



Actueel actief vulkanisme en nieuwe inzichten in de platentektoniek

Vulkanisme in de actualiteit

De atlaskaarten 154 B 'Platentektoniek' en 154 D 'Aardbevingen en vulkanisme' werden door het actueel actieve vulkanisme op IJsland en St.Vincent tot leven gebracht. De vulkanische activiteiten van de Geldingadalir op IJsland en van de Soufrière op St.Vincent houden al wekenlang aan. Deze twee vulkanen zijn mooie voorbeelden van vulkanisme in relatie met twee verschillende types van contacten tussen platen.

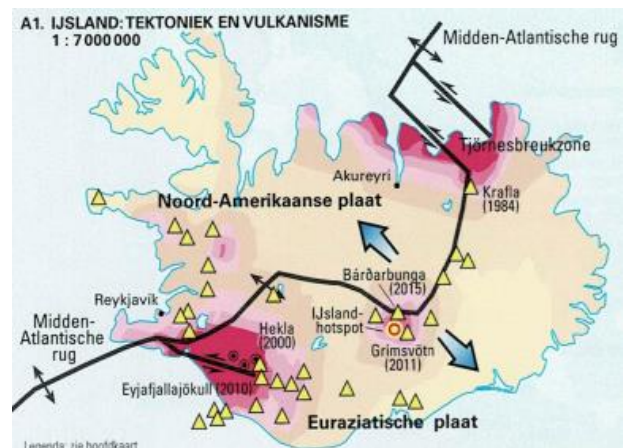
Recent verschenen een aantal wetenschappelijke artikels die nieuwe inzichten over de inwendige structuur van de aarde en het mechanisme van de platentektoniek. Deze nieuwsbrief sluit daarmee ook mooi aan bij de eindtermen en leerplannen over vulkanisme, aardbevingen en platentektoniek.

De Geldingadalir op IJsland

Op IJsland komt al wekenlang lava naar buiten in de Geldingadalir vulkaankegeltjes. Honderden kleine aardbevingen in het gebied gingen de uitbraak van lava vooraf. Het [visueel spektakel op het schiereiland Reyckjanes](#). De Geldingadalir is een goede illustratie van de vulkanische activiteit bij de Midden-Atlantische rug, waar de Noord-Amerikaanse en Europese plaat divergeren. De samenstelling van deze basalt uitbarstingen wijst er op dat het wellicht niet uit een magmakamer komt, maar via een 15 km diepe schoorsteen door de lithosfeer rechtstreeks uit de buitenmantel komt. De lava is met meer dan 1200 °C heel heet en is rijk aan silicium- en aluminium verbindingen, waardoor ze heel vloeibaar is en nog maandenlang verder kan uitvloeien. De eruptie bevindt zich in een onbewoond gebied en vormt geen bedreiging voor de verderop gelegen woonplaatsen en zelfs nauwelijks voor de toeristen die het spektakel komen bewonderen.

