

Micromineralen van de Azoren - de oogst van 2023

Henk Smeets

In mei 2023 zijn we met vier vrienden een week op mineralenjacht naar São Miguel geweest, het grootste eiland van de Azoren eilandengroep. In dit artikel wordt kort ingegaan op de geografische en geologische aspecten van de eilanden en de fenomenale landschappen die te bewonderen zijn, alvorens de belangrijkste mineralenvindplaatsen worden beschreven en de vondsten getoond.



AFB. 1 | LAGOA DO FOGO, MEER IN DE CALDERA VAN ÁGUA DE PAU IN HET CENTRALE DEEL VAN SÃO MIGUEL.



AFB. 2 | SITUERING VAN DE AZOREN (BRON: EARTHMAGAZINE.ORG).

AFB. 3 | SÃO MIGUEL (BRON: EARTHMAGAZINE.ORG).

De eilanden

Met recht zou men mogen zeggen dat hier de term “in the middle of nowhere” van toepassing is. De Azoren zijn gesitueerd in de Atlantische Oceaan, met Portugal – waartoe de eilanden behoren – als dichtstbijzijnde vasteland op 1600 km in het oosten, Newfoundland in Noord-Amerika in het westen op 2500 km. Naar het noorden ligt Groenland op 3900 km, en naar het zuiden is er geen vasteland meer tot Antarctica op 13500 km.

De archipel maakt deel uit van de Mid-Atlantische Rug, min of meer op het kruispunt van drie verschillende continentale platen. De Noord-Amerikaanse Plaat in het westen en de Euraziatische Plaat in het oosten zijn de oorsprong van de hele Mid-Atlantische Rug, maar hier komt ook de Afrikaanse Plaat in het zuidoosten om de hoek kijken.

De complexe interactie tussen de drie continentale platen is de oorzaak van het ontstaan en de onregelmatige ligging van de Azoren, geschat op ongeveer 36 miljoen jaar geleden. In tegenstelling tot bijvoorbeeld de Hawaï-eilanden komen hier geen klassieke subductiezones voor. Het vulkanische karakter van de eilanden is ontstaan door een combinatie van plaattektoniek, waarbij breukzones en rifts een rol spelen, en een onderliggende hotspot die zorgt voor vulkanische activiteit.

De archipel bestaat uit negen eilanden, plus een fors aantal onderwater vulkanen, in een gebied van ongeveer 450 km van oost naar west.

De hoogste berg van de archipel, met de top op 2351 meter, ligt op het eiland Pico en is tevens de hoogste berg van Portugal. De laatste vulkaanuitbarsting vond plaats in 1957-1958 op het eiland Faial. Hoewel dat relatief recent is, is er sindsdien geen significante vulkanische activiteit meer geweest die een directe dreiging vormt. In het oosten ligt het eiland São Miguel, het grootste en meest bevolkte eiland van de Azoren. De auteur heeft dit eiland in 2007 en in 2023 bezocht, en alle minerale vondsten in dit artikel komen van dit eiland.

São Miguel

Het grootste eiland van de Azoren, met de hoofdstad Ponta Delgada, is 60 km lang en 10 tot 15 km breed. Het eiland wordt gedomineerd door de vulkaan Água de Pau, die nabij het geografische centrum ligt. In het midden van de caldera ligt het Lagoa do Fogo – in goed Nederlands het Vuurmeer. De twee belangrijkste mineralogische hotspots bevinden zich op de flanken van Água de Pau. Er is nog een



AFB. 4 | BEGROEIDE HELLINGEN VAN EEN OUDE CALDERA IN HET SETE CIDADES VULKAANCOMPLEX IN HET WESTEN VAN SÃO MIGUEL.



AFB. 5 | PANORAMISCH UITZICHT VANAF BOCA DO INFERNO OP EEN MEER IN EEN OUDE CALDERA, MET OP DE ACHTERGROND NOG EEN GROTER MEER IN HET SETE CIDADES VULKAANCOMPLEX IN HET WESTEN VAN SÃO MIGUEL.

derde interessante vindplaats, vooral bekend om zijn olivijnkristallen, namelijk het strand van Mosteiros aan de uiterste westkant van het eiland.

São Miguel is landschappelijk werkelijk een lust voor het oog. Uitermate groen, met bomen en boomvarens die indrukwekkend hoog zijn, en met overal uitgesproken getuigen van de vulkanische oorsprong in de vorm van zichtbare overblijfselen van oude caldera's.

De mineralenvindplaatsen

De twee belangrijkste vindplaatsen bevinden zich op korte afstand van elkaar aan de noordwestzijde van de vulkaan Água de Pau. De eerste is Vale das Lombadas, een natuurlijke formatie in de vorm van een vrij diepe vallei, onderdeel van de rivierbedding van de Ribeira Grande ("grote rivier"). De vallei is geheel per auto vanuit het noorden te bereiken via een smalle, maar verharde bergweg (Afb. 6). Aan het einde van de weg kan worden geparkeerd bij een stel vervallen gebouwen, die ooit dienstdeden als waterbottelarij.

