

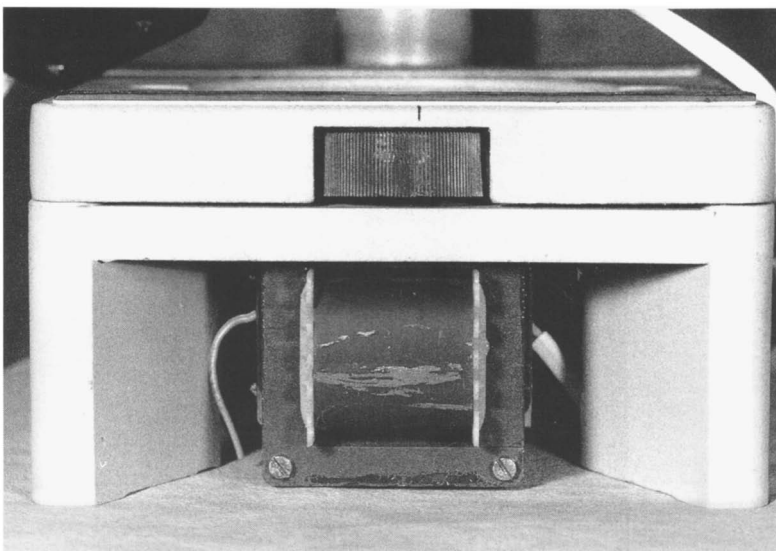
Zelfbouw-polarisatieset voor de MBS 10

door P. Stemvers

Bij het microscopisch determineren van zanden kunnen we de hardheidsbepaling en de streepkleur niet gebruiken. Daardoor komt de determinatie van een zand op losse schroeven te staan. Maken we echter gebruik van de hier beschreven polarisatie-set, dan kunnen we begrippen invoeren als: brekingsindex, isotropie, dubbelbreking en pleochroïsme. Door ook nog magnetische scheidingen toe te passen kunnen de zand-amateurs dan zo goed uit de voeten, dat micromounters en misschien zelfs zwerfsteenfanaten jaloers over onze schouders meekijken.

Natuurlijk wordt dit artikel gevolgd door artikelen over het maken van preparaten en het determineren daarvan. Zeker is dat al deze methoden geen hogeschoolwerk zullen zijn en ook uiterst weinig zullen kosten. Hetzelfde geldt voor de bouw van de polarisatie-set. De eenvoud van de werkwijze staat voorop.

Met opzet staat er **niet** dat we een polarisatie-microscop van de MBS 10, of van een andere stereomicroscop, gaan maken, want een polarisatie-microscop is een precisie-instrument, dat bovendien bediend moet worden met veel kennis van zaken. Uitgebreide optische basiskennis kunnen wij u in Gea niet aanreiken. Wel maken we gebruik van een aantal optische eigenschappen van een polarisatie-microscop, erger: we gebruiken grof geweld, waardoor er bijeffecten optreden. Juist deze bijeffecten geven ons het inzicht om ja/nee beslissingen bij de analyse te nemen. Zo kost het met de gepolariseerde MBS 10 niet meer dan vijf seconden om in een zandmonster kwarts, granaat en epidoot uit elkaar te halen, en wel op basis van: kleur, brekingsindex, isotropie en dubbelbreking!



De opzet verschilt principieel van de polarisatiemicroscop voor de vakgeoloog, waarbij het preparaat altijd van onderen met doervallend licht wordt belicht. Het beeld dat daarmee wordt verkregen verschilt zoveel van het beeld dat met opvallend licht via een stereomicroscop verkregen wordt, dat de microscopist het contact met zijn "hobby" kwijt raakt. Bij deze constructie gaan we uit van de gewone stereomicroscop. Het beeld kunnen we **vloeiend** overschakelen in een geavanceerd gepolariseerd beeld. Zelfs iedere mengvorm tussen beide microscopbeelden is mogelijk. We kunnen ook zeggen dat het "amateuristische beeld" **vloeiend** overzetbaar is in het "wetenschappelijke beeld". Daarmee krijgt de amateur een nieuwe determinatie-methodiek tot zijn beschikking, mits de begeleiding goed is. In komende Gea's zullen we hieraan zeker iets doen.

