



**Geo.brief is de nieuwsbrief van
KNGMG en NWO
48e jaargang, nummer 4, juni 2024**

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 / Frederique van Schijndel-Goester, Sytze van Heteren, Wenche Asyee, Martine Zeijlstra (eindredactie) / e-mail: geobrief@kngmg.nl

Vormgeving / Harry Harsema, Uitgeverij Blauwdruk, Gen. Foulkesweg 72, 6703 BW Wageningen. Tel. 0317 425890 / e-mail: harry@uitgeverijblauwdruk.nl.

Lithografie / Hans Dijkstra, GAW ontwerp+communicatie.

Druk / Drukkerij Modern, Bennekom
Aandragen kopij / verschijningsdata 2024 onder voorbehoud: nr 5: 14-7 / 18-8; nr 6: 23-8/27-9

Hoofdbestuur KNGMG / Bob Hoogendoorn (voorzitter), Annemieke van den Beukel (penningmeester), Kay Koster (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 / b.westerop@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, Bas Zwaan.

**De overweldigende
schoonheid en stilte
van de White
Desert, Egypte.**

Foto: Wiekert Visser



Word lid van
KNGMG
en scan de
QR code



Geo .brief

4
juni 2024

**De allervroegste aarde
De Geologie van de Tour de France
Diepe zeeën aan de overkant van het Kanaal
Versnelde verwerking in Egypte**

Schatkamer vol sedimenten / Binnen het KNGMG zijn sinds meerdere decennia verschillende ‘Kringen’ actief. Deze Kringen vertegenwoordigen verschillende aardwetenschappelijke disciplines of regio’s binnen het genootschap. De Geofysische Kring was de eerste Kring, opgericht in 1934. In de loop van de tijd zijn er Kringen bijgekomen en ook weer verdwenen, meestal wegens gebrek aan leden of omdat Kringen opgingen in andere gerelateerde bestaande of nieuwe verenigingen.

De Sedimentologische Kring bestaat sinds 1971 en heeft als doel de sedimentologie in Nederland te bevorderen en stimuleren, vooral met excursies en lezingen. Het afgelopen jaar leek het er even op dat de Sedimentologische Kring op non-actief zou worden gesteld, bij gebrek aan een nieuw bestuur. Maar, na nog wat extra rondvragen en lobbywerk is het toch gelukt om vier enthousiaste nieuwe bestuursleden te vinden! Daar zijn wij, vanuit het KNGMG-bestuur, ontzettend blij mee. De sedimentologie is uiteraard een belangrijk onderdeel van het genootschap. Op 17 mei vond tijdens de Algemene Ledenvergadering van de Sedimentologische Kring de bestuurswissel plaats bij Deltares in Delft. De nieuwe bestuursleden zijn Christiaan van Baak (Deltares - voorzitter), Stephan Toby (TU Delft - secretaris), Mieke Kosters (Shell - penningmeester) en Hui-bert van den Brink (excursiecoördinator). Zij volgen het huidige bestuur op, bestaande uit Lonneke Roelofs (voorzitter), Jelle Moree (secretaris) en Koen Hebinck (penningmeester). Veel dank aan laatstgenoemde mensen voor hun inzet de afgelopen jaren, en veel succes alvast voor het nieuwe bestuur! We zijn benieuwd naar de komende activiteiten, en houden de agenda in de gaten.

Het is inmiddels al mei, dus het wordt alweer tijd om plannen te maken voor de zomervakantie. Voor de mensen die, net als ik, ook in hun vrije tijd graag met geologie en geografie bezig zijn, volgt hier een KNGMG- zomertip! Afgelopen zomer was ik in het Binntal, in Zwitserland. Dit afgesloten en hooggelegen kleine dal staat al sinds de 18^e eeuw bekend om zijn veelzijdige geologie, met bijbehorende bijzondere flora, én om de vele verschillende soorten mineralen die hier gevonden zijn. In totaal zijn tot nog toe ruim driehonderd verschillende mineralen ontdekt in het Binntal en directe omgeving, waarvan ongeveer de helft is gevonden in de ‘schatkamer onder de mineralengroeven’: de Lengenbachgroeve. De lange lijst met mineralensoorten is te vinden op internet (bijvoorbeeld via <https://www.landschaftspark-binntal.ch/de>). De Lengenbach is een klein zijdal van het Binntal. De kleine rivier Lengenbach heeft hier een bijzondere rotsformatie blootgelegd, resulterend in een ongeveer driehonderd meter lange ontsluiting van wit dolomietmarmor. De vorming van dit gesteente begon zo’n 240 miljoen jaar geleden. Tij-

dens de vorming van de Alpen werden ertsen in het gesteente op een heel bijzondere manier getransformeerd onder hoge temperaturen. Hierdoor ontstonden veel buitengewoon zeldzame mineralen, zo’n veertig mineralen zijn voor het eerst in de Lengenbachgroeve ontdekt. Wie een nieuw mineraal wil opsporen, moet wel goed zoeken. De mineralen uit de Lengenbachgroeve zijn over het algemeen heel klein.

Je bereikt de groeve via de ‘Gesteinslebnisweg’, een toegankelijke wandelroute langs grote blokken van elf soorten gesteenten die veel voorkomen in het Binntal, mét uitgebreide toelichting over het ontstaan van de gesteenten, zoals verschillende soorten gneizen, Penninische Bündnerschiefer (kalkrijke sedimenten afgewisseld met kwarts- of leemrijkere zones), serpentieniet, en dolomiet. De route eindigt in de mineralengroeve Lengenbach. De groeve zelf is gesloten voor publiek. Maar speciaal voor de amateur ‘Strahler’ stort de beheerder regelmatig wat restanten voor de groeve uit, nog in de dolomiet-ontsluiting. Samen met een in het dal gehuurde ‘Hammer & Meißel’ goed voor een heerlijke middag speuren! De speurtocht leverde ons onder andere vijf prachtige stukken sneeuw wit dolomiet op met kleine kubusjes pyriet; ‘the fools gold’. De stenen liggen hier voor me op de vensterbank. Zo word ik iedere dag herinnerd aan het prachtige en bijzondere Binntal!

Sanneke van Asselen



Onderzoek naar de aller- vroegste aarde

3,440 Ma oude, mooi uitverweerde, komatiiet uit de Pilbara, West Australië.

Hoe zag het oppervlak van de vroegste aarde eruit? Daarover is nog veel onduidelijkheid. De opvattingen variëren van diep-oceanisch tot zeer ondiep marien; van siliciklastisch tot kalkrijk, van mafisch tot felsisch vulkanisch, van geaccidenteerd tot vlak; met een zuurstofarme atmosfeer. En dat alles op een aardkorst van nog grotendeels onbekende samenstelling en dikte, oceanisch of continentaal, met of zonder plaattektoniek. Hoe kom je dan toch tot een reconstructie, althans van delen, van het aardoppervlak van 3.5 miljard jaar geleden? In deze Geo.brief maken Wout Nijman, Sjoukje de Vries en Armelle Kloppenburg hier een reconstructie van.

In de Geo.brief van 2014 [1] stond een overzicht van resultaten van het Earth’s Earliest Basins project, waarin geologen uit Utrecht en Amsterdam samenwerkten met collega’s uit Australië, Zuid-Afrika, Frankrijk en Israël.

Intussen zijn we tien jaar verder. In 2014 vermeldden we dat we bezig waren met een tientallen kilometerslange doorsnede door de Archeïsche bovenkorst van het Pilbara-craton in West-Australië. De resultaten daarvan publi-

ceerden we in twee artikelen [2][3]. We wisten daarin te bewijzen dat in de Pilbara de voor de Archeïsche cratons kenmerkende dome-and-belt-structuur -granietlichamen omrand door groensteengordels (Fig. 1)- relatief laat werd gevormd (3,2-2,8 Ga). Die deformatiefase volgde op een fase van op- en overschuiving (3,31-3,19 Ga), die wij relateren aan het begin van de plaattektoniek met de daarbij behorende patronen van korstverdikking, erosie en afzetting van grofklastische sedimenten. Daaraan vooraf-

gaand heerste er langdurig (>3,5-3,3 Ga) een regiem van rekbreuk-systemen in een geheel andere aardse omgeving. Door de dome-and-belt-vorming werden de Paleoarcheïsche (ultra)mafisch- en felsisch-vulkanische afzettingen (respectievelijk met < 52% en > 63% SiO₂) en geassocieerde sedimenten samen met de daarin al aanwezige compressie- en rekbreuken steil gesteld. Dat maakt dat de stratigrafische kolom van tien-vijftien kilometer dikte nu aan de oppervlakte breed en zijd toegan-

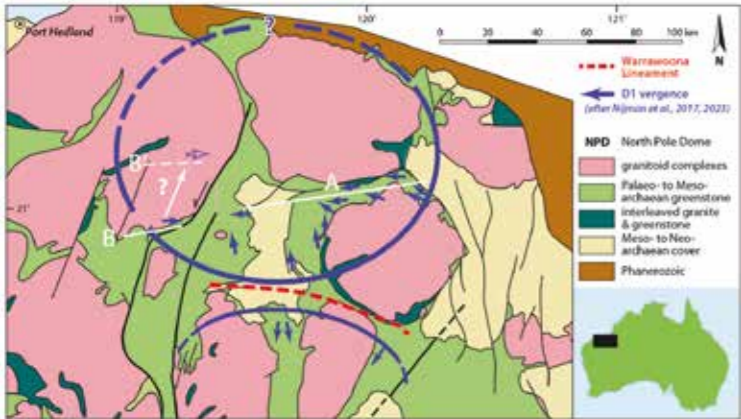


Fig. 1. Een deel van het Pilbaracraton met daarin met blauwe pijlen de vergenties van synsedimentaire breuksystemen (D1); de cirkels geven de geïnterpreteerde bekkenranden aan (zonder vormaanpassing door latere steilstelling). De witte lijn A correspondeert met de dwarsdoorsnede van Fig. 2, lijn B met die van Fig. 4. Vanwege sinistrale schuif langs de afsnijdende breuk lag sectie B oorspronkelijk verder naar het noorden, al is niet bekend hoever.

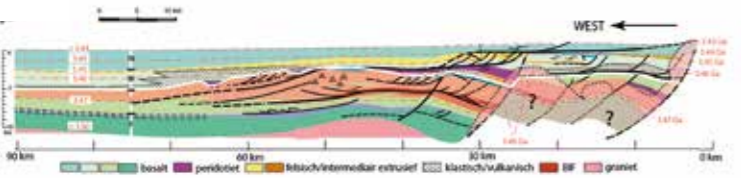


Fig. 2. Gereconstrueerde dwarsdoorsnede langs lijn A in Fig. 1. 'I-IV' verwijst naar de bekkensuperpositie. Rode streepijnen zijn tijdlijnen met tien Ma-intervallen.

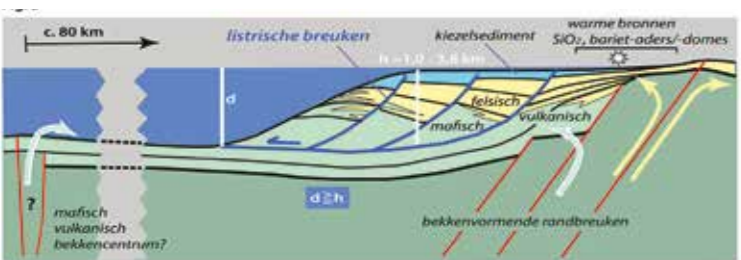


Fig. 3. Opbouw van de Paleoproterozoische bekkenrand met dieptebeoordeling van het bekkencentrum. Asterisk geeft vindplaatsen van vroege levensvormen aan.

