

# Aardbevingen bedreigen v

Veel miljoenensteden in de wereld liggen in aardbevingsgebieden. Alleen betere woningbouw kan in de toekomst grote rampen voorkomen. Met name in de Derde Wereld ontbreekt hiertoe het geld.

**H**ET AANTAL inwoners van gebieden waar gevaar bestaat voor zware aardbevingen, is zeer groot. In het jaar 2000 zullen er als gevolg van verdere verstedelijking en een toename van de wereldbevolking naar verwachting meer dan honderd steden met meer dan twee miljoen inwoners zijn. Door een ongelukkige samenloop van omstandigheden bevindt veertig procent daarvan zich in de gevaarzone.

De enige mogelijkheid om de risico's te verkleinen is een degelijke constructie van huizen en gebouwen. De meeste slachtoffers vallen namelijk, net als onlangs nog in Armenië, onder de puinhopen van ingestorte bouwwerken. Maatregelen zoals het verplaatsen van steden en het onschadelijk maken van aardbevingshaarden zijn irreal; beide oplossingen zijn ondenkbaar. Rond de eeuwwisseling zullen er 290 miljoen mensen wonen in door bevingen bedreigde supersteden. Tachtig procent van hen bevindt zich in Derde Wereld landen, waar strengere bouwnormen naar verwachting langer op zich zullen laten wachten. Doordat de bevolkingsgroei en de trek naar de steden in deze landen het grootst is, kan in 2035 een verdubbeling van het aantal potentiële slachtoffers tegemoet gezien worden. Deze getallen zijn afkomstig van R. Bilham van de universiteit van Colorado, die ze publiceerde in *Nature*.

Aardbevingen hebben verschillende oorzaken. Slechts geringe schade veroorzaken bevingen die optreden bij het inslaan van grote meteorieten, het instorten van onderaardse grotten of tijdens vulkanische uitbarstingen. Intensier zijn tectonische bevingen, die een gevolg zijn van natuurlijke bewegingen van de aardkorst. Deze laatste groep is het meest frequent en het meest catastrofaal; de vrijkomende seismische energie is veel omvangrijker dan bij andere oorzaken.

In negentig procent van de gevallen gaat het om tectonische bevingen. De epicentra ervan bevinden zich binnen twee smalle gordels. De ene, de *circumpacifische zone*, loopt rond de Stille Oceaan. Landen als Japan en de Filipijnen maken er deel van uit, evenals Alaska en de Westkusten van de Verenigde Staten, Midden-Amerika en Zuid-Amerika. De *mediterrane zone* loopt van de Azoren via het Middellandse Zee-gebied, Iran, Pakistan en Bangla-

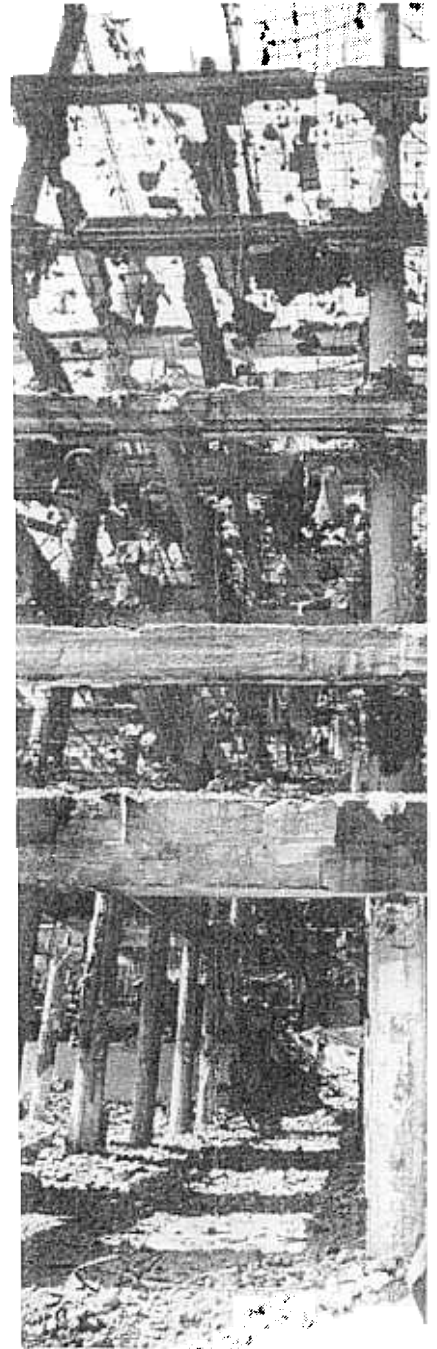
desh naar de Molukken. Deze gordel heeft een aftakking die vrijwel geheel China beslaat. Zware bevingen en bevingen met grote aantallen slachtoffers komen hoofdzakelijk voor in de twee genoemde aardbevingsgordels.

