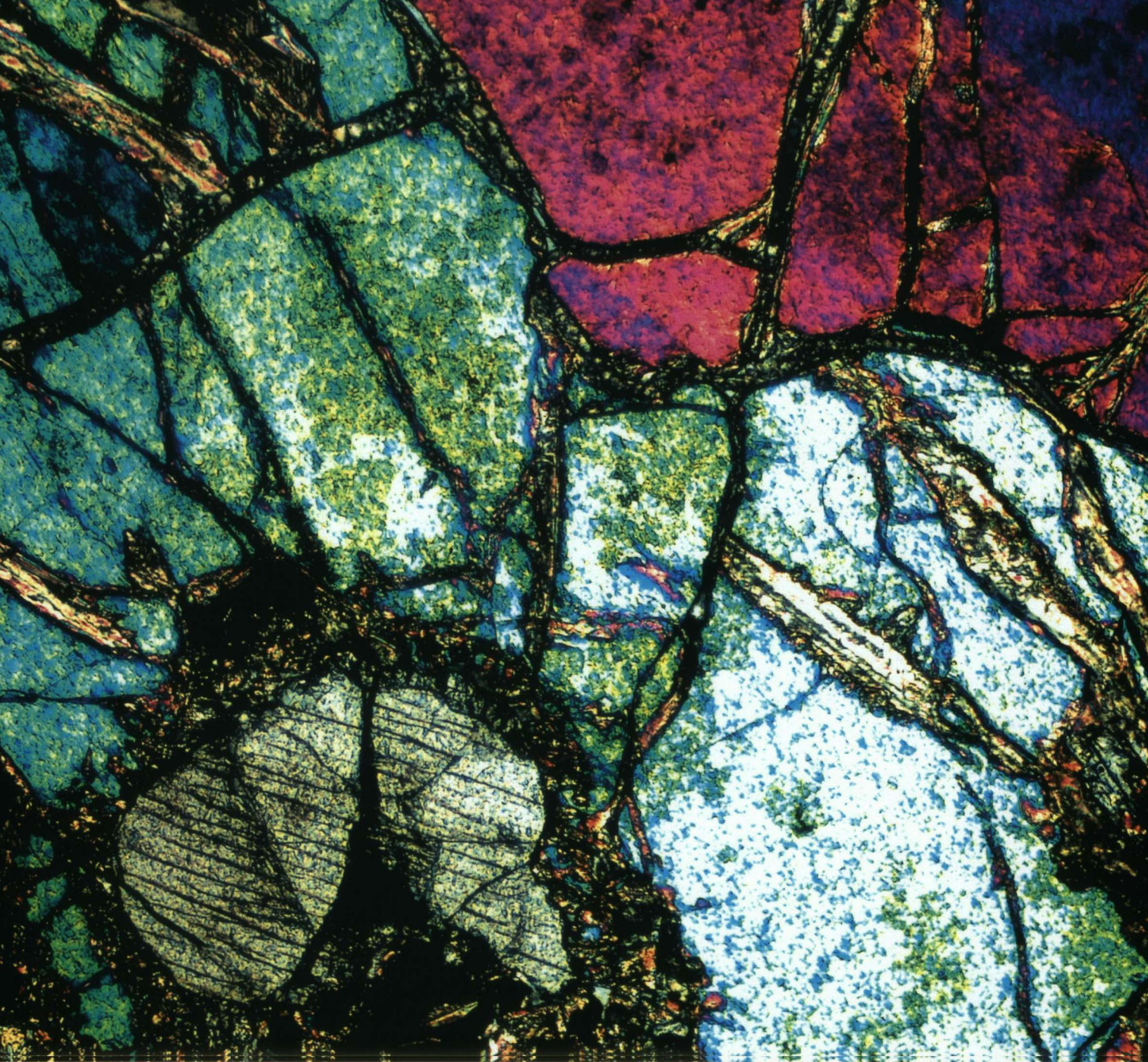




Gesteenten uit vulkanen

PETER VENEMA
MAGNOLIASTRAAT 20
7552 AX HENGLO (Ov.)
PV.AGV@PLANET.NL

Op dit moment zijn er enkele honderden min of meer actieve vulkanen op aarde, elk met hun eigen karakteristieke lava's en eruptiva. Als je dat gegeven terug-extrapoleert naar de afgelopen honderden miljoenen jaren, begrijp je dat het aantal verschillende vulkanische gesteenten onnoemelijk moet zijn. Ook de naamgeving van dergelijke gesteenten is dus een uiterst ingewikkelde zaak. Zie – in combinatie met dit artikel – ook het “Overzicht van de vulkanieten” elders in dit nummer.

Het is mijn bedoeling om in deze bijdrage een eenvoudig beeld te schetsen van de verschillende gesteenten die door vulkanisme het aardoppervlak hebben bereikt. Het betreft niet alleen *vulkanieten* (uitvloeiingsgesteenten), die door stolling van lava zijn ontstaan. Ook gaat het niet alleen over *vulkanische gesteenten*, een begrip dat behalve de vulkanieten ook de gesteenten omvat die bij een vulkaanuitbarsting worden uitgestoten en als *pyroklastica* of *ejecta* te boek staan. Het gaat namelijk tevens over *mantel-* en *dieptegesteenten* die met de lava meekwamen, over *subvulkanische gesteenten* (ganggesteenten) die aanvankelijk het oppervlak niet bereikten, over *sedimenten die door vulkanisme zijn beïnvloed* en over de *veranderingen die vulkanische gesteenten in de loop der tijden hebben ondergaan*. Het is onmogelijk om volledig te zijn. Ik heb me daarom zoveel mogelijk beperkt tot Europa. Alle gesteenten die aan bod komen, zijn door mijzelf verzameld, tenzij anders is vermeld. Ik heb gebruik gemaakt van mijn collectie slijpplaatjes, die vrijwel allemaal zijn gemaakt door Paul van Driest (†).

Veel gesteenten uit vulkanen zien er door hun sombere kleuren niet aantrekkelijk uit. Bovendien is het zonder laboratoriumonderzoek niet altijd mogelijk ze met zekerheid op naam te brengen. Toch gaat er met wat extra aandacht, zeker bij het bekijken van slijpplaatjes door een polarisatiemicroscop, een prachtige wereld voor je open.

Basalt met peridotiet

In gedachten zit ik weer op de rotskust van Lanzarote te genieten van het uitzicht op vulkanen, de indrukwekkende branding en de steenlopers die vlak voor mijn voeten de rotsen afzoeken naar iets eetbaars. Het is hier niet altijd zo rustig geweest. Het basalt waar ik op zit was eens een geweldige hoeveelheid lava die roodgloeiend, stomend en sissend de oceaan in stroomde, zoals nu op Hawaï nog wel gebeurt. Het basalt moet van een enorme diepte afkomstig zijn, want er zitten veel groene of roodbruin verweerde insluitsels in van peridotiet (Afb. 2). De grootste hebben een doorsnede van circa 20 centimeter. Deze insluitsels, ook bekend als "olivijnknollen" of "olivijnnesten", zijn stukjes van de aardmantel die in de lava van een diepte van zo'n 70 km of meer naar het aardoppervlak zijn gestuwd. Op die diepte heerst doorgaans een temperatuur van circa 1.200 °C en een druk van 20 kilobar (2 Gigapascal). Door het hoge smeltpunt van olivijn (ongeveer 1.200 tot 1.900 °C) en de andere mineralen kon de steen in vrij gave toestand het aardoppervlak bereiken. Toch is de lava ontstaan uit een magma van gesmolten peridotiet. Tegenwoordig weet men dat de buitenmantel hoofdzakelijk bestaat uit peridotiet. Dit is een vast dieptegesteente dat voor minstens 90% bestaat uit zware, donkere mineralen, vooral olivijn en pyroxeen. Minstens 40% van de donkere mineralen bestaat uit olivijn. Kwarts en veldspaat ontbreken geheel.

Het slijpplaatje van afbeelding 1 laat een doorsnede zien van zo'n insluitel (xenoliet) in basalt. De vindplaats is helaas onbekend. In dubbel gepolariseerd licht (xpl) is te zien dat het insluitel vrijwel geheel bestaat uit bontgekleurde kristallen van onregelmatige vorm. Deze hele snoepwinkel is van olivijn. De barsten in de olivijnkorrels zijn vaak gevuld met serpentijn: een verweringsproduct. Op de grens tussen de olivijnknol en het omringende basalt is een ander verweringsproduct gevormd: iddingsiet. Dit is een mengsel van verschillende mineralen. Tussen de olivijnkorrels bevindt zich een fijnkorrelig mengsel, dat lijkt te bestaan uit olivijn en serpentijn. Dit is niet altijd aanwezig in peridotiet. Enkele grijze kristallen (in Afb. 1) met dunne evenwijdige slijtingslijnen liggen tussen de olivijnkorrels. Ze kunnen even groot zijn als deze en zijn onregelmatig gevormd. Dit is pyroxeen. Vooral op grond van de interferentiekleuren blijken alle pyroxeenkristallen van enstatiet te zijn. Dit is een orthopyroxeen en dus is de peridotiet een harzburgiet. De volgende typen peridotiet worden namelijk onder meer onderscheiden:

- duniet*: voor 90% of meer olivijn;
- wehrliet*: hoofdzakelijk olivijn en meer dan 5% klinopyroxeen;
- harzburgiet*: hoofdzakelijk olivijn en meer dan 5% orthopyroxeen;
- lherzoliet*: hoofdzakelijk olivijn met zowel meer dan 5% klinopyroxeen als orthopyroxeen.

Peridotietknollen worden behalve in basalt vaak gevonden als vulkanische bommen, bijvoorbeeld bij de Dreiser Weiher in de Eifel. Dit is een verland kratermeer, omringd door tuf en ander uitgeworpen materiaal. De zeer explosieve vulkaan was 12.500 tot 9.000 jaar geleden actief, maar leverde geen lava.

Buiten vulkaangebieden wordt peridotiet aangetroffen op plaatsen waar mantelgesteenten tijdens gebergtevorming omhoog zijn geduwd. Een voorbeeld hiervan is de typelokaliteit van lherzoliet: het Etang de Lers, hoog in de Franse Pyreneeën.