Er moet voor gezorgd worden dat minister Ritzen deze Gea-artikelen nooit in handen krijgt, want hij zou ze kunnen misbruiken om het onderwijs aan de universiteiten nog meer te vereenvoudigen!

Gereedschap en materiaal

Een figuurzaag kan decoupeerzaag en gatenboor vervangen. Voorts zijn nodig: spanningszoeker/schroevendraaier, tang, snijmesje, soldeerbout, boormachine tot 12 mm, schuurpapier en een lineaal. Behalve de polarisatiefilters adviseer ik: 1 meter magnetisch tape waarmee dubbele beglazing wordt aangebracht, sterk dubbelzijdig plaktape, drie diagraasjes 5x5, twee halogeenlampjes van 12 V, een trafo, een keramische draaiweerstand, twee snoerschakelaars en ... materiaal uit de afvalbak van de doe-het-zelver. Voor verkrijgbaarheid van de genoemde materialen: zie onderaan dit artikel.

De analysator

Voor dit onderdeel gebruiken we een polarisatiefilter dat verkrijgbaar is bij de fotohandel. De doorsnede moet 48 mm zijn. Dit past precies met de schroefdraad in de frontlens van de MBS 10. Zet de nagels in de gekartelde ring en draai naar rechts. Een fotografisch polarisatie-filter zit veilig tussen glas en is draaibaar. We draaien het filter **altijd** rechtsom en laten het **voorgoed** op de MBS 10 zitten. (Er zijn constructies bedacht waarbij het filter niet aan de lens gekoppeld is. Het moet dan steeds in de stralengang geschoven worden. Daarbij wordt het beeld **onscherp** en dat moet dan bijgesteld worden. Daardoor raken we tempo kwijt en tempo is juist een noodzaak). Mijn filter kwam jaren geleden uit de opruiming van Camex. Er staat op: INFO 48mm POLARIZING Japan.

De verlichting

De trafo

Twee halogeenlampjes verzorgen de verlichting. Voor de opvallende verlichting gebruiken we de

Afb. 1. De trafo, gemonteerd onder de voet van de MBS 10, van voren gezien.

constructie beschreven in het artikel "Microscoplamp voor f 87,50". Het lampje komt dus uit de Osram Minispot en heeft een vermogen van 20 Watt. Helaas is dit vermogen te groot voor de verlichting die van onderen komt. Daarvoor wordt een kleine halogeen koudlichtbron van 10 W ingezet. Wanneer volledig op deze verlichting wordt overgeschakeld, is het verbruik iets meer dan 10 W. Helaas is dit te weinig om de in bovengenoemd artikel beschreven elektronische trafo/dimmer te kunnen gebruiken. Er moet dus een trafo komen waarvan het maximale vermogen 20 W bij 12 V is.

Nu drukt men bij trafo's het vermogen uit in ampères. Vermenigvuldigen we die met het voltage dan krijgen we het aantal Watt's. Dus: Volt x Ampère = Watt. Nu pakken we onze rekenmachine en delen 20 (Watt) door 12 (Volt) en krijgen dan volgens voorgaande formule dat het amperage van de trafo 1,66, ofwel 1,7 A moet zijn. Omdat dit voor elektronische schakelingen een courante maat is, staat die bij vele verlichtingswinkels op de plank, voor de prijs van een kleine f 20. Hij past precies in de voet van de MBS 10 als er niet geschroefd hoeft te worden. Afb. 1. De montage wordt gerealiseerd door de voet van de MBS 10 om te keren, Araldiet (of een andere epoxyhars) aan te maken en die tussen trafo en voet te smeren. Door de trafo op 220 V aan te sluiten en secundair te belasten met het Minispot-lampje, wordt de trafo wat warm en hardt de Araldiet snel uit. Zorg ervoor dat de spiegel kan blijven draaien! Afb. 2.

