

# Lavameren

## onder de loep

**M**ensen die dicht bij actieve vulkanen wonen, lopen risico door mogelijke uitbarstingen. Daarom is het cruciaal om te begrijpen wat er gebeurt vóór een uitbarsting. Dit vereist een combinatie van verschillende wetenschappelijke benaderingen, die gebruik maken van zowel grondinstrumenten als satellietensoren. Het VERSUS-project, gefinancierd door het STEREO-programma, heeft nieuwe teledetectiemethodes ontwikkeld om actieve vulkanen en lavameren te bestuderen en te monitoren. Deze technieken waren bijvoorbeeld nuttig tijdens de Nyiragongo-uitbarsting in 2021.

### Van de grond naar de ruimte

Het observeren via satellieten is een essentiële techniek geworden voor het bestuderen en volgen van vulkanen. Deze aanpak vult traditionele observatietechnieken vanop de grond perfect aan en is zelfs van cruciaal belang voor vulkanen die moeilijk toegankelijk zijn of slecht worden opgevolgd. Vulkanische processen zoals gas-, as- en lavauitstoot, warmtestraling, veranderingen in het terrein en grondvervormingen kunnen zelfs met grote precisie worden gemeten dankzij satellietgegevens. Ondanks dit alles bestaat er momenteel geen satellietmissie die uitsluitend is gewijd aan het monitoren van vulkanische activiteit. Niettemin bieden initiatieven zoals het Copernicus-programma van de Europese Unie of de CubeSat-constellatie van Planet Labs, met sensoren die zijn uitgerust met verbeterde ruimtelijke en temporele resoluties, nieuwe wegen om het opvolgen van vulkanen via teledetectie te verbeteren.

### Bijna 20 jaar onderzoek

Sinds 2006 financiert het STEREO-programma van het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) verschillende onderzoeksprojecten die gericht zijn op het bestuderen van actieve vulkanen en het beoordelen van de bijbehorende gevaren met behulp van teledetectietechnieken. Het spin-offproject VERSUS (Open-Vent Volcano Remote Sensing Monitoring Using Spaceborne Imagery), gefinan-

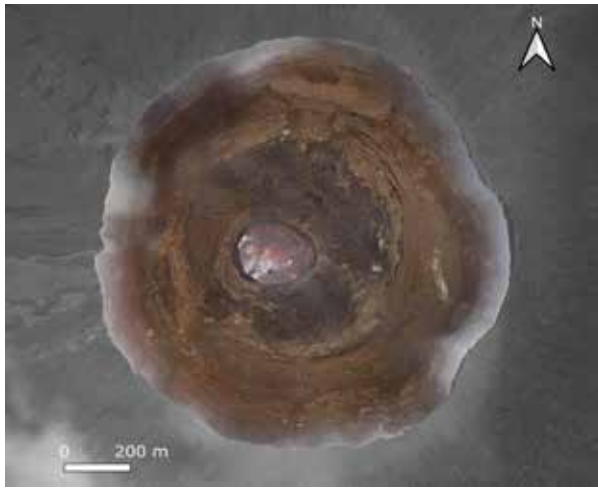
cierd tussen 2019-2022, werd geleid door het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA), in samenwerking met het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA), het Europees Centrum voor Geodynamica en Seismologie (ECGS, Luxemburg) en de U.S. Geological Survey (USGS, VS). De partners hebben voortgebouwd op die expertise door geavanceerde technieken te ontwikkelen die gebruikmaken van nieuwe generaties satellieten en sensoren om lavameren, het meest fascinerende en zeldzame fenomeen bij actieve vulkanen te bestuderen.

### De dynamiek van lavameren

Een lavameer is een bekken van gesmolten gesteente dat via een open kanaal verbonden is met een magmatisch reservoir diep in de aardkorst. De lava blijft vloeibaar door haar hoge temperatuur en het mengen veroorzaakt door de voortdurende opstijging van vulkanische gassen. Wanneer lavameren gedurende jaren, zelfs decennia, blijven bestaan, kan hun dynamiek een indicatie zijn van drukveranderingen in druk binnen het vulkanische leidingsstelsel. Dit geeft ons waardevolle informatie over de magmatische en vulkanische processen die de eruptieve activiteit controleren. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Nyiragongo-vulkaan (in het oosten van de Democratische Republiek Congo) en de Kilauea-vulkaan (op Hawaï, Verenigde Staten), die werden bestudeerd in het kader van het VERSUS-project.



Het lavameer van Nyiragongo (foto © B. Smets)



Krater van de Nyiragongo-vulkaan

De onderzoekers probeerden om, met behulp van satellietgegevens en metingen op de grond, variaties in het niveau van lavameren beter te begrijpen en ze te koppelen aan het risico op gevaarlijke flankuitbarstingen.

