

Donald Dingwell toont vulkanisch gesteente in zijn lab in München.

VULKANOLOGIE

## Vesuvius in de kelder

In hartje München bevinden zich vier vulkanen. Hoewel ze op geregelde tijdstippen uitbarsten, is bijna niemand van hun bestaan op de hoogte. Wetenschappers gebruiken de minivulkanen om hun grote broers beter – en veiliger – te bestuderen. Ze zijn op zoek naar de heilige graal van de vulkanologie: het exact voorspellen van een uitbarsting.

Door Senne STARCKX

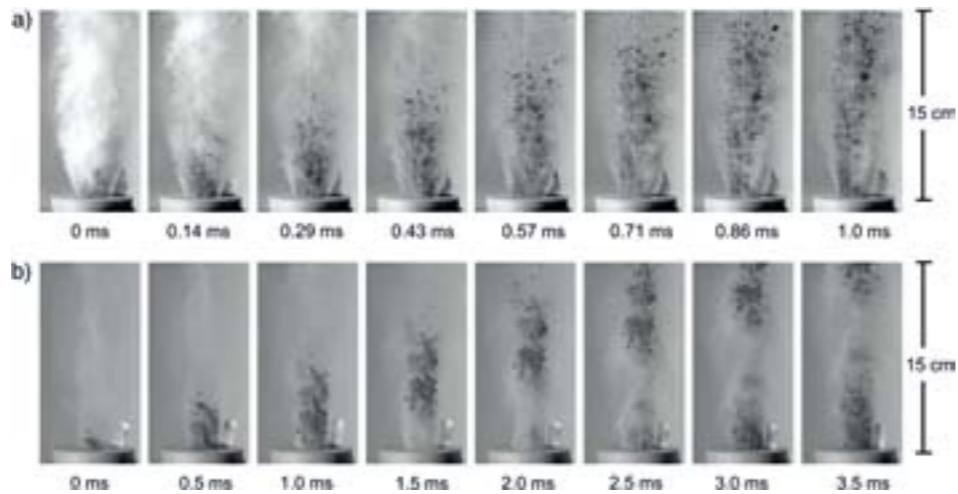


Met z'n vieren staren we naar een stalen cilinder van drie meter hoog. We kunnen elkaar niet horen, want we dragen dikke oorbeschermers. Plots steekt Corrado Cimarelli, een bebaarde Italiaan van middelbare leeftijd, zijn arm omhoog. Daarmee geeft hij aan 'dat het nu gaat gebeuren'. Wat volgt, is een luide, doffe knal die nagalmt in het dikke beton van de kelderverdieping waar wij ons bevinden. Eén ding is zeker: zonder oorbeschermers waren we nu allemaal potdoof.

Dan doet Cimarelli teken dat we onze oorbeschermers mogen afzetten, en vervolgens wijst hij naar het scherm van zijn laptop. Op vertraagde beelden laat hij zien – een hogesnelheidscamera binnenin de cilinder heeft alles netjes gefilmd – wat er tijdens die doffe knal precies is gebeurd. Het filmpje omvat tien milliseconden (duizendsten van een seconde). In het begin zien we nog duidelijk het kleine blokje lavasteen, afkomstig van een echte vulkaan, zoals het er nog uitzag toen Cimarelli het voor aanvang van het spektakel in de grote stalen cilinder plaatste. Terwijl het gesteente snel opwarmt tot 850 graden Celsius en de druk almaar toeneemt, zien we dat er zich gasbelletjes vormen bij het oppervlak waar de lava contact maakt met de lucht in de cilinder. Het aantal gasbelletjes neemt steeds sneller toe ... en dan, heel plots, verandert het beeld volkomen. Het lijkt alsof het blokje lavasteen opgaat in een alles verterende stofwolk die naar boven wordt gezogen, totdat er niets meer van overblijft.

#### MINI-VESUVIUS

Cimarelli verklaart plechtig dat we getuige zijn geweest van de uitbarsting van een van de vier miniaturvulkanen uit de collectie,



**Twee reeksen van opeenvolgende snapshots tonen wat er gebeurt wanneer een stukje puimsteen (boven) en een stukje zwaardere lavasteen (onder) onder grote druk en intense hitte komen te staan.**

hier in de kelder van de Ludwig Maximilians-Universiteit in München. 'Een Pliniaanse eruptie', treedt Donald Dingwell, hoofd van deze onderzoeksgroep, zijn Italiaanse assistent bij. 'Als je even vergeet dat we hier op een bijzonder kleine schaal werken, dan hebben we daarnet precies hetzelfde zien gebeuren als de verwoestende uitbarsting van de Vesuvius in 79 na Christus, toen Pompeii volledig in de as werd gelegd.'

