

De geologie van Curaçao.

In dit artikel gaan we een blik werpen op de gesteenten, waaruit het eiland Curaçao is opgebouwd, en aan de hand van deze stille getuigen een reconstructie maken van de geologische geschiedenis van het eiland. Voor deze niet al te makkelijke job moeten we vele miljoenen jaren teruggaan in de geschiedenis, naar het tijdperk van de op dit moment ons zo welbekende reuzereptielen...

Maar laten we bij het begin beginnen. De meest voor de hand liggende schakel met de geologie is natuurlijk de geologische kaart, een kaart die de positie van alle gesteentesoorten aangeeft. De meest recente versie is gemaakt door de geoloog Beets in 1972.

Zoals de kaart laat zien komen er op Curaçao 4 verschillende gesteentetypes voor: de Curaçao Lava formatie -lokaal bekend als de diabaas-, de Knip formatie, die voornamelijk voorkomt op Banda'bou (en slechts als een enkele tientallen meters dik sliertje vertegenwoordigd is rondom Ronde Klip), de Midden Curaçao formatie, waarvan de naam de positie reeds aangeeft, en als een schors om een boomstam de kalkgesteenten, ofwel de Ser'i Domi formatie en kalkterrassen.

Laten we deze gesteenten eens in wat meer detail gaan bekijken...

Curaçao Lava formatie

Dit gesteentepakket bestaat volledig uit vulkanische gesteenten, en is het oudste gesteente wat op het eiland voorkomt. Wat samenstelling en opbouw betreft laat het gesteente zich classificeren als basalt. De naam diabaas leent zich, volgens de moderne gesteenteclassificatie, niet meer voor dit type gesteente, en is dus eigenlijk niet correct (meer).

Wat opvalt binnen dit gesteentepakket zijn de typische ronde structuren. Deze structuren geven aan deze gesteente de specifieke naam "Kussenlava", en komen alleen voor in *onder water uitgevloede* vulkanische gesteenten. Van buiten naar binnen toe is zo'n 'kussen' gelaagd. De buitenrand bestaat uit donker gekleurd materiaal, wat vulkanisch glas wordt genoemd. Die buitenrand komt, tijdens het eruptieproces, het eerst in contact met het koude zeewater en stolt vrijwel meteen. De mineralen in de gesmolten massa -lava- krijgen niet de tijd om kristallen te gaan vormen, en er ontstaat een amorfe massa, een glas. Meer naar binnen toe het 'kussen' in stolt de lava minder snel, waardoor er een gesteente met een kristalstructuur ontstaat, en die structuur hangt weer af van de afkoelingsnelheid.

Normaliter is deze mooie 'kussenstructuur' niet goed te herkennen, daar de basalten op Curaçao veelal sterk verweerd zijn. De verwerking krijgt binnen zo'n kussenlava dan ook flink de kans, ten eerste doordat de vulkanische glasrand zeer slecht bestand is tegen verwerking. Vulkanisch glas zet, onder invloed van circulerend grondwater, zeer snel om in kleimineralen, en verandert dus letterlijk in klei. Dit proces maakt als het ware de kussens 'los van elkaar' en zorgt er vervolgens weer voor, dat het grondwater nog meer kans krijgt in het pakket binnen te dringen.

Recentelijk is een fragment van de basalt gedateerd, en uit die procedure kwam te voorschijn, dat de basalten zo'n 87 miljoen jaar oud zijn. Ze zijn dus gevormd tijdens de periode die het krijt wordt genoemd, de (eind)periode van de dinosauriërs (Mesozoïcum wordt onderverdeeld -

van oud naar jong- Trias - Jura (Jurassic Park) - Krijt). Deze beesten kwamen hier echter niet voor, daar alles rondom de 'Curaçao in wording' zich toendertijd afspeelde onder water.

