

## De mariene vulkaan White Island (Nieuw-Zeeland): van zwavelwinning naar toerisme

door Annemieke van Roekel  
redactie.vanroekel@gea-geologie.nl



Yellow crater wall

Op anderhalf uur varen vanaf de havenstad Whakatane, aan de oostkust van het Noordereiland in de Bay of Plenty, ligt de meest actieve vulkaan van Nieuw-Zeeland: White Island. Het eiland is de top van een mariene vulkaan die het noordoostelijk deel van de Taupo Volcanic Zone markeert (afb. 1). De Taupo Volcanic Zone is een 240 km lange en 30 km brede actieve vulkanische zone op het Noordereiland die bekend staat om zijn vele geothermale verschijnselen zoals geisers, hete bronnen en modderpoelen. De vulkanische activiteit op het Noordereiland is het resultaat van subductie van de Pacificische Plaat onder de Indo-Australische Plaat; de actieve Pacificische plaatrand is onderdeel van de zogeheten Ring of Fire. Vanaf White Island in noordoostelijke richting strekt zich een reeks van bijna honderd onderzeese vulkanen uit die deel uitmaken van de Kermadec Ridge, een eilandboog tussen Nieuw-Zeeland en Tonga (afb. 1, inzet linksboven). De Kermadec Trench met een diepte van ca. 10 km is een van diepste oceaantroggen ter wereld.

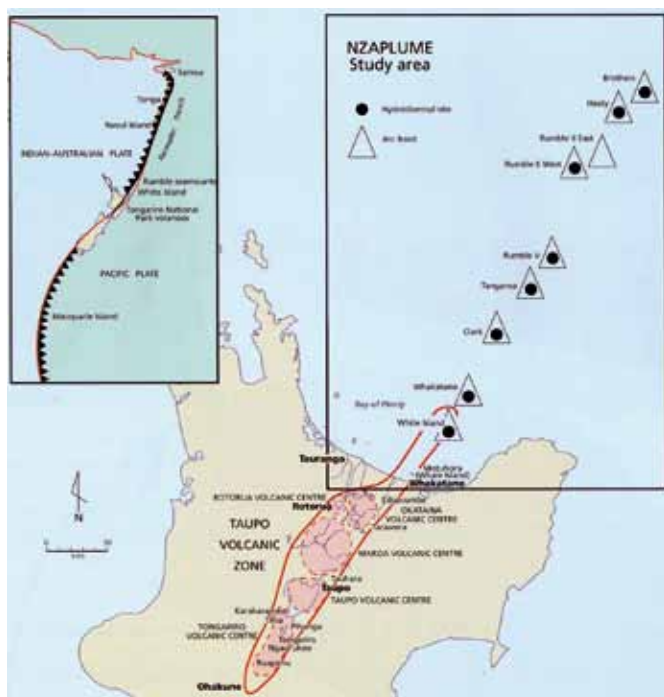
### Jonge vulkaan

White Island is in geologisch opzicht erg jong. De ouderdom

ligt tussen 100.000 en 200.000 jaar; in de huidige vorm is het eiland ca. 16.000 jaar oud. De vulkaan reikt tot 321 m boven zeeniveau en heeft een oppervlak van 2,4 bij 2 km; vanaf de zeebodem gemeten is de totale hoogte 760 m. Met een totale oppervlakte op de zeebodem van 16 bij 18 km is het snel te berekenen dat slechts 1,6% van White Island boven zeeniveau ligt! Het eiland is opgebouwd uit de silica-rijke vulkanische gesteenten andesiet en daciet, zoals ook de andere vulkanen in de Bay of Plenty. De vulkaan-krater is bijzonder goed toegankelijk omdat de kraterbodem nog geen 30 m boven de zeespiegel ligt en direct aan de oceaan grenst. De – bij gunstige weersomstan-

digheden – rustige baaien in het zuidoosten maken het eiland goed bereikbaar voor schepen, die meestal in Crater Bay voor anker gaan (afb. 2). Tegenwoordig bezoeken jaarlijks enkele duizenden reizigers White Island per schip, maar ook een iets kostbaardere trip per helikopter behoort tot de mogelijkheden.

