



Geo .brief 8

december 2024

**IJzeroer in het Bourtangermoor
De allereerste geoloog
Excursie door vier landen
Een wereldreis langs delta's**

Gelijke kansen / We gaan alweer richting 2025, en het is mijn beurt voor dit intro. Het voelt ergens een beetje gek om jullie representant te zijn van het bestuur in deze Geo.brief, aangezien ik zelf net weer opstart na bijna vijf maanden zwangerschaps- en ouderschapsverlof. Gelukkig heeft de rest van het bestuur mijn afwezigheid uitstekend doorstaan, wellicht geholpen door de kalme zomerperiode. Het is goed om te merken dat, ook al draagt men bij, volledig onmisbaar ben je toch niet. Ik hoor van steeds meer nieuwe ouders, van zowel degene die baart als degene wiens hand fijngeknepen wordt, dat ze langer met verlof willen. Ook niet-barende partners kunnen, afhankelijk van de werkgever, negen tot dertien weken verlof opnemen in het eerste levensjaar van de nieuwgeborene, tegen zeventig % van het salaris. 'Niet-barende partners' zal sommigen als overbodige 'woke' terminologie in de oren klinken, maar ik vind het mooi dat het meteen inclusief is voor vrouw-vrouw-koppels of koppels die adopteren. In elk geval ben ik zeer benieuwd of, en zo ja hoe, dit nu in de toekomst bijdraagt aan carrièreperspectieven.

Zelf ben ik in 2010 afgestudeerd in Utrecht. In de afgelopen veertien jaar is al veel ten goede veranderd op het gebied van kansengelijkheid. Echter, het staat buiten kijf dat er nog steeds een – al dan niet bewust - vooroordeel bestaat ten opzichte van taakverdeling en work-life balance. Dat pakt zowel positief als negatief uit, voor zowel mannen als vrouwen, afhankelijk van je wensen en je standpunten. Mijn partner is ook universitair docent geowetenschappen. Hij krijgt hele andere vragen over 'al dan niet met verlof', en 'hoe het werk of gezin dan zonder hem kan' dan ik, zowel bij ons eerste kind twee jaar geleden, als nu bij ons tweede kind. Terwijl hij ook bijna drie maanden pauze heeft genomen, al bijna net zo lang als zwangerschapsverlof zelf is. Het GAIA-netwerk voor vrouwen heeft desondanks al meerdere jaren dusdanig moeite met werving van leden, en bestuursleden, dat het zichzelf heeft opgeheven. Daaruit voortvloeiend ontvingen velen van jullie een verzoek om mee te doen aan een loopbaanonderzoek. Dit wordt gefinancierd uit de overgebleven GAIA-gelden en door externe sponsors, waarbij het effect van gender op carrière een van de te onderzoeken onderwerpen is. Het is een herhaling van een onderzoek uit 2003. Wat is er veranderd in ruim twintig jaar? Ik ben nieuwsgierig of en hoe de uitkomst van dit onderzoek samenhangt met het afgenomen enthousiasme voor het GAIA-netwerk. Is gender simpelweg niet meer van belang in het carrièreperspectief? Of heeft het meer te maken met een afgenomen belangstelling voor verenigingen in het algemeen?

Wat betreft dat laatste, niet alleen ledenwerving is lastig, maar ook het enthousiasmeren van leden om – tijdelijk - een leidende taak op zich te nemen. Dat merken ook onze geassocieerde kringen en verenigingen. De Sedikring heeft na intensief zoeken dit jaar vol enthousiasme een herstart gemaakt met een volledig nieuw bestuur. Maar de Stichting Netherlands Journal of Geosciences, SNJG, is nog zoekende naar een nieuw bestuurslid. Dit is een extra interessante tijd om daarop te solliciteren, aangezien het NJG zelf veranderd is van uitgever. Het wordt nu gehost door een volledig open access platform, open academia. Toen ik afstudeerde, bijna anderhalf decennium geleden, had nog nooit iemand gehoord van open access. Sterker nog, ik heb het merendeel van literatuur, met name voor mijn BSc-scriptie, opgezocht in de bibliotheek. Fysiek, op papier. Dat komt bijna romantisch over. Dat was het niet altijd, maar het zorgde wel voor een goed excuus voor een loopje als je iets op moest zoeken in de algemene universiteitsbibliotheek, in plaats van in de bij TNO-gehuisveste geobibliotheek. Hoezeer ik ook van een goede wandeling op z'n tijd kan genieten, open access digitale toegang is een ontwikkeling die ik van harte toejuich. Het draagt namelijk ook bij aan kansengelijkheid. Onderzoek van zowel bedrijven als universiteiten voor iedereen toegankelijk, ongeacht affiliatie, een rijkere of minder rijke partner. Veel veranderingen dus, tussen de start van mijn carrière als geo-, en nu. Ik ben zeer benieuwd wat de volgende decennia brengen, en in welke professionele wereld mijn kinderen over twintig jaar terechtkomen.

Anne Pluymakers



Na een kleine twintig jaar bij de Geo.brief als eindredacteur, zette Aukjen Nauta zes jaar geleden de stap naar de Universiteit Wageningen. Daar startte zij met een promotieonderzoek naar ijzeroer in het Bourtangermoor (Drenthe). “Mijn fascinatie voor dat gebied begon toen het tot me doordrong hoe sterk de mens hier ingegrepen heeft in de natuur.”

Ijzeroer in het Bourtanger moor

Fig.1: Natuurherstel in het Internationaal Natuurpark Bourtanger Moor-Bargerveen, in Duitsland.
Foto: Priveearchief Aukjen Nauta

Vijf eeuwen turfwinning hebben een Holocene landschap – het Bourtangermoor – vrijwel volledig doen verdwijnen. Je staat er nu op een Pleistocene bodem die bedekt is geweest door meters hoogveen. Dat dringt pas werkelijk door als je vanuit natuurgebied het Bargerveen (Fig. 1) – met een stukje origineel hoogveen – letterlijk een paar meter naar beneden loopt om op Pleistocene zanden uit te komen waar het veen is afgegraven. Dat verdwenen hoogveen en de historische bronnen die ijzeroer beschrijven in het Bourtangermoor, zijn het onderwerp

geworden van mijn onderzoek. Daarmee ben ik me (ooit afgestudeerd als ertskundige) gaan verdiepen in nieuwe vakgebieden binnen de aardwetenschappen: de ontwikkeling van Nederland na de laatste ijstijd, grondwaterstromen, kwel, veenvorming en de invloed van de mens op zijn omgeving en vice versa. Boeiend, uitdagend en tijdrovend.

Ijzeroer / ‘Ijzeroer’ zijn knollen die rijk zijn aan ijzerhydroxiden, voornamelijk goethiet en limoniet. Ze worden gevormd langs beken

waar kwel optreedt en in laaggelegen gebieden die regelmatig overstromen. Om ijzeroer te vormen is kwel nodig, grondwater dat uit de bodem opwelt. Dat grondwater is arm aan zuurstof. Het ijzer in het grondwater is gereduceerd ijzer (Fe^{2+}), wat oplosbaar is in water. Als kwel de oppervlakte bereikt, wordt het water rijk aan zuurstof waardoor het ijzer oxideert tot Fe^{3+} . Fe^{3+} is in tegenstelling tot Fe^{2+} niet oplosbaar en slaat dan neer als ijzeroer. De stuwwallen in het oosten van Overijssel en Montferland (Oost-Gelderland) staan bekend om het gebruik van

ijzeroer als bron van ijzer in de Romeinse tijd. Klapperstenen, ijzerkorsten om een leemkern, werden in de vroege middeleeuwen op grote schaal gewonnen op de Veluwe heuvelrug. Tussen de wortels van door storm omgevallen bomen wordt nog steeds houtskool gevonden, een aanwijzing dat daar ooit ijzer werd gesmolten.

Maar ook in Drenthe, langs het Schoonebeekerdiep (de grens tussen Drenthe en Duitsland), is in de 19^e en de eerste helft van de 20^e eeuw op grote schaal ijzeroer gewonnen. Ook beschrijven historische bronnen uit de vorige eeuw uitgebreide ijzeroerafzettingen aan de westrand van het hoogveengebied Bourtangermoor tegen de Hondsrug aan. Die beschrijvingen vormden voor mij het begin van de vraag hoe het mogelijk is dat er ijzeroerafzettingen in hoogveen voorkwamen, terwijl hoogveen alleen gevoed wordt door regenwater wat geen ijzer bevat. Met daaropvolgend de vraag of deze afzettingen ooit gewonnen zijn. Want sommige houten veenpaden in het Bourtangermoor, die gevonden zijn tijdens het turfsteken, lijken in de richting van deze ijzeroerafzettingen te lopen en zouden dus mogelijk aangelegd kunnen zijn om ijzeroer uit het Bourtangermoor te winnen.

Historische bronnen / Om die, op het eerste gezicht, uitzonderlijke relatie tussen hoogveen en ijzeroer te onderzoeken, vergeleken we de historische kaarten met ijzeroerafzettingen met recente grondwatergegevens. De vraag was of de plekken waar nu kwel optreedt, gebruikt konden worden om de historische ijzeroerafzettingen in het Bourtangermoor te verklaren. Helaas zijn historische gegevens alleen maar beschikbaar voor een klein deel van het Bourtangermoor, ten oosten van Emmen, waar Visscher in 1931 (Universiteit Utrecht) en Casparie in 1972 (Universiteit Groningen) gepromoveerd zijn op veenputten die ten tijde van hun onderzoek gegraven werden (Fig. 3). Beiden hebben de profielen van tientallen veenputten opgenomen, met beschrijvingen van veentype, plantensoorten, de aanwezigheid van ijzerafzettingen en de karakteristieken van de Pleistocene ondergrond.

De twee onderzoeken kwamen overeen voor wat

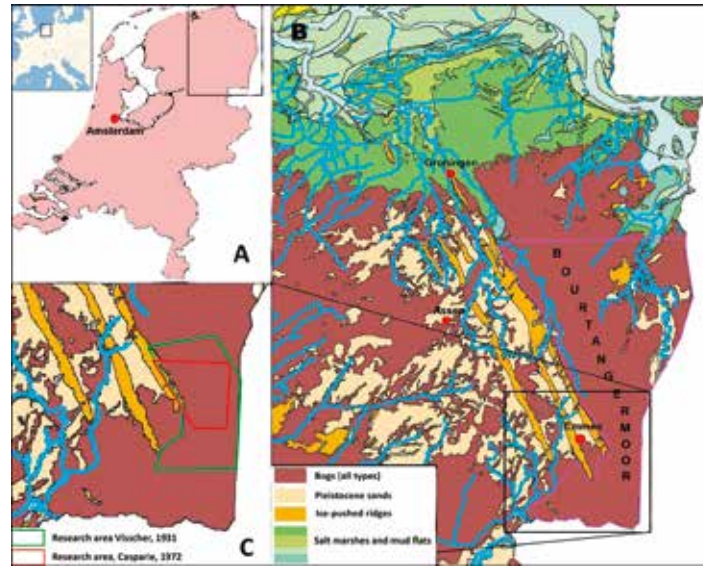


Fig. 3. **Het Bourtangermoor (roze lijn in B), en het gebied met historische gegevens: research areas Visscher en Casparie in C.**

(Paleogeografische kaart uit Vos et al., 2018: Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu).

betreft de locatie en uitgestrektheid van het gebied met ijzerafzettingen in het veen. Opvallend was dat de ijzerafzettingen die Visscher en Casparie aantroffen in de veenputten niet bestonden uit de standaard ijzerhydroxides goethiet en limoniet, waar ijzeroer uit bestaat, maar volledig bestonden uit sideriet (Fe-carbonaat) met her en der een streepje vivianiet (Fe-fosfaat). Beide mineralen zijn alleen stabiel in een zuurstofarm milieu. Op het moment dat ze in aanraking komen met zuurstof (zoals tijdens de veenwinning), oxideert sideriet tot goethiet en verandert daarmee van vaalgrijs naar knalrood. Bij de oxidatie van vivianiet wordt H_2O omgezet naar $(OH)^-$ en verkleurt het van grijs naar helderblauw. Een ijzerrijk veenprofiel veranderde dan ook binnen een paar weken in een rode wand met

dunne, blauwe strepen. Even opvallend – en geruststellend voor de klassieke verklaring voor de afzetting van ijzeroer – was dat de ijzerafzettingen alleen werden gevonden in het onderste deel van het Bourtangermoor, het oudste gedeelte dat groeide als laagveen toen het veen nog werd gevoed door het grondwater. In het hoogveen dat zich op het laagveen ontwikkelde toen het pakket zo hoog gegroeid was dat het niet meer door grondwater kon worden gevoed, werd geen ijzer gevonden.