Nog niet al te lange tijd geleden is een vrij gedetailleerd onderzoek gestart naar de vormingsgeschiedenis van de basalten. Eén van de resultaten is, dat we te weten zijn gekomen, dat we te maken hebben met een pakket basalt van tenminste 5 kilometer dik, wat sterk verplooid is. De oudste gesteenten (dus de 'onderkant' van het pakket) worden gevonden op Banda'riba en het pakket wordt jonger naar het westen toe. Dit pakket is in vrij korte tijd ontstaan, daar er geen sedimentaire gesteenten (op één minuscule uitzondering na) voorkomen tussen de basaltpakketten. Als er bijvoorbeeld sprake zou zijn geweest van één eruptie in de paar honderd jaar, dan zou in de tussentijd zich altijd wel wat zand of klei hebben afgezet op de oudere uitvloeingspakketten. De Curaçaose situatie is er daarentegen waarschijnlijk één geweest van continue erupties (er was overigens niet echt sprake van vulkanen met echte kraters zoals de meesten zich die voorstellen, doch de situatie moet meer gezien worden als een complex van gaten en scheuren in de zeebodem, waar op verschillende plaatsen lava naar buiten kwam borrelen).

Een 5 kilometer dik pakket wil zeggen, dat de zeebodem tijdens de beginfase van het vulkanisme tenminste 5 kilometer onder de oppervlakte van de zee gezocht moest worden. Dit verklaart ook waarom er geen gasbelletjes voorkomen in de basalten. Ondiep onder water of op land uitgevloeiende lava's zitten altijd vol met gasbelletjes (puimsteen om eelt mee van je tenen te schrapen; dit gesteente zit soms zo vol met gasbellen, dat het blijft drijven op water). Die gasbellen zijn het resultaat van, in de lava voorkomende, expanderende gassen (voornamelijk koolzuurgas en zwaveldioxide - van de rotte eierenlucht). Is echter de buitendruk hoger dan de gasdruk, zoals bijvoorbeeld diep onder water, dan krijgen de gassen niet de kans te expanderen met als resultaat een basalt zonder vesicules (gasbellen).

Resumerend krijgen we als beginsituatie van de Curaçaose geologische geschiedenis een tenminste 5 kilometer diepe zee. Niets van een eiland, dus, op dat moment. Zo'n 87 miljoen jaar geleden begon een fase van vulkanisch geweld; vulkanische activiteit die zo heftig was, dat binnen korte tijd het merendeel van die 5 kilometer diepe zee opgevuld was met vulkanisch gesteente, de basalten van de Curaçao Lava formatie. Het fundament van Curaçao was gelegd....



kussenstructuren binnen de Curaçao Lava formatie

De Knip formatie

Een wandeling door rooi Beroe in het Christoffelpark leidt op gegeven moment langs zeer karakteristiek gelaagde gesteenten. Dit zijn sedimentaire gesteenten, die bestaan uit miljoenen microscopisch kleine skeletjes van zeediertjes, zogenaamde radiolariën.

De nafase van de vulkanische activiteit ten tijde van de vorming van de Curaçao Lava formatie bestond uit af en toe een niet veel betekenende eruptie maar vooral uit het ontstaan van mineraalrijke warmwaterbronnen, die het zeewater volpompten met voedingsstoffen. Dit kreeg als gevolg een 'bevolkingsexplosie' onder de radiolariënpopulatie in het zeewater. Al die miljoenen microbeesten vervolgens maakten in een mum van tijd korte metten met de voedingsstoffen in het zeewater, en gingen vervolgens door voedselgebrek met miljoenen tegelijk dood. De skeletjes, die uit silicaat bestaan (SiO_2) en niet uit de bekende kalk (CaCO_3) zonken naar de bodem van de zee en vormden daar een laag. Na enige tijd werd de voedselsituatie hersteld door de warme bronnen, en het hele verhaal begon op nieuw. Op deze wijze zijn de gelaagde gesteenten in rooi Beroe ontstaan, net als de gesteenten boven op Seru Gracia. De gesteenten staan bekend als radiolarieten.