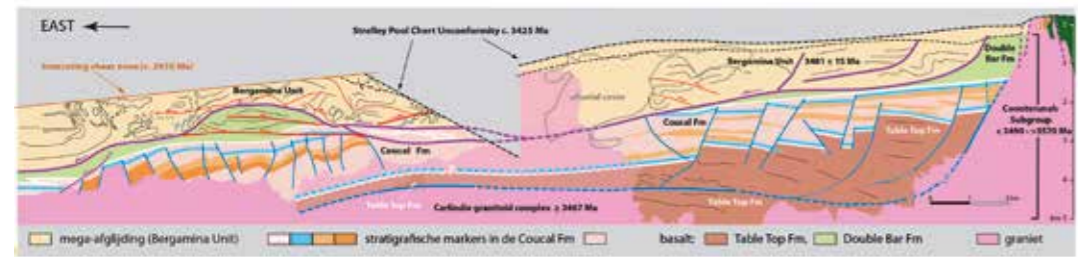


Fig. 4. Doorsnede (langs tracé B in Fig.1) van de door extensiebreuken gedeformeerde c. 3,5 Ga Coonterunah Subgroep en de daarover afgezette 3481 15 Ma afschuiving (Bergamina Unit). De synsedimentaire, gedeeltelijk listrische breukserie in de Coonterunah Subgroep is gevormd in de kenmerkende opeenvolging van basalt aan de basis (Table Top Fm) naar een combinatie van basalt/felsische lava/kiezelsediment in de top (Coucal Fm).

kelijk is en de ontsluiting over grote afstanden afleesbaar is geworden als een seismisch profiel.

Bekken-reconstructie / Dat de dome-and-belt-structuur relatief laat ontstond, maakte het mogelijk reconstructies toe te passen door het terugkantelen van de steilstaande lagen rondom de graniet-domes naar hun oorspronkelijke horizontale positie. Daarmee kwamen ook de breuksystemen uit de overschuivings- en rekfasen terug in hun originele stand. Eliminatie van het effect van de fase van op-/overschuiving leverde in de dwarsdoorsneden vervolgens een beeld op van de rekbreuksystemen ten tijde van de afzetting van de twaalf kilometer dikke stratigrafische kolom (Fig. 2).

Sedimenten / De meeste Paleoproterozoische sedimenten, hoofdzakelijk bestaande uit primaire kiezel, en verkiezelde vulkanische zanden, tuffen en carbonaten, bleken in kustmilieus te zijn afgezet. Bewijzen van getijdenwerking geven aan dat die direct of indirect verbonden waren met open zee [2]. Waar zulke bewijzen afwezig zijn, ging het waarschijnlijk om kustmeren. Discordanties en verlandingsoppervlakken zijn beperkt tot de bekkenranden [3]. Veel reliëf aan de landzijde kan er, in tegenstelling tot gangbare illustraties van dat Archeïsche landschap, niet zijn geweest omdat de daarbij behorende significante hoeveelheden klastische sedimenten tot het einde van het Paleoproterozoicum goeddeels afwezig zijn. Daarmee zijn belangrijke parameters van het milieu waarin vroeg leven kon floreren, zoals de vorm en de diepte van bekkens, nog geenszins bepaald.

Bekkenvorm / De extensie uit zich vooral als listrische groei-breuksystemen op basis van een basaal laag-parallel schuifvlak (Fig. 3), zoals we die ook uit passieve oceaandraken (passive margins) en delta's kennen. Door de schelpvormige kromming heeft beweging langs zulke breuken een duidelijk richting (vergentie). Bij de huidige passieve margins wijst de holle kant van de breuken naar het bekkencentrum, dus naar de diepzee. Dit soort breuksystemen zijn namelijk gravitatief en worden geïnitieerd

door gebrek aan stabiliteit in de continentale shelf: aan de oeaankant een soortelijk lichte diepwaterkolom boven de oceanische korst tegenover de massieve buffer van het continent aan landzijde. Behalve de listrische breuken zijn er ook langs de bekkenranden dieper reikende breuken die een rol lijken te spelen in de bekkenvorming zelf [2].

De rekbreuksystemen, die we in het Paleoproterozoicum zien, zijn qua grootte vergelijkbaar met die in moderne passieve margins, maar de hoofdzakelijk vulkanische samenstelling van die bekkenranden is totaal anders dan die van huidige continentranden. Die gradeert in de onderzochte Paleoproterozoische voorbeelden, met een enkele uitzondering, van basalt onder en boven het basale schuifvlak via felsische vulkanieten naar kiezelsediment op zeeniveau in de top (Fig. 3, 4).

De terugrotatie van de groensteengordels naar hun oorspronkelijke horizontale stand levert een verrassend beeld op voor de rekbreuksystemen. Het blijkt dat de vergentie een centripetaal patroon volgt (Fig. 1) over een halve cirkel met een straal van circa tachtig kilometer. In een scenario waarin dit het nu zichtbare deel is van een eens min of meer complete cirkelvorm, hebben we te maken met een ronde bekkenvorm met centripetale extensie-richtingen in de bovenkorst. Felsisch vulkanisme was geconcentreerd langs randbreuken van het bekken, basaltisch vulkanisme ging eraan vooraf en domineert in het centrum (Fig. 3, 5; zie ook fig.10 in [2]). Uit de opbouw van de stratigrafische kolom blijkt dat er, althans in de Pilbara, sprake is van een stapeling van vier bekkens van eenzelfde vorm op dezelfde plaats gedurende een periode van tweehonderd Ma (I-IV in Fig. 2). Hieruit ontstaat een beeld van een pulserende bekkenvorming en cyclisch vulkanisme bijvoorbeeld boven een stationaire hotspot aan de onderkant van een relatief dikke basaltische korst (fig. 10 in [2]), een setting, die in 2016 onafhankelijk van onze waarnemingen geofysisch werd gemodelleerd door onderzoekers van de ETH Zurich (plume-lid model) [4].

Bekken-diepte / Door de niet-actualistische eigenschappen van de vroege aardkorst is de bepaling van de diepte van de oudste bekkens altijd al een punt van controversie. In de literatuur wordt over 'ocean' gesproken, maar onduidelijk blijft hoe diep die was. Het thermische regiem van de submariene korst verschilde aanmerkelijk van dat van vandaag en het is

bovendien onbekend of, zo niet uitgesloten dat, er überhaupt oceanbodem werd gevormd in een oceanic ridge setting. Wel werden in de Barberton Greenstone Belt in Zuid-Afrika dieptes tussen 1700 meter en 4400 meter afgeleid uit de grootte van vesikels in basalten [5]. De grote structurele gelijkenis van de Paleoproterozoische bekkenranden met die van de Phanero-

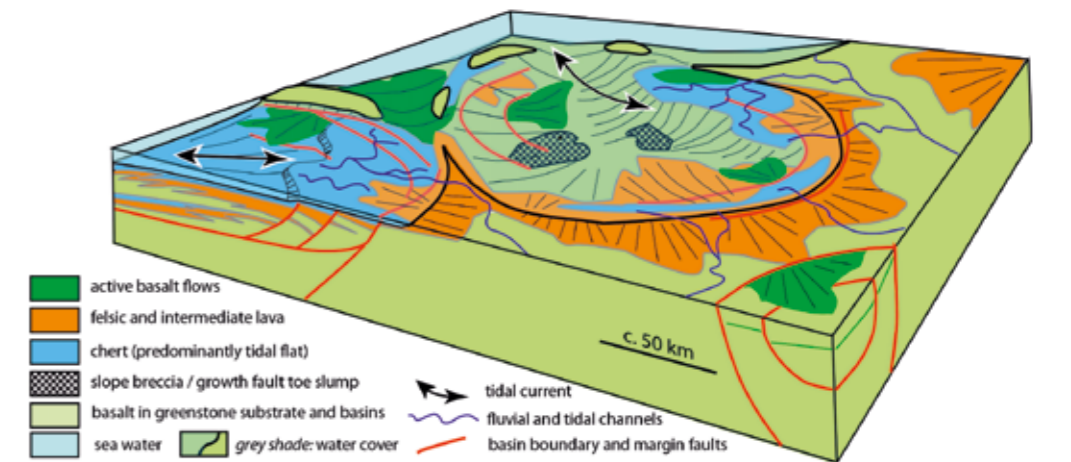


Fig. 5. De gemodelleerde bekkensetting. Er bestonden meer bekkens naast elkaar in verschillende stadia van ontwikkeling, vergelijk Fig. 1.

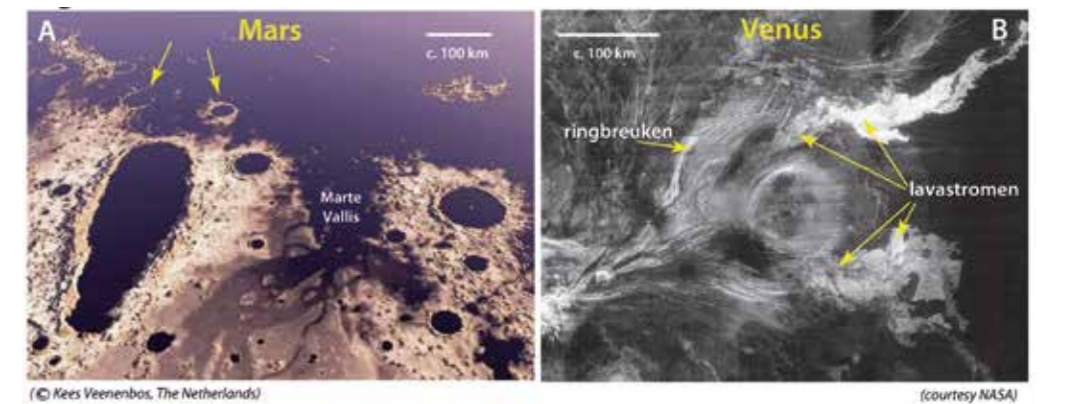


Fig 6.A. Marskraters op de rand van de 'noordelijke oceaant' op Mars (geïnuundeerde Mars-weergave: © Kees Veenbos); pijlen wijzen naar half open en bijna gesloten kraters.

Fig. 6.B. De Idem-Kuva corona op Venus met randbreuken en lava-uitvloeiingen, zowel vanuit het bekkencentrum als uit de randbreuken (NASA, Magellan radar view).

Geo-Sports

en de Geologie van de Tour de France

Marjolein en Douwe filmend in het Juragebergte, in een clip over dinosaurusvoetsporen.



De live-verslagen van de Tour de France trekken ieder jaar miljoenen mensen. Ideaal om kijkers ook iets bij te brengen over de omgeving waar de renners doorheen snellen, blijkt uit het succes van de clips van Geo-Sports, legt Douwe van Hinsbergen uit in deze Geo.brief.