Er bestaan ook uitvloeiingsgesteenten met de samenstelling van peridotiet, bijvoorbeeld *pikriet*. Het zwartgroene gesteente wordt onder andere gewonnen in de groeve Hirzenhain bij Dillenburg en toegepast voor winkelpuien en dergelijke onder de handelsnaam "Hessische Diabaas". In het NGV-boekje "*De geologische stad*" staan verschillende locaties waar dit gesteente is te zien.

Basaniet

Ook het basalt van deze steen (dezelfde als hierboven besproken) is een lust voor het oog (Afb. 3). Het grote aantal kleurige olivijnkristallen valt het eerst op. In de grondmassa springen zwart met wit gestreepte balkjes het meest in het oog. Dit zijn plagioklaaskristallen die kriskras door elkaar liggen en op veel plaatsen stervormige groepjes vormen. Als de polarisatiefilters in dezelfde richting staan (Afb. 4; ppl, licht veld) zien we met moeite de

TOELICHTING BIJ DE AFBEELDINGEN

Alle foto's zijn door mijzelf genomen. De foto's van stenen werden gemaakt met een digitale camera, of in opvallend licht door een stereomicroscop met digitaal foto-oculair. De slijpplaatjes zijn in doorvallend licht door een polarisatiemicroscop met foto-oculair gefotografeerd, met evenwijdige polarisatiefilters (ppl, lichte achtergrond) of met gekruiste filters (xpl, zwarte achtergrond). Bij de stenen is de grootste afmeting aangegeven of de breedte van het beeldveld. Van de microfoto's is de opnamevergroting aangegeven. Omschrijvingen van details die in de afgebeelde slijpplaatjes te zien zijn, vindt men in de tekst.



omtrek van de plagioklaaskristallen, maar des te duidelijker zien we verschil tussen olivijn, met een oranjebruine rand van iddingsiet, en grijze hoekige kristallen met een iets purperen tint. Als de filters worden gekruist (xpl, donker veld) zien we dat ook deze prachtige interferentiekleuren krijgen: violet, donkerblauw, rood, oranje, geel en wit. Dit mineraal is titaanaugiet, een klinopyroxeen. Hoe hoger het titaangehalte is, hoe sterker de purper-tint is in de ppl-stand.

Behalve pyroxeen is steeds een hoeveelheid erts aanwezig. We zien dit erts meestal als pikzwarte ondoorzichtige mineralen. De vele vier- en vijfhoekige kristallen in dit slijpplaatje (Afb. 3 & 4) duiden op magnetiet. In vulkanische gesteenten is ook de magnetiet meestal titaniumhoudend.

Kwarts ontbreekt geheel. Dat is een goede reden om te zoeken naar nefelien of andere foïden (zie de kadertekst "Foïden"). Dat kost altijd wat moeite. In ppl-stand zijn enige tussenruimten vrij egaal wit. Bovendien lijken deze iets lager te liggen dan hun omgeving. Als we deze plek bekijken in xpl-stand kan het zijn dat we een mineraal zien met verschillende grijs tinten, tot zwart toe. Deze veranderen wanneer het slijpplaatje wordt gedraaid. Afhankelijk van de patronen die te zien zijn, de vorm van het kristal en eventuele insluitels, kunnen we uitmaken met welk mineraal uit de foïden-groep we te maken hebben. In dit geval is het nefelien. Dit is van groot belang voor de determinatie.

FOÏDEN

Een lava bevat haast altijd een hoeveelheid bestanddelen waaruit veldspaat kan worden gevormd. Als de lava niet genoeg siliciumoxide bevat om nog meer veldspaten te vormen, is er vaak nog wel genoeg bouw materiaal aanwezig om foïden te laten ontstaan. Deze heten terecht ook wel "veldspaatvervangers". Een andere naam is "veldspatoiden". In elk geval is er in deze situatie nooit genoeg siliciumoxide om als hekkensluiter kwarts te laten kristalliseren. Foïden en kwarts gaan nooit samen. De voornaamste foïden zijn nefelien, leuciet, haüyn, sodaliet, cancriniet, noseaan en analciem. Vaak komen ze naast elkaar voor in dezelfde vulkanische gesteenten.



AFBEELDING 2. | Basalt met peridotietinsluitels, 40 cm. Timanfaya NP, Lanzarote.

Dit basaltachtige gesteente (we hebben het nog steeds over dezelfde steen als die van Afb. 2 t/m 4) bevat als lichte mineralen plagioklaas en nefelien, maar geen alkaliveldspaat. Volgens de huidige normen is het, wanneer het nefeliengehalte 10% tot 60% van de lichte mineralen bedraagt, een tefriet of een basaniet. Het verschil tussen die twee zit in het olivijngehalte. Als dit hoger is dan 5% is het *basaniet*. Een foïd- en olivijnhoudend basaltachtig gesteente wordt ook vaak *alkali-olivijnbasalt* genoemd.

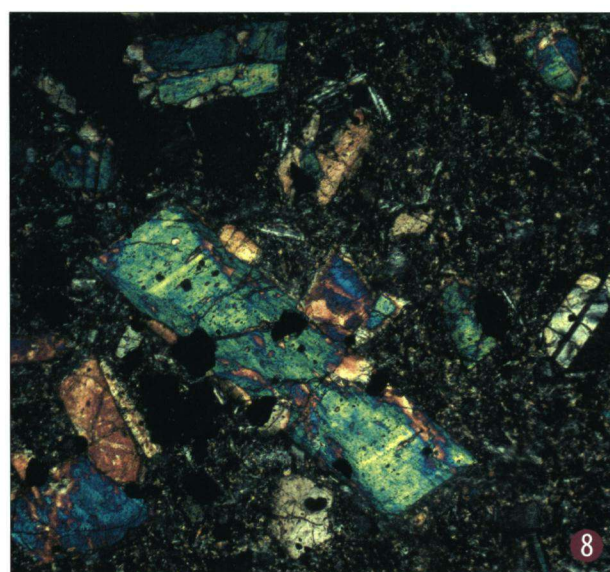
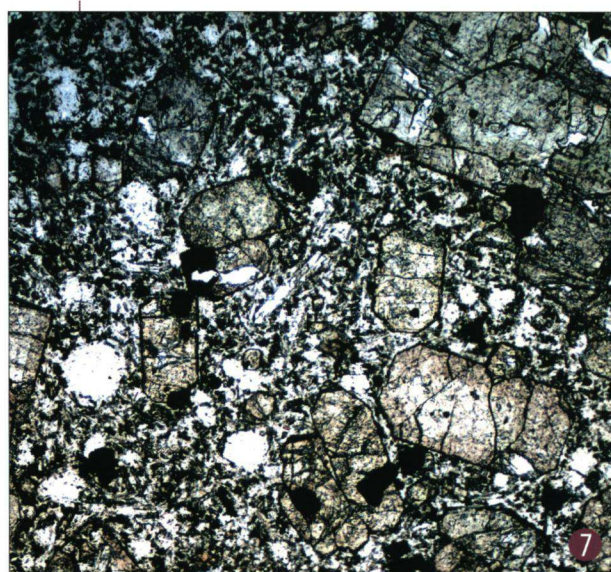
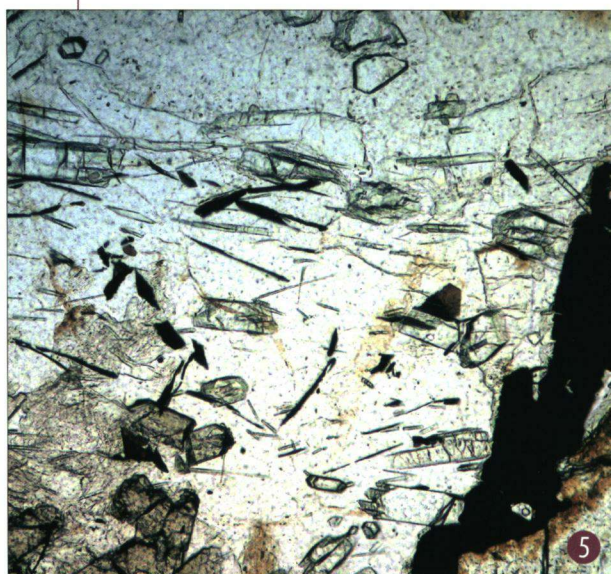
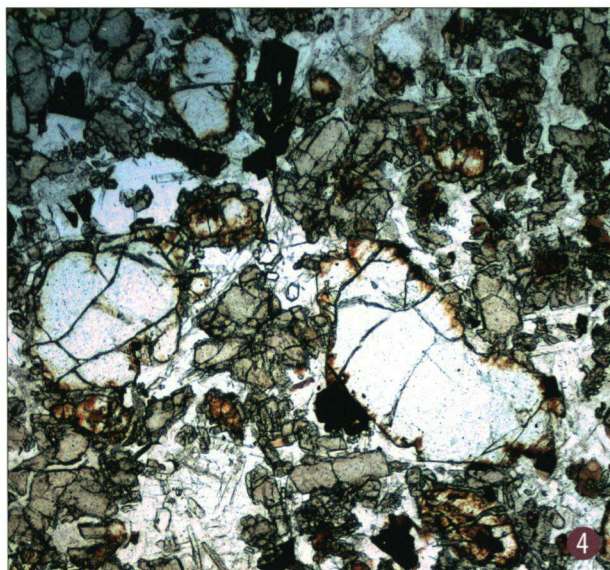
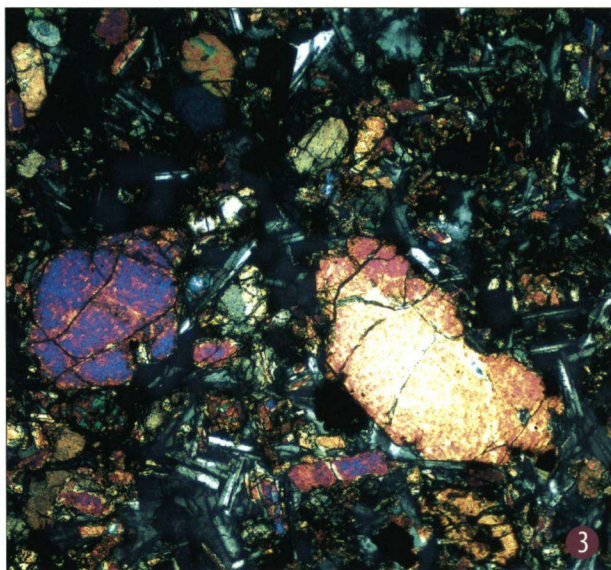
De lava is zo snel gestold dat deze niet volledig kon uitkristalliseren. Op enkele plaatsen ontstond daardoor *vulkanisch glas*. Dit is te zien doordat er in een kleurloze massa kleine kristalletjes en kristalskeletten zweven die microlieten worden genoemd (Afb. 5). Ze liggen in de richting van de stroom, zo te zien. Vanwege dit glas kan het "basalt" aangeduid worden als *hyalobasaniet*.