In een pakket sediment treedt op gegeven moment verharding van het materiaal op onder invloed van de druk van het bovenliggende sedimentpakket. Tijdens deze verharding, wat diagenese (vertaald gesteentevorming) wordt genoemd, treden diverse (chemische) veranderingen op binnen het pakket. Eén van de processen, veel voorkomend binnen radiolarieten is de vorming van zogenaamde vuursteenconcreties, ofwel vuursteenknollen. Deze grijsblauwe (en soms ook roodbruine) knollen zijn duidelijk herkenbaar in de rooi Beroe. De knollen kunnen fantastische afmetingen bereiken. De grootste knol op Curaçao is de Christoffelberg! De Christoffelberg is eigenlijk een dikke vuursteenplaat, die op z'n kant is geplaatst door krachten, die er ook voor hebben gezorgd, dat de gesteenten in rooi Beroe gekanteld en zelfs geplooid zijn. Over die krachten gaan we het later nog hebben. Helaas is er nog maar weinig bekend over het hoe en waarom van de vuursteenvorming, en voor een nauwkeurigere beschrijving van dit proces moet nog veel onderzoek verricht worden.

De radiolarieten zijn niet de enige gesteenten die we tegen komen in de Knip formatie. Hier en daar vinden we wat vulkanische gesteenten binnen de formatie, resultaat van de nafase van de eerdere vulkanische fase.

Wat we echter ook tegenkomen zijn sedimentaire gesteenten, die bestaan uit aan elkaar verkitte hoekige basaltfragmenten, zogenaamde breccies. De basaltfragmenten zijn erosieproducten van de oudere Curaçao Lava formatie. Alhoewel erosie ook wel onder water kan optreden (als gevolg van bijvoorbeeld onderzeese waterbewegingen) denken we in de eerste instantie aan erosie op land. Dit gegeven doet vermoeden, dat een gedeelte van de Curaçao Lava formatie boven water moet hebben gelegen ten tijde van de vorming van de Knip formatie. Bepaalde sedimentaire structuren binnen de breccies geven verder aan, dat het materiaal hoogstwaarschijnlijk vanuit het oosten is aangevoerd, vanuit het huidige Banda'riba. Dit verklaart dan ook meteen, waarom in het oosten de Knip formatie praktisch niet voorkomt: het gebied lag boven water, en er trad voornamelijk erosie op in plaats van afzetting.

Wat ouderdom betreft bevinden we ons nu zo'n 75 miljoen jaar terug in de geschiedenis.



goed gelaagde gesteenten van de Seroe Gracia formatie – onderdeel van de Knip groep

De Midden Curaçao formatie

Op gegeven moment in de geologische geschiedenis begon er een belangrijke verandering op te treden in de structuur van het onderzeese (en hier en daar bovenzee) reliëf op en nabij de positie van de Curaçao in wording. Onder invloed van een complex van endogene krachten ontstonden er grote onderzeese hoogteverschillen. Er ontstond zoiets als een horsten en slenken structuur.

In deze setting werden de gesteenten van de midden Curaçao formatie afgezet. De gesteenten zijn wederom duidelijk gelaagd en bestaan uit afwisselende zandsteen- en kleischalie-lagen. Dit soort gesteenten staan bekend als turbidieten, en zijn eigen herafgezette afzettingen. In de eerste instantie vond afzetting plaats van een klei-, zand- en grindmix op onderzeese hellingen (de helling van de horsten). Het -nog niet verharde- materiaal lag daar natuurlijk niet al te stabiel, en eens in de zoveel tijd resulteerde een verstoring -een aardbeving (endogene krachten verantwoordelijk voor het veranderde reliëf)- in een onderwater-aardverschuiving. Het losgeraakte materiaal schoof als een enorme modderstroom de diepte in, en het grove, zware materiaal (grind) kwam het eerst tot rust op de bodem van de slenk. Het zand was toen aan de beurt, en tenslotte bezonken ook de fijne kleideeltjes. Dit proces herhaalde zich vele malen, en vandaar dus die afwisseling in grind/zand en kleibanken binnen het gesteentepakket.

Een heel interessant bestanddeel van de gesteenten binnen deze formatie is het mineraal mica, dat dus als sedimentkorreltjes in vooral de zandrijkere lagen gevonden wordt. Dit mineraal ontstaat tijdens metamorfose van bepaald soort gesteenten onder vrij hoge temperaturen en verhoogde druk. Noch in de Curaçao Lava formatie, noch in de Knip formatie komt dit mineraal voor, waardoor een voor de hand liggende conclusie getrokken kan worden, dat het van elders gekomen moet zijn. Het oorsprongsgebied van dit mineraal is teruggetraceerd en is hoogstwaarschijnlijk Colombia. Hoe men hier aan is gekomen zullen we later zien.

