

De boeiende aarde

Fotoserie

door Josje Kriest, redacteur Gea

josje.kriest@gmail.com

Ook al zijn mineralen en fossielen prachtig, geologie is voor mij bovenal: de geschiedenis van de aarde, een spannend jongensboek dat 'gelezen' kan worden als je geleerd hebt hoe. In deze bijdrage voor de laatste Gea, waaraan ik sinds eind 2015 met veel plezier heb gewerkt, wil ik door middel van foto's laten zien wat mij in de geologie - en aan stenen - boeit. De foto's zeggen allemaal iets over de geschiedenis van de aarde. En meestal leveren ze ook heel mooie landschappen of plaatjes op. Ik wens u in de toekomst veel geo-plezier toe met het nieuwe blad.

De aarde verandert voortdurend, zij het in een tempo dat veel lager ligt dan wij mensen kunnen waarnemen. Daar komt bij dat ons blikveld voor wat betreft tijd erg beperkt is. Per slot van rekening bestaan 'wij' pas zo'n 2 miljoen jaar (ongeveer vanaf *Homo habilis*) tegen de aarde vier-en-een-half miljard jaren. Dus 2 miljoen tegenover 4.500 miljoen jaren.

De aarde in beweging

Bij veranderingen van de aarde kan je bijv. denken aan de ligging van continenten en oceanen ten opzichte van elkaar of ten opzichte van de evenaar dan wel polen, aan gebergtevorming of juist afbraak daarvan (erosie), aan de samenstelling van de atmosfeer, het veranderende klimaat en opkomst en uitsterven van levensvormen. De veranderingen van de aarde uit zich in verande-



▲ Afb. 2. Ebro-delta, oostkust van Spanje, gevormd vanaf de Romeinse tijd. Het 'oude land' toont zich vooral in bruine kleuren, met linksonder wat reliëf (bergen). De jonge delta vormt het groenere deel. De Ebro heeft zichzelf in de loop der tijden verlengd, door de delta heen. Foto: NASA, publiek domein.



▲ Afb. 1. Paleogeografie van Nederland, 500 v.Chr. Bron: RACM & TNO. Ontwikkeld voor de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie. www.noaa.nl.

ringen van afzettingsgesteenten. Zo zullen er in een gebied met sterke gebergtevorming vaak grofkorreliger sedimenten worden afgezet dan in een tektonisch rustig gebied, of vulkanische gesteenten ontstaan. En oudere gesteenten kunnen geplooid of gebroken worden, of zelfs veranderen van minerale samenstelling bij metamorfe gesteenten. Wanneer een klimaat droger wordt, zullen er bijv. een ander soort zandstenen worden gevormd (zandsteen met andere eigenschappen) dan in vochtiger omgeving. Denk bij andere eigenschappen aan zandkorrels van een andere vorm, andere sortering van korrels, andere interne structuren in het gesteente, andere nevingesteenten. Zo bevat een zandsteen gevormd uit woestijnzanden afgeronde korrels van meestal één formaat, en zijn structuren vaak groot (zoals het talud van zandduinen). Een rivierzand daarentegen kan meer afwisseling van zandkorrelformaat vertonen met kleinere interne structuren (bijv. golfribbels) en vaak geulinsnijdingen. Veelal is er een grotere afwisseling met andere gesteenten zoals grind en keien (conglomeraat), lenzen van klei en eventueel koollagen. Elke verandering vertaalt zich naar een ander gesteente, soms heel subtiel. Het zijn die veranderingen waar geologen naar kijken, om de geschiedenis van de aarde te doorgronden. Behalve dat die kennis interessant is, kan ze ook economisch van belang zijn, omdat het inzicht geeft in waar bijv. belangrijke mineralen te vinden zijn of - de tot nu toe belangrijke - fossiele brandstoffen.

Lang geleden, maar niet altijd

Veel van de aardse veranderingen zijn miljoenen jaren geleden opgetreden. Toch zijn er ook in de menselijke 'tijd' wel drastische veranderingen geweest. Zo is de



▲ Afb. 3. Barberton, Zuid-Afrika. Getijdenafzetting uit het Precambrium, 3,2 miljard jaar oud. Persoonlijk vind ik dit onvoorstelbaar, zo oud en zo goed bewaard! Foto: A. Groenendijk.



