

# AKZO-Prijs voor grensverleggend onderzoek van geofysicus Dr. W. Spakman

**Het bestuur van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen heeft de AKZO-prijs 1994 toegekend aan Dr. W. Spakman (geboren 1956). Spakman, verbonden aan de faculteit Aardwetenschappen van de Universiteit Utrecht, ontvangt de prijs ter bekroning van zijn onderzoek op het gebied van de seismische tomografie.**

**De AKZO-Prijs, die bestaat uit een oorkonde en een bedrag van Hfl. 25.000,- zal op vrijdag 28 oktober in Arnhem worden overhandigd door Mr. C.J.A. van Lede, per 1 mei a.s. voorzitter van de Raad van Bestuur van AKZO Nobel nv.**

De prijs wordt dit jaar voor de 25e keer uitgereikt en wordt jaarlijks toegekend in een cyclus van vijf vakgebieden te weten: natuurkunde en wis- kunde, aardwetenschappen, farmacie en geneeskundige en diergeneeskun- dige wetenschappen, chemie, pro- ceskunde en procestechniek en ten- slotte biologie en landbouwweten- schappen. De AKZO-Prijs is door AK- ZO Nobel ingesteld om waardering te laten blijken voor buitengewoon goed wetenschappelijk onderzoek, dat in belangrijke mate is verricht in een pe- riode van tien jaar voorafgaande aan de uitreiking. De voorkeur gaat daarbij uit naar op toepassingsgericht onder- zoek.

Volgens het juryrapport voldoet Dr. Spakman duidelijk aan de gestelde voorwaarden. "Hij heeft namelijk een zeer belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkelingen in de geofysica en in de aardwetenschappen in het alge- meen" Zijn onderzoeksgebied, de seismische tomografie, omvat een methode, waarbij seismologische waarnemingen (reistijden van de trillingen, die ontstaan bij aarbevingen) worden gebruikt om de structuur van het inwendige van de aarde te re- construeren en als het ware "in de aarde te kijken". De verschillen in reis- tijden van de trillingen worden namelijk bepaald door de temperatuur en sa- menstelling van het materiaal waar ze doorheen reizen. Met behulp van de ontwikkelde methodologie kunnen, zowel wetenschappelijke problemen in de geologie, als structuurgericht onderzoek met een toegepast weten- schappelijk doel (exploratiefgeofysica en civiel-technisch bodemonderzoek) worden aangepakt.

Uit Spakman's publikaties over zijn onderzoek blijkt duidelijk dat hij zich, zowel met de tomografie zelf, als met de toepassingen van de methode heeft beziggehouden. Zijn werk neemt

dan ook een sleutelplaats in in het hui- dige onderzoek van de Faculteit Aard- wetenschappen van de Universiteit Utrecht. Het draagt sterk bij aan de in- tegratie van het geofysische en geolo- gische onderzoekprogramma, zoals blijkt uit het nu bij de Faculteit Aard- wetenschappen lopende onderzoek naar de ontwikkeling van het Middel- landse Zeegebied.

De basis van het werk van W. Spak- man is reeds gelegd in de tijd dat hij zich aan de Universiteit Utrecht op zijn proefschrift voorbereidde. Zijn promo- tie, waarvoor hij het predikaat cum laude kreeg, vond plaats in 1988. Zijn promotoren waren Prof. Dr. N.J. Vlaar en Prof. Dr. A.M.H. Nolet. In het bij- zonder was de jury onder de indruk van de wijze waarop Spakman drie- dimensionale structuren in zijn publi- katies heeft weergegeven. Duidelijk is dat Dr. W. Spakman een belangrijke richting van onderzoek heeft opge- bouwd en dat zijn ontwikkeling als wetenschapper nog volop gaande is.

