

Platen zijn geen rigide blokken

De aardbeving in Marokko op 8 september 2023

Al vindt veel van de tektonische activiteit plaats langs de plaatgrenzen, de aardbeving in de Hoge Atlas in Marokko van 8 september jl. laat zien dat platen zelf ook intern kunnen deformeren. Helemaal als er zwaktezones in een bepaalde richting zijn: die kunnen onder voldoende spanning actief worden.

Plaatgrenzen zijn geen mooie rechte lijnen. Bij divergente plaatgrenzen komt het nog enigszins in de buurt: de segmenten van de mid-oceanische ruggen worden verzet door transforme breuken, maar zijn op zich redelijk recht. Ook bij transforme relatieve beweging is vaak nog wel sprake een vrij recht lopende breukzone. Dat is anders bij convergente zones. Het Middellandse Zeegebied is een convergente zone, waar de nadering tussen Afrika en Eurazië wordt opgevangen in een brede, door het gebied slingerende zone met deformatie (figuur 1). Daarbinnen zijn nog wat lokale complicaties (westelijke Middellandse Zee die

zich juist opende tijdens de nadering, door *slab roll back*). De hele zone is het gevolg van de relatieve beweging van Afrika (ook wel Nubia genoemd) naar het noorden, richting Eurazië. Dit behoeft wel enige nuance: als platen op de aarde bewegen, is dat altijd te beschrijven als een draaiing rond een as. Net als een lp op je platenspeler. Punten dicht bij het centrum en punten aan de buitenkant draaien allebei in dezelfde tijd rond, maar de buitenbocht heeft dus een hogere hoeksnelheid dan dicht bij de as. De as waarom Afrika draait, ligt ten zuidoosten van de Azoren of nog een eind zuidelijker, Marokko ligt daar relatief dicht in de buurt. Dat betekent dat Afrika Turkije met ongeveer 5-6 mm/jaar

nadert in noord-noordwestelijke richting; bij Marokko is dat 2-3 mm/jaar naar het west-noordwesten (figuur 2). Kortom: in het noordwesten van Afrika bouwt de spanning langzamer op dan in het oosten. Er is dus wel seismische activiteit, maar over het algemeen niet zo frequent en zwaar als in Turkije.

15 miljoen jaar terug
Om de aardbeving van september te kunnen begrijpen, duiken we even terug in de tijd. Wat nu de Atlas-gebergten zijn, waren in het Trias bij het opbreken van Pangea (het openen van de Atlantische Oceaan) meerdere riftzones (figuur 3). De breuken die daarbij ontstonden, zijn zwaktezones in de continentale korst gebleven. Toen rond de 15 miljoen jaar geleden het Iberische Schiereiland en Afrika met elkaar in botsing kwamen, ontstonden de Cordillera Bética in Zuid-Spanje, de boog van Gibraltar en het Rifgebergte in Marokko (zie *Geografie* november 2022), wat als plaatgrens in deze regio wordt gezien. De Hoge Atlas ligt ongeveer 400 km zuidelijker. De compressie van de botsing leidde ook in de omliggende continentale delen tot tektonische activiteit. Het Spaanse Centrale Systeem kwam omhoog (tot 2500 m hoog ten noorden van Madrid) en in Noordwest-Afrika werden de Trias-afschuivingsbreuken in de ondergrond op een andere manier actief. De oude breuken in de ondergrond van de Hoge Atlas verlopen ongeveer westzuidwest-oostnoordoost, loodrecht op de recente compressierichting. Dat leidde tot opschuivingen: het gebergte groeide in de hoogte, met aan beide zijden een relatief vlak voorland. Ook bij deze beving is uit radarmetingen van satellieten duidelijk dat in de buurt van de breuk het aardoppervlak een paar decimeter omhoog is gekomen. Bij de Centrale Atlas is de oriëntatie van de breuken meer zuidzuidwest-noordnoordoost. Die zullen onder dezelfde compressierichting dus als transform (zijwaarts) worden

