

Tohoku-aardbeving:

Zelfs voor Japan extreem natuurgeweld

Bernd Andeweg
bernd.andeweg@falw.vu.nl

Op 11 maart 2011 schudt de bodem voor de noordoostkust van Japan langdurig en hevig. Een zeebeving met een momentmagnitude van 9.0 zet de zeebodem en daarmee ook de waterkolom in beweging. Op ruim 370 kilometer afstand, in Tokio, wordt de beving zelfs stevig gevoeld. Sendai in het noordoosten wordt het sterkst getroffen, al valt de schade door de beving zelf mee.

Het is niet de zeebeving zelf die deze gebeurtenis tot het grootste drama in de geschiedenis van Japan sinds de Tweede Wereldoorlog maakt. De tsunami en de hierop volgende kernramp overtreffen het ergst denkbare scenario. Eind mei werd duidelijk dat zich in drie reactoren van de inmiddels beroemde Fukushima-kerncentrale een meltdown heeft plaatsgevonden. De nasleep van de 'Tohoku-earthquake' is zo omvattend dat de Verenigde Naties een onderzoek zullen gaan uitvoeren naar de gevolgen van de kernramp voor het milieu, de volksgezondheid en de voedselveiligheid. Het rapport wordt verwacht in september. Wereldwijd beraden regeringen zich op hun energiebeleid. De vraag is feitelijk: hoe gaan we om met risico's van natuurrampen. Aardwetenschappers zeggen het keer op keer: het zou mooi zijn, maar aardbevingen zijn niet te voorspellen. Diezelfde onzekerheid geldt ook voor de precieze omvang van tsunami's, zo hebben de Japanners pijnlijk ondervonden.

Zwaarste zeebeving in 140 jaar

Aanvankelijk dacht men aan een kracht van 8.9 op de schaal van Richter; binnen een week na de beving werd deze door zowel de United States Geological Survey (USGS) als Japanse seismologen bijgesteld tot 9.0. Het bijstellen van de precieze kracht van een aardbeving is heel gebruikelijk. Naarmate er meer metingen beschikbaar komen, kan de sterkte met grotere nauwkeurigheid worden vastgesteld.

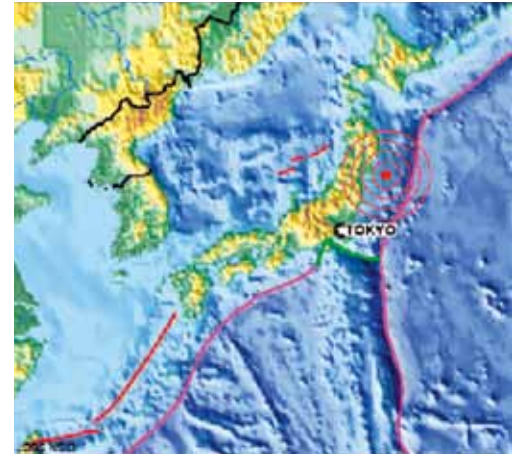
Japanners zijn wat natuurgeweld betreft wel wat gewend. De aarde beeft hier regelmatig en een tsunami (vloedgolf) is niet voor niets een van oorsprong Japanse term. Maar de Tohoku-beving (Tohoku is het noordoostelijke deel van Honshu, Japans grootste eiland), is de zwaarste beving die Japan heeft meegemaakt in 140 jaar. Een magnitude van 9.0 komt in de top vijf van zwaarste aardbevingen sinds we die goed kunnen meten. Gebouwen in Japan zijn aardbevingsbestendig tot een magnitude van ruim 7. Ook de golfhoogte van de tsunami – door aardwetenschappers aangeduid als de Honshu Tsunami Event - is onderschat. De kerncentrale van Fukushima zou golven van zeven meter aankunnen, maar de vloedgolven die de oostkust troffen, bereikten hoogten tot wel tien meter.

Naschokken hebben de regio de maanden erna geteisterd. Bij de zwaarste naschok wordt uitgegaan van een kracht van ongeveer 1 punt lager op de schaal van aardbevingen. De naschokken hebben wel tot tsunami-waarschuwingen, echter gelukkig niet meer tot een tsunami geleid.

