

Geo .brief

5

augustus 2022

Poederig zwart gat in Limburg
Verbinder van het allerkleinste met het allergrootste
Het geologisch dieptepunt van Nederland
Discussie over nieuw logo

Vurige verhalen / De Franse vulkanologen Katia en Maurice Krafft zijn bekend door hun vulkanologische veldwerk en onderzoek. Maar nog bekender zijn zij door hun grote aantal films en foto's van vulkaanuitbarstingen. Daarbij gingen zij het gevaar niet uit de weg. Uiteindelijk werd dat hun fataal in 1991, tijdens de uitbarsting van de Unzenvulkaan in Japan. Deze maand komt er een nieuwe documentaire over hen uit, die veel van hun eigen filmmateriaal gebruikt. De film heet 'Fire of Love' en ik kijk er naar uit hem te zien.

Films vertellen bekende verhalen op zo'n indringende manier, dat de boodschap op een heel andere manier binnenkomt. Niet alleen rationeel, maar ook op het gevoel en gemoed. Daardoor zetten ze eerder tot actie aan. Volgens een podcast die mij op hen en de nieuwe film attent maakte, speelden de beelden van de Kraffts een grote rol bij het overtuigen van lokale overheden dat evacuaties soms noodzakelijk zijn bij dreigende uitbarstingen. De overtuigingskracht van hun beelden was sterker dan alleen een logisch verhaal op basis van feiten. Overigens heeft de European Geosciences Union (EGU) zelfs een specifieke jaarlijkse award vernoemd naar de Kraffts, voor onderzoekers die innovatieve manieren ontwikkelen en implementeren om over de aardwetenschappen te communiceren met een divers publiek.

Recent had ik eenzelfde ervaring met een andere film: Deepwater Horizon. Deze film uit 2016 vertelt het verhaal van de blow out van het Deepwater Horizon boorplatform in de Golf van Mexico in 2010. Daarbij verloren elf mensen hun leven, en stroomde bijna vijf miljoen vaten olie in de Golf. De ramp had een grote invloed op het milieu, op de economie van de Gulf states, maar ook op de wereldwijde olie- en gasindustrie. Regels en praktijk werden aangepast om een dergelijke ramp in de toekomst te voorkomen, en herstelmaatregelen zoals capping stack equipment werden in samenwerkingsverbanden verder ontwikkeld. Ik werkte rond die tijd in de Verenigde Staten en het heeft ook mijn visie op veiligheid en gezondheid blijvend beïnvloed. Toch moet ik toegeven dat mijn kennis meer dan 10 jaar na dato nog wel aanwezig is, maar het gevoel wat weggezakt was. Daarom verraste het mij dat de gedramatiseerde versie van het verhaal in deze film weer hard binnen kwam toen ik hem recent bekeek. Het verdriet, maar ook de boosheid waren weer heel vers omdat deze ramp waarschijnlijk voorkomen had kunnen worden. Krachtig!

In Geo.brief 3 van dit jaar herinnerde Marc ons eraan dat één van de doelstellingen van het KNGMG het 'opwekken in ruime kring van belangstelling voor de aardwetenschappen' is. Met het bovenstaande verhaal in mijn achterhoofd, ben ik blij dat er kunstenaars zijn die het vermogen hebben om dit niet alleen via symposia, tijdschriften, of op andere cerebrale wijze te doen, maar ook met behulp van films en andere kunstuitingen. Vorig jaar maakte KNGMG in samenwerking met TU Delft een documentaire over Mijnbouwstraat 120. Wellicht smaakt dit naar meer en kunnen we in de toekomst vaker op deze wijze invulling geven aan onze doelstellingen?

Films vertellen bekende verhalen op zo'n indringende manier, dat de boodschap op een heel andere manier binnenkomt

Overigens spelen symposia en publicaties natuurlijk een zeer belangrijke rol in het overbrengen van kennis binnen onze gemeenschap. Het doet me deugd dat symposia en lezingen weer steeds vaker (ook) in persoon kunnen plaatsvinden. Zo waren zowel de EGU-, als de EAGE-conferenties dit voorjaar redelijk goed bezocht. Het is fijn en nuttig om lezingen bij te wonen en daar vervolgens bij koffie of diner over door te praten, en nieuwe onderzoeksideeën of samenwerkingen te bespreken. Ook dat zet aan tot actie. Ik hoop u allen ook weer snel en in persoon te treffen bij onze activiteiten!

Annemieke van den Beukel



Verbinder van het allerkleinste met het allergrootste



Emeritus professor dr. Janos Urai, hoogleraar in de structurele geologie, tektoniek en geomechanica in Aken, ontvangt dit jaar de prestigieuze Gustav-Steinmann-Medaille van de Deutsche Geologische Gesellschaft voor zijn werk. Geo.brief interviewde hem over zijn leven en zijn lange, vruchtbare carrière.

Prof. Urai met adembenemend uitzicht over wadi Yikah vanaf de berg Jebel Sara in Oman.

Janos Urai werd geboren in 1953 in Boedapest en vluchtte als zestienjarige jongen met zijn ouders uit Hongarije, destijds onderdeel van het door Rusland bezette Oostblok. “Dat was zeer traumatisch. Ineens moesten we alles achterlaten.”

Urai ging in 1974 geologie studeren in Leiden, in het staartje van de gouden tijd van ‘nieuwsgierigheid gedreven onderzoek’, toen fondsen aanvragen en tijdsdruk nog bijna niet bestonden. Hij startte in 1980 een promotie bij structureel geoloog Henk Zwart. Om dat voor te bereiden ging hij op skitour in de Alpen en raakte prompt ingesneeuwd in een berghut. “We zijn met een helikopter uit die hut gered, zodat ik alsnog mijn voordracht voor NWO kon houden.” Hij promoveerde summa cum laude in 1983.

Na zijn promotie was Urai onder meer Christiaan Huygens Fellow aan de Universiteit Utrecht. Hij werkte een tijdje voor Shell, voor hij hoogleraar werd aan de Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH), de technische universiteit van Aken. Vanaf 2012 was hij ook decaan van de natuurwetenschappelijke faculteit aan de German University of Technology (GUTech) in Oman. Volgens Google Scholar produceerde hij niet minder dan 567 wetenschappelijke artikelen, over onderwerpen uiteenlopend van Alpiene deformatie tot Zebracarbonaten. Hij werkte daaraan met honderden verschillende onderzoekers, studenten en promovendi.

Hoe heeft u dat allemaal voor elkaar gekregen?
 “Ik ben heel nieuwsgierig opgegroeid, dat ben ik eigenlijk nooit kwijtgeraakt. Over de afgelopen decennia heb ik langzaam, bouwsteen voor bouwsteen, mijn begrip over hoe de aarde deformeert opgebouwd.” De onderwerpen die Urai bestudeert lijken heel divers, maar hebben allemaal dáármee te maken. “Als je als hoogleraar iets wilt bestuderen, en het lukt je om voldoende fondsen binnen te halen, dan moet je eerst goede onderzoekspartners vinden. En dan natuurlijk hele goede studenten en promovendi. Daar heb ik heel veel geluk mee gehad.”

Wat zijn uw belangrijkste ontdekkingen bij de RWTH in Duitsland en bij GUTech in Oman?

“Ik heb heel veel aan zout gewerkt — de kruip van zout, de doorlaatbaarheid ervan. Prachtig onderzoek, dat we met Chris Spiers uit Utrecht al in de tachtiger jaren hebben opgezet. Maar het duurde maar liefst 30 jaar voor onze voorspellingen werden geaccepteerd.

Wat we ontdekten was zo anders, dat we niet werden geloofd.” De Spiers Urai kruip-wet wordt nu pas langzaam binnen de geologische gemeenschap geaccepteerd.

Urai ontmoette dezelfde weerstand bij zijn onderzoek naar kleisteen. Hij onderzocht

**Je moet heel diep willen gaan.
 Alleen zo bereik je resultaten die
 heel lang standhouden**



Prof. dr. Janos Urai in Oman.

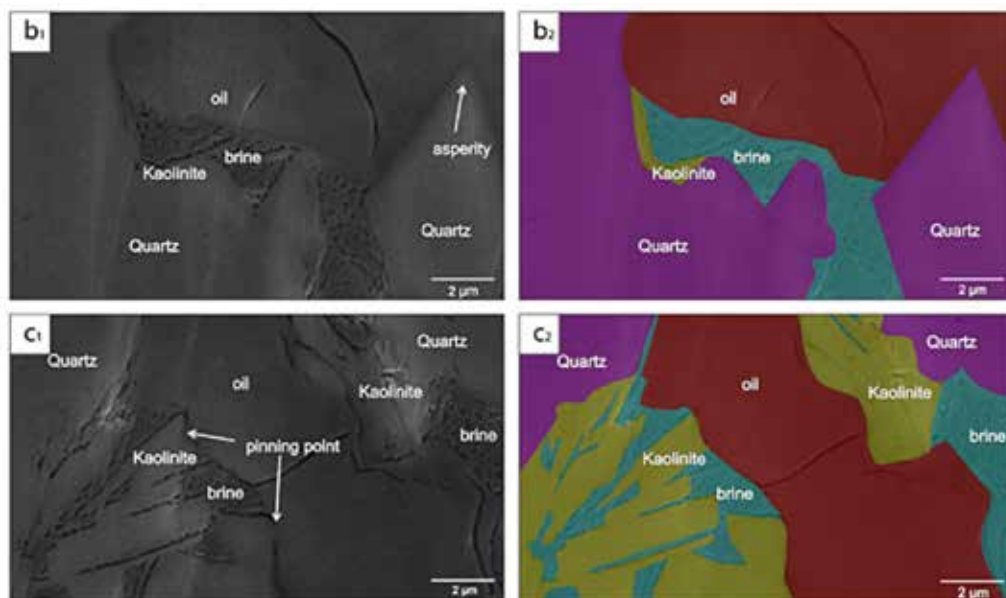
jarenlang de Boomse Klei, een formatie die in de ondergrond van bijna heel Nederland voorkomt en vernoemd is naar Boom bij Antwerpen. Urai en zijn medewerkers aan de RWTH onthulden met behulp van Brede Ionenbundel Scanning Elektronen Microscopie bij zeer lage temperaturen (Cryo BIB SEM) de microstructuur van de Boomse kleien, een wereldprimeur. Gebaseerd op deze submicroscopische inzichten komt er nu een ontwerp voor de opslag van radioactief afval in de lang genegeerde Boomse klei. “Maar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Nederland toonde decennialang geen enkele interesse in ons onderzoek. Want dat was over de grens, in België.”

Op de schouders van giganten /

Het vertalen van het allerkleinste naar het allergrootste heeft hij geleerd van zijn Leidse hoogleraren, Henk Zwart en Piet Hartman.

“Ik heb op de schouders van giganten mogen staan.” Zwart haalde bij zijn afscheidscollege een uitspraak van Henry Clifton Sorby uit 1880 aan, die Urai bijgebleven is: “‘Mountains must indeed be examined by microscope.’ Dat is de essentie.” Als student raakte Urai gefascineerd door kristallografie. Hij was heel goed in wiskunde en natuurkunde. Bij Hartman zag hij formules concreet worden. “Hoe licht valt in een kristal, als gevolg van de eigenschappen ervan.” Van kristallen ging het naar slijpplaatjes. Bij Zwart zag hij hoe korrels gesteenten vormen. Tijdens veldwerk in de Alpen en het stroomgebied van de Moezel zag hij die gesteenten plooiën over vele kilometers. “Breukzones, overschuivingen, plooiën, je kunt pas goed begrijpen hoe gigantische gesteentemassa’s bewegen, als je de microprocessen begrijpt.”

