

Bernd Andeweg

Aardwetenschappen,
Vrije Universiteit Amsterdam

Belt een journalist van de krant me over een publicatie in het toonaangevende blad *Nature* en een ronkend persbericht dat iets beweert over 'nieuw begrip in hoe platen uit elkaar bewegen'! Er is alleen wat plek op pagina 2 van de krant en het is dus vooral zaak de grote lijnen juist op papier te krijgen. Ruimte voor details ontbreekt. Dat maakt het lastig in de krant uit te leggen wat er nou zo aardig en nieuw is aan de gegevens en interpretatie in de publicatie in *Nature*. Die ruimte is er wel in *Geografie*. Dus, daar gaan we.

Nieuw concept in de plaattektoniek?

Een jaar lang metingen van 39 seismometers op de bodem van de Atlantische Oceaan rond de mid-oceanische rug tussen Zuid-Amerika en Afrika laten zien dat er op een paar honderd kilometer diepte een verdunning te zien is van een zone die de overgang van de bovenmantel naar de ondermantel vormt (figuur 1). Deze zone loopt normaal gesproken van 400-410 km tot 660-670 km diepte, waarbij in twee stappen de dichtheid van

Amerika en Europa drijven letterlijk uit elkaar

George van Hal
Amsterdam

Wie het gevoel heeft dat Europa en de VS in vier jaar Donald Trump uit elkaar zijn gegroeid, heeft niet alleen in figuurlijke zin gelijk. In een artikel in vakblad *Nature* beschrijven geologen deze week hoe de diepe aardplaten waarop beide gebieden rusten letterlijk uit elkaar drijven.

Op die zogeheten tektonische platen glijden landmassa's over de diepere delen van de aardmantel, als een soort supertrage surfplank op de zee. Dergelijke platen zijn gemiddeld zo'n honderd kilometer dik.

Dat de Noord- en Zuid-Amerikaanse plaat en die van Europa en Afrika uit elkaar bewegen, was al langer bekend, maar niet precies waarom. Tektonische platen verplaatsen zich door een complex samenspel van de zwaartekracht waarmee onze planeet aan die platen trekt en de ultratrage deling van de onderliggende mantel, zegt geoloog Bernd Andeweg van de Vrije Universiteit Amsterdam, zelf niet bij het onderzoek betrokken. 'Althans: dat is hoe het in de school-

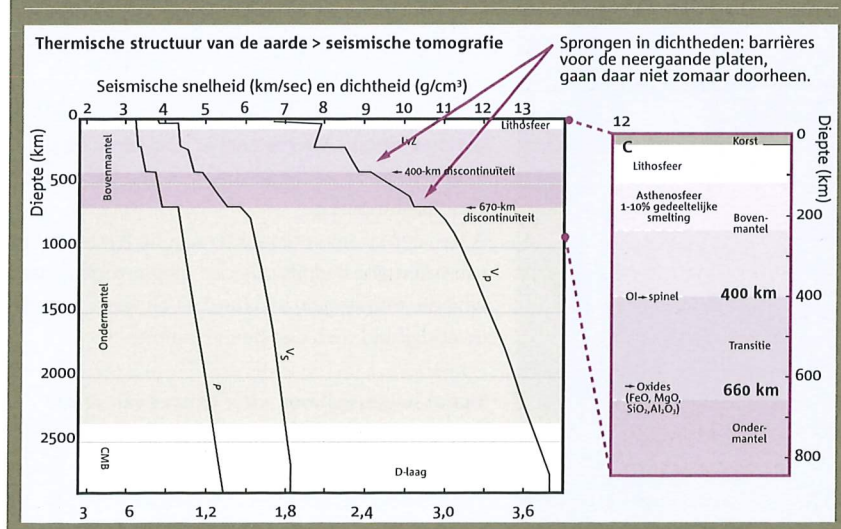


boeken staat. Het artikel in *Nature* laat zien dat de werkelijkheid complexer is dan gedacht. De geologen beschrijven een nieuwe oorzaak: de platen worden ook van onderaf uit elkaar geduwd en vormen zo in de Atlantische Oceaan de zogeheten Mid-Atlantische Rug, een langgerekte bergketen onder water. Vermoedelijke schuldige is een op-

waartse stroom materiaal afkomstig uit de mantel, op een diepte van honderden kilometers onder het aardoppervlak. De ontdekking is van belang omdat het bewegen van tektonische platen op het aardoppervlak catastrofe gevolgen kan hebben, van aardbevingen en tsunami's tot vulkaanuitbarstingen. Wie beter snapt hoe – en waarom – tektonische platen bewegen, leert dergelijke rampen ook beter voorspellen, zo is de gedachte. Het uit elkaar schuiven van de continenten gaat naar menselijke maatstaven overigens heel langzaam. Zelfs als de coronapandemie het vliegverkeer nog jaren aan banden legt, merkt je er op je volgende transatlantische vlucht nauwelijks iets van. De platen schuiven gemiddeld namelijk met zo'n 9 centimeter per jaar uit elkaar.

