

De tien zwaarste aardbevingen sinds 1900, volgens de Amerikaanse Geologische Dienst



**W**aarom raak je als geoloog opgewonden van de Himalaya? In dat gebergte deed zich twee weken geleden een zware aardbeving voor, met rampzalige gevolgen. „Omdat het een gebied van superlatieven is”, zegt Douwe van Hinsbergen op zijn kamer, acht hoog, aan de Universiteit Utrecht. „Je vindt er de *hoogste* bergen ter wereld...”

„...en ten noorden ligt het Tibetaans Plateau!”, zegt Wim Spakman, hoogleraar geofysica, die er ook bij zit. Dat is de *grootste* bergketen ter wereld, zegt hij, met de armen in de lucht en wijd uitgespreid. „Vijf kilometer hoog, over een afstand van 700 kilometer. Die Alpen zijn hiermee vergeleken micro.”

Er is nóg een superlatief, zegt Van Hinsbergen. Dat is het onderwerp waar hijzelf veel onderzoek naar doet: de voorgeschiedenis van de Himalaya. Het gebergte ontstond doordat India in botsing kwam met Azië. De Utrechters proberen te reconstrueren hoe de Indische Plaat noordwaarts richting Azië bewoog nadat die 90 miljoen jaar geleden was losgebroken van Madagaskar. Onderweg bereikte de Indische Plaat soms een snelheid van 18 centimeter per jaar. Terwijl aardplaten doorgaans met een snelheid van 1 tot 10 centimeter per jaar voortdrijven. „Dit is dus veruit de *snellste* aardplaat die we kennen.”

Hoe kon de Indische Plaat die snelheid bereiken? Het is een van de grote raadsels in het vakgebied, zegt Spakman. „Geofysisch is dit lastig te verklaren.” Van Hinsbergen vult aan: „We hebben er wel aan gerekend.”

Zijn hoogste snelheid bereikte de Indische Plaat tussen de 60 en 70 miljoen jaar geleden. Ergens in die periode bewoog India over een mantelpluim, een vanuit de aardmantel honderden kilometers lange opwaartse stroming van heet gesteente. Op het Indiase continent leidde dit tot heftig vulkanisme (dat volgens sommigen ook een rol heeft gespeeld bij het bijna uitsterven van de dinosauriërs). Zo vormden zich de fameuze *Deccan Traps*, dikke pakketten basaltlava, tot drie kilometer hoog, die een groot deel van westelijk India bedekken.

Spakman: „Misschien dat door de hitte van de mantelpluim de wrijving tussen de mantel en de Indische Plaat minder werd, zodat die sneller kon bewegen.”

De Utrechters probeerden het met computermodellen te simuleren. „We zien de Indische Plaat inderdaad iets sneller gaan”, zegt Van Hinsbergen, „maar die snelheid van 18 centimeter per jaar halen we nog lang niet.”

Afgelopen maandag publiceerden Amerikaanse wetenschappers in *Nature Geoscience* een heel ander idee. Zij vermoeden dat er ooit niet één, maar twee subductiezones zijn geweest tussen India en Azië. Een subductiezone is de plek waar de ene

1. Valdivia, Chili, 1960

9,5

op de schaal van Richter (1.655 doden)

2. Prince William Sound, Alaska, 1964

9,2

op de schaal van Richter (131 doden)

3. Indische Oceaan, bij Sumatra, 2004

9,1

op de schaal van Richter (227.898 doden, mede door de tsunami)

4. Voor de kust bij Honshu, Japan, 2011

9,0

op de schaal van Richter (15.703 doden)

5. Kamsjatka, Rusland, 1952

9,0

op de schaal van Richter

6. Voor de kust van Bio-Bio, Chili, 2010

8,8

op de schaal van Richter (523 doden)

7. Esmeraldas, Ecuador, 1906

8,8

op de schaal van Richter (tussen de 500 en 1.500 doden, door de tsunami)

8. Noord-Sumatra, 2005

8,6

op de schaal van Richter (tenminste 1.000 doden)

9. Noord-Sumatra, 2005

8,6

op de schaal van Richter (tenminste 1.000 doden)