Volgens de literatuur is *limburgiet* ook een hyalobasaniet. Dit gesteente dankt zijn naam aan de Limberg bij de Kaiserstuhl en komt daar in verschillende lavastromen uit het Mioceen voor. Het verschil met het hierboven beschreven slijpplaatje is, dat de grondmassa van het hele gesteente glazig is. Het is daardoor onmogelijk de samenstelling te bepalen door het tellen van de verschillende mineralen. Het is in zo'n geval noodzakelijk een kwantitatieve chemische analyse uit te voeren en vervolgens te berekenen welke mineralen erin zouden voorkomen als het gesteente uitgekristalliseerd zou zijn. Men zegt dan dat het (gewichts)percentage van die mineralen "normatief" is. Het vulkanisch glas van limburgiet is bruin en niet erg helder, door het grote aantal microlieten (Afb. 6). De olivijnkristallen zijn van buiten roodbruin door iddingsiet en inwendig verbleekt. De randen van de kristallen vertonen vaak diepe inbochtungen, waardoor boeiende vormen zijn ontstaan. Ook de grote kristallen van titaanaugiet maken het tot een aantrekkelijk gesteente. Het verweerde buitenoppervlak bevat vaak veel holten waarin allerlei mineralen kunnen voorkomen, bijvoorbeeld augiet, calciet, dolomiet en allerlei zeolieten, waaronder faujasiet, dat het eerst beschreven werd van de Limberg.

Tefriet

De Kaiserstuhl begon zijn carrière als vulkaan circa 18 miljoen jaar geleden met een enorme explosie, waarna een grote hoeveelheid lava de Rijnvlakte in stroomde en daar stolde tot tefriet. In mijn slijpplaatje van Sasbach zijn afgeronde witte





AFBEELDING 3. | Basaniet (als Afb. 1) 40x, xpl. AFBEELDING 4. | Basaniet (als Afb. 1), 40x, ppl. AFBEELDING 5. | Glas met microlieten in basaniet (als Afb. 2, pag. 318), 100x, ppl. AFBEELDING 6. | Limburgiet, 40x, ppl. Limberg, Kaiserstuhl, collectie Gea Hengelo. AFBEELDING 7. | Leucietefriet, 40x, ppl. Sasbach, Kaiserstuhl. AFBEELDING 8. | Titaanaugiet in leucietefriet (als Afb. 7), 100x, xpl.

kristallen van leuciet aanwezig als foïd (Afb. 7). Olivijn ontbreekt in het plaatje, maar er is wel iets aanwezig in de steen waaruit het plaatje gemaakt is. Ook in dit plaatje komen prachtige kristallen van titaanaugiet voor (Afb. 8).

Tefriet is een uitvloeiingsgesteente met dezelfde samenstelling als het dieptegesteente *essexiet*. Dit gesteente vult de oude kraterpijpen van de Kaiserstuhl waaruit tefriet-lava is gevloeid. Op verschillende plaatsen is *essexiet* ontsloten. Zo is er een verticale *essexietgang* in de fonolietgroeve van de Fohberg, die ook deel uitmaakt van de Kaiserstuhl. Dit bewijst dat de natuur zich soms weinig aantrekt van de door mensen bedachte indeling in dieptegesteenten, ganggesteenten en uitvloeiingsgesteenten.

Fonoliet

De reeds genoemde fonoliet is ook al een foïdhoudend gesteente, maar lijkt niet op basalt. In tegenstelling tot de hiervoor behandelde gesteenten is het licht van kleur, bevat het veel alkali-veldspaat en weinig tot geen plagioklaas. De lava is veel taaier dan een basalt-lava, waardoor fonolietvulkanen vaak een typische bolle vorm bezitten. Het Kaiserstuhlcomplex bevat zeker tien verspreide intrusies van fonoliet, die

ALKALIGESTEENTEN

Basaniet, *essexiet*, tefriet, camptoniet en fonoliet behoren alle vier tot de alkaligesteenten. Deze term wordt gebruikt voor magmatische gesteenten met foïden (en dus zonder kwarts), die veel mineralen bevatten met natrium en/of kalium of andere metalen uit de alkalagroep. Alkaliveldspaat wordt niet meegerekend omdat dit ook in veel kwartshoudende gesteenten voorkomt. Een vreemde redenatie, maar ja. Tot de natrium- of kaliumhoudende mineralen behoren nefelien (Na), leuciet (K), aegirinaugiet (Na) en bruine titaanhoornblende (Na). In verschillende vulkaangebieden komen alkalische uitvloeiingsgesteenten voor, onder meer in de Eifel, Auvergne, Italië en Noorwegen, waarbij het opvalt dat de gesteenten van de Kaiserstuhl veel mineralen met natrium bevatten en die in Italië veel kalium. Alkalische dieptegesteenten zijn over de hele aarde zeldzaam. Daarvoor moet je bijvoorbeeld bij de Kaiserstuhl zijn, in het Oslogebied, het Alnögebied in Zweden, of op het Kola-schiereiland.



AFBEELDING 9. | Fonoliet, breukvlak, 10x. Niederrotweil, Kaiserstuhl.

naar verhouding klein zijn, maar toch een doorsnede hebben van 300 tot 1.300 m. Er zijn enkele grote steengroeves in aangelegd. Deze intrusies leverden verschillende varianten van fonoliet op, zoals *nefelienfonoliet*, *haüynfonoliet* en *wollastonietfonoliet*. Een fonolietgroeve in bedrijf was vroeger aan het geluid te herkennen. Het woord fonoliet betekent “klinksteen” vanwege de heldere klank die de steen geeft als met een hamer op een vrijhangende steen wordt geslagen. Een stuk nefelienfonoliet dat ik verzamelde bij Niederrotweil (Afb. 9) vertoont helderwitte plaatjes van de plagioklaasvariëteit oligoklaas, die omzoomd zijn door een heldere rand van lichtgrijze kaliveldspaat. Bovendien zitten er bolle, donkerbruine kristalletjes melaniet in, een variëteit van granaat met een voorliefde voor fonoliet. Hoe donkerder de kleur is, hoe hoger het titaangehalte.

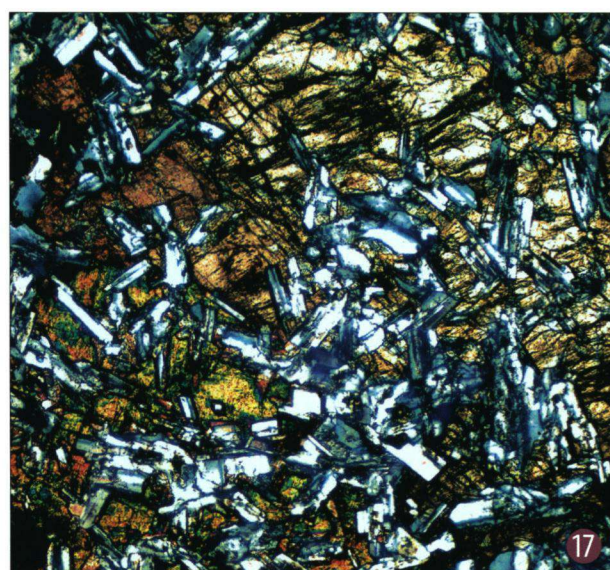
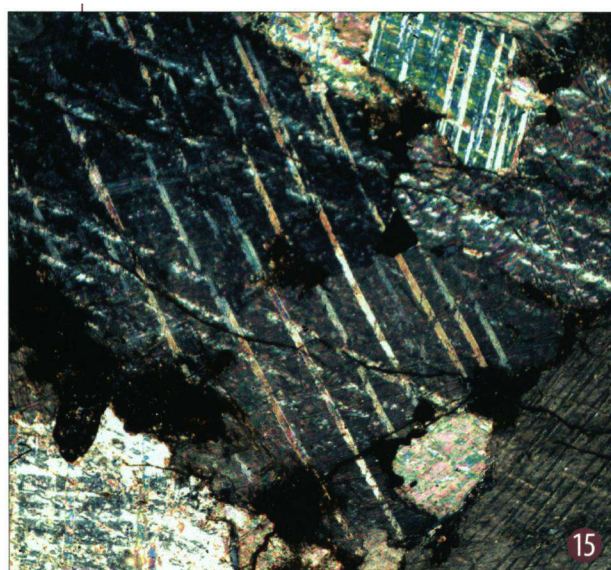
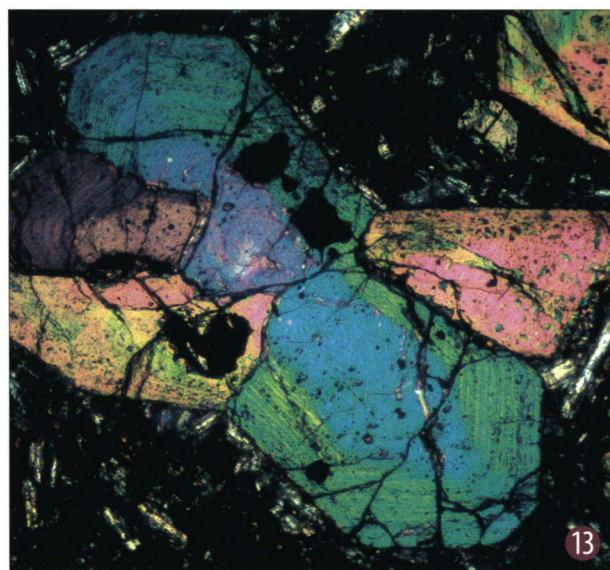
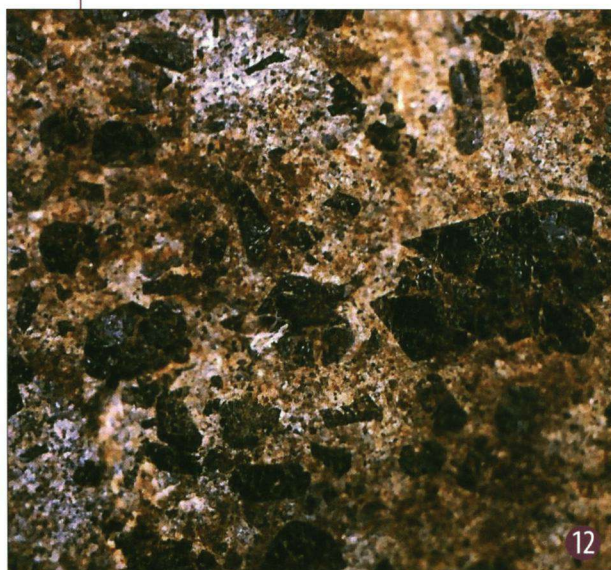
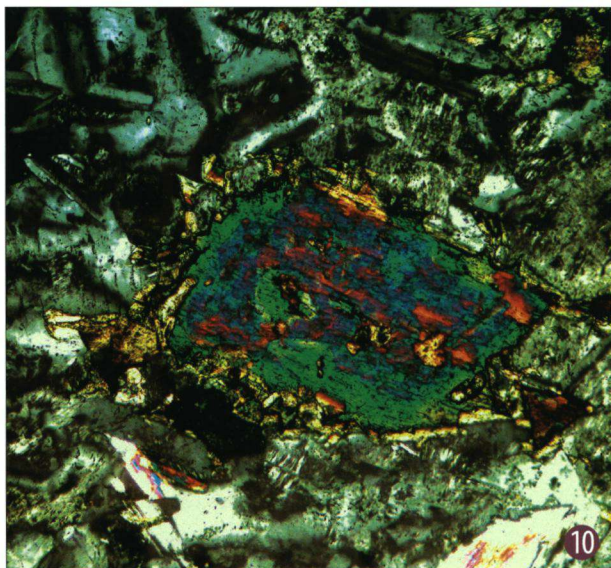
Het slijpplaatje van afbeelding 10 is van wollastonietfonoliet van de Kaiserstuhl, welhaast zeker van de Fohberg. Ik heb het eens gekocht op een studiedag van de NGV. Het bevat onder meer sanidien (een alkaliveldspaat), natroliet (een zeoliet), aegirinaugiet, melaniet en wollastoniet. De foïden zijn blijkbaar omgezet in natroliet, terwijl granaat en wollastoniet in hetzelfde slijpplaatje (Afb. 11) karakteristiek zijn voor metamorfe gesteenten. Het gesteente heeft dus nogal wat veranderingen ondergaan.