▲ Afb. 4. La Pesquera bij Beceite, Spanje. Een erosief contact van witte kalken uit het Krijt met erboven op neergelegd oranje/grijs conglomeraat uit het Paleogeen. Het conglomeraat is het erosieproduct van o.a. de kalken die eronder liggen en die door tektoniek opgestuwd zijn. Foto: J. Kriest.

geografie van Nederland sinds de Romeinse tijd sterk veranderd. Het Flevomeer was een meer (afb. 1), waar door golfafslag steeds meer afkalving van de randen en daardoor open water zou ontstaan met als resultaat de vorming van de Zuiderzee (later het 'IJsselmeer'). Maar ook de geografie van andere landen zoals bijv. Spanje, ontwikkelde zich. Zo is de Ebro-delta pas ontstaan in de Romeinse tijd, door menselijk toedoen. De Romeinen zorgden voor grote ontginningen voor landbouw in het door hen veroverde Hispania. Daarvoor werden veel gebieden ontbost en die kaalslag initieerde veel erosie. Het erosiemateriaal (sediment) werd via de Ebro naar zee afgevoerd, waar het werd neergelegd en uiteindelijk de Ebro-delta vormde (afb. 2). Vóór die tijd konden de Romeinen met handelsschepen makkelijk de Ebro opvaren, naar de havenplaats Zaragoza ('Caesar Augusta', genoemd naar de Romeinse keizer Augustus). Tegenwoordig is de rivier in de delta te ondiep voor vrachtschepen.

Sporen van lang vervlogen milieus

Driekwart van het landoppervlak op aarde bestaat uit sedimenten. De afbeeldingen 3 t/m 7 tonen voorbeelden daarvan. Ze vormen echter maar een dun laagje van de gehele aardkorst. Afb. 3 toont één van de oudste sedimenten ter wereld, afb. 7 vrij jonge. Het grootste deel van de korst bestaat uit stollings- en metamorfe gesteenten. Afb. 8 laat een stollingsgesteente zien dat aan het oppervlak is ontstaan (een extrusie). Afb. 9 toont een stollingsgesteente dat binnen de korst is gestold (een intrusie). De bewegingen in de aardkorst hebben vaak vervorming van gesteenten veroorzaakt, deformatie. Dat is te zien in de afb. 10 t/m 14. De laatste afbeelding (afb. 15 en de voorplaat) toont wat simpel water kan doen, als het maar lang genoeg aan het werk kan gaan: forse erosie, zelfs van heel hard materiaal. Het is allemaal een kwestie van tijd: geologie heeft tijd nodig.



▲ Afb. 5. Pinares de Rodeno, Spanje. Ook hier een afwisseling van gesteentelagen met onderin fijn conglomeraat met wat zandsteenlenzen, dan er boven op een zandsteenlaag met hier en daar wat grind, vervolgens dungebankte zand/siltsteen met wat - uit geërodeerde - kleilaagjes ertussen en helemaal bovenop weer wat zandsteenlagen. Afgezet tijdens het Trias op het land, in een milieu van rivieren en een droog klimaat. Foto: A. Groenendijk.



▲ Afb. 6. Punakaiki, Nieuw-Zeeland, Zuidereiland. Pancake rocks, dunne laagjes Oligocene kalksteen afgezet in een ondiep marien milieu en later opgeheven. De huidige - fraaie! - vorm is het resultaat van karst- en kusterosie. Foto: A. Groenendijk.



▲ Afb. 7. Mazaleón, Spanje. Afwisseling van gesteentelagen met van beneden naar boven klei met dunne gipslaagjes, rode bodemafzetting, fijne zandsteen/siltsteen. Allemaal afgezet tijdens het Mioceen op land, in een gebied met rivieren en zoutmeertjes. De afwisseling is het gevolg van veranderingen in klimaat, en van tektonische activiteit in het achterland. Foto: A. Groenendijk.