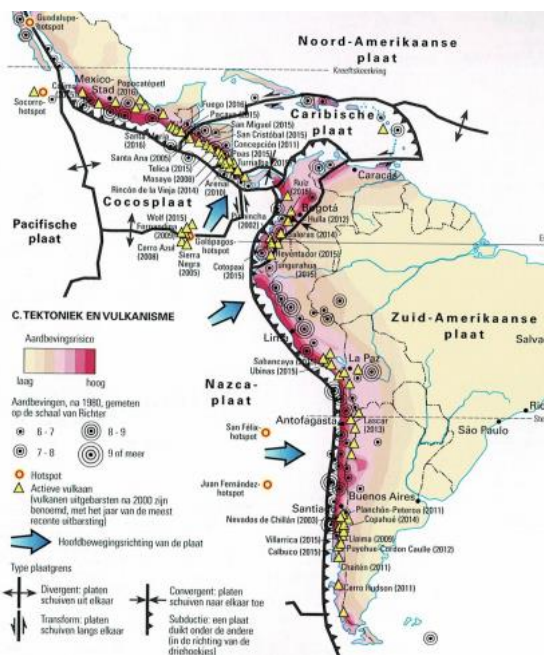


Foto: Wikimedia commons



Atlaskaart 40 A IJsland, tektoniek en vulkanisme

De Soufrière op St.Vincent



Kaart 138 C Latijns-Amerika, Tektoniek en vulkanisme

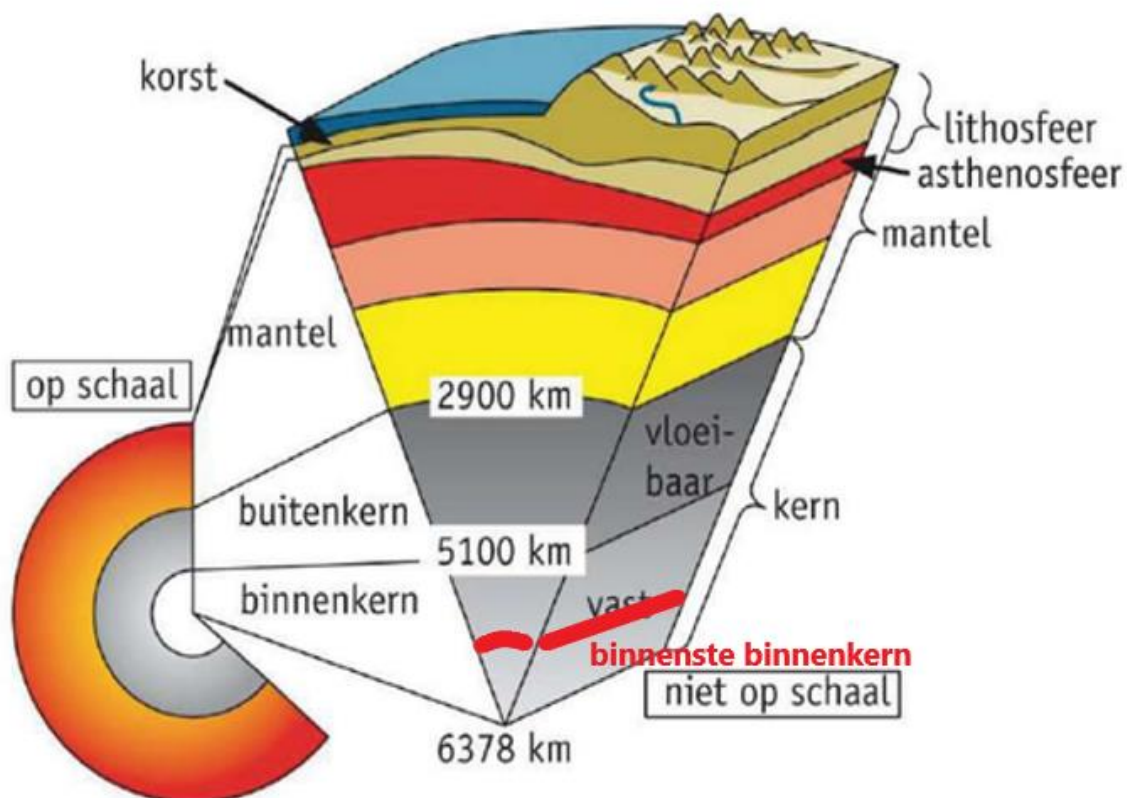


Foto: Wikimedia commons

De Soufrière (atlaskaart 134 A Caribisch gebied) is een schoolvoorbeeld van vulkanisme bij subductie van convergerende platen. Bij dit Caribisch eiland duikt een deel van de Atlantische oceanische plaat onder de Caribische plaat. Het begon met een maandenlange uitvloei van taaie lava, waarbij in de kraterwand een koepel werd opgebouwd, die als prop fungeerde, waaronder de druk van opkomende gassen in het taaie magma opliep. Begin april [barstte de Soufrière plots heftig uit](#). Bij de uitbarsting ontstond een kilometers hoge zuil van vulkanische as. Sindsdien stoot de vulkaan om de paar uur deeltjes van uit elkaar gespatte taaie lava in de vorm van vulkanische as de lucht in. Als de askolom afkoelt en de dichtheid toeneemt, kan hij onder zijn eigen gewicht bezwijken en in de omgeving neervallen. Op deze

manier bouwt de vulkaan laag voor laag de stratovulkaan op. Dikke lagen as daalden over het noordelijke deel van St. Vincent neer en deden daken van huizen onder het gewicht instorten. De combinatie met hevige regen leidde op 3 en 4 mei tot modderstromen van as, lahars, die akkers, wegen en bewoning vernielden. Duizenden bedreigde eilandbewoners werden tijdig geëvacueerd, zodat er geen slachtoffers vielen.

