Afbeelding 1. | *Gezicht op Saba vanuit het noorden. Let op de steile noordkust en het Het Juancho E. Yrausquin-vliegveld op de uitlopers van een lava flow (links op de foto). (Foto: Cees Timmers Photography www.tvc-advertising.com)*

Nederlandse vulkanen in het Caribische gebied: Saba en St. Eustatius

Pieter Vroon
Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen;
Afdeling Petrologie
Vrije Universiteit Amsterdam
p.z.vroon@vu.nl

Sinds kort bevinden zich in het Koninkrijk der Nederlanden twee actieve vulkanen: Mt. Scenery op het eiland Saba en de Quill op het eiland St. Eustatius. Deze noordelijke eilanden van de Nederlandse Antillen worden samen met Sint Maarten ook wel de "Bovenwindse Eilanden" genoemd (Afb. 2). Ook Sint Maarten is opgebouwd uit magmatische gesteenten, maar deze zijn veel ouder dan die van Saba en St. Eustatius. Wanneer de laatste vulkanische uitbarstingen op deze eilanden plaatsvonden, is niet precies bekend. Waarschijnlijk was de laatste eruptie van Saba net voordat de eerste Europeanen in dit gebied aankwamen (ca. 1700). De Quill op St. Eustatius is nog iets langer niet actief geweest; de meest recent met koolstof-14 gedateerde uitbarstingen zijn waarschijnlijk van 400 na Chr. (Roobol & Smith, 2004). Al is de Quill dan 1.600 jaar niet actief geweest, het blijft een gevaarlijke vulkaan. Immers, ook de vulkaan Soufriere Hills op het naburige eiland Montserrat werd in 1995 weer actief na een rustige periode van bijna 400 jaar. De eilanden Saba en St. Eustatius worden sinds 2006 in de gaten gehouden door seismometers van het KNMI.

Afbeelding 2. | *Kaart van de Kleine Antillen Boog. Aangepast en vereenvoudigd van Roobol & Smith (2004).*

De Kleine Antillen Boog

Saba en St. Eustatius zijn eilanden die behoren tot de Kleine Antillen Boog (Afb. 2). Deze eilandenboog ligt ten noorden van Zuid-Amerika en bestaat uit een rij van tien vulkanische eilanden die zich uitstrekken over een lengte van 740 km (van Grenada in het zuiden tot Saba in het noorden). De Kleine Antillen Boog kan opgedeeld worden in een "jonge" en een "oude" boog. De oude boog was actief van het Midden-Eoceen tot het Oligoceen (40-23 miljoen jaar geleden). Op deze oude boog is de huidige actieve, jonge boog gebouwd op de eilanden van Grenada tot Martinique. Ten noorden van Martinique zijn, westelijk van de oude boog, nieuwe vulkanische eilanden ontstaan na een inactieve periode van 2 miljoen jaar. Saba en St. Eustatius maken deel uit van deze nieuwe, westelijke boog. St. Maarten behoort bij de oude Kleine Antillen Boog, die tot het Laat-Plioceen (2,5 miljoen jaar geleden), actief is geweest. De subductie-trog ligt ca. 150 km ten oosten van de actieve jonge boog, en is geheel opgevuld met sedimenten die aangevoerd zijn vanuit Zuid-Amerika (o.a. door de Orinoco-rivier). De sedimenten vormen dikke pakketten in het zuiden, maar zijn slechts enkele honderden meters dik in het noordelijk deel. Tussen de trog en de actieve boog liggen afgeschraapte sedimenten die het accretie-complex vormen. Soms steken deze boven zee niveau uit, zoals bij de Barbados Eilanden (Afb. 2). De Kleine Antillen Boog is ontstaan door westwaartse subductie (met een snelheid van 2,2 cm per jaar) van de Atlantische Plaat onder de Caribische Plaat (Afb. 2).

Afbeelding 3. | *Geologische kaart van Saba, gebaseerd op Defant et al. (2001) en Roobol & Smith (2004).*

Saba

Inleiding

Saba is het meest noordelijke vulkanische eiland van de jonge, Kleine Antillen Boog, en slechts 13 km² groot. Op Saba ligt één actieve vulkaan, de Mt. Scenery. Met een hoogte van 877 m vormt deze het hoogste punt in het Koninkrijk der Nederlanden! De submarine Lumeyes Bank, die 20 km ten noordwesten van Saba ligt, is het meest noordelijke vulkanische gedeelte van de Kleine Antillen Boog. De geologie van Saba is onder andere beschreven door Westerman & Kiel (1961; in dit boek is ook de oude literatuur samengevat), Defant et al. (2001) en zeer uitgebreid door Roobol & Smith (2004).