Kwel van ondiepe en diepe aquifers / We hebben grondwater-tools, de grondwaterdatabase van de Geo-

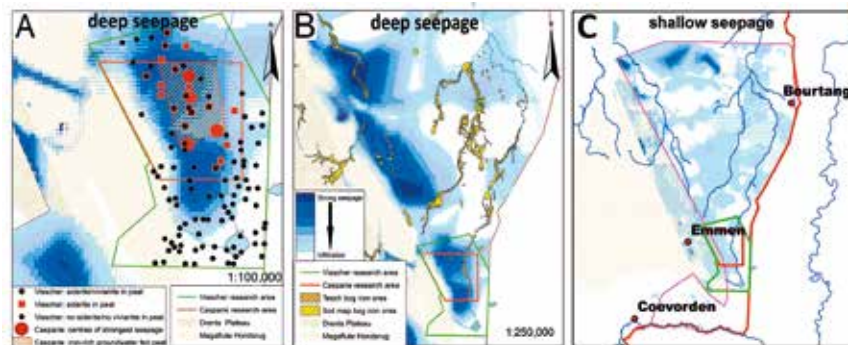


Fig. 4. **De twee kwelpatronen: kwel van diepe aquifers in het gebied met historische gegevens (A) en in het Bourtangermoor (B), en kwel van ondiepe aquifers in het Bourtangermoor (C).**

Bron: Fox-Kemper, B. et al. (2021)



Fig. 2. World Congress of Soil Science in Glasgow 2022 (WCSS22).

Foto: Privearchief Aukjen Nauta

logische Dienst Nederland (TNO – GDN), gebruikt om kwellocaties te bepalen en die te vergelijken met de historische gegevens. Uit de berekeningen kwamen twee kwelpatronen tevoorschijn: één gerelateerd aan kwel uit ondiepere aquifers en één aan kwel uit diepere aquifers (Fig. 4). De twee patronen worden gescheiden door de enige, continue kleilaag in de ondergrond. Het ondiepe kwelpatroon is niet duidelijk te correleren aan ijzeroerafzettingen zoals die op de bodemkaart te zien zijn; en ook niet aan de siderietafzettingen in het Bourtangermoor. Dit gebrek aan correlatie van de ondiepe kwel met de ‘klassieke’ ijzeroerafzettingen op de bodemkaart zou verklaard kunnen worden door grootschalige ruilverkaveling en daarmee samengaande ingrepen in de waterhuishouding sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw. Het kwelpatroon van grondwater uit de diepe aquifers vertoont echter duidelijke overeenkomsten met de historische siderietafzettingen in het Bourtangermoor, zodat het aannemelijk lijkt dat de bron van het ijzer van de siderietafzettingen afkomstig is van grondwater uit diepe aquifers. Dat de historische Bourtangermoorijzerafzettingen uitgestrekt zijn geweest, blijkt uit de historische bronnen. Casparie beschreef ijzerrijke veenlenzen met een doorsnede tot tien meter en een dikte tot twee meter. De individuele beschrijvingen van de veenprofielen zijn helaas

niet meer beschikbaar, zodat het onmogelijk was om een schatting te maken van de hoeveelheid ijzer die hier is afgezet. Wel is bekend dat kwel van diepere aquifers ijzerrijker is dan kwel van ondiepe aquifers, want dieper grondwater is ouder en heeft dus meer tijd gehad om ijzer op te nemen. Exacte getallen voor de mate van kwel hebben we niet kunnen berekenen, want de ondergrond in dit gebied is zo sterk verstoord door de schurende werking van het landijs dat samenstelling en dikte van afzettingen over korte afstand kunnen veranderen. Onze kwelberekeningen en de historische beschrijvingen van veenputten die maar vol bleven lopen met grondwater, doen vermoeden dat de kwel hier sterk geweest is en dat het kwelwater ijzerrijk was.

Lagg / Met de groei van het hoogveencomplex, zowel in de hoogte als in de breedte, kwam er een steeds groter gewicht op de ondergrond te liggen, wat consequenties moet hebben gehad voor de grondwaterstromen onder het veen. De kwelstroom uit de diepe aquifers zal zich verplaatst hebben naar de randzone van het veen (de zogenaamde ‘lagg’, een uit het Zweeds afkomstig woord voor de overgangszone tussen hoogveen en zijn omgeving), waarna het afboog naar het westen in de richting van de Hondsrug. Daar zal de ijzerrijke kwel (uit de diepe aquifers) met het basenrijke (ondiepe) kwelwater dat vanaf de Hondsrug de lagg instroomde, hebben gezorgd voor ideale omstandigheden voor de afzetting van sideriet. Met de groei van het Bourtangermoor (zowel in de breedte als in de hoogte), zal de laggzone, en daarmee ook de siderietafzettingen, steeds hoger en steeds verder naar de Hondsrug (de westrand van het Bourtangermoor) zijn geschoven. De siderietafzettingen in de basis van het Bourtangermoor lijken daarom niet een aanwijzing te zijn voor het begin van de veenvorming. Ze verplaatsten zich met de groei van het hoogveen. Voor de ontwikkeling van veen zijn ijzerafzettingen wel belangrijk, omdat ijzer fosfaat kan opnemen en daarmee een bijdrage kan leveren aan de vorming van een voedselarm milieu, zo noodzakelijk voor het herstel van moerassen en

venen. De relatie tussen ijzer en fosfaat is echter wispelturig. Fosfaat wordt opgenomen in ijzerhydroxiden, die neerslaan onder zuurstofrijke condities, maar gaat weer in oplossing bij een stijgende grondwaterspiegel als Fe^{3+} gereduceerd wordt tot Fe^{2+} , de ijzermineralen oplossen en het fosfaat weer vrijkomt.

IJzerwinning uit het Bourtangermoor? / Op grond van het gegeven dat de ijzerafzettingen in het Bourtangermoor diep in het hoogveen voorkwamen, in het lage, grondwatergevoede deel van het moeras, lijkt het onwaarschijnlijk dat deze voorkomens – hoe uitgestrekt ook – ooit gebruikt zijn door bewoners van de Hondsrug in de IJzertijd of Romeinse Tijd, toen de techniek van het ijzersmelten West-Europa had bereikt. Een veenpad doorkruiste het gebied met de historische siderietafzettingen; een tweede veenpad liep net ten noorden daarvan tot in dat gebied. Maar de siderietafzettingen waren in die tijd al bedekt door een dik pakket hoogveen en daarmee niet makkelijk te vinden voor de plaatselijke bewoners. De ‘klassieke’ ijzeroer langs beken op het Drents Plateau lijkt een logischer bron voor ijzerwinning te zijn geweest. Maar dat onderwerp diep ik uit in een volgend deel van mijn promotieonderzoek.

Aukjen Nauta

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Home Turf Project, een vidi-project van dr. Roy van Beek aan de Universiteit van Wageningen (<http://www.boglandscapes.eu/>).

Referenties

- Nauta, A.A., Candel, J.H.J., Dijkma, R., Stoof, C.R., 2024. Reconstructing historic bog iron ore deposits in the Bourtangermoor, a former raised bog in the Netherlands. *Catena*, 239, 107847.
- Casparie, W.A., 1972. Bog development in Southeastern Drenthe (the Netherlands). *Vegetatio* 25: 272 pp.
- Visscher, J., 1931. Das Hochmoor von Sudost-Drenthe - Geomorphologisch betrachtet. Geographisch en Mineralogisch-Geologisch Instituut. Utrecht, Rijksuniversiteit Utrecht. PhD: 108 pp.

KNGMG KRING NOORD

Vierlandenexcursie

7-9 september 2024



Stop 1.1: Geologisch Gärten in Bochum, Krijt-Carboon-discordantie.

Foto: Hans Roest.

Van zinkviool tot mega-schoepenrad, een drie-daagse rondleiding langs de schatten die de aarde ons heeft gegeven om de industriële revolutie te laten plaatsvinden. Een mooie mix van geologie en archeologie, verdeeld over vier deels voormalige landen: Nederland, Duitsland, België en Moresnet.

Onder het motto ‘vele handen maken licht werk’ kregen de 24 deelnemers van de excursie een vol programma met begeleiding van veel verschillende specialisten voorgeschoteld. Een mooi staaltje van uitstekende planning en goede afstemming. Hierdoor ook interessante discussies en interactieve gesprekken waar iedereen wat van heeft geleerd.

De Hercynische orogenese (390-300 Ma) lijkt een rode draad te worden voor de excursies van KNGMG Noord. Na de Harz (2022) en het Teutoburger Woud (2023) was nu het zuidelijke puntje van Nederland aan de beurt, inclusief omgeving. We bevonden ons drie dagen op de grens tussen het Londen-Brabantmassief en de voorloper van het Noordzeebekken. Het gebied staat bekend om het voorkomen van kool, vuur-

steen en erts, met actieve mijnbouw vanaf het Neolithicum (3950-2650 AD) tot nu!

Dag 1: Duitsland / De eerste stop, middenin het Ruhrgebied, bracht meteen geologisch spektakel: de Geologisch Gärten in Bochum bevat misschien wel het mooiste voorbeeld van een discordantie in de omgeving van Nederland, met subhorizontale zandsteen uit het Krijt direct op scheefgesteld Carboon. De Base Cretaceous Unconformity (BCU) en de Base Permian Unconformity (BPU) komen hier samen!

In zeventien goed toegelichte stops is hier nog veel meer te zien: mooie sedimentaire structuren in de channels, steenkoollagen en bijbehorende paleosols, en zelfs Carboonbomen.

- 1.1 Bochum Geologische Garten
- 1.2 Bruinkoolgroeve Inden
- 2.1 Land van Moresnet
- 2.2 Blegny kolenmijn
- 2.3 ENCI groeve
- 3.1 Vuursteenmijnen Rijkholt
- 3.2 Rotswoning, K-Pg grens
- 3.3 Maastricht: Natuurhistorisch Museum en Natuursteenwandeling



Overzichtskartaartje excursiegebied Kring Noord.