De aarde is opgebouwd uit vijf schillen in plaats van vier



Bron: Wikimedia commons

Geologen gaan er al lang van uit dat de aarde bestaat uit vier lagen: de aardkorst, de mantel, de buitenkern en de binnenkern. Maar een nieuwe studie stelt dat de aarde eigenlijk een duidelijke vijfde laag heeft, die al die tijd onontdekt bleef. Onderzoekers van de Australian National University (ANU) zeggen dat de nieuwe laag zich in de binnenkern van de aarde bevindt. De straal van de aarde bedraagt 6 371 km en de buitenkern begint op een diepte van 4 190 km. De buitenkern is ongeveer 2 180 km dik en bestaat uit een vloeibare ijzerlegering. De binnenkern bestaat uit een vaste ijzerlegering met een dikte van 1 225 km. Wetenschappers van ANU ontdekten een duidelijke verandering in de structuur op ongeveer 5 800 km diepte, die de nieuw ontdekte binnenste laag onderscheidt van de rest van de binnenkern. Die "binnenste binnenkern", met zeer hoge dichtheid, heeft een dikte van 570 km.

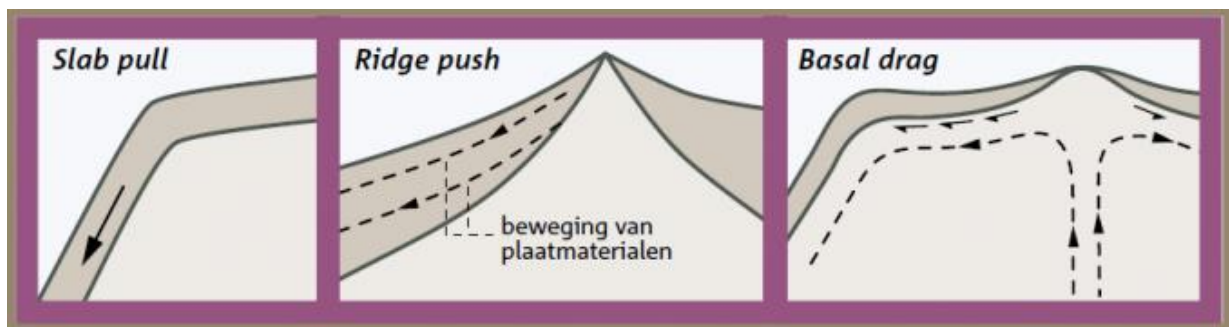
De recente ontdekking werd gedaan met behulp van een speciaal zoekalgoritme dat onderzoekers ontwikkelden om duizenden modellen van de binnenkern te vergelijken met

tientallen jaren aan gegevens van seismische golven, verzameld door seismograafstations van over de hele wereld.

Een verdere analyse van deze ontdekking zou wetenschappers kunnen helpen een beter inzicht te verwerven in het ontstaan van de aarde en van andere planeten. De UNA-wetenschappers menen dat de verandering in structuur veroorzaakt kan zijn door een onbekende, dramatische gebeurtenis in het begin van de geschiedenis van de aarde.

Zijn convectiestromen het gevolg en niet de oorzaak van de platentektoniek?

Bernd Andeweg (Universiteit Amsterdam) benadrukt in een recent artikel (Geografie april 2021) dat leraren de convectiecellen niet langer als de belangrijkste kracht voor het bewegingsmechanisme van de platentektoniek moeten aanhalen. Er zijn drie grote krachten:



Bron: Bernd Andeweg, Geografie maart 2021

Ten eerste de *slab pull* (subductie-trekkraft): de zwaartekracht trekt de duikende plaat naar beneden. Ten tweede *ridge push* (rugduwkracht): “Bij een mid-oceanische rug komt warm mantelmateriaal omhoog, dat door zijn lagere dichtheid de korst optilt en daarin breuken trekt. Deze nieuwe oceanische korst koelt af, neemt in dichtheid toe en wil naar beneden zakken. Dat kan niet, omdat er nieuw warm materiaal omhoog komt. De oceanische korst zakt zijwaarts weg en trekt daarbij de mid-oceanische rug open en duwt de aangroeiende plaat weg van de centrale rug. De derde kracht is *basal drag* (sleeppracht): de trage bewegingen in het taai vloeibare deel van de asthenosfeer sleuren de platen mee.” (Andeweg, B)

De samenvattende studie van Carolina Lithgow-Bertelloni uit 2014 beschreef dat de subductie-trekkraft, eigenlijk de inwerkende zwaartekracht op de afzinkende oceanische plaat, de belangrijkste drijvende kracht van de platentektoniek is. De platen zinken omdat ze een hogere dichtheid hebben dan het omringende mantelmateriaal en door metamorfe reacties neemt de dichtheid nog verder toe. De oceanische plaat wordt dus door de zwaartekracht verder de mantel ingetrokken. Door deze trekkraft wordt de rest van de plaat richting de subductiezone getrokken. De subductie-trekkraft vormt ongeveer 90 procent van de krachtenbalans, terwijl rugduwkracht slechts 10 procent bijdraagt aan de beweging van de platen. De drijvende krachten achter de platentektoniek worden dus vooral veroorzaakt door dichtheidsverschillen en zwaartekracht. Bewegingen van de platen worden

primair veroorzaakt door ridge push en slab pull, en convectorie is dus niet de *oorzaak* van platentektoniek, maar het gevolg ervan.

