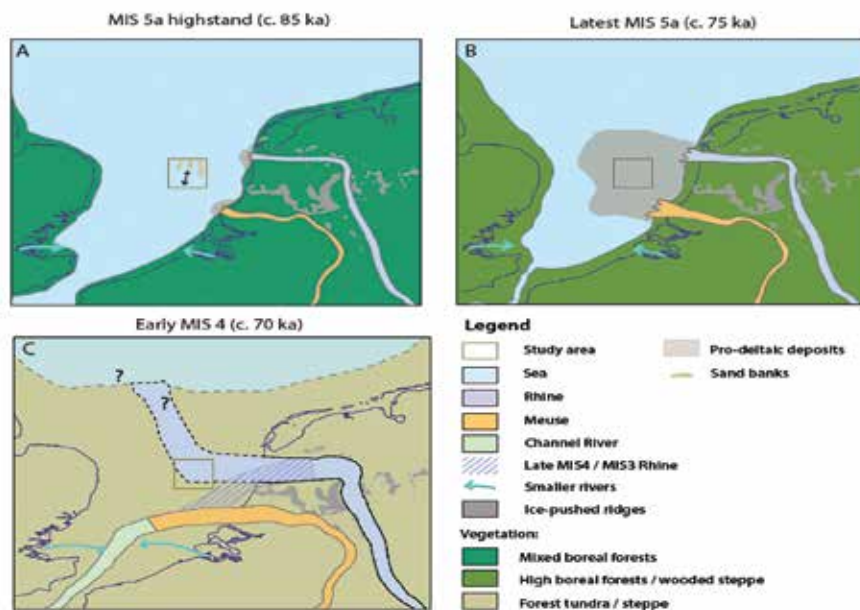


Fig. 4. De landschapontwikkeling in het zuidelijke Noordzeegebied gedurende de afzetting van de Bruine Bank Formatie.

duizend jaar geleden. Dit betekent dat de geregistreerde klimaatafwisselingen in de eenheden van de Bruine Bank Formatie, op geologische tijdschaal van korte duur waren. Daarnaast kwamen we tot de conclusie dat de verbinding met de Atlantische Oceaan via de Straat van Dover rond 80 duizend jaar geleden sterk afnam (fig. 4a en 4b). Vanaf die periode wisselde de Noordzee hoofdzakelijk in het noorden water uit met de Atlantische Oceaan, wat resulteerde in de waargenomen lagere zeevatertemperaturen. Uit het onderzoek blijkt dat de zuidelijke Noordzee waarschijnlijk pas na 72 duizend jaar geleden droog kwam te liggen (fig. 4c). Dat is later dan tot nu toe werd aangenomen. Doordat de zeespiegel relatief lang hoog bleef, zijn de tijdens de overgang van het Odderade interstediaal naar het Pleniglaciaal (MIS [MIS: Marine Isotope Stage – klimaatwisselingen gereconstrueerd aan de hand van zuurstofisotopen, waarbij de nummering start in het Holoceen en terugtelt in de tijd. Oneven nummers geven een warme periode aan, even nummers een koude.] 5a naar MIS 4) afgezette sedimenten bewaard gebleven. Deze afzettingen, de Bruine Bank Formatie, bevatten veel informatie over de landschapsveranderingen

in zowel de terrestrische als mariene milieus. Voor het eerst is de pre-Holocene landschapsonwikkeling van de zuidelijke Noordzee zo gedetailleerd gereconstrueerd, wat mogelijk werd door de combinatie van veel verschillende methodes.

Oceaanstroming en klimaatvariatie / De reconstructies op basis van de Bruine Bank-afzettingen laten dus zien dat er gedurende de aanvang van het laatste glaciaal sterke variaties in klimaat, vegetatie en milieu plaatsvonden in het zuidelijk Noordzeegebied. Een vergelijking tussen de pollendata en dateringen van de Bruine Bank Formatie, het Amersfoort-bekken in Nederland, en andere palynologische opeenvolgingen in Frankrijk, Duitsland en Portugal, toont aan dat de vegetatie op meer plekken in West-Europa sterk varieerde door de klimaatfluctuaties gedurende deze tijdsperiode. Deze veranderingen in de vegetatie speelden op dezelfde tijdschalen als de stadiaal-interstediaal-afwisseling in de Groenlandse ijskernen. Die klimaatfluctuaties zijn gelinkt aan een afzwakking en herinschakeling van de warme Golfstroom in de Atlantische

Oceaan, wat snelle veranderingen in regionale luchttemperatuur, vegetatie en terrestrische en mariene afzettingsmilieus veroorzaakte in grote delen van West-Europa. We kunnen concluderen dat het afzakken en weer toenemen van de Golfstroom in de Atlantische Oceaan een drijvende kracht was achter de landschapontwikkeling ten tijde van de afzetting van de Bruine Bank Formatie.

In ons huidige veranderende klimaat zijn er indicaties dat de stroming in de Atlantische Oceaan afzwakt, en mogelijk voor het eind van de eeuw zelfs tot stilstand komt². De kennis over de instabiliteit van het klimaat tijdens de aanvang van het laatste glaciaal toont aan dat een afzwakking van de Golfstroom een snelle afkoeling kan veroorzaken in grote delen van West-Europa, maar dat het ook weer snel kan opwarmen zodra de Golfstroom weer ‘aan’ gaat.

Naast de nieuwe klimatologische inzichten beschrijft dit onderzoek ook veel nieuwe details over de opbouw van de ondergrond van de Noordzee. Deze kennis helpt bij het karteren van de zeebodem, wat momenteel erg belangrijk is voor de energietransitie, met name voor de constructie van windmolenparken op zee. Het onderzoek is opgezet door de samenwerking tussen TNO – Geologische Dienst Nederland en de Universiteit Utrecht, departement Fysische Geografie. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met onderzoekers van TNO, Universiteit Utrecht, het VLIZ, Wageningen Universiteit, Naturalis, NIOZ, University of St. Andrews, en de University of Leeds.

Irene Waajen-Labee

Referenties:

1. Waajen – Labee, I.M. (2025). Cooling of the North Sea: Palaeoenvironmental response to climate instability during the last glacial inception (MIS 5 - MIS 4 transition). Proefschrift, Universiteit Utrecht.
2. Van Westen, R. M., Vanderborght, E., Kliphuis, M., & Dijkstra, H. A. (2025). Physics-based indicators for the onset of an AMOC collapse under climate change. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 130(8), e2025JC022651.



Groeï'68 op de WUR-campus in Wageningen.