Een Pliniaanse eruptie – genoemd naar de Romeinse geschiedschrijver Plinius de Oudere, die omkwam bij de uitbarsting van de Vesuvius – is de meest explosieve en krachtigste vulkaanuitbarsting. Zo'n eruptie gaat meestal gepaard met een enorme zuil van lava, vulkanisch gesteente, as en gas (de pyroclastica), die soms wel 45 kilometer hoog de lucht in wordt gespoten. Pliniaanse uitbarstingen behoren tot de dodelijkste en meest vernietigende soort, want deze zuil kan inzakken en

als een lawine van heet gas en vulkanisch materiaal van de hellingen van de vulkaan naar beneden razen (een zogenoemde pyroclastische stroom). Van een eruptiezuil en het bijbehorende vernietigende natuurgeweld is in de neonverlichte kelder in München gelukkig geen sprake, want de cilinder waarin de mini-Vesuvius is uitgebarsten, is bovenaan hermetisch afgesloten. Cimarelli: 'Dat doen we omdat we na de uitbarsting de precieze samenstelling van het vrijgekomen gas willen bepalen. Speciale laserapparatuur kan de kleinste microscopische deeltjes identificeren.'

#### VULKANENLAB

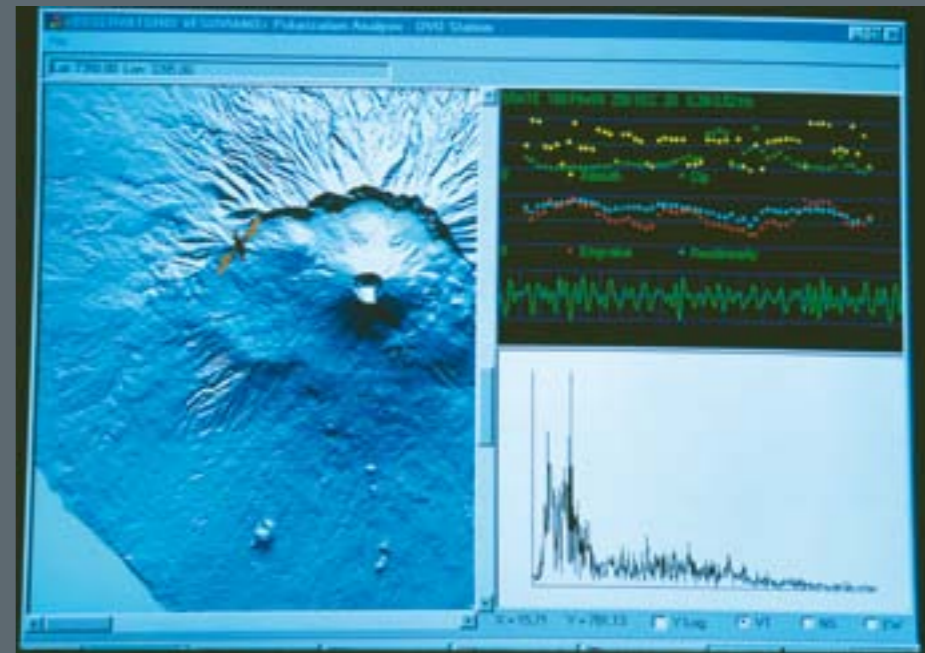
'In ons vakgebied bevinden wij ons tussen de theoretici en de avonturiers', vertelt de Canadees Donald Dingwell. 'We willen het belang van de andere disciplines zeker niet minimaliseren. Integendeel, ons onderzoek levert

## Experimentele vulkanologie

De Canadese geoloog en vulkanoloog Donald Dingwell is de initiator van een nog vrij jong vakgebied: de experimentele vulkanologie. Deze discipline probeert de hiaten op te vullen die twee andere, traditionelere deelgebieden van de vulkanologie, namelijk het theoretische modellerwerk en het echte veldwerk, openlaten. En die zijn niet gering. De grootste uitdaging voor een vulkanoloog – en wat menige belastingbetaler ook van hem verwacht – is exact te kunnen voorspellen wanneer een slapende of lichtjes actieve vulkaan gaat uitbarsten. En ook belangrijk: van welk type en met welke kracht die uitbarsting zal zijn.