Losscheurende aardplaat

De zeebeving bij Japan werd veroorzaakt door beweging

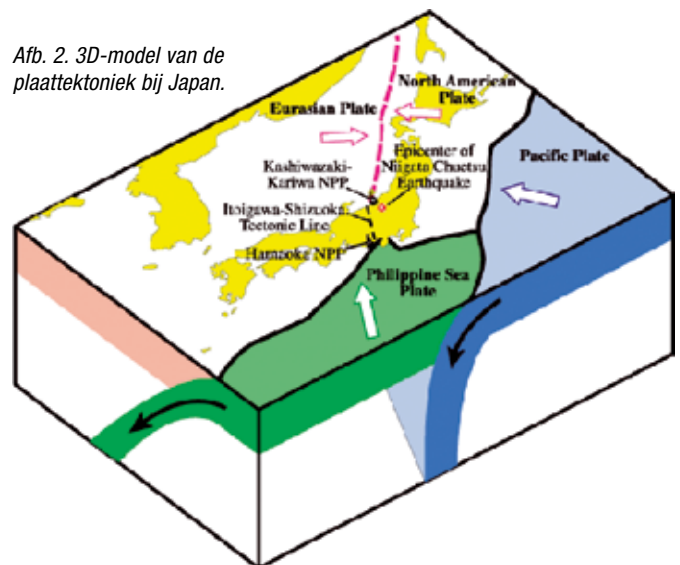
Afb. 1. De Tohoku-beving vond plaats op 24 kilometer diepte onder de zeebodem.
Bron: USGS



van de aardkorst langs het contactgebied tussen twee aardplaten (afb. 1). Japan ligt op een plek waar drie platen met elkaar in botsing zijn (afb. 2). Ten noordoosten van het eiland Honshu,

waar de beving plaatsvond, komen twee platen met elkaar in botsing. De grens tussen beide aardschollen ligt ten oosten van Japan, dat zelf deel uitmaakt van de grote continentale Euraziatische plaat; ten oosten van Japan bevindt zich de oceanische korst van de Stille Oceaan (Pacific Plate). Bij een botsing tussen een continentale plaat en een oceanische plaat, zal die laatste onderduiken omdat die uit zwaarder gesteente bestaat dan de continentale plaat. Het onder elkaar schuiven gaat niet makkelijk; op de plaatgrens ontstaat veel wrijving. Pas als er voldoende spanning is opgebouwd, kan er beweging plaatsvinden en dat gaat dan met een flinke schok: een aardbeving.

Afb. 2. 3D-model van de plaattektoniek bij Japan.



Tijdens de beving op 11 maart schoot het contact tussen de Euraziatische en Pacifische Plaat over een gebied van ongeveer 400 bij bijna 250 kilometer (een gebied zo groot als Nederland!) los. Dat gebeurde in 3 minuten, uitzonderlijk

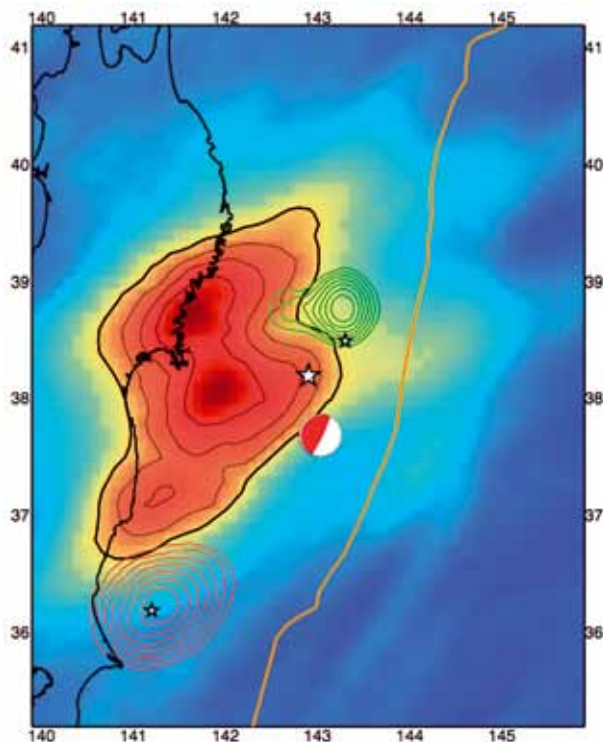
lang. Het losscheuren begon ten noordoosten van Sendai, gevolgd door een verplaatsing van het scheuren in zuidelijke richting (afb. 3). Een beving met een magnitude van 7.2 op 9 maart en een flinke naschok met een magnitude van 6.8, een half uur na de hoofdschok, hebben er samen met de grote beving voor gezorgd dat een groot deel van de plaatgrens zijn spanning kwijt is geraakt. Als een soort reactie op de veranderde spanningsverdeling in de plaat zijn er vele honderden naschokken opgetreden, zoals de beving van 6.6 in de buurt van Nagano – boven de Euraziatische Plaat – in centraal-westelijk Japan. Enkele dagen na de grote klap waren al 371 naschokken gemeten.