Andere, niet geprobeerde oplossingen

In de catalogus van Conrad, Herfst/Winter 1996, kwam ik onder bestelnummer 46984022 als restpost een ringkerntrafo tegen van 220 V- 40VA met uitgangsspanning 14V=2,6A, ofwel 36 Watt. Doorsnee 33 mm, gewicht 525 g, prijs f 9,95! Altijd dimmen dus om de lampjes te sparen, maar wel geschikt voor fotografie met kunstlichtfilms. De Werkgroep Zand maakte gebruik van deze eenmalige aanbieding.

Ook kan men in de voet een breedstraal koudlichtbron van 20 Watt bouwen. Een deel van het licht gaat verloren, maar nu kan de elektronische trafo/dimmer die werd beschreven in Gea, dec. 1996, wel gebruikt worden.

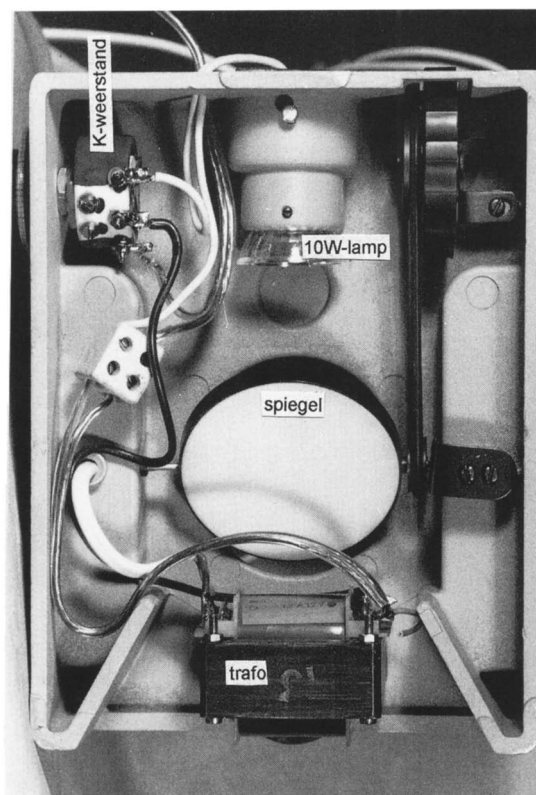
2. De dimmer

Als dimmer en omzetschakelaar gebruiken we een keramische draaiweerstand van 20 of 40 Watt en 10 of 22 Ohm weerstand. Bij de 10 Ohm-uitvoering gaat de lamp die we **niet** willen gebruiken, niet helemaal uit. Dat heeft zijn charme, want we kunnen werken met gedeeltelijk opvallend en gedeeltelijk gepolariseerd licht. Om belichtingsstoring te onderdrukken als wij dat wensen, moet een lichtschakelaar in de stroomdraad naar de opvallend-lichtbron worden opgenomen. Bij gebruik van een 22 Ohm-uitvoering is dat niet nodig. Ik preferer de 10 Ohm-oplossing, omdat je met de z.g. donkerveld-verlichting de kwartsen nog duidelijk van de granaten kunt onderscheiden.

De montage gebeurt door rechtsachter in de voet een gat van 12 mm te boren. Meet de keramische weerstand eerst op en houdt rekening met de soldeerpunten. Min of meer recht tegenover de as van het wielje waarmee de spiegel gedraaid wordt, is een goede plaats. Dat gat boren we natuurlijk niet in één keer, maar via boorgaatjes van 3, 6, en 10 mm. Zijn we toch met boortje 3 en 6 aan het boren, dan boren we tegelijk de gaten voor de bedrading aan de achterkant.