Geologie en vulkanologie

Het eiland is opgebouwd uit ongeveer 20 andesitische zwelkoepels (Engels: *domes*), met daaromheen afzettingen van pyroklastisch materiaal en enkele lavastromen (Afb. 2). Ook Mt. Scenery (Afb. 1) bestaat uit een complex van zwelkoepels. Verschillende kraters zijn gevonden en onderzocht door Defant et al. (2001). Saba wordt doorkruist door een grote, van noordoost naar zuidwest lopende breuk. Ten noorden van deze breuk liggen vooral oudere pyroklastica; ten zuiden ervan liggen de zwelkoepels en lavastromen (Afb. 1 en 5). Zowel in het zuidwesten als in het noordoosten bevinden zich warmwaterbronnen, met een temperatuur van ca. 40 °C. Gerapporteerde ouderdommen voor verschillende afzettingen zijn 130.000-420.000 jaar (Defant et al., 2001; Roobol & Smith, 2004). De jongste afzetting van het

eiland, heeft een ^{14}C-ouderdom van 280 jaar voor heden. Dat betekent dat de laatste uitbarsting waarschijnlijk rond 1725 heeft plaatsgevonden. De conclusie moet dan ook zijn dat Mt. Scenery nog steeds een potentieel actieve vulkaan is!

Petrologie en geochemie
De lavastromen en pyroklastica van Saba hebben vooral een andesitische samenstelling; basalt, basaltische-andesiet en daciet komen veel minder voor (zie Afb. 4). De gesteenten van Saba hebben een porfierische textuur, met als fenokristen: plagioklaas + clinopyroxeen + amfibool + ijzer-titaanoxide ± kwarts ± olivijn ± orthopyroxeen (Roobol & Smith, 2004). Zowel macroscopisch als microscopisch zijn er veel aanwijzingen voor het mengen van verschillende magma's. Op diverse locaties op Saba worden gebande puimstenen gevonden. Deze bestaan uit donkere en lichtere banden, waarbij de donkere banden vaak een lager SiO_2-gehalte hebben (Defant et al., 2001). Macroscopisch bevatten veel lavastromen ronde mafische insluitsels, die vloeibaar in het moedermagma terecht gekomen zijn. Meestal zijn ze van basaltisch-andesiet samenstelling. In de pyroklastische afzettingen worden blokken gevonden uit de ondergrond van Saba: fossielrijke kalksteen, hoornfels en dieptegesteenten (Roobol & Smith, 2004). De samenstelling van de gesteenten van Saba varieert in SiO_2-gehalte van 49 tot 63%, en valt in het "normale" kalium-veld van Peccerillo & Taylor (1976). De mafische insluitsels hebben relatief lage SiO_2- (en K_2O-)- gehaltes. De vulkanieten van Saba wijken dan ook niet af van die van andere vulkanen van de Kleine Antillen Boog (zie Afb. 5).

Afbeelding 4. | *K_2O-SiO_2 diagram van Saba en St. Eustatius. Gegevens Saba: Defant et al., 2001; gegevens St. Eustatius en alle vulkanen van de Kleine Antillen Boog: http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/. Gesteente-velden van Peccerillo & Taylor (1976). Afkorting: B.A. = basaltische andesiet.*

St. Eustatius

Inleiding
Het eiland St. Eustatius (21 km² groot) ligt 28 km ten zuiden van Saba op het noordelijke deel van een submarien plateau, waarvan ook de eilanden St. Kitts en Nevis deel uitmaken (Afb. 2). De geologie van St. Eustatius is onder andere beschreven door Westermann & Kiel (1961; met samenvattingen van oude literatuur) en Roobol & Smith (2004). Het eiland heeft twee vulkanische gebieden (Afb. 7): de Noordelijke Centra, die niet meer actief zijn (289 m), en in het zuidoosten de Quill-vulkaan (afgeleid van het Nederlandse *kuil*), een stratovulkaan. Deze vulkaan (Afb. 6) is 600 m hoog en heeft een krater met een doorsnede van 800 m. De Noordelijke Centra bestaan uit vijf overlappende vulkanen die opgebouwd zijn uit afwisselende lagen van lavastromen en pyroklastica. De jongste daarvan is het Pisgah Hill-Little-Mountain-Bergje-Dome-complex, met een krater van 880 m in doorsnee. De Quill-vulkaan is echter vrijwel geheel opgebouwd uit pyroklastica.

