

GEDEGEN KOPER IN FONOLIETGLAS

door

G. VAN DER WEGEN

(*N.V. Billiton Maatschappij, 's-Gravenhage*)

Resumé

Au S-W de Tinerhir, dans le Maroc occidental, on trouve des verres volcaniques pris dans des dépôts de tufs. Quelques échantillons de ces verres contiennent du cuivre natif sous forme finement répartie. Les verres sont dus à une activité volcanique d'âge pliocène. Ils sont accompagnés par des laves dont la composition varie entre celle d'une phonolite et celle d'une ankaratrite. Il est probable que le cuivre natif se soit formé lors d'une éruption, laquelle aurait entraîné un fragment de la roche encaissante riche en sulfures de Cu. Sous l'action des gaz ascendants, ces sulfures auraient été réduits en libérant ainsi le Cu-natif.

Beschrijving en voorkomen

Het augustusnummer van „Geologie en Mijnbouw”, 14e jaargang (1952) bevat onder meer een artikel van L. U. DE SITTER, C. M. DE SITTER—KOOMANS en H. HEETVELD, over de fonolieten van de Jebel Saghro (Marokko).

Het geologische kaartje is overgenomen uit dit artikel (fig. 1). Hier is weergegeven de verspreiding van Pliocene fonoliet-lava's en -tuffen, aangegeven in zwart. Het symbool cirkel met punt in het centrum duidt kraterpijpen aan, hetzij met fonolietlava (= neck), ofwel met vulkanische breccie (= diathrema) opgevuld. Een voorbeeld van de laatste is gegeven in hetzelfde artikel, nl. een schets van de Tigouma getekend door H. FUCHTER.

Geheel links op het kaartje, ruim een kilometer ten ENE van Tazlout n'Timezra, vindt men in de steile „face-slope” van een goed gelaagd pakket van Praecambrische conglomeraten en efflata, die men slechts zeer nabij de Tertiaire kraters aantreft, n.l. hoekige componenten van heel verschillende grootte, in een fijnkorreliger tuf. De grove efflata bestaan uit vacuolaire fonolietlava en uit de kraterwand meegesleurde Praecambrische gesteenten. Sommige brokken bezitten duidelijk wrijfkrassen. De vacuolen zijn ten dele opgevuld met zeolieten en omzettingsproducten daarvan. Lava en tuf liggen ter plaatse dooreen. De kraterpijp dagzoomt niet, maar moet vermoedelijk onder het pyroklastische materiaal en het hellingpuin gezocht worden.

Vanaf deze helling breidt zich naar het oosten een vlakte uit, welke voor een deel bedekt is door de opvallend gele tuffen. Dit fijnkorrelige gesteente, waarin men augietkristallen en stukken vulkanisch glas kan vinden, is doorsneden door fonolietgangen met, behalve augiet- en sanidien-eerstelingen, ook idiomorfe biotietkristallen. Vele biotietplaatjes overschrijden de 3 cm.

Er komen lichte en donkere glazen voor. De lichte glazen zijn geelbruin van kleur en zwak doorschijnend. Zij doen denken aan obsidiaan. De donkere stukjes glas zijn donkerbruin tot zwart van kleur en ondoorschijnend. In één