Dat proces is bovendien al honderden miljoenen jaren bezig. Zelfs als de kersverse president Joe Biden erin slaagt om Amerikaanse politieke en filosofische weer meer op één lijn te krijgen met zijn Europese bondgenoten, blijft de fysieke afstand de komende jaren dus alsnog gestaag doorgroeien.

Figuur 1: De beweging van duikende platen vlak af op de verdichte overgangen in de mantel (400-660 km diepte).



de mantel toeneemt. We weten dat de bovenmantel voornamelijk uit olivijn bestaat. Laboratoriumproeven leren ons dat olivijn bij de druk en temperatuur op 400 km diepte van structuur verandert. Net zoals koolstof bij voldoende druk en temperatuur keiharde diamant wordt, verandert de 'pakking' van de chemische elementen waaruit olivijn bestaat: de dichtheid neemt toe. Dat gebeurt nog een keer op 660 km diepte. Bij elkaar neemt de dichtheid van de mantel in die twee stappen met meer dan 10% toe. Omlaag duikende (subducerende) platen hebben daar moeite om verder in de mantel te dringen. Ze vlakken af op deze laag en plooiën zelfs. Totdat er voldoende massa is om toch de ondermantel in te zakken (figuur 1).

Die overgangszone (*mantle transition zone*) is onder de Mid-Atlantische Rug, waar de seismometers stonden opgesteld, dunner dan gewoonlijk (figuur 2). Voor de auteurs een reden om aan te nemen dat er dus materiaal uit de ondermantel omhoog komt door de transition zone heen. Tot nu toe waren er zeker *computermodellen* die datzelfde konden voorrekenen. Eigenlijk gewoon het verhaal van de convectie-cellen uit de schoolboekjes: warm gesteente beweegt omhoog bij van elkaar bewegende (divergente) plaatgrenzen en de stroom gaat omlaag bij naar elkaar toe bewegende (convergente) plaatgrenzen. Het is ook niets 'nieuws' dat wanneer er subducerende platen de diepte in gaan, elders materiaal omhoog komt. In het persbericht van *Nature*, en in de nog verder vereenvoudigde weergaven daar-van in de media, wordt gesteld dat het een *nieuwe* bron van bewegende platen zou zijn. Het is eigenlijk geen nieuwe bron, maar een eerste echte *waarneming* dat er onder de

Mid-Atlantische Rug materiaal van grote diepte opstijgt. Of dat de oorzaak is van het uit elkaar bewegen van de platen (aldus het artikel in *Nature*) of juist een gevolg daarvan, is nog niet duidelijk.

Drie krachten

Op de KNAG Onderwijsdag van 2018 heb ik met een flinke groep docenten uitgerekend dat de convectie-cellen niet de belangrijkste kracht zijn in het bewegen van platen (zie extra kader in dit artikel op www.geografie.nl). Er zijn drie grote krachten (figuur 3).

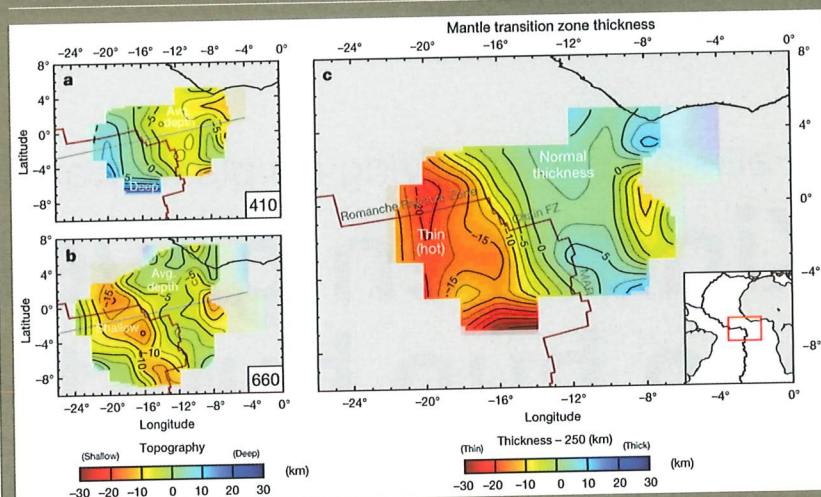
Ten eerste *slab pull*: de duikende plaat trekt zichzelf naar beneden. Ten tweede *ridge push*: bij een mid-oceanische rug komt warm mantelmateriaal omhoog, dat door zijn lagere dichtheid de korst optilt en daarin scheuren mogelijk maakt. De nieuw gevormde oceanische korst koelt af, neemt in dichtheid toe en wil naar beneden zakken. Dat kan niet, omdat er nieuw warm materiaal omhoog komt. Dus glijdt de langzaam afkoelende oceanische korst zijwaarts zakkend weg, trekt daarbij de mid-oceanische rug open en voert druk uit op de continenten aan weerszijden van de oceaan.

