Rustig Gran Canaria, heftige geologische geschiedenis

door Bert Boekschoten
g.j.boekschoten@vu.nl

Ze lijken zo gaaf en zelfstandig, die vulkaankegels welke we van Japanse prenten kennen. De krater werpt steen en lava uit, de hellingen van de vuurberg glooien op elegante wijze en een rookpluim wappert als een vlag in de hemel. Een autonome landschapsvorm, op zich staand zoals een eenzame boom in een weids landschap. Maar de vulkanen zijn schaars die aan dit schoonheidsideaal voldoen. Vaak genoeg werd de kraterpijp na de vorige eruptie verstopt met de laatst gestolde lava - een nieuwe lading baant zich dan met geweld een weg zijwaarts door de eerdere mantel, en de regelmaat van de kegel is zoek.

Afb. 1. Buitenwijk van Gáldar, gebouwd tegen een zichtbaar instabiele vulkaanhelling.

Vulkanische revolutiebouw

Het eruptiemechanisme van een stratovulkaan draagt bepaald geen zorg voor een degelijke opbouw van een harmonische kegel. Het los uitgebraakte materiaal komt, met een hellingshoek van ongeveer 40°, als losse stort om het toevoerkanaal te liggen. Vloeit er lava uit, dan kiest die de erosiegeulen in de vulkaanmantel als uitloop. Tijdens perioden van rust worden dan juist de kammen van vulkaanpuin tussen de harde lavastromen afgespoeld. Dan blijft het silhouet nog enigszins harmonisch. Op den duur echter houdt alleen een kratervulling van stevige gestolde lava stand - zo zien wij de dode vulkanen in de Eifel grotendeels als *hardnecks*: de versteende inhoud van toevoerkanalen.

De vulkanische activiteit is nu eens heftiger, dan weer gematigder; dit veroorzaakt een gelaagdheid in de vulkaanmantel. Regent die nat, dan past er in poreuze lagen meer vocht dan in compacte; de poreuze lagen worden zwaarder. En dat terwijl de vulkaan vaak al dat losse spul (*tephra*) onder de maximale hellingshoek afzet. Zwaarder geworden lagen gaan dan gemakkelijk afschuiven over de lichtere. Tijdens tropische regenval en bij aardbevingen komt het derhalve regelmatig tot flinke afschuivingen langs de flank. Wie daar woont heeft dan een probleem. In krantenberichten lezen we vaak over catastrofale afglijdingen (modderstromen) in woonwijken - vooral achterbuurten, die vaker op steile hellingen hun (goedkopere) bouwgrond vinden. Niet alleen daar trouwens, afschuivingen door regenval kostten in 2013 op La Gomera twee mensenlevens. Vers in het geheugen staan gegrift de vele doden die in 2018-19 op Lombok vielen, mede door aardverschuivingen.

Een locatie die op Gran Canaria gevaar loopt, is de buitenwijk van het dorp Gáldar, aan de kust in het noordwesten (afb. 1). De bebouwing, ooit begonnen in het dal ten zuiden van de Pico de Gáldar, kruipt langzamerhand tegen die steile berg op. Je vindt daar frisse zeewind en een prachtig uitzicht - maar geen duurzaam bouwperceel. De uit losse tephralagen bestaande kegel, 1,35 miljoen jaar geleden ongetwijfeld binnen het bestek van enkele weken vulkanisch opgeworpen, vertoont duidelijke littekens van verzakkingen in het verleden; de afbeelding laat zien dat de structuur van de Pico niet solide is. Door de bebouwing verandert de evenwichtssituatie in Gáldar - een kleine klimaatverandering (iets meer regenbuien) kan de wankele bergwanden, waarin al enkele reksplete te zien zijn, al in beweging brengen. Een planologisch probleem!

Grootscheepse afschuiving

Het is niet alleen één vulkanische berg die uit evenwicht kan raken op Gran Canaria. Zo verging het ook het eiland zelf, dat niet al te vast is gefundeerd. Alle Canarische eilanden zijn oceanisch van oorsprong: zij werden uit vulkanische erupties vanaf de zeebodem langzaam opgebouwd uit onderzeese uitstromingen van lava. Dichtbij de hoofdstad Las Palmas is door lokale opheffing iets van dat vulkanisch basement te zien. Het zijn kussenlava's zoals ze vaak op foto's van de oceaanbodem worden afgebeeld (afb. 2).