Bij **Stop 1.2**, 130 kilometer naar het zuidwesten, waren we te gast bij RWE, de exploitant van bruinkoolgroeve Inden. Onder leiding van Dr. Thomas Oswald konden we in een terreinvoertuig de groeve in, een rit van enkele kilometers. Groeve Inden is kleiner dan naburige groeves zoals Garzweiler, maar nog steeds zeer imposant in omvang. De bruinkoollagen, uit het Mioceen,

zijn tot dertig meter dik en makkelijk te vervolgen, met hier en daar een kleine breuk. De lagen bevatten zeer grof materiaal, tot complete boomstammen aan toe. De bruinkool wordt opgegraven met een aantal gigantische machines, en via transportbanden direct naar de naburige energiecentrale gebracht. De stroom wordt nu vooral gebruikt om dalen in de aanvoer van



Stop 1.2: Bruinkoolgroeve Inden. Groepsfoto voor één van de imposante graafmachines.
Foto: Guido Hoetz

wind- en zonne-energie te compenseren, dus veel op windstille winteravonden. Hierna door naar diner, bier en bed in het uitstekende hotel Het Inkelshoes in Epen. Waar we met lezingen van Wytse Sikkema en Hans Roest alvast werden opgewarmd voor Dag 2.

Dag 2: Moresnet, België en Nederland / Stop 2.1: bezoek aan de uitgeputte zinkmijn van ministaatje Moresnet. In de regio rond Kelmis (nu België) is al sinds de Romeinse tijd zink gevonden. Vanaf de 15^e eeuw is er zinkspaat gedolven, waarvan zinkpoeder werd gemaakt. In de loop der eeuwen streken rijksstad Aken en hertogdom Limburg om het bezit van de groeve. In 1795 lijfden de Fransen het gebied in, en voegden het bij de gemeente Moresnet. Na de val van Napoleon bleef Moresnet neutraal gebied, een zelfstandig landje; tot het begin van WO1, toen het Duitse leger Moresnet binnen een half uur innam. Bij het verdrag van Versailles (januari 1920) werd neutraal Moresnet definitief ingelijfd door België en onderdeel van de provincie Luik. Ben Suringar vertelde dat dit zinkerts voornamelijk werd gebruikt voor het galvaniseren van ijzer. Eind 19^e eeuw was de zinkmijn uitgeput, waarbij op het hoogtepunt in 1855, 137 kiloton zinkspaat werd gewonnen. Het zinkerts met onder andere de mineralen willemiet en hemimorfiet is neergeslagen in hydrothermale afzettingen tijdens een periode van non-depositie in de regio, waarschijnlijk het Jura. Mineralisatie



Stop 1.2: Bruinkoolgroeve Inden. Complete boomstronken in de bruinkool.

Foto: Daan den Hartog Jager



Stop 2.1, Moresnet: uitzicht vanaf de afvalberg op het Mijkantoor.

Foto: Willy van den Beukel

vond plaats langs NW-SE georiënteerde (Varistische) steile breuken in het isocлинаal geplooid Carboon. Het erts, met een gehalte tot 54.2% zink, werd tot een diepte van ongeveer tachtig meter gewonnen in een gebied van een paar hectare. In het begin werd het erts met de hand gescheiden in water, gebruik makend van het grote verschil in soortelijk gewicht (Zn 4 vs. SiO_2 2,6 g/cm³). Later werd het gesmolten in hoge-temperatuurovens (900 graden). De afvalberg naast het dorp bevat nog steeds zink, getuige de aanwezigheid van het geel gekleurde Zinkviooltje.

Stop 2.2 was een rondleiding door de Belgische verlaten kolenmijn van Blegny, omgetoverd tot mijnmuseum, onder leiding van de Nederlandse oud-mijnwerker Willy Reisiger. Blegny is gesloten in 1980, en het ondiepe deel is daarna als museum ingericht. Hans Roest vertelde hoe deze mijn ontgonnen werd toen deze nog in bedrijf was. De steenkool is gevormd in het Varistische voorlandbekken tijdens het Laat-Carboon (Westfalien A). Overschuivingen en plooiingen met een WSW-ENE-trend resulteerden in koollagen met een hellingshoek van ongeveer vijftig graden. De mijnwerkers werkten al liggend boven elkaar om de -zestig centimeter dikke laag gelijktijdig te ontginnen. Met een snelheid van ongeveer zes meter per dag werkten zeven mijnwerkers tegelijk in drie shifts. De tijdelijke steunbalken ('stempels') in de laag werden na winning verschoven om het



Het beschermde Zinkviooltje groeit op de afvalberg.

Foto: Willy van den Beukel

volgende stuk te kunnen ontginnen. De gang liet men instorten, wel met intact houden van de zeer noodzakelijke frisse luchtstromen. De afstand van de schacht tot de werkplek was maximaal 2,5 kilometer, zodat men maximaal anderhalf uur bezig was om er te komen. Tijdens het bezoek daalden we met de originele 'kooi' af naar het -dertigmeterniveau ten opzichte van het maaiveld. Daar werd een kleine eenzijdige winning van kool boven de zogenaamde 'kopgalerij' bekeken. In de steenkool-laag is van die kopgalerij tot de voetgalerij (-zes-tig meter diep) een 'doortocht' gemaakt om te demonstreren hoe steenkool met een lang winningsfront kan worden gewonnen. In de doortocht waren wrijvingsstempels geplaatst met daarboven 'kappen' om het dak-gesteente op zijn plaats te houden. Aan het winningsfront lag een kettingtransporteur om de kool naar de zestig-meter verdieping af te voeren. Er was een kolenschaaf te zien waarmee de kool werd losgemaakt uit de wand en op de transporteur werd geschoven. Na een korte bezichtiging van overige apparatuur werden we met de kooi weer teruggebracht naar boven.

Stop 2.3, terug naar Nederland voor een privé-rondleiding door de ENCI-groeve bij Maas-



Stop 2.2, Blegnykolenmijn. Gewonnen steenkoollaag met 'stempels'.

Foto: Hans Roest



Stop 2.3. De ENCI-groeve bij Maastricht, overzicht.

Foto's: Willy van den Beukel



Stop 3.1. Neolithische vuursteenmijnen bij Rijckholt, >vijfduizend jaar oud.

Foto: Wenche Asyee



Stop 2.3. De ENCI-groeve bij Maastricht. In één van de groeves aan de rand.

Foto: Daan den Hartog Jager

tricht, met twee gidsen van Natuurmonumenten, en voor vertrek een korte introductie van Clemens Visser. In deze groeve is kalksteen gewonnen voor cementfabricage door de ENCI (Eerste Nederlandse Cement Industrie), van 1926 tot 2018. Daarbij is het grootste deel van de Pietersberg afgegraven, wat heeft geleid tot een enorme ontsluiting van het Boven-Krijt. Sinds enkele jaren is dit gebied algemeen toegankelijk gemaakt en voorzien van uitleg. De vroegere typesectie van het onderste Maas-trichtien (de bovenste etage van het Krijt) bevond zich hier. Van speciale interesse zijn de lagen met vuursteenknollen, die in verschillende concentraties aanwezig zijn in de verschillende krijtlagen. De regelmaat in het voorkomen van vuursteenlagen doet vermoeden dat Milankovitch cycliciteit een rol heeft gespeeld bij de afzetting ervan.



Stop 3.2. K/Pg-grens in de Geulhemmergroeve; burrows in de witte kalkstenen zijn van Krijtouderdrom, gevolgd door een onregelmatige horizont. Dit is de K/Pg-grens (ook wel de 'Berg & Terblijthorizon'). De afdekkende lichtgrijze kleilaag is maximaal tien centimeter dik.

Foto: Daan den Hartog Jager



Stop 3.3. Stadswandeling Maastricht. Bonte verzameling van verschillende soorten natuursteen in de oude stadsmuur.

Foto:Wenche Asyee

Dag 3: Nederland / Stop 3.1. Archeoloog Joep Orbons en geoloog Wiel Schins namen ons mee naar de Neolithische vuursteenmijnen van Rijckholt, ontdekt in 1881. Actieve mijnbouw was van 4600-2000 BC en misschien ook al in de tijd van de Neanderthalers (>40.000 jaar geleden). In een gebied tussen de twaalf en vijftien hectare werden naar schatting drieduizend verticale schachten gegraven tussen de vijf en twaalf meter diepte onder het maaiveld. De vuursteen werd gedolven uit laag tien (van de 23) van de Krijtkalksteen van Lanaye (formatie van Gulpen). Doordat er alleen bij daglicht kon worden gemijnd werd het radiale gangenstelsel per schacht maximaal vijf meter lang en ongeveer tachtig centimeter hoog. De gangen zijn wel allemaal met elkaar verbonden, waarschijnlijk om ontsnapping mogelijk te maken bij instorting. Verlaten schachten werden weer dichtgegooid met materiaal uit een nieuwe schacht. Hierdoor ontstond een omgekeerde stratigrafie in de mijnschachten, van löss, grind en kalk. De totale productie van de mijnen wordt geschat op 19.500 en 23.000 ton, allemaal handwerk. De terugkerende vraag "Hoe komt de vuursteen (SiO₂) in specifieke lagen in de kalksteen?" werd door Wiel gesplitst in drie deelvragen:

1. Waar komt het silicium vandaan?
2. Wat is het proces dat zorgt voor de vorming van de knollen?
3. Wanneer is dit gebeurd?

Wiel Schins ondersteunt de theorie hierover opgesteld door Hans Zijlstra. Die poneert dat 1. het silicium uit het water wordt gehaald door organismen (bijv. diatomeeën), 2. de zuurgraad van de zee bepaalt of er siliciumoxide neerslaat en dan concreties vormt en 3. dat dit alles zich in enkele honderden jaren kan afspelen in de nog niet volledig geconsolideerde sedimentlaag. In het kalksteenpakket van de vuursteenlaag zijn regelmatig dolines (geologische orgelpijpen), ontstaan door grondwatererosie van het gesteente gevuld met een mengsel van zand, grof grind en löss te zien. Om instorting te voorkomen is een groot deel van de opnieuw uitgegraven mijngangen opnieuw gestut. Tijdens de wandeling naar de mijn zagen we lössafzettingen uit de laatste ijstijd.



Stop 3.3. NHMM. Terug in de paleontologiekلاس.
Foto: Willy van den Beukel

Stop 3.2: Bij de ingang van de Geulhemmergroeve ontmoeten we onze gids, oud-mijnwerker Frans Bergsteijn. Hij en zijn vrouw wonen in een rotswoning in het voorste deel van de groeve (www.rotswoning.nl). De rotswoningen stammen uit de 18^e eeuw en werden door de blokbrekers, de arbeiders in de ondergrondse groeve, uitgegraven in de mergel. De groeve is uitgehouwen in de kalksteen van Meerssen in de Formatie van Maastricht. Het gangstelsel is ongeveer vijftig kilometer lang en is in een periode van ongeveer zeshonderd jaar met handgereedschap uitgegraven (sinds de 13^e eeuw). De gangen zijn zodanig uitgegraven dat er geen ondersteuning nodig is. Het plafond van de groeve is ongeveer de Krijt/Paleogeen-grens (K/Pg-grens). De kalksteen daarboven bevat meer klei en is daarom ongeschikt als bouwsteen.