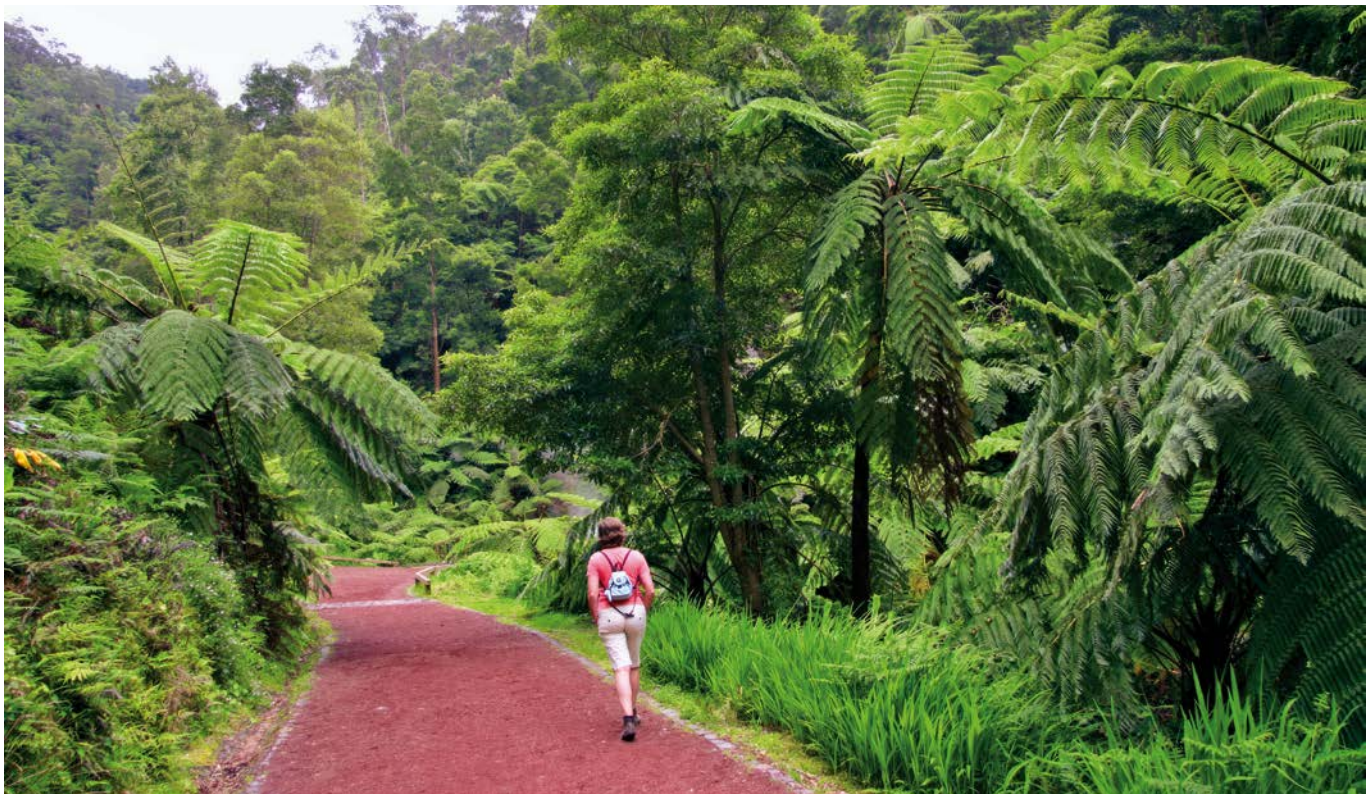
De andere vindplaats is een actieve steengroeve, Pumice Quarry, die naast puimsteen vooral basalt exploiteert (Afb. 9). De groeve is eveneens vanuit het noorden te bereiken. Beide keren, zowel in 2007 als in 2023, werd bij de ingang vriendelijk en onmiddellijk toestemming gegeven om naar mineralen te zoeken, maar toegang is altijd afhankelijk van de goedkeuring van de exploitant.



AFB. 6 | VALE DAS LOMBADAS, TOEGANGSWEG.

In beide vindplaatsen is het basisgesteente voor de verzamelaar van micromineralen niet interessant. Er dient gezocht te worden naar xenolieten, brokken van vreemd gesteente die in het omringende vulkanische gesteente zijn ingesloten, in dit geval brokken van syeniet. Deze zijn niet gemakkelijk over het hoofd te zien, want behalve dat ze goed herkenbaar zijn, zijn ze ook in overvloed aanwezig. Bovendien bevatten ze bijna allemaal gewilde micromineralen.