Michelnauer tuf / Michelnauer tufsteen, ook wel Michelnauer Rotlava of Michelnauer Schlackenagglomerat genoemd, is afkomstig van de Vogelsberg tussen Giessen en Fulda in Hessen. In het Midden-Mioceen was dit een hot spot van basaltisch vulkanisme. Het is een dieprood, macroporeus gesteente waarin de veelal enkele centimeters grote slakken samengekit zijn in een gezeolitiseerde matrix. Als primaire mineralen treden clinopyroxeen, olivijn, plagioklaas en opaak op. Sinds halverwege de 19^e eeuw wordt deze markante steen als bouwsteen gebruikt. Toepassingen vindt hij niet alleen als parementsteen, raam- en deurlijsten en gevelplaten, maar ook voor grafstenen en beeldhouwwerk. De meeste toepassingen in Duitsland dateren van de wederopbouw in de jaren zestig, zeventig en tachtig. Enkele voorbeelden zijn het fries van de nieuwe toren van St. Johann Baptist in Keulen en de aanbouw van het stadhuis in dezelfde stad, alsook het voormalig telefoniekantoor aan Untern Heilig Kreuz in Fulda. In Nederland is Michelnauer tuf-

steen slechts zeer sporadisch als bouwsteen toegepast (aan de kerk in IJsselstein), maar er zijn wel enkele mooie toepassingen in kunstwerken. De landschapskunstenaar en beeldhouwer Piet Slegers (1923-2016) ontwikkelde kenmerkend een zekere voorliefde voor de steen, waarvan wel gezegd wordt *'Deze speciale steen volgt in kleur de seizoenen: in vochtige perioden is de steen begroeid met mos en bij droogte is hij lichtrood van kleur'*. Slegers paste hem toe voor de Ontmoetingssteen in Alkmaar (1966), de beelden Groeï'68 en Aardstructuur in Wageningen (respectievelijk 1968 en 1970) en de fontein De Bron in Velp (1968). De groeve is in de jaren negentig gesloten. Sinds 2010 is de voormalige groeve als geo- en biotoop beschermd.

Tekst en foto: Timo G. Nijland

36°44'33" Noord en 27°10'48" Oost / De convergentie van de Afrikaanse en Euraziatische tektonische platen heeft in het Zuid-Egeïsche gebied geleid tot de vorming van de Helleense eilandenboog met onder meer Kreta, Karpathos en Rhodos. Door de noordwaartse subductie van de Afrikaanse Plaat onder de (door extensie verdunde) continentale korst van Griekenland is ook circa 150 kilometer verder naar het noorden een actieve vulkanische boog ontstaan met onder andere de eilanden Milos (zie Geo.brief 5 2019), Santorini en Nisyros.

Nisyros behoort tot het omvangrijke Plio-Pleistocene vulkanische domein van Kos-Yali-Nisyros dat is gelegen in de Dodekanesosarchipel. Het vrijwel ronde eiland (oppervlak veertig vierkante kilometer) is het zichtbare deel van een stratovulkaan die zich ontwikkelde vanaf het Laat-Pleistoceen. Na een beginstadium circa 200-160 duizend jaar geleden als onderzeese berg met basaltische tot andesitische kussenlavas en glasrijke breccies volgden vier rhyodacitische eruptiecycli met sterk explosief karakter die resulteerden in een dikke afwisseling van lavas en grove pyroklastische afzettingen. Na twee zware Plinische uitbarstingen omstreeks zestigduizend jaar geleden bleef een caldera achter met een diameter van een kleine vier kilometer. Een breukzone in het westelijk deel van de caldera werd vervolgens binnengedrongen door een aantal ondiepe intrusies van viskueus rhyodacitisch magma (ouderdom 26-13 duizend jaar). Bijgaande foto, genomen vanaf de oostrand van de caldera op een hoogte van 490 meter, toont de onregelmatige bergrug gevormd door deze steile domevormige intrusies, met de witte kapel van Profitis Ilias op het hoogste punt van het eiland (698 meter).

Het laaggelegen deel van de caldera op de voorgrond (hoogte ongeveer honderd meter) omvat vele actieve zwavel- en kleirijke hydrothermale kraters en fumarolen (90-100°C) met stoom- en gasemissies (CO_2 , H_2S , CH_4). Vlakbij de parkeerplaats aan het einde van de weg ligt de ovale Stefanos-krater met afmetingen van 350 bij 250 meter en een diepte van 27 meter. Iets hoger daarachter liggen de Flegethron en Polyvotis-kraters die ontstonden in de periode 1870-73. Tussen 1996 en 2001 was er sprake van verhoogde seismiteit, gronddeformatie en toename van gasemissies in de caldera.

Op twee locaties in de caldera (aangegeven met zwarte haakjes) zijn geothermische onderzoeksboringen gedaan in 1983-84, met op de voorgrond Nisyros-1 (putdiepte 1816 meter) en daarachter Nisyros-2 (putdiepte 1547 meter). Deze boringen penetreerden hete aquifers (tot meer dan 300°C) met substantiële overdruk en zeer hoge saliniteit. De uitgevoerde productietesten waren teleurstellend vanwege de precipitatie van enorme zoutvolumes, het corrosieve karakter en hoge temperatuur van de pek en de negatieve effecten van deze factoren op de integriteit van de mantelbuizen in de boorputten.

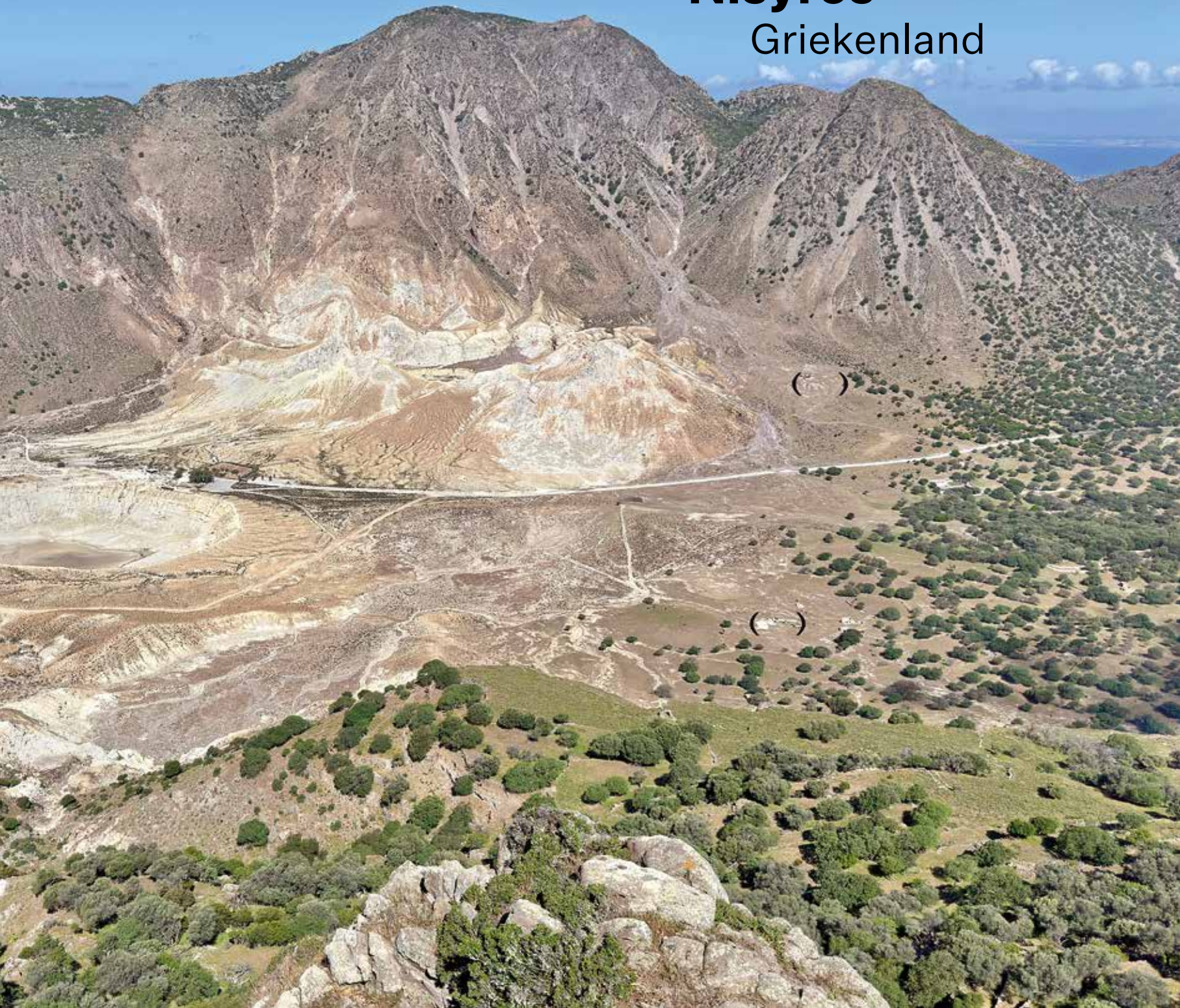
In september van dit jaar is Nisyros samen met de nabijgelegen onbewoonde eilanden Kandeloussa, Pachia, Pergousa, Strongyli en de tussenliggende mariene gebieden toegevoegd aan de lijst van UNESCO Global Geoparks. Dit nieuwe park van 480 vierkante kilometer omvat meer dan twintig Geosites en tien Georoutes die uitgebreid beschreven staan in een informatieve mobiele app en website, folders en lokale informatieborden. De kleine duizend inwoners van het eiland hopen dat het Geopark het toerisme zal stimuleren want de economie van het eiland is nu voornamelijk afhankelijk van dagrecreanten van het nabijgelegen eiland Kos.