Bij het verlaten van de haven van Whakatane is White Island op heldere dagen al goed zichtbaar. Op gemiddeld drie van de vier dagen, als de condities op zee het toelaten – niet teveel wind of hoge golven zodat in de baai van White Island kan worden afgemeerd – kan met een schip van PeeJay White Island Tours een excursie in de vulkaan-krater worden ondernomen. De kapitein bepaalt pas de avond van tevoren of er de volgende dag kan worden uitgevaren. De tocht naar het vulkaaneiland duurt ongeveer anderhalf uur. Eerst passeren we Whale Island, een uitgedoofde vulkaan en habitat van de kiwi en tuatara (een bijzondere endemische reptielensoort die een verre voorouder deelt met de moderne hagedis). Op grote afstand is de rookpluim die permanent boven White Island hangt dan al goed te zien.



Afb. 1. De Taupo Volcanic Zone is de vulkanisch actieve zone op het Noordereiland, gemarkeerd door de actieve vulkanen Ruapehu in het zuidwesten en White Island in het noordoosten. De actieve zone loopt door in de Stille Oceaan (Tonga-Kermadec vulkanische boog) en maakt deel uit van de Ring of Fire.

In de Bay of Plenty roept Sulphur Point nog herinneringen op aan de historische zwavelwinning. Om nautische redenen werd de zwavel naar Tauranga en niet naar Whakatane verscheept. De Bay of Plenty kwam in oktober dit jaar in het nieuws omdat de Griekse, onder Liberiaanse vlag varende, tanker Rena hier enkele kilometers voor de kust aan de grond was gelopen. Het schip liep vast op het Astrolabe Rif, op de hoogte van Tauranga. De Bay of Plenty is een belangrijke habitat voor walvissen, dolfinen en zeevogels. Voor de natuurminnende Nieuw-Zeelanders was het een nachtmerrie. De tientallen kilometers lange kustlijn van de Bay of Plenty raakte vervuild met de zware olie die uit



Afb. 2. Luchtfoto van White Island in NNW-richting. Slechts 1,6% van de vulkaan ligt boven zeeniveau. Direct links van de (naar voren) uitstekende rotspartij liggen rustige baaien zoals Crater Bay.

het schip lekte en honderden zeevogels werden het slachtoffer. Inmiddels (november 2011) is alle olie uit het schip gepompt en worden met kraanschepen de containers van het schip getakeld. Een milieuramp is afgewend. Op White Island spoelde in oktober een kleine hoeveelheid olie aan. Gidsen van PeeJay (de organisatie heeft ook een natuurbeschermende functie op White Island) hebben de olie opgeruimd. 'De bemanning moest in die periode ook extra alert zijn op drijvende containers die overboord waren gevallen en hierdoor moesten we langzamer varen,' vertelt Patrick O'Sullivan van PeeJay.

### Monitoring van de vulkaanactiviteit

Als we voor anker gaan in Crater Bay is het natuurgeweld in de krater al goed te zien en te ruiken. In groepjes van tien klimmen we in een rubberbootje dat traag naar de oude kade vaart. Hier



Afb. 3. Een rubberbootje brengt de bezoekers aan wal in Crater Bay.



Afb. 4. De vele op de kratervloer verspreide 'pressure mounds' zijn gevormd door de druk van vulkanische gassen en hitte. Onder de mounds bevinden zich modderpoelen.

klimmen we aan wal (afb. 3). Met een gids lopen we in westwaartse richting de krater in, naar de bronnen van stoom en gas. We moeten lopen op de 'stroomgebieden' van regenwater, zodat alle menselijke sporen na de eerstvolgende regenbui weer worden weggespoeld. De gids waarschuwt ons nooit in paniek te raken en te gaan rennen – ook niet in geval van een eruptie – omdat het oppervlak van de kratervloer op veel plaatsen bedekt is met bolvormige 'pressure mounds' die zo fragiel zijn als een





*Afb. 5. Het kratermeer vanuit de lucht gezien. White Island heeft de afgelopen eeuw perioden met en zonder kratermeer gekend.*

de askolom een hoogte van 5 km, de hoogste die ooit in historische tijden is geobserveerd. In geval van een eruptie is de kans echter klein dat het vasteland van het Noordereiland hiervan veel schade zal ondervinden.