Syeniet is een granitoïde met een verhouding van alkali-veldspaat tot plagioklaas van 65 tot 90% en minder dan 5% kwarts. Naarmate het kwartsgehalte toeneemt, gradeert syeniet naar graniet. Graniet is zeer hard vanwege het hoge



AFB. 7 | WEELDERIGE NATUUR IN NATUURRESERVAAT CALDEIRA VELHA IN CENTRAAL SÃO MIGUEL.

kwartsgehalte, terwijl syeniet, door het nagenoeg ontbreken van kwarts, veel zachter en brokkeliger is. Dit heeft als voordeel dat er veel ruimte is voor de vorming van vrijstaande kristallen, maar tegelijkertijd als nadeel dat het conserveren van de micromineralen bepaald geen sinecure is. Het vinden van de syenieten is meestal eenvoudig, met brokken die variëren van enkele centimeters tot een halve meter.

Mineralen van Água de Pau

De huidige lijst van mineralen in Mindat.org voor het gebied van Água de Pau bevat 74 verschillende species, waarvan 4 typelokaliteit-mineralen. Het is vrijwel onmogelijk, hoe rijk de syenieten ook zijn, om ze allemaal te vinden, omdat een groot deel ervan uitermate zeldzaam is.

De gepresenteerde vondsten, in alfabetische volgorde, betreffen uitsluitend het resultaat van onze expeditie in 2023, aangevuld met enkele exemplaren die de auteur via ruilen heeft verkregen. De afmetingen van bijna alle mineralen zijn minder dan een millimeter, hetgeen betekent dat de correcte identificatie een andere benadering vereist dan bij grotere stukken. Geijkte methoden zoals het bepalen van hardheid, dichtheid of streepkleur zijn onmogelijk toe te

passen. De identificatie, behalve via formele analyse, vraagt om andere kennis en een andere manier van waarnemen. Zeer belangrijk is allereerst de precieze beschrijving van de vindplaats, de mogelijke paragenese, de kleuren en hun nuances, en boven alles de kristalvorm en de zichtbare eindvlakken. Zonder die laatste is visuele inschatting geheel onmogelijk.

“De belangrijkste vindplaatsen bevinden zich op de vulkaan Água de Pau.”

Als voorbeeld de vergelijking tussen twee op elkaar lijkende mineralen (Afb. 12 en 13) die niettemin visueel kunnen worden onderscheiden aan de hand van hun kristaltekening (de specifieke manier waarop kristalvlakken en -randen zichtbaar zijn). Beide specimens hebben dezelfde kleur en zijn beide langwerpig, en lijken op het eerste gezicht veel op elkaar. Maar de eindvlakken zijn duidelijk verschillend, waardoor de kristaltekening uitsluitsel geeft.



AFB. 8 | VALE DAS LOMBADAS.



AFB. 9 | PUMICE QUARRY, OVERZICHT.



AFB. 10 | PUMICE QUARRY, MINERALOGISCH INTERESSANTE HELLING.



AFB. 11 | SYENIET-BROK, CA. 15 CM LANG.

De vondsten

Aegirien - $\text{NaFe}^{3+}\text{Si}_2\text{O}_6$

Aegirien is een van de meest voorkomende mineralen ter plaatse. Het mineraal behoort tot de pyroxeen-groep, tot de klinopyroxeen subgroep om precies te zijn. De flesgroene kleur is typerend. Het vormt meestal kristalgroepjes, die vaak nogal warrig zijn, maar nagenoeg altijd met goed ontwikkelde kristallen, hetgeen de identificatie relatief eenvoudig maakt.

Aenigmatiet - $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_5\text{TiSi}_6\text{O}_{20}$

Água de Pau produceert meerdere mineraal-species die zwart van kleur zijn, veelal vlak bij elkaar voorkomen, en derhalve moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn. De kristalvorm en de verticale streping zijn kenmerken van aenigmatiet wanneer de kristallen dik zijn (Afb. 16). Aenigmatiet is een inosilicaat, waarvan de kleur bij slankere kristallen, meestal gegroepeerd in bosjes, minder zwart is en meer naar roodbruin neigt (Afb. 17).

Arfvedsoniet - $[\text{Na}][\text{Na}_2][\text{Fe}^{2+}_4\text{Fe}^{3+}]\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

De kristalvlakken van arfvedsoniet kunnen variëren van eenvoudig (Afb. 18) tot complex (Afb. 19), maar zijn meestal, vanwege de goed ontwikkelde kristallen, goed waar te nemen en te identificeren. Arfvedsoniet behoort tot de amfibool supergroep.

“De kristalvorm en de streping zijn kenmerken van aenigmatiet wanneer de kristallen dik zijn.”