Afb. 2. Kussenlava, een uitvloeiingsvorm die bij een vulkaanuitbarsting op de bodem van de diepzee ontstaat. Foto: NOAA/ publiek domein.

Lava stroomt onderzees uit, beneden de diepte waarin zich nog stoom ontwikkelt, als tandpasta uit een tube in lange worsten van (in het koude diepzeewater) snel afgekoeld basalt. Deze cilindervormige, grotendeels losliggende 'worsten' en 'kussens' van steen met lege ruimte ertussen, vormen geen solide fundament voor een eilandberg, die hier van een 4 km diep liggende zeebodem gaat oprijzen. En zo kan het gebeuren dat van oceanische vulkaaneilanden hele parten afkalven. Boven water resteert dan een gehavende klip, als een afgekloven appel.

De Canarische Eilanden is niet de enige instabiele vulkaanarchipel. Ook Hawaï is zo'n eilandgroep, getekend door grootscheepse afglijdingen, terwijl toch de schildvulkanen aldaar met hun laag en regelmatig profiel heel uitgebalanceerd lijken. Maar die balans is schijn. Aan de kust uit zich deze instabiliteit door

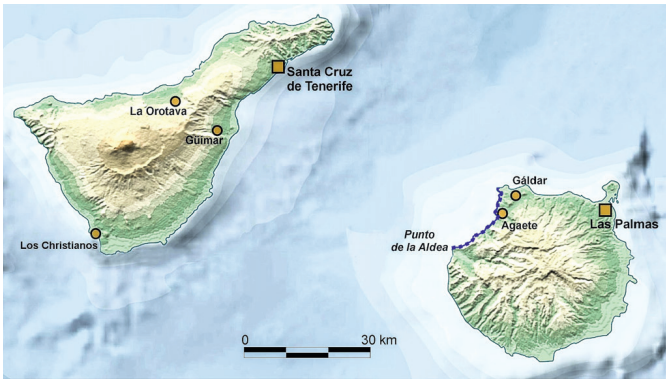
steile kliffen, bijvoorbeeld bij Kalaupapa, die 800 m hoog uit zee oprijzen. Het eiland Molokai, waarvan deze kliffen mede de noordkust vormen, werd in het geologisch verleden door afglijdingen ongeveer gehalveerd!

Eerdere en latere catastrofen

Langs de kust van westelijk Gran Canaria zien we de indrukwekkende steilwanden van de Risco Faneque, die niet onder doen voor de kust van Molokai. In die wanden (afb. 3) observeren we kalme, opeenvolgende lagen van lava, vlak uitgevloeid. Je zou dus denken aan een ontsluiting door een tektonische breuk, een accident diep in de ondergrond, maar dat is niet het geval. Ook hier hebben we te doen met gravitatietektoniek: het afglijden van zwaargewicht eilanddelen die op een onzekere ondergrond rustten.

Afb. 3. Steile rotswand Risco Faneque, ontstaan door afschuiving, niet door erosie.

Sinds moderne technieken de oceaanbodem steeds beter helpen te verkennen, is duidelijk geworden dat een heel deel van westelijk Gran Canaria in de zee is gezakt. Op de kaart van het eiland (afb. 4) is dit duidelijk te zien; de omtrek lijkt ook hier op een appel waar een hap uit is genomen. De enorme ontsluiting in oude lavagesteenten heeft met mineraal gevulde gasblazen blootgelegd. Zeolieten, fluoriet, calciet, agaat en bergkristal zijn daarin nu te vinden door de fanaat die steile wanden en smalle onoverzichtelijke bergwegen niet schuwt.



Afb. 4. Een deel van westelijk Gran Canaria, van Punto de la Aldea tot voorbij Agaete, is in zee verdwenen. Cartografie: J.S. Heutink.