De verschuiving die is opgetreden wordt geschat op maximaal tien meter. Het totale oppervlak dat bewogen heeft en de gemiddelde verplaatsing bepaalt de sterkte van een beving. Animaties van het losscheuren en terugveren van de aardplaat geven duidelijk aan hoe dit proces zich in de aardkorst afspeelt (zie onderaan dit artikel bij 'Meer lezen/bekijken').

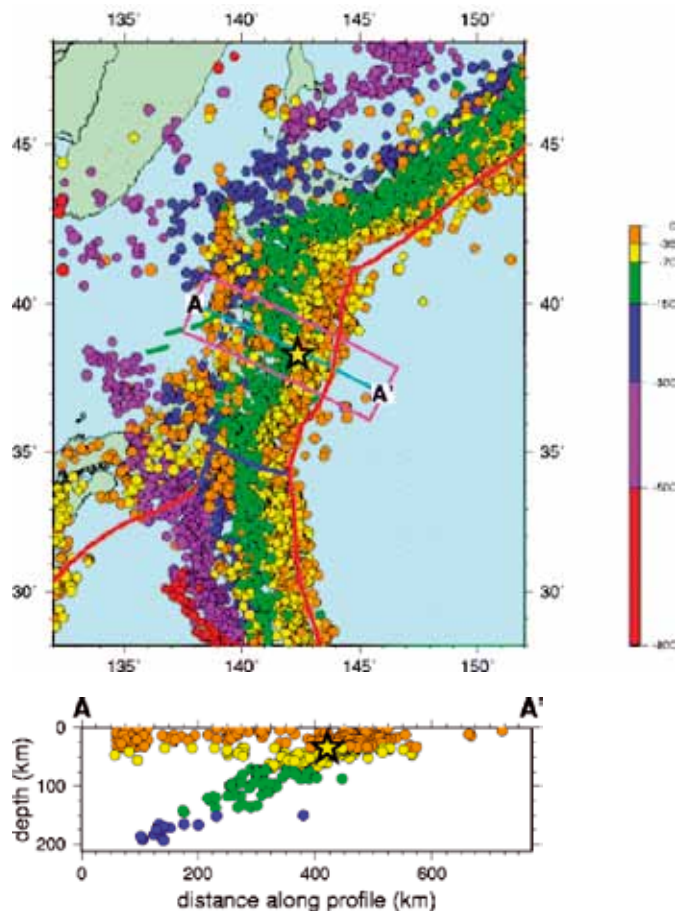
De precieze positie van de aardplaten in de diepte van de aardkorst en -mantel wordt door aardbevingen uit het verleden keurig voor ons uitgetekend. De plaat die de diepte in duikt, breekt op zijn weg naar beneden nog regelmatig, met aardbevingen als resultaat. Tot de plaat op een zekere diepte door de toename van de temperatuur gaat 'vloeien' en hierdoor niet meer kan breken. In afbeelding 4 is een profiel door de diepe ondergrond van Japan te zien. De kleuren van de rondjes geven de diepte aan waarop de aardbevingen plaatsvonden; met deze gegevens kan de positie van de onderduikende plaat goed worden gereconstrueerd.

Pirouette

Vrij snel na de zeebeving kwamen er berichten dat als gevolg van de beving de draaiing van de aarde in snelheid zou



Afb. 3. Energieverdeling bij de aardbeving op 11 maart (ingekleurde contouren). De grote witte ster is het epicentrum. De groene en rode lijnen en kleine sterretjes zijn de aardbevingen van 9 maart en 11 maart, een half uur na de hoofdbeving. De oranje lijn markeert de plaatgrens aan het aardoppervlak tussen de Pacific Plate (rechts) en de Euraziatische Plaat. Bron: Harvard Seismologie groep.