Ondanks meer dan een eeuw van veldwerk (waarbij veel vulkanologen het leven lieten) en tientallen jaren van sleutelen aan theoretische modellen, is het exact voorspellen van een vulkaanuitbarsting in de meeste gevallen nog steeds een onmogelijke opgave. Zelfs al wordt een vulkaan dag en nacht door gesofisticeerde sensors in de gaten gehouden, zoals bij de Vesuvius het geval is, dan nog is het bijna onmogelijk om uit de eerste alarmsignalen een betrouwbare prognose af te leiden.

Dat werd pijnlijk duidelijk tijdens de uitbarsting van de Mount Saint Helens in 1980, een vulkaan in de Amerikaanse staat Washington.



De pyroclastische wolk die op de bijzonder krachtige uitbarsting volgde, doodde toen tientallen mensen, onder wie vulkanoloog David Johnston, die zich op tien kilometer afstand bevond. Johnston was een felle verdediger van de theorie dat je een uitbarsting kan voorspel-

len aan de hand van de samenstelling van de uitgestoten gassen. Die theorie bevat een grond van waarheid, maar het mag duidelijk zijn dat de samenstelling van de uitgestoten gassen niet volstaat om een uitbarsting helemaal te kunnen voorspellen.

nieuwe informatie op waarmee de theoretici vervolgens aan de slag kunnen om hun modellen bij te schaven. En van de vulkanologen die ter plaatse gaan, krijgen we stalen lavasteen die we vervolgens uittesten in ons lab.' Dingwell en z'n team hebben de voorbije jaren al heel wat beruchte vulkaanuitbarstingen

die in september uitbarstte. 'Het nadeel is dat wij onze studietrips tijdens onze vakanties moeten plannen.' Bedoeling van het lab, dat Dingwell rond de eeuwwisseling uit de grond stampte, is door te dringen tot in het hart van de vulkaan. Niet door als een waaghals af te dalen in kraters

andere elementen voor', vertelt Ulrich Küppers, een andere assistent van Dingwell die eveneens aanwezig is bij de demonstratie. 'Ook de verhoudingen kunnen sterk verschillen. Een basisvuistregel zegt dat hoe groter de concentratie aan silicium in het magma is, hoe explosiever de uitbarsting zal zijn. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de Vesuvius, die ooit Pompeii verwoestte en vandaag nog steeds een zekere bedreiging vormt voor de miljoenenstad Napels. De samenstelling van het magma van de Vesuvius zorgt er trouwens ook voor dat er tijdens een uitbarsting behalve vulkanische as, ook voor de mens giftige gassen vrijkomen. Dat is helemaal anders bij de Etna, die dagelijks gassen uitstoot waardoor de druk binnenin de vulkaan nooit heel erg kan oplopen. Als de Etna ooit uitbarst, zal dat worden voorafgegaan door stromen lava die uit de berg vloeien – wat deze vulkaan dan weer heel voorspelbaar maakt.'

## Hoe groter de concentratie aan silicium in het magma, hoe explosiever de uitbarsting

'nagespeeld' in hun lab. Een stukje lavasteen uit de Filipijnen plaatsten ze onder de juiste condities in een van hun vier stalen cilinders, waarna ze de enorme uitbarsting van de Pinatubo in 1991 op kleine schaal overdeden. Overigens willen de Münchense vulkanologen geen doetjes genoemd worden, want ook zij wagen zich nog aan veldwerk. 'Als vulkanoloog ben je natuurlijk gefascineerd door vulkanen', vertelt Cimarelli, die over enkele weken naar Guatemala vertrekt om de Volcán de Fuego te beklimmen – de 'Vuurvulkaan',

tot vlak bij het borrelende magma, maar door alle fysische en chemische processen die voorafgaan aan een uitbarsting na te bootsen in het laboratorium.

#### VUISTREGEL

Ruim tien jaar experimenteren wijst intussen uit dat vooral de minerale samenstelling van het magma bepaalt op welke manier een vulkaan zal uitbarsten. 'De belangrijkste chemische elementen zijn silicium en zuurstof, maar daarnaast komen er nog meer dan tien

#### TSUNAMI

De groep van Dingwell krijgt met de post bijna dagelijks lavastenen van collega-vulkanologen elders in de wereld. Dingwell hoopt zo op een dag een catalogus klaar te hebben met de resultaten van experimentele mini-