Wie aan de drukte van alledag wil ontkomen en een beetje uithoudingsvermogen heeft om oeverloos lange sportwedstrijden te kijken waarin weinig gebeurt maar waarin de anticipatie op heroïsche actie het plezier geeft, die volgt 'de koers'. Jaarlijks kijken en luisteren ruim twintig miljoen mensen wereldwijd de live-verslagen van de Tour de France. Ook de Giro d'Italia en Vuelta à España hebben enorme aantallen fans. De voorjaarsklassiekers die verreden worden in Noord-Italië, Vlaanderen, Noord-Frankrijk, Limburg en Wallonië, trekken alleen in Nederland al twee miljoen kijkers. En tussen al die grote wedstrijden door zijn er legio eendags- en rittenkoersen die live op de internationale tele-

visie te zien zijn. Maar wat al deze miljoenen kijkers niet weten is dat ze al die uren dat ze zitten te wachten op actie naar fascinerende geologische excursies zitten te kijken. Ik wilde eens zien of we daar verandering in aan konden brengen en onder meer met ondersteuning van KNGMG lukt dat.

Plezierig gemummel / Bij de meeste mensen staat er wat achtergrondmuziek op wanneer er gewerkt moet worden. Bij mij wiewedstrijden. Dat gemummel op de achtergrond over leuke banden, en kasteel hier en daar, wat roddelpraat over transfers, ploegentaktiek, is plezierig. Maar al jaren zat het me dwars dat

zoische oceanische passieve margins biedt een andere mogelijkheid tot dieptebeoordeling (Fig. 3). Bij passieve margins neigt de continentale shelf via listrische breuken door gravitatieve instabiliteit uit te zakken richting dieper water. Daardoor ligt het basale schuifvlak van zulke breuksystemen niet dieper dan de hoogte van de waterkolom boven de bekkenbodem. In de Paleoaarcheïsche gevallen ligt de bovenkant van de groeibreuksystemen, zoals hierboven vermeldt, in het algemeen op zeeniveau (kustnabije kiezelsedimenten). De verticale afstand van basaal schuifvlak tot sedimentaire top is daarmee een maat voor de minimale bekkendiepte (Fig. 3). Minimaal, omdat de basale schuifvlakken natuurlijk ook hoger op de continentale helling kunnen uitmonden en de bekkendiepte in dat geval nog groter is ($d \geq h$ in Fig. 3). De zo berekende minimale bekkendiepte varieert van duizend meter tot 3800 meter [3] tussen de diverse Paleoaarcheïsche bekkens in de Pilbara en de Barberton Greenstone Belt. Dit is in goede overeenstemming met de boven aangegeven dieptes berekend op basis van basalt-vesiculariteit [5].

Mega-afglijding / Het is niet verwonderlijk dat een bekken van enkele kilometers diepte en een doorsnede van een paar honderd kilometer, volledig gedomineerd door actief vulkanisme, erg instabiele randen heeft. In het oudste gedeelte van de Pilbara vonden we een uitzonderlijk grote submariene afglijding die we vooral uit satellietfoto's als zodanig konden interpreteren (Fig. 4) [3]. Ze is ontsloten over een lengte van minimaal 22 kilometer met een dikte van bijna twee kilometer, aan de westkant van het bekken met de grootste waargenomen diepte (3800 meter), en heeft een oostwaartse transportrichting naar het centrum van het bekken (lijn B in Fig. 1). Submariene afglijdingen van dergelijke afmetingen, zijn bekend uit recentere tijden, bijvoorbeeld bij de Canarische eilanden [6].

Early life langs randen van diepwaterbekkens? / De combinatie van bekkenvorm en diepte resulteert dus in een diep komvormig bekken met een diameter in de orde

van 150 kilometer (Fig. 5). Er is indicatie dat die vorm zorgde voor resonantie van de getijdenwerking langs de ondiepe randen. De bekkenbodem was basaltisch, op de shelfranden werden naast basaltische ook felsische en intermediaire lavas afgezet, niet vanuit conische vulkanen, maar gevoed door spleet-erupties uit circulaire randbreuken. In de ondiepste delen ontstonden wadden van kiezelslib en -zand met coccoïdenkolonies en met stromatolieten van microben (Fig. 3) [1][7]. Dergelijke bekkens, nu waargenomen in stratigrafische superpositie, werden uiteindelijk gevuld met vulkanische afzettingen, hoofdzakelijk basalt. Duidt die ronde bekkenvorm op een inslagkrater zoals ze op de maan en Mars voorkomen (Fig. 6A)? We denken van niet, omdat de significante kenmerken van een meteorietinslag van die omvang ontbreken. Ook de lange duur van de bekkenvorming en de bekkensuperpositie kloppen daar niet mee. Bekkenvorming op dezelfde schaal met lava-uitvloeiingen langs de rand en in het centrum kennen we wel van de corona's op Venus (Fig. 6B).

Wat levert dit alles nu op met betrekking tot het milieu waarin het vroege leven zou kunnen zijn ontstaan? Afgezien van het feit dat het onderzoek naar sporen van vroeg leven [8] in de vorm van microben of biochemische indicatoren nog veel vragen oplevert, zijn waarnemingen ervan in de Pilbara en in Barberton geconcentreerd op de kiezelige getijdenafzettingen in de ondiepste delen van de bekkens, gelieerd aan felsisch vulkanisme in een dominant mafisch vulkanische omgeving (Fig. 5). Mogelijk zouden er ook dieper in het bekken, op plaatsen waar hydrothermale activiteit heeft plaatsgevonden – het bekkencentrum? -, sporen van vroeg leven te vinden kunnen zijn. Dat betekent mogelijk dat met dit soort milieufactoren en bekkensetting de fysische en chemische voorwaarden voor het ontstaan van het eerste leven nauwer begrensd kunnen worden.

Hoe verder? / De onderzoeksvragen zijn nog talrijk. Hoe kan facies-analyse, of het nu vulkanische, klastische of chemische afzettingen betreft, verder worden gedetailleerd met ver-

fijnde datering? Hoe verhoudt zich de geschets-te bekkenanalyse met de structurele en petrologische analyse van de onderliggende korst en de daarin gedocumenteerde diepere schuifzones [3]? Welk korstmodel, petrologisch, geomechanisch, thermisch, is trouwens het meest aannemelijk? En hoe vergelijken we de verkregen kennis van het Paleoaarcheïcum met, en passen we die toe op het onderzoek van de andere terrestrische planeten en op het ontstaan van leven in het algemeen?

Tijdens een Pilbara-excursie in 2022 met veertien wetenschappers werkzaam in verschillende aardwetenschappelijke disciplines in binnen- en buitenland, hebben we de tot nu toe verkregen gegevens ter plekke getoond en besproken. Met als insteek het stimuleren van multidisciplinair vervolgonderzoek naar de vroege aarde vanuit Nederland, onderzoek dat zeer goed kan passen in het meerjarig Origins-project van NWO. De mogelijkheid om daarvoor in Nederland ook bij het Dr. Schürmannfonds voor Precambrium-onderzoek* subsidie aan te vragen, is daarbij mogelijk een extra stimulans.

Wout Nijman

(Universiteit Utrecht)

Sjoukje de Vries

(Universiteit Utrecht, tegenwoordig werkzaam bij EBN BV)

Armelle Kloppenburg

(4DGeo Applied Structural Geology, Den Haag)

*www.dr-schurmannfonds.nl

[1] Geobrief 2014, 2: 12-15

[2] Nijman, Kloppenburg, De Vries, 2017. J.Geol. Soc.174:1090-1112.

[3] Nijman, De Vries, Kloppenburg, 2023. Precam. Res. 398 (15):107121.

[4] Fischer, Gerya, 2016. J.Geodyn. 100:198-214.

[5] De Wit et al., 2018. Geosci.Front. 9:603-665.

[6] Masson et al. 2006. Philos.Trans.Roy.Soc. A364:2009-2039

[7] Westall et al., 2011. Planetary and Space Sci. 59:1093-1106.

[8] Westall, Hickman-Lewis, 2023. Encyclopedia of Astrobiology: 323-327.

met alle achtergrondinformatie die geboden wordt door commentatoren, er zelden of nooit iets verteld werd over het landschap waardoorheen de koers voert, of de redenen waarom een berg ligt waar hij ligt. En daar is gelegenheid zat voor, want er moet door de commentatoren doorgaans een paar uur gevuld worden waarin er niet zo veel gebeurt. Dus in 2021 schreef ik voor de Tour de France in een paar alinea's per etappe op wat er zoal te zien was en stuurde dat naar een oude vriend die toevallig bij de NOS in het hol van de leeuw werkt. Tot mijn plezier - en enige verbazing - werd de informatie geapprecieerd en gebruikt, en de blogjes, gepubliceerd op mijn website, werden aangehaald door kranten en veel gelezen. Dus in 2022, met een klein potje geld, hebben we een eerste website gebouwd, en een paar extra schrijvers uitgenodigd, en heb ik het X-account @GeoTdf gestart. Dat werd wederom internationaal gebruikt en leidde tot een uitnodiging om aan te schuiven bij de wielers-late night show 'Avondetappe' van de NOS, waar ik een kort college over de geologie van de etappe van die dag gaf - door de vulkanen van het Massif Central. En daarmee was een idee geboren.

Geologische landmarks /

Terwijl het aantal volgers groeide, hebben we geëxperimenteerd met de communicatievormen - tweets, blogs, clips - en terwijl ik dit schrijf maak ik voor de producer van de Giro d'Italia korte stukjes van veertig woorden over geologische landmarks die tijdens de etappe van morgen in beeld gaan komen. Op basis van onze eerste twee jaar schreef ik een succesvolle aanvraag vanuit het departement Aardwetenschappen van de Universiteit Utrecht, samen met Naturalis, en kregen we financiering van een wetenschapscommunicatiefonds van NWO. Daarmee zijn we in 2023 Geo-Sports begonnen. Dit platform richt zich vooral op wielervedstrijden, maar we hebben ook de geologie van de Ocean Race zeilregatta en de Dakar Rally verslagen. En zelfs de geologie van Curling (die stenen zijn gemaakt van een micrograniet uit de Paleocene North Atlantic Igneous Province die gewonnen wordt op een klein eiland in Schotland). In 2023 kwam wielersjournaliste en commentatrice José Been aan boord als editor en geoloog, en documentairemaker Mark Carpenter als producer. We hebben de website www.Geo-Sports.org ontwikkeld, social mediakanalen op de meeste

aanbieders, en blogs en clips over de geologie van de etappes van de Tour de France, de Tour de France Femmes, de belangrijkste klassiekers, en een aantal rittenkoersen. En dat aantal stijgt gestaag.

Geo-Sportsplatform /

Wat begon als een tijdverdrijf op een saaie Covid-avond is inmiddels uitgegroeid tot een platform waarin aardwetenschappers in contact komen met een publiek dat helemaal niet ingeschakeld had om iets over geologie te leren, maar dat breed geïnteresseerd is. En dat publiek blijkt - mits aan een paar basisregels voldaan wordt - zeer ontvankelijk. We hebben het Geo-Sportsplatform dus ook opengesteld voor een breed scala aan aardwetenschappers. Ik schreef de blogs oorspronkelijk zelf, maar sinds 2023 hebben we tientallen gast-schrijvers van over de hele wereld gehad die blogs hebben geschreven. Al deze schrijvers doen dit op vrijwillige basis, maar zij, en hun werkgevers, hebben alle mogelijkheid om zich aan hun publiek te laten zien. Wat ik er misschien nog wel het leukste aan vind is dat dit initiatief wetenschappers hun gezamenlijke enthousiasme laat delen. Die goeie sfeer wil wel eens missen, ons hele systeem is ingericht op kritiek geven, wat het vaak een eenzame wereld maakt. Dit project doorbreekt dat.