▲ Afb. 8. La Restinga, EL Hierro, Canarische Eilanden, Spanje. Touwlava uit het jongste Kwartair (jonger dan 158.000 jaar geleden). In gedachten zie je de enigszins vloeibare lava stromen (van rechts naar links) en dan afkoelen en als lobben ('touw') stollen. Foto: A. Groenendijk.



▲ Afb. 9. Ajuy, Fuerteventura, Canarische Eilanden, Spanje. Het vele Mioceen vulkanisme op deze eilanden heeft behalve lavastromen ook veel - bijna verticale - dikes opgeleverd: 'barsten' in het gesteente die zijn opgevuld met magma. Sommige dikes doorsnijden anderen. Merk op dat de bovenste lagen niet doorsneden zijn door enige dikes; die zijn dus afgezet (lang) ná de dike-vorming. Foto: A. Groenendijk.



◀ Afb. 10. Grand Canyon, Arizona, VS. Hoekdiscordantie tussen rode schiefstaande Proterozoïsche kwartsiet en overliggende grijzige zandstenen van het Cambrium. Merk op dat het onderste deel van de grijze zandsteen uitwigt tegen de rode kwartsiethobbel die destijds een eiland vormde in de zee die in later tijden gevuld werd met de grijze zandsteen. Foto: Marli B. Miller.



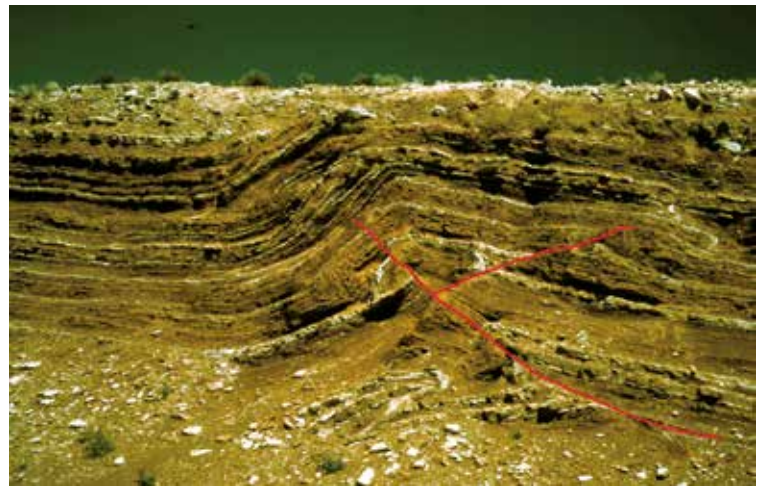
▲ Afb. 11. Praag, Barrandé's Rock, Tsjechië. Plooiën van Devonische kalken, het gevolg van krachten in de aardkorst (druk/compressie). Foto: J. Kriest.



▲ Afb. 14. Zuid-Wales. Rekkrachten in de aardkorst kunnen sets van evenwijdige 'barsten' veroorzaken. Als die rekkrachten tevens een zijdelingse verplaatsing (een zijschuiving) met zich mee brengen, kunnen dit soort scheefstaande 'tension gashes' ontstaan. In dit geval is er sprake geweest van een dextrale schuifbeweging (naar rechts). Het gedeformeerde gesteente is later door erosie afgebroken en afgerond tot deze kei. Foto: J. Kriest.



▲ Afb. 12. Aliaga, Spanje. De Alpiene orogenese heeft tijdens het Tertiair Mesozoïsche gesteentelagen geplooid en gebroken waardoor ze nu praktisch verticaal staan. Ze creëerden een heel mooi landschap, en een goed leergebied voor eerstejaarsstudenten... Foto: A. Groenendijk.



▲ Afb. 13. Utah, VS. Een plooi die deels is doorgebroken, waarbij twee opschuivingsbreuken zijn ontstaan. Foto: J. Kriest.



▲ Afb. 15. Augrabies National Park, Zuid-Afrika. Dit kon ik niet nalaten te tonen, omdat het zo prachtig is: de immens sterke Oranjerivier die de keiharde Proterozoïsche graniet van Augrabies National Park in Zuid-Afrika heeft uit geërodeerd bij de locatie genaamd 'Ararat'. Soms is geologie gewoon alleen maar mooi... Foto: A. Groenendijk.