Een ondergrondse wandeling van een half uur bracht ons bij de enige ontsluiting in Nederland van de K/Pg-grens. Jos Okkerman legde uit waarom we hier geen laagje iridium zien, dat de K/Pg-grens zo typeert. 66,07 Ma geleden was dit deel van Nederland een ondiepe zee. Na de meteorietinslag in Yucatan, 8500 kilometer ten westen van hier, ontstond een tsunami die verhinderde dat het Iridium kon worden afgezet. Als het water diep genoeg was is berekend dat de golf tot vier kilometer hoog kon worden en dat deze meerdere keren de aarde is rondgegaan met een initiële snelheid van duizend kilometer per uur. Bijkomende rampen waren aardbevingen (kracht twaalf tot dertien op schaal van Richter), bosbranden, neervallend puin en tek-



Stop 3.3. NHMM. Levensgrote replica van Bèr.
Foto: Wenche Asyee

tieten, en waarschijnlijk twee tot drie jaar een volledige stop van fotosynthese. Zegge: "it was a bad day on earth". De ontsluiting laat duidelijk een onregelmatige laag zien boven de solide mergel, afgedekt door een maximaal tien centimeter dikke kleilaag, indicatief voor het einde van de ramp.

Stop 3.3: Voor het Natuurhistorisch Museum Maastricht (NHMM) werd de groep opgewacht door Wim Dubelaar voor een geologische stadswandeling, en Hélène Klein voor een privérondeleiding in het museum. De stadswandeling van ongeveer anderhalf uur bracht ons langs bouwwerken met veel natuursteen, zoals de stadsmuur, kerken en basilieken, klooster en ook delen van de universiteit. Maastricht (Ad Mosam Trajectum) is ontstaan in de Romeinse tijd aan het begin van onze jaartelling. Er is sindsdien het meest gebruik gemaakt van de in de buurt gewonnen Maastrichter kalksteen (mergel), afgewisseld met de laterale ondieperwaterafzetting, de iets minder poreuze, Kunrader kalksteen. De zwarte laag op de mergelblokken is een mineralogische reactie van het gesteente met gips en zwavel dat in de lucht zat door de werkzaamheden in de ENCI-groeve. Opvallend zijn de stoepranden die gemaakt zijn van Belgisch hardsteen, de kolenkalk uit het Viséen, beter bekend als 'petit granit', met veel fossielen. Andere veel gebruikte stenen zijn de Luxemburger zandsteen (Boven-Trias), Bontzandsteen uit de Moezel (Onder-Trias), Kolenzandsteen en kwartsiet uit het Geuldal (Boven-Carboon) en zandsteen (psammiet van Cond-



Stop 3.3. NHMM. Zeldzaam kijkje in het archief.
Foto: Daan den Hartog Jager

roz) uit de Ardennen (Devoon). Opvallend was dat bij restauratiewerkzaamheden niet altijd de oorspronkelijke bouwsteen is gebruikt, leidend tot zeer interessante mix van natuursteen. In het NHMM is een speciale tentoonstelling over mosasaurus Bèr te zien. De bekende maasgadis uit het Maastrichtien (70-66 Ma) is met behulp van scans van diverse lokaal gevonden botten en een nauw verwante soort uit Angola volledig gereconstrueerd en in 3D geprint. Het skelet is elf meter lang, heeft zo'n vierhonderd botten en is opgehangen aan het plafond van de expositieruimte. Tijdens de privérondeleiding kregen we inzicht in de grootte van de museumcollectie met een kijkje in het archief. Hier ligt het merendeel van de 550.000 objecten die het museum rijk is. Slechts een klein deel hiervan is tentoongesteld. Het kwartiertje door de microscoop kijken gaf de meesten van ons weer het gevoel van het practicum paleontologie. Al met al een zeer goed gecoördineerde en super interessante en gevarieerde excursie, met dank aan hoofd-organisatoren Ramon Loosveld, Wytse Sikkema en Guido Hoetz. Op naar de volgende!

Wenche Asyee en Daan den Hartog Jager



Kasseien op de Grote Markt in Atrecht.

De echte kassei / De echte kassei, waar de wielrenners in Parijs-Roubaix overheen rijden, is van Atrechtse steen. Dat het monumentje voor de kassei bij de entree van de wielersbaan van Roubaix van grijs graniet is, is dan ook een gotspe. De Atrechtse steen is een zeer zuivere, harde, grauwwitte tot lichtgrijze kwartsietische zandsteen, soms wat licht rossig of met ijzerverkleuringen. In de steen komen af en toe wortelgaten voor. De steen is afkomstig uit het Franse Département du Nord en ook aangeduid als Grès d'Artois, Oosterbantzandsteen of Grès d'Ostrevant. Het zijn continentale afzettingen uit het Thanetien (bovenste Paleoceen). Tot aan de Franse revolutie was het zuidelijk deel van het Département du Nord een belangrijk centrum van steenwinning. De belangrijkste voorkomens van de Atrechtse steen bevinden zich in het gebied tussen het dal van de Scarpe in het westen en noorden en dat van de Sensée in het zuiden en oosten. De Grote Markt in Atrecht (Arras) ligt er vol mee. Het gebruik is echter niet beperkt tot bestratingen. Aan de huizen rond de markt in Atrecht, maar ook in steden als Rijssel, Amiens



Kapiteel langs de Grote Markt in Atrecht.

en Dowai (Douai) is hij gebruikt als parementssteen, soms voor complete gevels, voor kolommen, kapitelen en andere bouwsculptuur. In kleinere hoeveelheden zijn toepassingen in het parement in verschillende Vlaamse steden te vinden. De productie van kasseien en andere zandsteen was enorm. In de jaren zeventig van de 18^e eeuw produceerde men in Frans-Vlaanderen jaarlijks meer dan een miljoen stuks, op het hoogtepunt in 1782 zelfs bijna anderhalf miljoen. Volgens historische bronnen werd de steen als kassei tot Utrecht geëxporteerd. Daar is hij niet meer te vinden. Wel komen verspreid in kasseibestratingen in verschillende Zeeuwse steden, waaronder Middelburg en Veere, kasseien van een zuiver kwartsietische zandsteen voor, die heel wel Atrechtse steen zouden kunnen zijn.

Tekst en foto's: Timo G. Nijland

38°10'00" Noord en 0°29'04 West / De Betische Cordilleren in het zuiden van Spanje ontstonden in de loop van het Tertiair door convergente plaatbeweging tussen de Iberische microplaat en het noordwestelijk deel van de Afrikaanse plaat. De Interne Zone van dit orogeen, die bestaat uit meerdere metamorfe dekbladen, wordt in het oostelijk deel van deze gebergtegordel gescheiden van de meer noordelijk gelegen niet-metamorfe Externe Zone door een complex netwerk van afschuivingen en strike-slipbreukzones met een (oost)noordoost-(west)zuidweststrekking. De hier gelegen Crevillente, Alhama de Murcia en Bajo Segura breukzones begrenzen Neogene tot Kwartaire intramontane bekkens die gekarakteriseerd worden door sterke laterale faciesverschillen in mariene en continentale afzettingen. Aardbevingen bij Lorca (1579, 1818 en 2011), Torrevieja (1829), Fortuna (1944) en in de nabijheid van Murcia (1743, begin 2024) tonen aan dat er in dit gebied nog veel breukzones actief zijn. Het (neo)tektonische patroon van steile bergruggen gescheiden door jonge sedimentaire bekkens loopt oostwaarts door in zee. Het kleine eiland Nueva Tabarca, vijf kilometer uit de kust gelegen, vormt de culminatie van de seismisch actieve, oost-westlopende onderzeese Tabarca Ridge.

Nueva Tabarca is een langgerekt eiland (1800 bij maximaal vierhonderd meter) met een kern van laaggradig metamorfe (Triadische) gesteenten met onder meer phyllieten, dolo-mieten en donkere metabasieten. Deze gedeformeerde gesteenten van het Alpujarride-dekblad vormen de meest oostelijke ontsluiting van de Interne Zone. Discordant op deze eenheid ligt een minstens twintig meter dik vlakliggend pakket van mariene Tortonienafzettingen, bestaande uit een basaal conglomeraat met daarop lichtgekleurde kalkarenieten (op de foto zichtbaar op de voorgrond en onder de vestingmuren). Deze kalken bevatten een typische ondiepwaterfauna met zee-egels, schelpen, koralen, bryozoën en algenballen.

In de 17^e en begin 18^e eeuw gebruikten Barbarijse zeerovers het kleine eiland, dat toen nog bekend stond als Isla Plana vanwege de beperkte hoogte (vijftien meter), als uitvalsbasis voor rooftochten langs de Spaanse oostkust. De Spaanse koning Carlos III wilde daarom overgaan tot fortificatie van het eiland en bracht dit plan ten uitvoer door oplossing van een nijpend probleem elders in het Koninkrijk: Arabieren hadden de Noord-Tunesische stad Tabarka, dat onderdeel was van de Spaanse Kroon, ingenomen en de bewoners, bijna allen van Italiaanse afkomst, gevangengenomen. De koning besloot in 1768 om de gevangenen vrij te kopen en over te brengen naar Isla Plana, dat de nieuwe inwoners vervolgens omdoopten tot Nueva Tabarca. In de jaren daarna werd een omvangrijke vesting gebouwd met een rechthoekig stratenplan en vier poorten. De foto toont de westelijke vestingmuren, de San Gabrielpoort en het bovendeel van de barokke San Pedro en Pablo kerk (1779), die allen zijn opgetrokken uit blokken Tortonien kalkareniet, afkomstig uit een grote groeve (La Cantera) op de westpunt van het eiland.

De inwoners van Nueva Tabarca waren vroeger vooral (tonijn)vissers. Maar tegenwoordig leven de ongeveer honderd permanente bewoners, waarvan een deel nog een Italiaanse naam heeft, vrijwel geheel van toerisme. Het eiland werd in 1964 onderdeel van het Spaans Nationaal Erfgoed. De zee rondom het eiland is rijk aan vis en zeegras (*Posidonia oceanica*) en sinds 1986 beschermd als Marien Reservaat.

Foto en tekst: Jeroen Peters



Nueva Tabarca

Zuidoost-Spanje



A portrait of Niels Stensen, a Danish naturalist and geologist. He is shown from the chest up, wearing a dark, curly wig and a light blue cravat. The background is dark and textured. The portrait is the central focus of the page, with text overlaid on it.

Niels Stensen, de eerste geoloog

365 jaar geleden begon de briljante Deen Niels Stensen met zijn studie in Nederland. Stensen, vaak bekend onder zijn gelatiniseerde naam Steno, was een van de meest vooraanstaande wetenschappers van de zeventiende eeuw. Ondanks zijn nauwe banden met Nederland, is hij hier echter nauwelijks bekend.

Portret van Niels Stensen, hoogstwaarschijnlijk geschilderd tussen 1666 en 1677 door Justus Sustermans.