In 2023 zijn we daarnaast begonnen met het produceren van korte clips, van twee minuten lengte, die ingeschakeld kunnen worden in een live-TV verslag van de Tour de France of voorjaarsklassiekers. De presentatie van die clips wordt gedaan door mijn collega Marjolein Naudé, junior docente aan de UU, en door mij. De clips werden goed ontvangen en zowel de NOS in Nederland, als ITV in het Verenigd Koninkrijk is de clips gaan gebruiken. Ook voor 2024 hebben we een serie clips gemaakt die weer gebruikt worden in Nederland en het VK.

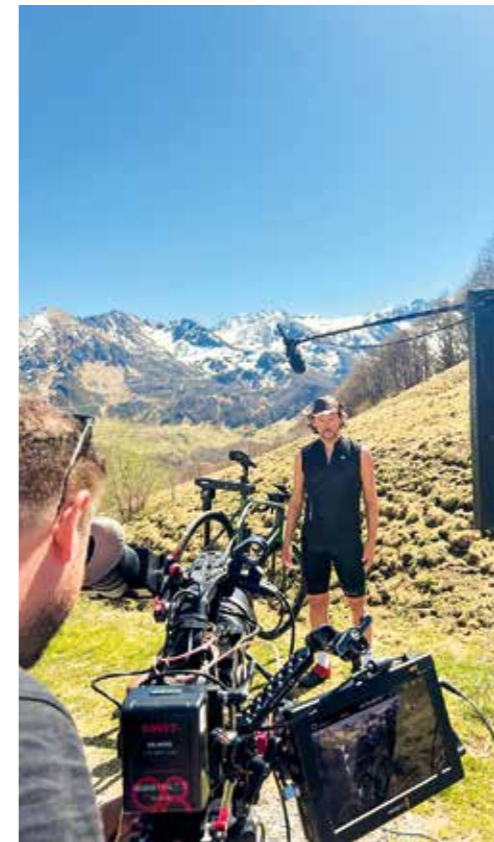
Meteoriet uit het Trias /

De regels van het spel zijn vrij eenvoudig. Iedere blog, tweet, of clip, begint met een observatie die de kijker zelf kan maken. Een berg, een rivier, een vlakte, een gekleurde laag, en structuur, een landschapsvorm, of zelfs helemaal niks, waarbij

we aangeven dat dit 'niks' misleidend is omdat er wel degelijk iets is (een begraven inslagkrater van een meteoriet uit de Trias, kom maar mee, laat ik je de muur van een kasteeltje zien, daar zitten bijzondere keien in). Daarna nemen we de kijker even mee op een kijkje achter de schermen. Uiteraard moet het verhaal ontgaan worden van jargon - wat niet meevalt trouwens, want we zijn er goed in binnen de aardwetenschappen om met ingewikkelde terminologie te verbloemen dat we het zelf ook niet helemaal snappen. En daarna leiden we de kijker of lezer met een kwinkslag of uitleidende opmerking weer terug naar de koers. En aan dat concept heb ik vorig jaar een regel toegevoegd: de sfeer van de blog of clip moet dezelfde zijn als de sfeer van de koers. Laat ik dat iets nader uitleggen.



Marjolein Naudé tussen twee scènes in een clip over carbonaten en zeespiegelstijging in de Champagne.



Douwe als wielrenner die uitlegt welke ertsen er nodig zijn om een fiets te maken.

Clips over gletsjers / Vorig jaar maakten we een clip over de gletsjers in de Alpen. Het zal geen geheim zijn dat het niet zo best gaat met die gletsjers. Onder een opwarmend klimaat krimpen ze snel. Het doel van de clip was om uit te leggen wat de rol van gletsjers in de waterhuishouding van de omringende laaglanden zijn - de watertorens die in de natte winter water opslaan en in de droge zomer dat beetje bij beetje loslaten. En het verdwijnen leidt dus tot veranderingen waar we rekening mee moeten houden - grotere waterafvoer in de winter, minder in de zomer. We hebben nooit een activistische agenda - we hebben ons als doel gesteld om eenvoudigweg aardwetenschappelijke systemen en processen uit te leggen, het belang ervan in de maatschappij, en om interes-

se te kweken. Echter, door de link van de gletsjer terug naar de koers leidde deze clip tot kritiek - eigenlijk de enige die we tot nu toe gekregen hebben. We vertelden dat de gletsjers als renners zijn met een hongerklop op de slotklim - dat wil zeggen dat ze te weinig te eten gehad hebben. Maar daarmee brachten we de kijker met een pessimistische toon terug in de wedstrijd. Dat werkt dus niet: ons publiek staat open voor allerlei informatie, maar kijkt naar een wielervedstrijd om even aan de ellende van alledag te ontsnappen. Dus we kunnen ook de zwaardere thema's van onze tijd behandelen - en er zijn er meer dan genoeg in ons vakgebied - maar de lezer of kijker moet in dezelfde ontspannen sfeer worden teruggeleid naar de wedstrijd als waar ze in zaten toen we hen oppikten.

Met die simpele regels is er veel eer te behalen. En met de grote hoeveelheid aan clips en blogs - er zullen na de zomer van 2024 zo'n zeventig blogs en dertig clips op de website en het YouTubekanaal staan - hebben we een groot aantal onderwerpen van ons vak de revue laten passeren. In de toekomst overwegen we om de Tour eens een jaartje over te slaan en een serie blogs over de Giro, en het andere jaar de Vuelta te schrijven. Bovendien denk ik dat al die verhalen en clipjes die door tientallen wetenschappers van over de hele wereld gemaakt zijn, en op de website in negen talen beschikbaar zijn, wel eens goede bronnen zouden kunnen vormen voor het middelbare schoolonderwijs. In de aardrijkskunde, maar vooral ook in de natuurkunde, scheikunde en biologie. Als we dan toch inbreken in het vak van een ander, dan kunnen we daar nog wel even mee doorgaan. Wat we uit moeten vinden is hoe we een opdracht in die vakken origineel kunnen illustreren met een voorbeeld uit de aardwetenschappen. Maar dat kunnen we ongetwijfeld. Meer interesse? Volg ons op de socials, en deel je ideeën!

Douwe van Hinsbergen.

Foto's: Archief Douwe van Hinsbergen

Verslag Jaarvergadering KNGMG

De jaarvergadering van het KNGMG vond plaats op 30 mei, met aansluitend een symposium getiteld 'Seismiek in de energietransitie'. Deze keer is het hoofdbestuur bijeengekomen op een bijzondere locatie, de Energy Cave in Rijswijk. De Energy Cave ademt aardwetenschappen en energietransitie, en is een ontmoetingsplek voor onderwijs, beleid en onderzoek. Zeer geschikt dus voor deze middag.

Opening / 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), Sanneke van Asselen (algemeen bestuurslid) en Kay Koster (secretaris) aanwezig.

Jaarverslag 2023 / Het Jaarverslag is gepubliceerd in Geo.brief 2024-2. De voorzitter blikt terug op 2023 en geeft hierover een samenvatting. Enkele hoogtepunten zijn: Kees Kasse heeft in april de Van Waterschoot van der Gracht Penning ontvangen voor zijn bijdragen op het gebied van academisch onderwijs en Kwartairgeologie. De penning werd uitgereikt op het symposium 'Zien we het landschap?'. In oktober ontving René Fraaije de Van Waterschoot van der Gracht Penning. René ontving de penning, vanwege de oprichting van Het Oertijd Museum in Boxtel. Voorafgaand aan de uitreiking werd een symposium gehouden met als thema 'Maastrichtien'.

Tijdens het Nederlands Aardwetenschappelijk Congres waren de door het KNGMG georganiseerde activiteiten een keynote lecture door Walter Immerzeel (UU) over hydrologische processen in de Himalaya, en een workshop

over de positie van vrouwen binnen ons werkveld.

Tijdens het NAC heeft Bernard Westerop (NWO) een Kern van het KNGMG ontvangen. Bernard is jarenlang de drijvende kracht geweest achter de organisatie van het NAC. Op het NAC werd door Henk Kombrink, de hoofdredacteur van Netherlands Journal of Geoscience, de prijs voor het beste artikel uitgereikt. Deze prijs ging naar Robin Schumann (Universiteit Bonn).

In september organiseerde het KNGMG het 'Building Bridges' symposium bij TNO in Utrecht. Het symposium behandelde verschillende dilemma's waarmee aardwetenschappers tegenwoordig geconfronteerd worden.

Het laatste symposium van het jaar vond plaats in november, bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed in Amersfoort. Dit symposium, met als titel 'Aardkundige Waarden' werd naast de RCE en KNGMG, mede georganiseerd door WenR en TNO.

Financieel Jaarverslag 2023 / Het Financieel Jaarverslag is gepubliceerd in Geo.brief 2024-3. Het financieel boekjaar 2023 is afgesloten met een klein positief saldo van €294. Zowel inkomsten als uitgaven vielen iets lager uit dan begroot. Het KNGMG dankt Shell en TNO voor het sponsoren van respectievelijk de Escherprijs en de Jelgersmaprijs en dankt de begunstigers EBN, NAM, TNO, Total E&P Nederland, 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 Vrije Universiteit Amsterdam, het Oertijd Museum, TNO, en RCE 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 wordt dit jaar gevormd door Gideon Lopes Cardozo en Jim Gast. De kascommissie kon niet aanwezig zijn op de jaarvergadering, hun verslag van het boekjaar 2023 werd daarom per brief voorgedragen. Ze melden dat de aangeleverde documentatie geheel duidelijk en bijzonder overzichtelijk was. De kascommissie stelt voor het bestuur decharge te verlenen voor de boekhouding over 2023.

Het hoofdbestuur stelt de werkzaamheden van de kascommissie zeer op prijs. Gideon heeft aangegeven dat het voor hem tijd is om het stokje door te geven. Het bestuur bedankt hem hartelijk voor zijn gedegen en enthousiaste inzet de afgelopen jaren.

Rondvraag en opmerkingen / Wenche Aysee, redactielid Geo.brief, stipt aan dat de Geo.brief redactie nog zoekt naar een nieuwe hoofdredacteur. Voorlopig neemt KNGMG-voorzitter Bob Hoogendoorn plaats als interim-hoofdredacteur. Wenche benadrukt dat ze zoeken naar iemand met 'oren en ogen in het veld'. Dick van Doorn (oud-hoofdredacteur Geo.brief) vult aan dat diegene in diens huidige werk bijvoorbeeld een leidinggevende functie zou kunnen hebben, zodat diegene redelijk makkelijk kan navigeren binnen het werkveld. Christiaan van Baak (voorzitter SediKring): stelt voor om nieuwe vaste (internationale) werknemers aan universiteiten een lidmaatschap aan te bieden van KNGMG, zodat ze kennis kunnen maken met onze vereniging. Het bestuur zal zich hierover beraden. Dick van Doorn reageert op het voorstel van de kascommissie om na te denken of er risicospreiding plaats zou moeten vinden betreft Shellaandelen. Dick en andere aanwezigen zijn niet overtuigd dat deze aandelen zomaar van de hand zouden moeten worden gedaan. De voorzitter en penningmeester reageren dat dit twee jaar geleden is uitgezocht door een speciale commissie en dat van verkoop vooralsnog geen sprake is. Wenche Aysee: BUVOO, de externe partij die onze administratie regelt, is vrij prijzig; kijken jullie ook naar goedkopere alternatieven? Penningmeester Annemieke van den Beukel: er is een aantal jaar geleden breed rond gekeken of iemand binnen de eigen gelederen dit zou willen doen, maar er is geen vrijwilliger gevonden. Momenteel wordt er niet rondgekeken. De voorzitter vult aan: BUVOO zorgt momenteel voor continuïteit en stabiliteit, dus over het algemeen is het bestuur hiermee tevreden. We gaan voorlopig niet op zoek naar een alternatief.