Bekende fonolietvulkanen of -gebieden zijn het Ertsgebergte, de omgeving van Teplic in Tsjechië, de Hohentwiel in Hegau (het zuidelijkste deel van Duitsland) en het Italiaanse eiland Ischia. Ook de Vesuvius produceerde fonoliet, blijkens de as waaronder Pompei werd bedolven. In de Eifel bij Rieden bestaat de Oelbrück uit *selbergiet*, een subvulkanisch gesteente met de samenstelling van fonoliet. De naburige Schellkopf bij Brenk leverde eveneens *selbergiet*. Dit porfierische, dichte gesteente heeft eerstelingen van noseaan en sanidien.

Lamprofieren

Van een bruine steen met veel grote augietkristallen (Afb. 12) die ik bij Schelingen (Kaiserstuhl) vond, heb ik een slijpplaatje gemaakt. Aan het porfierachtige karakter was te zien dat het een ganggesteente moest zijn, terwijl de rijkdom aan donkere mineralen deed vermoeden dat het een lamprofier zou kunnen zijn. In de grondmassa met veel veldspaat liggen stervormige groepen titaanaugiet (Afb. 13). Het gesteente heeft dus een glomerofierische textuur. Aan enkele kleine kristallen van bruine titaanhoornblende (barkevikiëet) is te

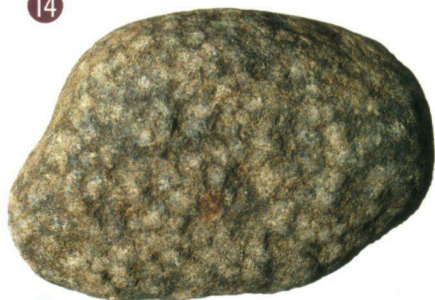




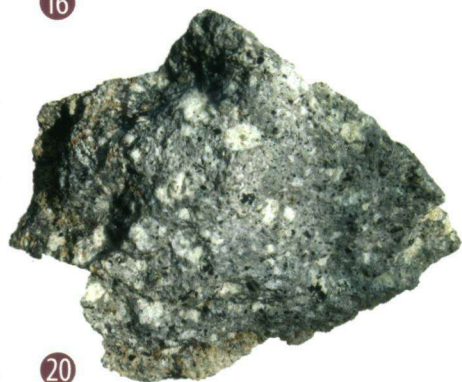
AFBEELDING 10. | Aegirinaugiet in wollastonietfonoliet, 100x, xpl. Kaiserstuhl. AFBEELDING 11. | Wollastoniet in wollastonietfonoliet (als Afb. 10). AFBEELDING 12. | Camptoniet, buitenoppervlak, breedte 2 cm. Schelingen, Kaiserstuhl. AFBEELDING 13. | Titaanaugiet (in het gesteente van Afb. 12), 100x, xpl. AFBEELDING 15. | Calciet (in het gesteente van Afb. 14), 40x, xpl. AFBEELDING 17. | Ofitische textuur van Kinnediabaas. Almelo, Leemslagenplas, 40x, xpl.



14



16



20

AFBEELDING 14. | *Söviet*, 13 cm. Schelingen, Kaiserstuhl.

AFBEELDING 16. | *Kinnediabaas*, 15 cm. Strand van Broager (Den.)

AFBEELDING 20. | *Latiet*, 9 cm. Puy Marie, Cantal, collectie Gea Hengelo.

zien dat het *camptoniet* is, dat inderdaad behoort tot de lamprofieren (zie de kadertekst "Alkaligesteenten"). Verschillende lamprofieren hebben gangen gevormd in de Kaiserstuhl. Als subvulkanieten bleven ze in de vulkaan zitten, tot ze door erosie werden ontsloten.

Carbonatiet

Het meest bijzondere gesteente van de Kaiserstuhl is carbonatiet. Dit mantelgesteente, dat op een diepte van circa 100 km is ontstaan, bestaat voor meer dan 90% uit carbonaat. Meestal betreft het calciumcarbonaat, net als bij gewone kalksteen. Dan wordt het gesteente *söviet* genoemd. De steen die ik bij Schelingen vond (Afb. 14) bestaat

vrijwel helemaal uit calcietskristallen (Afb. 15), maar is doorspekt met groenige blaadjes glimmer (flogopiet). Het oorspronkelijk witte gesteente is geel en bruin verkleurd door ijzeroxide. Met de loop zie je donker roodbruine dubbel-piramide van koppiet, een soort pyrochloor die het element niobium bevat. In de Orberg bij Schelingen werd tot 1952 door IG-Farben carbonatiet gewonnen vanwege het zeldzame niobium. De wereldproductie van niobium is grotendeels afkomstig van carbonatiet. Het meeste wordt gebruikt voor roestvrij staal en de rest voor kernonderzoek, hittebestendige legeringen voor straal- en raketmotoren, supergeleiders en body piercings.

Carbonatiet komt bij mijn weten in Europa alleen voor in het Alnö-gebied in Zweden, het Fen-gebied in Zuid-Noorwegen en de Kaiserstuhl. De *söviet* van Söve, een dorpje in het Fen-gebied, dateert uit het Carboon. Van een vulkaan is daar niets meer te zien. Die van de Kaiserstuhl dateert uit het Mioceen. Hoewel *söviet* al beschreven werd in 1921, is pas na 1950 vastgesteld dat de Kaiserstuhl een carbonatietvulkaan is. Tegenwoordig is er op de hele wereld slechts één actieve carbonatietvulkaan bekend: de Ol Doinyo Lengai in Tanzania (zie de bijdrage van Carla Lagendijk in dit nummer). Deze stoot echter geen *söviet* uit, maar natriumcarbonaat, soda dus! De lava is zo dun als water. Dat daar toch een zeer hoge vulkaan staat, is te danken aan andere gesteenten die bij de erupties werden uitgestoten. Andere typen carbonatiet zijn *alvikiet* (fijnkorrelig calciumcarbonaat), *rauhaugiet* en *beforsiet* (beide magnesiumhoudend, dus dolomietachtig) en ijzerhoudende ferrocarnatieten met ankeriet en sideriet als hoofdbestanddelen. Verschillende typen komen bij elkaar voor.