Gallerie degli Uffizi, Florence, Italië

Niels Stensen werd geboren op 11 januari 1638 (Gregoriaanse kalender) in de Deense hoofdstad Kopenhagen. Zijn vader was goudsmid en hofjuwelier uit een familie van Lutherse predikanten. Zijn vader stierf in 1645, waarna de volgende echtgenoten van zijn moeder de edelsmederij voortzetten. Op tienjarige leeftijd ging Niels naar de beste school van het land, waar de basis werd gelegd voor zijn kennis van wiskunde en talen. In 1656 ging hij medicijnen studeren aan de Universiteit van Kopenhagen. Als jonge student hield Niels zich al bezig met fossielen uit een beroemd plaatselijk rariteitenkabinet. Er werd veel gespeculeerd door natuurwetenschappers over fossielen. Volgens Aristoteles groeiden ze spontaan. Latere geleerden stelden verklaringen voor zoals 'zaaddampen' die uit de zee opstegen, grappen van de natuur, *lusus naturae* of streken van de duivel als oorzaken van deze opmerkelijke versteningen, maar Niels zag ze al vroeg als versteende organismen die tijdens de zondvloed op heuvels en bergen waren achtergelaten.

Verblijf in Nederland / Omdat Denemarken in oorlog was met Zweden, vertrok de 22-jarige Niels begin 1660 naar de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden om daar zijn medische studie voort te zetten. Op 20 maart 1660 arriveerde hij in Amsterdam en nam hij zijn intrek bij de arts Gerardus Blasius, die op het punt stond hoogleraar te worden aan het *Athenaeum Illustre* van Amsterdam, een instelling die, hoewel geen volwaardige universiteit, een soort propedeuse aanbod voor verdere studie aan universiteiten elders. Kort na aankomst deed Niels, terwijl hij een



Haaientanden uit: *Elementorum myologiae specimen, seu musculi descriptio geometrica. Cui accedunt canis carchariae dissectum caput, et dissectus piscis ex canum genere.* (1667); Universiteitsbibliotheek Leiden.

schapenkop ontleedde in de anatomiekamer van het voormalige St. Ursula-klooster, een belangrijke ontdekking: de oorspeekseldklier, die nog steeds bekendstaat als *ductus Stenonianus*. Blasius besteedde echter weinig aandacht aan de ontdekking van zijn pupil, maar claimde deze later wel als de zijne. In de daaropvolgende jaren ontstond er een onverkwikkelijke prioriteitsstrijd, die Stensen glorierijk won.

Niels realiseerde zich al snel dat hij in Amsterdam weinig kon leren en besloot naar Leiden te gaan, waar hij bijna vier jaar zou blijven. Op 27 juli 1660 schreef Niels Stensen zich in aan de medische faculteit van de Leidse Universiteit. Hij woonde in Leiden achtereenvolgens aan het Rapenburg, de Houtstraat en de Lokhorststraat.

Aan de op dat moment beste universiteit van Europa ontving hij onderricht van befaamde docenten, zoals Franciscus de le Boë (*Sylvius*) en Johannes van Horne (*Hornius*). Onder hun leiding, maar ook vaak op eigen initiatief, deed Niels Stensen samen met zijn vrienden Johannes Swammerdam en Reinier de Graaf vele baanbrekende ontdekkingen. Zijn proefschrift uit 1664 over spieren en klieren was een mijlpaal richting de moderne fysiologie en legde de basis voor verdere ontwikkeling in anatomie, spierbiologie en het endocriene systeem. Het markeerde een overgang naar een empirische benadering van de medische wetenschap. Op het gebied van de voortplantingsleer was hij zijn tijd ver vooruit. Hij introduceerde de termen *ovum* (ei), *ovarium* (eierstok) en *ovoductus* (eileider). Tijdens openbare demonstraties in het theatrum anatomicum van Leiden ontmoette Steno de beroemde filosoof Spinoza, die in Rijnsburg woonde. Met hem wisselde hij later geregeld van gedachten.

Stensen is beroemd om de volgende uitspraak: *"Pulchra sunt quae videntur, pulchriora quae sciuntur, longe pulcherrima quae ignora"*

(Mooi is, wat we zien, mooier is wat we herkennen, maar veruit het allermooist is wat we niet kunnen bevatten.)

Niels Stensens verblijf in de Republiek vond plaats op het hoogtepunt van de Nederlandse Gouden Eeuw, tijdens het eerste stadhouderloze tijdperk (1650-1672) onder leiding van de gebroeders De Witt. Dit was een uniek experiment in het 17^e-eeuwse Europa. De meeste staten werden geregeerd door absolute vorsten met opgelegde religieuze uniformiteit, terwijl de jonge Republiek werd geleid door kooplieden en technocraten die een pragmatisch beleid van religieus pluralisme en tolerantie voerden. Het

wordt door hedendaagse gezaghebbende historici 'Europa's grootste wonder van culturele diversiteit' genoemd en 'het toenmalige filosofische centrum van de wereld.'

Hoewel Niels zich vooral bezighield met de anatomie van mens en dier, verdiepte hij zich tijdens zijn verblijf in de Republiek ook in de geologie, destijds omschreven als de 'anatomie van de aarde'. Stensen reisde in de zomers van 1661, 1662 en 1663 door grote delen van de Noordelijke en de Zuidelijke (Spaanse) Nederlanden, waar hij de kans kreeg om de interactie tussen rivieren en de zee te bestuderen, en ook door de Zeeuwse eilanden en de polders van Holland en Friesland. Uit zijn aantekeningen blijkt dat hij de vorming van de Zeeuwse eilanden verklaarde door sedimentatie in water, destijds een originele gedachte, die uiteindelijk de basis vormde voor zijn later geformuleerde wet van de superpositie van sedimenten.

Vertrek uit Leiden / Vanwege familieomstandigheden, het plotselinge overlijden van zijn stiefvader en vervolgens zijn moeder, moest Niels begin 1664 Leiden verlaten om zijn zaken thuis in Kopenhagen te regelen. Aangezien hij zijn medische studie in Leiden feitelijk had afgerond, wat blijkt uit diverse publicaties en een openbare verdediging op 18 oktober 1663, verzocht hij de Senaat van de universiteit om hem de doctorstitel te verlenen. Op aanbeveling van zijn promotor Jan van Horne (*Hornius*) en van harte gesteund door professor Sylvius, werd hem op 4 december 1664 zijn doctorstitel *cum laude* bij afwezigheid toegekend, een unicum in de geschiedenis van de Leidse Universiteit. Zijn bul werd hem later per post naar Parijs opgestuurd.

Europese reizen / In 1664 begon Niels Stensen zijn grote Europese wetenschappelijke reizen. Eerst bezocht hij zijn vriend Johannes Swammerdam, die naar Parijs was vertrokken om de beroemde Melchisédech Thévenot te bezoeken, een rijke Franse auteur, wetenschapper en diplomaat. De twee vrienden zouden bijna een jaar bij Thévenot logeren, deels gelijktijdig met Christiaan Huygens. In Parijs hield

Steno een geruchtmakende toespraak over de anatomie van de hersenen, waarin hij de hypothese van Descartes ontkrachtte dat de epifyse (of pijnappelklier) de zetel van de menselijke ziel zou zijn; cruciaal voor de ontwikkeling van de neurowetenschappen. Vanuit Parijs reisde hij naar Montpellier, waar hij de beroemde Engelse natuuronderzoeker Martin Lister ontmoette, die ervan overtuigd was dat fossielen *lapides sui generis* waren: gegroeide stenen die niets met organismen te maken hadden. Fossielen waren nog steeds een onopgelost raadsel, maar Stensen had al vroeg een verband met de Bijbelse zondvloed gesuggereerd.

Haaientanden / Vanuit Montpellier reisde Stensen in 1666 naar Italië. Op aanbeveling van Thévenot werd hij in Florence gastvrij ontvangen door kardinaal Leopoldo de' Medici, de jongere broer van groothertog Ferdinando II, en uitgenodigd om lid te worden van de eerste academie ter wereld die zich volledig wijdde aan experimentele wetenschap, de *Accademia del Cimento* (Academie voor Experimenten). Hier ontleedde Niels de kop van een reusachtige witte haai, met tanden van meer dan tien centimeter lang. Hij ontdekte toen dat de mysterieuze tongstenen uit Malta (z.g.n. *Glossopetrae*), die hij van het rareitenkabinet in Kopenhagen kende, en waaraan al sinds de oudheid magische en helende krachten werden toegeschreven, fossiele haaientanden waren. Tongstenen werden gebruikt als amuletten en gemalen om elixers te maken voor allerlei kwalen. Men geloofde dat ze uit de lucht waren gevallen, maar omdat niemand dit ooit had gezien, beweerde Plinius dat dit alleen gebeurde op donkere, maanloze nachten. Stensen schreef, nadat hij de ware oorsprong van de tongstenen had ontdekt: *“Misschien lag Malta ooit onder de zee, een plek waar haaien op hun prooi jaagden; hun tanden waren vaak begraven in de modderige zeebodem, maar nu worden ze in het midden van het eiland gevonden als gevolg van een verandering in de positie van de zee”*.

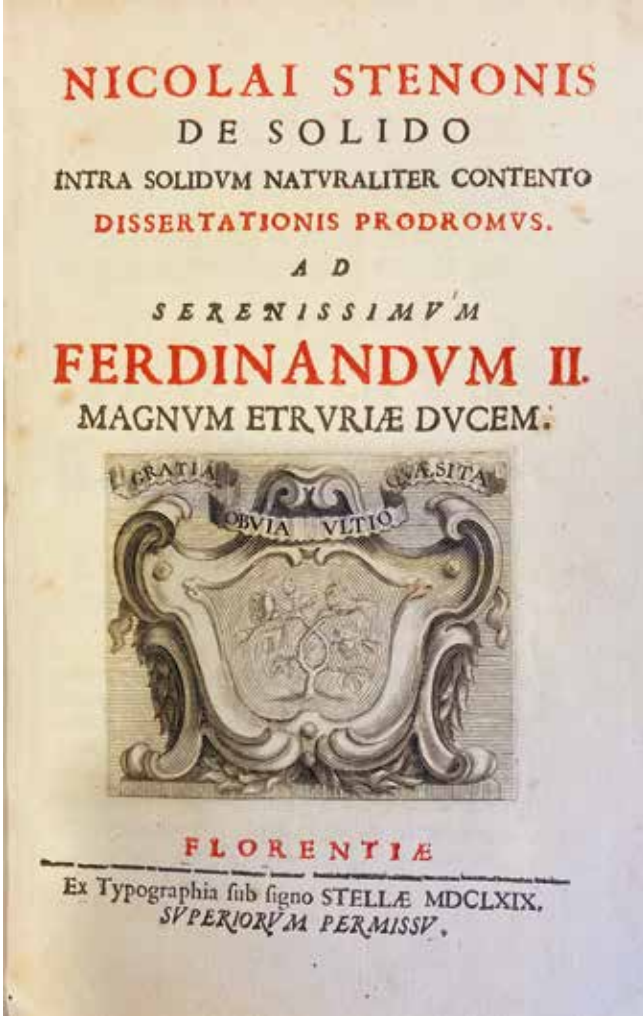
De geologische waarnemingen die Stensen in Nederland en tijdens zijn vele reizen deed, leidden hem in 1669 tot de ontwikkeling van ver-

schillende baanbrekende ideeën, zoals de wet van de superpositie, die hij formuleerde in zijn beroemde boek getiteld *De Solido intra Solidum Naturaliter Contento; Dissertationis Prodromus*, het eerste geologische leerboek. Stensen beschrijft hier het fossilisatieproces en stelt dat nieuwe aardlagen altijd horizontaal op oudere lagen worden afgezet, zoals hij had waargenomen in de Nederlandse estuaria. De geschiedenis van de aarde kan vervolgens worden afgelezen uit de opeenvolging van gefossiliseerde sedimenten. Met deze wetten van Steno leeft hij nog steeds voort als de grondlegger van de stratigrafie.