Kay Koster
Secretaris



Impressie van het symposium in de Energy Cave, met hier spreker Henk van Lochem (EBN).



Vlnr: Voorzitter Bob Hoogendoorn, penningmeester Annemieke van den Beukel, en algemeen bestuurslid Marianne Leewis tijdens de jaarvergadering.

49°28'53" Noord en 2°27'08" West / De archipel van de Kanaaleilanden voor de Normandische kust bestaat uit vijf grote eilanden (Guernsey, Jersey, Alderney, Sark en Herm) en twee kleinere eilanden (Jethou en Breghou). Deze eilandengroep heeft in totaal ongeveer 170 duizend inwoners op een oppervlak van tweehonderd vierkante kilometer. De Kanaaleilanden zijn geen soevereine staat maar twee zogenaamde 'Crown Dependencies' van de Britse Kroon, die worden bestuurd door de autonome baljuwschappen van Guernsey en Jersey. Tijdens de Tweede Wereldoorlog waren deze eilanden het enige Britse grondgebied dat werd bezet door Duitse troepen die het met kustbatterijen en bunkers een onderdeel maakten van de 'Atlantikwall' verdedigingslinie. Sinds 1945 is de economie van de Kanaaleilanden enorm gegroeid door financiële diensten en toerisme.

De foto toont Mouisonnière Beach, een schelpenstrand met enkele rotsformaties aan de noordkust van het eiland Herm. Door de grote getijdenbewegingen in dit deel van het Kanaal (maximaal tien meter) varieert het oppervlak van dit eiland tijdens springtij tussen twee en zes vierkante kilometer. De omvang en vorm van Herm zijn gedurende het Kwartair sterk aan veranderingen onderhevig geweest door glacio-eustatische zeespiegelfluctuaties. Deze hadden een enorme invloed op het sedimentatiepatroon in dit getijdenkustgebied, waarbij zandbanken, stranden en duinen bijna voortdurend in beweging waren. In de loop van het Holoceen werd Herm door de zeespiegelstijging gescheiden van het veel grotere Guernsey (zichtbaar op de achtergrond) door een ondiepe, zes kilometer brede zee met gevaarlijke klippen. Zestien megalithische graven, restanten van hutten en sporen van primitieve landbouw die zijn gevonden onder stuifzanden, tonen ook aan dat Herm reeds 4500 jaar geleden was bewoond.

Geologisch gezien behoren de Kanaaleilanden tot het Precambrische Armoricaans Massief dat bestaat uit metamorfe en magmatische gesteenten die getuigen van meerdere fases van intense plooiing en metamorfose. Oudere gneissen ('Pentévrien') worden bedekt door een dikke serie metasedimenten met vulkanieten ('Briovirien'). Beide eenheden werden vervolgens gedeformeerd en geïntroduceerd door batholieten tijdens de Laat-Neoproterozoïsche Cadomische orogenese, circa 650-550 miljoen jaar geleden.

De pre-Kwartaire ondergrond van Herm en het nabijgelegen eilandje Jethou wordt gevormd door massieve grofkristallijne granodioriet. Dit dieptegesteente is onderdeel van het 'Northern Igneous Complex' van Guernsey, een samengesteld granitisch tot gabbroïde 'Laat-Cadomisch' plutoon met een ouderdom van 570-560 miljoen jaar. De granodioriet is rijk aan veldspaat fenokristen (zie linksonder op de foto) maar ook aan hoornblende en biotiekristallen. Opvallend in deze ontsluiting zijn de vele insluitsels (xenolieten) van donkere dioritische en gabbroïde dieptesteenten. Lokaal vertoont het gesteente foliatie en mylonitische zones die gerelateerd zijn aan de veel latere Varistische orogenese (Laat-Carboon tot Vroeg-Perm).

Tijdens de Industriële Revolutie in de 19^e eeuw beleefde Herm een korte bloeiperiode toen er ongeveer vierhonderd arbeiders werkten in grote steengroeven op verschillende plaatsen op het eiland. Vanwege de grote hardheid was Herm's granodioriet een gewild bouw materiaal voor bruggen en wegen: tussen 1820 en 1880 werd in totaal driehonderdduizend ton verscheept naar het Verenigd Koninkrijk. Sindsdien is Herm slechts dun bevolkt. In 2008 is Herm verpacht aan een charitatieve instelling die, met het oog op de belangen van de slechts 65 (zomer)inwoners, de zeehonden en de Atlantische papagaaiduikers, dit autovrije eiland zal beheren tot minstens 2069.

Foto en tekst: Jeroen Peters



Herm

Kanaaleilanden



Geologie en landbouw Versnelde verwerking in Egypte

Abu Simbel, het monument van Farao Ramses II, langs de Nijl, aan de zuidgrens van het toenmalige rijk. Met de bouw van de Aswan High dam en de komst van Lake Nasser moesten vele tempelcomplexen uit het dal naar de hoger gelegen vlakke verhuizen.

Er wordt veel geschreven over de rol die geologen kunnen spelen in het klimaatdebat en in directe toepassing van geologische concepten die mogelijk helpen om de voortdurende klimaatverandering te stoppen of ten minste te vertragen. In Egypte combineert Wiekert Visser zijn geologische kennis met de baanbrekende inzichten van wijlen Prof. Dr. Olaf Schuiling met betrekking tot de klimaat-regulerende interactie tussen gesteenten en atmosfeer en water, om klimaatverandering tegen te gaan.

Het was februari 2020 tijdens een trip naar Masirah Island (Oman) en we kampeerden op verwerende ofiolieten. Op een vraag van een niet-geoloog-medekampeerder legde ik uit dat de fenomenen die zichtbaar zijn in het veld veroorzaakt worden door de chemische reactie van de mineralen in het gesteente ofioliet (olivijn en pyroxeen) met CO₂ uit de atmosfeer. En dat die reactie het atmosferisch CO₂-gehalte vermindert en op die manier helpt om de oppervlaktetemperatuur van de aarde te controleren. Ook bespraken we hoe dit concept mogelijk kunnen inzetten in het klimaatdebat; maar ook dat het proces eerst beter gekwantificeerd moet worden door uitgebreid onderzoek en testen. “Ik ken iemand die dit onderzoek wel wil sponsoren” was zijn commentaar. Dit was het begin van mijn betrokkenheid met ‘versnelde verwerking voor matiging van klimaatverandering’.

Wijze lessen / Ik werkte toen al drie jaar in Egypte aan de Heliopolis University (HU) in Cairo als hoogleraar/vrijwilliger, en gaf binnen de Faculty of Engineering les in academische methodes en het schrijven van onderzoeksvoorstellen, voornamelijk op het gebied van alternatieve energie (er is bij de HU geen geologische faculteit). Mijn geologische werk was beperkt tot af en toe een klasje over sedimentologie in het kader van grondwater of over geothermie in het kader van renewable energy. Het toeval wil dat de HU valt onder het biologisch-dynamisch voedselproductiebedrijf Sekem, dat vele boerderijen bezit, en in dat kader ook een Faculty of Organic Agriculture aan de HU heeft opgericht in 2018. In 2020 herinnerde ik mij de wijze lessen van Olaf Schuiling, dat versnelde verwerking van gesteentes het beste gaan in een landbouwomgeving. Hier komen de lijnen bij elkaar: geologische concepten van gesteenteverwerking en van klimaatverandering afzwakken door middel van koolstofopslag in landbouwgrond. Sekem heeft land en landbouwkundigen, ik breng de geologisch-geochemische kennis in. Alleen nog geld. Het sponsoridee geboren op Masirah Island werkte niet, maar na vele omzwervingen en (mislukte) pogingen zit het versnelde gesteenteverwerkingsonderzoek nu verpakt in een EU (PRIMA) ondersteund project over ‘Carbon Farming’.

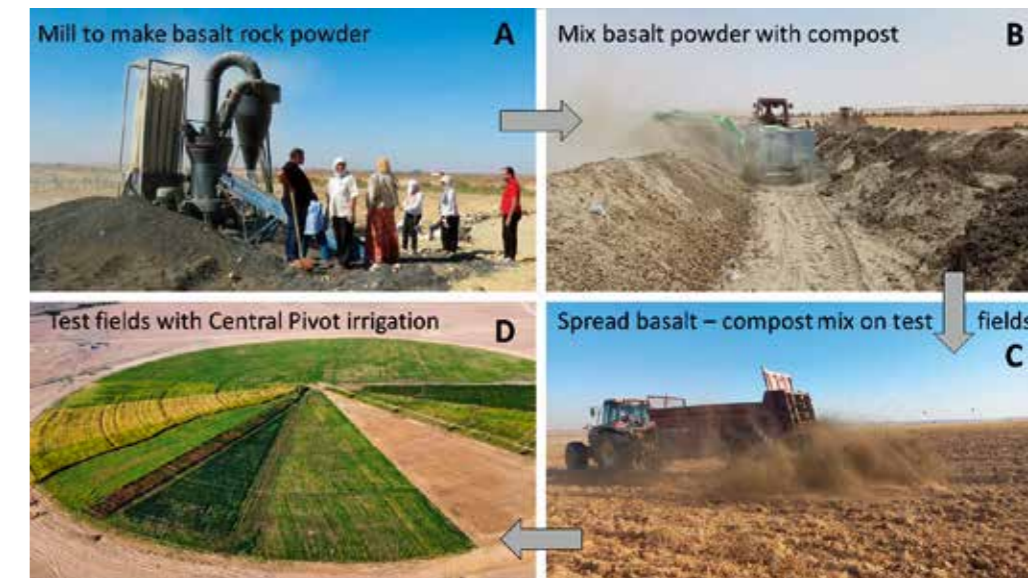
Groot potentieel voor CO₂-opslag / Eerst maar even wat ‘wetenschappelijke’ achtergrond. Moeder aarde heeft tenminste een miljard jaar gewerkt aan beheersing van de CO₂-spiegel in een zich ontwikkelende atmosfeer. Kort gezegd: er zijn twee processen om CO₂ uit de atmosfeer op te slaan: fotosynthese voor de organisch chemische route, en de chemische reactie van silicaatmineralen met CO₂ voor de anorganische chemische route. De fotosynthese route is welbekend en publiekelijk geaccepteerd, zoals blijkt uit de populariteit van ‘Plant een boom voor het klimaat’. Minder bekend is dat organisch boeren (‘regenerative farming’) effectief is in het opslaan van koolstof in landbouwgronden (‘hoera voor de alternatieve boer’). Nóg minder publiekelijk bekend is, ondanks Olaf Schuilings jarenlange kruistocht hiervoor, dat gesteenteverwerking een even groot potentieel voor CO₂-opslag levert

als ‘bomen en boeren’. Het grote struikelblok is de zeer langzame reactiesnelheid van mineraal+CO₂, en de voorwaarde dat gesteentes zeer fijn (10-100 micron) gemalen moeten worden voordat ze in de landbouwgrond worden gestopt. Hier komt ook de mineralogie om de hoek kijken: olivijn is kampioen in reactiesnelheid, dan pyroxenen, amfibolen, veldspaten. Kwarts blijft over. Dus voor toepassing van gesteenteverwerking moet je kwartsvrije, basische gesteentes gebruiken, die ook nog eens maar een beperkte hoeveelheid zware metalen in de bodem brengen. Basalt is de ideale compromiskandidaat.