Nu formuleert Urai zelf op basis van Cryo BIB SEM-werk en computersimulaties ‘constitutieve wetten’, die het allerkleinste met het allergrootste verbinden. “Als je die wetten verkeerd geformuleerd hebt, zie je dat direct. Dan komt er iets uit de simulatie dat niets te maken heeft met de werkelijkheid.” Dan is het terug naar de tekentafel, tot er iets staat dat klopt. “En uiteindelijk kun je het zo ver



Cryo BIB SEM-beelden met een resolutie van enkele micrometers (links) van het contact tussen vloeistof en mineraaldeeltjes en hun interpretatie (rechts). De Cryo BIB SEM van RWTH is dankzij de inspanningen van Janos Urai op dit moment de beste ter wereld.

Bron: Geophysical Research Letters 42(7)

opschalen dat je het complete ontstaan van de Alpen uit kunt rekenen, vanaf atomaire schaal. Wat is er mooier dan dat?"

Alles willen begrijpen / Urai laat zich bij zijn onderzoek leiden door een uitspraak van de Vietnamese boeddhistische monnik Thich Nhat Hanh: "Penetration means to enter something, not just to stand outside it. When we want to understand it, when we want to understand something, we cannot just stand outside and observe it. We have to enter deeply into it, and be one with it in order to really understand... There is no other way to understand something." Iets écht begrijpen is voor hem de grootste motivator. "Je moet heel diep willen gaan. Alleen zo bereik je resultaten die heel lang standhouden."

Daarom was hij bijvoorbeeld een dag lang in een bruinkoolgroeve in de weer, om met een bulldozer een complete breuk uit te graven. "Om echt te begrijpen hoe de klei in die

breukzone wordt gesmeerd."

Zijn Cryo BIB SEM-apparaat van anderhalf miljoen euro heeft hij ontwikkeld om te kijken naar het minieme beetje kristalwater, dat zout een volkomen ander gedrag geeft dan altijd gedacht werd binnen zijn vakgebied. Het kostte hem om te beginnen jaren om genoeg fondsen te verzamelen. "En toen deed de machine niet wat we wilden." Daarop volgde een traject van nog eens jaren, waarin Urai samen met leverancier Zeiss knokte om het apparaat te laten werken. "Je moet vasthouden en doorbijten. Anders kom je niet tot het kostbare inzicht, dat we uiteindelijk gekregen hebben. Ik heb vaak genoeg op het punt gestaan om het hele ding bij de vuilnis te zetten." Dan toch doorzetten, dat is wat Thich Nhat Hanh bedoelt. Urai's machine is op dit moment nog steeds de beste van de wereld.

Het mooiste van zijn hoogleraarschap vindt Urai het begeleiden van jonge mensen. "Iedere promovendus of masterstudent heeft een

andere aanpak nodig. De één wil worden gemotiveerd, de ander moet je juist afremmen. Als je de resultaten van het werk bespreekt, moet je heel goed uitleggen dat zij geen fout hebben gemaakt, of hebben gefaald. Wel dat we onze eigen resultaten eindelijk moeten bekritisieren. Wat er dan blijft staan – dat is echte wetenschap. Wat een prachtig proces!"

Hilarische situaties / Tijdens zijn

Duitse hoogleraarschap woonde Urai met vrouw en kinderen in Maastricht. Dat leidde soms tot hilarische situaties: "Nadat ik de kinderen naar school gebracht had en naar Aken was geracet, kwam ik de collegezaal binnen en begon te vertellen. Na vijf minuten stak er dan een student de hand op, een beetje beschroomd, "Herr Professor, können sie bitte auf Deutsch sprechen?"

In Oman heeft hij vanuit het niets een faculteit natuurwetenschappen uit de grond gestampt. "Er was letterlijk niets, geen stoelen, geen tafels!" Om van onderwijsmateriaal nog maar te zwijgen. Oman heeft een prachtige, unieke geologie, maar bijna geen metamorfe gesteenten. Urai kocht daarom een grote glimmerschalie vol met mooie granaten in Tirol en nam die mee naar Oman, als demonstratiemodel voor zijn nagelnieuwe faculteit. Hij werd prompt bijna gearresteerd op het vliegveld. "Zoiets hadden ze daar nog nooit gezien. Ze hebben urenlang die steen bekeken, voordat ik ermee het land in mocht."

Veel Omaanse jongens studeren in het buitenland. Maar de meisjes mogen van hun vaders het land niet uit. Negentig procent van Urai's geologiestudenten was daarom vrouw. Juist door die meisjes was heel bijzonder onderzoek mogelijk. "Aan de overkant van de Golf van Oman vinden grote aardbevingen plaats in de Makran, die sturen wel eens een tsunami naar Oman." Een van onze studentes ging in haar eigen dorp in gesprek met oma's, op zoek naar verhalen over een grote golf die lang geleden alles had overspoeld. "Prachtig werk, dat je daar alleen maar kunt doen met vrouwen."

Energietransitie / Op het moment ligt de focus van Urai's onderzoek bij de energietransitie. Daarbij komt hij keer op keer de gevolgen van de Groninger mijnschade-affaire tegen. "Als je een kaart maakt van door de mens veroorzaakte aardbevingen in Noordwest-Europa zie je twee grote concentratiegebieden. Het ene is het Duitse Ruhrgebied en het andere is Groningen. In het Ruhrgebied worden schades ruimhartig vergoed." Omdat dat in Groningen niet gebeurt is, vreest hij grote vertragingen voor de energietransitie. Want daar hebben we opnieuw de ondergrond voor nodig. "Als de zon niet schijnt en de wind niet waait, heb je geen hernieuwbare stroom." Dat los je op door de elektriciteit die we 's zomers opwekken op te slaan, bijvoor-

beeld door waterstof te maken en op te slaan in zoutcavernes.

Maar ontwikkelaars van duurzame projecten in de Nederlandse ondergrond stuiten op groot wantrouwen. "Dat is ons huiswerk, de opgave, om het na Groningen weer goed te maken." Urai wordt enthousiast als hij vertelt over plannen voor een enorme ondergrondse waterkrachtcentrale in het zuiden van het land. "Op dit moment wordt 95 procent van de elektriciteit op de wereld op deze manier opgeslagen, maar dan bovengronds, in de bergen." Waar water omhoog gepompt wordt van het ene naar het andere meertje. Urai werkt mee aan plannen om datzelfde ondergronds te realiseren. De verwachte capaciteit is 20 procent van het duurzame stroomgebruik

van Nederland. Maar ook hier stuiten ontwikkelaars op grote weerstand.

Urai maakt zich hier grote zorgen over. "Duurzame opslag van energie is niet goedkoop. Zo'n waterkrachtcentrale, cavernes aanleggen voor waterstof, dat zijn niet dingen die je in een paar maanden voor elkaar hebt. We moeten er haast mee maken, anders zijn we te laat. Dan komen er periodes waarin er veel te veel stroom is waar je niks mee kunt, en periodes waarin de stroom vreselijk duur wordt. Dat zou verschrikkelijk jammer zijn."

Sam Gerrits



Prof. Urai kijkt uit over een klauwvormige rots die de "hand van god" wordt genoemd en wadi Yikah, vanaf de Jebel Sara, Oman.

NWO-Vidibeurs voor vier aardwetenschappers

Urgente oplossingen voor klimaatsverandering moeten graslanden veerkrachtiger maken.

Foto: Pixabay

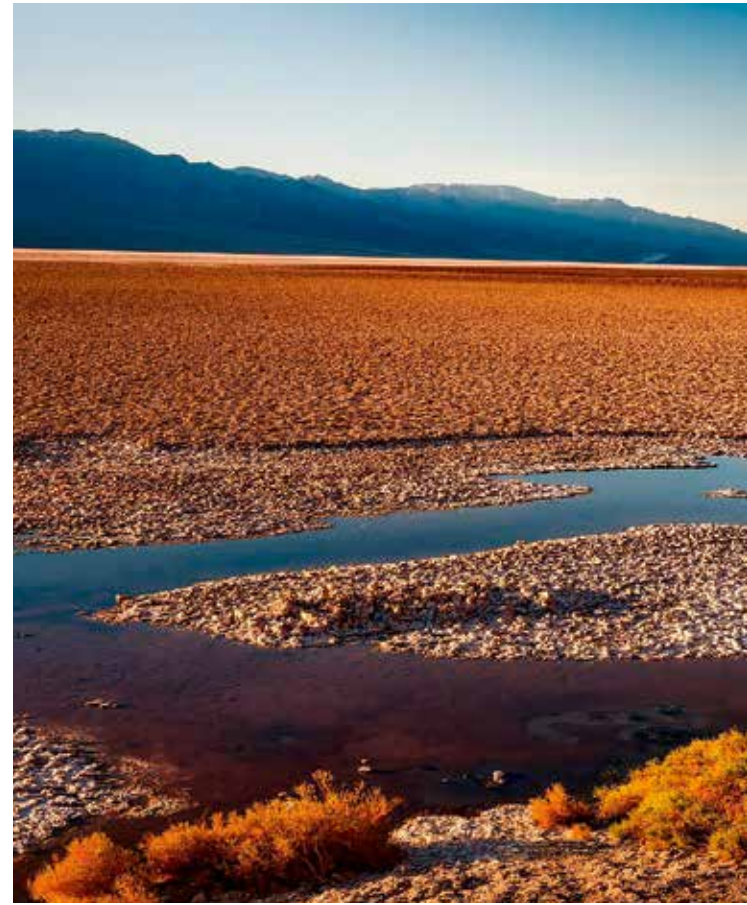
NWO kent 101 ervaren onderzoekers een Vidi-financiering van 800.000 euro toe. Vier daarvan zijn aardwetenschappers: Kathryn Barry, Ingrid Luijckx, Roelof Rietbroek en Darci Rush. Hiermee kunnen zij de komende vijf jaar een eigen, vernieuwende onderzoekslijn ontwikkelen en een onderzoeksgroep opzetten.

Dr. Kathryn Barry van Universiteit Utrecht onderzoekt hoe positieve interacties tussen planten klimaatsverandering kunnen inperken. Graslanden vormen een belangrijk ecosysteem in West-Europa, maar wereldwijd gaan ze snel verloren. Urgente oplossingen voor klimaatsverandering moeten graslanden veerkrachtiger maken. Barry wil weten in hoeverre het herstellen van positieve interacties tussen plantensoorten het potentieel van graslanden om zich aan te passen en te bufferen tegen klimaatsverandering vergroot. Barry wil de kenmerken van positieve planten in kaart brengen en de gevolgen van het uitzaaien van dergelijke planten in voormalige landbouwgronden onderzoeken.

Hoe kan zuurstof het atmosferische CO₂-signaal ontrafelen? Dat wil Dr. Ingrid Luijckx van Wageningen University ontdekken. Het klimaat verandert door toenemende hoeveelheden koolstofdioxide in onze atmosfeer. Haar onderzoek benut metingen van zuurstof om beter te begrijpen welk deel van de gemeten CO₂-signalen in Noordwest-Europa afkomstig zijn van de verbranding van fossiele brandstoffen en welk deel van de biosfeer. Deze belangrijke nieuwe informatie geeft aan hoeveel de temperatuur in de toekomst stijgt. Dat is relevant tijdens de energietransitie om de doelen van het klimaatakkoord van Parijs te bereiken.