Foto en tekst: Jeroen Peters



Nisyros

Griekenland



Vulkanen en fossielen bij de Eifel en het Hunsrückgebirge



Fischbachkopermijn.

De Eifel en het Hunsrückgebirge in Midden-Duitsland vormen samen twee geologisch interessante gebieden. KNGMG Kring Noord bezocht deze regio in september 2025. Het thema van deze reis was: vulkanen, fossielen en edelstenen uit het Devoon tot heden. De Hunsrück is een middelgebirge dat wordt begrensd door de diep ingesneden rivierdalen van de Moezel (noord), de Nahe (zuid) en de Rijn (oost). 24 enthousiaste deelnemers bezochten elf geologische locaties in drie dagen tijd.

Stop 1 & 2: Laacher See en Wingertsbergwand (Eifel)

/ De eerste (en tweede) stop van de excursie was in de Vulkaan-Eifel. De uitbarsting van de Laacher Seevulkaan circa 11.000 BC wordt beschouwd als een van de zwaarste uitbarstingen in het Quartair in Europa. De eruptie heeft overeenkomsten met die van de Vesuvius in 79 na Christus en Mount Pinatubo in 1991, en was zes keer krachtiger (gemeten naar het volume aan eruptiemateriaal) dan die van Mount St. Helens in 1980. Tegenwoordig is de Laacher See een slapende vulkaan maar aanhoudende CO₂-gasbellen (zogenaamde mofetten) duiden op een nog steeds actieve magmakamer onder het aardoppervlak. De nabijgelegen Wingertsbergwand is praktisch



Overzichtskaart Hunsrück en omliggende gebieden.



Wingertsberg-wand in de Eifel.

een geologisch dagboek van deze laatste uitbarsting van de Laacher See. De verschillende lagen vulkanisch as tonen de exacte geschiedenis van die dramatische lentedagen zo'n 13.000 jaar geleden. Zo zouden de gesteentelagen binnen circa twintig dagen zijn afgezet. Deze ontsluiting documenteert min of meer de drie karakteristieke fasen van de uitbarsting van de felsische (silicarijke) Laacher Seevulkaan: (1) een freato-magmatische fase (freato = aanraking van magma met grondwater) in het begin; (2) de pyroclastische hoofdfase, en: (3) een freato-magmatische eindfase, rijk aan tefra zoals kenmerkend voor een Plinische eruptie (Vesuvius-type).

Stop 3: Devoon-Perm-hoekdiscordantie bij Ürzig / In Ürzig aan de Moezel kan in twee separate ontsluitingen de structurele relatie tussen de sterk vervormde onderliggende Devonische leisteenlagen en de bovenop liggende Rotliegend worden bestudeerd. De Rotliegend is ontsloten op een hoger gelegen uitkijkpunt en bestaat uit vrijwel horizontale, onvervormde, rode terrestrische zand- en siltige kleisteenlagen. Het onderliggende Onder-Devoon (Emsien) is ontsloten in een circa honderd meter lagergelegen bergwand en bestaat uit sterk gedeformeerde groengrijze schalies, plaatselijk siltig, sterk geplooid, met kwartsietaders en kinkbands. Door de sterke deformatie en laaggradige metamorfose kwalifi-

ceren de schaliesoorten zich als leisteen, de bekende 'Rheinische Schiefer'. Helaas is het daadwerkelijke Devoon-Perm-contact hier niet ontsloten.

We eindigden de dag met een proeverij van wijnen uit de Moesel en Nahe-rivierdalen. Hierbij speculeerden we druk over het smaakbouquet in relatie met het terroir en de onderliggende geologie.

Stop 4 & 5: Deformatiestructuren en fossielen in het Devoon in Bundenbach / De tweede excursiedag begon met een mooie wandeling onder leiding van de Nederlandse (maar reeds lang in Duitsland woonachtige) gids Wouter Südkamp in de



Uitleg in het veld.

omgeving van het plaatsje Bundenbach. In de Devonische leisteen en fylleten van het Emsien is de assenvlak-splijting (S1), ten gevolge van de Hercynische orogenese, veelal zeer goed ontwikkeld. In het Hunsrückgebied staat deze over het algemeen verticaal tot sub-verticaalhellend met een strekking die min of meer parallel loopt aan de algemene tektonische trend van het gebied (ONO-WZW). Opvallend in de gesteenten bij Bundenbach is dat de gelaagdheid en splijting veelal (sub)parallel zijn. Door deze isoclinal plooiing is de rotatie van mineralen zeer beperkt, waardoor de (vroeg-gepyritiseerde) fossielen goed bewaard konden blijven. Het Bundenbachfossilium bevat een rijke verzameling fossiele resten van flora en fauna afkomstig uit een ondiepe, tropische zee aan de noordkant van de Rheïsche Oceaan, die Gondwana van Laurussia scheidde. Deze Rheïsche Oceaan sloot zich tijdens de Hercynische orogenese, en de siltige kleistenen transformeerden tot de leien die we nu vinden. Door de eerdergenoemde pyritisatie en isoclinal plooiing zijn de fossielen bewaard gebleven, waardoor Bundenbach wordt beschouwd als 'Konservat-Lagerstätte', een locatie met uitzonderlijk goed bewaarde fossielen.



Trollbachfelsen.