De natuurlijke catastrofe bij Risco Faneque vond al heel lang geleden plaats, tijdens het Mioceen. Bij het mooie kustdorp Agaete bevindt zich een klein schiereiland, de Punta de las Arenas ('zandkaap'), dat veel later, ook door afglijding, is ontstaan. Dit gebeurde tijdens de ijstijd op Gran Canaria, die daar geen ijs en sneeuw heeft gebracht, maar wel een afwisseling tussen natte en droge klimaten. Gedurende zo'n natte fase, 38.000 jaar geleden, is een deel van het losse gesteente boven het dorp Agaete gaan schuiven; een tong van steenbrij is zeewaarts gevloeid en heeft de Punta gevormd. In de nieuwe tijd hebben zich hierop vissers gevestigd.

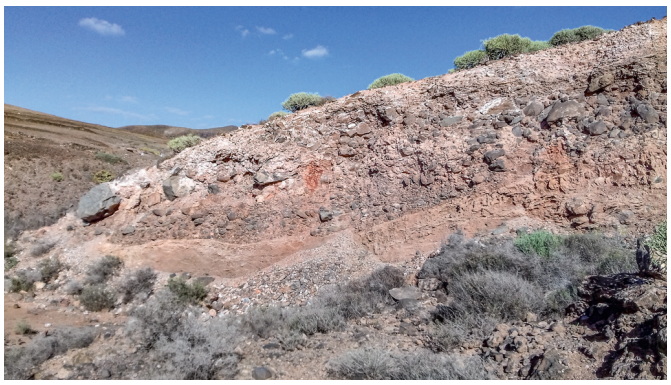
Tsunami door afschuiving

Hoe snel zo'n afglijding plaatsvindt, is van geval tot geval verschillend; een oppervlakkige afschuiving zoals die van las Arenas kan vele jaren in beslag nemen, maar dat hoeft niet. De hap uit de westkust van Gran Canaria was een grootschalige, diepe afschuiving waarmee een geweldige landmassa gemoeid was van meerdere kubieke kilometers aan steen. Eenmaal in beweging, komt zo'n zware afkalvende vulkaanflank niet zo gemakkelijk tot stilstand. Toch is het scenario in detail niet goed voorspelbaar en het gesteentetransport kan wel ettelijke dagen of meer hebben geduurd. Maar geschiedt het afglijden snel, en davert de rotsmassa de zee in, dan ontstaat er een tsunami. Geen vloedgolf die oceanen ver reikt, zoals de beruchte ramp van 2004 die het gevolg was van grootscheepse tektonische opschuiving aan de zeebodem langs een grote breuk in de aardkorst van de Indische Oceaan. Langs de Zuid-Spaanse kust, in de Golf van Cadiz, vinden eveneens (kleinere) tsunami's plaats, het gevolg van tektonische activiteit in de breukzone van Gibraltar. Er is voor dit kustareaal dan ook een waarschuwingssysteem in werking. Vulkanisme onder water, en afglijdingen op de flanken van oceanische vulkaaneilanden veroorzaken tsunami's van lokaal belang. Op de Eolische eilanden benoorden Sicilië, waar Stromboli voortdurend actief is, staan waarschuwingsborden bij vluchtwegen, waar je voor het golffront uit omhoog kunt rennen.

Afzettingen van Pleistocene tsunami

Een zeer zware tsunami heeft de westkust van Gran Canaria getroffen tijdens het midden Pleistoceen, circa 840.000 jaar geleden. Aan de haven van Nieves, op de Punta de las Arenas, kun je je dat nauwelijks voorstellen. De oceanische deining breekt daar in forse golven op de kust, ratelend van de vulkanische gesteentebrokken die elkaar afronden. Er ligt een zwart strand, bestaand uit rolstenen van aardappelformaat (afb. 5). Het bevat brokken jongere lava met groene olivijnkristallen, oudere lava met witte veldspaat-lijsten waarvan de holten opgevuld zijn met witte zeolieten, schaarse basalt-lapilli verkit door rhyoliet-puimsteen en rossig verharde vulkanische as met daarin ogen van *accretionary lapilli*: vulkaanhagel. Al die steentjes zijn even groot. Ter plekke heerst een weldadige kalmte, enige keren per dag onderbroken door de afvaart en aankomst van het pontveer van Gran Canaria naar Tenerife en vice versa.
Begeven we ons naar een iets noordelijker kustdeel (de verkeersborden verwijzen naar Playa de la Galeta), de barranco Jonquillo langs de Llanas de Turman, dan is tegen de linkerwand van het dal een heel andere, chaotische grindafzetting te zien die aan de noordwestzijde van een voormalige groeve goed