Snijvlak van disciplines / Het is wettelijk superspannend om te werken op het snijvlak van zo vele disciplines rondom de centrale vraag ‘hoeveel CO₂ wordt vastgelegd per ton gesteente die je op het landbouwveld uitstrooit’. Petrologie/Mineralogie: wat zijn de meest geschikte gesteentes en waar zijn die te vinden, welke chemische eigenschappen hebben die gesteentes? Geochemie: hoe werken de verweringsreacties precies in een agrarische bodem, hoe snel gaat het, en hoeveel nuttige (of schadelijke) chemische elementen komen vrij in de bodem? Botanie: welke gewassen kun je het beste telen? Microbiologie: wat is de invloed van het micro-

bisch leven in de bodem op de verwerking van mineralen? Agro-economie: wat zijn de kosten per ton gesequestreerde CO₂?

Zoektocht / Dit ‘superspannende’ element brengt natuurlijk ook problemen met zich mee. Er zijn vele specialisten nodig in de verschillende vakgebieden, maar gelukkig hebben we die voor het project kunnen vinden. Ons experiment wordt uitgevoerd in Sekems Western desert farm (in Wahat El Bahariya), zo’n vierhonderd kilometer ten zuid-westen van de universiteit. Het veldwerk (tien ha) vindt plaats in een agrarische productieomgeving waar geld verdiend moet worden, en wij academici zitten in de weg en zijn lastig. Ook is de nauwkeurigheid van het werk van de landbouwers geheel anders dan die van een experiment in het lab uitgevoerd door academici. Uiteraard duren de testen lang: minimaal zes seizoenen over drie jaar. De experimentele omstandigheden zijn onderworpen aan allerlei pragmatische beperkingen en veranderingen ten gevolge van de productieomgeving. De hoeveelheid analyses van planten en bodem die vereist is om een redelijke statistiek te bereiken is zeer groot (vele honderden monsters). Ons eigen laboratorium kan uitstekend alle basisanalyses doen, maar heeft geen instrumentarium



De stappen in het proces ‘Versnelde gesteente verwerking in landbouw’



De fameuze 'Great Pyramids'. Van links naar rechts Khafre (Chephren), Khufu (Cheops) en Menkaure (Mykerinos)

voor een aantal noodzakelijke, ingewikkelde geochemische testen. Die wil ik liefst wel in Egypte laten doen, en het is een zoektocht naar betrouwbare laboratoria. Het is leuk om verschillende universitaire of staatslaboratoria daarvoor te bezoeken. Zo was ik al bij de geologische faculteit van Cairo University, en in het laboratorium van de geologische dienst.

Eerste resultaten / Na een jaar voorbereiding en een half jaar van het eerste groeiseizoen konden we de eerste resultaten op een rijtje zetten: onze eerste resultaten zijn goed, basalttoevoeging heeft een positieve invloed op gewasopbrengst, omdat voedingsstoffen in de bodem komen door het oplossen van gesteente. Maar er zijn veel meer gegevens nodig om een soort halfdegelijke uitspraak te kunnen doen over sequestratie-effectiviteit van de methode. Het leven in Egypte is heel leuk en interessant. Hiervoor woonden we vijf jaar in Oman waar mijn echtgenote Corien en ik aan de German University of Technology werkten. In die tijd begeleidden we o.a. vele Georeizen. Sinds 2017 zijn we als vrijwilliger aan de Heliopolis University en Sekem verbonden. Sekem werd opgericht in 1977 als biologisch-dynamisch voedselproducerend bedrijf. Het doel was van meet af aan de Egyptische maatschappij te dienen, en een groot deel van de winst wordt gebruikt voor scholing (inclusief de Heliopolis Universiteit), medische zorg en cultuur voor de werknemers en de dorpen in de omgeving. Wij houden van de Arabische wereld, en voelen ons zeer op ons gemak, alle negatieve politieke omstandigheden ten spijt. Egypte is een streng gecontroleerde maatschappij, in tegenstelling tot het zeer vrije Oman. We spreken hier zelden over politiek, en ook onze werkgever(s) houden zich daar verre van.

Fraaie geologie / De geologie van Egypte is fraai en makkelijk te begrijpen, en is zichtbaar in schitterende uit steen gehouwen beelden. Vanaf de Laat-Proterozoïsche granieten in het uiterste zuiden is er een continue passieve margin-sedimentatie, naar het noorden uitbouwend met veel terrestrische silicilastische afbraakproducten, regelmatig afgewisseld door ondiep mariene kalken en af en toe wat mariene kleien. Erosieve discordanties snijden niet heel diep. Het hele kilometersdikke pakket is scheef gesteld, en helt licht naar het noorden. Door de Pleistocene oppervlakte-erosie kun je dus eenvoudig steeds oudere gesteentes aan het oppervlak vinden in zuidelijke richting. Heel fraai is bijvoorbeeld de ontsloten band van Oligocene fluviatiele sedimenten waarin een enorme hoeveelheid fossiel hout bewaard is gebleven. Twintig-dertig meter lange bomen liggen allemaal netjes in dezelfde richting, je kunt de jaarringen tellen. In het 'Middle Kingdom' van de faraonische tijd (~1500 BC) is er een elf kilometerlange, anderhalve meter brede, kaarsrechte weg aangelegd met fossiel hout als fundering. Op die weg lag ooit een kleilaag. De weg loopt van een Miocene basaltgroeve naar de kust van een voormalig meer dat met de Nijl in verbinding stond. Basaltblokken konden zo op sledes naar een haven worden gesleept en vandaar per boot naar de verschillende faraonische plekken waar beelden of bouwstenen gemaakt werden. Ik denk dat het de oudste bestrate weg van de wereld is.

Zo is er in Egypte echt waanzinnig veel te zien naast de overbekende plekken als de Pyramides, Saqara, Luxor, en Abu Simbel. En als je zoals Corien en ik van natuur en kamperen in het wild houdt, is een meerdaagse kamelentocht in de White Desert helemaal het einde!

Inspiratie / De geologie ten oosten van de Nijl is compleet anders dan die ten westen van de rivier. Hier zien we het effect van het opbreken van de Afrikaanse plaat in het Eoceen, en de vorming van de Rode zee. De bergen reiken tot 2200 m, en bestaan voornamelijk uit metamorfe gesteenten, doorkruist door porfyren. De Sinai is een groot opgeheven blok van granieten met porfyren, gevormd in het Eoceen. Het blok zit precies op de plek waar de ZO-NW-richting van de zich openende Rode Zee aanloopt tegen de N-Z-lopemde Transform Fault die de Dode Zee heeft gevormd. Zoals gezegd bevat het leven in Egypte ons prima. We wonen in de buurt van Cairo op een grote boerderij, die je beter als 'landgoed' kan omschrijven. Omdat Sekem hier ook een hotel heeft, is de directe omgeving fraai aangelegd, zodat het voor gasten aangenaam is. We hebben een zwembad vlak tegenover ons kleine, maar comfortabele huisje. We hebben volle dagen en werken zes dagen per week. Elke werkdag begint om 6:30 uur met een lees/werk/studiebijeenkomst tot zeven uur. Dan ontbijten, en om acht uur met de bus naar de universiteit. We beginnen om negen uur en om vijf uur gaat de bus terug. In de avond vaak nog bijeenkomsten met gasten. Er wordt veel aan kunst en muziek gedaan door de medewerkers. Sekem heeft amphitheatres gebouwd op ons 'landgoed', op de Universiteit, en zelfs op de boerderij in de Western desert. Elke maand stuurt Sekem een groepje musici of een theatergroep daarheen om de werknemers te velde in de avond te amuseren en inspireren. Dit is heel welkom, want het leven is hard in deze woestijn: lange werkdagen midden in de zon, zeven dagen per week, met drie weken-op en een week af. Ik ga elke twee weken op veldbezoek, zes uur in de bus, en na drie nachten ben ik blij dat ik weer naar het comfortabele leven dichtbij Cairo terug kan.

Al met al kijk ik naar een geweldige ervaring in de herfst van mijn geologencarrière (ik ben 75), en zie het als een groot voorrecht om ook nu nog, diep in mijn pensioen, het halve jaar als vrijwilliger hier te kunnen werken. Ik doe dit nu alweer zeven jaar, en hoop het nog twee jaar te kunnen voortzetten.

Wiekert Visser

Foto's en afbeeldingen: Wiekert Visser

Diepe zeeën aan de overkant van het Kanaal



Opgroeiend in Eindhoven was er geen berg in zicht en bovendien was het een eind van de zee af. Hoe het me dan toch gelukt is om professioneel door de bergen te wandelen en dagelijks met diepe zeeën bezig te zijn, is mij dan ook een raadsel. Voor aanwijzingen richting een carrière als geoloog moet ik diep graven want ik dacht altijd dokter te worden, niet wetend dat ik een dr. in geologie zou worden in plaats van de medische versie. Maar als kind wist ik dat misschien al wel.

Mijn vroegste stenen-gerelateerde herinnering is eindeloos plantenfossielen zoeken op zwarte hoopjes -enorme bergen in mijn herinnering- steenkoolmijnafval vanaf dat mijn beentjes me konden dragen. Een voorliefde voor buiten in de bergen zijn is ook met de paplepel ingegoten, dus toen ik doorkreeg dat je als aardwetenschapper al bergwandelen de wereld over kan reizen,

schreef ik me uit bij de medicijnen-selectie en spoedde ik me naar de Universiteit Utrecht om daar als zodanig opgeleid te worden. Vanaf het eerste veldwerk in de Spaanse Pyreneeën was ik verkocht. Ik bleef voor mijn master om me als sedimentoloog te ontwikkelen. Voor mijn scriptie onderzocht ik in onherbergzame delen van Georgië en Azerbeidzjan, ingeklemd tussen de

Grote en Kleine Kaukasusgebergtes, waar in het Plio-Pleistoceen wellicht een verbinding tussen de Kaspische en Zwarte zeeën zou zijn geweest.

Nat en modderig / Ons veldwerk daar in de woestijn was onkarakteristiek nat en modderig, wat een terugkerend thema voor mij bleek te zijn. Ook al stopten de banden van onze

Conglomeraat en zandsteen afgezet door onderwater sedimentlawines in diepwater geulen tijdens het Krijt aan de Pacifische kust van Baja California



Drones zijn inmiddels onmisbaar in onherbergzame gebieden

terreinwagens regelmatig met draaien door te grote ophoping van plakkerige klei, we vonden bewijs voor een grote oer-overstroming waarbij de Kaspische zee vervijfvoudigde in oppervlak. Ook hebben we met analyse van diezelfde banden-plakkende klei gedetailleerde klimaatveranderingen in kaart kunnen brengen van rond de tijd dat mensachtigen voor het eerst in noordelijke richting uit Afrika trokken. In een ander project raakte ik gefascineerd door de dynamica van de diepste zeeën, waar gigantische onderwatersedimentlawines (troebelingsstromen of turbidity currents) met geweld allerlei deeltjes van de kust naar kilometers diepte transporteren. Dit smaakte naar meer, en dat zocht ik in het Verenigd Koninkrijk aangezien daar de sedimentologengemeenschap groot en hecht is. Ik werd aangenomen voor een PhD-project aan The University of Manchester dat met veldwerk sedimenttransport door diepzee kloven (submarine canyons) beter wil begrijpen.