Opwarmende wereld / Worden stroomgebieden natter of droger? Dat wil Dr. ing. Roelof Rietbroek van Universiteit Twente weten. In een opwarmende wereld verwachten onderzoekers dat natte gebieden natter worden, terwijl droge gebieden verder uitdrogen. Maar dat gaat niet overal op. Rietbroek gebruikt gegevens van satellieten om te zien hoe de aanvoer van vocht via de lucht en de uitstroming via de rivier de waterkringloop en de zeespiegel veranderen. Het onderzoek richt zich op de gebieden om de Noordzee en de Hoorn van Afrika.

Dr. Darci Rush van Royal NIOZ onderzoekt Nucleoside-BHPs (bacteriohopanepolyols) als nieuwe proxies voor paleotemperatuur en paleo-pH. Modellen gebruiken reconstructies van het klimaat in het verleden om toekomstige klimaatverandering te voorspellen. Een accuraat inzicht in dat vroegere klimaat is daarvoor essentieel. Er zijn echter maar weinig methodes voor de reconstructie van de temperatuur van de aardse atmosfeer. Onderzoekers in dit project ontwikkelen organisch-geochemische technieken om cruciale klimaatparameters, zoals de atmosferische temperatuur en de zuurgraad van de bodem, in het verleden te reconstrueren. Daarmee willen ze de bestaande klimaatmodellen verbeteren. Zo hopen ze beter te voorspellen hoe de toekomstige klimaatverandering eruit ziet.



Droogte in Afrika.
Foto: Pixabay

‘World Water Map’ brengt totale zoetwatervoorraad in kaart

Waar bevindt de zoetwatervoorraad zich wereldwijd en wat zijn de ‘hotspots’ met de meeste waterschaarste? Dat brengen hoogleraar Fysische Geografie Marc Bierkens en Niko Wanders, universitair docent Hydrologie, de komende vijf jaar in kaart met hun ‘World Water Map’, samen met de National Geographic Society.

Bierkens en Wanders willen ook onderzoeken hoe kwetsbare gebieden ontstaan. “Als we dat weten, valt beter te voorspellen waar zich toekomstige hotspots ontwikkelen”, vertelt Bierkens vanuit Washington, waar hij met Wanders is voor

de aftrap van het World Water Map-project. De twee hydrologen gebruiken de nieuwste technieken, modellen en satellietdata om de huidige datasets uit te breiden. Ze verzamelen nieuwe data die inzicht geven in de huidige en toekomstige zoetwatervoorraad. Bijvoorbeeld data over voedselgewassen, watertemperatuur en waterkwaliteit.

“Het eindproduct bestaat dus uit drie onderdelen”, aldus de hoogleraar. “Een verbeterd model, datasets en interactieve kaarten. Die zijn bedoeld voor de wetenschap, maar ook voor beleidsmakers in kwetsbare gebieden, en voor het publiek.”



Marc Bierkens.
Foto: Universiteit Utrecht

Breuken door Brabant



Death Valley, zomers een van de heetste plekken op aarde.

Foto: Pixabay

Grondwater / Vorig jaar ontving Bierkens een prestigieuze European Research Council Advanced Grant. Daarmee onderzoekt hij hoeveel grondwater er nog op aarde is en hoeveel daarvan nog verantwoord te winnen is. Hoewel dat onderzoek vooral wetenschappelijk van aard is, versterken beide projecten elkaar wel, zegt hij. Op plekken waar zoet water schaars is, geldt dat immers vaak ook voor grondwater. “Maar met de World Water Map treden we veel meer naar buiten, iets waar we op de universiteit niet altijd zo goed in zijn.”

Bron: h2owaternetwerk.nl

Op de grens van Noord-Brabant en Limburg ligt de Peel. Dit gebied was ooit een uitgestrekt hoogveengebied. Aan de westkant ligt de Peelrandbreuk, een geologische breuklijn van zuidoost naar noordwest. Professionele onderzoekers en amateurs bundelden hun opstellen over deze grensstreek van Noord-Brabant en Limburg.

Een bundel aardkundige, biologische en cultuurhistorische opstellen geschreven door zowel professionele onderzoekers als amateurs. Dit werk legt een ferm fundament onder het project Geopark Peelhorst/Maasvallei. Het Genootschap was medesponsor van de uitgave.

Hydrologische karakteristieken /

Startpunt is een overzicht door R. van Balen. Hij beschrijft de vele gevolgen van de doorwerkende tektoniek op ondergrond en landschap van oostelijk Brabant en de middenstroom van de Maas. Deze zijn op wel honderd locaties aan het oppervlak zichtbaar, en doen zich daaronder gelden in de hydrologische karakteristieken. Naar de richtlijnen van Unesco voor geoparken komen de hoofdstukken met betrekking tot de daardoor beïnvloede levende natuur en de aanpassingen van de menselijke bewoning aan de orde. Op wat grijziger pagina's staan detailstudies die de hoofdtekst onderbreken.

Opmerkelijke fossielen /

Een daarvan, door N. Peters, behandelt opmerkelijke fossielen uit de Peel, maar is wat kort uitgevallen. Het laat-tertiaire Chalicotherium (een paardachtige met klauwvormige voorpoten) was wel het vermelden waard geweest. Interessant is de hydrologische bijdrage van R. Laperre. De rationeel schijnende ingrepen uit de 19e en 20e eeuw gingen uit van het maaiveld, niet van de complexe ondergrond. De wateroverlast van toen resulteerde in de verdroging van nu. Herinrichting van het landschap vindt daarom plaats.

Een prettig leesbare, regionale monografie gericht op het toekomstige geopark, dat beheer en beleid behoeft. Een lichtend voorbeeld voor het reeds bestaande Geopark Hondsrug, waarvan een dergelijk overzicht op deze schaal nog niet voorhanden is. Het boek van Botke, De Hondsrug uit 1928, is wel erg verouderd....

Bert Boekschoten

g.j.boekschoten@vu.nl
VU, Amsterdam

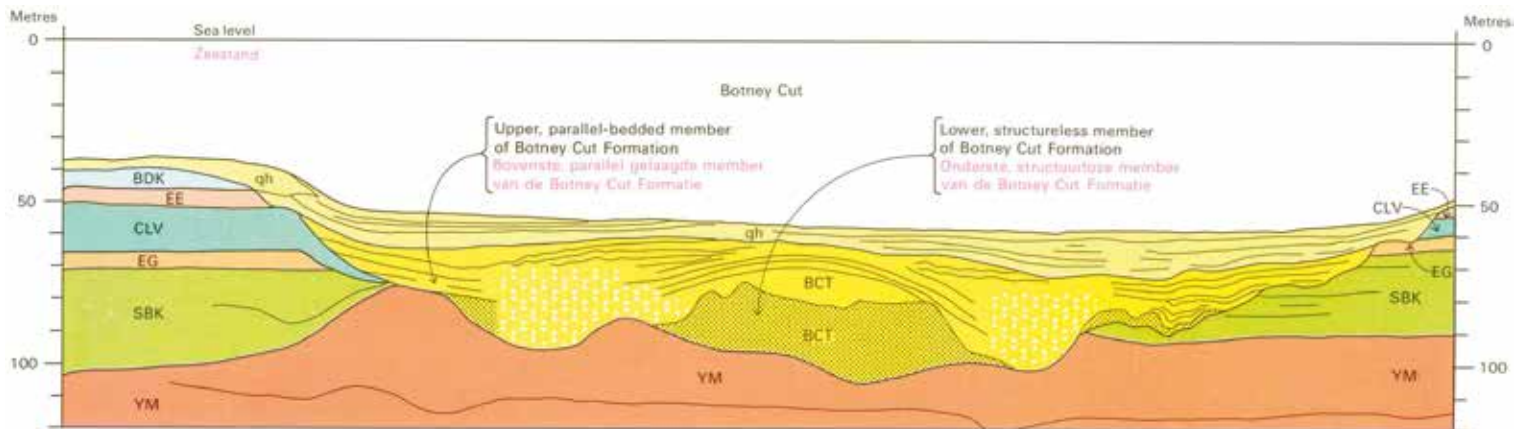
Een prettig leesbare, regionale monografie gericht op het toekomstige geopark



Breuken in het land van Peel en Maas Stichting Matrijs (2022). 176 pp. Circa 250 illustraties. ISBN 9789053455791 Prijs €4,95.

De top van de Vaalserberg is het hoogste punt van het Nederlandse vasteland, staat in de schoolatlas. Een bult die zo'n 150 meter boven de omgeving uitsteekt en daarom morfologisch als heuvel door het leven gaat. Maar waar en op welke diepte ligt eigenlijk het laagste punt van Nederland?

Op zoek naar het laagste punt van Nederland



Het laagste en diepste punt van Nederland raakt steeds verder opgevuld. Parallel gelaagde glaciolacustriene afzettingen (BCT) en een inmiddels ongeveer tien meter dik dek van marien slib (gh) vullen een Laat-Pleistoceen tunneldal dat is ingesneden in Vroeg- en Midden-Pleistocene lagen.

Bron: Kaartblad Indefatigable, Geologie van het Kwartair.

Op ruim 322 meter boven NAP wordt het symbolische drielandpunt tussen Nederland, België en Duitsland gemarkeerd door een eenvoudig grensmonument. Voor Nederlanders is dit een tot op de centimeter nauwkeurig ingemeten toeristisch hoogtepunt. Het echte drielandpunt ligt daar enkele tientallen meters vandaan.

Opvallend genoeg valt dit meest zuidoostelijke puntje van Nederland buiten het ondergrondmodel DGM dat landsdekkend zou moeten zijn maar het stiekem net niet is. De rafelrand van het model, vergrid in blokjes van honderd bij honderd meter, loopt zeventig meter ten noorden van de drukbezochte grenspaal. Over de opbouw van de onder-

grond bestaat desondanks geen twijfel. Tussen jonge Zuid-Limburgse hellingafzettingen aan het oppervlak en oude mariene afzettingen enkele tientallen meters daaronder zit een haat van wel zeventig miljoen jaar. In de loop der tijd is veel verleden opgeruimd. Van de Krijt-Paleogeengrens bijvoorbeeld geen spoor.

Ongelijk speelveld? / Dat opruimen gaat nog steeds door. Vooral de mens heeft de afgelopen eeuwen zijn steentje bijgedragen, zeker in Nederland. Op zoek naar grondstoffen, veiligheid, warmte en droge voeten zijn we op veel plaatsen bedoeld en onbedoeld omlaaggegaan. Even verderop, nog wel in

Limburg, tot wel één kilometer. Schacht IV van Staatsmijn Hendrik bereikte in 1959 een einddiepte van 962 meter onder NAP. Het delen van deze schacht, breed genoeg om mijnwerkers per lift een klein stukje richting het centrum van de aarde te vervoeren, ging oneindig veel sneller en dieper dan de natuur dat zou kunnen doen: erosie op steroïden. Dat geldt ook voor nog veel kleinere boorgaten die kilometers dieper reiken. Speurend naar olie en gas werden in het Groningse Tjuchem 325 miljoen jaar oude deltaïsche afzettingen bereikt op een 'true vertical depth' van 5994 meter onder NAP. Als laagste punt van het land tellen deze grote en kleine cilindervormige gaten niet mee. Te beperkt in

oppervlak en met ongeoorloofde middelen tot stand gekomen.