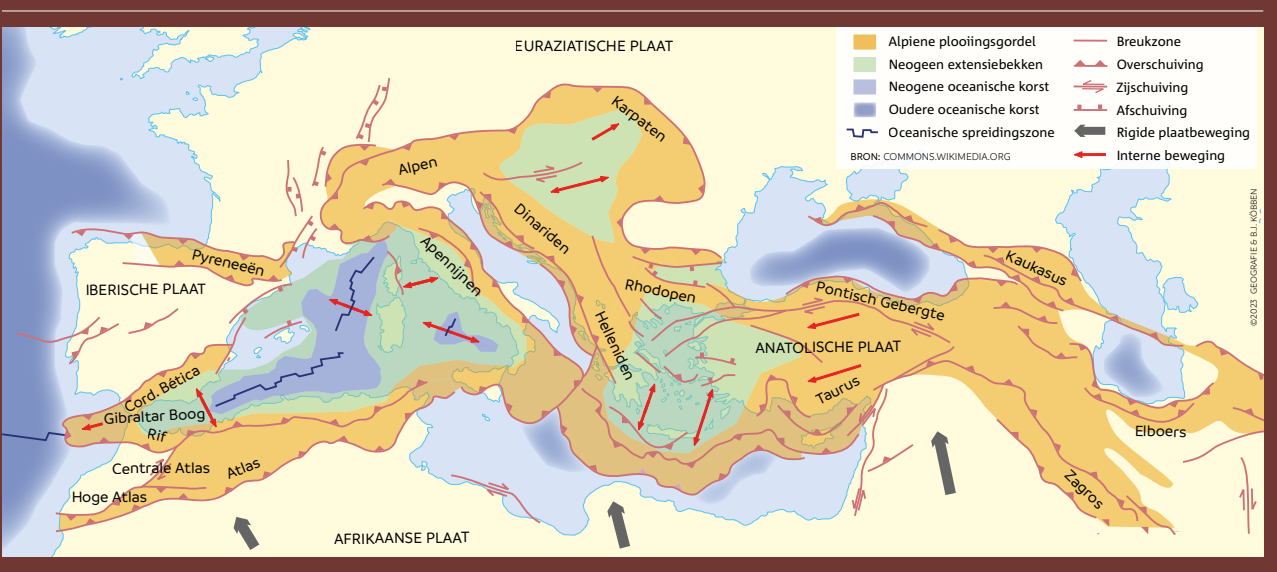


Bij de aardbeving in Marokko op 11 september jl. werden afgelegen dorpjes in de Atlas het hardst geraakt. Sommige werden zelfs volledig weggevaagd, zoals Talat N Yaquoub.

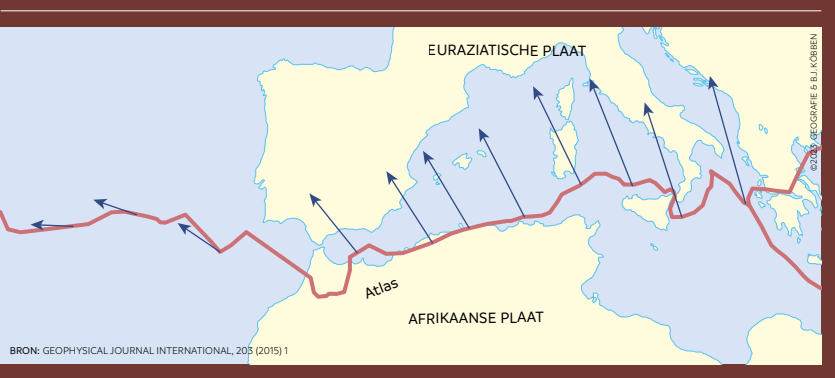
gereactiveerd, met een kleine compressiecomponent: transpressie. Schuin tegen elkaar.

Eerdere bevingen
In Marokko komen wel vaker aardbevingen voor, vooral in het noorden (6.3 bij Al Hoceima in 2004), bij het Rifgebergte, waar veel Nederlanders oorspronkelijk vandaan komen. Deze zone ligt in het verlengde van de aardbevingen in Algerije en Tunesië en vormt dus ongeveer de plaatgrens. De Centrale Atlas maakt ook nog wel eens wat (lichte) aardbevingen mee. De recente beving in de Hoge Atlas was de zwaarste aardbeving die ooit in Marokko is gemeten. Wel zijn er historische bronnen die hintten op aardbevingen in deze regio. En in 1960 werd de stad Agadir voor 80% in puin gelegd door een aardbeving die met het systeem van de huidige aardbeving te verbinden valt. Die beving had een magnitude van 5.8 (vergelijk die op 9 september: 6.8), maar was wel dicht bij de grote stad en daardoor vielen er nog meer