Mysterieuze wereld / De diepzee is een wondere maar mysterieuze wereld. Onderzeese sedimentwaaiers (submarine fans) beginnen in gigantische kloven die bijna overal ter wereld aan de rand van het continentaal plat gevonden worden en vaak groter zijn dan de Grand Canyon. Ga bijvoorbeeld maar eens op verkenning via Google Earth en zoom in op waar het (op bathymetrie-gekleurde) lichtblauwe continentale plat overgaat in de donkerblauwe diepzee, bijvoorbeeld bij Monterey Bay voor de kust van Californië. Indrukwekkende kloofpatronen doorsnijden de continentale helling



Kampement in de woestijn als de avond valt

(submarine slope) van enkele tientallen meters waterdiepte tot meer dan vier kilometer diep de oceanen in. Vanuit deze kloven strekken zich meanderende geul-achtige vormen (submarine channels) honderden kilometers kust-afwaarts uit, als onderwater-varianten van rivieren. Door deze kloven en geulen razen episodisch krachtige onderwaterlawines van sediment (troebelingsstromen of turbidity currents), dramatischer dan rivieren op land: een enkele troebelingsstroom kan in een paar uur tot dagen een hoeveelheid sediment transporteren gelijk aan de jaarlijkse hoeveelheid sediment die alle rivieren op aarde samen naar zee brengen, keer tien! Door het episodische karakter en de ontoegankelijke locatie van deze gebeurtenissen, weten we hier nog weinig van. Technieken om ze waar te nemen worden steeds beter, maar regelmatig worden met acht treinwielen verzwaarde meetopstellingen op de zeebodem kilometersver meegesleept door troebelingsstromen en bedolven onder meters zand en klei. Met genoeg geologische tijd bouwen deze stromen de grootste sedimentaccumulaties op aarde in uitgestrekte waaiers in de diepzee. Zo is de Bengal fan, één van de onderzeese sedimentwaaiers met afbraakproducten van de Himalaya, met 16,5 kilometer tweemaal zo dik als de Mount Everest hoog is. Mijn onderzoek richt zich op dit soort afzettingen, om meer te weten te komen over processen op de huidige zeebodem, maar ook over hoe en waar alle getransporteerde deeltjes terecht komen. Zo zijn deze troebelingsstromen efficiënte mechanismen om organische koolstof uit de vluchtige ondiepe zeeën permanent op de

diepe zeebodem te begraven en zo koolstof uit de atmosfeer te vangen. Ook moeten we beter begrijpen hoe afvalstoffen zoals microplastics in de diepzee terecht komen en wat dat voor invloed heeft op kwetsbare ecosystemen.

Weggespoelde wegen / Mijn onderzoek focust op actieve plaatgrenzen, waarvan de beste ontsluitingen van diepzee-afzettingen zich bevinden in de woestijn van Baja California, nabij de Pacifische kust van Mexico. Ik verhuisde in maart 2020 naar Manchester en in mijn tweede week reisden we al af richting Mexico, via de Verenigde Staten, onbewust van het loerende 'griepje'. Onze reis vanaf de grensovergang in Tijuana werd ernstig bemoeilijkt door weggespoelde wegen dankzij de hevigste regen-



Uit gedetailleerde beschrijving van het gesteente valt veel af te leiden en bovendien bieden deze kliffen welkome schaduw

val in tien jaar tijd op het woestijnachtige schiereiland. Toen we na onze eerste droge verkenningdag in het veld terug wilden keren naar onze basis, bleek de op de heenweg nog droogstaande rivier dusdanig te zijn opgezwollen dat we met geen mogelijkheid konden oversteken. Vlak voor het vallen van de nacht bood een vriendelijk gezin hun vloer aan als slaapplek en konden onze Amerikaanse terreinwagens beschermd worden tegen plundering. Inmiddels kregen we via de satelliettelefoon te horen dat de Amerikaanse grens sloot en een nareizend deel van het team niet kon vertrekken uit Engeland door reis-restricties rond een Coronagriep-uitbraak. Toch begonnen we de volgende dag het veldwerk aan de kust, de enige bereikbare plek. Als thuisbasis in het kleine vissersdorpje Punta Baja mochten we in een schuurtje van onze nieuwe Mexicaanse vrienden kamp opslaan. Na een week werden we via de satelliettelefoon dringend terug naar huis geroepen omdat de Coronasituatie toch ernstiger was dan verwacht. We lieten onze auto's in Tijuana voor de gesloten Amerikaanse grens achter en haasten ons voor een spoedvlucht diezelfde avond naar Mexico Stad. Eenmaal terug in Engeland, met de laatste vlucht uit Midden-Amerika voor zes maanden, sloten we aan in de realiteit van de pandemie.

Troebelingsstroom / Mijn werk vanuit Manchester verlegde zich naar digitale datasets, maar troebelingsstromen hielden niet alleen mij wakker: grote internetverstoringen op het Afrikaanse continent zorgden voor vertraging van communicatie wat juist tijdens deze fase van de pandemie zo belangrijk was. Het bleek namelijk dat dikke communicatiekabels op de zeebodem verwoest waren door een krachtige troebelingsstroom. Dit gebeurt regelmatig wereldwijd, en toonaangevende onderzoeksgroepen in Engeland proberen dit beter te begrijpen. Later mochten we langzaam onze huizen uit en pakten we voorzichtig veldwerk dichterbij huis op: het Peak District in de achtertuin van Manchester. Ook hier zijn diepzee-afzettingen te vinden, maar een flink stuk meer overgroeid doordat het één van de natste plekken in Engeland is. Later konden we gelukkig naar de dro-



Presentatie van onderzoeksresultaten aan sponsors in de Karoo, ZA

gere Spaanse Pyreneeën. In 2022 werd het hoofddoel weer bereikbaar: de Mexicaanse woestijn. In grote Amerikaanse trucks met tenten op het dak reden we de woestijn in die dit keer zo droog was als die hoorde te zijn. In zes weken tijd, al kamperend en wekelijks voor een douche en proviand naar een dorpje, verzamelden we alle benodigde gegevens voor mijn thesis. Dat deel van Baja is onherbergzaam, vier uur rijden van de dichtstbijzijnde bewoning via onverharde wegen en droge rivierbeddingen. Het is er (normaal gesproken) droog met 'bossen' van gigantische cactussen tot wel tien meter hoog en bijbehorend woestijnleven als slangen, spinnen, schorpioenen en jankende coyotes. Alhoewel dit voor velen niet uitnodigend klinkt, vond ik het heerlijk om na een dag hard en stoffig werken rond een kampvuurtje naar de helderste sterrenhemel te kijken terwijl mijn aardappel geduldig pofte. Bovendien vergeet je 's avonds bijna de steekwonden van 'cholla' cactussen in je benen.

Met veel geweld / De diepwaterafzettingen die daar tektonisch omhoog zijn getild en geweldig ontsloten zijn, komen uit het Laat-Krijt tot Vroeg-Paleoceen. Een eerdere studie in deze regio suggereerde dan ook dat de diepwatervloeden en hun sedimentaire opvulling een direct catastrofaal resultaat waren van de Chicxulub-meteorietaanval aan de Atlantische

kant van Mexico. Gewapend met logging sheets, hamers, meetpalen, drones en zonnehoeden vonden we inderdaad restanten van aslagen en tuf door toegenomen vulkanisme, en gefossiliseerde aan één kant door woeste bosbranden verkoolde bomen. Echter, met een uitgebreide bemonstering en analyse van ouderdommen, karteren en recente sedimentaire inzichten, hebben we bewezen dat deze diepzeekloven al miljoenen jaren eerder actief waren, en miljoenen jaren na de inslag nog steeds met veel geweld zand, kiezels en keien doorvoerden naar de diepzee. Het lijkt er dus op dat de uitsterving van dinosauriërs voor deze indrukwekkende sedimentaire systemen business-as-usual was, met misschien iets meer tuf en minder beestjes die in lawines door de canyon tuimelden. Manchester is een enorm leuke stad om te wonen met lieve mensen (y'alright, love?), bruisende muziekcultuur, industriële achtergrond, arbeidersmentaliteit, vele studenten en een licht rebelse kijk op het zuiden van Engeland. Rotsklimmen is uitgevonden op de drempel van Manchester, dus de perfecte plek om buiten van mijn hobby te genieten in het nabije Peak District: klimmen op de zandstenen die ik voor mijn promotieonderzoek onderzocht heb. En al die regen? Ach, vergeleken met de woestijn valt het best mee.

Max Bouwmeester

Radioactief afval: Opbergen tot in de eeuwigheid

Bij de productie van kernenergie en medische isotopen, voor toepassingen in de gezondheidszorg en wetenschappelijk onderzoek, ontstaat radioactief afval. Dit afval kan ontzettend lang gevaarlijk blijven voor mensen en het milieu. Daarom is het van cruciaal belang om een veilige bergingsfaciliteit te ontwerpen, die de tand des tijds kan doorstaan. Anne-Catherine Dieudonné, Assistant Professor Multiphysics Geomechanics aan de TU Delft, onderzoekt de mogelijkheden om radioactief afval te bergen in de diepe ondergrond. Dit doet ze met behulp van kleikernen uit aardlagen die nooit eerder zijn bestudeerd.

Hoewel het bergen van radioactief afval in de diepe ondergrond, volgens het huidige Nederlandse beleid, niet op de planning staat vóór 2130, heeft Dieudonné al wel een beeld van hoe een bergingsfaciliteit er ongeveer gaat uitzien.

Foto: Adam Klugkist

In de kelders van het faculteitsgebouw Civiele Techniek en Geowetenschappen opent Anne-Catherine Dieudonné een koelkast. Hierin staan tientallen buizen die van grote waarde zijn voor haar onderzoek naar langdurige en veilige berging van radioactief afval. Ter geruststelling: de buizen bevatten zelf geen radioactief materiaal, maar kleikernen van zo'n vierhonderd meter diepte in de ondergrond. Ze zijn omhuld met meerdere beschermingen om ervoor te zorgen dat de eigenschappen van de kernen, eenmaal boven de grond, niet veranderen. Dieudonné: "In een dikke stabiele kleilaag zou het afval mogelijk goed kunnen worden geborgen."

Ondergronds tunnelstelsel voor berging van radioactief afval / Hoewel het bergen van radioactief afval in de diepe ondergrond, volgens het huidige Nederlandse beleid, niet op de planning staat vóór 2130, heeft Dieudonné al wel een beeld van hoe een bergingsfaciliteit er ongeveer gaat uitzien. "Je

moet denken aan een ondergronds netwerk van tunnels die leiden naar ruimtes waar het afval wordt geborgen. Dit tunnelstelsel is voorzien van hele dikke betonnen wanden. Hoe dik die precies moeten zijn, hangt af van de eigenschappen en de spanningstoestand van de geologische lagen. Na het plaatsen van het afval wordt het netwerk gesloten, zodat het afval is afgedicht en voorgoed veilig ligt opgeslagen."