Aardbevingen zijn niet alleen veroorzakers van slachtoffers en materiële schade; ze hebben tevens bijgedragen aan onze kennis van het inwendige van de planeet. De energie die bij de bevingen vrij komt is weliswaar alleen voelbaar in de omgeving van het epicentrum, maar vooral bij zware bevingen zoekt ze tevens een uitlaatklep in trillingen. Deze verspreiden zich over de hele aarde en kunnen geregistreerd worden door seismografen in talloze stations op aarde, waaronder die van het KNMI te De Bilt, Witteveen, Winterswijk, Epen, Valkenburg (L) en Kerkrade.

Uit de metingen heeft men kunnen afleiden dat de aarde is opgebouwd uit een aantal schillen. De meeste aardbevingen ontstaan in de buitenste schil: de aardkorst, waarvan de dikte varieert van vijf tot zestig kilometer. De korst is onder te verdelen in een aantal platen of schollen, waarbinnen aardbevingen zeldzaam zijn. Aan de rand van elke plaat kunnen echter gemakkelijk spanningen ontstaan, doordat de platen langs elkaar bewegen (zoals in Californië) of doordat de ene plaat onder de andere schuift (zoals langs de Chileense kust). Deze spanningszones bevatten de potentiële haarden van zware bevingen.

De spanning bouwt zich geleidelijk op en komt op het moment van de beving plotseling tot ontlading. In het geval van langs elkaar schuivende platen kan de verschuiving bijvoorbeeld zes meter bedragen. Na de beving begint het proces opnieuw: de spanning wordt opgevoerd en de nieuwe cyclus eindigt weer met de ontlading daarvan in een volgende beving. Vandaar dat de gebieden waar zich in het verleden catastrofale bevingen voordeden in de toekomst de risicozones blijven, al zal het de ene keer vijftig jaar duren tot de volgende beving komt en de andere keer tweehonderd jaar.

Voor de classificatie van bevingen zijn twee verschillende schalen in gebruik. De schaal van Mercalli levert de intensiteit van een beving in termen van waargenomen effecten, zoals ramelen van deuren en ramen bij intensiteit IV of verwoesting van vele gebouwen bij intensiteit X. De zwaarste bevin-