Binnen de Midden Curaçao formatie bevindt zich de grens tussen het Krijt en het Tertiair. We bevinden ons nu dus zo'n 65 miljoen jaar terug in de geschiedenis.



goed gelaagde kleischalie van de midden Curaçao formatie

Ser'i Domi formatie & kalkterrassen

We maken nu een enorme sprong in de tijd, want de eerstvolgende periode van gesteentevorming van belang begon slechts zo'n 5 miljoen jaar geleden. Op kleine voorkomens van gesteenten uit het eoceen (ongeveer 45-50 miljoen jaar geleden) na is er in de tussentijd geen gesteentevorming of afzetting geweest; of er is niets meer over van de gesteenten, gevormd tijdens deze periode, ze zijn weggeërodeerd Dit vraagstuk is nog niet geheel opgelost. Als een geoloog geen gesteenten heeft om mee te werken, dan is het vaak gissen naar de exacte gang van zaken.

We gaan er nu van uit, dat er in deze lange periode weinig gesteenten zijn afgezet. We hebben reeds gezien, dat bepaalde endogene krachten al tijdens de vorming van de Midden Curaçao formatie een belangrijke rol zijn gaan spelen. Deze krachten resulteerden ook in opheffing van bepaalde gebieden, waaronder de Curaçao in wording, een opheffing die vandaag de dag nog steeds aan de gang is (Curaçao komt nog steeds omhoog met een 'snelheid' van een kwart tot een halve millimeter per jaar). Het resultaat van deze opheffing -vijf miljoen jaar geleden- was twee eilandjes, het eilandje 'Banda'bou' en het eilandje 'Banda'riba'.

In de wateren rondom deze eilandjes was de situatie inmiddels ideaal geworden voor koraalgroei; schoon en warm water. De miljoenen koraaldiertjes gingen dan ook stevig aan de slag om koraalriffen rondom de eilandjes te bouwen.

Van deze oudste riffen is niets meer over. Alleen het rifpuin, wat dieper in zee afgezet werd, vertelt ons, dat er een rifsysteem geweest is. Dit rifpuin vinden we terug in de, naar het zuiden hellende, kalkkappen van de Ser'i Domi formatie (De drie gebroeders, St.Michielsberg etc.).

Zo'n twee miljoen jaar geleden begon het klimaat wereldwijd te veranderen. De ijstijden deden hun intrede. Op de plaats van de Curaçao in wording was van die temperatuursdaling niet veel te merken. Wat wel dramatische effecten zou gaan krijgen was het feit, dat het zeeniveau veranderde. Het zich vormende ijs op de beide polen onttrok zo veel water uit de oceanen, dat wereldwijd van niveauverschillen van tientallen meters sprake was. Er is vervolgens sprake van

meerdere ijstijden, eigenlijk moeten we spreken van glaciale (veel ijs) en interglaciale (weinig ijs). We bevinden ons nu nog steeds in een ijstijd, in een interglaciaal.

Die verschillende niveauperanderingen hadden tot gevolg, dat er riffen op verschillende hoogten ontstonden, de kalkterrassen zoals we die nu kennen.

