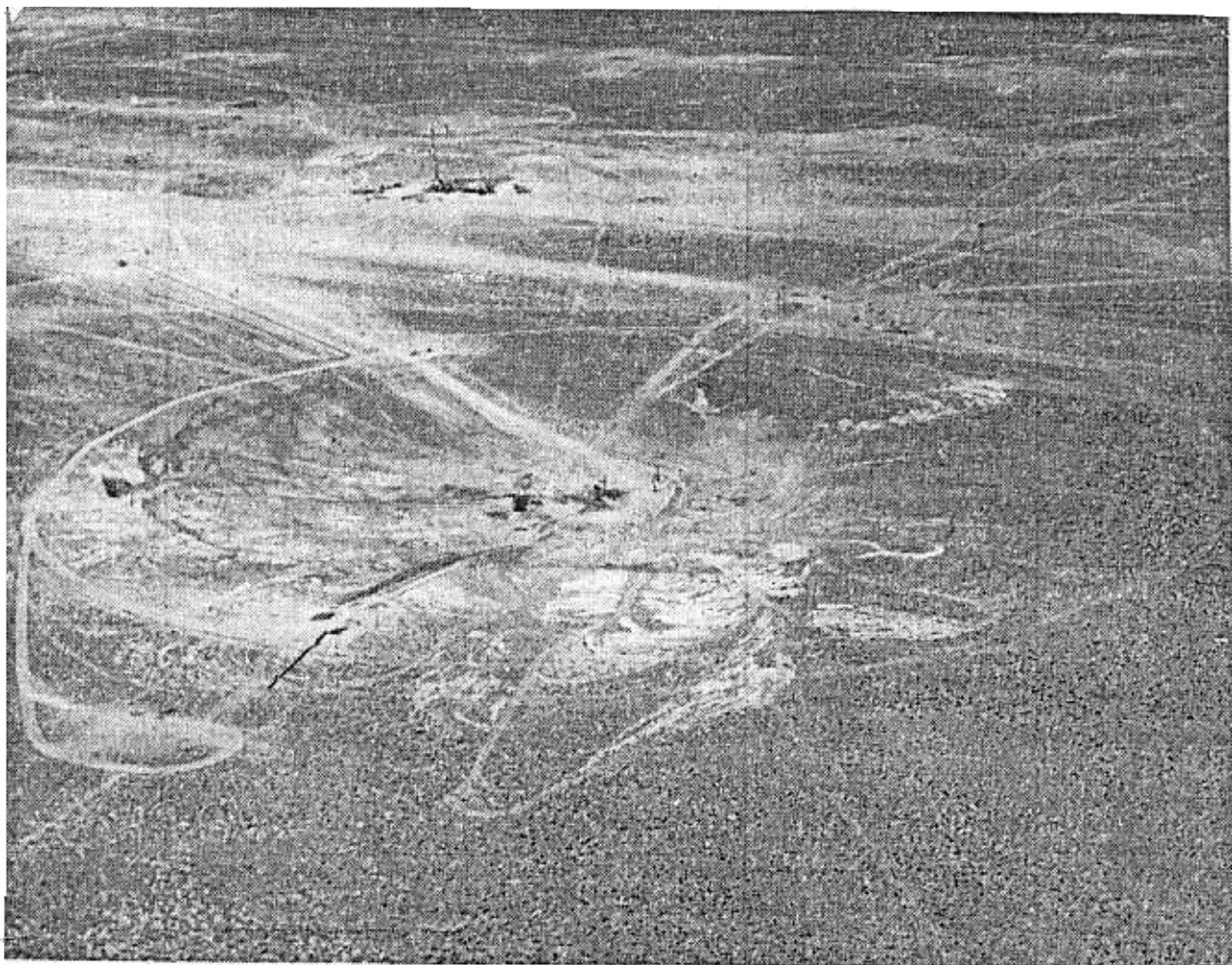


Wetenschap staat klaar voor verbod ke

Soms wordt een aardbeving nog aangezien voor een kernproef, zoals een Zweeds seismologisch station begin deze week deed. Maar de wetenschap is nu in elk geval zo ver dat zelfs heel kleine ondergrondse kernproeven kunnen worden ontdekt. Daardoor staat niets meer een volledig verbod van kernproeven in de weg, zegt KNMI-medewerker Cees Floor.

Niets staat een akkoord over een verbod van ondergrondse kernproeven in de weg. Behalve dan de onwil van de betrokken politici. De wetenschap, met name de seismologie, staat klaar om de controle op naleving van zo'n verbod ter hand te nemen. Dat zegt KNMI-medewerker dr R. Ritsema, lid van de *Ad hoc-group of Seismic Experts*, die als nevenstroom van de onderhandelingen over een kernstopverdrag enkele malen per jaar de verificatieproblematiek rond de proefexplosies bespreekt.

Vorige maand bracht deze groen har-



Niets staat een akkoord over een verbod van ondergrondse kernproeven in de weg. Behalve dan de onwil van de betrokken politici. De wetenschap, met name de seismologie, staat klaar om de controle op naleving van zo'n verbod ter hand te nemen. Dat zegt KNMI-medewerker dr R. Ritsema, lid van de *Ad hoc-group of Seismic Experts*, die als nevenstroom van de onderhandelingen over een kernstopverdrag enkele malen per jaar de verificatieproblematiek rond de proefexplosies bespreekt.

Vorige maand bracht deze groep haar derde rapport uit. Uit het rapport blijkt dat met het bestaande netwerk van seismische stations kernproeven van 5 kiloton (explosieve kracht van 5000 ton TNT) of meer gedetecteerd kunnen worden, ongeacht waar ter wereld de explosie plaatsvindt.