Op het gebied van tomografische in- versiemethoden heeft Spakman theo- retische en methodologische ontwik- kelingen gerealiseerd die het mogelijk maken enorm grote databestanden, van meer dan 2 miljoen looptijden van seismische golven, numeriek wiskun- dig (via oplossing van zeer grote stel- sels vergelijkingen) te verwerken. Het resultaat van dergelijke inversiemetho- den is een driedimensionale seismi- sche structuur van het onderzochte medium. De significantie van deze ontwikkeling - in de aardwetenschap- pelijke context - kan nauwelijik over- schat worden. Seismologische resul- taten in de vorm van informatie over de seismische snelheidsstructuur vor- men al vele decennia de belangrijkste bron van onze kennis over het inwen- dige van de aarde. Dit heeft vanaf 1940 tot ver in de zeventiger jaren ge- leid tot steeds verfijndere modellen

voor de structuur van de aarde in de vorm van radiaalsymmetrische snel- heidsmodellen. Door zijn aard, echter, is een radiaalsymmetrisch model voor de structuur van de aarde niet ge- schikt om er inzicht uit te verkrijgen over geodynamische processen.

De seismische tomografie heeft vanaf het midden der tachtiger jaren voor een grote doorbraak gezorgd door driedimensionale structuurbepaling mogelijk te maken. De driedimensio- nale structuur wordt bepaald in ter- men van kleine afwijkingen (orde van grootte enkele procenten) ten opzich- te van een radiaalsymmetrisch refe- rentie-snelheidsmodel. Via de afhan- kelijkheid van seismische snelheden van temperatuur en petrologische sa- menstelling, is het nu mogelijk de klei- ne 3D-anomalieën in de snelheids- structuur te analyseren in termen van geodynamische processen, zoals bij- voorbeeld het subductieproces.

Spakman heeft aan deze doorbraak in sterke mate bijgedragen. Opmerkelijk is daarbij dat hij zijn aandacht niet heeft gevestigd op de (letterlijk) globa- le structuur van de aarde - zoals on- derzoeksgroepen in met name de Verenigde Staten deden -, maar hij concentreerde zich op de structuur van lithosfeer en bovenmantel, d.w.z. de buitenste 700 km van de aarde, en wel in gebieden met actieve of recente tektoniek. Recentelijk heeft hij dit diepte-interval uitgebreid tot de bui- tenste 1400 km. Het door hem onder- zochte diepte-interval in de aarde is bij uitstek interessant, omdat dit het in- terval is waar veel van de plaattektoni- sche processen, en geodynamische processen in het algemeen, zich afspe- len of hun oorsprong vinden.

Spakman heeft zijn methoden toege- past op de lithosfeer en de boven- mantel (tot op diepten van ca. 1400 km) onder het Middellandse Zeege-

bied en Europa. Hij heeft daarmee a.h.w. de individuele onderzoeken en de seismische waarnemingen betreffende de vaste aarde in het Europees-Mediterrane gebied onder één noemer gebracht en samengevat in een consistent beeld. Deze toepassing heeft geleid tot een spectaculaire uitbreiding van onze kennis over de structuur van de bovenmantel in dit gebied. In het Middellandse Zeegebied naderen de Afrikaanse plaat en

de Europese (of Euraziatische) plaat elkaar, waarbij de eerste onder de laatste schuift (subductie). Dit gebeurt niet langs een scherpe grens, maar in een zeer complexe plate boundary zone, waarvan de structuur tot voor enkele jaren slechts fragmentarisch bekend was. De merites van Spakmans keuze van de bovenmantel als onderzoeksgebied zijn hierbij overduidelijk naar voren gekomen. Waarschijnlijk heeft geen ander tomogra-

fisch onderzoek in de wereld zoveel resultaten opgeleverd die direct licht werpen op geologische en (plaat)tektonische problemen. Het "botsingsproces" tussen de Afrikaanse en Euraziatische plaat is nu zeer veel beter in beeld gebracht, met informatie over de wijze waarop dit proces zich de laatste 40-50 miljoen jaren heeft voltrokken.



## GEOVARIA

H. Huisman

### Bestaat de kern van de Aarde uit kristal?

De Amerikaanse aardwetenschapper Jeroen Tromp van de Harvard Universiteit (USA) stelt dat de kern van de Aarde niet een bolvormig, buitengewoon sterk samengeperst metalen geheel is, maar in feite uit een asymmetrisch kristal is opgebouwd. De vraag is wat deze vorm veroorzaakte. Hiervoor is aanvullende informatie nodig over de samenstelling en de groei van de volstrekt onbereikbare aardkern. Tevens zal duidelijk gemaakt moeten worden waardoor de aanwezigheid van een magnetisch veld veroorzaakt wordt.