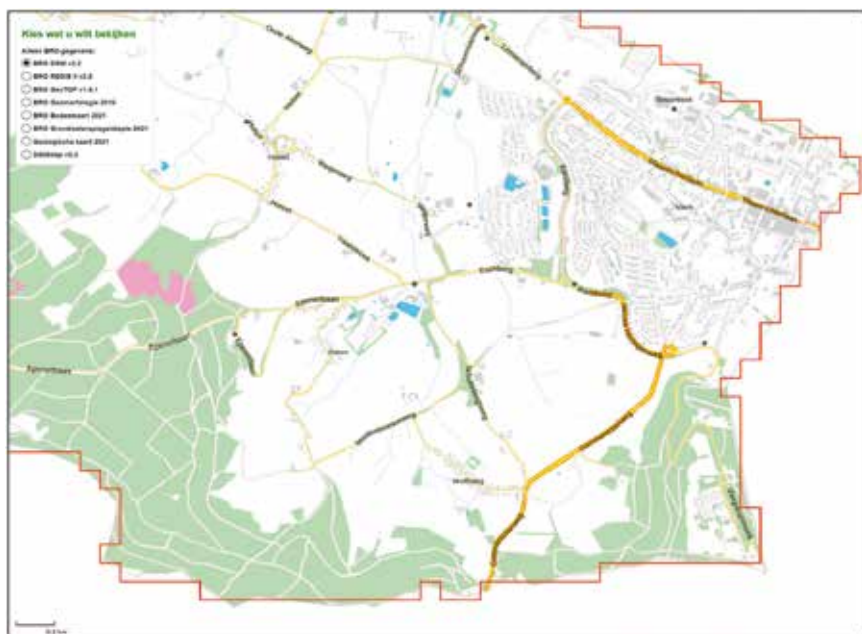
Onbedoeld in gang gezet / Moeten we het diepste punt van ons land dan op het droge oppervlak zoeken? In dat geval lijkt de Zuidplaspolder tussen Nieuwerkerk aan den IJssel en Gouda in eerste instantie de meest aangewezen plek. Recente metingen van Rijkswaterstaat laten zien dat de bodem hier inmiddels is gedaald tot 6,76 meter onder NAP. Zee-, en rivierklei klinken nog steeds in door ontwatering, en tektoniek helpt ook een handje. Belangrijker: de meters veen die oorspronkelijk aan het oppervlak lagen, zijn allang in rook opgegaan. Ook deze plek voldoet niet aan onze strenge eisen, net zomin als alle andere polders trouwens. De locatie met het laagste laagwater dan? De grootste getijslag van Nederland vinden we bij het Zeeuwse Bath. In verticale zin liggen eb en vloed daar gemiddeld bijna vijf meter uiteen. Bij springtij nog ruim een meter meer. Na delen door twee kom je op ongeveer drie meter onder NAP uit. Maar ook hier kunnen we niet om de mens als hoofdrolspeler heen.



Schip op de Westerschelde.

Foto: Jan Ubels via Flickr.

Door alle waterwerken is de getijslag ter plaatse in de loop der tijd steeds groter geworden. Alleen al sinds 1900 zo'n 40 centimeter. Dan maar naar het natte bereik. Westwaarts in de Westerschelde ligt ver onder het wateroppervlak een dynamische plek die momenteel 390 m lager is dan de top van de Vaalserberg. Hier, net buiten Borssele, hebben eb en vloed een steeds dieper wordende geul uitgeschuurd tot in de Boomse Klei. In korte tijd is een hiaat gevormd van dertig miljoen jaar. Een belangrijke oorzaak: menselijk ingrijpen heeft de lokale getijslag van ruim drie meter in de zestiende eeuw naar meer dan vier meter doen toenemen. Breder worden is de zeearm hier onmogelijk gemaakt; kleicohesie



De rafelrand van het DGM slingert zich langs de grens.

Bron: BRO Loket.

en statische Deltadijken vormen een sta-in-de-weg. Om in dezelfde twaalf uur en 25 minuten steeds meer getijwater van land naar zee en weer terug te brengen, heeft het zand in de snelle getijstroom zijn schurende werk vooral aan de geulbodem gedaan: de diepte in. Stuurlied van containerschepen nemen hier met een gerust hart de bocht. Pas verderop is het weer oppassen.

Zien we ook dit als ongeoorloofde hulp van de mens? Gaat het om geoptimaliseerde omstandigheden die de prestatie van natuurlijke geologische processen hebben versterkt? Of kan deze locatie op bijna zeventig meter onder NAP de toets der kritiek doorstaan? Actief gebaggerd wordt er in elk geval niet.

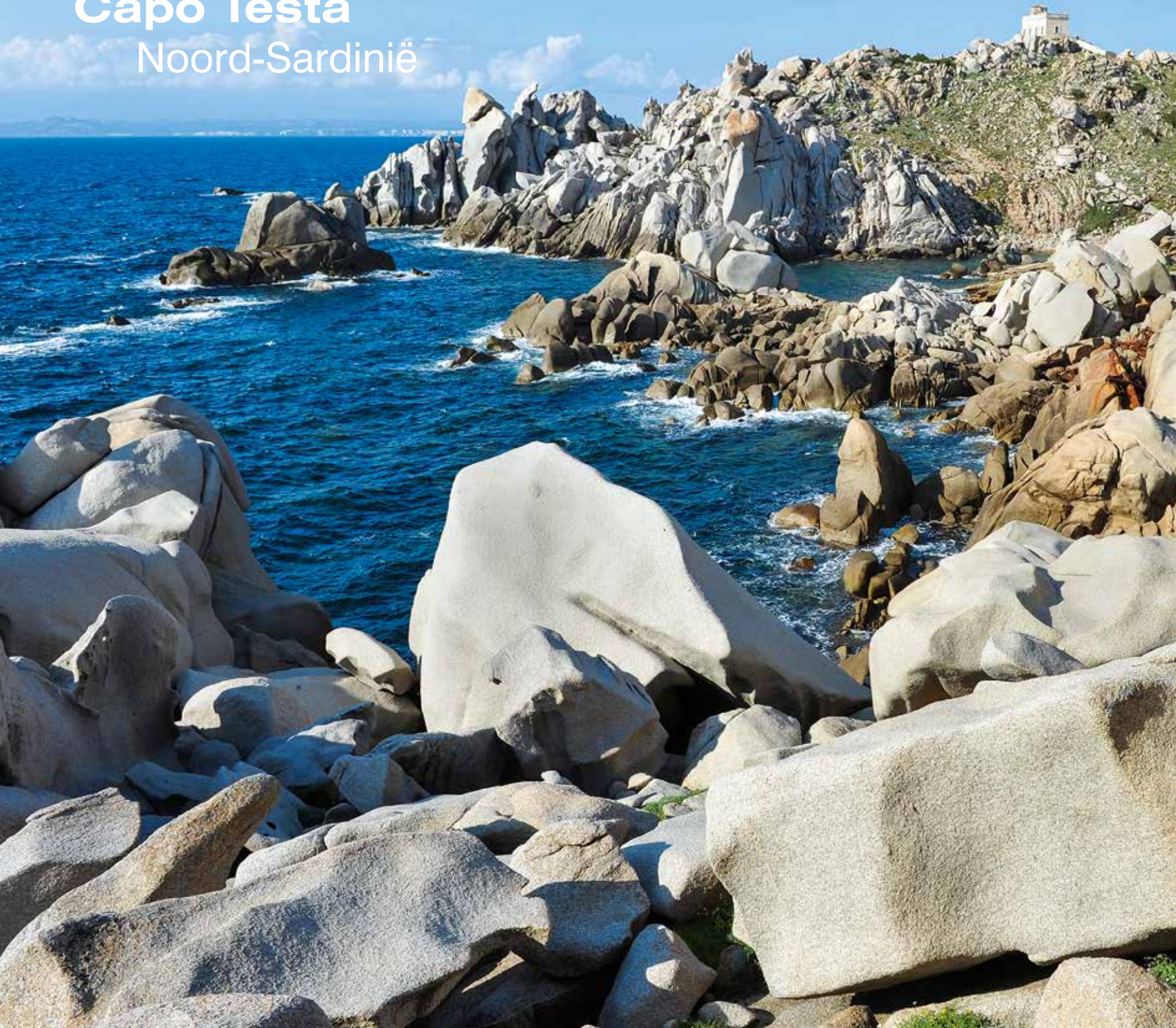
Natuurlijk het diepst / Ongeacht het juryrapport gaan we de Noordzee op, waar we intuïtief het ongerepte dieptepunt van ons land verwachten. Het overgrote deel van de Nederlandse Noordzee is opvallend genoeg veel ondieper dan de geul bij Borssele. Zelfs honderden kilometers uit de kust, op ons deel van de Doggersbank, staat na honderd meter postglaciale zeespiegelstijging maar twintig meter water. Waar heeft vroegere erosie dan wél voldoende zijn werk kunnen doen en is latere sedimentatie beperkt gebleven? De bathymetrische kaart leidt ons naar de Botney Cut. Dit restant van een door landijs gevormd tunneldal uit de laatste IJstijd ligt op de lijn York-Hamburg, vlakbij de grens tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk. Zelfs hier laat de mens zijn sporen achter. Visers ploegen met korren hun onderwaterakkers om. Meer dan een decimeter invloed heeft dat overigens niet. De paar decimeter zeespiegelstijging door klimaatverandering doen er ook niet toe. De hierdoor toegenomen waterdiepte verandert immers niets aan de absolute bodempositie. Die wordt alleen maar minder diep, richting 71 meter onder NAP, omdat het nu verdronken dal zich geleidelijk opvult met marien slib. Vooralnog hebben we een duidelijke winnaar, maar een markering ontbreekt en een toeristisch dagtochtje zit er helaas niet in.

Sytze van Heteren

.geofoto

Capo Testa

Noord-Sardinië





Coördinaten: 41°14'28" Noord en 09°08'26" Oost / Meer dan een kwart van het oppervlak van Sardinië (24 duizend vierkante kilometer) bestaat uit granitische gesteenten, waarvan de belangrijkste voorkomens in het oostelijk deel van het eiland liggen. Deze granieten behoren tot de omvangrijke batholiet van Corsica-Sardinië die ontstond aan het einde van de Varistische orogenese in het Laat-Carboon. Deze gedeeltelijk syn-tektonische batholiet groeide tussen ongeveer 320-280 miljoen jaar geleden. Dat kwam door meerdere magmatische pulsen, waarbij granitoïde stollingsgesteenten ontstonden door een combinatie van anatexis van het metamorfe basement en rijzende primaire mantelmagma's.

De regio Gallura in het noordoosten van Sardinië is bekend om z'n woeste granietlandschap. In de bergen en heuvels zijn ronde granietklippen ontstaan door wolkzakverwering. Langs de onregelmatige kust zijn markante rotsformaties. Capo Testa ('hoofd kaap') is een prominent schiereiland in het meest noordelijke deel van Gallura. De kaap bestaat voornamelijk uit lichtgekleurde monzograniet, die in verse ontsluitingen vaak een roze zweem heeft door de aanwezigheid van relatief grote kaliveldspaatkristallen. De graniet van Capo Testa is vrij rijk aan biotiet (10-14 %), met apatiet en zirkoon als accessoria. Het bevat lokaal donkere xenolieten en fijnkorrelige aplitische ganggesteenten.