De derde kracht is *basal drag*: de trage bewegingen in de asthenosfeer (het vloeibare deel van de mantel) sleuren de platen mee: het bekende verhaal van de convectie-stromingen. Er is nog discussie of er daarbij één grote stroom is van boven naar de kern en weer terug, of dat dit in twee aparte cellen gebeurt (eentje boven de mantle transition zone en eentje eronder). De 'nieuwe' bron in het artikel van *Nature* is eigenlijk een extra aanwijzing voor basal drag: er komt daadwerkelijk materiaal diep uit de aarde omhoog onder de Mid-Atlantische Rug, dat dicht onder het oppervlak uit elkaar beweegt. Als convectie en bijbehorende basal drag de motor achter de bewegingen zouden zijn, zou dit betekenen dat hoe groter een plaat is, des te sneller deze moet bewegen. Als je kijkt naar de platen en wat er langs hun grenzen gebeurt, kun je zien dat de grootste platen *niet* het snelst bewegen. Dus is het de vraag of basal drag wel zo belangrijk is. De hoeveelheid subducerende rand blijkt van groter belang.

Kip-ei-verhaal

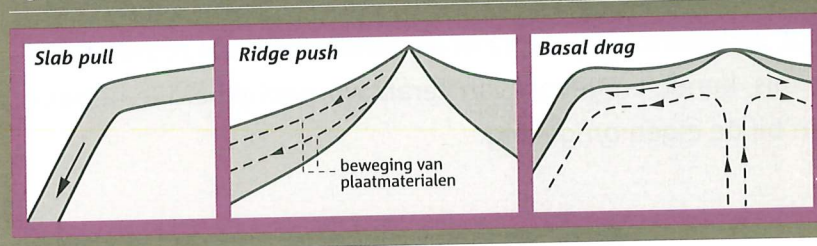
De Atlantische Oceaan kent geen randen die omlaag duiken, maar wordt begrensd door continentale delen van platen. Er is dus geen sprake van slab pull. En toch bewegen Noord-Amerika en Europa uit elkaar. Ridge push en/of basal drag moeten hier dus het werk doen. Dat er materiaal uit de ondermantel omhoog 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. Daar gaat het persbericht wat mij betreft te kort door de bocht. Ridge push kan hier ook al voldoende krachten leveren om het proces op gang te houden. Het is een beetje een kip-ei-verhaal: als er ergens platen van het aardoppervlak de diepte in gaan bij subductie, moet er elders ook materiaal om-

Figuur 2: Afbeeldingen in het *Nature*-artikel



Seismometers op de bodem van de Atlantische Oceaan rond de mid-oceanische rug laten zien dat er op een paar honderd kilometer diepte een verdunning te zien is van een zone die de overgang van de bovenmantel naar de ondermantel vormt. BRON: AGIUS, M.R. ET AL. (2021)

Figuur 3: De drie belangrijkste krachten in de plaattektoniek



hoog komen uit de aarde. Wel mooi dat het nu niet alleen op modellen is gebaseerd, maar dat er ook bewijs voor is. En het laat zien dat er in ieder geval duidelijk verbinding is tussen de diepe delen van de mantel en de mantel boven de transition zone. Dat bevestigt dus vooral een model waarbij de transition zone een barrière vormt voor materiaal dat naar beneden of omhoog wil, maar die beweging niet helemaal stopt. Blijft natuurlijk overeind dat de afstand tussen de Verenigde Staten en de EU verder groeit, zoals de krant kopt. Maar ook dat de VS aan de andere kant (letterlijk) toenadering zoeken tot Rusland en China. We leven wel op een werelddol. •

In *Geografie* april gaat we verder in op de plaattektoniek in het onderwijs.

BRONNEN:

- Agius, M.R. et al. (2021). A thin mantle transition zone beneath the equatorial Mid-Atlantic Ridge. *Nature* 589: 562-566. Te raadplegen via doi: 10.1038/s41586-020-03139-x
- Van Hal, G. (2021). Volkskrant 290121: De Verenigde Staten en Europa drijven letterlijk uit elkaar. *De Volkskrant* 28 januari 2021. Zie <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/de-verenigde-staten-en-europa-drijven-letterlijk-uit-elkaar~bd20f705/>