Stop 6: Kopermijn Kupferbergwerk Fischbach /

De Fischbachkopermijn werd al in 1544 genoemd door Sebastian Münster in zijn beroemde boek 'Cosmographia', de allereerste Duitse geografische studie. Hij prees de uitstekende kwaliteit van het lokale kopererts. De mijnbouw stopte in 1792, toen de Franse revolutionaire troepen het gebied bezetten. Hoewel er daarna een korte hervatting plaatsvond, kon de mijn nooit meer haar oude productieniveau bereiken. Wat overblijft, zijn de enorme mijngangen die een indrukwekkend kijkje bieden in de middeleeuwse mijnbouw. Vanuit geologisch oogpunt wordt het gebied rondom Fischbach gekenmerkt door andesitische lavastromen van honderden meters dikte uit het Vroeg-Perm. De kopermineralisatie bij Fischbach is een Post-Hercynische hydrothermale sulfide-afzetting: hete, waterige ertsoplossingen infiltrerden door de opgebroken andesiet. Omdat deze oplossingen koperionen bevatten, sloeg dit vervolgens neer als onder andere kopersulfidemineralen, malachiet en azuriet. Het erts komt verspreid voor in de gesteentematrix en als opvulling van kleine holtes en afzonderlijke ertsaders.



Devonische zeelelie in het Bundenbach Museum.

Stop 7: De Felsenkirche, Idar Oberstein (Rotliegend) /

De laatste stop van dag twee was een wandeling naar de Felsenkirche in Idar Oberstein. De kerk werd tussen 1482 en 1484 gebouwd in een natuurlijke nis in de rotsen. Het gesteente waarin de kerk is gebouwd is van tholeïtische samenstelling. Dit type basalt (vernoemd naar Tholey, een nabijgelegen plaats) bevat relatief veel ijzer en relatief weinig alkalimetalen zoals natrium en kalium. Tholeïtisch basalt is verreweg het meest voorkomende type extrusief gesteente op de Mid-oceanische ruggen, inclusief de bekende 'pillow-lavas'. Dat deze hier continentaal voorkomen lijkt een uitzondering.

Stop 8: Mineraalmuseum, Idar Oberstein /

De laatste dag van de excursie begon met een bezoek aan het 'Deutsches Mineralien-museum' in Idar Oberstein. Dit plaatsje is al eeuwenlang beroemd om zijn edelstenen en aanverwante edelsteenindustrie. Het museum herbergt een imposante collectie aan halfedelstenen en hun moedergesteenten, zowel uit de regio maar ook uit bijvoorbeeld het wereldberoemde Minas Gerais in Brazilië. Onder de meer dan 10.000 tentoongestelde stukken bevindt zich ook een representatieve selectie sieraden uit de 19° en 20° eeuw. Het museum herbergt eveneens enkele van de mooiste fossielen uit het Devoon, afkomstig uit de Hunsrückleiste, zoals zeekrabben, crinoïden en trilobieten.



**Felseneremitage
in Guldenbach.**



Uitleg in het veld over deformatie en mineralogie.

Stop 9: De Juchemgroeve: Rotliegend vulkaangesteenten / De Juchemgroeve is een helaas niet meer openbaar toegankelijke groeve waarin andesitisch basalt wordt gewonnen, voornamelijk voor wegenbouwdoeleinden. Ondanks de lage viscositeit van het mafische lava, kunnen individuele basaltstromen in de groeve tot wel veertig meter dik zijn, waarschijnlijk omdat ze uitstromen over kleine depressies die het gevolg zijn van normal faulting in het Laat-, tot Post-Hercyni-

sche Saar-Nahe-pull-apartbekken. De groeve is beroemd om zijn geodes met agaat, chalcedoon, rookkwarts, amethyst en calciet.

Stop 10: Rotenfels: Rotliegend rhyoliet / De kenmerkende Rotenfels, nabij het plaatsje Bad Münster, is een natuurmonument welke van grote afstand zichtbaar is. Het is de hoogste klif (220 meter) tussen de Alpen en Scandinavië en bestaat uit rode rhyoliet; een fijnkorrelig, felsisch, extrusief stollingsgesteente. Het is het vulkanische equivalent van graniet, maar heeft door de snelle afkoeling een fijnere kristaltextuur. De rit door het diepe dal langs de rhyoliet is een indrukwekkende belevens. Tot onze verrassing zagen we ook nog enkele grote zoutgradeerwerken, wat de vraag oproept: waar komt het zout vandaan?

Stop 11 & 12: Rote Lay en Felseneremitage, Guldental / De 'Rote Lay' in Bad Kreuznach is een prachtige, maar enigszins verstopte ontsluiting van Rotliegend zandsteen met grote scheve gelaagdheid. Daarna

vervolgde de excursie zich naar de dichtbij gelegen 'Felseneremitage', een unieke plek in het gebied ten noorden van de Alpen. Oorspronkelijk was het een pre-christelijke cultusplaats, later werd het in de Romeinse tijd omgebouwd tot een tempel (Mithraeum) en uiteindelijk in de vroege middeleeuwen ingewijd als een christelijke gebedsplaats. De locatie omvat een uit de rotsen gehouwen woning die tot 1827 dienstdeed als hermitage. De kluizenaarswoning is uitgehouwen in de rode, driehonderd meter dikke zandsteen, welke onderdeel is van de Permische Nahegroep in het Saar-Nahebekken, ten zuiden van de Hunsrück. De rode kleur is te danken aan hematiet, wat wijst op oxiderende omstandigheden in een droog tot semi-droog klimaat. Er ontspon zich een interessante discussie of de zandstenen waren afgezet in een fluviatiel dan wel eolisch milieu. De basale conglomeraatlagen en cross-bedding wijzen op een rivierafzetting-milieu, maar in de top van de ontsloten sectie zijn mogelijk ook sedimentaire structuren, welke wijzen op eolische invloeden.

Stop 13: Trollbachtal, Dorsheim: Boven Rotliegend mass flow-afzettingen

/ De laatste stop van de excursie betrof afzettingen in het Trollbachtal, iets ten zuiden van de Hunsrück. De gesteenten bestaan uit proximale verkiezelde mass flow-afzettingen van de Wadern Formatie (Boven-Rotliegend). De conglomeraten bevatten onder andere hoekige en slecht gesorteerde metamorfe kwartsietklasten en paragneissen. De theorie is dat deze klasten afkomstig waren van het Hunsrückmassief, welke slechts enkele honderden meters ten noorden van de ontsluiting zich zou hebben bevonden.

Met deze laatste ontsluiting kwam een mooi einde aan wederom een interessante en veelzijdige KNGMG Kring Noord-excursie. Met dank aan de vlekkeloze organisatie door de excursie-leiders: Wytse Sikkema, Ramon Loosveld en Guido Hoetz!

Bram Bruijn
Foto's: Hans Roest, Guido Hoetz,
Laurens Blanckenborg



De puzzel van ondergronds leven ontrafelen in Zweden

'slot canyon' in Utah, VS.
Foto: Lydia Bailey

Na mijn master zat ik in Utrecht, nog in een pandemie-lockdown, door PhD-advertenties te klikken. De advertentie voor een PhD in Zweden kwam op mijn scherm, maar het klonk niet als iets wat ik zou kunnen doen. Wel iets wat ik zou willen: een PhD in biogeochemie, een interdisciplinair project waarin microbiologie en geologie worden gecombineerd. De gevraagde ervaring - kennis van vulkanisch gesteente en een achtergrond in microbiologie - had ik niet. Maar zes maanden later kwam ik toch in Kalmar aan, een kleine havenstad aan de zuidelijke oostkust van Zweden, ver weg van grote steden.