Ten gevolge van de Alpiene deformatie in het Oligo-Mioceen worden de granieten van Capo Testa doorsneden door verschillende kleine breukzones met een NO-ZW- tot NNO-ZZW-strekking. Door diepe (tafoni)verwering zijn zeer grillige rotspartijen langs de kust ontstaan. In het Neolithicum en Bronstijd gebruikten de vroege inwoners van Gallura de hollen en overhangende rotsen als onderkoms. Met granieten stenen bouwden zij imposante dolmen, grafkamers en 'nuraghi' (torens). Ook de Romeinen waardeerden de 'granito sardo' als bouwsteen. In de 1-2e eeuw na Christus waren er minstens vier groeves in de meer massieve delen van Capo Testa voor het maken van granieten zuilen. Ze zijn terug te zien in Romeinse en Toscaanse villa's en monumenten.

Sardinië wordt gescheiden van het Franse eiland Corsica, links op de achtergrond, door de ongeveer twaalf kilometer brede en bijna honderd meter diepe Straat van Bonifacio. De zichtbare hoge delen van Zuid-Corsica bestaan uit Laat-Varistische granieten, terwijl de langgerekte witte klifkust bestaat uit vlakliggende Miocene sedimenten.

Roestige restanten van een scheepswrak, rechtsmidden op de foto, getuigen van de gevaarlijke combinatie van slecht weer, sterke stromingen en een rotsachtige kust waar de Straat van Bonifacio onder zeelieden om bekend staat. De Italiaanse marine vestigde een basis op Capo Testa en bouwde de grote vuurtoren in 1845, met een lichtbaken op 67 meter hoogte. Toch verging het Franse fregat *Sémillante* met alle 700 opvarenden aan boord tijdens een storm op 15 februari 1855. Na meerdere scheepsongelukken tussen 1972 en 1996 werd de Straat van Bonifacio afgesloten voor schepen met een gevaarlijke lading. Dit ondiepe zeegebied is nu een natuurreservaat met een oppervlak van 800 vierkante kilometer.

Foto en tekst: Jeroen Peters
zie ook: www.earthimagegallery.com



St. Trinitatiskerk, Leipzig.



Untergundmesshalle, Leipzig.

Rochlitzer Porfier / Hoewel Nederlandse bedrijven in de jaren twintig van de vorige eeuw in ons land regelmatig adverteerden met de Saksische Rochlitzer porfier, zijn er tot nu geen toepassingen in Nederland bekend. Dat is jammer, want het is een aansprekende oranje-rode steen. Wel bezochten studenten van de Mijnbouwkundige Vereniging voor de oorlog de groeve op hun excursies naar Saksen en oostelijker. Vanaf de 12e eeuw is de steen toegepast in de eigen regio. Een bloeitijd brak aan vanaf de 19e eeuw, zoals voor meer gesteentes. Dat kwam doordat winning en transport makkelijker werden.

Op het Berlijnse kerkhof Friedrichsfelde staat de Gedenkstätte der Sozialisten. Die is na de oorlog gebouwd ter vervanging van het door de Nazi's vernietigde Revolutionsdenkmal voor Rosa Luxemburg en Karl Liebknecht uit 1926. In het midden staat een vier meter hoge zuil van Rochlitzer. De Nazi's hadden het oorspronkelijke Revolutionsdenkmal voor Rosa Luxemburg en Karl Liebknecht uit 1926 vernietigd. Na de Duitse hereniging beleeft de steen weer een opleving. Een mooi voorbeeld is de Sint Trinitatiskerk in Leipzig, gebouwd in 2013-2015 naar ontwerp van het lokale architectenbureau Schulz & Schulz. De export bleef altijd beperkt. Het prominentste voor-

beeld buiten het huidige Duitsland is het mausoleum voor Immanuel Kant in zijn geboortestad Königsberg, nu Kaliningrad.

De steen die als Rochlitzer porfier aangeduid wordt, is in werkelijkheid een rhyolitische tuf, afgezet als ignimbriet. Het is een van de voorbeelden van zuur Permisch vulkanisme in Saksen, net als de Beucha porfier, een dieptegesteente (Geo.Brief 2015-4). De ignimbrieten van de Rochlitz tuf zijn afgezet helemaal aan het begin van het Perm, 298-294 miljoen jaar geleden. De oranje-rode grondmassa bestaat uit veldspaten, wat biotiet, kleimineralen en hematiet. Daarin komen violette lapilli voor en eerstelingen van kaliveldspaat, plagioklaas en kwarts. Karakteristiek zijn ook de talrijke aders met daaraan verblijking van de aangrenzende tuf. Net als vrijwel alle tufstenen is de Rochlitzer porfier vrij poreus, al zijn de poriën voor een belangrijk deel met kaoliniet gevuld. Dit maakt de steen gevoelig voor aantasting door zouten. In het verleden werd de steen gewonnen in zeven groeves in de Rochlitzer Berg, nu nog in twee.

Tekst en foto's: Timo G. Nijland

In de serie **Schatten van het Kernhuis** schrijven auteurs voor de Geo.brief over de aardwetenschappelijke pareltjes die bewaard worden in het kernhuis van de Geologische Dienst Nederland in Zeist. In deze aflevering van de serie etaleert Kees Geel een geologisch zwart gat in Limburg.



Heugem-01

Heugem-01 / Als alles doorgaat vangt de Einstein Telescoop vanuit Zuid-Limburg al over een paar jaar zwaartekrachtsgolven uit het heelal op om zo bijvoorbeeld zwarte gaten op te sporen. Wat misschien niet iedereen weet, is dat het Zuid-Limburgse landschap al een soort van geologisch zwart gat herbergt: een hiaat van zo'n 260 miljoen jaar. In een klein gebied rond Maastricht ligt het Boven-

Figuur 1 **De Boring Heugem-01, met op de foto: Alberto Riva.**

Krijt op het Onder-Carboon. Nu was dit hiaat sinds het begin van de vorige eeuw al wel bekend uit diverse boringen, maar nergens is het zo mooi te zien als in de boring Heugem-01.

Aardwarmte / Een paar jaar geleden was ik een paar maanden vrijwel iedere dag in het kernhuis in Zeist. Energie Beheer Nederland (EBN) en TNO werkten samen in een onderzoeksproject om de kalksteen van de Zeeland Formatie van Onder-Carboonouderdom in kaart te brengen als mogelijke bron van aardwarmte, het zogenaamde SCAN-Dinantien-project. (Zie ook Geo.brief 2019-3.) Samen met een team van carbonaatexperts (Alberto Riva, Jo Garland, Peter Gutteridge en Mahtab Mozafari) beschreef ik de kernen. En als je iedere dag in het kernhuis bent en veel kernen beschrijft die je daarvoor moet uitleggen, dan help je de kernhuisbeheerder Andr Slupik een handje om die kernen uit het magazijn te halen. En passant leer je zo ook in de praktijk hoe zwaar kalksteen en dolomiet eigenlijk zijn.

Geologisch zwart gat / De laatste kern die aan de beurt was, was Heugem-01 en zijn sidetrack Heugem-01-S1. Dit was een proefboring uit 1981 in opdracht van de provincie Limburg. Het hoofddoel van deze boring was om een bron van mineraalwater aan te boren, en zo een vervanging te vinden voor het 'Tregawater', dat tot in 1960 uit de put Kastanjelaan-01 in Maastricht werd gewonnen als mineraalwater. Initiatiefnemer Martin Bless had voor elkaar weten te krijgen om een groot gedeelte van het boortraject werd gekernd. Deze kernen worden bewaard in vurenhouten kisten, zoals indertijd gebruikelijk was bij boringen in Limburg. Deze kisten zijn van zichzelf al vrij zwaar, en je kunt je voorstellen dat als er een dolomietkern van tien centimeter doorsnee en een meter lang in ligt, je al gauw tien kilogram moet tillen. En als de boring dan 400 m lang is, ben je blij als er af en toe eens een

lichte kist tussen zit. En dat bleek het geval te zijn voor een behoorlijk lang interval. De kisten van dit interval waren veel lichter dan verwacht. Toch waren ze niet leeg. Wat was er aan de hand?

Tropische verweringslaag / Na het uitleggen van de kisten (Fig 1) bleek het gesteente behalve vrij zwart van kleur, ook verrassend licht van gewicht te zijn. Als geheel maakt het een wat poederachtige indruk (Fig 3): het stuift bijna. Als je een stukje kern vastpakt, heb je direct zwarte handen, alsof je een ouderwetse kolensjouwer bent. Maar behalve zwart bleek er ook nogal wat wit gesteente te zijn. Het interval 114-212 m dat voor het grootste deel erg fijnkorrelig en wit van kleur is, ligt direct op het zwarte poederachtige spul dat tot een diepte van 334 m loopt (Fig. 2).

Nu is wit gesteente goed bekend van boringen die voor het SCAN-Dinantien-project beschreven zijn, zoals Kortgene-01 en Brouwershavense Gat-01. In alle gevallen gaat het dan om Chalk (Boven-Krijt). Maar met zoutzuur bleek het helemaal niet te reageren, en eigenlijk was het ook veel te fijnkorrelig om Limburgse Chalk te kunnen zijn. Toch maar even nazoeken in de geologische rapportage van Bless et al (1981). Tot onze grote verbazing bleek het

kaolien te zijn. Dikke kaolienafzettingen kennen we natuurlijk vooral als verweringsproduct van graniet en vaak geassocieerd met bauxiet. Een dikke, tropische verweringslaag in Limburg?

Een telefoontje naar oud-collega Henk Pagnier bracht de oplossing. Als voormalig werknemer van het Geologisch Bureau, een onderdeel van de toenmalige Rijks Geologische Dienst, was Henk goed op de hoogte van alle boringen in Zuid-Limburg. Die dikke kaolinitlaag blijkt inderdaad een verweringslaag te zijn, al weten we niet helemaal zeker wat het oorspronkelijke gesteente is geweest; fossielen zitten er niet meer in. Maar het lijkt aannemelijk dat de schalies van de Epen Formatie (Namurien) het moedergesteente waren. En die hoge porositeit in het onderliggende gesteente is een andere uitingsvorm van hetzelfde proces: honderden miljoenen jaren van bodemvorming en uitloging hebben de oorspronkelijk aanwezige calciet opgelost en gedeeltelijk vervangen door silica. Het gebied rond Maastricht is volgens de subcropkaart onder het Krijt (Fig 6) behoorlijk opgeheven geweest en er is erg veel sediment weggeërodeerd, als het al ooit afgezet is geweest. De verspreiding van de kaolinitlaag en de gesilificeerde zone (Fig 7) volgt de Chalk subcropkaart nauwgezet.



Figuur 6 Subcropkaart onder het Boven-Krijt van Bless et al (1976)08 Kernhuis: Profiel door een aantal Zuid-Limburgse putten die de verspreiding van de kaolinitlaag (k) en de gesilificeerde (s) zone laat zien.

Friedrichs et al, 1987.