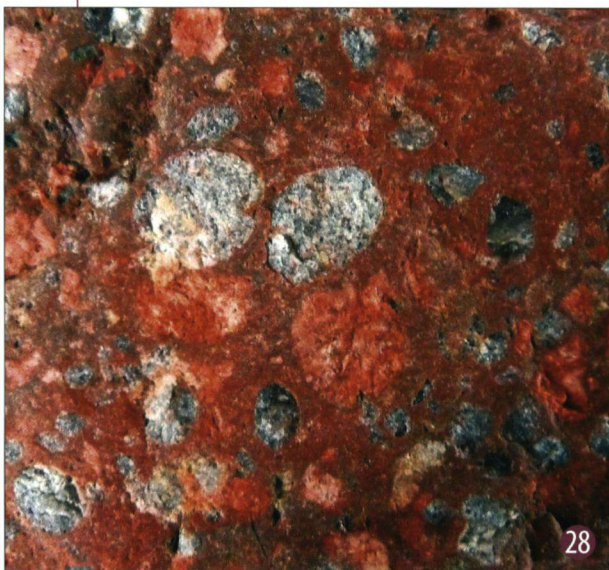
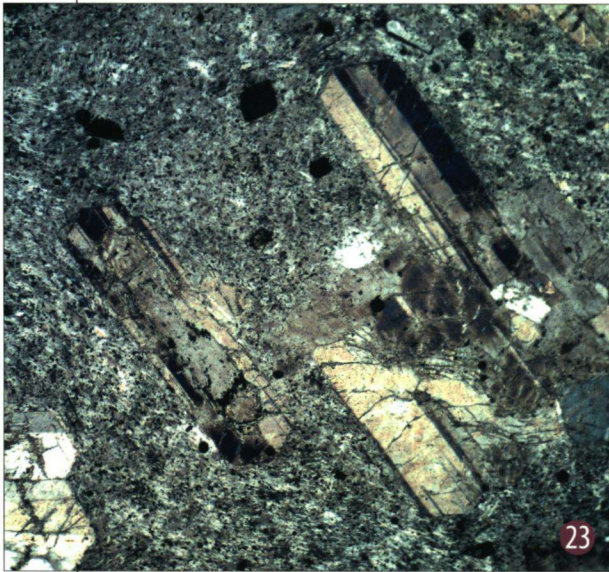
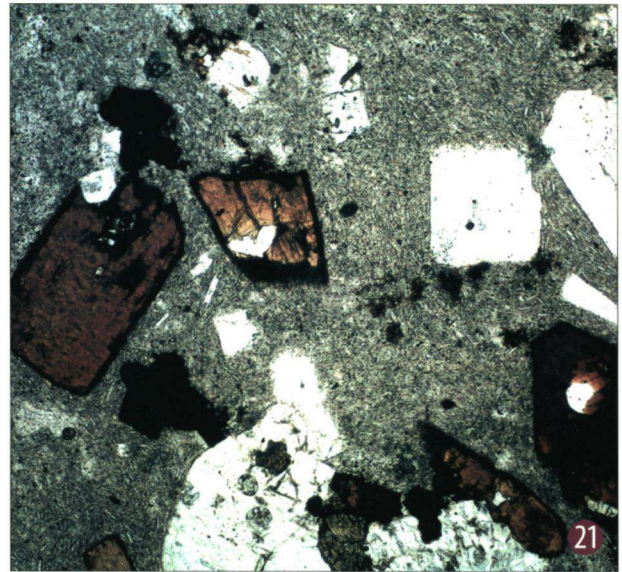
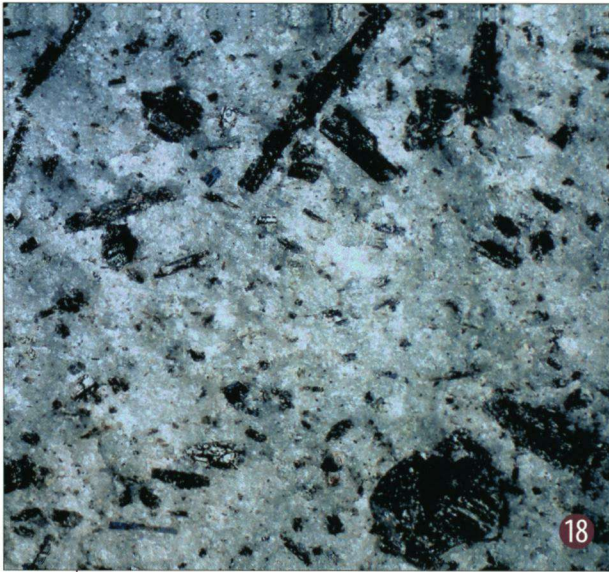
Hoewel carbonatiet niet donker gekleurd is, wordt het toch bij de ultramafische gesteenten gerekend. Het valt daarmee buiten het Streckeisendiagram dat vaak gebruikt wordt voor het indelen van stollingsgesteenten (zie mijn overzicht van de vulkanieten elders in dit nummer). Dit gesteente is echt een buitenbeentje. Men veronderstelt dat het wel gevormd is uit hetzelfde magma als de andere gesteenten van de Kaiserstuhl, maar er moet ergens in de diepte een ontmenging o.i.d. hebben plaatsgevonden, waardoor verschillende lavatypen konden worden gevormd uit één magma met de samenstelling van olivijnnefelinit.

Basalt s. str. (veldspaatbasalt, plagioklaasbasalt, tholeyietbasalt)

Basalt in engere zin (= *sensu stricto* = *s. str.*) bevat hoogstens 10% foiden, of hoogstens 5% kwarts en eventueel enig olivijn. Met moeite vond ik in mijn collectie een basaltachtige steen die aan deze criteria voldoet, wat niet wil zeggen dat zulk basalt weinig voorkomt. Integendeel: *tholeyiet*, bekend van oceanische ruggen, de oceanische korst, en geweldige basaltplateau's, is het meest voorkomende uitvloeiingsgesteente op aarde. In het Zevengebergte bezitten de Petersberg en de Nonnenstromberg basaltkoppen van veldspaatbasalt. De bobbelige steen die hierbij is afgebeeld (Afb. 16) heeft wel de samenstelling van basalt, maar de bouw van het gesteente is anders dan we gewend zijn. Grote pyroxeenkristallen worden soms geheel, soms alleen aan de randen, doorsneden door kriskras liggende plagioklaaskristallen. Deze zijn veel kleiner dan de pyroxenen. De steen heeft dus een ofitische textuur, ook diabaastextuur genoemd (Afb. 17). "Hagelslagtextuur" lijkt me ook een passende term. Deze treft men zowel aan in doleriet (ook vaak diabaas genoemd) waarin de textuur vrij grof is, als in basalt, maar dan is de textuur heel fijn. De steen op de foto mag volgens mij gerust basalt worden genoemd. Het exemplaar is een zwerfsteen en heeft alle microscopische kenmerken van *Kinnediabaas* die door Hesemann wordt vermeld. De frisse olivijnkristallen hebben een olicachtige gele kleur (ppl), wat niet vaak het geval schijnt te zijn bij *Kinnediabaas*.

Kinnediabaas is genoemd naar de hoogte Kinnekulle in Zuid-Zweden, direct ten oosten van het Väner Meer, maar komt ook elders in Zuid-Zweden voor, bijvoorbeeld in Schonen. Wat de ouderdom ervan betreft, zijn mijn informatiebronnen bepaald niet eenduidig: Laat-Siluur (Hesemann, 1935, 1975), Ordovicium (Keienboek, 1986), Cambrium (Hellinga, 1980), 295 miljoen jaar (= Laat-Carboon), 280 m.j., 245 m.j. (= Perm)..... In recente Zweedse publicaties wordt een ouderdom van circa 280 m.j. vermeld. Huckle schreef al in 1967 dat de ouderdom van *Kinnediabaas* en enige andere "postsilurische eruptiva" in





AFBEELDING 18. | Hoornblende-biotiet-andesiet, breukvlak, 10x. Moray, Peru. AFBEELDING 21. | Latiet (als in Afb. 20), 40x, ppl. AFBEELDING 23. | Drachenfelstrachiet, 40x, xpl. Drachenfels bij Königswinter. Collectie Gea Hengelo. AFBEELDING 24. | Drachenfelstrachiet, breukvlak met sanidiënkristallen. 7 cm. Drachenfels bij Königswinter. AFBEELDING 28. | Rode Åland-kwartsporfier, buitenoppervlak, 4 cm. AFBEELDING 29. | Sferolietporfier, 100x, xpl. Pointe d' Arcouest, Bretagne.

Zuid-Zweden lang onzeker was, maar “tegenwoordig” (in 1967 dus) voor “permisch” wordt gehouden. Moet ik me als amateurgeoloog ook nog wijden aan correctieve geschiedenis? De Kinnekulle is geen vulkaan, maar een klein plateau dat slechts 306 m hoog is. Slechts een klein deel van de top is nog bedekt met diabaas, die ooit de veel oudere onderliggende lagen tegen erosie beschermde.

Andesiet. Of niet?

Andesiet lijkt op basalt en komt er in samenstelling zó sterk mee overeen dat beide gesteenten in hetzelfde vak staan in het Streckeisen-diagram. Basalt is het equivalent van het dieptegesteente gabbro, en andesiet dat van dioriet. Het verschil zit in de plagioklaas, die in andesiet een lager anorthietgehalte heeft (dat wil zeggen: minder calcium en meer natrium) dan in basalt. Andesiet heeft vaker een porfierachtig uiterlijk met een dichte of glazige grondmassa en eerstelingen van hoornblende en biotiet. Net als in basalt is ook pyroxen aanwezig. Het is verleidelijk, op de aanwezigheid van hoornblende af te gaan, maar er bestaat pyroxenandesiet en hoornblendebasalt! De kleur wil ook wel eens helpen: andesiet is meestal niet zwart maar grijs, roodachtig, bruin of groenig. Kortom: andesiet is op grond van veldkenmerken niet altijd te onderscheiden van basalt of andere uitvloeiingsgesteenten.

DIABAAS: EEN VERWARRENDE NAAM

Volgens veel boeken is basalt een uitvloeiingsgesteente en diabaas het bijpassende subvulkanische gesteente (ganggesteente). Deze grens is niet scherp. Diabaas kenmerkt zich door een macroscopisch zichtbare oftische textuur maar basalt kan ook oftisch zijn. Tegenwoordig zou je voor diabaas de naam doleriet moeten gebruiken. Hoe is het in de praktijk gesteld?

In Duitsland noemt men nog vaak elke oude basalt een diabaas, of deze nu oftisch is of niet. In Engeland en veel andere landen wordt braaf doleriet gezegd in plaats van diabaas, maar in Amerika piekert men daar niet over. In de zwerfsteenliteratuur en de Scandinavische landen is men erg verknocht aan de term diabaas. Ook het woord doleriet wordt gebruikt in verschillende betekenissen. What is in a name?



AFBEELDING 19. | Muur van andesiet, hoogte circa 2 m. Cuzco, Peru.