Astrophylliet - $\text{K}_2\text{NaFe}^{2+}_7\text{Ti}_2\text{Si}_8\text{O}_{26}(\text{OH})_4\text{F}$

Astrophylliet is meestal uiterst klein, maar is niettemin relatief eenvoudig te vinden vanwege de oranje tot oranje-bruine kleuring op de meestal witte achtergrond. De kristalletjes kunnen er naaldvormig uitzien, maar onder sterke vergroting zijn ze steeds latvormig, enkelvoudig (Afb. 20) of in groepjes voorkomend (Afb. 21).

Bastnäsiet Groep - $(\text{Ce}/\text{Nd}/\text{Y}/\text{REE})(\text{CO}_3)\text{F}$

Het specimen op de foto was de enige vondst van dit mineraal in het materiaal van 2023. Het is licht gecorrodeerd, maar is wel een goed voorbeeld van de neiging van bastnäsiet om stapels van zeskantige plaatjes te vormen, die de hexagonale structuur weergeven. Bastnäsiet is een REE-mineraal, het bevat derhalve zeldzame aarden. Zonder formele analyse is niet vast te stellen welke dat precies is, vandaar de groepsbenaming en de algemene formule.

Chevkiniet-(Ce) - $\text{Ce}_4(\text{Ti},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+})_5\text{O}_8(\text{Si}_2\text{O}_7)_2$

Net zo zwart als meerdere andere zwarte mineralen ter plaatse, maar duidelijk herkenbaar aan de hand van de kristalvlakken en, als specifiek kenmerk, de heel hoge glans. De identificatie was niet alleen mogelijk op basis van de kristaltekening, maar mede aan de hand van een REM-foto op Mindat.org. Chevkiniet is eveneens een REE-mineraal, maar hier komt voor zover bekend alleen de Ce-variant voor.

Chiappinoiet-(Y) - $\text{Y}_2\text{Mn}(\text{Si}_3\text{O}_7)_4$

Een van de vier typelokaliteit mineralen van Água de Pau is chiappinoiet-(Y). Het is uitermate zeldzaam; zo zeldzaam dat het wereldwijd alleen van hier bekend is. Hoewel de kristalvorm eigenlijk onmiskenbaar is – zie de tekening ter illustratie – blijft het een educated guess of de identificatie van dit specimen op basis van visuele waarneming inderdaad geheel correct is. Eigenlijk zou het formeel geanalyseerd moeten worden, maar aangezien deze de enige vondst was is opoffering ter analyse te veel gevraagd.

Fergusoniet-(Y) - YNbO_4

Oranje tot gele langwerpige, dubbeleindige kristallen met de vorm van een spoel: dan is maar één benaming mogelijk: fergusoniet-(Y). In de Eifel komen ze op sommige plaatsen ook voor en dan zien ze er precies hetzelfde uit. Er zijn drie varianten van fergusoniet bekend, naast de Y-variant ook de Ce- en de Nd-variant, maar hier is tot nu toe alleen fergusoniet-(Y) gevonden.

Ferro-katophoriet - $\{\text{Na}\}\{\text{CaNa}\}\{\text{Fe}^{2+}_4\text{Al}\}[(\text{AlSi}_7)\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

Katophoriet is lid van de natrium-calcium amfibool subgroep, met Fe^{2+} dominant, vandaar de benaming ferro-katophoriet. Naar alle waarschijnlijkheid is het overgrote deel van alle amfibolen hier ferro-katophoriet, maar niettemin zijn goede kristallen eerder zeldzaam. Het meeste amfibool-materiaal bestaat uit onregelmatig gevormde en vervormde stukjes.

Fluornatropyrochloor - $(\text{Na},\text{Pb},\text{Ca},\text{REE},\text{U})_2\text{Nb}_2\text{O}_6\text{F}$

Zonder meer het meest voorkomende mineraal in zowel Vale das Lombadas als in de Pumice Quarry is fluornatropyrochloor.

AFB. 12 | AEGIRIEN, BB 0,5 MM, MET INZET: KRISTALTEKENING (BRON: MINERALIENATLAS.DE).

AFB. 13 | ARFVEDSONIET, 0,5 MM HOOG, MET INZET: KRISTALTEKENING (BRON: MINERALIENATLAS.DE).

AFB. 14 | AEGIRIEN, BB 2 MM.