Tromp kwam tot zijn veronderstelling door een tweetal wat oudere geofysische waarnemingen met elkaar te combineren. De eerste is dat een seismische trilling evenwijdig aan de aardas de kern twee tot vier seconden sneller passeert dan een schokgolf dwars op de aardas. De tweede waarneming heeft betrekking op de verschillen in frequentie van de natuurlijke trillingen in de aardkern. Deze leidden eerder al tot de conclusie dat de aardkern de vorm van een rugbybal moet hebben.

Nieuwsblad van het Noorden

### Ontstaan ijstijden ook door astronomische oorzaken

De geleidelijk verloopende, periodieke veranderingen van de aardbaan en

van de stand van de aardas, kunnen hoogstens als enkele van de talrijke voorwaarden beschouwd worden, waardoor een ijstijd ontstaat en doorzet.

Men leidt dit af uit de gemeten concentraties van het zuurstof-isotoop O18 in bodemonsters die getrokken zijn in de staat Nevada (USA). Meting van zuurstofisotopen biedt een veel beter inzicht in het verloop van klimaatpatronen, dan onderzoek aan fossielen uit oude sedimenten. Dit wordt veroorzaakt doordat de aanwezigheid van zuurstofisotopen in organismen temperatuursafhankelijk is. Zuurstof 18 heeft een iets grotere massa dan normale zuurstof. Bij hogere temperaturen verdampt in verhouding meer water met het isotoop O-16 dan zuurstof-18, want water (H<sub>2</sub>O) is immers een verbinding van waterstof en zuurstof. De kleine variaties in isotoopverhoudingen worden door organismen in hun skelet vastgelegd.

Door nu de verhouding tussen beide isotopen te meten, krijgt men een indicatie van de watertemperatuur tijdens het leven van het betreffende organisme.

De geofysicus C. Emiliani, verbonden aan de universiteit van Miami (Florida-USA), wijst er op dat de temperatuurvariaties gedurende de laatste half miljoen jaren in grote lijnen synchroon lopen met de geleidelijke veranderingen, die zowel de baan van de Aarde als de stand van de aardas ten opzichte van het baanvlak periodiek ondergaan.

Dit gegeven betekent een bevestiging van de theorie van de Schot James Croll (1864) en van de Joegoslaaf Milankovitch (1932), die verdere verfijn-

gen aanbracht aan het werk van Croll. Volgens beide onderzoekers moeten ijstijden worden toegeschreven aan de veranderende geometrie van de aardbaan. De aardbaan is thans niet zuiver cirkelvormig, maar eerder ietwat elliptisch. De Aarde staat in december daardoor ca. 4 miljoen kilometer verder van de Zon af dan in juni. Door storingen die teweeg gebracht worden door naburige hemellichamen verandert de baan van de Aarde iets van vorm.

Ook de stand van de aardas wijzigt zich steeds. Als een reusachtige bromtol schommelt de Aarde door de ruimte in zijn baan om de Zon. Eens in de 26.000 jaar beschrijft de Aarde een volledige tolbeweging. Aangezien al deze bewegingen door astromen nauwkeurig zijn beschreven en berekend, kan men ook in de tijd terugrekenen. Dan blijkt dat de aardbaan zo'n 22.500 jaar geleden vrijwel cirkelvormig was en dat de aardas nagenoeg loodrecht op het baanvlak stond. Dat maakte dat de dagen en nachten even lang duurden.

Emiliani herinnert eraan dat ruim 22.000 jaar geleden de laatste ijstijd op zijn hoogtepunt was. Rijst echter de vraag of de relatie tussen de baanvariaties van de Aarde en het optreden van ijstijden ook voor eerdere koudeperioden opging. Mede gezien de zeer geleidelijke klimatologische veranderingen is deze vraag moeilijk te beantwoorden. Daarnaast zijn er typisch aardse factoren, zoals de wisselwerking tussen land, zee en lucht, die, zo werd al ruim dertig jaar geleden aangetoond, van essentieel belang bij de aangroei van ijsmassa's. Toch is de overeenkomst tussen cyclus van temperatuurdieptepunten