Afb. 5. Rolstenen van het zwarte strand van Nieves, op de Punta de las Arenas, en schelpen uit de upsurge-afzetting van de tsunami. Van linksboven naar rechtsonder: Oude lava met witte veldspaatlijsten, holten opgevuld met witte zeölieten; Brokken jongere lava met groene olivijnkristallen; Schaarse basalt-lapilli verkit door rhyoliet-puimsteen; Rossig verharde vulkanische as met ogen van accretionary-lapilli, vulkaanhagel; Twee fossiele schelpen, voorlopers van de Noordse cirkelschelp.



Afb. 6. Tsunami-afzetting: zuidwand Playa de la Galeta.

ontsloten is. Alles ligt hier door elkaar, klein grind tot blokken van een kubieke meter, kluiten nauwelijks door bodemvorming verharde grond tot zware stukken basalt (afb. 6). Deze meters-dikke afzetting rust op een oude bodem van zand, met wat verharde korsten erin. Het profiel reikt in de noordoostzijde van de groeve nog hoger. Onderin hetzelfde woeste conglomeraat met allerlei gesteenten, hogerop ligt een wat zandiger afzetting met een duidelijke geulopvulling en toch weer zware keien (afb. 7).

Verbrijzeld Pleistoceen zeeleven

Sedert de onderzoekingen van Paris et al (2005) en Pérez-Torrado (2006) is bekend dat dit afzettingen moeten zijn van een geweldige tsunami, welke zijn oorsprong vond op het tegenoverliggende eiland Tenerife. Dat eiland, op zo'n 70 km afstand, is helder zichtbaar vanaf Punta de las Arenas aan de westelijke horizon. Ook Tenerife is gevormd door vulkanisme, en vervolgens 'misvormd' door grote afschuivingen. Daar waar tegenwoordig Guimar op Tenerife (afb. 4) ligt, heeft zich 840.000 jaar geleden een even aanzienlijke als snelle afschuiving voorgedaan, die in zee een vervaarlijke vloedgolf veroorzaakte. Een golf die op zee niet bijzonder zou zijn opgevallen, maar dichterbij de kust zeer hoog werd opgestuwd, waar de golfbeweging omhoog dendert in trechtervormige dalen, onder en boven de zeespiegel, zoals die van Agaete. Havens zijn vaak aangelegd aan het inlandigst deel van zo'n baai; vandaar de benaming in het Japans: *tsu* (haven) *nami* (golf). De als een razendsnelle vloed opkomende watermassa, spoelde van de zeebodem de daar liggende keien mee het land op. Tussen de zeer grove blokken tref je nu nog de slecht bewaarde, doorgaans verbrijzelde en naderhand ontkalkte resten van Pleistocene zeedieren aan (afb. 5).