In dienst van de kerk / In 1667 besloot de Lutherse Stensen zich tot het Katholicisme te bekeren. In 1675 werd hij tot priester gewijd en gaf hij de wetenschap op om zich volledig te wijden aan zijn kerkelijke taken. Twee jaar later, in 1677, werd hij tot bisschop gewijd en apostolisch vicaris van de noordelijke missies. Hij vervulde zijn kerkelijke taken in diverse steden in Noord-Duitsland, zoals Hannover, Münster, Hamburg en ten slotte Schwerin, de hoofdstad van de deelstaat Mecklenburg. Hier maakte hij een periode van zelfopgelegde armoede en religieuze ascese door, die hem in een staat van diepe ellende brachten. Hij stierf uitgeput en in bittere armoede op 5 december 1686, op 48-jarige leeftijd.

Op aandringen van de Toscaanse groothertog werd het stoffelijk overschot van Stensen overgebracht naar Florence, waar het werd bijgezet in de Basiliek van San Lorenzo, tevens de laatste rustplaats van de Toscaanse groothertogen. Op 23 oktober 1988 werd Niels Stensen, na een kerkelijke procedure van 50 jaar, in Rome zalig verklaard door paus Johannes Paulus II. In het voorjaar van 2021 riep de Heilige Stoel Niels Stensen uit tot schutspatroon van de geologen, vergelijkbaar met St Barbara, de beschermheilige van de Mijnbouwers.

Conclusie / Toen Niels Stensen zich in 1660 in Leiden inschreef om zich te ontwikkelen tot een van de beste anatomen van zijn tijd, bestond geologie nog niet als een onafhankelijke wetenschap. Dankzij zijn grenzeloze nieuws-



Het eerste geologische leerboek, Titelblad:
De solido intra solidum naturaliter contento, dissertationis prodromus (1669);
Universiteitsbibliotheek Leiden.

gierigheid breidde Stensen zijn interesse in de natuurlijke historie uit naar de anatomie van de aarde. Tijdens zijn verblijf in de Nederlanden, later in Toscane en andere delen van Europa ontwikkelde Niels zich gaandeweg tot een ware geoloog avant la lettre. Hij wordt daarom algemeen erkend als de eerste moderne geoloog die een dynamisch aardmodel omarmde, terwijl de meeste van zijn tijdgenoten nog geloofden in

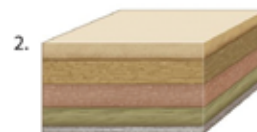
een eens en voor altijd geschapen onveranderlijke wereld.

Stensen was evenwel een kind van zijn tijd als het ging om de ouderdom van de aarde en de lengte van de geologische tijd. Hij geloofde onvoorwaardelijk het bijbelse verhaal, waarbij hij op één lijn stond met zijn tijdgenoten. Het duurde nog ruim een eeuw totdat James Hutton, 'deep time' ontdekte. Samen met deze andere Leidse alumnus (James Hutton), wordt Niels Stensen beschouwd als de grondlegger van de geologie. Hij legde de fundamenteën voor de stratigrafie en baande de weg voor de kristallografie. Het nieuwe begrip van de aardgeschiedenis, zoals Stensen uiteenzette, hield in dat gebeurtenissen uit het verleden van de aarde kunnen worden afgeleid door het observeren van gesteenten, mineralen, fossielen en landschapkenmerken.

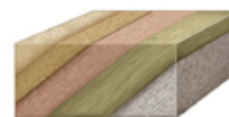
Wetten van Steno



Wet van superpositie
Jonge gesteentelagen rusten bovenop oudere lagen

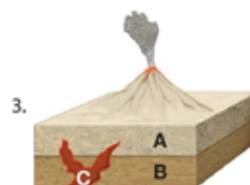


A. Oorspronkelijke oriëntatie

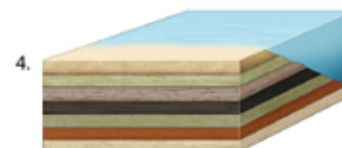


B. Oriëntatie na kanteling (plooing)

Wet van de oorspronkelijke horizontaliteit
Sedimentaire gesteentelagen worden oorspronkelijk vlak afgezet



Wet van transversale relaties
Gesteentelagen A en B zijn ouder dan de intrusie (C) die ze verstoort.



Wet van laterale continuïteit
Gesteentelagen blijven doorgaans doorlopend, tenzij ze stuiten op andere vaste objecten die hun afzetting tegenhouden of tenzij er verstoringen zijn opgetreden na hun afzetting.

© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Jan de Coö

Wetten van Steno: Britannica, The Editors of Encyclopædia.

'Nicolaus Steno'. Encyclopedia Britannica, 9 Apr. 2024, .<https://www.britannica.com/biography/Nicolaus-Steno>.

De Universiteit Leiden ontvangt de Niccolò Stenone (Niels Stensen) erepenning

De Leidse Geologische Vereniging heeft op 5 december 2024 met groot ceremonieel de erepenning van de zalige Niccolò Stenone (Niels Stensen) in ontvangst genomen. Deze prestigieuze onderscheiding wordt jaarlijks uitgereikt als erkenning voor individuen en instellingen die zich op bijzondere wijze hebben onderscheiden op het gebied van wetenschap, geneeskunde en solidariteit.

De plechtige ceremonie vond plaats in de basiliek van San Lorenzo in Florence, waar de stoffelijke resten van Stensen zijn bijgezet. Kardinaal Giuseppe



pe Betori overhandigde de penning aan een vertegenwoordiging van de Leidse Geologische Vereniging, die speciaal voor deze gelegenheid naar Italië was afgereisd.

De uitreiking van de penning in Florence.

Foto: privearchief Jan de Coö

Niels Stensen symposium
8 februari 2025 / Op 8 februari 2025 organiseert de Leidse Geologische Vereniging een symposium rond Niels Stensen in de Lokhorstkerk, Pieterskerkstraat 1, Leiden. Ontvangst en lichte lunch 12:00 uur, aanvang symposium 13:00 uur. Sprekers zijn: Prof. Dr Pancras Hoogendoorn, Prof. Dr Eric Jorink, Dr Yoram Stein, Dr Jan de Coö. Het symposium staat open voor alle belangstellenden. Inschrijven en verdere informatie op www.lgvweb.nl



STARINGLEZING 2024

Een wereldreis langs delta's

Delta's zijn al millennia lang één van de belangrijkste aardwetenschappelijke systemen voor mensen. Van oudsher leveren delta's vruchtbare grond, transportmogelijkheden en drinkwater. Maar, juist door de eeuwenlange aanwezigheid van mensen in delta's, en de toename van ondergrondse activiteiten, staan deze natuurlijke systemen enorm onder druk. Reden dus voor het KNGMG om Esther Stouthamer, hoogleraar aan de Universiteit Utrecht op het gebied van delta-evolutie en ondergrondse processen, te vragen voor de jaarlijkse Staringlezing met als onderwerp 'Quaternary Rivers and Deltas'. Voorafgaand aan de lezing was er een symposium, waarbij een wereldreis langs delta's werd gemaakt.

Fig.1: Veldwerkfoto met afzettingen van de Gangesrivier. Een door aardbevingen vervloeid zandlichaam dat Holocene rivierafzettingen doorsnijdt is duidelijk te zien.

Foto: Liz Chamberlain.

De Staringlezing vond plaats op donderdagmiddag 17 oktober in het Auditorium van TNO Geologische Dienst Nederland in Utrecht. Het werd georganiseerd samen met INQUA-NL, de Nederlandse afdeling van de International Union for Quaternary Research, een internationaal netwerk dat zich al bijna honderd jaar richt op wetenschappelijk onderzoek binnen de Kwartairgeologie.

Symposium / Tim Winkels trapte het symposium inhoudelijk af. Tim is werkzaam als ondergrondconsultant bij WSP (een advies en ingenieursbureau werkzaam in de bebouwde omgeving), maar ook al meer dan tien jaar betrokken bij een internationaal onderzoeksprogramma dat zich richt op het reconstrueren van dynamieken van de rivier de Nijl tijdens de Egyptische oudheid. Zijn presentatie ging over een onlangs gepubliceerd artikel¹, waarin relaties worden gelegd tussen klimatologische veranderingen, de doorwerking daarvan in de toename van de hoeveelheid sediment die de Nijl vervoert, de ontwikkeling van uitgestrekte rivieroverstromingsvlakten, en de opkomst van landbouw, welvaart, en bouw van heilige locaties. Verder liet Tim zien hoe veldwerk, voornamelijk bestaande uit de typische Nederlandse manier van handboringen, in Egypte te werk gaat. Het boren wordt namelijk uitgevoerd door lokale inwoners, en het beschrijven door de geologi-

sche experts zelf. Het opgeboorde materiaal dient vervolgens nauwgezet te worden gescheiden van potentiële archeologische vondsten – een waar monnikenwerk!

Liz Chamberlain van Wageningen Universiteit bracht ons vervolgens naar het stroomgebied van de Ganges, in Bangladesh. Ook het door Liz gepresenteerde werk is vers van de pers, pas kortgeleden gepubliceerd². De Ganges-Brahmaputradelta kent van alle delta's één van de hoogste bevolkingsdichtheden en sedimentlast; wat bovenstrooms gebeurt, kan dus enorme invloed hebben benedenstrooms. Liz vertelde hoe ze met haar team heeft gereconstrueerd dat een aardbeving van ongeveer zeven á acht op de schaal van Richter, zo'n 2500 jaar geleden plotseling een bovenstroomse riviergeulverlegging heeft veroorzaakt. Dit wisten ze te bepalen door het dateren van vervloeide zandlichamen die tijdens de beving omhoog zijn geschoten (Fig. 1). Omdat dit gebied tegenwoordig zo dichtbevolkt is benadrukte Liz dat verder onderzoek nodig is om mechanismes en implicaties van een plotselinge riviergeulverlegging te begrijpen. Want zo'n plotselinge gebeurtenis kan in de toekomst ook plaatsvinden, met alle gevolgen van dien benedenstrooms.

De derde lezing nam ons mee naar de bodem van de Noordzee – nu onderwater, maar tijdens de laatste ijstijd en aan het begin van het Holoceen een uitgestrekte riviervlakte. Marc Hijma, geoloog bij Deltares, vertelde over hoe vanaf een boot veenlagen zijn bemonsterd. Deze veenlagen vormden zich toen de Noordzeebodem aan het einde van de ijstijd en het begin van het Holoceen langzaam verdronk onder invloed van het afsmeltende landijs. Nadat de ouderdom van de veenlagen was bepaald, konden, door middel van informatie over de diepteligging, uitspraken worden gedaan over de snelheid van de zeespiegelstijging. Ze toonden hiermee aan dat er twee perioden zijn geweest waarbij de Noordzee zeer snel volliep – hoogstwaarschijnlijk door een plotselinge toename in het vrijkomen van smeltwater. Marc eindigde met een overzicht dat zulke pieken van zeespiegelstijging wel eens vergelijkbaar zouden kunnen zijn met

de toekomstige pieken die gepubliceerd zijn in de IPCC-rapporten.