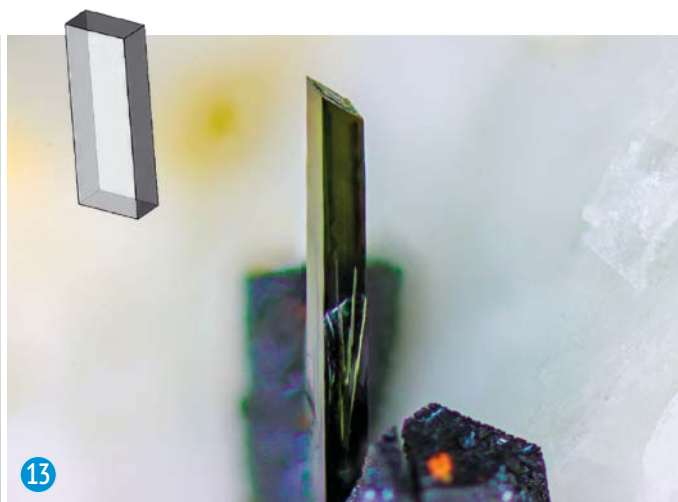
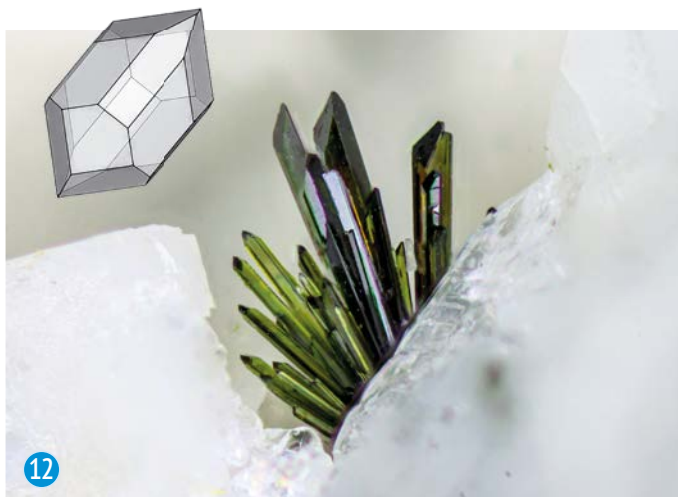
AFB. 15 | AEGIRIEN, BB 1 MM.

AFB. 16 | AENIGMATIET, BB 2 MM, DIK-PRISMATISCH KRISTAL MET TYPISCHE VORM EN VERTICALE STREPING.

AFB. 17 | AENIGMATIET, BB 2 MM, AGGREGAAT VAN DUN-PRISMATISCHE KRISTALLEN.

AFB. 18 | ARFVEDSONIET, KRISTALLEN 0,4 MM HOOG.

AFB. 19 | ARFVEDSONIET, KRISTAL 0,4 MM HOOG.



pyrochloor. Letterlijk in elk stukje matrix zitten een aantal van deze kristallen. Meestal losse kristallen, soms in groepjes van enkele exemplaren. In kleur variërend van geel tot dieprood, hoogglanzend, en nagenoeg altijd onbeschadigd – ze zijn waarlijk een lust voor het oog. Er wordt nog een tweede pyrochloor-variëteit gevonden, te weten fluorcalcipyrochloor, maar die is veel zeldzamer en meestal onogelijk.

Fogoiet-(Y) - $\text{Na}_3\text{Ca}_2\text{Y}_2\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{OF}_3$

Fogoiet-(Y) is het tweede typelokaliteit mineraal en net zo zeldzaam als chiappinoiet-(Y) want ook alleen van hier

bekend. De naam verwijst uiteraard naar het Lagoa de Fogo. Ondanks de zeldzaamheid zijn fogoiet-kristallen eenvoudig te herkennen: het zijn roomwitte tot bleekgele, platte

AFB. 20 | ASTROPHYLLIET, KRISTAL 0,4 MM HOOG, OP VOET VAN AMFIBOOL.

AFB. 21 | ASTROPHYLLIET, KRISTALGROEPJE 0,3 MM BREED.