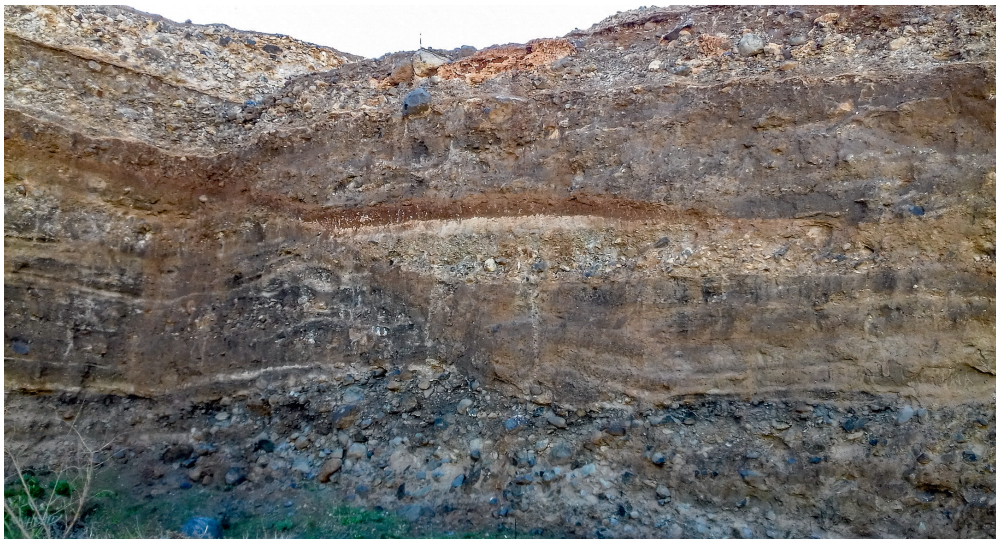
Over deze bedding van opgestapeld materiaal, afkomstig van zeebodem, strand en land, ligt een andere afzetting, achtergelaten door de terugstroom van het tsunamiwater, na de plotselinge vloed. Het zeewater reikte tot wel 160 meter boven de huidige zeespiegel. Op de laaggelegen kustgedeelten liet de eenmalige overstroming meer achter dan op hogere. Een afzetting aan de bovenrand van de tsunamivloed bleef achter en is te zien langs de weg CC200 naar Aldea, even ten zuiden van Agaete. Opnieuw (afb. 8) een tweedelig laagpakket; onderin het grovere, omhooggestuwde zeebodemmateriaal met schelpen (afb. 5) en stukjes kalkroodwier erin, bovenop het veel zandiger oppervlakkig verweringssediment dat vanaf de Laat-Miocene berghellingen omlaag werd getrokken door de *backwash* van de tsunamigolf. Ongeveer op dezelfde hoogte (tot 78 m) bevinden zich de tsunami-lagen bij de benzinepomp even ten noorden van Agaete. Latere erosie heeft de afzetting hier wat afgeknot. Op beide locaties zijn de sedimenten een stuk fijnkorreliger dan op de eerste locatie, met zijn grove blokken. Omdat die 20 meter lager werd afgezet, was de woeste golf daar nog in volle kracht. Bij de benzinepomp en de weg naar Aldea was de watervloed door het klimmen van de waterspiegel en de weerstand van de bodem al stevig afgeremd, en kon de zwaarste stenen niet meer dragen. Het hoogst bewaarde (tot 162 m) en fijnste sediment is nog present bij de windmolens (*aerogeneradores*), noordelijk boven op de heuvel van Agaete.

Schoksgewijze kustgeschiedenis

Het zo vredig lijkende vakantielandschap van Gran Canaria heeft dus tijdens korte, heftige fasen gestalte gekregen. Ook de 400 m hoge Pico de Gáldar werd naar alle waarschijnlijkheid tijdens slechts enkele maanden tot jaren van furieuze vulkanische activiteit gevormd. De bonkige grindlagen kwamen binnen een etmaal door de tsunami op oudere ondergrond terecht. Na eonen van rustige verwering, erosie en sedimentatie grepen plotselinge geologische factoren diep in.

In Noordwest-Europa

Ook in de Nederlandse aardgeschiedenis zijn stille getuigen van natuurlijke catastrofen aan te wijzen. De gangen in de Geulhemmerberg snijden een kleilaag aan, achtergelaten door de tsunami die door de meteorietinslag van 66 miljoen jaar geleden (op de vermaarde grens van Krijt en Paleogeen) is veroorzaakt. De vele cryoturbate verschijnselen aan het oppervlak van onze binnenlandse zandstreken getuigen van het massale afglijden van bovenlagen van de nog in permafrost bevangen ijstijdsedimenten. Een korte fase van dooi tijdens het snelle einde van de ijstijd heeft grote vervlakking in het landschap van de hogere helft van Nederland teweeggebracht.