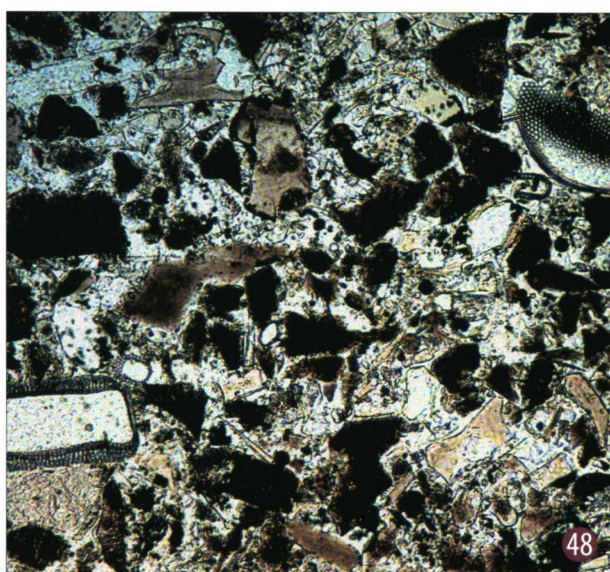
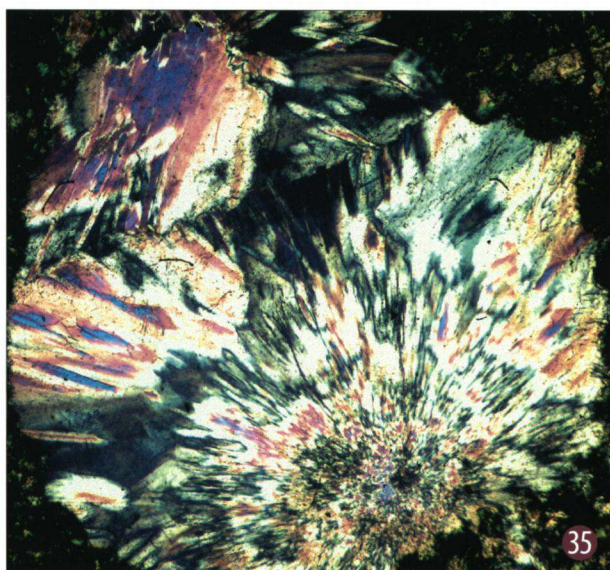
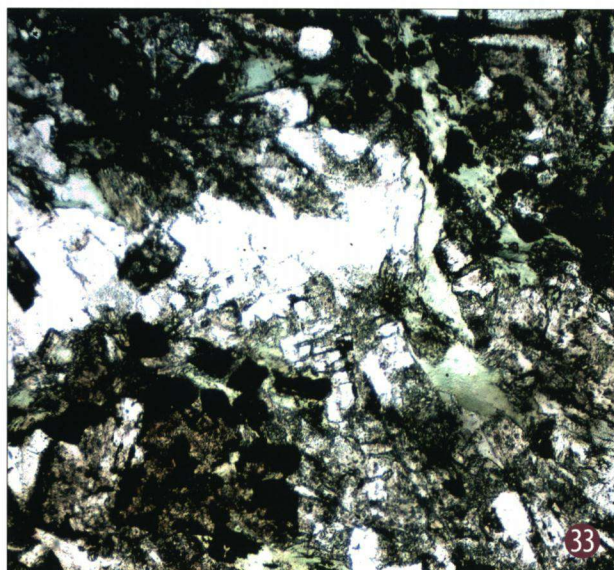
Dat heeft onderzoekers wel eens parten gespeeld. De Wolkenburg in het Zevengebergte zag men vroeger aan voor een andesietvulkaan. Hoewel Frechen in 1962 het gesteente van de Wolkenburg beschreef als trachitische latiet, staat zowel in Fabers “Geologie, de bekoring van het zoeken” (1967) als in de bewerkte versie van Het Keienboek (1987) een doorsnede van de Wolkenburg met andesietkoepel. Op enkele eigentijdse Duitse websites is het al niet beter. Wat Auvergne betreft is het van hetzelfde laken een pak. Het kaartje van de Chaîne des Puys in Gea (35-1, 2002; naar de geologische excursiegids door Peterlongo uit 1973) laat heel wat lavastromen van “andesiet” zien, die op een geologische kaart van 1991 worden aangeduid als trachyandesiet (= latiet), of als leucobasalt (= andesitische basalt).

Andesietvulkanen horen thuis in subductiezones, vooral rondom de Grote Oceaan. Ze vormen daar de “gordel van vuur”. Het gesteente werd dan ook in 1835 door Von Buch genoemd naar de Andes. Ik verzamelde wel enkele rode stukken lava op de helling van de Cotopaxi in Ecuador, maar die kunnen ook van ryoliet zijn, omdat deze vulkaan beide soorten lava produceerde. Hoopgevoller is een steentje van grijze ‘hoornblende-biotiet-andesiet’ (Afb. 18) dat ik vond in de buurt van de cirkelvormige terrassen van Moray in Peru, mogelijk een landbouwproefstation van de Inca’s. De indrukwekkende muren in Cuzco zijn volgens diverse bronnen van andesiet gebouwd. De enorme stenen zouden afkomstig zijn van een steengroeve die circa 35 km ten zuidwesten van Cuzco ligt. In afbeelding 19 is een wereldberoemde bouwsteen te zien, waarvan de omtrek maar liefst twaalf hoeken telt. De stenen passen zonder cement zo volmaakt in elkaar dat er geen mes tussen te krijgen is. Ook is gebleken dat de muren uitstekend bestand waren tegen aardbevingen.

Latiet

Latiet is een intermediair uitvloeiingsgesteente (zie de kadertekst “Felsisch, mafisch of intermediair?”). Het bevat ongeveer evenveel plagioklaas als kaliveldspaat en 0-20% kwarts of 0-10% foïden. Behalve van de zojuist genoemde Wolkenburg in de Eifel is het gesteente onder andere bekend van de Puy Marie in de Cantal. Het bovenste deel van deze spectaculaire stratovulkaan die nu nog een hoogte heeft van 1.850 m (dat was ooit 3.500 m of meer) en een diameter van 70 km, bestaat uit latiet, dat ook *trachybasalt* wordt genoemd. De steen en het slijpplaatje van afbeelding 20 en 21 komen uit een studiecollectie van Gea. Volgens de beschrijving werd ook deze latiet aangezien voor andesiet.





AFBEELDING 33. | *Spiliet*, 40x, ppl. *La Bérarde, Les Ecrins, Frankrijk*. AFBEELDING 35. | *Varioliet*, 100x, xpl. *Vindplaats onbekend*. AFBEELDING 37. | *Plagioklaas in trachybasalt*, 40x, xpl. *Belfahy, Vogezen*. AFBEELDING 48. | *Vulkanische as met mariene kiezelwieren in 'moler'*, 200x, ppl. *Fur, Den*.



AFBEELDING 22. | *Daciet*, 9 cm. *Gorge du Sioule, Auvergne*.



AFBEELDING 25. | *Domiet*, 10 cm. *Puy de Dôme, Auvergne*.

Daciet

Daciet werd in de 19^{de} eeuw genoemd naar de vroegere Romeinse provincie Dacia, nu Zevenburgen of Transsylvanië (in Roemenië) genoemd, waar het overvloedig schijnt voor te komen. Het is een intermediair uitvloeiingsgesteente, dat chemisch overeenkomt met granodioriet. Er is dus meer plagioklaas dan kaliveldspaat in aanwezig, en evenveel kwarts als in graniet. Het is middelgrijs en porfierachtig, waarbij de grondmassa meestal volkristallijn is en soms glasachtig. Daciet is ook te vinden in het Centraal Massief, waarbij speciaal de Puy de Dôme genoemd wordt. Aan de rand van Auvergne, in de Gorge du Sioule, verzamelde ik de steen van afbeelding 22 die ik houd voor een daciet.

Trachiet

Trachiet is even felsisch als fonoliet en licht- tot middelgrijs, gelig of bruinig van kleur. Als alkaliveldspaat komt er veel sanidien in voor. Deze veldspaatvariëteit ontstaat bij zeer hoge temperatuur. Doordat dit mineraal niet erg stabiel is, komt het alleen voor in jonge vulkanieten. Het gesteente is altijd porfierachtig, waarbij de eerstelingen vaak evenwijdig liggen aan de stroomrichting van de lava. Zo'n vloeistruktuur noemt men *trachitisch* (zie Afb. 23). Ook andere uitvloeiingsgesteenten kunnen een trachitische textuur bezitten. Bijzonder is de *Drachenfelstrachiet* met fraaie, dikke tabletten van sanidien (Afb. 24). De Drachenfels ligt naast de Wolkenburg in het Zevengebergte bij Königswinter. Soms worden zwerfstenen van Drachenfelstrachiet tussen het Rijngrind gevonden. Het gesteente is in verschillende



AFBEELDING 42. | Gelaagde afzetting van lapilli, breedte circa 1 m.
El Golfo, Lanzarote.

gebouwen toegepast, waaronder de Koepoort van Zwolle, de Proosdij in Deventer en de hoofdingang van Huis Bergh te 's Heerenberg. Blijkens een artikel van Anderson in Grondboor & Hamer (jrg. 1972, pp. 142-153) maakte men er vroeger ook kanonskogels van.

Dat trachiet er ook heel anders uit kan zien, kun je gewaar worden op de parkeerplaats bovenop de Puy de Dôme bij Clermont-Ferrand. De zeer zachte, verouderde trachiet van deze hoge top bevat veel grove plaatjes biotiet met de kleur van rood koper en oligoklaas in plaats van sanidien (Afb. 25). Deze variëteit van trachiet heeft een toepasselijke naam: *domiet*. In holtes van dit gesteente komt een soort kwarts voor die gevormd wordt bij hoge temperatuur in kiezelzuurrijke vulkanieten. Dat is tridymiet. Doordat trachiet zeer taai vloeibaar is, wordt verondersteld dat het gesteente eens als een punt boven de vulkaan uitstak, zoals ook gebeurde bij de Montagne Pelée op Martinique na de beruchte uitbarsting van 1902.

Ryoliet

Het uitvloeiingsgesteente ryoliet (ook vaak als "rhyoliet" gespeld) is het equivalent van het dieptegesteente graniet. Graniet is ontstaan uit een magma met veel kiezelzuur, waardoor het vrije kwarts bevat, naast plagioklaas en alkaliveldspaat. Aan ryolieten zijn deze bestanddelen niet steeds te zien, omdat ze vaak uit vulkanisch glas bestaan, al of niet met eerstelingen van kwarts of andere mineralen. Zulk glas kan allerlei kleuren hebben, maar het meest bekend is zwarte *obsidiaan*, dat lijkt op glimmend zwarte vuursteen. Het heeft eveneens een schelpachtige breuk en vlijmscherpe randen. Vroeger werd het in vulkaan-gebieden (Afrika, Zuid- en Midden-Amerika) gebruikt voor het maken van werktuigen, op dezelfde wijze als vuursteen in de Steentijd in onze streken (zie de bijdrage van Cees Laban in dit nummer). Het gesteente is in de *Historia Naturalis* door Plinius de Oudere genoemd naar de Romein Obsidius, die het ontdekte in Ethiopië. Toen ik daar kampeerde in het Awash Nationaal Park, vond ik op een zandweg vlak bij elkaar vier stukjes obsidiaan (Afb. 26). Later bleek me dat het werktuigjes waren. Was die oude Romein me toch nog voor geweest! Obsidius had trouwens wel in eigen land kunnen blijven om obsidiaan te vinden. Op de Liparische eilanden komt het namelijk ook voor. *Lipariet* is niet voor niets een andere naam voor ryoliet.