Kalmar ligt in Småland, bekend van Ikea, en wordt gekenmerkt door zeeën van bossen, die soms worden onderbroken door een meer. De universiteit, Linnaeus University, vernoemd naar de Zweedse bioloog Carl von Linné, is modern en bestaat sinds 2011. De Baltische zee is altijd dichtbij, waar je ook in Kalmar bent. Zodra ik aankwam werd ik in het diepe gegoooid. De missie om mij van een aardwetenschapper naar een microbioloog om te toveren begon direct, en drie weken later stond het eerste veldwerk op de planning.

Ontstaan van methaan / De focus van mijn PhD-project is methaan, een sterk broeikasgas, wat de laatste tijd natuurlijk veel aandacht krijgt met oog op het klimaat. Het ontstaan van methaan kan abiotisch, via reacties met water en gesteente, thermogeen, wat ontstaat door thermische afbraak van organisch materiaal bij hoge temperatuur en druk, en biologisch, via microben. Dit zijn de microben die we proberen te vinden in de ondergrond. Want ook in de diepe ondergrond van Zweden komt methaan voor, zo blijkt uit gasanalyses. De ondergrond in Zweden bestaat voornamelijk uit granietisch gesteente, en is onderdeel van het Fennoscandian Shield. De ijstijden hebben het landschap gemaakt, afgevlakt, op enkele bergen in het noordwesten na, bezaaid met ontelbare meren. Diep in de ondergrond van dit landschap is mijn studiegebied. De zogeheten 'diep biosfeer', microben die in het ondergrondse gesteente leven. Waar er breuken in het gesteente zijn, kan water komen. En waar water is, is leven.

Europa's grootse meteorietkrater / Een van de meest bijzondere locaties waar ik onderzoek uitvoerde, is in de Siljan-meteorietkrater. In centraal Zweden, bij Mora, ligt het Siljanmeer. Dit meer is gevormd door een 380 miljoen jaar oude meteorietinslag. Op satellietfoto's zijn de sporen nog zichtbaar, een meer dat bijna een cirkel vormt, met een diameter van 52 kilometer. Al eeuwenlang wordt hier onderzoek gedaan, met name vanwege de waarschijnlijk gasrijke en olierijke afzettingen die hier te vinden zijn. Zeer hoge methaanconcentraties zijn hier gevonden, in de ring rond de krater waar sedimentaire gesteenten zijn achtergebleven. Energiebedrijven hebben hier putten geboord die wij kunnen gebruiken om gas, grondwater en biomassa te verzamelen, alsook de boorkernen voor mineralen. Met deze informatie wisten we vast te stellen dat het methaan-gas van verschillende bronnen komt. Maar het merendeel wordt geproduceerd door methanogene archaea, microben die methaan produceren van CO₂ of organische moleculen. Aan de hand van de chemische samenstelling van water en gas, kunnen we de bron en de pro-



Het neerlaten van de sampler in de boorput.

Foto: Ivan Pidchenko



Veldwerkvoorbereiding. Om op twee kilometer diepte te komen, moeten we ook twee kilometer aan buizen meenemen

(Foto: Ivan Pidchenko)

cessen, actueel of verleden, achterhalen. De gascompositie en isotopen kunnen ons vertellen of het gas afkomstig is van de mantel of dat het in situ wordt geproduceerd. Ook hoe oud het water, en waar komt het water vandaan – of het smeltwater van gletsjers, marien of oppervlaktewater was – trachten we te achterhalen. Het laatste stukje van de puzzel zijn de stenen zelf. Met geluk kunnen we de boorkernen ook analyseren, en de breuken in de boorkernen matchen met de breuken waar het water vandaan komt. De mineralen in de breuken zijn secundair en zijn afhankelijk van de grondwatersamenstelling. Deze mineralen kunnen we dateren, en zo de geschiedenis achterhalen.

Tegenvallers / Het is moeilijk om de ondergrond te bereiken, het kost veel inspanning en veel geld. Dit werd mij maar al te duidelijk tijdens mijn eerste veldwerk. Dit veldwerk was zeer on-Zweeds, geen tijd voor fika, de kof-



De boorkernen doorkijken om calciet te vinden in de opslagruimte.

Foto: Henrik Drake

fiepaauze, en doorwerken totdat de nacht viel. Maar veldwerk kost tijd en we wilden op een bepaalde diepte komen om monsters te nemen. Het boorgat lag net buiten Gotenborg en was het jaar daarvoor geboord. Het plan was om een sample te nemen op 273 meter diepte in het boorgat, want daar was een breuk, onze packers opblazen om deze breuk te isoleren, en het water uit de breuk op te pompen. De apparatuur die we gebruiken is gespecialiseerd om samples te nemen met in situ druk. Op deze dieptes is de druk veel hoger dan aan de oppervlakte, wat betekent dat op deze dieptes het gas is opgelost in het grondwater. Aan de oppervlakte wordt dit gas gereleased, maar met onze sampler kunnen we het grondwater en gas naar de oppervlakte halen zonder drukverschil. Rond tweehonderd meter diepte kregen we de apparatuur niet meer in beweging, omhoog of omlaag. En vanaf het oppervlak kan je niet zoveel doen aan een packer die vastzit, tweehonderd meter

onder de grond. Met mankracht wisten we uiteindelijk de apparatuur naar boven te halen, twee dagen later. Geen goed begin, maar gelukkig de apparatuur die meer kost dan mijn jaarlijkse huur wel kunnen terughalen.

Ondergronds leven / Ik heb grote delen van Zweden doorgereist tijdens het veldwerkgedeelte van mijn project, van de bergen bij Åre in het westen, de kerncentrale bij Forsmark in het oosten, de meteorietkrater bij Mora in het midden en de vijf kilometer lange ondergrondse tunnel bij Äspö in het zuiden. En op al deze plekken ondergronds leven gevonden. Bijna overal in de ondergrond zijn micro-organismen te vinden. De aantallen zijn klein, en de soorten vaak ongedefinieerd. Ik ben jaloers op onderzoekers die samples kunnen nemen die ze kunnen zien, waar microben floreren. In de ‘deep biosphere’ zijn de microben aangepast aan hoge druk, weinig energiesubstraat en absoluut geen zuurstof. Aan de oppervlakte, of in een lab, willen ze vaak niet groeien. Om ze te kunnen

cultiveren gebruiken we een anearobe kamer, ‘glovebox’, zonder zuurstof. Via mijn PhD-begeleider Dr. Henrik Drake, kreeg ik ook de kans om meerdere keren naar de Verenigde Staten af te reizen. Veldwerk in Utah, Colorado en in Arizona bracht me in een totaal verschillende omgeving, onderdeel van het project, SMRFS (Subsurface Microbe-Rock-Fluid Systems). Ook met dit veldwerk onderzoeken we dezelfde vragen: hoe overleeft leven in de ondergrond, gedurende miljoenen jaren? Wanneer waren de condities gunstig voor leven en wanneer niet? De stroming van grondwater honderden meters onder de oppervlakte van de aarde is van grote invloed op microbiologisch leven ondergronds. De chemische samenstelling en stroming van grondwater bepaalt bijvoorbeeld de beschikbaarheid van energie en nutriënten voor microben. Maar gezien de onbereikbaarheid van de diepe ondergrond weten we hier maar weinig over. Over miljoenen jaren tijd, beïnvloed door geologische en klimaatfactoren, is de ondergrondse biosfeer gevormd en in stand