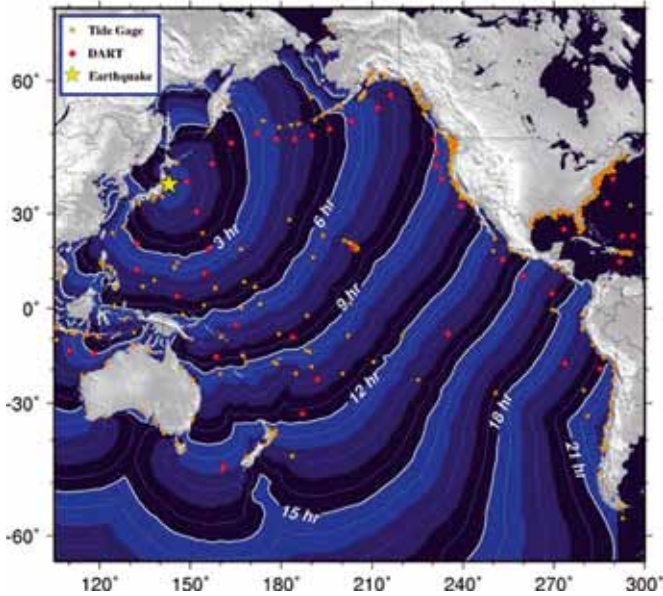
Afb. 4. (Boven) Doorsnede door Japan langs de profiellijn in de bovenste figuur. (Onder) De registratie van de (diepte van de) aardbevingen geeft een duidelijk beeld van de neerduikende plaat (onder). Bron: USGS.

zijn veranderd. Dit verschijnsel kan worden verklaard door het los schieten van het contact tussen de platen, zodat massa op en neer beweegt. Net als een ijsdanseres die haar armen strekt in een pirouette om de draaiing af te remmen, of juist haar armen naar zich toetrekt om haar draaiing te versnellen. Het totaal van de massabeweging was bij deze zeebeving omlaag, naar de aardkern toe. En dus draait de aarde iets sneller en is de dag korter geworden. Het gaat dan wel om slechts 1,8 miljoenste van een seconde, dus je wekker verzetten, dat hoeft niet.

Japanners zullen nog alerter zijn dan voorheen als het gaat om de gevolgen van een zeebeving, zoals een tsunami. Het Japanse volk is zo'n beetje het best getrainde volk ter wereld als het om natuurrampen gaat. Toch werden ook de Japanners verrast. Mensen ter plekke vertelden dat ze zelf ook wel doorhadden dat deze beving van een andere orde was, zo lang en hevig als de beving gevoeld werd. De zeebeving, op zo'n 130 kilometer van de kust, gaf veel mensen geen tijd om te vluchten. Een vloedgolf gaat met zeer hoge snelheid, bij de kust tussen de 50 en 200 kilometer per uur, in de diepe oceaan zelfs tot bijna 1000 kilometer per uur (afb. 5). Naarmate de golf zich over een groter oppervlak verspreidt, neemt de hoogte van de golf af tot ca een halve meter. Na deze beving hadden de bewoners van de Japanse oostkust slechts enkele minuten om weg te komen. Tegenwoordig bestaat er zelfs een systeem waarbij mensen in de kustgebieden via sms een 'tsunami-alert' krijgen. Ook dat duurt wel een paar minuten. Niet genoeg als je in de vlakke van Oost-Japan woont om hoger land te bereiken.

Ondanks het enorme menselijke drama van 11 maart 2011

Tsunami Travel Times



Afb. 5. Verspreiding van de golf over de Stille Oceaan, in uren.
Bron: West Coast and Alaska Tsunami Warning Center/NOAA.

zal de Tohoku-beving bijdragen aan een toename van wetenschappelijke kennis over natuurrampen en ook helpen om die kennis verder te verspreiden. Nu zich ook een kernramp

heeft voltrokken, zal zelfs het energiebeleid in een aantal landen opnieuw ter discussie staan. Japan heeft de plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales voorlopig in de ijskast gezet en wil zich meer gaan toeleveren op zonne-energie en elektriciteitsopwekking uit golfenergie. Bij het inschatten van de risico's van (de gevolgen van) aardbevingen in de toekomst, zullen aardwetenschappers – ook op eigen bodem – geen onbelangrijke rol spelen.

Meer lezen/bekijken:

Animatie van de zeebeving op:

http://seismology.harvard.edu/research_japan.html

Animatie van een terugverende plaat op:

<http://www.youtube.com/watch?v=RVaDXsqLUtI>

Animaties van golf- en energiepatronen in de Stille Oceaan:

op www.youtube.com/watch?v=Lo5uH1UJF4A

Informatie over aardbevingen op de website van USGS:

<http://earthquake.usgs.gov/>

Dr. Bernd Andeweg, gepromoveerd aan de VU, is voorlichter bij de Faculteit Aard- en Levenswetenschappen van de VU. Op de website van FALW schrijft hij direct na een natuurramp over de aardwetenschappelijke aspecten van de gebeurtenis, zoals recent over de aardbeving bij Lorca in Zuidoost-Spanje (11 mei) en over de uitbarsting van de IJslandse vulkaan Grimsvotn (23 mei).

Dit artikel is een bewerking van zijn artikel 'Zware aardbeving en tsunami teisteren Japan' (maart 2011) door de Gearedactie.