**De Volcán de Fuego of Vuurvulkaan in Guatemala barstte in september uit.**

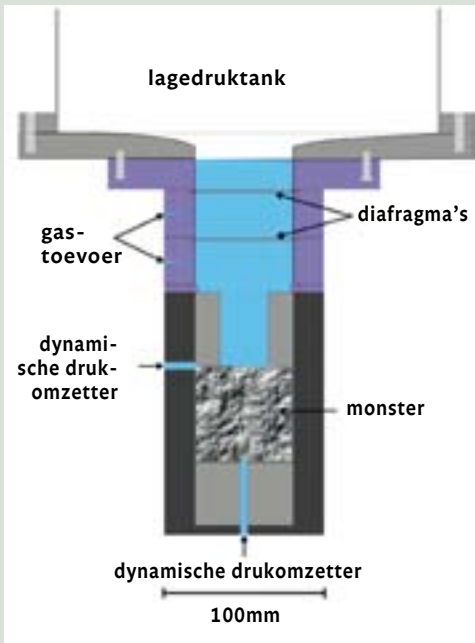




## Met vulkaantjes spelen: hoe werkt het?

Wat gebeurt er nu precies in zo'n miniatuurvulkaan – en bij uitbreiding in een echte vulkaan? 'Onderaan de stalen cilinder bevindt zich een kleine oven die een lavasteen kan opwarmen tot 1300 graden Celsius', legt Corrado Cimarelli van het lab in München uit. 'Tegelijkertijd wordt het materiaal in een drukvat onder enorme druk gezet – tot vijfhonderd bar, zowat vijfhonderd keer de atmosferische luchtdruk. De lavasteen bevindt zich binnenin de grote stalen cilinder nog eens in een kleinere, doorzichtige buis die wordt afgesloten door een koperen plaatje. Op een bepaald moment wordt de druk van het magma-gasmengsel (want het magma slurpt tijdens de verhitting heel wat gas op) zó groot dat het koperen plaatje het begeeft, waardoor er een plotse drukverlaging ontstaat en het magma met enorme kracht naar boven wordt gestuwd: de eigenlijke uitbarsting. Doordat we de experimenten herhalen voor koperen plaatjes met verschillende dikte, kunnen we precies meten met welke kracht het magma naar boven schiet, en dus hoe krachtig de uitbarsting is. Deze informatie koppelen we daarna terug naar de beginvoorwaarden, zijnde de chemische en fysische samenstelling van de lavasteen.'

Cimarelli's collega Donalds Dingwell vult aan: 'Voor ons komt het erop aan het moment van de uitbarsting (de knal) en de kracht ervan (de dikte van het koperen plaatje) te verbinden aan een bepaalde samenstelling of fragmentatie van de lavasteen. Met die informatie kunnen de theoretici hun modellen voor een bepaald type vulkaan of uitbarsting dan vervolgens *finetunen*.'



De Merapi op het eiland Java staat al enkele jaren op springen.

uitbarstingen van alle zeshonderd bovengrondse vulkanen die onze planeet rijk is. Maar wat met de vulkanen die zich op de oceaanbodem bevinden? Die kunnen aardbevingen veroorzaken, en dus ook tsunami's, die vaak veel vernietigender zijn dan een uitbarsting van een bovengrondse vulkaan. Dingwell: 'Over enkele weken zullen we een van onze vier miniatuurvulkanen 'vullen' met zeewater, zodat we ook onderzeese uitbarstingen kunnen bestuderen. Je zou verwachten dat zo'n uitbarsting langer op zich laat wachten, want het zeewater koelt het magma af. Maar daar zijn we niet helemaal zeker van. Door verdamping van het zeewater in een goed afgesloten magmakamer zou het wel eens kunnen dat de druk binnenin de vulkaan veel sneller toeneemt, waardoor de uitbarsting veel vroeger plaatsvindt. Dat moet dus zeker worden uitgezocht.'

Ondertussen maakt Ulrich Küppers de miniatuurvulkaan die een half uur geleden is uitgebarsten alweer klaar voor een volgende eruptie, die de volgende dag zal plaatsvinden. Dan wordt een stukje lavasteen van de Merapi-vulkaan in Indonesië in de grote stalen cilinder geplaatst. De Merapi, die zich op het eiland Java bevindt, staat al enkele jaren op springen. Zowel in 2006 als in 2010 waren er kleine uitbarstingen van de vulkaan, waarbij telkens honderden mensen omkwamen ten gevolge van hete gaswolken. Vulkanologen verwachten dat de Merapi dan ook 'op elk moment' opnieuw kan uitbarsten. Het is echter raden naar het precieze tijdstip en de kracht van de uitbarsting. Maar dat de mini-Merapi morgen in München zal uitbarsten, dat staat vast. ■

*Dit artikel kwam mede tot stand dankzij ESO 2012.*