gehouden. Temperatuur, zoutgehalte, druk en energiebron zijn bepalende factoren voor het vinden van leven in de ondergrond. En dit kunnen we extrapoleren over miljoenen jaren, over verschillende continenten. Tijdens mijn PhD bracht ik lange dagen door in tunnels, bij boorputten en in labs. Ik leerde hoe uitdagend het is om de diepe ondergrond te bereiken, hoe kostbaar één sample kan zijn, en hoe onlosmakelijk geologie en microbiologie met elkaar verbonden zijn. Mijn ervaringen in Zweden, in het bijzonder Kalmar, en de Verenigde Staten waren vooral spontaan en ongepland. Als ik toen had geweten wat ik aan het doen was, had ik het niet beter kunnen plannen, besef ik me achteraf. Al deze ervaringen laten zien hoe geologie en microbiologie samenkomen om de puzzel van ondergronds leven te ontrafelen. Nu ben ik aan het einde van mijn project en ligt er het schrijven van een thesis op me te wachten.

Femke van Dam

Een ‘zilveren spijker’ voor het type-Maastrichtien

Om extra aandacht te vragen voor het geologische tijdvak Maastrichtien is op 14 september een Zilveren Spijker geplaatst in de ENCI-groeve. Het is een ludieke knipoog naar de internationale Golden Spike, een locatie waar de basis van gesteente uit een bepaald geologisch tijdperk duidelijk zichtbaar is en gemarkeerd wordt met een gouden spijker.

Terug naar 1849. In dat jaar gebruikt een jonge, briljante Luikse hoogleraar, André Hubert Dumont (Fig. 1), die al in 1832 de geologie van de Belgische provincie Liège gedetailleerd in kaart had gebracht, voor het eerst de term *système maestrichtien* (Fig. 2) in zijn *Rapport sur la carte géologique du Royaume* (Dumont, 1849). In feite was dit artikel slechts een korte samenvatting van een exposé dat Dumont gaf tijdens de presentatie van de geologische kaart aan de Brusselse academie;



Fig. 1. **André Hubert Dumont, 1809-1857.**
Afbeelding via Wikipedia

nadere informatie zou later volgen. Helaas betekende Dumonts vroegtijdige dood in 1857 een streep door de rekening. Pas in 1878 kwamen gedetailleerde gegevens, door professor Murlon samengebracht op basis van Dumonts nalatenschap, beschikbaar. Murlon was zich bewust van het feit dat de precieze duiding van het *système maestrichtien* vraagtekens had opgeworpen, maar stelde dat Dumonts geologische kaarten de doorslag gaven. In 1832 had Dumont de laagpakketten van de Maastrichtse Sint-Pietersberg tot de zogenaamde ‘Craie’ en ‘Calcaire de Maestricht’ gerekend. Die laatste eenheid omvatte ook een klein deel van wat we nu kennen als de Formatie van Gulpen (Felder & Bosch, 1998).

In 1849 veranderde Dumont de naam ‘Calcaire de Maestricht’ in ‘*système maestrichtien*’, dat hij omschreef als, ‘Le dernier système, dont le nom rappelle celui de la ville de Maestricht, ou

il est depuis longtemps connu par les fossiles qu'il contient, commence, dans quelques localités de la province de Limbourg, par de la glauconie sableuse ou du calcaire glauconifère; il comprend le calcaire grossier exploité aux carrières de Maestricht, celui de Folx-les-Caves et de Ciply, et correspond au calcaire pisolithique du bassin de Paris'. Veel later, in 1878, gebruikte Murlon deze woorden: '... calcaire ... renfermant ... de petits corps ovoïdes de 1 à 2 millimètres de long sur 1/2 de large, d'un brun foncé ou clair, extrêmement luisants, translucides, irrégulièrement disséminés (Sluse, Nederheim, Maestricht)' en 'Cette couche, qui forme la base du système maestrichtien ...'. Die kleine objecten zijn fossiele uitwerpselen, oftewel coprolieten – dit luisteren nu naar de naam *Coprolus maestrichtensis* van Amerom, 1971.

Het laagje-met-coprolieten, aan de basis van de Valkenburg Member (Formatie van Maestricht) en rustend op de Lichtenberg Horizont, is grofkorrelig, fosfaat- en glauconiethoudend en uitermate fossielrijk. Het heeft een erosieve onderkant, varieert sterk in dikte en samenstelling en is niet overal ontwikkeld, zelfs niet in één en dezelfde groeve. Al met al representeert dit laagje een fiks hiaat van enkele honderdduizenden jaren (Vellekoop et al., 2022). Op basis van fossielinhoud was al veel eerder vast komen staan dat het Maestrichtien in het typegebied (Maestricht en omgeving) een vreemde eend in de bijt was, zeker in vergelij-

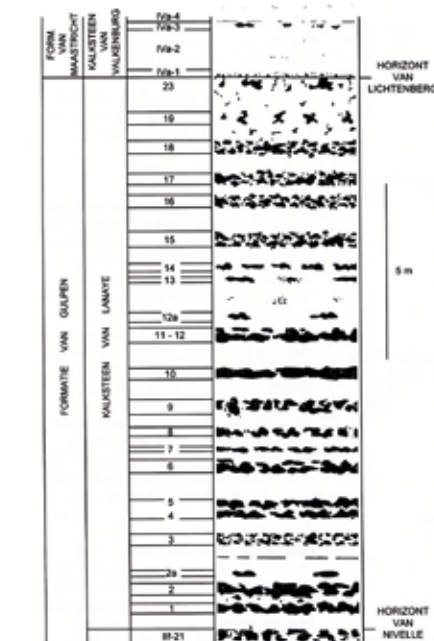


Fig. 2. **Profiel van de Lanaye Member (Formatie van Gulpen) (Felder & Bosch, 1998).**

king met Noord- (boreaal) en Zuid- (Tethys) Europa. Tel daarbij op dat zowel de onder- als bovengrens van Dumonts système maestrichtien erosief (en dus incompleet) zijn, dan is er maar één conclusie mogelijk. Die twee grenzen moeten elders in de wereld worden vastgelegd. De 'Golden Spikes', de informele naam voor GSSP's [Global boundary Stratotype and Point], voor de onder- en bovengrens van het Maestrichtien liggen momenteel in resp. Tercis

les Bains (bij Dax, Zuidwest-Frankrijk) en in de Tunesische woestijn bij El Kef.

Afgelopen jaar vierden we de 175ste verjaardag van de introductie van het Maestrichtien. Een speciaal nummer van *Netherlands Journal of Geosciences* verscheen met daarin 'all kinds of things Maestrichtian' en er werden twee goedbezochte symposia in Centre Céramique georganiseerd. Tijdens de voorbereiding voor die bijeenkomsten werd het idee van de 'zilveren spijker' (Fig. 3) geboren. Een ludieke actie om het gemis van een gouden tegenhanger in Maestricht een beetje te verzachten en opnieuw aandacht te genereren voor de enige Nederlandse etage die op de internationale geologische tijdschaal prijkt. De zilveren spijker is op 14 september 2025 aangebracht in de directe nabijheid (Fig. 4) van het groeuepaviljoen van Natuurmonumenten, onder grote belangstelling. Hij is geplaatst tussen vuursteenlagen 10 en 11/12 (Fig. 2) van Felder & Bosch (1998). De reden daarvoor is tweeledig: ten eerste vindt op dit niveau de (definitieve) omslag van boreaal naar Tethys ('koud' naar 'warm') plaats, en maakt de zee-egel *Echinocorys* plaats voor *Hemipneustes*, en ten tweede is vuursteenlaag 10 de laag die in Ryckholt-St. Geertruid in de prehistorie werd ontgonnen voor de productie van werktuigen. Geologie en archeologie hand in hand ...

