

Geovaria

H. Huisman

Rekristallisatie oorzaak diepe aardbevingen

Elk jaar vinden er verspreid over de Aarde honderden aardbevingen plaats. Gelukkig zijn verreweg de meeste daarvan onschuldig door hun zeer geringe sterkte. Sinds de jaren zestig is bekend waardoor aardbevingen precies worden veroorzaakt: aardkorstplaten verplaatsen zich ten opzichte van elkaar. Hierbij ontstaan vooral langs de breukvlakken van de platen flinke spanningen. Wanneer deze de breuksterkte van het gesteente overstijgen, dan vindt scheuring en verbrijzeling plaats. Tegelijk verplaatsen de platen zich ten opzichte van elkaar en een aardbeving vindt plaats. De meeste aardbevingen ontstaan op geringe diepte in de aardkorst. Maar ca. 25% ervan vinden hun oorsprong op meer dan 70 km diepte. Nu heeft men sterke aanwijzingen dat gesteenten op grote diepte plastisch en vervormbaar zijn, waardoor men eigenlijk niet goed weet te verklaren hoe diepe aardbevingen kunnen ontstaan. In de afgelopen jaren heeft de veronderstelling terrein gewonnen dat zij het gevolg zouden kunnen zijn van abrupt optredende, lokale rekristallisaties in het gesteente van de mantel. De atomen gaan onder invloed van de enorme druk dichter opeen zitten. De faseveranderingen zijn er de oorzaak van dat de eigenschappen van de mineralen op die diepten veranderen. Een dergelijke faseverandering treedt bijvoorbeeld op een diepte van 400 km op. Het mineraal olivijn gaat daar over in het veel dichtere spinel.

Laboratoriumexperimenten uitgevoerd aan de Universiteit van Californië in Davis hebben aanwijzingen opgeleverd waaruit zou blijken dat deze faseveranderingen niet uitsluitend op een diepte van rond de 400 km plaatsvinden. Ook op andere diepten in de aardmantel kunnen zich omstandigheden voordoen die tot zo'n rekristallisatie leiden. Olivijn verandert in het dichtere spinel, waarbij de kristalgroei van de spinel loodrecht op het drukvlak plaatsvindt. De gerichtheid van de samenstellende mineralen veroorzaakt een instabiliteit in het gesteente. Het gesteente kan daardoor bij progressief optredende spanningen bezwijken,

waardoor een aardbeving plaatsvindt. Dit proces werkt lokaal in een smal temperatuursgebied en hangt sterk af van de algehele druk en de schuifspanning in het gesteente. Bovendien zou de breukvorming niet elke keer opnieuw in hetzelfde gesteentemateriaal optreden, aangezien de breukvlakken bekleed worden met de plastische spinel, dat enige tijd nadien weer van structuur verandert. Bovenstaand proces wordt door praktijkwaarnemingen bevestigd. De verspreiding van de naschokken die na de hoofdaardbeving optreden zijn niet goed te verklaren met het eenvoudige verplaatsen van gesteenten langs een breukzone. De diepste aardbevingshaarden vinden op ca. 670 km diepte plaats. Dieper heeft men nog nooit een aardbevingsbron gelokaliseerd. Dit schijnt veroorzaakt te worden doordat op die diepte, bij de daar heersende druk en temperatuurverhoudingen spinel overgaat in perowskiet en magnesowustiet. De kristalroosterpakking is bij deze mineralen zo dicht dat er geen volgende faseveranderingen meer mogelijk zijn.

Nature 341.

Plan voor aardwarmte-exploitatie in de Elzas veelbelovend

Geologen uit Frankrijk, Engeland en West-Duitsland hebben met steun van de EEG een plan ontwikkeld voor het exploiteren van aardwarmte in de Elzas. Proefboringen hebben uitgewezen dat de geologische omstandigheden bij het plaatsje Soultz-Forets in de Zuid-Elzas hiervoor uitermate geschikt zijn. Het ligt in de bedoeling om koud water door een natuurlijk stelsel van onderaardse grotten en spleten te leiden, die evenwijdig aan de Rijn lopen. In de hete granietische ondergrond wordt het water sterk verwarmd en weer opgepompt om daarmee turbines aan te drijven. Hoe dieper men in de aardkorst doordringt hoe warmer het wordt. Gemiddeld bedraagt deze geothermische gradient zo'n drie graden per 100 meter diepte. In bepaalde tektonisch of vulkanisch actieve gebieden kan dat evenwel oplopen tot 10 graden per 100 meter. In de Zuid-Elzas is deze gradient 8.8 graden. In lan-

den met een abnormaal hoge thermische gradient wordt al jaren van aardwarmte gebruik gemaakt. Water van 200 tot 300 graden, dat van nature in de ondergrond circuleert, wordt opgepompt. In Italië, Japan, Nieuw-Zeeland en IJsland bestaan dergelijke installaties. Maar het idee om aardwarmte uit droge, hete granietrotsen te gaan gebruiken is nieuw. Het plan is, twee putten dichtbij elkaar te boren. Om ze met elkaar te verbinden maakt men gebruik van speciale vloeistoffen, die het graniet ter plaatse kunnen oplossen en bestaande onderaardse spleten kunnen verwijden. De meeste spleten lopen van nature min of meer evenwijdig aan de stroomrichting van de Rijn. Zijspleten die in een andere richting lopen, moeten worden geblokkeerd. Heeft men de twee putten eenmaal met elkaar in verbinding gebracht, dan wordt het water bij de eerste put binnen gelaten en bij de tweede weer opgepompt. Hoe simpel het ook lijkt, het is technisch een grote uitdaging. Met micro-seismische technieken zal men het onderaardse gangstelsel in kaart moeten brengen. Voorts gaat het erom de technieken voor het oplossen van graniet te leren beheersen door gebruik van de juiste chemicaliën onder de juiste druk. Toch zal na goedkeuring het zeker nog vijf jaren duren voordat men met het bouwen van een proefinstallatie kan starten. Eerst zal nog bijzonder veel onderzoek verricht moeten worden. Behalve de lokatie in de Elzas (141 graden op 2000 meter diepte) komen ook het Engelse Cornwall (75 graden op 2000 meter diepte) en het Duitse Baden Württemberg (143 graden op 3550 meter diepte) in aanmerking voor nader onderzoek in EEG-verband. Het merkwaardige aan de lokatie in de Zuid-Elzas is overigens, dat de hoge geothermische gradient van 8.8 graden maar tot op zekere diepte geldt (1200 meter), daarna wordt het snel minder. Vermoedelijk heeft dat te maken met de infiltratie van koeler water dat vanuit het Zwarte Woud infiltreert.

NRC