24-uurs registratie van seismische gegevens (aardbevingen en trillingen) is de belangrijkste vorm van monitoring van White Island. De seismische data worden automatisch doorgestuurd naar twee datacentra van IGNS, in Wellington en Taupo. De seismische gegevens worden aangevuld met driemaandelijke observaties door Scott en zijn team op de vulkaan zelf. Zij bemonsteren de heetwaterbronnen (temperatuur en zuurgraad) en vulkanische gassen (vooral SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S en kleinere concentraties van HCl en HF), meten de



*Afb. 6. Iedere drie maanden nemen vulkanologen van het IGNS monsters van het kratermeer.*

eierschaal en waar je gemakkelijk doorheen kunt zakken (afb. 4). De met zwavel afgezette korsten zijn ontstaan door de druk en hitte van vulkanische gassen; eronder liggen modderpoelen die ondanks het gepruttel niet koken. De gasbelletjes ontstaan door kooldioxide dat uit de kratervloer ontsnapt. Al vrij snel na het begin van de wandeling door de krater wordt de groep op de proef gesteld als we gerommel horen hoog in de kraterwand. Velen van ons wandelen 'beheerst' maar snel terug in de richting van de baai. Dan blijkt dat het schip is gaan verliggen en daarbij de motor even op volle toeren heeft laten draaien. Het lawaai weerkaatst tegen de kraterwand. De angst voor natuurgeweld is blijkbaar aangeboren!

Aan White Island is het activiteitsniveau *alert level 1* toegekend; het hoogste niveau voor een Nieuw-Zeelands vulkaan is 5. Niveau 1 geldt eveneens voor de midden op het Noordereiland – eveneens in de Taupo Volcanic Zone – gelegen vulkaan Ruapehu. O'Sullivan: 'Als White Island op het vasteland of dicht bij de kust zou liggen, zou het activiteitsniveau hoger zijn'. Anders dan op de Ruapehu is er op White Island sprake van een constante uitstoot van stoom en vulkanische gassen (zie de voorplaat). 'De meest recente actieve periode duurde van 1975 tot 2000,' vertelt Bradley Scott, die als Volcano Surveillance Coördinator eens per drie maanden White Island bezoekt. Scott is als vulkanoloog verbonden aan het Institute of Geological and Nuclear Sciences (IGNS), met vier afdelingen in Nieuw-Zeeland (drie op het Noordereiland; een op het Zuidereiland). Monitoring van de vulkaan is in 1967 begonnen. Pieken in de vulkanische activiteit vielen in de periode 1976-1982 en 1986-1989. Het magma rees toen tot 1 km onder de kratervloer. In 1977 bereikte



*Afb. 7. De hoogte van de kratervloer wordt op vaste locaties nauwkeurig met gps gemonitord. Een variatie in de hoogte geeft aan of de lavakolom die zich onder het eiland bevindt omhoog komt en of er sprake is van eruptierisico's.*





Afb. 8. Tijdens de laatste actieve periode, tussen 1975 en 2000, vormden zich nieuwe fumarolen.

Op dit moment bevindt het magma zich ca. 2 km onder het krateroppervlak, wat duidt op een rustige periode. Een stijging van het magma tot 1500 m onder het krateroppervlak betekent een significante stijging van de vulkanische activiteit.

De aan een zonnepaneel gekoppelde seismograaf staat opgesteld hoog op de kraterwand in het oostelijk deel van White Island, vlakbij Crater Bay. Naast de seismograaf is een microfoon geïnstalleerd die hoge geluidsniveaus zoals explosies registreert. De beelden van de drie opgestelde camera's komen direct terecht bij de vulkanologen van het IGNS op het vasteland van het Noordereiland. Dit zijn dezelfde beelden die een willekeurige bezoeker van de website van



Afb. 9. Een gasmasker is noodzakelijk op plaatsen in de krater waar zure dampen blijven hangen.

hoogte van de kratervloer en bepalen de chemische samenstelling van het kratermeer (afb. 5 en 6). Ook wordt de kraterpluim bemonsterd door er met een vliegtuigje doorheen te vliegen. Daarbij wordt een mix van vulkanische gassen opgezogen. Voor het meten van zwaveldioxide wordt gebruik gemaakt van de MiniDOAS-technologie (Miniature Differential Optical Absorption Spectrometer); een UV-spectrometer meet de absorptie van ultraviolet licht door het SO<sub>2</sub>-gas in de atmosfeer.

### Kratermeer

Zowel de hoogte van de kratervloer als het waterniveau in het kratermeer geven een goede indicatie van veranderingen in de activiteit van de vulkaan en eventuele eruptierisico's. De kratervloer wordt gemeten door middel van 'precise levelling'. Daarbij wordt op vaste, met houten pinnen aangegeven locaties met behulp van gps nauwkeurig de verandering in de hoogte van de kratervloer gemeten (afb. 7). Het omhoog komen van de kratervloer wijst op stijgend magma onder de kratervloer en dus een toename van de vulkanische activiteit; ook de afname van het magnetisch signaal van vulkanisch gesteente duidt op toegenomen activiteit (heter gesteente is minder magnetisch).