John Jagt

Literatuur

Dumont, A.H., 1849. Rapport sur la carte géologique du Royaume. Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 16: 351-373.
Felder, W.M. & Bosch, P.W., 1998. Geologie van de St. Pietersberg bij Maestricht. Grondboor & Hamer, 52 (Limburgnummer 9A: Geologie van de St. Pietersberg): 53-63.
Vellekoop, J., Kaskes, P., Sinnesael, M., Huygh, J., Déhais, T., Jagt, J.W.M., Speijer, R.P. & Claeys, P., 2022. A new age model and chemostratigraphic framework for the Maestrichtian type area (southeastern Netherlands, northeastern Belgium). Newsletters on Stratigraphy, 55 (4): 479-501. <https://doi.org/10.1127/nos/2022/0703>



Fig. 3. **De zilveren spijker.**

Foto: NHMM/Jean-Pierre Geusens



Fig. 4. **Het aanbrengen van de zilveren spijker tussen vuursteenlagen 10 en 11/12.**

Foto: NHMM/Jean-Pierre Geusens

De ondergrond van Winterswijk

Een indrukwekkend koffietafelboek over de diepere ondergrond van Winterswijk in de Gelderse Achterhoek ligt voor mij op tafel. Winterswijk, waar ik geboren en getogen ben. Waar ik tijdens aardrijkskundelessen op de toenmalige Rijksscholen Gemeenschap Hameland enthousiast werd gemaakt voor de geologie. In het bijzonder de verschillende groeven, van de steengroeve (Trias - Muschelkalk) en de verschillende kleigroeven als 'De Vlijt' (Tertiair – Oligoceen) en Zwarte Jan, ook bekend onder de naam F.O.W. Groeve Zwiibrock (Tertiair – Mioceen). Ik leerde dat de Winterswijkse regio bekend stond als een geologisch mozaïek. Vermaard, net als het Limburgse Krijtland, door heel Nederland. Daar kon je nog fossielen verzamelen. De groeves waren makkelijk toegankelijk. Van heinde en verre kwam men naar de Achterhoek om zijn of haar geluk te beproeven. En zeer velen keerden huiswaarts met interessante vondsten, van resten van Trias-sauriërs van ruim 250 miljoen jaren oud of tanden en mollusken van het zeeleven van het Tertiair. En als je dan de buit binnen had, dan wilde je meer weten. Maar het ontbrak vaak aan geologische literatuur. Ja, in het 'Keienboek' van Piet van der Lijn kon je gesteenten die door het pleistocene landijs vanuit Scandinavië in onze richting geschoven waren op naam brengen. Maar veel meer was er niet. Tot dat... Het verzamelen van fossielen bleef populair, maar men wilde meer. Men wilde weten wat je kon verwachten bij de vele ruilverkavelingen in de tweede helft van de vorige eeuw. Kan daar, relatief aan de oppervlakte, door de graafwerkzaamheden iets in de ondergrond verwacht worden? Men werd nieuwsgierig. De Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie, de WTKG, was zeer actief in de regio. Hebben vele honderden grondboringen verricht. En niet zomaar in de bodem prikken. Nee, goed kijken naar het landschap en een inschatting maken of er wat uit de bodem tevoorschijn kon komen. Daar was veel denkwerk en fysieke kracht voor

nodig. De hele Gelderse Achterhoek werd als het ware lek geboord. Soms tot grote diepte, tientallen meters. Al met al hebben al die activiteiten een schat aan gegevens opgeleverd. Velen hebben daar hun voordeel mee gedaan.

Het nieuwe boek 'Winterswijk - Venster op de geologie ...speurtochten door het landschap naar resten van de diepe tijd', is zeer fraai uitgegeven en voorzien van hele mooie en illustratief fraaie foto's, tekeningen en kaarten, omdat de schrijver en de fotograaf uitgegaan zijn van het coulisselandschap dat zo kenmerkend is voor de Achterhoek. De makers van het boek hebben het landschap geïnterpreteerd als een soort venster op de diepere



Winterswijk - Venster op de geologie. ...speurtochten door het landschap naar resten van de diepe tijd. Rob Hartmans (tekst)/ Hans Hendriks (fotografie).
Hardcover, oblong formaat (23x33 cm): 232 bladzijdes en ruim 270 afbeeldingen waarvan ongeveer de helft foto's en de andere helft kaarten en tekeningen zijn. ISBN 978-90-9040834-7. Prijs bij voorintekening: € 40,-- via de website <https://www.geowinterswijk.nl/> boek tot medio oktober. Daarna €49,50 (incl. BTW, excl. Verzendkosten).

ondergrond. Bij het doornemen van het boek denk ik dan: "Dat hadden we toen moeten hebben!" Aan de zeer fraai gecomponeerde tekst van het boek denk ik dan: "Dat moet een deskundige geschreven hebben, iemand die weet waar hij het over heeft." Dat blijkt als we ons realiseren dat de auteur, Rob Hartmans, een gepensioneerd geoloog is. Het boek gaat dan ook hoofdzakelijk over het huidige landschap dat ontstaan is op die geologische ondergrond.

Alle aspecten van de verschillende Winterswijkse landschappen en de geologie van de ondergrond in de vele buurtschappen komen uitvoerig aan bod. De schrijver en de fotograaf zijn heel goed geslaagd in het samenbrengen van die typische kenmerken en geeft zo de gebruiker van dit naslagwerk een schat aan informatie. De tekst en de foto's sluiten heel goed op elkaar aan. De titel van het boek dekt letterlijk en figuurlijk de lading van de inhoud van dit hardcover boek. Het is meer dan een koffietafelboek.

Tot slot: Een echte aanrader, de prijs mag geen belemmering zijn voor de aanschaf want de lezer/gebruiker zal verbaasd zijn over dit stukje uniek Nederland met het versnipperende landschap en de vele verschillende ouderdommen van de ondergrond. Een echt stuk geologisch mozaïek! Een ding weet ik zeker na het lezen en bekijken van dit fraaie boek: als het boek 55 jaren geleden uitgebracht was, had ik het zeker aangeschaft. Het had mij zeker verder geholpen op mijn geologische speurtochten in de Gelderse Achterhoek. Maar zo iets bestond toen niet...