Het oudste terras -"het hoogste terras"- ontstond ten tijde, dat het zeewater nog hoog stond (vóór de eerste ijsvorming), en Curaçao laag (denk aan de opheffing), zo'n twee miljoen jaar geleden. Vervolgens begon de eerste ijstijd effecten te krijgen: daling van het zeeniveau, doorgaande opheffing van het eiland, resultaat: het hoogste terras kwam droog te liggen. In zee begon zich echter direct weer een rif te vormen. Ook dit rif kwam, tijdens een volgende glaciale periode zo'n 1 miljoen jaar geleden, droog te liggen en kennen we nu als het hoge terras (Op dit terras is de wijk Tera Cora gebouwd). Weer ging de rifbouw door, en weer kwam de wereld in een glaciale periode terecht, ongeveer 500.000 jaar geleden. Het middenterras was het zichtbare gevolg. Op het middenterras ligt echter een soort tweede terrasje wat achterbleef na een duidelijke interglaciale periode, waarbij het middenterras weer een tijdje onder water kwam te staan (tijdens de interglaciale periode smolt een gedeelte van het ijs, en dus kwam de zeespiegel weer hoger te liggen). Deze interglaciaal werd al weer snel opgevolgd door een volgende glaciale periode, en het volgende stuk rif kwam bloot te liggen, zo'n 30.000 jaar geleden, ons laagterras, de bekende vlakte van Hato. De laatste echte ijstijd (glaciale periode) vond ongeveer 18.000 jaar geleden plaats. Weer werd een rif opgebouwd, wat echter, na het smelten van een deel van het ijs 10.000 jaar geleden, veel dieper onder water kwam te liggen. Ook onder water vinden we dus een terras (zie figuur voor doorsnede van de terrassen).

We zijn met de gesteentebeschrijving inmiddels in het heden terechtgekomen, maar eigenlijk weten we nog niets over de redenen waarom al de veranderingen hebben plaatsgevonden en waar de endogene krachten vandaan kwamen die Curaçao omhoog gebracht hebben.

Om hier iets van te begrijpen moeten we ons gaan verdiepen in het principe van de platentektoniek.



kalkterrassen langs de noordkant

Platentektoniek en het ontstaan van het Caraïbisch gebied:

Zo'n 40 jaar geleden kwam men er achter, dat de aardkorst geen starre, verharde schil om de aarde was, maar eerder gezien moest worden als een verzameling vaste platen, oftewel schollen, drijvend op een gedeeltelijk gesmolten diepere laag (de asthenosfeer genaamd), die bewegen ten opzichte van elkaar. Deze wetenschappelijke vondst opende een wereld van begrip voor allerlei gebeurtenissen en processen waar men eerder nooit iets van begreep, zoals waarom er op bepaalde plaatsen vulkanisme voorkomt, of aardbevingen, of gebergtevorming en ga zo maar door. De theorie van de platentektoniek was geboren.

Er bestaan twee typen platen, de oceanische platen (onder de oceanen, dat spreekt voor zich) die bestaan uit basalt en gemiddeld slechts 30-40 km. dik zijn, en de continentale platen, die bestaan uit graniet en een dikte hebben van 70-80 km. Er zijn 3 typen plaatgrenzen: de transformzones, waarbij de platen slechts langs elkaar heen schuiven, de rift systemen, waarbij er nieuw materiaal aan oceanische platen wordt toegevoegd - de plaat "groeit" (midden van de Atlantische oceaan) - en de subductie zones, alwaar een oceanische plaat onder een continentale plaat (op sommige plaatsen ook wel een andere oceanische plaat) de diepte inschuift en daar weer opsmelt. Vooral langs dit laatste type plaatgrens vindt het merendeel van de vulkanische activiteit en de aardbevingsactiviteit op de wereld plaats (denk aan Mexico, Midden-Amerika, het Andesgebergte - langs de westkust van Midden- en Zuid Amerika bevindt zich een langgerekte subductiezone). De transformzones staan ook wel bekend om aardbevingsactiviteit (San Andreas Fault in California USA).

De platenactiviteit heeft ervoor gezorgd, dat er flink wat veranderingen zijn opgetreden in het uiterlijk van het aardoppervlak gedurende de gehele geologische geschiedenis. Als we zo'n 200 miljoen jaar teruggaan in de tijd, dan zien we, dat er absoluut geen sprake was van de continenten zoals we die nu kennen. Reconstructies op grond van langdurige en diepgaande onderzoeken tonen één supercontinent, wat men Pangea genoemd heeft.

Ongeveer 100-90 miljoen jaar geleden begon dit continent op te breken in stukken, die uit elkaar begonnen te "drijven" (er vormden zich riftsystemen tussen de schollen). Het resultaat van al deze gebeurtenissen is de wereld, zoals we die nu kennen.