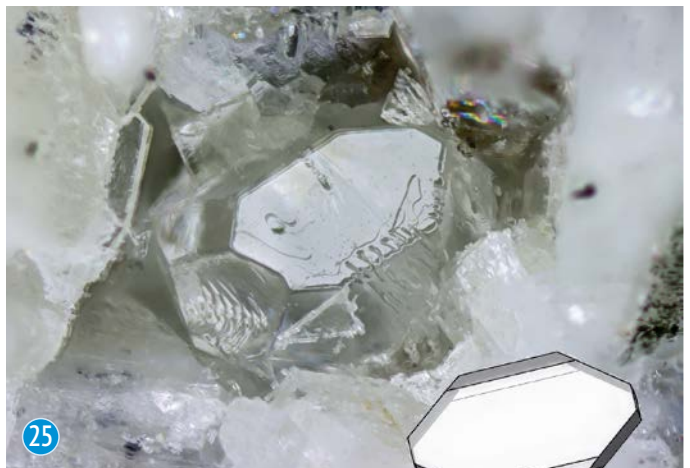
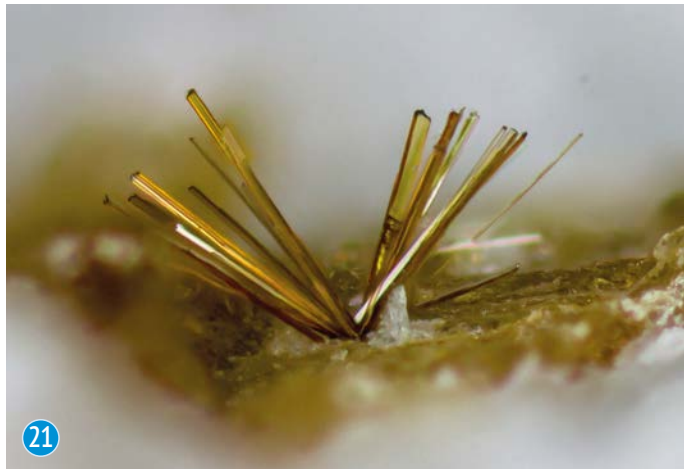
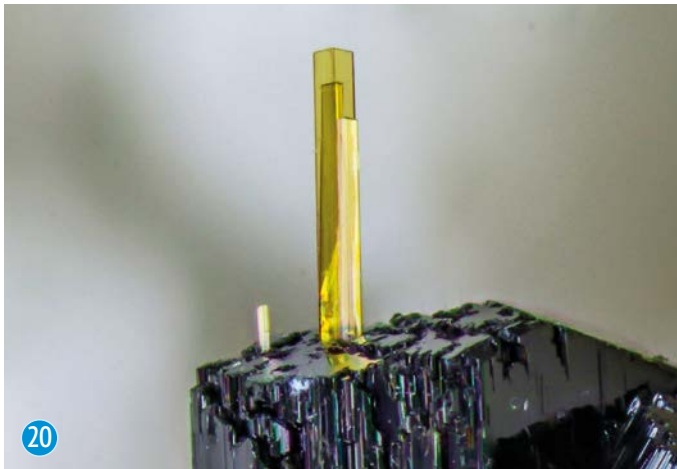
AFB. 22 | BASTNÄSIET GROEP, BB 0,5 MM.

AFB. 23 | CHEVKINIET-(Ce), BB 0,5 MM.

AFB. 24 | CHEVKINIET-(Ce), BB 0,5 MM.

AFB. 25 | CHIAPPINOIET-(Y), BB 0,6 MM,

MET INZET: KRISTALTEKENING (BRON: MINERALIENATLAS.DE).



latvormige kristallen die met niets anders te verwarren zijn. Tot dusverre zijn ze alleen gevonden in Vale de Lombadas, en (nog) niet in de puimsteengroeve. Er is geen andere REE-variant van bekend.

AFB. 26 | FERGUSONITE-(Y), KRISTAL 0,2 MM HOOG.

AFB. 27 | FERRO-KATOPHORiet, KRISTAL 0,4 MM HOOG.

AFB. 28 | FERRO-KATOPHORiet, BB 3 MM.

AFB. 29 | FLUORNATROPYROCHLOOR, KRISTAL 0,2 MM BREED.

AFB. 30 | FLUORNATROPYROCHLOOR, KRISTAL 0,2 MM BREED.

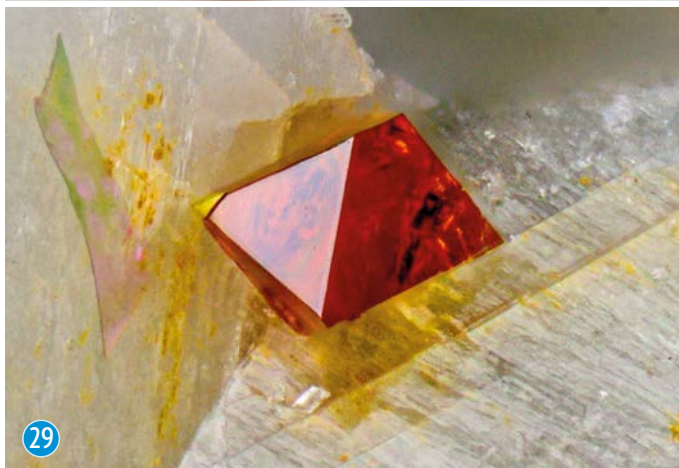
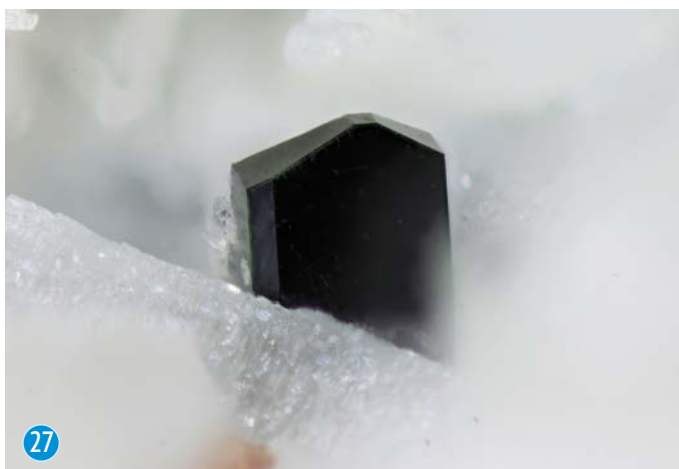
AFB. 31 | FLUORNATROPYROCHLOOR OP AMFIBOOL, KRISTAL 0,5 MM BREED.