FELSISCH, MAFISCH OF INTERMEDIAIR?

Gesteenten die overwegend bestaan uit licht gekleurde mineralen (veldspaat, foiden, kwarts) noemt men wel felsische gesteenten, terwijl hun tegenhangers, die overwegend bestaan uit donkere mineralen (vooral met magnesium en ijzer), mafische gesteenten worden genoemd. Het percentage donkere mineralen (mafieten) wordt vaak aangegeven met de "color index" of "M". De color index van fonoliet is bijvoorbeeld 0-40 en die van basalt 40-70. Daartussenin liggen de intermediaire gesteenten, waaronder latiet met M = 5-35.



Wie ooit op het eiland Pantelleria komt, ten zuiden van Sicilië, moet er *pantelleriet* kunnen vinden: een ryoliet die naar verhouding rijk is aan natrium en kalium, met eerstelingen van anorthoklaas en enigmatiet. Fijnkorrelige, niet glasachtige ryoliet is onder meer bekend van de Colli Euganei in Padova.

Puimsteen

Op het zojuist al genoemde Lipari wordt ook veel *puimsteen* aangetroffen. Plinius noemde het *pumicis*, mogelijk verwant aan het Latijnse woord voor spuw: *spuma*. Als lava zeer veel stoom en koolzuurgas bevat, wordt de glasmassa schuimig en zeer fijn-vezelig. Puimsteen ligt vaak als een soort schuimlaag op de andere lava. Het spul is zo licht dat het op water blijft drijven, zodat het op stranden wel eens aanspoelt. Doordat het uit glasdraadjes bestaat (Afb. 27) voelt puimsteen scherp aan en wordt het vanouds gebruikt als fijn schuurmiddel. Wie het in Nederland wil bekijken moet zijn blik eens richten op de tufstenen muren van Romaanse kerken. Daar zitten vaak witte insluitels in van puimsteen die zó broos zijn, dat ze met een nagel kunnen worden bekrast. Zie ook afbeelding 47. Meestal heeft puimsteen de samenstelling van ryoliet.

Paleovulkanieten

Oude vulkanische gesteenten zien er door allerlei geologische processen vaak heel anders uit dan jonge. Ze dragen dan ook vaak afzonderlijke namen. Hieronder een aantal voorbeelden van “verouderde” vulkanieten.

Kwartsporfier

Kwartsporfier is de algemene naam voor oude ryoliet. Wie geleerd wil doen, zegt *paleoryoliet*. Tussen de noordelijke en oostelijke zwerfstenen zitten veel kwartsporfieren (zie ook de bijdrage van Harry Huisman in dit nummer). Behalve eerstelingen van veldspaat zitten er ook duidelijke eerstelingen van kwarts in. Aan de vorm van een dubbele piramide is vaak te zien dat ze bij hoge temperatuur zijn ontstaan. Door oplossing zijn de kanten vaak afgerond en bovendien vertonen de kristallen dikwijls diepe inhammen. Enkele mooie,



32



34



36



38



40



41

AFBEELDING 40. | Spoelvormige vulkanische bom, 18 cm. Thueyts, Ardèche.

AFBEELDING 41. | Gneis in vulkanische bom 11 cm. Thueyts, Ardèche.

AFBEELDING 32. | Metabasalt: een groensteen, 11 cm. Les Haudères, Wallis.

AFBEELDING 34. | Varioliet, 5 cm. Antalya, Turkije.

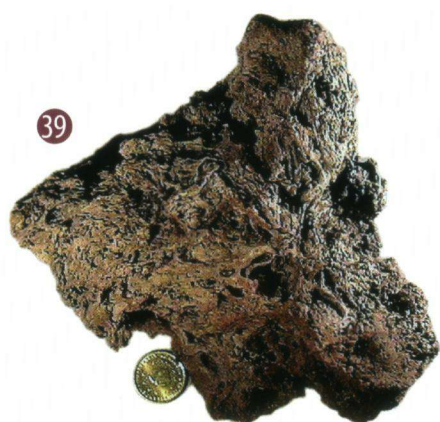
AFBEELDING 36. | Melafier, 15 cm. Fischbach bij Idar-Oberstein.

AFBEELDING 38. | Blok van lapillisteen, 11 cm. Neyrac les Bains, Ardèche.

bekende gidsgesteenten zijn: Rode Ålandkwartsporfier (Afb. 28), de Särna-kwartsporfieren en Påskallavikporfier.

Sferolietporfier

Eventueel aanwezig glas ondergaat bij veroudering aanzienlijke veranderingen. Rondom kleine kerntjes die als kristallisatiepunt dienen, ontstaan radiaalstralige bolletjes van naaldvormige kristallen. Deze heten sferolieten. Zo ontstaat *sferolietporfier* (Afb. 29). Dit is een voorbeeld van ontglazing. Sferolietporfier is als zwerfsteen te vinden, bijvoorbeeld de sferolietporfier



43



44



AFBEELDING 39. | Slakkenbom, 15 cm. Neyrac les Bains, Ardèche.

AFBEELDING 43. | Digerberg-agglomeraat, 10 cm. Oost-Zweden

AFBEELDING 44. | Vulkanische breccie van het Oslogebied, 14 cm. Strand van Noord-Jutland.



AFBEELDING 45. | Lapillisteentussen basalt, breedte circa 1 m. El Golfo, Lanzarote.

van Noord-Zweden of Nahe-sferolietporfier uit Duitsland. Ik trof het ook aan op de Mont Vinaigre, een permische vulkaan in de Estérel, en aan de kust van Bretagne.

Sneeuwvlakobsidiaan (vaak afkomstig uit Mexico of Utah) is een obsidiaan met sferolieten van witte veldspaat. Verouderd obsidiaan bevat vaak water, is vaak donkerbruin en heeft een pekachtige glans. Vandaar de naam *peksteen*. Zowel peksteen als obsidiaan bevatten naast sferolieten vaak bolvormige breuken die er in een slijpplaatje uitzien als cirkels. Zo'n structuur noemt men perlitisch. *Keratofier* is een sferolitische trachietporfier waarbij de veldspaten deels zijn omgezet in albiet. Volgens *Het Keienboek* zou keratofier echter een ryoliet zijn, waarbij Lenne-keratofier, Nahe-keratofier en Thüringerwoud-keratofier genoemd worden.

Rombenporfier, porfiriet en diabaas

De rombenporfier uit het Oslogebied (Afb. 30) is de evenknie van het dieptegesteente larvikiet en eigenlijk een verouderde latiet. Prachtige stukken ervan zijn te vinden op de stranden van Noord-Jutland. Van sommigen mag de naam *porfiriet* niet meer worden gebruikt, maar wie zal het je verbieden? Eenmaal ingeburgerde namen hebben een taai leven. Er wordt doorgaans een verouderd porfierisch andesiet-achtig gesteente mee bedoeld. Het is niet altijd uit te maken of het een paleoandesiet is of iets anders (zie Afb. 31). De *diabazen* die we kennen als noordelijke zwerfstenen, zoals Oeje-diabaas en Åsby-diabaas zijn *paleodolerieten* of *-basalten*. Vroeger werden de verschillende typen als gidsgesteenten beschouwd maar dat is niet meer het geval. Ze ontbreken daarom in de boeken van Zandstra (1988, 1999) maar wie deze mooie zwerfstenen wil leren kennen kan ze nog wel vinden in oudere boeken of op de website www.kristallin.de. Kinne-diabaas wordt nog wel eens als gidsgesteente beschouwd.

Groensteen

Basalten, gabbro's en diorieten worden door veroudering vaak donkergroen. Door metamorfose zijn de veldspaten bij zulke stenen omgezet in albiet en werden er veel groene mineralen gevormd, zoals epidoot, chloriet, prehniet en groene hoornblende, maar ook calciëet en chalcedoon. In het algemeen spreekt men van *groensteen* of gesteenten met de groensteen-habitus (Afb. 32). Hieronder enkele voorbeelden:





AFBEELDING 47. | Tufbreccie met puimsteen, circa 10 cm. Kerkmuur, Deventer.

Spiliet is een groensteen van basalt. Vaak betreft het basalt van de zeebodem, waaronder kussenbasalt. Door plaatverschuiving en subductie zijn zulke basalten soms met de rest van de zeebodem onder continentale platen geschoven, waar ze door hoge temperatuur en druk metamorfose ondergingen. In de loop van miljoenen jaren zijn ze wel eens tijdens gebergtevorming omhoog gewerkt en bijvoorbeeld hoog in de Alpen verzeild geraakt. Ondanks alles bleven de eventuele kussenvorm en het uiterlijk van basalt vaak behouden. Bekend zijn de kussenbasalten bij Zermatt. Zelf vond ik spiliet in het nationaal park Les Ecrins bij La Bérarde in de Franse Alpen (Afb. 33).

Varioliet betekent “pokkensteen” vanwege zijn ronde vlekjes. “*Pareldiabaas*” klinkt heel wat chiquer. Het is oud basaltisch glas (tachyliet) vol kleine bolletjes (Afb. 34). Dit waren dampholten die nu gevuld zijn met veldspaatferolieten, augiet en verschillende andere mineralen (Afb. 35). De vullingen kunnen sterk van elkaar verschillen. De ontglaasde grondmassa heeft het karakter van groensteen gekregen. Het Rijngebied wordt als herkomstgebied aangegeven van de schaarse zwerfstenen van dit materiaal.

Melafier is de bekende oude basalt van Idar-Oberstein (Afb. 36), waar zoveel fraaie goeden van agaat en andere kwartsvariëteiten in zijn gevonden.

Trachybasalt van Belfahy (Afb. 37) laat zien dat er in het Carboon vulkanen waren in de Vogezen. De aanwezigheid van zowel Ca-plagioklaas als sanidien duidt er op dat het ergens tussen trachiet en basalt in zit qua samenstelling.

Vulkanische sedimenten

Pyroklastica en *ejecta* zijn verzamelnamen voor alle gesteenten, grof of fijn, die bij een uitbarsting de lucht in worden geslingerd. Waar zulk materiaal neerdaalt, ontstaan vulkanische sedimenten die *tefra* worden genoemd.