Verdere uitbouw van het netwerk en kwaliteitsverbetering van waarnemingen en gegevensverwerking kunnen de drempel van 5 kiloton verder verlagen tot 1 tot 0.5 kiloton. Dat is een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de prognose die in 1978 werd opgesteld en toen op 10 tot 20 kiloton uit kwam. Een drempelverdrag van 1 kiloton (nu geldt als drempel 150 kiloton) behoort tot de mogelijkheden.

Seismologie

Seismologie is een vrij jonge wetenschap. Onderwerp van studie zijn trillingen die zich door de aarde heen of langs het oppervlak voortplanten. De trillingen worden geregistreerd met gevoelige trillingsmeters: seismografen. Aan registraties van de seismografen kunnen de deskundigen gevolgtrekkingen ontleen over de opbouw en de natuurkundige eigenschappen van het inwendige van de aarde. Verder leveren de waarnemingen de mogelijkheden om de mechanismen van aardbevingen, en nu ook van kernexplosies, te bestuderen.

Het eerste netwerk van 27 seismische stations startte rond de eeuwwisseling en was voornamelijk in Engeland en zijn koloniën gesitueerd. Binnen tien jaar kwam de eerste belangrijke ontdekking: de aarde heeft een schil, de aardkorst, die ongeveer 30 kilometer dik is. Enkele jaren later, in 1912, werd de aardkern



Een terrein voor ondergrondse kernproeven in de woestijn van Nevada.

ontdekt. Kort daarna, tijdens de Eerste Wereldoorlog, kwam de wisselwerking tussen seismologie en oorlogvoering voor het eerst aan het licht. In die tijd werden de gevoelige trillingsmeters gebruikt voor het lokaliseren van vijandelijke artillerie, die evenals een aardbevingshaard als trillingsbron kan fungeren. Later zou deze techniek zijn toepassing vinden bij het opsporen van olie, gas en andere delfstoffen.

De Tweede Wereldoorlog bracht de atoombom, die in ieder geval de seismologie vooruit hielp. De atoombom, en later de waterstofbom, bleek een trillingsbron die zich in explosieve kracht met het geweld van zware aardbevingen kon meten. Maar daar lag nu net ook het probleem voor de controle van ondergrondse kernproeven. Want om ondergrondse proefexplosies gaat het, sinds de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie het in 1963 eens werden over een verbod op kernproeven in de atmosfeer, de oceaan en de ruimte.

Een verdrag voor het uitbannen van kernexplosies in de aardkorst stuitte onder meer op het probleem van de controle op naleving. Daarom vonden er na 1963 nog steeds grote aantallen van dergelijke explosies plaats. De trillingen die deze explosies opwekten werden geregistreerd door seismografen op het KNMI in De Bilt en op veel andere plaatsen ter wereld. De waarnemingen leverden een schat aan informatie, niet alleen over de fijne structuur van het inwendige van de aarde, maar ook over aardbevingsmechanismen en over het

uitgezonden trillingspatroon bij kernexplosies. Daardoor was er voldoende materiaal aanwezig om methoden te ontwikkelen waarmee kernexplosies onderscheiden kunnen worden van aardbevingen.

Beving of bom

Aanvankelijk bleek men op één van de proefterreinen een testprogramma te hebben opgesteld waar met tussenpozen van precies een uur kernladingen tot ontploffing werden gebracht. Zo'n regelmaat is aan aardbevingen geheel vreemd. Toen men in de gaten kreeg dat de bevingen van kernexplosies daardoor wel erg eenvoudig van aardbevingen onderscheiden konden worden, werd het tijdschema aangepast.

Meestal is het onderscheid wat minder makkelijk te maken. Men kijkt in eerste instantie naar de plaats van de trillingshaard. Voor het lokaliseren daarvan zijn vier seismische stations al voldoende. Aardbevingen doen zich voornamelijk voor in een aantal voorkeursgebieden. Het zijn dezelfde gebieden waar volgens de theorie van de drijvende continenten de platen waaruit de aardkorst bestaat aan elkaar grenzen. Aan deze grenzen ontstaan de spanningen die zich in de vorm van aardbevingen ontladen.

De belangrijkste proefterreinen van ondergrondse kernexplosies liggen buiten de voorkeursgebieden van aardbevingen. Verder liggen de trillingsbronnen soms onder de oceaanbodem of in

druk bevolkte gebieden. In beide gevallen mag men dan concluderen dat het om aardbevingen gaat en niet om kernexplosies.

Een ander aandachtspunt vormt de diepte van de trillingshaard. Deze kunnen men bepalen door de aankomsttijd van trillingen, die de kortste weg hebben afgelegd van de bron naar de seismograaf, te vergelijken met de aankomsttijd van trillingen die een omweg via het aardoppervlak hebben gemaakt. Met de meest geavanceerde boortechniek komt men thans niet veel verder dan ongeveer 10 kilometer diep. Slechts 5 procent van de aardbevingen komt voor op een diepte van 10 kilometer of minder. In de praktijk vormen boorgaten van 3 à 4 kilometer al een hele klus. Als men deze diepte als maximum voor de proefexplosies aan houdt kan nog slechts 1 procent van de aardbevingen met een explosie worden verward.

De overige gegevens die nodig zijn voor het maken van het onderscheid tussen de laatste procent aardbevingen en kernexplosies hangen samen met verschillen in het trillingsmechanisme. Bij een aardbeving gaat het meestal om

een schuifbeweging: delen van de platen van de aardkorst schuiven langs elkaar heen. Daardoor worden er in sommige richtingen drukgolven uitgezonden, terwijl in andere richtingen (loodrecht daarop) rek golven uitgestuurd worden.