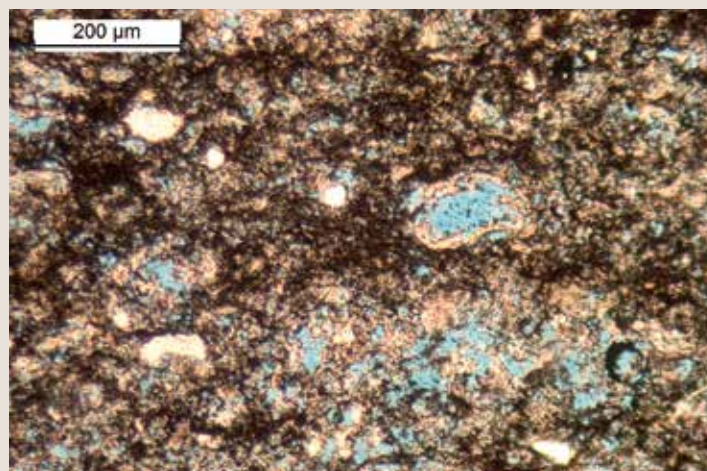
16



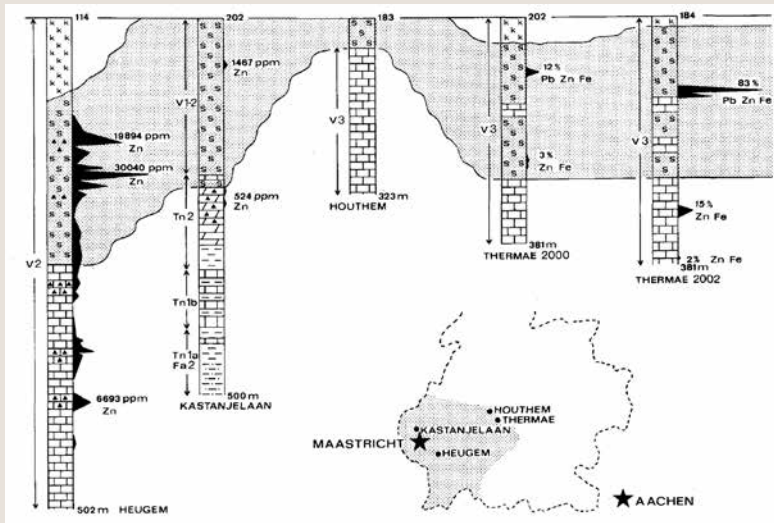
Figuur 2 Zo ziet een periode van honderden miljoenen jaren van erosie en bodemvorming eruit.



Figuur 3 261 meter: poederachtig gesteente.



Figuur 4 241,9 meter: Doorvallendlichtfoto van een slijpplaatje waarinn de poriën blauw zijn gekleurd. Veel calciet is opgelost en gedeeltelijk vervangen door silica. Het resultaat is een uitzonderlijk licht, poederachtig gesteente met porositeiten tussen de 40 en 50%.



Figuur 7 Profiel door een aantal Zuid-Limburgse putten die de verspreiding van de kaolinietlaag (k) en de gesilificeerde (s) zone laat zien. Wat verder opvalt is het hoge zinkgehalte in deze zone.

Friedrichs et al, 1987.

Kolenkalk / Wanneer we kijken naar het afzettingsmilieu van deze Dinantienkalken, vallen een aantal dingen op. Als eerste het hoge gehalte aan organisch materiaal. Ik had al vermeld dat je zwarte handen krijgt als je de kern alleen al vastpakt. De term 'kolenkalk' is daarom bijzonder toepasselijk voor

deze kern! Gemiddeld zit er zo'n 5% aan organisch materiaal in, wat behoorlijk hoog is. Deze gesteentes zijn daarom waarschijnlijk afgezet in een zuurstofarme omgeving, mogelijk in vrij diep water. Meer bewijs voor een diepwaterafzettingsmilieu vinden we bijvoorbeeld bij 325 m (Fig 5), waar je een regelmatige afwisseling van zeer fijnkorrelige kalkschalies en dunne bioklastische laagjes met een sterk 'fining up' korrelgrootteverloop ziet. Dit zijn turbidieten afgewisseld met hemipelagische klei, een beetje te vergelijken met de Kulm-facies, die bekend is van het Rheinische Schiefergebirge.

Boringen elders in de buurt (België of bij Venlo) laten eigenlijk altijd een ondiep afzettingsmilieu zien. Erg grappig eigenlijk, dat dit stukje Nederland ten tijde van afzetting het diepste punt van Nederland was, en vervolgens zo hoog werd opgeheven, dat er gedurende een periode van meer dan tweehonderd miljoen jaar niets werd afgezet, alleen maar geërodeerd, uitgeloozd, en omgevormd. Tenslotte nog een laatste dingetje wat deze kern in mijn ogen zo bijzonder maakt. Dat poederachtige karakter waarover ik al eerder



Figuur 5 Diepwaterfacies.

sprak, wordt veroorzaakt door een erg hoge inkolingsgraad. Metingen laten vitrinietreflecties zien die waardes van acht halen. Dat betekent dat je in feite in de meta-anthracietfase zit, waarbij temperaturen tot wel 300°C moeten hebben geheerst! Dat soort temperaturen vind je op tien kilometer diepte. Dat kan betekenen dat een klein gebied rond Maastricht tien kilometer diep begraven zou zijn geweest, en daarna weer opgeheven. Hoewel het in principe mogelijk is, lijkt zo'n grote verticale beweging in zo'n klein gebied niet erg voor de hand te liggen. Zo'n warmtepuls kan ook veroorzaakt worden door een plaatselijke intrusie, en het lijkt erop dat er tijdens het Perm zo'n intrusie plaats heeft gevonden. Precies in dit gebied ligt een negatieve zwaartekrachtsanomalie, waarvoor diverse verklaringen zijn geopperd, onder andere het grootschalig voorkomen van evaporieten. Hoewel er wel wat 'ghosts' van evaporieten zijn aangetroffen in Heugem-01, lijkt de aanwezigheid van een relatief licht intrusieflichaam diep onder Maastricht een meer aannemelijke verklaring. Totdat er een echt diepe boring in de buurt van Maastricht wordt gezet, blijft dit laatste voorlopig gissen. Maar het zal duidelijk zijn dat ongeacht wat de Einstein Telescoop ons aan nieuwe belangwekkende feiten oplevert, Zuid-Limburg in de laatste honderden miljoenen jaren al heel wat meegemaakt heeft en dat Heugem-01 daar een stille getuige van is.

Kees Geel

Bronnen: Bless, M.J.M., Boonen, P., Bouckaert, J., Brauckmann, C., Conil, R., Duser, M., Felder, W.M., Gökdag, H., Kockel, F., Laloux, M., Langguth, H.R., Van der Meer Mohr, C.G., Meessen, J.P.M.T., Op het Veld, F., Paproth, E., Pietzner, H., Plum, J. & Poty, E., 1981. Preliminary report on Lower Tertiary-Upper Cretaceous and Dinantian-Famennian rocks in the boreholes Heugem-1-1a and Kastanjelaan-2 (Maastricht, the Netherlands). Mededelingen Rijks Geologische Dienst 35(15): 333-415.
Friedrich, G., Bless, M. J., Vogtmann, J., Wiechowski, A. (1987). Lead-zinc mineralization in Dinantian rocks of boreholes Thermae 2000 and Thermae 2002 (Valkenburg a/d Geul, the Netherlands). Annales de la Société géologique de Belgique, 110, 59-75.

18 MEI 2022, DELTARES, DELFT

Jaarvergadering KNGMG

Het is inmiddels bijna een traditie dat KNGMG-bijeenkomsten in hybride vorm plaatsvinden. Zo ook de afgelopen jaarvergadering, die zowel op het hoofdkantoor van Deltares in Delft, als digitaal bij te wonen was.

De voorzitter van het hoofdbestuur Bob Hoogendoorn opent de vergadering en heet iedereen welkom. Namens het hoofdbestuur zijn Annemieke van den Beukel (penningmeester), Marianne Leewis (algemeen bestuurslid – kringen en digitale nieuwsbrief) en Kay Koster (secretaris) in Delft aanwezig. Anne Pluymakers (algemeen bestuurslid – academia en inclusiviteit) vergadert online mee. Verder wonen een tiental leden de vergadering online bij.

Aanstelling voorzitter / Bob Hoogendoorn is bezig met zijn derde en laatste jaar als voorzitter. De statuten van het KNGMG schrijven voor dat bestuursleden na een periode van drie

jaar, nogmaals voor een bestuursperiode van drie jaar mogen worden aangewezen. Bob geeft aan de voorzittersfunctie ook voor de komende drie jaar te willen bekleden. De aanwezige leden bij de jaarvergadering stemmen in met de herbenoeming van Bob Hoogendoorn als voorzitter van het KNGMG.

Jaarverslag 2021 / Het Jaarverslag is gepubliceerd in Geo.brief 2022-2. De voorzitter blikt terug op 2021 en geeft hierover een samenvatting. Enkele hoogtepunten zijn: Het KNGMG was betrokken bij de organisatie van het 17e Nederlands Aardwetenschappelijk Congres (NAC). Tijdens het NAC organiseerde het KNGMG een keynote lecture door professor Henk Scholten (VU Amsterdam/ Geodan). Ook regelden we een paneldiscussie over de toekomst van digitale geodata. In samenwerking met het aardwetenschappelijk vrouwen netwerk GAIA was er een workshop over netwerken in coronatijd.

Het KNGMG was ook nauw betrokken bij de organisatie van het Critical Minerals and Metals for New Energy symposium, samen met de TU Delft en de Stichting Mineralogisch Geologisch Museum. Tijdens het symposium vond ook de première plaats van de historische documentaire 'Mijnbouwstraat 120'. Frederique van Schijndel werd tot erelid van het KNGMG benoemd. Peter Vos van TNO gaf de Staringlezing over holocene kustontwikkeling en stormvloed. Hij hield de lezing tijdens het dagvullende symposium 'Stormvloed en Verdrongen Dorpen'. Dit symposium was een samenwerking tussen de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, de Nederlandse Geologische Vereniging en het Museum STAAL.

Carina Hoorn ontving de Van Waterschoot van der Gracht-penning voor haar bijdragen aan de bijdragen aan de biogeologische evolutie van het Amazonebekken. Ze kreeg de penning uitgereikt op het symposium Applications of Paly-



KNGMG-uitstapje naar de Maasvlakte.



Samen met andere leden op de boot op de Maasvlakte

nology in Earth Sciences, dat samen met de Universiteit van Amsterdam en de Palynologische Kring werd georganiseerd.

De impactfactor van NJG is gestegen naar 3.2. In totaal verschenen er twintig artikelen in NJG en zijn zes afleveringen van de nieuwe podcastserie Papertrail gepubliceerd. Ter ere van de 100ste NJG-editie zette de NJG-redactie honderd artikelen in de schijnwerpers op de LinkedIn-pagina van het KNGMG. Het was een mooie doorsnede van de door het KNGMG gepubliceerde wetenschappelijke artikelen. Henk Kombrink wordt bedankt voor zijn inzet als hoofdredacteur voor het NJG.

Financieel Jaarverslag 2021 / Het financieel boekjaar 2021 is afgesloten met een klein negatief saldo van €122,-. Dit negatieve saldo is mede veroorzaakt door hogere Geobriefkosten en lagere contributie-inkomsten. De verenigingskosten en administratiekosten vielen daarentegen lager uit dan begroot. Een uitgebreid verslag hierover staat in Geo.brief 2022-3.