Afb. 10. Adembenemende kleuren van de met zwavelkristallen bedekte fumarolen.

Geonet met een vertraging van enkele uren ook kan bekijken. (Zie onderaan dit artikel bij: meer lezen/bekijken).

Tijdens de laatste actieve periode vormden zich nieuwe fumarolen (uitlaten waaruit soms met grote kracht gassen en waterdamp ontsnappen) (afb. 8) en ontstond er een nieuwe krater van 150 m in doorsnee. Op 27 juli 2000 was er een heftige eruptie die wel vijf uur duurde en waarbij veel as en vulkanische bommen de lucht in werden geblazen. 'Door afkoeling van de vulkaan is sinds 2003 het kratermeer langzaam opgevuld,' vertelt Scott. 'Voor die tijd stond het kratermeer leeg omdat het water door de hoge temperaturen voortdurend verdampte.' White Island heeft afwisselend periodes met en zonder kratermeer gekend. In de tijd van de zwavelwinning lag het meer op een andere plek en was het erg ondiep. Omdat hier de grootste voorraad zwavel aanwezig was, werd het meer gedraineerd door sleuven naar de oceaan te graven.





Afb. 11. De krater van White Island is bezaaid met vele pruttelende modderpoelen. Het water kookt niet; het gepruttel ontstaat door kooldioxide dat uit de kratervloer ontsnapt.

*having fallen in, we had easy access. Steam and smoke were issuing from all parts of the island and to the very summit. There were several small lakes of boiling substance, and on the right a large body of smoke with the upmost fury rose up from the regions below. We examined this awful sight as minutely as we dared but from the intolerable stench of brimstone and the lightness of the surface over which we had to pass, we deemed it not prudent to remain long, fearing suffocation from the one or precipitation into some boiling cavity from the other. As the whole island was composed of sulphur, being blackened with the smoke gave it a ghastly appearance."*

Een bezoek aan het maanlandschap in de hoofdkrater van White Island is, ondanks alle moderne wetenschap-

## Geschiedenis

De naam White Island dankt het eiland aan Captain James Cook, die in 1769 met de *Endeavour* in de buurt van het eiland voer, weliswaar niet zo dichtbij dat hij zich realiseerde dat het om een vulkaaneiland ging. Bij de keuze van de naam White Island moet hij geïnspireerd zijn door de witte wolk die onafgebroken boven het eiland hangt: een wolk van water- en zwaveldamp die wordt gevoed vanuit de vele in de krater gelegen spectaculaire en luidruchtige fumarolen.

Dat White Island bij de eerste wereldreizigers een onheilspellend gevoel opriep is in 1826 mooi verwoord in de oudste beschrijving van het vulkaaneiland, van de hand van de Europese missionaris Henry Williams:

*"We walked round the crater, which presented an awful sight. Its surface was nearly on a level with the sea. One of its sides*



Afb. 13. Stille getuigen van de historische zwavelwinning, die in het crisisjaar 1933 voorgevoerd werd gestaakt.



Afb. 12. Vele kleine, zure waterstroompjes stromen de Stille Oceaan in.

pelijke kennis die ons nu ter beschikking staat, geen onschuldige ervaring. Een gasmasker is noodzakelijk vanwege de gasemissies en de zure atmosfeer (afb. 9). Ook delen de gidsen zuurtjes uit, die irritatie van zuren in je keel inderdaad iets blijken te verminderen. De benauwende dampen nemen we voor lief als we langs de knalgele, met zwavelkristallen bedekte fumarolen lopen (afb. 10 en achterplaat). Ze zijn een lust voor het oog! De kracht waarmee de stoom uit sommige fumarolen wordt geperst is enorm. Op de rand van het kratermeer slaan zure dampen op je keel en is ademen zonder gasmasker onmogelijk als het windstil is en de damp blijft hangen.





Afb. 14. Op White Island leven (beschermde) kolonies jan-van-genten en verschillende stormvogelsoorten. Afgebeeld zijn jonge jan-van-genten.