Bern Andeweg toonde aan de leraren op de KNAG-onderwijsdag bijgaande presentatie: [Opdracht plaatkrachten.pdf \(geografie.nl\)](#).

Basal drag gemeten

In een nieuw artikel in het tijdschrift Nature van februari 2021 (Agius, M.R. e.a.) stellen de onderzoekers dat ze basal drag gemeten hebben: er komt daadwerkelijk materiaal diep uit de aarde omhoog onder de Mid-Atlantische Rug, dat dicht onder het oppervlak uit elkaar beweegt. Een jaar lang voerden ze metingen uit met 39 seismometers op de bodem van de Atlantische Oceaan rond de Midden-Atlantische rug tussen Zuid-Amerika en Afrika. De metingen laten zien dat er een verdunning in het materiaal te zien is in een zone van 400 km tot 700 km diepte die de overgang van de bovenmantel naar de ondermantel vormt. Die overgangszone is onder de Mid-Atlantische Rug, waar de seismometers stonden opgesteld, dunner dan elders. Dit is een eerste echte *waarneming* dat er onder de Mid-Atlantische Rug materiaal van grote diepte opstijgt. Er is dus nu bewijs voor de basal drag en niet alleen maar hypothetische modellen. Er is nu een duidelijke aanwijzing dat er in ieder geval een verbinding is tussen de ondermantel en de bovenmantel.

“Toch moet er wel sprake zijn van convectorie in de mantel, maar dat die de vorm heeft van convectoriecellen is allerm minst zeker. In subductiezones zinken platen de asthenosfeer in richting - uiteindelijk - de grens tussen mantel en kern. En waar materiaal daalt, moet ergens anders materiaal stijgen. Dat stijgen gebeurt vooral aan mid-oceanische ruggen. De Atlantische Oceaan kent geen randen die omlaag duiken, maar wordt begrensd door continentale delen van platen. Er is dus geen sprake van slab pull. En toch bewegen Noord-Amerika en Europa uit elkaar. Ridge push en/of basal drag moeten hier dus het werk doen. Dat er materiaal uit de ondermantel omhoog komt, is voor beide processen nodig. Dus dit gegeven maakt nog niet dat basal drag een belangrijkere factor is dan tot nu toe werd gedacht. Maar omdat het systeem gedreven wordt door de plaatbewegingen, hoeft dit proces van stijgen en dalen alleen maar gemiddeld over de aarde in balans te zijn en is de convectorie vooral *passief*, in steeds veranderende patronen die zich aanpassen aan plaatsnelheid en plaatconfiguratie. Ze worden primair veroorzaakt door ridge push en slab pull, en zijn dus niet de *oorzaak* van platentektoniek, maar het gevolg ervan.” (van Hinsbergen, KNAG Geografie, april 2021)

Auteurs

Dirk Vanderhallen, in samenwerking met Arjan Goemans

BRONNEN

- Andeweg, B en Boden, M., Geldingadalir en Soufrière; Geografie KNAG, april 2021
- Stephenson, J., ANU, Earth Has Been Hiding a Fifth Layer in Its Inner Core; Discover Magazine, 2021-4 <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/earth-has-been-hiding-a-fifth-layer-in-its-inner-core>
- Agius, M.R. e.a. (2021). A thin mantle transition zone beneath the equatorial Mid-Atlantic Ridge. Nature 589: 562-566.
- [https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=publication&query=%E2%80%A2Agius,%20M.R.%20e.a.%20\(2021\).%20A%20thin%20mantle%20transition%20zone%20beneath%20the%20equatorial%20Mid-Atlantic%20Ridge.%20Nature%20589:%20562-566](https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=publication&query=%E2%80%A2Agius,%20M.R.%20e.a.%20(2021).%20A%20thin%20mantle%20transition%20zone%20beneath%20the%20equatorial%20Mid-Atlantic%20Ridge.%20Nature%20589:%20562-566)
- Ardeweg, B., Nieuw concept in de platentektoniek?, Geografie KNAG, maart 2021
- van Hinsbergen, D. en L., Platentektoniek in het onderwijs, Geografie KNAG, april 2021