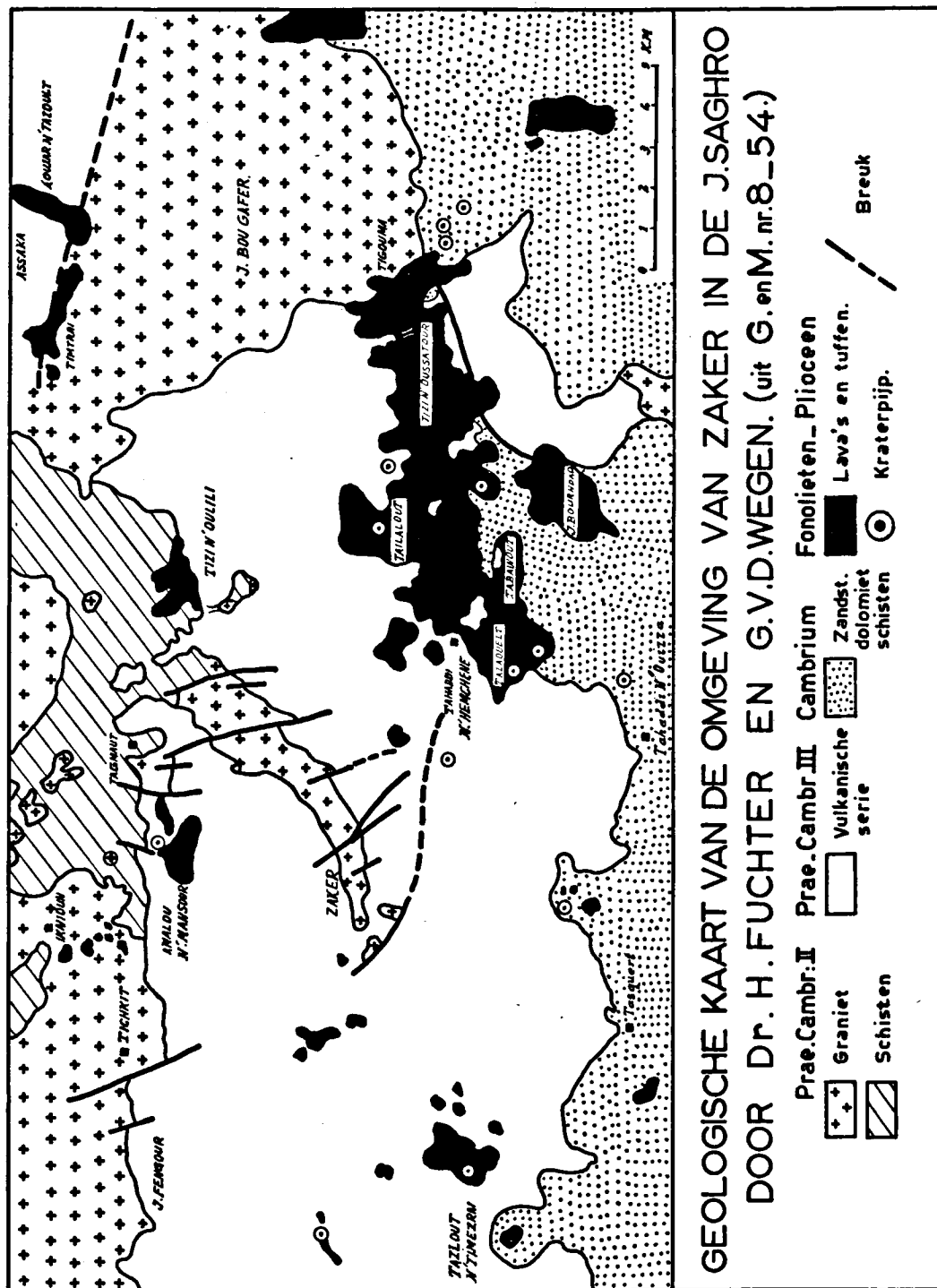


Fig. 1.

der opgeraapte stukjes donker glas is fijnverdeeld gedegen koper gevonden. Het mikroskopisch onderzoek geeft de volgende uitkomst:

Koper treedt op in regelmatig verspreide bolletjes met een middellijn van 0,01 tot 0,03 mm en grotere, onregelmatiger verspreide kogeltjes met een diameter van 0,1 tot 0,5 mm. Deze grotere bolletjes komen meestal in groepjes voor, samen met kristalskeletten van een doorschijnend, bij gewoon doervallend licht, kleurloos mineraal met brekingsindices lager dan 1,54 (n canadabalsum). Het mineraal is zeer zwak dubbelbrekend. Verdere optische eigenschappen zijn niet met zekerheid te bepalen. Geconcentreerd zoutzuur gelatineert het mineraal. Misschien is het een begin van kristallisatie van nefelien.