Daar waar mensen nooit meer hoeven te komen / Met eindberging heeft Dieudonné het niet over enkele tientallen of honderden jaren. "We praten echt over honderdduizenden jaren. Zo lang kan bepaald radioactief afval namelijk straling blijven afgeven. Dat betekent dat we het afval moeten bergen op een plek waar mensen nooit meer hoeven te komen." Momenteel ligt het afval opgeslagen in speciaal daarvoor ontworpen gebouwen, bij de COVRA. Dat is nu veilig, maar geen oplossing voor de lange termijn. "We zullen moeten zoeken naar plekken waar niks waardevols is en waar mensen, ook



Anne-Catherine Dieudonné.
Foto: Adam Klugkist

over honderden generaties, geen interesse in hebben en waar ze dus niet zullen komen."

De kans is groot dat die locatie zich op grote diepte bevindt, zegt Dieudonné. "Er zit dan veel materiaal tussen het afval en de mensen, dat is een voordeel. We weten nog niet goed wat de eigenschappen, het gedrag en de variabiliteit van de kleiformaties precies zijn." De aardlagen waar Dieudonné in geïnteresseerd is, liggen op vierhonderd meter diepte en zijn zo'n dertig miljoen jaar oud. De kleilagen zijn nooit van waarde geweest voor menselijke activiteiten. Voor bijvoorbeeld geothermie en gaswinning is veel geboord en kennis verzameld. Maar zodra er klei in beeld was, werd er geen informatie ingewonnen.

Waarom klei zo geschikt is / Van alle lagen in de ondergrond leent klei zich volgens Dieudonné om meerdere redenen erg goed voor de berging van radioactief materiaal. "In de eerste plaats heeft klei een lage doorlaatbaarheid en een hoog sorptievermogen. Dat is belangrijk, want je wil niet dat het afval zich in de ondergrond gaat verspreiden en in aanraking komt met lagen die voor andere activiteiten, zoals drinkwaterwinning, van belang kunnen zijn. Daarnaast heeft klei de capaciteit zichzelf te dichten. Dat houdt in dat de breuken die ontstaan bij het uitgraven van de tunnels zichzelf op natuurlijke wijze 'sluiten'. Een ander aspect van klei is dat het geen economisch interessant materiaal is."

In het Geoscience and Engineering lab test Dieudonné, samen met twee promovendi, boorkernen van kleilagen op verschillende eigenschappen. "We richten ons hier op eigenschappen die de stabiliteit van tunnels beïnvloeden, zoals stijfheid en sterkte - en hoe deze kunnen veranderen gedurende de lange tijd dat een bergingsfaciliteit dienst doet. Binnen een ander project kijken we juist naar het zelfhelend vermogen. Hierbij gaan we heel zorgvuldig te werk. We maken onder meer gebruik van medische scanapparatuur om de kernen te onderzoeken zonder ze open te hoeven maken. We willen de kernen zo lang mogelijk in de beschermende omhulsels houden. Deze kleikernen zijn zo uniek dat we voor elke kubieke centimeter een

weldoordacht plan moeten hebben. Een nieuwe boring is extreem kostbaar.” De resultaten van de experimenten verwerkt Dieudonné in numerieke modellen waarmee ze voorspellingen doet over het gedrag van de bergingsfaciliteit in de toekomst.

Onderzoek belangrijk voor politieke keuzes / Volgens Dieudonné volgen beleidsmakers met veel interesse het onderzoek naar eindberging van radioactief afval. Volgens het huidige Nederlandse beleid moet er in 2130 een geologische bergingsfaciliteit gereed zijn. “Het duurt tientallen jaren voor zo’n faciliteit gebouwd kan worden, maar we moeten nu een plan maken en budget vrijmaken”, vertelt Dieudonné. Het is van groot belang om onderzoek te doen om de veiligheid en de technisch-economische haalbaarheid te kunnen garanderen. Vragen over het beleid rondom eindberging staan hoog op de politieke agenda, deels als gevolg van de EU-taxonomie voor duurzame activiteiten.



Anne-Catherine Dieudonné test in het Geoscience and Engineering lab boorkernen van kleilagen op verschillende eigenschappen. Foto: Adam Klugkist

Dit stimuleert om sommige afvalsoorten veel sneller al te verwijderen of naar een definitieve plek te brengen. Dit maakt het onderzoek van Dieudonné van groot belang voor de politiek en de maatschappij om in de toekomst de juiste keuzes te kunnen maken.

Kennis overdragen aan volgende generaties / Dieudonné verwacht de realisatie van zo’n bergingsfaciliteit in Nederland zelf niet meer mee te maken. Maar dat is ook niet de belangrijkste drijfveer in haar werk. “Veel belangrijker vind ik het opdoen van nieuwe fundamentele kennis en het overbrengen daarvan aan nieuwe generaties. Onderzoek naar het beheer van radioactief afval is ontzettend boeiend. Omdat er veel op het spel staat, moet je alles heel goed begrijpen. Ik probeer studenten en onderzoekers die ik begeleid dan ook warm te maken voor deze wetenschappelijke uitdagingen en maatschappelijke verantwoordelijkheid. Zodat zij weer kunnen voortbouwen op de kennis die we nu opdoen en hun inzichten weer kunnen doorgeven op de volgende generatie.”

Bron: TU Delft

. 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.

A plesiosaurian autopodial element (Plesiosauria indet.) with remarkable articular subchondral surfaces from the Maastrichtian type area (south-east Netherlands) by L.P.J. Barten, E.W.A. Mulder and J.W.M. Jagt
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.4>

The authors describe the first isolated and well-preserved phalanx (autopodial element) of a generically and specifically indeterminate plesiosaur from the Maastrichtian type area (south-east Netherlands). Plesiosaurs may be

considered to have been occasional guests in the shallow epicontinental sea during this time, either as live animals or as floating carcasses. With the new chemostratigraphical calibration of the type Maastrichtian strata the meagre plesiosaur record from the study area can now also be dated close to the Cretaceous-Paleogene (K/Pg) boundary.

A distant traveller: a Late Jurassic nerineoid gastropod (Mollusca, Heterobranchia) on the Maasvlakte 2 beach, the Netherlands by J.W.F. Reumer and A. Schinkel
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.8>

A fragmentary nerineoid gastropod collected from the Maasvlakte 2 beach may be identified as *Ptygmatis cf. bruntrutana* (Thurmann, 1832). Probably originating from Upper Jurassic strata in north-eastern France, it must

have been transported here by a forerunner of the River Meuse (Maas).

A Miocene sperm whale (Cetacea, Physeteroidea) tooth from Liessel (Noord-Brabant, the Netherlands) by F. Snoodijk, J.J.W. Wallaard, A.S. Schulp and J.W.F. Reumer
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.5>

Here the authors report on a well-preserved isolated physeteroid tooth of Late Miocene age from Liessel, the Netherlands. The presence of several morphological features allows attribution to the macroraptorial physeteroids. Based on its morphological resemblance, the tooth is identified as *Physeteroidea indet. cf. Scaldicetus caretti*.

Facies characterisation and stratigraphy of the upper Maastrichtian to lower Danian Maastricht Formation, South Limburg, the Netherlands by M. Kroth, J.P. Trabucho-Alexandre, M. Pinheiro Pimenta, G.-J. Vis and E. de Boer
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.7>

Based on extensive work on outcrops and associated (micro)facies analysis, the authors propose to subdivide the Maastricht Formation into lower and upper members. The Kunrade limestone should be afforded the status of formation. A facies-based lithostratigraphic framework of the Maastricht Formation in South Limburg is particularly urgent because groundwater is extracted from aquifers in the formation and geological models currently in place fail to predict facies heterogeneity.

Distribution and palaeoecology of scleractinian corals during the Maastrichtian (Late Cretaceous) by R.C. Baron-Szabo and J. Leloux
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.9>

Maastrichtian scleractinian corals from 94 localities in 26 Maastrichtian regions worldwide with strata of that age are taxonomically and palaeobiogeographically evaluated. The majority of Maastrichtian scleractinian taxa (both solitary and colonial) from the type area of the Maastrichtian Stage in the southeast Netherlands and northeast Belgium are illustrated.

Trace fossils from the Maastrichtian chalk of the Isle of Rügen, north-east Germany by D. Knaust and H. Schnick
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.6>

Approximately 1,400 fossil taxa are known from the Rügen chalk; however, an actual assessment of the ichnofauna and an overview of ichnotaxa recognised is still missing. The intention of this contribution is to provide an inventory of common ichnotaxa preserved in the chalk and flint concretions embedded therein, within the frame of outlining present knowledge concerning the ichnology of the Rügen chalk in general.

Remarkable insights into modern bird origins from the Maastrichtian type area (north-east Belgium, south-east Netherlands) by D.J. Field, J. Benito, S. Werning, A. Chen, P.C. Kuo, A. Crane, K. Widrig, D.T. Ksepka and J.W.M. Jagt
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.11>

To date, only a handful of phylogenetically controversial fossils have been put forward that cast light on the early morphology of crown birds (Neornithes), precluding robust assessment of the nature of the last common ancestor of arguably the world’s most conspicuous clade of terrestrial vertebrates. Here, the authors review the remarkable insights into the origin of crown birds afforded by recent discoveries, document as-yet undescribed and newly discovered fossils from the Maastrichtian type area of north-east Belgium and the south-east Netherlands that may be attributable to Avialae, and reveal new palaeohistological data on the holotype of *Asteriornis* with implications for assessing its ontogenetic stage at death.

Cross-border correlations showing diachronous lithostratigraphic units in the southeastern North Sea Basin during the Early Oligocene (middle-late Rupelian) by D.K. Munsterman and J. Deckers
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.10>

Wireline log correlation panels of palynologically analysed boreholes illustrate lateral facies transitions within Rupelian age strata of the Dutch Rupel Formation across the southeastern North Sea Basin. The results of this study fit with regional subsurface models that show that the facies transition from predominantly clayey Rupelian in the north to sandy Rupelian in the southeast occurs along a WSW-ENE oriented zone, which probably ran parallel to the palaeo-shoreline. You can also listen to podcasts with authors about their recently published papers. Check out thepapertrail.buzzsprout.com for the recordings.

. agenda

3 september:
Introductie Zuid-Limburg excursie (KNGMG Noord bestuur)

7-9 september:
Zuid-Limburg Excursie

8-11 september
Conferentie naar aanleiding van het 175-jarig bestaan van het Maastrichtien. Locatie: Centre Céramique en het Natuurhistorisch Museum Maastricht. De term Maastrichtien werd voor het eerst gebruikt als stratigrafische eenheid in de zomer van 1849 door professor André Hubert Dumont, bij het in kaart brengen van het Belgisch/Nederlandse grensgebied, net ten zuiden van Maastricht. De wetenschappelijke bijeenkomst is gewijd aan de stratigrafie en paleontologie van deze fase. IJsbreker receptie - 8 september 2024 (locatie: Natuurhistorisch Museum Maastricht) Mondelinge presentaties en postersessie - 9 en 10 september 2024 (Centre Céramique) Symposiumdiner - 10 september 2024 Excursie per bus naar Maastrichtien en Krijt-Paleogeen (K/Pg) grens - 11 september 2024 Aanmelden via: <https://www.nhmmaastricht.nl/maastrichtian-anniversary/>

17 oktober
Staringlezing met Esther Stouthamer en symposium. Dit in samenwerking met INQUA. Locatie: TNO Utrecht

. personalia

VERHUIDS
S.Veltkamp
J. Weijers
E. de Mulder

NIEUWE LEDEN
M. Wachter

OVERLEDEN
R. Huis in 't Veld