Het KNGMG dankt Shell en TNO voor het sponsoren van de Escherprijs en de Jelgersmaprijs en dankt de begunstigers EBN, NAM, TNO, Total

E&P Nederland, Wintershall, en Deltares voor hun bijdragen. Verder bedanken we TNO voor het beschikbaar stellen van werktijd voor de hoofdredacteur van de Geo.brief en voor de secretaris van het hoofdbestuur. De TU Delft, de Universiteit van Amsterdam, NWO, NGV en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed worden bedankt voor de samenwerking rondom de symposia. Tot slot zijn we NWO erkentelijk voor de jaarlijkse bijdrage aan de Geo.brief.

Verslag van de kascommissie en decharge van het hoofdbestuur / De kascommissie bestaat dit jaar uit Anco Lankreijer en Gideon Lopes Cardozo. De kascommissie brengt verslag uit en meldt dat de aangeleverde documentatie duidelijk en bijzonder overzichtelijk was. De kascommissie ziet dat het bestuur een verstandige en stabiele korte- en langetermijn financiële koers vaart. De kascommissie stelt voor het bestuur décharge te verlenen voor het in 2021 gevoerde beleid. Het hoofdbestuur stelt de werkzaamheden van de kascommissie zeer op prijs.

Academia en inclusiviteit / In 2021 lag de nadruk op het verbeteren van het contact tussen het KNGMG en de verschillende onder-

wijnsinstellingen die actief zijn op het gebied van aardwetenschappen. Ook is het contact geïntensiveerd met de Stichting Aardwetenschappelijke Loopbaandag. Lopende projecten waar het bestuur bij betrokken is, zijn o.a. het dekoloniseren van de aardwetenschappen en EPOS-NL over onderzoeksinfrastructuur voor onderzoek van geo-maatschappelijke uitdagingen.

Kringen / Het bestuur is van plan om de komende jaren meer interactie te krijgen met de verschillende kringen. In 2021 is het contact tussen het bestuur en bepaalde kringen al geïntensiveerd.

Rondvraag / Lucia van Geuns vraagt of het hoofdbestuur van plan is om de Shellaandelen die het KNGMG in bezit heeft vast te houden? In 2021 is er samen met de kascommissie nagedacht over dit vraagstuk. De aanleiding hiervoor was de verlaging van het dividend van de aandelen, de toen relatief lage koers van de aandelen en de toekomst van een energiebedrijf als Shell. Uitkomst hiervan was om de aandelen, die gedoneerd zijn bij de oprichting van het KNGMG, te behouden. Het dividend vormt voorts nog een substantiële bron van inkomsten voor het KNGMG.

Verder vraagt Lucia welke plannen het hoofdbestuur heeft om meer studentleden te gaan trekken. Het plan is om het KNGMG zichtbaarder te maken op universiteiten, door meer bijeenkomsten bij te wonen, actief reclame te maken, en direct in gesprek te gaan met bijvoorbeeld bestuursleden van studieverenigingen. Parallel hieraan zal het KNGMG zich meer moeten profileren op duurzame onderwerpen.

Peter Floor doet een oproep aan iedereen om na te gaan of men een digitale kopie van KNGMG eeuwfeest-boek in bezit heeft. Deze wil Peter graag laten publiceren op onze website. Van een digitale versie van het KNGMG eeuwfeest-boek ontbreekt echter momenteel elk spoor.

Kay Kosters



Lezingen waren dit jaar vaak zowel digitaal als persoonlijk bij te wonen.

Discussie over KNGMG-logo

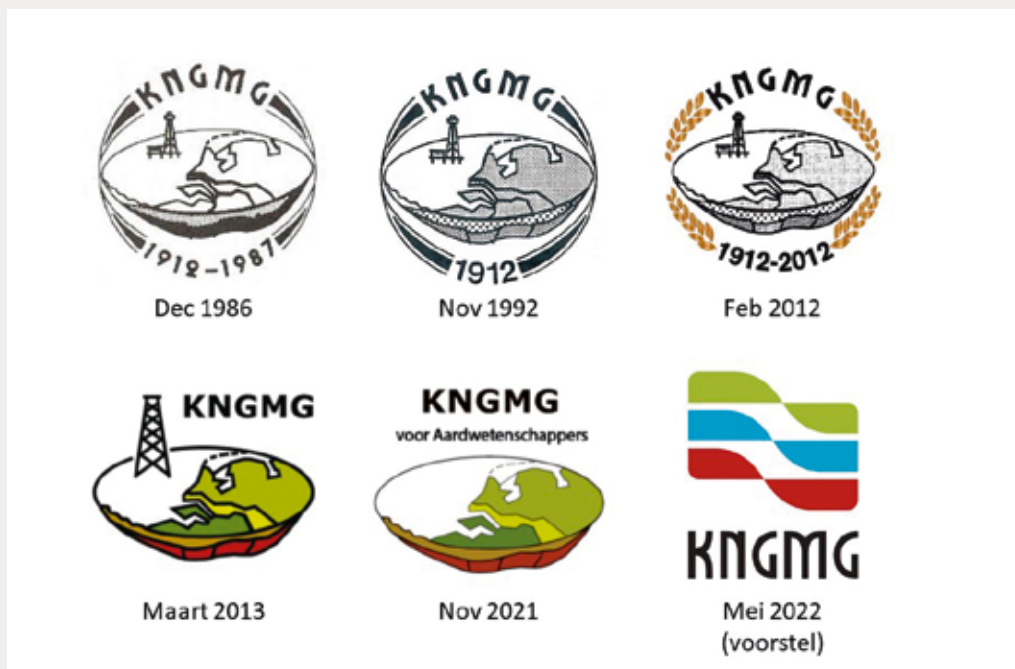
Het KNGMG heeft een nieuw logo. Dat roept discussie op. Zo stuurde secretaris Daan den Hartog Jager van Kring Noord onderstaande brief over het onderwerp.

“Er zijn ontwikkelingen rond het logo van het KNGMG. Van belang voor ons genootschap, want een logo vertegenwoordigt waar we voor staan! Daarom wil ik hier graag wat extra aandacht voor vragen.

De evolutie van ons logo, afgeleid uit de Geo. brief en zijn voorgangers, kan als volgt worden samengevat: van 1986 tot eind 2021 waren er slechts kleine veranderingen, zoals de introductie van kleur in 2013. Recent gebeurde er meer: in november verdween de boortoren, en in mei presenteerde het hoofdbestuur een compleet nieuw logo.

Voor de introductie van dit nieuwe logo is de Genootschapsraad geconsulteerd, maar de gewone leden helaas niet. Vanuit Kring Noord hebben we besloten om een peiling te organiseren, via LinkedIn en via de mail. Uit de 113 reacties kwam een opvallend beeld: 75% van de respondenten is voor behoud van het oude logo, al dan niet met boortoren. Een samenvatting van de reacties:

- Een logo vertegenwoordigt herkenbaarheid en zou alleen veranderd moeten worden als het echt noodzakelijk is.
- Het voorgestelde nieuwe logo is anoniem en nietszeggend. Er is wel een onderliggende betekenis, maar deze vereist uitleg, terwijl een logo direct herkenbaar zou moeten zijn.
- Hét verbindende kenmerk binnen ons Genootschap is Nederland; de leden wonen in Nederland en/of zijn betrokken bij Nederlandse projecten. Dit komt duidelijk tot uiting in het oude logo.
- De boortoren is verwijderd met het argument dat deze ‘niet meer past bij de huidige tijdgeest betreft duurzaamheid’. Dit zouden we willen bestrijden. De boortoren is óók belangrijk in de energietransitie, b.v. voor CCS en voor aardwarmte. Daarnaast is de boortoren de belangrijkste bron van kennis over de



De verschillende KNGMG-logo's door de jaren heen.

Geen verandering zonder offer

diepe ondergrond van Nederland, en dus ook van werk voor geologen. Eventueel is een wat meer bescheiden boortoren op zijn plaats: b.v. die t/m 2012 in het logo stond.

Kortom, binnen onze Kring hebben we weinig steun gevonden voor het voorgestelde nieuwe logo. We willen daarom aan het hoofdbestuur vragen om de introductie hiervan te heroverwegen, en het 'oude' logo terug te brengen. Beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald!”

Met vriendelijke groeten,

Daan den Hartog Jager
Secretaris, Kring Noord

Actieve KNGMG-leden zien we als hoofdbestuur graag en betrokkenheid waarderen we bijzonder. De kritiek van Kring Noord op het nieuwe logo nemen we dan ook serieus. Hoewel de uitkomst van de discussie is: als hoofdbestuur verschillen we met hen van inzicht.

In eerdere correspondentie met Kring Noord, maar ook tijdens de meest recente jaarvergadering en in Geo.brief 4 hebben we aangegeven wat onze motivatie is om een nieuw logo te introduceren. Nogmaals samengevat:

- Het oude logo wordt vooral bij de jongere generatie en ook bij andere groepen sterk geas-

socieerd met olie- en gasexploratie, terwijl het KNGMG zich breder profileert.

- Het oude logo is ongeschikt voor digitaal gebruik, wat de voornaamste methode van communicatie is.

De veranderende rol van aardwetenschappen in Nederland vraagt om een nieuw elan. Dit alles leidde twee jaar geleden tot de conclusie dat er een urgentie is voor een nieuw en moderner logo. Deze urgentie wordt onderstreept door de noodzaak om een nieuwe generatie aardwetenschappers aan het KNGMG te verbinden. Dat deze verandering consequenties heeft realiseren we ons. We moeten het oude logo loslaten. Dit loslaten willen we niet bagatelliseren en we respecteren dat dit lastig kan zijn. Wij vinden het ook spannend. Heeft dit nieuwe logo het gewenste resultaat? Zorgt het voor een betere herkenbaarheid en een positieve associatie met aardwetenschappen in de meest brede zin? De eindconclusie is dat we als genootschap een offer brengen, we nemen afscheid van het oude logo.

Als voorzitter van het KNGMG voel ik me, en ben ik, verantwoordelijk voor de introductie van het nieuwe logo. Dit betreft niet alleen het resultaat en het proces dat ons, met vallen en opstaan, hiertoe heeft geleid. Maar vooral of we de gewenste doelen gaan bereiken. Ik ben ervan overtuigd dat het gebruik van het nieuwe logo ons gaat helpen bij de uitvoering van onze taken en daarmee bijdraagt aan de continuïteit van het KNGMG.

Bob Hoogendoorn

Recent verschenen

Artikelen in het Netherlands Journal of Geosciences verschijnen niet meer in geprinte vorm. Via deze rubriek informeren wij KNGMG-leden welke publicaties er recentelijk in het NJG zijn verschenen.

> **The Lower Rhine (Germany) in Late Antiquity: a time of dissolving structures** by *R. Gerlach, J. Meurers-Balke and A.J. Kalis*.

DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2022.11>

The authors present (archaeological) evidence that Roman sites along the river Rhine in Germany were not situated near oxbow lakes but were next to much more active river channels. This required the Romans to put in stabilising constructions to prevent channel migration. The collapse of the Roman Empire and the resulting reduction in level of river management subsequently led to an increase in fluvial dynamics.

> **Induced aseismic slip and the onset of seismicity in displaced faults** by *J.D. Jansen and B. Meulenbroek*.

DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2022.9>

Building on previous work, the authors discuss semi-analytical modelling techniques for fault slip including dislocation theory, Cauchy-type singular integral equations and the use of Chebyshev polynomials for their solution and an eigenvalue-based stability analysis. The results offer a possibility for embedded fault modelling in large-scale numerical simulation tools.