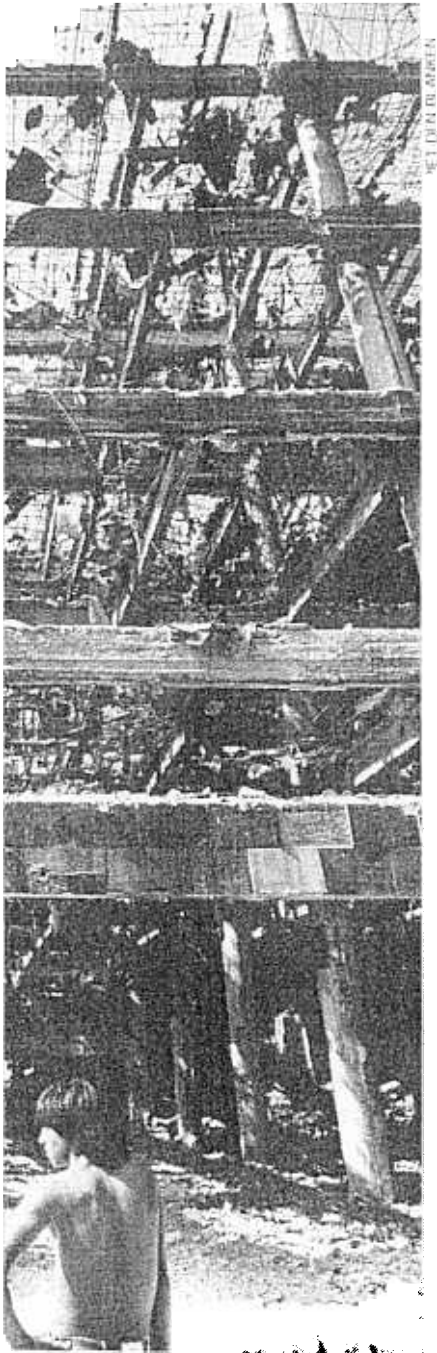


Na een aardbeving in Mexico is niet meer flatgebouw. Betere constructie van gebou-

gen worden betiteld als buitengewoon catastrofaal en bezitten een intensiteit XII.

Aan een dergelijke classificatie kleven bezwaren. De verwoestingen die worden aangericht hangen namelijk niet alleen af van de kracht van de beving maar ook van de kwaliteit van de bebouwing, van de stevigheid van de ondergrond, van de bevolkingsdichtheid en van andere toevallige maatschappelijke factoren. Een bekend voorbeeld van dat laatste levert de aard-

# vele wereldsteden



er dan een skelet overgebleven van een vrouwen is noodzakelijk.

beving van Lissabon in 1755, die zestigduizend slachtoffers eiste, onder wie talloze kerkgangers ter gelegenheid van het feest van Allerheiligen.

Vandaar dat thans vaker de schaal van Richter wordt gebruikt, die een maat geeft voor de bij de beving vrijkomende seismische energie. De zwaarste bevingen die mogelijk zijn hebben een magnitude van 9.0 op de schaal van Richter. De zwaarste aardbeving van deze eeuw — in 1950 in Assam — had een magnitude van 8,8. Toch bleef het

aantal slachtoffers door de geringe bevolkingsdichtheid tot circa 1500 beperkt. Minder zware bevingen in dichter bevolkte gebieden zijn veel rampzaliger. In 1920 en 1927 eisten bevingen in China met een magnitude van 8.3 tot 8.5 op de schaal van Richter elk 180 duizend slachtoffers of meer.

De slachtoffers vallen niet zozeer door de beving zelf als wel door het instorten van gebouwen, door brand — bijvoorbeeld veroorzaakt door omvallende kachels of door het breken van gasleidingen — door overstromingen na het breken van dijken, stuwdammen en waterleidingbuizen en door aardverschuivingen. Ook *tsunami's*, hoge vloedgolven veroorzaakt door zeebevingen, kunnen in kustgebieden veel slachtoffers maken.

Met planologische maatregelen zijn de risico's enigszins te verkleinen. Zo ligt het bouwen van kern- of waterkrachts centrales en zelfs van nieuwe steden in aardbevingsgebieden niet voor de hand. Het verplaatsen van bestaande steden, zeker als het om miljoenen centra gaat, ligt echter buiten de planologische mogelijkheden. Toch worden talloze van deze steden bedreigd, waaronder meer dan veertig wereldsteden.

In Europa vallen alleen Napels, Athene en Istanboel onder de bedreigde wereldsteden. Tussen de 38 andere metropolen met meer dan twee miljoen inwoners, die tevens binnen een straal van tweehonderd kilometer liggen van de plaats waar aardbevingen met een kracht van zeven op de schaal van Richter verwacht mogen worden, vinden we enkele van vrij recente bevingen bekende namen zoals Mexico-Stad, Los Angeles, San Francisco en Santiago de Chili. Verder staan op deze lijst diverse steden in Japan, China, het zuiden van Azië en de westkusten van Midden- en Zuid-Amerika.

De enige mogelijkheid die autoriteiten en bevolking in deze steden rest, is het toepassen van degelijke bouw. Datzelfde geldt uiteraard ook voor de talloze kleinere plaatsen die eveneens in de gevarenzone liggen en die tot nu toe niet werden genoemd werden omdat ze kleiner zijn. Helaas zullen de financiële mogelijkheden voor steviger behuizingen in veel gevallen vooralsnog ontoereikend zijn, met name in de landen van de Derde Wereld.