Waar wij nu in geïnteresseerd zijn, in verband met ons "Curaçaosch verhaal", is natuurlijk het Caraïbisch gebied. Nu blijkt uit de reconstructies, dat zo'n 100 miljoen jaar geleden het Caraïbisch gebied niet bestond. Noord- en Zuid Amerika zaten aan elkaar vast. Pas zo'n 90 miljoen jaar geleden begon zich - ongeveer op de plaats van de huidige Galapagos eilandengroep - een oceanische plaat te vormen, die in oostelijke richting werd gedrukt en zich tussen Noord- en Zuid Amerika begon in te wurmen.

Deze plaat bestaat uit basalt, precies dezelfde basalt die ook het fundament van Curaçao vormt. De Curaçao in wording lag en ligt net op de zuidelijke grenszone met de Zuid-Amerikaanse plaat langs een transform zone. We hebben gezien, dat de meeste aardbevingsactiviteit en vulkanisme langs subductiezones voorkomt, maar transformzones kunnen er ook wat van. We hoeven dus niet verder te zoeken naar de oplossing voor de vraag waar de endogene krachten vandaan kwamen, die de geologische geschiedenis van Curaçao zo hebben beïnvloed.

We hebben inmiddels ook de oplossing voor het probleem waar de mica in de Midden Curaçao formatie vandaan komt. Tijdens de reis van de Curaçao in wording van de "Galapagos

lokatie" naar de hedendaagse positie passeerde (heel langzaam natuurlijk) het Curaçaose fundament de monding van de Rio Magdalena (Colombia). Die rivier voerde indertijd natuurlijk grote hoeveelheden erosiemateriaal mee die afgeslepen was van de noordelijkste punt van de Andes-keten (dat doet'ie nog steeds trouwens). Dit (micabevattende) erosiemateriaal vormde de basis voor wat we nu onze Midden Curaçao formatie noemen.

We zijn inmiddels zo'n beetje aan het eind gekomen van onze geologische omzwervingen. Het is duidelijk, dat er behoorlijk wat "leven" in de aarde zit, en dat we dus te maken hebben met constante veranderingen. Het is jammer, dat de veranderingen voor ons mensen zo traag verlopen, we zien ze vaak niet eens. Toch zullen de meesten onder ons zich ongetwijfelt afvragen hoe Curaçao er over "slechts" een miljoen jaar uit zal zien. Misschien vinden de knappe koppen daar ook nog wel eens een antwoord op, hoewel?

DE GESCHIEDENIS VAN CARACASBAAI

Caracasbaai is een opvallende baai. Het was velen al opgevallen, dat deze baai abnormaal diep is. Dit kwam goed uit voor de Shell, die Caracasbaai prima kon gebruiken voor het lossen van de grote olietankers.

Diepzeesonderzoek wees uit, dat er een diepe gleuf bestaat, die loopt van Caracasbaai tot enkele kilometers uit de kust, tot op een diepte van bijna een kilometer.

Gedetailleerd vervolgonderzoek liet zien, dat Caracasbaai niet op de zelfde wijze is ontstaan, als de andere baaien op Curaçao, welke door de eroderende werking van het regenwater hun vorm hebben gekregen. Caracasbaai is ontstaan als gevolg van een katastrofale gebeurtenis, zo'n 4000 jaar geleden, waarbij een groot gedeelte van de klip weg is gebroken, en de zee in is gegleden.

Deze gebeurtenis moet een enorme vloedgolf hebben veroorzaakt, die een groot gedeelte van de zuidkust heeft overspoeld. De resten van de klip liggen als brokken, soms zo groot als een huis, verspreid op de bodem van de diepe gleuf, die door de naar beneden razende klipresten is uitgeschuurd in de zeebodem.

Er bestaat het vermoeden, dat de oudste bewoners van Curaçao getuige zijn geweest van deze ramp. Er is een overlevering bekend onder de indiaanse bevolking van Venezuela, die verhaald over een grote vloedgolf, die een eiland bijna verzwoegen zou hebben. Dit zou best wel eens op het verhaal van Caracasbaai kunnen slaan.

Zie ook: ENCYCLOPEDIË van de Nederlandse Antillen, onder "Geologie", en de schoolatlas van de Antillen (voor o.a. plaat-tektoniek kaart van het Caraïbisch gebied)