3. De lampen

De opvallend-lichtbron is al beschreven in "Microscoplamp voor f 87,50" (Gea, dec. '96). De doorvallend-lichtbron is een kleine 12V10W koudspiegellamp met zeer smalle lichtbundel. Het ding was merkloos en had als code alleen FTA12V10W. Door de merkloosheid zit er een prijsverschil van ongeveer 10 gulden in met de grote merken. Achterin de voet van de MBS 10 zit een gat waar de MBS 10-lamp in past. Met een gatenzaag maken we een gat in een stuk multiplex van 18 mm. Het blokje hout dat in de gatenzaag blijft zitten gebruiken we als een prop om in de lampinvoer te steken. Als alles met vijlen passend is gemaakt monteren we de lampvoet, nadat de stroomdraad door de prop is geschoven. Vervolgens duwen we alles naar voren, prutsen de lamp in de



Afb. 2. K -weerstand, lamp, spiegel en trafo, gemonteerd onder de voet van de MBS 10, van onderen gezien.

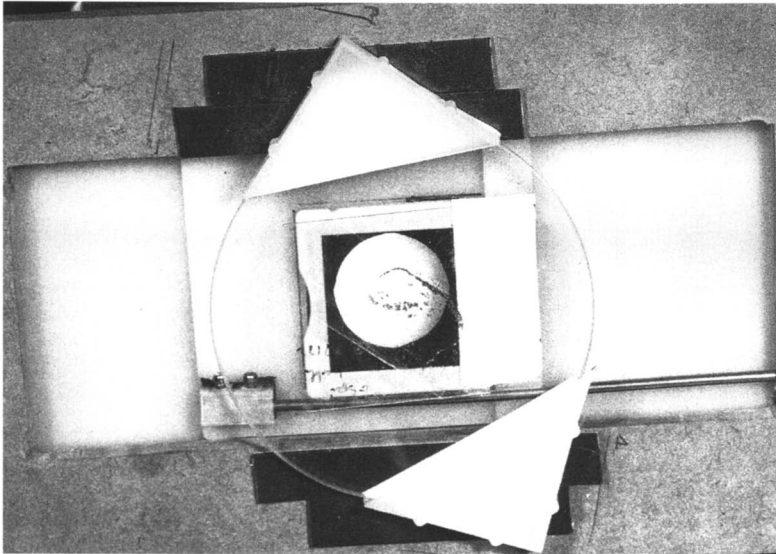
lampvoet en trekken de prop heel voorzichtig naar achteren tot de lamp klem loopt tegen het metaal van de voet. Door een eerder geboord gaatje van 3 mm schroeven we nu een parker in de prop en de lamp zit vast.

4. De draden

De trafo is gelijmd en komt dus niet aan massa. Hoewel deze niet echt dubbel-geïsoleerd is, nemen we een snoer met platte stekker (past in alle systemen, zelfs de Franse) van 3 à 5 meter. Het snoer gaat door het rechter gat in de voet waarin normaal een handsteun gaat. Solderen aan de 220V-kant van de trafo. Vlak bij de voet knippen we de stroomdraad door en monteren een snoerschakelaar. Secundair wordt de trafo afgetapt op 0 en 12 Volt. Aan bijvoorbeeld het 12V-punt solderen we een **dubbele** stroomdraad, die naar een kroonsteentje gaat. Uit dit kroonsteentje gaat op afb. 1 de witte draad door de voet naar de prop en komt dan via de interne lamp terug. Hij moet weer door de voet en dan solderen we hem aan het linker contact op de keramische draaiweerstand. De andere aansluiting van de kroonsteen gaat via het tweede 6 mm gat de voet uit, naar de 20W Osram-lamp, terug naar de rechterkant van de draaiweerstand. Nu is er secundair nog één punt op de trafo dat nog niet is doorverbonden. Op de foto is dat een zwarte draad, die naar de centrale aansluiting op de draaiweerstand gaat. Gebruiken we een 10 Ohm weerstand, dan nemen we in de stroomdraad naar de 20W lamp nog een **zware** snoerschakelaar op. Waarom een zware? Omdat deze 10 x meer stroom doorlaat dan de schakelaar aan de 220V-kant. U zit even te knippen met de ogen, maar reken het maar uit volgens de wet van Ohm. Zwakke schakelaars branden zeer snel in aan de 12V-kant en 12V-snoeren moeten altijd een forse koperkern hebben.