10. Assam, Tibet, 1950

8,6

op de schaal van Richter (tenminste 780 doden)

aardplaat onder de andere duikt, meestal omdat de ene plaat zwaarder is (hij bestaat dan geheel of gedeeltelijk uit dichte, zware oceanische korst) dan de ander (relatief lichte continentale korst). Meteen ten zuiden van Azië lag tot zo'n 60 miljoen jaar geleden de Kshiroda Plaat (bestaande uit alleen oceanische korst). Die dook volgens de Amerikanen aan de noordzijde onder de Euraziatische Plaat. Ten zuiden van de Kshiroda Plaat lag de Indische Plaat, met daarop India. Die dook op zijn beurt aan zijn noordzijde weer onder de Kshiroda Plaat. Het gecombineerd afzinken van de twee platen zou de Indische Plaat tijdelijk sneller vooruit hebben getrokken.

Maar Van Hinsbergen en Spakman zien weinig in dat idee. Het is volgens Spakman voor een afzinkende plaat lastig om zich door de taai aardmantel te ploegen. „Laat staan als er twee subductiezones vlak achter elkaar liggen”, zegt hij.

#### Ander raadsel

Behalve de hoge plaatsnelheid is er nog een ander raadsel waarmee geologen worstelen: *wanneer* kwam India precies in botsing met Azië? Het algemene idee is ergens tussen 50 en 55 miljoen jaar geleden. Maar die aanname leidt tot een volgend raadsel. Uit reconstructies blijkt dat de Indische Plaat 50 miljoen jaar geleden zo'n 3.500 kilometer zuidelijker lag dan nu. Als het op die plaat liggende Indiase continent al die tijd al onder Azië duikt, zou je op de een of andere manier 3.500 kilometer Indiase continentale korst moeten terugvinden. Maar geologen komen maar tot 1.500 kilometer. Dat zit zo. Terwijl het Indiase continent onder Azië duikt, wordt daarbij de bovenste 5 tot 10 kilometer - ook hierover is discussie - van India afgeschraapt. „Zoals je hout schaaft”, zegt Van Hinsbergen. „Je krijgt als het ware achter elkaar liggende krullen.” Die zogenaamde krullen zijn de Himalaya geworden. Als de lengte van alle tot nog toe gevormde krullen bij elkaar wordt opgeteld, levert dat 900 kilometer op. Verder is het Tibetaans Plateau sinds de botsing tussen India en Azië in noordzuidelijke richting als een harmonica in elkaar gedrukt. Die inkorting bedraagt zo'n 600 kilometer. „Dan mis je van die 3.500 kilometer er nog steeds 2.000”, zegt Van Hinsbergen. Waar zijn die gebleven? Is de onderste continentale korst van India verder onder Tibet doorgedrongen dan geofysici tot op heden kunnen meten? Is er toch continentale korst diep in de aardmantel afgezonden - een proces dat theoretisch niet onmogelijk is, maar tot op heden nog nergens is aangetoond?