Hematiet en ilmeniet – Fe_2O_3 en $Fe^{2+}TiO_3$

Ilmeniet en hematiet lijken veel op elkaar, en normaal gesproken zijn ze niet gemakkelijk uit elkaar te houden. Maar hoewel hematiet hier ook voorkomt, is ilmeniet veel overvloediger vanwege het veel aanwezige titanium. Het is vrij veilig om het exemplaar in Afb. 36 als ilmeniet te beschouwen – met grote waarschijnlijkheid in plaats van absolute zekerheid.

Klinopyroxeen subgroep – $ADSi_2O_6$

Pyroxenen zijn een enorme groep die twee subgroepen bevat met verschillende kristalstructuren. Orthopyroxenen,



de kleinste subgroep, zijn orthorhombisch, terwijl klinopyroxenen, de veel grotere groep, monoklien zijn. De variatie in kristalvormen is enorm.

Het kristal van Afb. 36 is onmiskenbaar monoklien, derhalve een klinopyroxeen.

Lorenzeniet - $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_9$

Langwerpige kristallen, veelal in een radiaalstralige samenstelling, in een typische roestbruine kleur: lorenzeniet is de enige kandidaat. Verwarring met iets anders is niet aan de orde.

Molybdeniet - MoS_2

Molybdeniet komt nagenoeg overal ter wereld in dezelfde vorm voor: als dunne, gebogen, onregelmatige,

AFB. 32 | FLUORNATROPYROCHLOOR OP AMFIBOOL, KRISTAL 0,5 MM BREED.

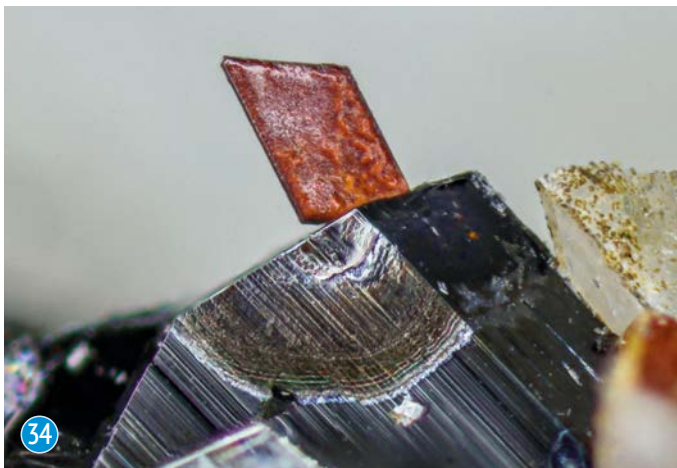
AFB. 33 | FOGOJET-(Y), KRISTAL 1 MM HOOG.

AFB. 34 | HEMATIEET OP AMFIBOOL, KRISTAL 0,3 MM HOOG.

AFB. 35 | ILMENIET, KRISTAL 0,4 MM BREED.

AFB. 36 | KLINOPYROXEEN SUBGROEP, KRISTAL 0,3 MM HOOG, MET ASTROPHYLLIET OP AMFIBOOL.

AFB. 37 | LORENZENIET, BB 1 MM.



hoogglanzende, metaalgrijze lamellen. De kristalstructuur van molybdeniet is hexagonaal, maar daadwerkelijk als hexagonaal herkenbare kristallen zijn relatief zeldzaam. Zo ook hier.

AFB. 38 | MOLYBDENIET, BB 1 MM.

AFB. 39 | PETARASIET, KRISTAL 0,4 MM LANG,
MET INZET: KRISTALTEKENING (BRON: MINERALIENATLAS.DE).

AFB. 40 | SANIDIEN, KRISTAL 4 MM HOOG.

AFB. 41 | STEACYIET, BB 0,4 MM.

AFB. 42 | TITANIET, KRISTAL 0,5 MM HOOG.

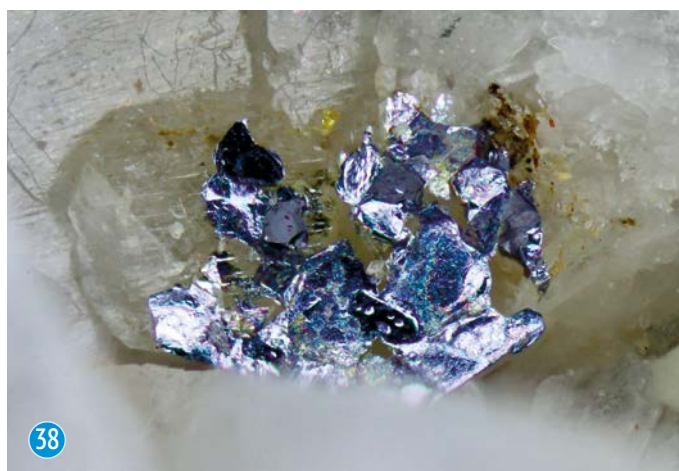
AFB. 43 | TITANIET, KRISTAL 3 MM BREED.