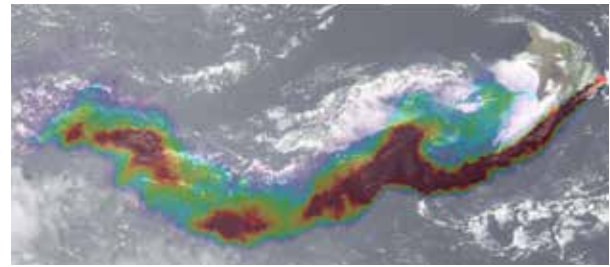
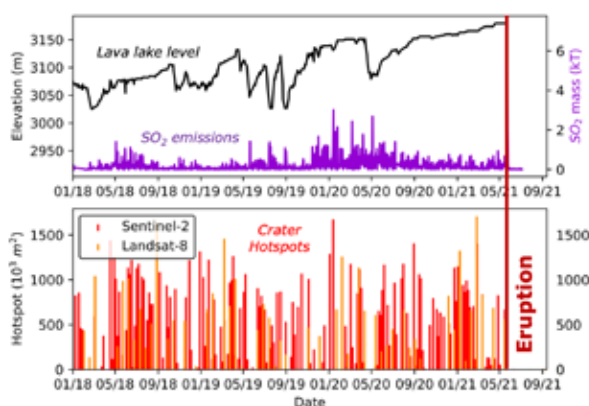
## Resultaten in real-time getest

Het project heeft aangetoond dat aanzienlijke dalingen in het niveau van lavameren (soms wel tientallen meters) kunnen worden gekoppeld aan ondergrondse magma-bewegingen. Dit leert ons dat zelfs als lavameren de druk in een vulkaan kunnen verminderen door het laten ontsnappen van gas uit het systeem, toch intrusies in de korst kunnen optreden.

Op 22 mei 2021 barstte de Nyiragongo plots zonder enige waarschuwing uit, waarbij dodelijke lavastromen ontstonden die in de stad Goma (ongeveer 1 miljoen inwoners) grote verwoestingen aanrichtten. De flankuitbarsting werd gevolgd door aardbevingen veroorzaakt door zeer ondiepe magmabewegingen (< 500 m) onder Goma en het Kivumeer.

Het VERSUS-project analyseerde deze uitbarsting in detail en de resultaten werden gepubliceerd in Nature (Smittarello et al., 2022<sup>11</sup>). Uit de studie blijkt dat de combinatie van magmaopslag dicht bij het oppervlak en aanhoudende lavameeractiviteit een uitdaging vormt voor de opvolging van vulkanen, aangezien flankuitbarstingen kunnen plaatsvinden met slechts zeer kortetermijnwaarschuwingen (d.w.z. minuten).

Tijdreeksen van lavameren, SO<sub>2</sub>-emissies en hotspotdetectie boven de vulkaan Nyiragongo, geproduceerd met behulp van teledetectie per satelliet. De plots tonen de impact van de flankuitbarsting van 2021.



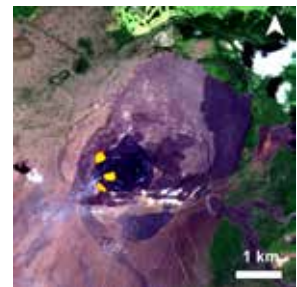
SO<sub>2</sub>-pluim uitgestoten door de Kilauea-vulkaan tijdens de flankruptie van mei-augustus 2018 (afgeleid van een Sentinel-5P TROPOMI-beeld van 4 juni 2018).

De ondiepe magmatische intrusie die volgde op de uitbarsting van de Nyiragongo in 2021 doet ook vrezen voor nog gevaarlijker scenario's, zoals lava die dichtbevolkte gebieden binnenstroomt of explosieve interacties met het gasrijke Kivumeer (een zogenaamde freatomagmatische of limnische uitbarsting).

**Freatomagmatische uitbarstingen** zijn vulkaanuitbarstingen die het gevolg zijn van de interactie tussen magma en water (grondwater, waterloop, meer).

Een **limnische uitbarsting** vindt plaats wanneer plots vulkanische gassen vrijkomen die continu door een vulkaan worden uitgestoten en zich gedurende vele jaren in die diepe lagen van een meer hebben opgehoopt.

Hotspotdetectie van lavameeractiviteit bij Kilauea, op 4 september 2022. Het satellietbeeld is afkomstig van Sentinel-2 MSI en komt overeen met een versterkt samengesteld beeld in ware kleur met daaroverheen hotspots.



Samengevat heeft het VERSUS-project de noodzaak onderstreept om lavameren verder te bestuderen, aangezien zij belangrijke informatie verschaffen over magmatische en vulkanische processen, die ons helpen actieve en gevaarlijke vulkanen beter te begrijpen en te volgen.

## Meer

Het Belgische onderzoeksprogramma voor aardobservatie: <https://eo.belspo.be/nl>

Het STEREO-project VERSUS (Open-Vent Volcano Remote Sensing Monitoring Using Spaceborne Imagery): <https://eo.belspo.be/versus>

## Noot

[www.nature.com/articles/s41586-022-05047-8](https://www.nature.com/articles/s41586-022-05047-8)



## De auteur

Dit artikel werd geschreven met de hulp van Benoît Smets, onderzoeker aan het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, afdeling Aardwetenschappen.