Ook de vele modderpoelen zijn een bron van gasemissies (afb. 11). In de kleine waterstroompjes die naar de oceaan stromen, bleekt een metalen munt in minder dan een minuut tot een glanzende 'nieuwe' munt (afb. 12). Op deze plek word je je bewust van het feit dat een vulkanisch milieu weliswaar spectaculair is om even mee te maken, maar niet leefbaar is. Het werken op White Island als mijnwerker moet een beproeving geweest zijn, beaamt ook Scott.

### Zwavelwinning

White Island (*Te Puia o Whakaari* in de Maori-taal) is sinds het eiland van de Maori's werd gekocht altijd in particuliere handen geweest. Het verhaal gaat dat de eerste koper het eiland voor twee vaten rum kocht, waarna het vele malen werd doorverkocht. In 1885 werd een aanvang gemaakt met de winning van zwavel, maar door de uitbarsting in 1886 van de vulkaan Tarawera op het vasteland van het Noordereiland werden de activiteiten plotseling gestaakt. Men was bang dat een eruptie van White Island zou volgen op de uitbarsting van de Tarawera (beide vulkanen maken deel uit van de Taupo Volcanic Zone). In 1913 werd opnieuw begonnen met de zwavelwinning maar ook deze duurde niet lang. In september 1914 stortte de zuidwestelijke, met water verzadigde kraterwand in en veroorzaakte een modderstroom (lahar), die op zijn weg door de krater alle mijnwerkers en gebouwen bedolf of in zee veegde. Alle elf mijnwerkers kwamen hierbij om het leven. Overblijfselen van mensen of van machines en gebouwen zijn op het eiland nooit meer teruggevonden; enkele restanten zijn op het vasteland van het Noordereiland aangespoeld. Herinneringen aan de lahar van 1914 zijn te bezichtigen in de musea van Whakatane en Tauranga (waar ook restanten van gebouwen aanspoelden). In 1923, het jaar waarin de familie van de huidige eigenaar – als verkopers van aandelen – bij de mijnbouw op White Island betrokken raakte, werd de zwavelwinning weer opgepakt. (De potentiële hoeveelheid van te mijnen zwavel werd overigens schromelijk overdreven.) De mijnwerkers durfden, met de ramp van 1914 nog vers

Afb. 15. Schaarse vegetatie van de pohutukawa, een endemische boomsoort die langs de Nieuw-Zeelandse kust veel voorkomt.

in het geheugen, niet meer in de krater te bivakkeren en sloegen hun kamp op aan het strand. Met een boot of te voet via een steil pad moesten zij dagelijks naar de krater lopen om er te werken. In 1933 daalde als gevolg van de economische crisis de vraag naar zwavel als grondstof voor landbouwmeststoffen en zwavelzuur sterk en werd de mijnbouw op White Island voorgoed gestaakt (afb. 13). Pogingen van de Nieuw-Zeelandse overheid om hierna het eiland aan te kopen waren zonder succes. Sinds 1936 tot op de dag van vandaag is het onbewoonde eiland in handen van de familie Buttle.

### Natuurbescherming

Sinds 1953 heeft White Island de status van beschermd natuurgebied. Met de strenge beschermingsmaatregelen voor de flora en fauna kwam ook een eind aan de jacht op stormvogelkuikens. Behalve stormvogels (grey-faced petrel) hebben grote kolonies jan-van-genten zich op White Island gevestigd (afb. 14). Omdat de kapitein van onze boot vanwege het gunstige weer besloot om het vulkaaneiland heen te varen, zagen we de schaarse vegetatie op de noordelijke flanken van de vulkaan (afb. 15). Op sommige delen zijn recente erupties daar nog zichtbaar (en voelbaar) door de groepjes boomstronken die als luciferhoutjes naar beneden zijn geschoven.

De tragische ramp met de mijnwerkers in 1914 wordt beschouwd als een van de drie grootste vulkanische rampen in de geschiedenis van Nieuw-Zeeland: naast de uitbarsting van de Tarawera-vulkaan in 1886 (waarbij 1,3 miljoen kubieke km vulkanisch gesteente en as de lucht in werd geblazen, bijna de helft van de hoeveelheid van de uitbarsting van Mount St. Helens in 1980) en de treinramp bij Tangiwai in 1953. Het treinongeluk werd eveneens veroorzaakt door een lahar als gevolg van het instorten van de kraterwand van de Ruapehu. Hierdoor stroomde het kratermeer leeg en sleurde de modderstroom en het snel stijgende water in de Whangāehu-rivier een spoorbrug mee. De nachttrein van Wellington naar Auckland ontspoorde, waarbij 151 reizigers de dood vonden. Sinds de jaren '90 is voor de Ruapehu een *Lahar Alarm and Warning System* ingevoerd.