De laatste presentatie voor de Staringlezing nam ons mee naar het Afrikaanse continent. Joep Storms van de TU Delft (Fig. 2) liet de resultaten zien van een modelleerstudie naar riviersedimentverspreiding in het Turkana-meer, Kenia³. De sedimenten in het meer zijn hoofdzakelijk afkomstig van de Omodelta, die zich aan de noordkant van het meer vormt. Het computermodel houdt onder meer rekening met sedimenteigenschappen, windrichtingen, en gelaagdheden in het water op basis van saliniteit. Joep concludeert dat hoofdzakelijk een samenspel van wind en golven de verspreiding van sediment bepaalt, en niet zoals eerder gedacht de rivier-pluim zelf en de zwaartekracht. Het Turkana-meer is één van de grootste meren ter wereld, dus de bevindingen van deze studie zijn zeer waardevol voor andere grote meren, die samen een ontzettend belangrijk reservoir voor zoetwater vormen.

Staringlezing / Esther Stouthamer begon zo'n 25 jaar geleden haar loopbaan met het mede-vervaardigen van één van de belangrijkste ondergrondkaarten van deltagebieden ooit gemaakt (Fig. 3). De kaart laat op minutieuze wijze de Holocene evolutie van het rivierstelsel in de Rijn-Maasdelta zien, waaruit onder andere klimatologische veranderingen, bodemdaling, en menselijke invloeden op het riviersysteem te destilleren vallen. Dit zette de toon voor haar verdere carrière, waarbij Esther zich niet alleen focuste op de Holocene Rijn-Maasdelta, maar ook op delta's verder van huis en langer geleden (zie ook het interview met Esther in Geo.brief 2024-6). Esther nam ons tijdens de Staringlezing eerst mee naar het samenspel tussen wisselende klimatologische omstandigheden tijdens het Kwartair en de invloed hiervan op deltagebieden: bij een relatief stabiele zeespiegelstand ontstaan er delta's, maar als de zeespiegel snel daalt of stijgt, verdwijnen ze. Delta's zijn vaak opgebouwd uit verschillende lobben, gevoed door een riviertak. Als een riviertak verdwijnt, dan raakt een lob verstoken van sediment en kan



Fig. 2: Joep Storms beantwoordt vragen uit het publiek na afloop van zijn presentatie.

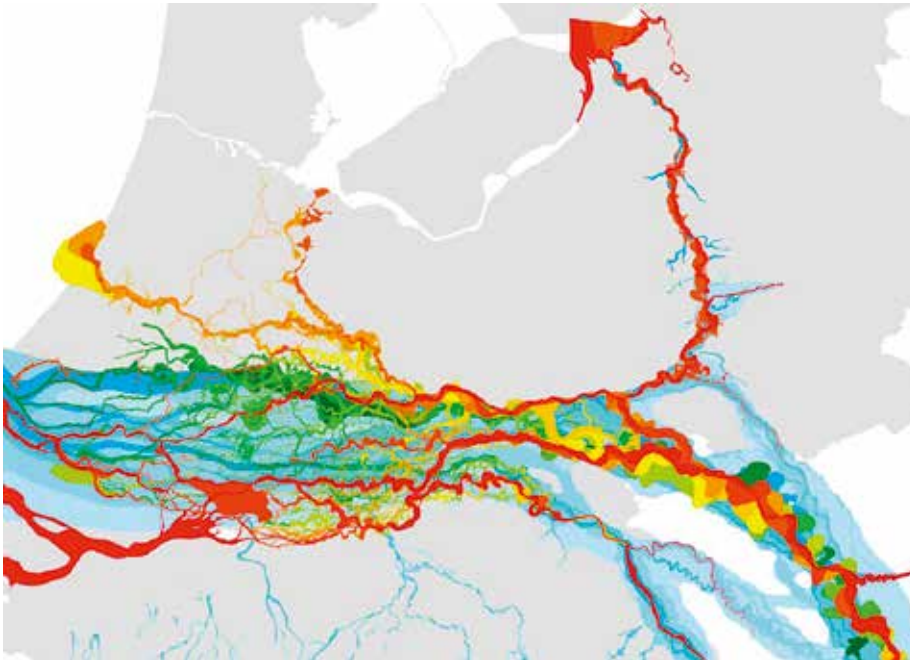


Fig. 3: Kaart van de verschillende generaties stroomgordels afgezet door het Holocene Rijn-Maassysteem^{4,5}.

vervolgens degraderen, terwijl elders weer een nieuwe lob ontstaat. Zo bouwt een deltasysteem zich beetje bij beetje op. Esther nam ons vervolgens mee langs de rivier- en delta-evolutie van het Rijn-Maassysteem tijdens het Kwartair, een reis die eindigt als de mens permanent haar intrede doet in het gebied en het riviersysteem onder controle weet te krijgen. Door middel van onder andere bedijking en afdamming zet de mens het systeem flink onder druk, wat leidt tot bodemdaling, erosie, en beperkte sedimentatie. De internationale voorbeelden die volgen laten zien dat dit een wijdverbreid fenomeen is. Ingezoomd werd onder andere op de delta's van de Mekong, Mississippi en Ciliwungrivieren, waarbij voorbeelden van overstromingen, die direct te relateren vallen aan menselijke ingrepen in natuurlijke systemen, de revue passeerden. Esther eindigde haar Staringlezing met een blik op de toekomst. Haar boodschap is dat we zouden moeten proberen delta's weer meer 'levend' te maken, in plaats van ze volledig in te richten naar de behoeften van de mens. Ze beaamt dat

dit een zaak van lange adem is, waarbij de neuzen van verschillende belanghebbenden dezelfde kant op moeten komen te staan. Aan professionals dus de taak om meer bewustzijn te creëren bij burgers en om perspectieven te bieden aan bestuurders, met wetenschap als fundament. Deze boodschap, tezamen met de andere lezingen, bood genoeg voer voor discussies tijdens de afsluitende borrel!

Kay Koster

Referenties:
 1 Peeters, J.P. et al. (2024). Shift away from Nile incision at Luxor ~4,000 years ago impacted ancient Egyptian landscapes. *Nature Geoscience*
 2 Chamberlain, E.L. et al. (2024). Cascading hazards of a major Bengal basin earthquake and abrupt avulsion of the Ganges River. *Nature Communications*
 3 Zainescu, F. et al. (2023). The role of wind-wave related processes in redistributing river-derived terrigenous sediments in Lake Turkana: a modelling study. *J. of Great Lakes Research*
 4 Cohen, K.M. et al. (2012). Digitaal basisbestand paleogeografie van de Rijn-Maas delta. DANS archive dataset
 5 Berendsen, H.J.A. & Stouthamer, E. (2001). Paleogeographical development of the Rijn-Maasdelta, The Netherlands. Van Gorcum



Fig. 4: Esther Stouthamer wordt na afloop van haar lezing bedankt door Kay Koster.

Dinosauriërs in Naturalis te Leiden



Jimmy de Rooij, bezig met het opgraven van triceratops-fossielen.

Foto: Anne Schulp

Ooit stond in Leiden aan de Garenmarkt het Geologisch Museum, met publieksfunctie. Dat verhuisde naar de Hooglandse Kerkgracht in 1962, en fuseerde in 1990 met het (niet voor publiek toegankelijk) Natuurhistorisch Museum. Aan de stationsrand van de oude stad werd het nieuwe Naturalis opgericht. Zo kwamen de levenloze, de dode en de levende natuur in een concept tezamen. Evolutie was een groot verbindend thema, en daarin dienden dinosauria aan de orde te komen. Omdat er niets toonbaars in de collecties voorhanden was, kocht Naturalis een groot skelet van Camarasaurus bij Henskens te Oss. Dat stond op de eerste verdieping, maar stak met nek en schedel door het plafond naar de tweede. VU-student Anne Schulp bekeek het skelet nader, en ontdekte zo dat één poot ervan tot een ander individu behoorde. Het Leidse Camarasaurus-skelet uit Montana was dus fraai en instructief, maar bleek ook een composiet! Dit is onder dino-skeletten in musea niets

ongewoons. Begrijpelijk; het reuzenreptiel dient na de dood al snel onder circa vier meter sediment overdekt te worden om compleet te kunnen fossiliseren. Een situatie die ook gedurende fasen van intense tektonische activiteit waarin veel te sedimenteren materiaal vrijkomt, niet vaak optreedt. En dan: om in onze tijd gevonden te kunnen worden, moet erosie skeletdelen aan de dag brengen. Zelfs een nog compleet fossiel geraamte loopt dan grote kans, tijdens het aan de dag komen onderdelen te verliezen. Toch is een composiet een noodsprong; de skeletelementen passen immers alleen per individu bij elkaar. Het is dus niet zo vreemd dat het museum onder aansturing van (inmiddels dr.) Anne Schulp besloot in 2013 zelf te gaan opgraven. Niet in sedimenten uit de late Jura, maar in afzettingen uit het einde van de Krijttijd in Montana. Dit resulteerde in de presentatie van een Tyrannosaurus rex – skelet, een indrukwekkend fossiel van het bekende dinoroofdier. Zo'n opgraving is het eindresultaat van de ontdekking van zeer grote beenderen door fossielspeurders. Er wordt vervolgens uitgekeken op verschillende locaties naar de meest belovende site. Een locatie in Wyoming bracht massale botresten aan de dag van de plantenetende Triceratops, circa even oud als de T. rex uit Montana. Ook deze resten werden uitgegraven door het Naturalisteam. Die zijn nu uitgeprepareerd, gerestaureerd en aangevuld tot vijf skeletten. Op de zevende verdieping van Naturalis zijn ze gegroepeerd tot een stampede door dit neushoornachtige type dino, een indrukwekkende presentatie.

Museale dinoskeletten zijn een zeer bewerkt eindproduct. Na de opgraving, het transport, de preparatie komt de opstelling. Deze is gecompliceerd, omdat gewrichten van reptielen uit niet-fossiliserend kraakbeen bestaan, in tegenstelling tot zoogdiergewrichten. Dinoskeletten steken daardoor luchtig in elkaar. Dit is een uitdaging voor de constructie van het

stalen skelet, dat de fossiele botten bij elkaar moet houden. Soms worden lichte, plastic replica's gemaakt van de authentieke vondsten; door hun lichte gewicht kun je dan heel elegante opstellingen construeren. Museaal zijn die echter minder aantrekkelijk; de bezoeker komt niet voor namaak. En dan: zijn authentieke skeletten alleen maar een attractie? Steekt de kijker hier wat van op? Heeft de inspanning die het kostte wetenschappelijke inhoud? Wie de Triceratopsgroep ziet, neemt de bovenmatige grootte van deze grazers waar, veel meer dan van een plaatje of model. De kolossale defensieve schedel overdekt een heel klein hersenpannetje, waarmee het dier blijkbaar ooit prima uitkwam. En het wezen raakte overduidelijk uitgestorven tegelijk met zeer veel andere, door een zeer natuurlijke oorzaak. Desondanks evolueerden steeds weer nieuwe levenswerelden tijdens de door uitstervingsgolven gescandeerde aardgeschiedenis.