Dick Mol
dick@historyland.nl

Oproep: KNGMG-prijzen

Kandidaten gezocht voor de Vening-Meineszprijs 2026

Tijdens het 22e NWO NAC (NWO NAC 2026), op donderdag 9 en vrijdag 11 april 2026 in de Leeuwenhorst te Noordwijkerhout wordt wederom een Vening Meineszprijs uitgereikt. Voor deze prijs worden kandidaten gezocht. Deze is bestemd voor aard- en milieuwetenschappers die korter dan zes jaar geleden gepromoveerd zijn (d.w.z. in 2020) of later) en als wetenschappelijk onderzoeker werkzaam zijn in Nederland. In geval van zorgtaken kan deze termijn worden verlengd volgens de NWO-extensieclausule. De prijs was mogelijk dankzij een schenking van prof. dr. ir. Felix Vening Meinesz in 1962 aan NWO. Maar sinds enige jaren financiert de Adviestafel AMW van NWO ENW de prijs. De prijs wordt uitgereikt door het KNGMG (Koninklijk Nederlands Geologisch en Mijnbouwkundig Genootschap) in plaats van door NWO. De prijs bedraagt tien-

duizend euro plus oorkonde en is bedoeld ter financiering van onderzoekserelateerde kosten. Sinds 1965 ging de prijs naar achtereenvolgens dr. R.D. Schuiling (1965), dr. J.D.A. Zijderveld (1968), dr. G.B. Engelen (1972), dr. J.A. Schouten (1972), dr. ir. N. van Breemen (1976), dr. A.M.H. Nolet (1983), dr. R.K. Snieder (1989), dr. F. Marin (1998), dr. W. Krijgsman (2000), dr. W. van Westrenen (2006), dr. G. van der Werf (2008), dr. A. Sluijs (2010), dr. J.W.H. Weijers (2012), mevr. dr. J.E. Vonk (2014), dr. L.V. de Groot (2016), dr. ir. N. Wanders (2018), dr. T. de Haas (2020), mevr. dr. A. Beniest (2022), mevr. dr. L.M. Boschman (2024) en dr. E.S. Steenstra (2025).

Voordrachten bestaan uit een brief van max. twee pagina's, plus een curriculum vitae met publicatielijst. De brief moet in ieder geval de volgende aspecten bevatten: een motivering met betrekking tot de reden van voordracht,

de reeds geleverde wetenschappelijke prestaties en de verwachtingen die de indiener van de kandidaat heeft.

De deadline voor aanmelding is maandag 5 januari 2026.

Aanmeldingen en vragen uitsluitend via VeningMeineszPrijs@gmail.com. Nadere informatie over de Vening Meinesz prijs: <https://www.kngmg.nl/vening-meineszprijs/>

Oproep Escher- en Jelgersmaprijs

Escherprijs (beste aardwetenschappelijke masterscriptie) en Jelgersmaprijs (beste aardwetenschappelijke bachelorthesis) inzendingen voor het academische jaar 2024-2025 kunnen tot en met 1 december 2025 ingediend worden bij kngmg@kngmg.nl.

. agenda

27 november 2025

Staringlezing en symposium door Hans de Bresser: 'Lessons learnt for the future of Earth Science Education.' Daarnaast zijn Maarten Kleinhans (UU) en Sandra Verhagen (TU Delft) uitgenodigd voor een lezing. Hierna volgt een debat over het onderwijs in de aardwetenschappen, geleid door Kees van Oijk (EBN). De voertaal is Engels. Locatie: Auditorium TNO Utrecht, Princetonlaan 6. 13:30-18:00 uur. Inschrijven via <https://www.kngmg.nl/staring-lezing-en-symposium-hans-de-bresser-onderwijs-in-de-aardwetenschappen/>

2 december 2025

Kring Noord December Talk 2025 met Bram Bruijn en Hans Dijkerman met als thema 'Rusland'. Locatie: NAM Assen. 16:30-18:00 uur.

7 december 2025

Leidse Winterlezing: De massa-extinctie aan het eind van het Trias door Remco Bos (UU). Rijks-

museum van Oudheden. Entreeticket museum is verplicht. 13:00-14:30. Aanmelden via kring.rijnland@gmail.com

11 januari 2026

Leidse winterlezing: Oceaanstromen en klimaat door Amber Boot (UU). Rijksmuseum van Oudheden. Entreeticket museum is verplicht. 13:00-14:30 uur. Aanmelden via kring.rijnland@gmail.com

13 januari 2026

Kring Noord January Talk 2026 met Jilles van den Beukel met als thema 'De nieuwe gaswereld'. 16:30-18:00 uur.

15 februari 2026

Leidse winterlezing: Zuurstof in de diepe aarde, door Wim van Westrenen (VU). Rijksmuseum van Oudheden. Entreeticket museum is verplicht. 13:00-15:30 uur. Aanmelden via kring.rijnland@gmail.com

9 & 10 april 2026

NWO NAC 2026. Locatie: NH Hotel De Leeuwenhorst, Noordwijkerhout. De Vening Meinesz prijs en ook de Jelgersma en Escher prijzen zullen bij dit evenement uitgereikt worden. Nadere informatie en registratie via <https://nwonac.nl/>

. kngmg leden

Nieuwe leden

K. As
M. Schimmel
T. van der Beek
T. Langens
S. van den Ing

Overleden

R. Boekman
H. Helmers
P. Jongerius



**Geo.brief is de nieuwsbrief van
KNGMG en NWO
49e jaargang, nummer 7, november 2025**

Geo.brief is een gezamenlijke uitgave van het Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap (KNGMG) en NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen. Verschijnt 8 maal per kalenderjaar. ISSN 1876-231X. Oplage 1800.

Deze Geo.brief wordt verstuurd aan alle leden van het KNGMG, aan geadresseerden van NWO en aan ca. 120 instituten, verenigingen en andere relaties. Voor informatie over het lidmaatschap van KNGMG zie: www.kngmg.nl www.facebook.com/groups/kngmg

Redactie / Ad van der Spek (hoofdredacteur), Martine Zeijlstra (eindredactie), Wenche Asyee, Mieke Kusters, Sytze van Heteren, Bernard Westerop / e-mail: geobrief@kngmg.nl

Vormgeving / Harry Harsema, Uitgeverij Blauwdruk, Arthur Koolkwartier 19, 6711 VH Ede. Tel. 0318 784730 / e-mail: harry@uitgeverijblauwdruk.nl. Lithografie / Hans Dijkstra, GAW ontwerp+communicatie.
Druk / Drukkerij Modern, Bennekom
Aandragen kopij / verschijningsdata 2025 onder voorbehoud: nr 8: 14-11 / 19-12.

Hoofdbestuur KNGMG / Denise Maljers (voorzitter), Annemieke van den Beukel (penningmeester), Noortje Versteijlen (secretaris), Sanneke van Asselen, Anne Pluymakers, Marianne Leeuwis

Secretariaat KNGMG / KNGMG p/a TNO afd. Geomodelling, Princetonlaan 6, 3584 CB Utrecht. Postbus 80015, 3508 TA Utrecht. / e-mail: kngmg@kngmg.nl IBAN: NL62 INGB 0000040517

NWO / Laan van Nieuw Oost-Indië 300, 2593 CE Den Haag. Postbus 93460, 2509 AL Den Haag. Tel: 070 3440 619 / m.klaver@nwo.nl
Bestuur NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen / Jan de Boer (voorzitter), Karen Aardal, Ilja Arts, Peter van Bodegom, Ferdinand Grozema, Rob Hamer, Maarten van Steen.



Scan de
QR code en
word lid van
KNGMG

**Noord-Atlantische Marge
Marokko.**

Foto: Cor Laffra