## Zwavel: vulkanisch en biogeen

Je denkt bij zwavel meteen aan vulkanen en hete, sissend stinkende afzettingen die, zoals hier op White Island, als een soort felgele schoorstenen en ook langs dampende stroompjes worden gevormd (zie de achterplaat en afb. 8, 10 en 12). Bij talloze vulkanen, geisers en heetwaterbronnen, heel ver weg maar ook in Europa (zoals in IJsland en Italië), kunnen we die actieve en hete geologie bewonderen.

Vulkanisch zwavel wordt gevormd door waterstofsulfide ( $H_2S$ ), dat als stinkend gas uit de hete ondergrond naar boven stroomt en snel aan de lucht wordt geoxideerd tot zwavel (en waterdamp). Nabij de fumarolen slaan dan pure zwavelkristallen neer. Daarvan kun je mooie kleurige foto's maken! Bij voortgaande oxidatie in een vochtig milieu ontstaat zwavelzuur ( $H_2SO_4$ ). Dit verklaart de zure waterdamp bij een actieve vulkaan.

Een klein beetje zwavel kan op een andere manier ontstaan bij de gedeeltelijke oxidatie van metaalsulfiden, meestal pyriet of markasiet ( $FeS_2$ ). Die chemische reactie kan min of meer vanzelf ontstaan door de hoge temperatuur in oude mijngangen en in smeulende storthopen van bruinkool- of kolenmijnen (zoals soms in Zuid-Limburg, of net over de grens bij Aken).

Heel anders en vaak op grote schaal werd en wordt zwavel biogeen gevormd in ondiepe mariene bekkens met afzettingen van zout (steenzout, natriumchloride) en sulfaten zoals gips

of anhydriet. Sulfaat kan daar gereduceerd worden tot zwavel door anaerobe zwavelbacteriën. Die bacteriën ademen als het ware met sulfaat in plaats van met zuurstof. De zwavel kan dan tot wel kilometers grote en meters dikke lagen op gips vormen. Het steenzout eronder wordt vaak in koepels naar boven gedrukt, waarbij de zwavel soms wordt omgekristalliseerd tot de prachtige grote zwavelkristallen die we kennen uit o.a. Bolivia, Polen en Sicilië. Vaak compleet met kristallen van de sulfaten gips, celestien of bariet.

Zwavel wordt voor van alles en nog wat gebruikt en kent, netter gezegd, heel veel toepassingen. Uit vulkanische bronnen, zoals vroeger op White Island, maar tegenwoordig vooral uit grote biogene afzettingen, wordt zwavel gewonnen door stoom onder druk in de ondergrondse zwavellagen te persen. De gesmolten zwavel wordt door pijpen naar boven geleid. Miljoenen tonnen zwavel per jaar worden zo gewonnen en gebruikt voor de bereiding van zwavelzuur, kunstmest, het vulkaniseren van rubber, het maken van lucifers en vuurwerk, maar ook voor wasmiddelen (sulfonzuren), conserveermiddelen, bestrijdings- en ontsmettingsmiddelen (sulfiet) en als bleekmiddel voor stro, zijde, wol, papier en suiker. Ook vloeistoffen voor 'permanent' (haarbehandeling) en sommige medicijnen, zoals keelslijmoplossers, bevatten zwavel.

*Wilfred Moorer*

Deze zomer was de première van de prachtige verfilming van de Tangiwai Railway Disaster; de historische film geeft een goed beeld van Nieuw-Zeeland in de jaren '50 en de wijze waarop de Maori omgingen met de natuurkrachten van de aarde.

### Meer lezen/bekijken:

- Opnamen van de drie op White Island geïnstalleerde webcams zijn te volgen via [www.geonet.org.nz/volcano/activity/white-island/cameras/whiteisland-latest.html](http://www.geonet.org.nz/volcano/activity/white-island/cameras/whiteisland-latest.html);
- Reis mee met de vulkanologen (waaronder Bradley Scott) op: <http://bit.ly/sDdbrk> (dit is een verkorte link naar een Youtube-pagina).

*Fotografie: White Island Tours, met uitzondering van afb. 4, 7, 8, 9 en 10 (door de auteur)*