De zorgvuldigheid van Schulps opgravingscampagnes vond dit jaar neerslag in (onder meer) het proefschrift van Jimmy de Rooij, waarin de geologische context van de fossielvondsten nauwkeurig werd vastgelegd, en het materiaal zelf nader werd bekeken. De loopbeenderen van de skeletgroep vertonen rond gaten. Geen inslagen van geweerkogels die sommige skeletten van bejaarde grote zoogdieren in Naturalis markeren; maar sporen van monsternamen, om de jaarringen van aangroei te kunnen waarnemen. De Rooij maakt waarschijnlijk dat de jonge grazende dino's in kuddeverband leefden. Door de toepassing van geavanceerde technieken staat ons de terrestrische natuur van het late Krijt helderder voor ogen. Een paleontologische prestatie, bezoek en gelukwens aan Naturalis waard.

Bert Boekschoten
bboekschoten@kpnmail.nl

Urban Geology: oproep tot het delen van gesteente-routes in de buurt!

Als je in Nederland gesteenten in het wild wil bestuderen, kan dat maar op enkele plekken in Zuid-Limburg en het oosten van het land. Daar komt maar een beperkte verscheidenheid in soorten, structuren, mineralen, ouderdommen voor. Toen Nederland meer welvarend werd en van de houten huizen af wilde, werd voor de bouw baksteen, en voor de sier vaak gesteente van net over de grens gebruikt: kalksteen uit de Ardennen, zandsteen uit Bentheim. De laatste tijd zijn er op steeds meer plekken gesteenten 'in gevangenschap' te bestuderen: in gebouwen, stoepen, kades of straatmeubilair. Met een steeds grotere verscheidenheid in soort en herkomst. Er staat alleen nergens een bordje bij met informatie. Geen Freek Vonk die ze met gevaar voor eigen leven vangt. Geen info over leeftijd of herkomst. Mensen slenteren over de bodem van een ondiepe lagune uit het Carboon zonder

het te weten. Zonde. Daar willen we verandering in brengen! Geoloog Bernd Andeweg van de Vrije Universiteit heeft van NWO Wetenschapscommunicatie het project Urban Geology toegewezen gekregen.

Met aardrijkskundedocenten, amateurgeologen en experts (jullie!) in Nederland willen we routes -die deels al bestaan in gedrukte vorm, of bij docenten op de plank - uitwerken in een site met GoogleMaps-routes, op verschillende niveaus.

Het is de bedoeling dat op termijn docenten en andere kenners routes aanleveren aan de site en dan ook kunnen zoeken naar routes in hun buurt om leerlingen kennis te laten maken met de verschillende (hoofd)groepen gesteente. De aanvragers (KNAG, LVGA en VU Amsterdam) hebben een enorme reikwijdte aan kennis en doelgroepen om te bedienen. Als de site op orde is, kan ook het grotere publiek worden bereikt om de latente interesse te voeden en de beperkte kennis over gesteenten in het algemeen te vergroten.

We zijn nu in de inventariserende fase en aan het verzamelen wat er bestaat aan routes, locaties, enthousiastelingen, kenners. En daarvan zijn er bij het KNGMG heel wat! Met een aantal zijn we al in contact, de anderen vragen we te mailen naar bernd.andeweg@vu.nl om te kijken hoe we de database kunnen uitbreiden, verbeteren, om routes proef te lopen en wat dies meer zij.

Bernd Andeweg

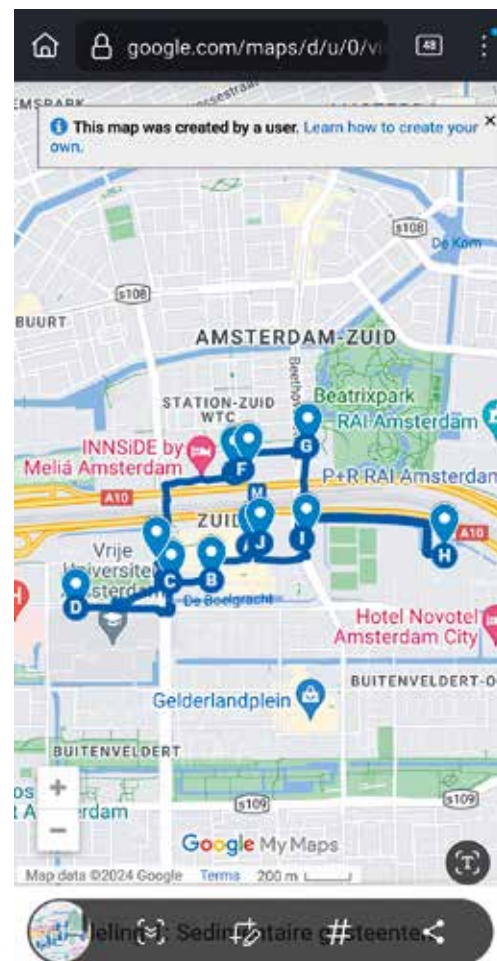


Fig.2: Voorbeeld van een route op de Zuid-As van Amsterdam



Fig.1: Overzicht van plekken waar we al -deels- routes hebben uit gepubliceerde boekjes, brochures en/of niet openbaar beschikbare documenten. Aanvullingen meer dan welkom!

. 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.

Structural controls on the Triassic Main Buntsandstein sediment distribution in the Roer Valley Graben, the Netherlands

by E. Cecchetti, A.W. Martinus, P.-O. Bruna, A. Bender and H.A. Abels
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.17>
In this study, the authors carried out seismic interpretation and 2D palinspastic restoration of new and reprocessed seismic data and combined this with borehole data to assess the tectonic evolution of the Roer Valley Graben in the southeastern Netherlands and its control on the spatial distribution of the Main Buntsandstein Subgroup sediments. The results show that the central and southern parts of the Roer Valley Graben were active depocenters in the Early to Middle Triassic times dominated by fluvial sandstone deposition, providing important play elements for prospective leads on geothermal exploration.

Methane occurrence and origin in Dutch groundwater: from shallow aquifers to deep reservoirs

by G. Schout, J. Griffioen, N. Hartog, H.G.M. Eggenkamp and D.G. Cirkel
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.20>
The authors carried out a baseline characterisation of methane occurrence and origin in the subsurface of the Netherlands using a large set of methane concentrations in shallow groundwater. Additionally, targeted sampling was carried out in (1) the shallow aquifers at locations where the presence of thermogenic methane was deemed most probable, such as above faults and known gas reservoirs, (2) deep groundwater aquifers below the depth of Neogene and Paleogene marine clays that form the hydrogeological base in the country and (3) geothermal formation waters at 1640–2625 mbgs. The findings highlight that future observations of thermogenic methane in

Dutch shallow groundwater (post-Paleogene) are most probably linked to anthropogenically induced connections with the deep subsurface.

Binkhorstiidae, a new family of crabs (Decapoda, Brachyura, Retroplumoidea) from the Upper Cretaceous of the Netherlands and Belgium

by B.W.M van Bakel, J.W.M. Jagt, R.H.B. Fraaije, D. Guinot, P. Artal and S. Goolaerts
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.16>
The history of Binkhorstia is convoluted, serving as a prime example of how attempts to unravel the higher-level taxonomic position of late Mesozoic crabs may prove difficult. Over time, the genus has been referred to various families or subfamilies, either podotreme or putative eubrachyuran. In this paper, the new family Binkhorstiidae is placed in the superfamily Retroplumoidea. Binkhorstiids appear to have been a relatively short-lived endemic group that fell victim to Cretaceous Paleogene (K/Pg) boundary perturbations.

A one-day experiment quantifying subaqueous bleaching of K-feldspar luminescence signals in the Wadden Sea, the Netherlands

by A.-M de Boer, M. Seebregts, J. Wallinga and E. Chamberlain
DOI: <https://doi.org/10.1017/njg.2024.18>
The authors describe the set-up and outcomes of an in situ subaqueous bleaching experiment for luminescence signals of K-feldspar grains in the Dutch Wadden Sea. They deployed a full-day bleaching field experiment with irradiated feldspar samples tethered to a pole at various positions within and above the water column to quantify (1) the bleaching potential and (2) the bleaching efficiency, that is, the degree of bleaching of infrared stimulated luminescence (IRSL) and post-infrared IRSL (pIRIR) signals. The bleaching-potential results show that the strongest subaqueous light attenuation took place during low tide when sediment concentrations are the highest.

Please note that the *Netherlands Journal of Geosciences* has a new publisher: Open Academia. From now on, manuscripts can be submitted through <https://www.openacademia.net/index.php/njg>. You can also listen to podcasts with authors about their recently published papers. Check out *thepapertrail*. *buzzsprout.com* for the recordings.

. agenda

7 januari 2025

Lezing Kring Noord, The Rise and Fall of Dutch Offshore Gas, door Bert Manders (OnOffDataNL). 17:00 - 18:00. Locatie: NAM, Assen

12 januari 2025

Leidse Winterlezingen: Het grootste Triceratops massagraf ter wereld door Jimmy de Rooij (Naturalis) 13:00 - 14:30. Locatie: Rijksmuseum van Oudheden, Leiden

16 januari 2025

Maandelijks lezing PGK, verzorgd door Myrna Staring & Sanket Bhattacharya (Fugro). Lokatie: Millers, Plein 10, Den Haag. Aanvang: 17:30 uur.

8 februari 2025

Niels Stensen symposium. Aanvang: 13:00 uur. Locatie: Telders auditorium, Academiegebouw Leiden. Opgeven via: lgv@lgvweb.nl

20 februari 2025

Maandelijks lezing PGK, verzorgd door Pierre-Olivier Bruna (TU Delft): Making the Invisible Visible: Predicting structural heterogeneities for a safe and sustainable future. Lokatie: Millers, Plein 10, Den Haag. Aanvang: 17:30 uur.

20-21 maart 2025

NAC 2025. Locatie: Noordwijk Conference Centre Leeuwenhorst. Info: www.nwonac.nl

. kngmg leden

Verhuisd

T. van der Harst



**Geo.brief is de nieuwsbrief van
KNGMG en NWO
48e jaargang, nummer 8, december 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 / Ad van der Spek (hoofdredacteur), Martine Zeijlstra (eindredactie), Wenche Asyee, Mieke Kusters, Frederique van Schijndel-Goester, Sytze van Heteren, Bernard Westerop / e-mail: geobrief@kngmg.nl
Vormgeving / Harry Harsema, Uitgeverij Blauwdruk, Arthur Koolkwartier 19, 6711 VH Ede. Tel. 0318 784730 / e-mail: harry@uitgeverijblauwdruk.nl. Lithografie / Hans Dijkstra, GAW ontwerp+communicatie.
Druk / Drukkerij Modern, Bennekom
Aandragen kopij / verschijningsdata 2025 onder voorbehoud: nr 1: 3-1 / 7-2

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.

**Bourtanger Moor,
Bargerveen, Drenthe.**

Foto: Rene Mensen via Flickr



Word lid van
KNGMG
en scan de
QR code