Kogelrande holten, met gladde wanden welke voorkomen in het glas wijzen

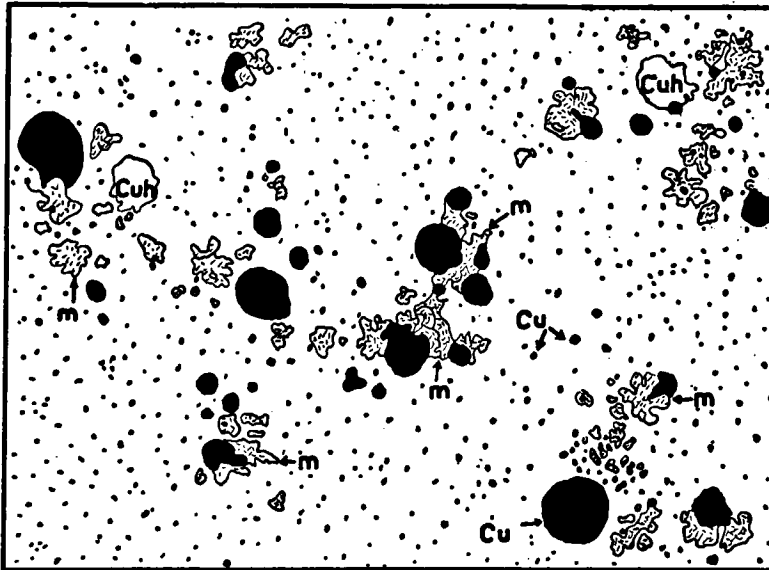


Fig. 2. Tekening naar een mikrofoto van het fonolietglas met gedegen koper van Tazlout n'Timezra. Vergroting ca. 25 \times . Cu: gedegen koper; Cuh: holten, waaruit de koperbolletjes verdwenen zijn bij het maken van het polijstplaatje; m: vermoedelijk kristalskeletten van nefelien. De tussenmassa bestaat uit ondoorschijnend glas.

op glasrijkdom van de lava. Deze holten mogen niet verward worden met holten in het polijstvlakje (fig. 2) ontstaan door wegwippen van koperbolletjes bij het maken van het plaatje. De wanden van laatstgenoemde holten geven afdrucken van de oppervlakten der weggesprongen gedegen koperbolletjes, welke niet volkomen glad zijn. Als regel zijn deze gasholten groter dan de koperbolletjes.

Zoals uit het kaartje blijkt, liggen deze Tertiaire lava's en tuffen op Palaeozoïsche- en voor het grootste deel op Praecambrische gesteenten. Men vindt ertsvoorkomens van hydrothermale oorsprong, gebonden aan de Hercynische plooiingsperiode. De primaire ertsmineralen zijn hematiet, chalcopyriet, galeniet, sideriet en sfaleriet. De begeleidende gangmineralen zijn kwarts,

bariet en calcië. De belangrijkste secundaire kopermineralen zijn chalcosien, dat soms mooie concentraties te zien geeft, borniet, malachiet en azuriet.

Nomenclatuur van vulkanische glazen

In het aangehaalde artikel (DE SITTER, DE SITTER—KOOMANS, et HEETVELD, 1952) worden mikroskopische beschrijvingen en de resultaten van chemische analyses gegeven van de fonolietlava's uit dit deel van de J. Saghro. Volgens de auteurs van genoemd artikel variëren de lava's in chemische samenstelling tussen fonoliet en ankaratriet en volgens dezelfde schrijvers zullen fonolieten, ankaratrieten en bazalten één eruptief magmatische reeks vormen.

H. ROSENBUSCH beschrijft twee groepen van vulkanische glazen:

- (1) „Tachylit, bazaltglas of hyalobazalt is te vinden in ejectiemateriaal van bazaltische erupties, zelden als zelfstandige stromen. Vroeger als mineralen aangezien en onder de naam tachylit en hyalobazalt aangeduid. Zij zijn gekenmerkt, evenals de zure vulkanische glazen, door vaak grote rijkdom van sierlijk mikrolietische- en sferolietische vormingen”.
- (2) „Obsidianen zijn bijna geheel H₂O-vrije glazen van meestal donkere kleur en met vetglans. Zij behoren tot een groep van zure glazen, waartoe ook peksteen, puimsteen en perlieten gerekend worden”.

Het vulkanische glas beschreven in dit artikel bezit ook mikrolietische vormingen van vermoedelijk nefelien. Gedegen koper komt voor in een donker glas, terwijl er ook lichter gekleurd glas zonder koper voorkomt. De laatste zijn meer vetglanzend dan de eerste.

ROSENBUSCH geeft nog de resultaten van chemische analyses der beschreven glazen. Het heeft geen zin om hierop in te gaan, daar een analyse van het glas van Tazlout n'Timezra door materiaalgebrek niet uitgevoerd is.