> **The benthic foraminiferal response to the mid-Maastrichtian event in the NW-European chalk sea of the Maastrichtian type area** by *I. Vancoppenolle, J. Vellekoop, M. Doubrava, P. Kaskes, M. Sinnesael, J.W.M. Jagt, P. Claeys and R. Speijer*.

DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2022.10>

This paper describes the results of a palaeontological investigation of the Chalk in the Maastricht area in order to find evidence of an extinction event that has been recorded in other parts of the world. No evidence for this could be found, but the authors did uncover an increase in benthic productivity in the youngest part of the studied

section. This was potentially linked to a sea-level drop and the increase in availability of nutrients to the benthic community.

Meer weten over hoe papers gepubliceerd in NJG tot stand zijn gekomen? Beluister een podcast in de serie "The Paper Trail" (thepapertrail.buzzspout.com) waarin auteurs vertellen over hun onderzoek.



Rob Verschure in het pyrochemisch laboratorium van de UvA, 1954
Ewoud H. Bon

Rob Verschure 1930 - 2022

Met het overlijden van Rob (Robert Henri) Verschure is een inventief geoloog en groot verteller verdwenen. Rob werd op 16 mei 1930 geboren in Amsterdam, waar hij op 16 mei j.l. overleed. Na de HBS studeerde hij geologie aan de Universiteit van Amsterdam. Zijn doctoraal kartering deed hij in Zweeds Lapland onder professor H.A. Brouwer, een indrukwekkende persoonlijkheid. De rest van zijn leven bracht hij hem regelmatig met anekdotes in herinnering. Daarna werkte hij bij de afdeling Geomorfologie van Prof. Smit Sibinga. Een promotie lag in het verschiep, maar het liep anders.

ZWO (nu NWO) wilde in 1962 in het diepste verleden duiken met een nieuw laboratorium voor geochronologie onder leiding van Harry Priem. Rob liet zijn plan voor een geomorfologische

carrière varen en werd geochronoloog. Hij bleef tot zijn pensioen in 1996 bij de Stichting voor Isotopen Geologisch Onderzoek, al werd het laboratorium in 1991 aan de Vrije Universiteit overgedragen. Nog lang na zijn pensionering bleef hij wetenschappelijk actief, samen met Kees Maijer, totdat ziekte dit onmogelijk maakte. De activiteiten van het SIGO resulteerden in een zeer groot aantal publicaties met Rb-Sr en later U-Pb dateringen van vooral kristallijne gesteenten, wereldwijd. Van Brazilië, Suriname en de Antillen tot Indonesië, met het Iberische schiereiland, Scandinavië, Limburg en Ghana en regio's daar tussenin. Voor Rob waren de dateringen een pastukje in het geologisch verhaal. Hij probeerde altijd door metamorfose en indringende magma's heen te kijken.

Behalve een opmerkelijk veldgeoloog was hij bijzonder inventief. Zo vond hij in 1966 een apparaat uit om op basis van verschil in diëlektrische eigenschappen (erts)mineralen te scheiden. In 1978 bedacht hij een minuscuul boortje om onder een microscoop kleine, te dateren korreltjes uit een slijpplaatje te boren. De uitvindingen kwamen in bladen als Nature en Mineralogical Magazine. Het leverde hem zelfs een uitnodiging op om in de VS te promoveren, die hij afsloeg. Naast geochronologie waren verschillende petrologische en mineralogische problemen onderwerp van zijn eigen publicaties. Rob was ook een gretig verteller. Enkele van zijn anekdotes verschenen in de voorganger van de Geo.brief, de Nieuwsbrief KNGMG. In 2020 bundelden zijn dochters zijn stukken in Verzameling schriften van R.H. Verschure. Hij kende hele stukken van bewonderde voorgangers zoals W.C. Brøgger uit zijn hoofd. Talrijk zijn ook de verhalen over eigen veldwerken en expedities.

Een markant geoloog uit een opmerkelijke generatie is niet meer.

Timo G. Nijland en Ewoud H. Bon

Op de website van Geo.brief staat een langer In Memoriam van Rob Verschure

Nederlands Aardwetenschappelijk Congres NAC 2022

Op maandag 5 en dinsdag 6 september 2022 vindt het 18e Nederlands Aardwetenschappelijk Congres (NAC) plaats in het Van der Valk Hotel in Utrecht. Inmiddels heeft de organisatie een totaal aantal van 248 abstracts ontvangen. Na de online editie van 2021 wordt dit weer een 'traditioneel' NAC op locatie, gericht op een mooie, inhoudelijk sterke netwerkbijeenkomst voor aardwetenschappers en milieukundigen.

De vier keynote speakers zijn:

- Carolien Kroeze, Hoogleraar, Leerstoelhouder Water Systems and Global Change (WUR)
- Ylona van Dinther, UHD tektoniek en aardbevingsfysica (Universiteit Utrecht)
- Cathelijne Stoof, UD bos- en natuurbranden en bodemkunde (WUR)
- Eilard Hoogerduijn Strating, senior adviseur energietransitie (Royal Haskoning DHV)

Voorzitter van de programmacommissie en dagvoorzitter is Jelle Assink van het KNMI. Het NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen (ENW) reikt elk jaar vijf bijzondere wetenschappelijke prijzen uit op het gebied van maatschappelijke impact, team science, diversiteit en communicatie. Enkele van deze prijzen worden op het NAC uitgereikt. Ook wordt de Vening Meineszprijs op het NAC uitgereikt voor de beste aardwetenschapper die minder dan zes jaar geleden is gepromoveerd en werkzaam is in Nederland. Verder reikt het KNGMG traditiegetrouw de Escher- en Jelgersmaprijzen uit en belooft het Netherlands Journal of Geosciences de beste publicatie. Tenslotte reikt NWO op het NAC nog een poster- en fotoprijs uit.

Er is een plenair programma en er zijn zowel deelsessies als twee grote postersessies. Tarieven (per dag) voor deelname: 25 euro: studenten
50 euro: aio's en postdocs
75 euro: overig
Voor meer informatie en registratie: www.nacgeo.nl

Staringlezing door Lucia van Geuns

Op donderdagmiddag 13 oktober geeft Lucia van Geuns de jaarlijkse Staringlezing over 'Aardwetenschappen & Communicatie'. Lucia van Geuns werkte bij Shell (1980- 2002) en bekleedde onderzoeksposities bij TNO en het Clingendael International Energy Programme (CIEP). Zij heeft een achtergrond in geowetenschappen, petroleumtechniek, economie en planning. Haar onderzoek richt zich op internationale energiemarktontwikkelingen, energietransitievraagstukken en klimaatveranderingsbeleid.

Voorafgaand aan de Staringlezing vindt een symposium plaats. Lucia krijgt die dag tevens de Van Waterschoot van der Gracht Penning uitgereikt. De Van Waterschoot van der Gracht Penning is het hoogste eerbewijs in Nederland voor uitzonderlijk verdienstelijke aardwetenschappers. De Penning is vernoemd naar mr. dr. ir. W.A.J.M. van Waterschoot van der Gracht (1873-1943), oprichter en eerste voorzitter van het KNGMG en van 1905 tot 1915 Directeur van de Rijks Opsporingsdienst voor Delfstoffen (ROD), de latere Rijks Geologische Dienst. Deze eminente Nederlandse geoloog was ook één van de oprichters van de American Association of Petroleum Geologists (AAPG). De Staringlezing en het symposium vinden plaats op het hoofdkantoor van Deltares in Delft.

. personalia

NIEUWE KNGMG-LEDEN

- E.L. Advokaat
- J.R. Wijbrans
- E. Wijnen
- E.E. Bakx
- G. de Jong

5 – 6 september 2022

18e editie van het Nederlands Aardwetenschappelijk Congres (NAC). Locatie: Van der Valk Hotel, Utrecht. Info: www.nacgeo.nl

6 september 2022

KNGMG Noord lezing: 'Preparatory presentation for Harz Excursion'. De lezing wordt gepresenteerd door prof. Reinhard Gaupp en Heinz Bürgisser.

Locatie: Hoofdkantoor van de NAM, Schepersmaat 2, Assen. Vanaf 16:30. Aanmelden: kngmgnoord@gmail.com

5 – 7 september 2022

European Conference on the Mathematics Of Geological Reservoirs (ECMOR) 2022 conferentie. Hybride evenement.

Locatie: online / The Hague Conference Centre, Anna van Buerenplein 29, Den Haag.
Info: <https://eage.eventsair.com/ecmor-2022/>

10 – 12 september 2022

KNGMG Noord excursie: Harz en Asse zoutmijn. De excursie wordt begeleid door prof. Reinhard Gaupp, Heinz Bürgisser, Willem Schuurman en John Verbeek.

Meer informatie: kngmgnoord@gmail.com

13 – 15 september 2022

5th ICOS Science Conference 2022: Tracking progress to carbon neutrality.

Locatie: TivoliVredenburg, Utrecht.
Meer informatie: <https://www.icos-cp.eu/sc2022/registration>

4 oktober 2022

KNGMG Noord lezing: 'Continued effects of coal mining in Limburg'. De lezing wordt gepresenteerd door ir. Hans Roest. Locatie: Hoofdkantoor van de NAM, Schepersmaat 2, Assen. Vanaf 16:30.

Aanmelden: kngmgnoord@gmail.com

17 – 21 april 2023

Tiende Internationale Symposium over Bodemdaling (TISOLS) georganiseerd door het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling. Locatie: TU Delft / Gouda.

Meer informatie: www.tisols.org/120823



**Geo.brief is de nieuwsbrief van
KNGMG en NWO
46e jaargang, nummer 5, augustus 2022**

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 / D. Maljers (TNO-GDN), hoofdredacteur, F.S. van Schijndel-Goester, S. van Heteren (TNO-GDN), R. Prop (NWO), W. Asyee, M. Zeijlstra / e-mail: geobrief@kngmg.nl
Vormgeving / Harry Harsema en Thijs Dueck, Uitgeverij Blauwdruk, Gen. Foulkesweg 72, 6703 BW Wageningen. Tel. 0317 425880 / e-mail: harry@uitgeverijblauwdruk.nl
Lithografie / Hans Dijkstra, GAW ontwerp+communicatie Druk / Drukkerij Modern, Bennekom
Aandragen kopij / verschijningsdata 2022 onder voorbehoud:
• 6 – 26-8 / 30-9 • 7 – 7-10 / 11-11 • 8 – 18-11 / 23-12

Hoofdbestuur KNGMG / Dr. Bob Hoogendoorn (voorzitter), Drs. Annemieke van den Beukel (penningmeester), Dr. Kay Koster (secretaris), Dr. Marc Hijma, Dr. Anne Pluymakers, Marianne Leeuwis MSc
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
Ledenadministratie / Buvo Tel: 085-2015296 / ledenadministratie@kngmg.nl
NWO / Laan van Nieuw Oost-Indië 300, 2593 CE Den Haag. Postbus 93460, 2509 AL Den Haag. Tel: 070 3440 619 / r.prop@nwo.nl
Bestuur NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen / Prof. dr. Jan de Boer (voorzitter), Prof. dr. ir. Maarten van Steen, Prof. dr. Bas Zwaan, Dr. ir. Peter Wierenga, Prof. dr. ir. Ilja Arts, Prof. dr. Moniek Tromp

**Wadi Yikah vanaf de berg Jebel Sara,
Oman**