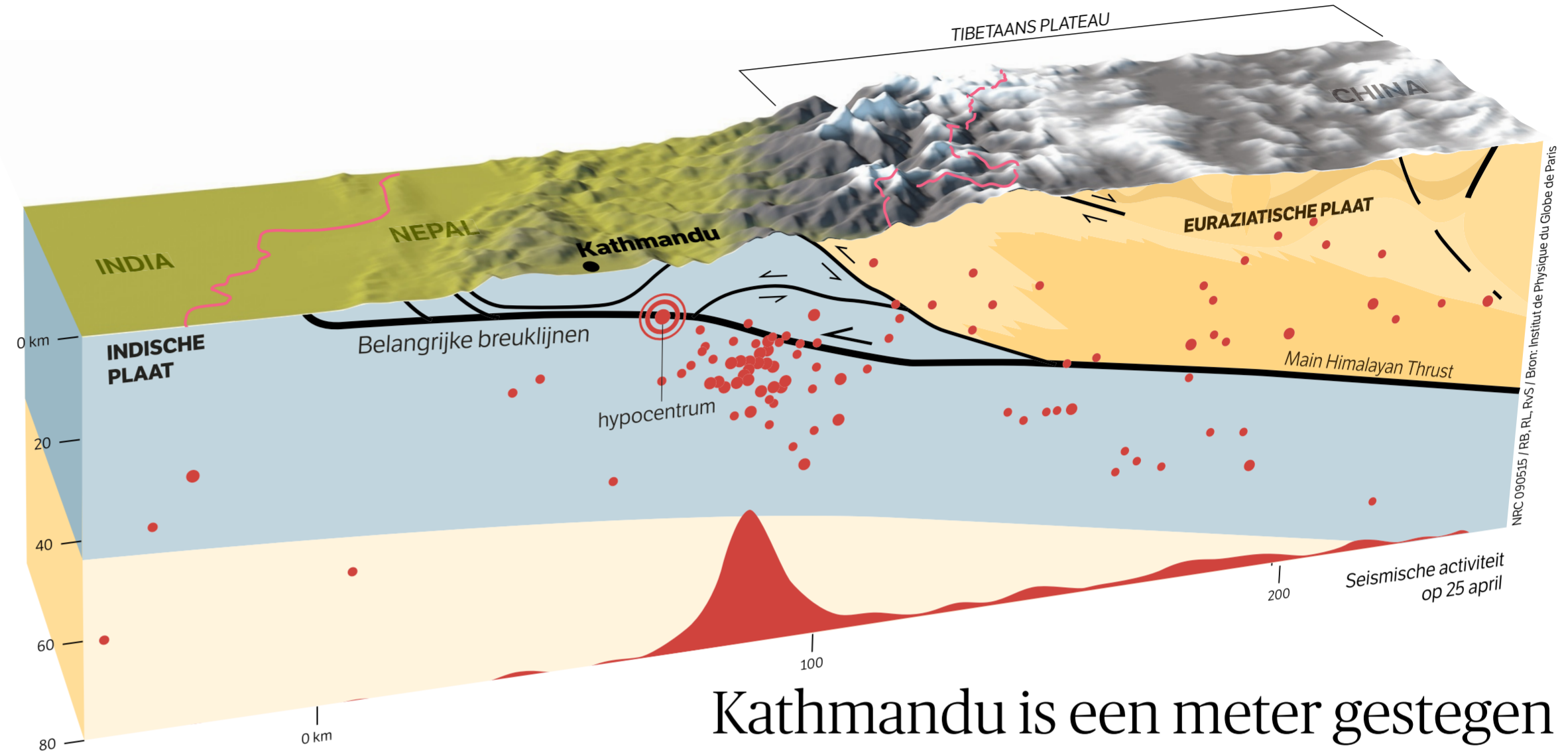
De Utrechtse geologen hebben een andere verklaring, die ze in 2012 in het tijdschrift *PNAS* opperden en daarna is uitgewerkt door Wentao Huang. De Chinees promoveerde twee weken geleden, twee dagen voor de aardbeving in Nepal. Van Hinsbergen was zijn co-promotor. In de Hi-

malaya, op de grens van Azië en India, verzamelde Huang allerlei (vulkanisch) gesteente en sediment van diverse ouderdommen. Van dat materiaal bepaalde hij het magneetveld - het bevatte magnetische mineralen die zich bij de vorming richten naar het op dat moment heersende aardmagneetveld. Zo kon hij reconstrueren op welke breedte- en lengtegraden al dit materiaal zich bevond op het moment dat het werd gevormd. Op basis van dat uitgebreide en minutieuze onderzoek concludeert Huang dat het niet het Indiase hoofdcontinent was dat 52 miljoen jaar geleden met Azië botste, maar een stuk 'voorloperland'. Een eilandenboogje. Dat werd gevolgd door een heel stuk oceanische korst, dat diep de mantel in is gedoken en waarvan niks meer is terug te vinden. Pas 25 miljoen jaar geleden zou de 'echte' botsing tussen India en Azië zijn gestart.

Maar dit idee heeft meteen weer andere, vergaande consequenties.

#### Ophoging

Het zou betekenen dat de ophoging van het Tibetaans Plateau tussen 50 en 25 miljoen jaar geleden niet kan zijn veroorzaakt doordat India zich onder Azië heeft geschoven. Maar waardoor dan wel? Oorspronkelijk, zegt Spakman, was het



## Kathmandu is een meter gestegen

### Breuklijnen

werd getroffen door een puin- en ijslawine, 350 kilometer lang en verbindt breuken in