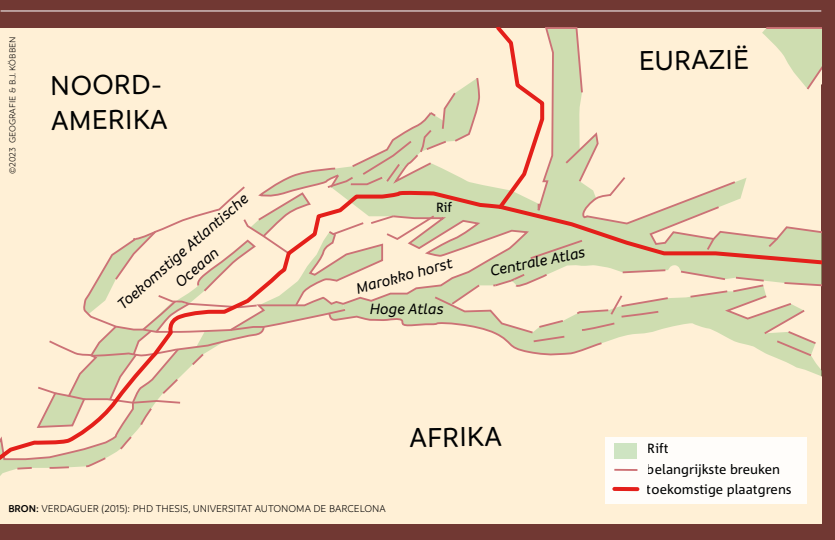
Figuur 1: Tektonische activiteit in het Middellandse Zeegebied



Figuur 2: Beweging Afrikaanse plaat (effect draaiing)



Figuur 3: Het begin van het uiteenvallen van Pangea: in brede zones werd het continent opgerekt en ontstonden riftzones



Roermond-beving 1992

De beving in Marokko was nog relatief in de buurt van de plaatgrens, maar eigenlijk is dit dus een intraplaat-aardbeving. Wat dat betreft enigszins vergelijkbaar met de aardbeving in Roermond in 1992. Die laatste was ook tektonisch van aard, door de optelsom van de botsing van Eurazië en Afrika en de openende mid-oceanische rug. Alleen is in de ondergrond van Nederland de netto-som van alle spanningen vooral lichte rek in zzw-nno-richting, met als gevolg slenken, en is de Peelrandbreuk als afschuiving actief. Bij rek is materiaal minder sterk dan bij druk (wil je een tak breken: buig hem, zodat er in de buitenbocht rek ontstaat), dus levert dat minder zware aardbevingen op, maar wel relatief dicht aan het oppervlak. De combinatie bepaalt hoeveel wij er aan het oppervlak van merken. Gelukkig valt dat ruim in ons voordeel uit.

slachtoffers (12 tot 15 duizend) dan nu. Agadir zelf is weer opgebouwd met versterkte huizen en gebouwen, maar de rest van het land kent slechts summiere bouwrichtlijnen. De kans op aardbevingsschade is weliswaar klein, maar als er seismische activiteit is, zijn de gevolgen groot. Dat er niet vaak zwaardere aardbevingen voorkomen, blijkt wel uit het feit dat in Marrakesh, op 80 km afstand van de beving, delen van de oude medina schade hebben opgelopen. Ook in de dorpen en steden dicht bij het epicentrum zijn historische gebouwen ingestort. Dat geeft aan dat de bouwsels niet al te stevig zijn, want op 80 km van het epicentrum is de beweging van de grond beperkt.

Naschokken

Naschokken zijn er eigenlijk altijd na grotere aardbevingen. De spanningstoestand verandert flink. Langs de breuk is de spanning even ontladen, maar verderop kan die daardoor juist zijn toegenomen en andere delen van de breuk of breuken in de buurt laten bewegen. Gemiddeld is de zwaarste hoofdschok ongeveer een punt lager in magnitude dan de hoofdschok. Met 6.8 op 9 september zou een naschok van 5.8 dus gekund hebben. De zwaarste tot nu toe was 4.9. Op zich aanzienlijk, maar het valt mee. Toch blijft het een penibele situatie in Marokko: beschadigde huizen kunnen ook door een lichtere naschok alsnog instorten. Hopelijk gaat op wat de ervaring leert: intra-plaatbeweging en opschuiving zijn twee factoren die het aantal naschokken lijken te temperen. •

BRONNEN: ZIE WWW.GEOGRAFIE.NL