Het is aan te bevelen de vulkanische glazen uit het bedoelde gebied van de Jebel Saghro voorlopig fonolietglas te noemen.

De oorsprong van het gedegen koper

Mogelijkheden van kopermineraalvorming in stollingsgesteenten

Men kan zich in principe twee ontstaanswijzen van Cu-rijke mineralen in een stollingsgesteente voorstellen:

- (1) er is een concentratie van koper-ionen, als gevolg van complexe, gravitatie kristallisatie-differentiatie (in de zin van P. NIGGLI),
- (2) er is secundaire Cu in de lava gekomen, d.w.z. buiten het eigenlijke kristallisatie-differentiatieproces van het magma om, dat in dit geval de fonoliet-ankaratriet leverde.

Over de wijze van voorkomen van Cu in stollingsgesteenten zijn de meningen ongeveer eensluidend. Volgens WESTERVELD (1951) zijn er de volgende mogelijkheden:

„Cu in stollingsgesteenten is hoofdzakelijk gebonden aan sulfiden (Sandell en Goldlich)”;

„Cu treedt vermoedelijk ook voor een klein deel op als vervanger van tweewaardig Fe in basische silikaten”.

Verder zegt WESTERVELD: „De meeste elementen der aderafzettingen, inclusief de sulfidische Ni- en Cu-afzettingen der basische magma's, vormen

geen zelfstandige mineralen in stollingsgesteenten, doch op de ertsafzettingen treft men ze vrijwel alle aan.....”

Het voorkomen van metallisch koper is dus merkwaardig en nog merkwaardiger is de grote koperconcentratie in een gesteente als fonoliet, dat betrekkelijk arm is aan femische elementen.

De andere principiële mogelijkheid van ontstaan van Cu-mineralen in de fonoliet is assimilatie van kopererts of koperhoudende gesteenten in het algemeen.

Overzien wij nu de volgende feiten, nl., dat naast elkaar gevonden zijn geelbruin, doorschijnende en donkere ondoorschijnende glazen, waaronder enkele stukjes met fijnverdeeld koper, en vervolgens, dat kopererts in de gesteenten van Palaeozoïsche- en Praecambrische ouderdom herhaaldelijk voorkomt, terwijl dit in de Tertiaire afzettingen niet gevonden is, dan wordt het vermoeden opgewekt, dat dit koper een secundaire vorming in de vulkanische afzetting vertegenwoordigt.

Welke kunnen de processen zijn, die tot reductie van opgesmolten sulfidische ertsen aanleiding geven?

Omstreeks 1911 hebben proeven van W. IPATIEW en enige van zijn leerlingen aangetoond, dat metalen door waterstof uit hun zoutoplossingen worden verdreven bij een temperatuur tot ca. 350° C en een druk tot ca. 600 atmosferen, volgens de vergelijking:



waar M het metaalion, X het zuurrestion en H het waterstofion is.

En ongeveer tezelfder tijd von J. MOROZEWICZ, dat waterige koperzoutoplossingen door ferro-zoutoplossingen „bij hoge temperatuur” (enige honderden graden) en in een alkalisch medium gemakkelijk en volledig onder afscheiding van metallisch koper gereduceerd worden.

Beide series proeven tonen dus aan dat reductie van koperzouten kan optreden.

Op het Anorganisch-Chemisch Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden heeft de auteur in een open, elektrische gloeioven een kleine hoeveelheid fonolietlava, fijn verdeeld en vermengd met chalcosien, opgesmolten. De verhouding was ongeveer drie gewichtsdelen lavageesteente en één gewichtsdeel erts. Gebruikt werd een grafietkroesje als electrode, waarin het mengsel werd gesmolten. Bij verhitting zal grafiet oxyderen tot CO en verder tot CO₂. Bij ongeveer 1050° C begon het mengsel taai vloeibaar te worden. Een uur lang werd de smelt verhit tot ca. 1500° C.

Reeds in de aanvang verdwenen de laatste hoeveelheden gas uit de lava. Van de afgekoelde smelt werden, op verschillende niveaux van het bekertje, plaatjes gezaagd. De glans van de donker gekleurde, praktisch ondoorschijnende smelt is die van een glas.