Afb. 7. Playa de la Galeta. Onderin: blokkenstroom opwaartse tsunami; bovenin: aan geul, opgevuld tijdens neerwaartse afstroming tsunami.

Maar tsunami's, zouden die onze kusten in onze tijd ook opnieuw kunnen teisteren? Dat is niet uitgesloten. Langs de Noorse kust kerfden de ijstijdelijke gletsjers de diepe fjorden uit de rotskust. Het smeltwater van dat landijs bevatte zand en stenen, die onder zee leidden tot de afzetting van enorme lichamen van zand- en grindgrond, aangeplakt tegen de continentale rand. Een instabiele sedimentmassa, die bij de vrij talrijke West-Noorse aardbevingen gemakkelijk tot glijden kwam. Zeeonderzoek toonde kolossale tongen aan van gesteentebrij-lawines. Eén van deze afschuivingen onder water trof de Storegga (de 'grote rand'). Deze moet circa 7250 jaar geleden zeer plotseling zijn opgetreden. Een tsunami trof Schotland en de eilanden benoorden daarvan; daar

Afb. 8. Tsunami-afzetting langs de CC200, met Prof. Dr. Mangas Viñuela.

ligt zeezand op hoogveen, 15 m boven de huidige zeespiegel. Toentertijd was de Doggersbank nog een schiereiland van noordelijk Duitsland. Maar de landbrug tussen Midden-Nederland en het estuarium van de Humber stond waarschijnlijk al onder zeewater. Een schelplaag in de uitgraving voor de Velsertunnel werd wel eens in verband gebracht met de Storegga-tsunami, maar zeker is dat niet. Voor alle veiligheid is toch bij de vaststelling van de deltahoogte van onze zeeweringen ook met een hernieuwde afschuiving onder zee, aan de *shelfrand* voorlangs de Noorse kust, rekening gehouden.
De massa's bagger voor de kust van Noorwegen werden door de ijstijdelijke gletsjers afgeschraapt van de Noorse rotskust. Daardoor ontstonden de fjorden. Maar het schurende ijs kerfde soms diepere geulen dan zelfs het Noorse gesteente kon dragen. Zodra de ijsvulling uit de fjord was weggesmolten, stroomde het stijgende zeewater de fjord in. Maar boven water verloren de dalwanden steun - afstortingen waren het gevolg, die in het binnenwater van een fjord zeer lokale, maar toch heel hoge tsunami's opwekten. De spectaculair ingesneden Geirangerfjord, halverwege Bergen en Trondheim, is een geliefde stop voor cruisevaarten langs de Noorse kust. Het gevaar van tsunami's door instorting van de al te steile rotswanden is in die fjord bewezen groot (afb. 9; een filmpje van een afschuiving is te zien op

Afb. 9. Geirangerfjord met cruiseschepen. Van de wand er tegenover stortten en storten zware steenlawines neer; de doodlopende kustweg is over hun puinkegels aangelegd. Foto: Fritz Gelhard via Wikimedia Commons/ publiek domein.

https://www.youtube.com/watch?v=vrX0WRTcxz0). Er fungeert dan ook een waarschuwingssysteem. Loos alarm echter heeft de Geirangers langs de oever in de laatste paar jaar al meer dan tien maal uit hun huizen gedreven. Geologische catastrofen voorspellen blijft een moeizame aangelegenheid - of het nu erupties, aardbevingen dan wel tsunami's zijn.

Foto's zijn van de auteur, tenzij anders aangegeven.

Ezra op de beurs

Dit was bijna de leukste dag
van de wereld,
want ik ging naar de beurs op
tweede paasmaandag
in Groningen.

Toen ik binnen kwam, dacht
ik WOW!
Dit wordt een leuke dag.

Je kon er fossielen kopen,
kristallen en mineralen,
maar ook ringen en kettingen.

Ik heb er een bol van steen
laten kraken.
Met een enorme schaar met een
ketting er om.
De man ging de bol goed
maken om te kraken en ik
mocht drukken.

Ik dacht dit is bijna de leukste dag
van de wereld

Ezra (8) Groningen