Petarasiet - $\text{Na}_5\text{Zr}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{Cl},\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Petarasiet is een van de zeldzaamheden ter plaatse. We hebben er slechts een enkel exemplaar van gevonden, en dan ook nog een niet bijzonder mooi of scherp afgetekend kristal. Niettemin is er geen twijfel over de identificatie: de kleur, de opaciteit en de enigszins afgeronde vorm zijn karakteristiek. Bovendien doorstaat het kristal de toets der kristaltekening.

Sanidien - $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$

Op veel andere vindplaatsen van micromineralen in vulkanisch gesteente, bijvoorbeeld de Eifel of de vulkanen van





AFB. 44 | ZIRKON, KRISTAL 0,4 MM BREED.

Toscane, komt sanidien heel veel voor en is vaak de matrix. Op de Azoren zijn goede kristallen niet gemakkelijk te vinden. Het kristal op de foto is gekleurd door ijzer, sanidien is in principe kleurloos.

Steacyiet - $\text{Th}(\text{Ca},\text{Na})_2\text{K}_{1-x}\text{Si}_8\text{O}_{20}$

Tot nu toe zijn van de Azoren vier verschillende thorium-mineralen bekend, daar is steacyiet er een van, naast thoriëet, turkestaniet en huttoniet – ter plaatse allemaal zeer zeldzaam. De identificatie van steacyiet is duidelijk genoeg: kleurloze tetragonale kristallen, die nauwelijks met iets anders te verwarren zijn. Het uiterlijk zoals op Afb. 41 is typisch voor de vindplaatsen hier.

“Zirkoonkristallen zijn hier niet zeldzaam, maar zijn niet eenvoudig te ontdekken.”

Titaniet - $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$

Hoewel titanium een overvloedig aanwezig bestanddeel is van het gesteente, zijn titanietkristallen niet zo wijdverspreid als men wellicht zou verwachten. Goede kristallen zijn niet overdadig aanwezig. Ze komen voor in verschillende habitus, zoals titaniet dat overal doet. De kleur varieert van lichtgeel tot oranjebruin, tegen een meestal lichte achtergrond, en dat helpt om ze te ontdekken en te identificeren.

Zirkoon - $\text{Zr}(\text{SiO}_4)$

Zirkoonkristallen zijn hier niet heel zeldzaam, ze bevinden zich meestal in gezelschap van pyrochloor en astrophylliet, maar zijn niet eenvoudig te ontdekken. Ze zijn



AFB. 45 | ZIRKON, KRISTAL 0,4 MM BREED.

nagenoeg altijd wit en een enkele keer enigszins gelig. Gezien de veelal witte matrix vraagt het vinden ervan om goed speurwerk, wat het kristal in Afb. 45 een hele goede vondst maakt. De identificatie is dan wel meestal relatief eenduidig: de kristallen zijn bijna altijd ontwikkeld volgens het boekje.

Verantwoording

De identificatie van de gepresenteerde vondsten op basis van voornamelijk visuele kenmerken is geheel de verantwoordelijkheid van de auteur, waarbij dank op zijn plaats is voor de ondersteuning en adviezen van meerdere collega's.

Alle foto's zijn van mijn hand en zijn terug te vinden op mijn website www.tomeikminerals.com.

Contact Henk Smeets: info@tomeikminerals.com

Bronnen

Chiappino, L., Astolfi, M., Bracco, R., Marchesini, M., Selmi, P. (2015) *I minerali del Vulcano di Fogo (Água de Pau), São Miguel, Azzorre, Portogallo*. *Rivista Mineralogica Italiana*: 39(4): 220-250

Chiappino, L., Kampf, A., Alves, P., Astolfi, M., Fretti, G. (2017) *Mineralien aus dem Vulkanmassiv “Água de Pau” von der Insel São Miguel, Azoren, Portugal (I)*. *Mineralien-Welt*: 28(1): 80-93

Chiappino, L., Kampf, A., Alves, P., Astolfi, M., Fretti, G. (2017) *Mineralien aus dem Vulkanmassiv “Água de Pau” von der Insel São Miguel, Azoren, Portugal (II)*. *Mineralien-Welt*: 28(2): 18-28

Ternes, B. (1999) *Mineralien von der Azoreninsel Sao Miguel (Portugal)*. *Lapis*: 24(1): 20-24; 37-42