Vulkanische bommen en *blokken* zijn stenen met een doorsnede groter dan 64 mm. De grootste exemplaren zouden op een hunebed niet misstaan. Stenige pyroklasten worden blokken genoemd (Afb. 38), terwijl de bommen ontstaan uit klodders lava, die in de lucht afkoelen en stollen, waarbij ze allerlei vormen kunnen krijgen. Scherpe, grillig gevormde exemplaren noemt men *slakkenbommen* (Afb. 39).

Door de luchtweerstand worden sommige bommen gestroomlijnd, waarbij ze spoelvormig worden (Afb. 40). De zogenoemde *broodkorstbommen* danken hun “knapperige” uiterlijk aan gassen die door spleten konden ontsnappen. In de Ardèche vond ik bommen met grote ingesloten kristallen en zelfs één met een insluitel van gneis (Afb. 41).

Lapilli zijn met afmetingen van 2 tot 64 mm kleiner dan bommen en blokken. Ze kunnen hoekig zijn, maar ook bolvormig.

Vulkanische as is het fijnste materiaal. Het is echter geen echte as, want er heeft geen verbranding plaatsgevonden



26



30



31

AFBEELDING 26. | Obsidiaan, werktuigje, 3 cm. Awash NP, Ethiopië.

AFBEELDING 30. | Rombenporfier, 10 cm. Strand van Noord-Jutland.

AFBEELDING 31. | Oslo-essexietporfiriet, 5 cm. Neuenkirchen, Westfalen.





AFBEELDING 46. | *Lapillituf*
(*Tuffe de Tréguier*),
Sillon de Talbert, Bretagne.

Grove as bestaat uit korrels van 0,06 tot 2 mm en wat nog fijner is heet *fijne as*.

Vulkanische sedimenten zijn vaak gelaagd (Afb. 42) en al of niet samengekit. Uit bommen en blokken kan een *vulkanisch agglomeraat* (Afb. 43) of een *vulkanische breccie* (Afb. 44) ontstaan. Samengekitte lapilli noemt men *lapillisteen* (Afb. 45). Uit mengsels van lapilli en as ontstaan *lapillituf* en *tufbreccie*. De andesitische lapillituf van Tréguier (Afb. 46), die te vinden is op het strand van Bretagne, is een van de oudste gesteenten van Frankrijk, met een ouderdom van 615 miljoen jaar. Het is een prachtige violetbruine steen met centimetergrote accretionaire lapilli. Deze zouden kunnen zijn gevormd in een stroom van vulkanisch materiaal in contact met water, waarbij fijne as in concentrische lagen rondom een natte kern werd afgezet.

De bouwsteen van Romaanse kerken die als tufsteen of duifsteen bekend staat, is een *tufbreccie* (Afb. 47). Zo bestaat de Ettringer tuf uit de Eifel niet alleen uit as, maar ook uit stukjes basalt, puimsteen en dergelijke (zie ook de bijdrage van Jan & Els Weertz in dit nummer).

Tuf

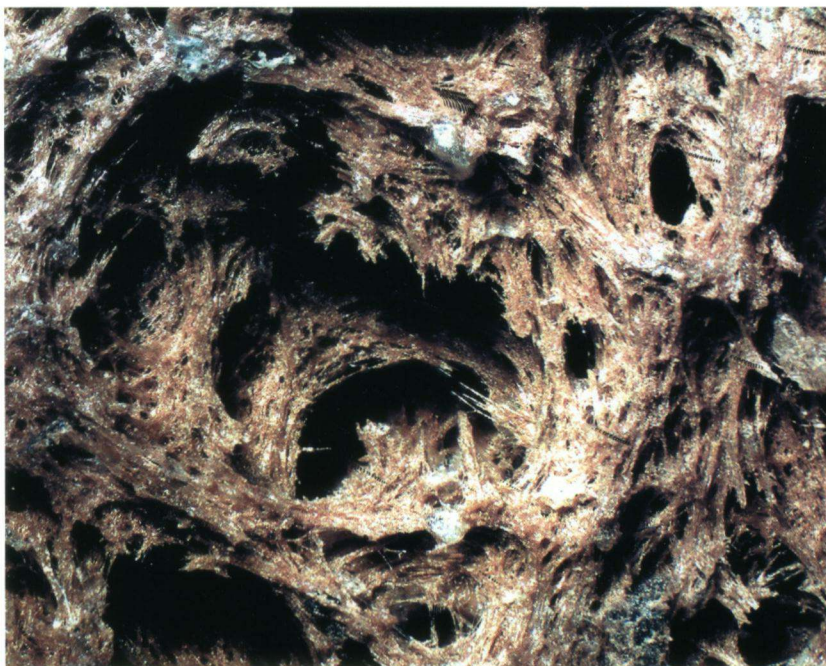
Samengekitte vulkanische as heet *tuf*. Afhankelijk van de aard van het materiaal kan men onderscheid maken tussen *glazige tuf*, *lithische* (= steenachtige) *tuf* en *kristaltuf*, die hoofdzakelijk uit losse kristalletjes bestaat. Heel bijzonder is de vulkanische as die in het Eoceen op de zeebodem is afgezet ter hoogte van het Skagerrak.

Donkere lagen as wisselen hier af met witte laagjes diatomiet, die vrijwel helemaal bestaan uit mariene kiezelwieren (diatomeeën). Deze afzettingen vormen prachtige, hoge kliffen

op de Deense eilandjes Fur en Mors (zie ook de bijdragen van Jelle Talma en Willem Schuurman in dit nummer). Het geheel noemt men de Formatie van Fur. In de afzettingen ontwikkelden zich harde concreties uit dit materiaal plus kalk. Deze heten "*moler*" in het Deens. Behalve tientallen fossiele diatomeeënsoorten zijn er allerlei andere fossielen in gevonden, variërend van vogels tot insecten. Het slijpplaatje van afbeelding 48 toont bruine tot zwarte glazige scherfjes van vulkanische as met de typische vorm van "hyaloklastieten" die in zee is ontstaan en daartussen enkele kiezelwieren.

Ignimbriet

Gassen en water uit de vulkaan kunnen zich vermengen met pyroklastisch materiaal. Vooral wanneer de kraterwand het begeeft, kan bij een eruptie een alles verwoestende gloedwolk ontstaan die razendsnel naar beneden stroomt,



AFBEELDING 27. | *Puimsteen*, 10x. *Cotopaxi, Ecuador.*



AFBEELDING 50. | "*Fiamme*" in ignimbriet, 4 cm. *Sillon de Talbert, Bretagne.*





AFBEELDING 49. | Ignimbriet, 10 cm. Neuenkirchen, Westfalen.



AFBEELDING 51. | Helleflint, 12 cm. Strand van Noord-Jutland.

soms over een afstand van wel 100 km. Een berucht voorbeeld is de “nuée ardente” van de Montagne Pelée. Afzettingen van zo’n stroom noemt men ignimbrieten (Afb. 49). Afgeplatte, gerekte fragmenten van puimsteen of glas zijn zeer karakteristiek. Zo’n fragment heet “*fiamme*” (Afb. 50). Ignimbrieten schijnen alleen voort te komen uit kiezelrijke lava en zijn soms moeilijk te onderscheiden van ryolietlava’s. Zie verder het artikel van Harry Huisman over zwerfsteen-ignimbrieten in dit nummer.

Helleflint

Natuurlijk kunnen ook vulkanische sedimenten metamorfose ondergaan. Als voorbeeld wordt vaak *leptiet* (*leptiniët*) genoemd, dat zowel uit kiezelrijke en intermediaire vulkanische gesteenten, waaronder tuf, kan zijn ontstaan, als uit klastische sedimenten, zoals arkose of grauwacke. Dichte leptieten met splinterige breuk, die iets op vuursteen of hoornsteen lijken, zijn de *helleflinten* (Afb. 51). Ze kunnen allerlei kleuren vertonen en komen onder meer voor in precambrische formaties ten westen van Stockholm. Een bekend gidsgesteente is de helleflint van Dannemora, ten noorden van Uppsala.

Tot slot

Ik hoop dat ik hiermee minder ervaren stenenzoekers een beetje wegwijs heb gemaakt. Onverhoopt kunnen er onjuistheden in dit artikel zijn geslopen, waarvoor bij voorbaat mijn excuus. Ik ben dan echter in goed gezelschap, want zelfs gezaghebbende auteurs op dit gebied sloegen de plank wel eens mis.

ENKELE GERAADPLEEGDE WERKEN

Goër de Herve, A. de (ed.), 1991.

Volcanology of the Chaîne des Puys (met geologische kaart). Parc Naturel Régional des Volcans d’Auvergne, Aydat.

Frechen, J., 1962

Führer zu vulkanologisch-petrographischen Exkursionen im Siebengebirge am Rhein, Laacher Vulkangebiet und Maargebiet der Westeifel. Schweizerbart, Bonn.

Hesemann, J., 1975.

Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

Lijn, P. van der (bewerking G.J. Boekschoten), 1987.

Het Keienboek, 7^{de} druk. Thieme, Zutphen.

MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H. & Guildford, C., 1982.

Atlas of igneous rocks and their textures. Longman, Harlow.

Maresch, W., Medenbach, O. & Trochim, H.D., 1987.

Gesteine. Mosaik Verlag, München.

Mitchell, R.S., 1985.

Dictionary of rocks. Van Nostrand Reinhold, New York.

Mottana, A., Crespi, R. & Liborio, G., 1977.

Thieme’s gids voor mineralen en gesteenten. Thieme, Zutphen.

Schumann, W., 1989.

Stenen en mineralen. Thieme, Baarn.

Tucker, M. E., 1991.

Sedimentary Petrology, 2nd edition. Blackwell, Oxford enz.

Venema, P., 2002.

De Kaiserstuhl en zijn gesteenten. Grondboor & Hamer jrg. 56: pp. 86-97.

Vinx, R., 2011.

Gesteinsbestimmung im Gelände, 3. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Wimmenauer, W., 1985.

Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. Enke, Stuttgart.

Zandstra, J.G., 1988.

Noordelijke kristallijne gidsgesteenten. Brill, Leiden.

Zandstra, J.G., 1999.

Platenatlas van noordelijke kristallijne gidsgesteenten. Backhuys, Leiden.