Het grootste gedeelte van het, niet gereduceerde, erts is door het grotere soortelijk gewicht naar de bodem van het bekertje gezakt en heeft zich daar als één groot druppelvormig lichaam verzameld. In deze „chalcosien-druppel” zweven enige koperbolletjes (fig. 3). Aan en nabij de oppervlakte van het glas „drijven” eveneens een paar koperdeeltjes, meestal samen met sulfidische ertsbolletjes. Tussen het gesmolten kopersulfide en het metallische koper trad dus ontmenging op. Dat beide zich niet met de silikaatsmelt zouden mengen was volkomen te verwachten.

Uit voorbereidende proefjes is gebleken, dat fonolietlava zonder erts, na smelten een lichter gekleurd glas levert, dan een mengsel van fonoliet en sulfiedisch erts.

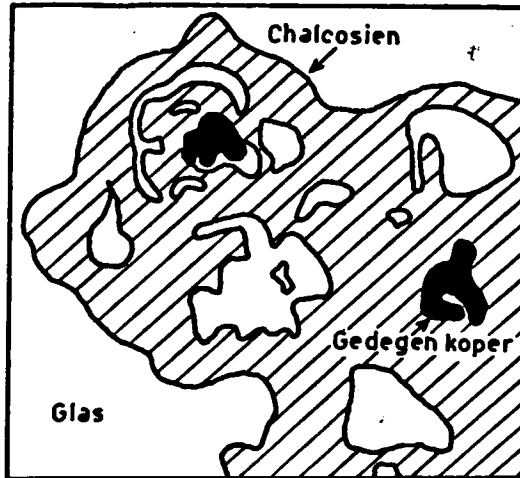


Fig. 3. Schematische tekening van chalcosien (Cu_2S) met gedegen koper in kunstmatig glas. Vergroting ca. $25\times$.

Conclusie

De reducerende omgeving is kunstmatig en verkregen door het gebruiken van een grafietkroesje, dat een reducerend milieu schept. De geringe hoeveelheid gas, aanwezig in de fonoliet, is bij verhitting bijna direct verdwenen. Dus bij de proef zal het gas, aanwezig in de fonoliet, geen rol gespeeld hebben.

Van lava-eruptions is bekend, dat grote hoeveelheden gassen ontwijken door naar boven afnemende druk. Deze gassen en ook dampen zijn: CO_2 , CO , H_2S , H_2 , HCl , SO_2 , N_2 , S_2 , SO_3 , Cl_2 en H_2O .

Bij veranderende temperatuur en druk, tijdens het ontwijken, hebben er chemische reacties plaats, gedeeltelijk sublimeren deze gassen of hun nieuwe verbindingen of ze ontwijken in de lucht. Gassen als H_2 , CO en H_2S zijn reducerend. Plausibel lijkt wel, dat door reactie van deze, in de lava aanwezige, gassen met de kopersulfiden koper uit zijn verbindingen wordt losgemaakt.

Uit het polijstplaatje van het kunstmatige glas (fig. 3) blijkt, dat het metallische, zowel als het sulfiedische koper, vloeibaar zijn geweest, gezien de druppelvorm. Bij 1 atmosfeer is de smeltemperatuur van koper 1083°C . Mogelijk is onze smeltemperatuur te hoog geweest, als gevolg van een, naar verhouding, kleinere hoeveelheid gassen. In de natuur kunnen door hoge, heersende drukken in de aardkorst meer gassen in oplossing gaan, hetgeen weer verlaging van de smeltemperatuur tengevolge heeft.

Literatuur

- BOEKE, H. E., 1922. Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie 2. Aufl. Berlin.
- ESCHER, B. G., 1948. Grondslagen der Algemene Geologie. W. B., Amsterdam, Antwerpen.
- NIGGLI, P., 1937. Das Magma und seine Produkte unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der leichtflüchtigen Bestandteile. Leipzig.
- ROSENBUSCH, H., 1923. Elemente der Gesteinslehre. 4te Aufl. von A. Osann. Stuttgart.
- SITTER, L. U. DE, C. M. DE SITTER-KOOMANS et H. HEETVELD, 1952. Les phonolites du Jebel Saghro (Maroc occidental). Geol. en Mijnb. (nw. ser.), 14e jaarg., p. 267—276.
- WESTERVELD, J., 1951. De scheikundige samenstelling der aarde. Servire, Den Haag.