Geologie en vulkanologie
De inactieve Noordelijke Centra vormden vroeger waarschijnlijk een apart eiland, dat pas later door de afzetting van pyroklastica verbonden werd met de Quill-vulkaan. Men neemt aan dat de Noordelijke Centra het oudste vulkanisme op St. Eustatius vertegenwoordigen, maar precieze dateringen ontbreken. Op basis van archeologisch onderzoek en ^{14}C dateringen denken Roobol & Smith (2004) dat de laatste erupties van de Quill-vulkaan rond 250-370 jr. na Chr. plaatsvonden. Dit zou betekenen dat St. Eustatius nog steeds een (potentieel) actieve vulkaan bezit.

Petrologie en geochemie
De lava's van St. Eustatius vertonen niet de afgeronde mafische insluitsels van Saba, maar bevatten zogenaamde *cumulaat*-insluitsels. Deze zijn hoekig, en

Afbeelding 5. | *Het Juancho E. Yrausquin-vliegveld op Saba heeft de kortste landingsbaan voor commerciële vliegtuigen. Dit vliegveld is gebouwd op de lavastroom die in blauw zijn aangegeven op afbeelding 3.*
(Foto: Cees Timmers Photography www.tvc-advertising.com)

Afbeelding 6. | *De vulkaan "The Quill" op St. Eustatius (Foto: Walter Hellebrand).*

bevatten veel grotere kristallen dan de mafische insluitsels. Ze bestaan voornamelijk uit plagioklaas, amfibool en oxiden. De pyroklastische afzettingen van de Quill-vulkaan bevatten naast deze cumulaat-blokken, ook stukken van groene, door metamorfose omgezette vulkanische gesteenten en vulkanoklastische sedimenten. Daarnaast komen ook fossielrijke kalkstenen voor.

De Noordelijke Centra zijn opgebouwd uit olivijn/pyroxeen-houdende andesieten en pyroxeen/hoornblende andesieten, beide met een porfierische textuur (Westermann & Kiel, 1961). De gesteenten van de Quill-vulkaan bestaan uit basalten, basaltische andesieten, andesieten, dacieten en ryolieten (zie Afb. 4). Andesieten zijn de meest voorkomende gesteenten (Roobol & Smith, 2004). De vulkanieten van de Quill-vulkaan hebben een porfierische textuur, met als fenokristen: plagioklaas + orthopyroxeen + clinopyroxeen + ijzer-titaan-oxide ± olivijn ± amfibool (Roobol & Smith, 2004). Net als op Saba, wijken de vulkanieten van St. Eustatius niet erg af van andere vulkanieten van de Kleine Antillen Boog m.b.t. hun kaliumgehalte (zie Afb. 4).

Afbeelding 7. | *Geologische kaart van St. Eustatius, gebaseerd op Roobol & Smith (2004).*

Nawoord

Na de uitgebreide studies van Westerman & Kiel (1961) en Roobol & Smith (2004) over de geologie en vulkanologie van Saba en St. Eustatius, ligt er een goede basis om de magmakamerprocessen in deze vulkanische centra verder te onderzoeken. Als eerste zijn hier nieuwe dateringen nodig, om vast te stellen hoelang het vulkanisme op deze eilanden al aan de gang is, en wat de frequentie van de uitbarstingen is. Verder is het voor de bevolking van Saba van belang om uit te zoeken hoeveel schadelijke gassen er dagelijks worden uitgestoten. Dit kan door middel van het meten van bijvoorbeeld zwaveldioxide-concentraties in gaswolken m.b.v. satellieten, en door het onderzoeken van smelt-insluitsels in mineralen.

LITERATUUR

Defant, M.J., Sherman, S., Maury, R.C., Bellon, H., de Boer, J., Davidson, J. & Kepezhinskas, P., 2001. **The geology, petrology, and petrogenesis of Saba Island, Lesser Antilles. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 107: pp. 87-111.**

Peccerilo, A. & Taylor, S.R., 1976. **Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol., v. 58: pp. 63-81.**

Roobol, M.J. & Smith, A.L., 2004. **Volcanology of Saba and St. Eustastius, Northern Lesser Antilles. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen), Amsterdam. 320 pp.**

Westermann, J.H. & Kiel, H., 1961. **The Geology of Saba and St. Eustatius with notes on the geology of St. Kitts, Nevis, and Montserrat (Lesser Antilles). Foundation for Scientific Research in Surinam and the Netherlands Antilles, Utrecht. 175 pp.**