5. De werking

Met de draaiweerstand geheel naar rechts gedraaid, is er geen weerstand tussen de lamp in de voet en de trafo. Tussen de trafo en de opvallend-lichtlamp is via de draaiweerstand 10 Ohm weerstand extra. De eerste lamp brandt nu op 100%, de tweede op



Afb. 3. De experimentele opstelling. Door het (zwarte) polarisatiefilter is het gat van 3 cm zichtbaar, waar het licht doorheen valt. Op het ronde glas van de MBS 10 ligt een zandmonster. De hoekbeschermers hebben aan de onderkant magnetisch tape, ze passen precies om het glas. Alles is verschuifbaar en werkt, al verdient het geen schoonheidsprijs!

pak weg 10%. Met de extra schakelaar kunnen we van die 10% ook 0% maken. Draaien we de knop van de draaiweerstand de andere kant op, dan wordt het beeld omgepoold, ofwel: de lamp in de voet is bijna uit en de opvallend-lichtlamp voor 100% aan. Daartussen is iedere mengverhouding mogelijk.

Waarom is dit dubbel-functionele systeem zo aantrekkelijk? Stel, er zitten vijf verschillende mineralen in een zandfractie. Als er onder die mineralen één is die goed oplicht tussen de polarisatiefilters, dan blijft hij dat doen als de onderlamp nog voor 25% licht geeft. We blijven hem herkennen als we met opvallend licht werken en dat is heel handig, zoals we later al werkende zullen merken.

Afbouw van de voet

In de handel is magnetische tape verkrijgbaar, waarmee voorzetramen zonder geboor voor een bestaande ruit geplaatst kunnen worden. De 1,2 cm brede tape bestaat uit twee delen, een bruine strip en een witte strip. Aan de achterzijde zijn de strips voorzien van sterk zelfklevend tape. Van de bruine tape worden twee stroken van 15 cm geknipt, één wordt geheel langs de voorkant geplakt, de andere wordt evenwijdig aan de eerste gemonteerd tussen het statief en de gaatjes voor klemmen. De afstand tussen de strips is 12,4 cm.

N.B. De magnetische tape, ooit geleverd door Bruynzeel, kon op de Werkgroep Zand niet door iedereen bemachtigd worden. Het is te vervangen door strips van blik, die aangetrokken worden door een magneet. Plak de strips op de voet van de MBS 10 en boor gaatjes in de (hierna te bespreken) schuifhouder waar deurmagneten door kunnen.

De bouw van een losse polarisator-tafel

Bij de MBS 10 is nergens een 100% precisie. Bij het overschakelen van de ene vergroting naar de andere bijvoorbeeld, verschuift vaak het centrum. Door de polarisator-tafel heen en weer schuifbaar te maken, kunnen alle problemen snel worden verholpen. Bovendien kan de tafel er gemakkelijk af, wat bij transport handig is. Ook meetfouten van de bouwer kunnen geëlimineerd worden. Het is geen precisiewerk, iedereen kan het. Nergens wordt er geschroefd of geboord, alles gaat met de magnetische tape. Je zou haast zeggen: de magische tape!

1. De schuifhouder

Deze werd door mij gemaakt van nog voorradig MDF-plaat, lang 27 cm, breed 15 cm, dik 1 cm, maar multiplex is ook geschikt. In het midden van de plaat maken we een gat van 23 x 7,7 cm. Vervolgens maken we een tweede plaat, van 27 x 15 cm, van min of meer transparant plastic. (Mijn plaat is van mat plastic, 2,5 mm dik; dat bleek ideaal). Zet nu in het centrum van de witte kant van

de metalen schijf, die is meegeleverd bij de MBS 10, een forse punt. Plaats de schijf in de voet en centreer de microscoop hierop met de vergrotingswisselaar op 2x. Wijk uw MBS 10 af, teken dan duidelijk aan waar het optische centrum terecht komt. Leg nu de plastic plaat op de magneettapes, zo gecentreerd als mogelijk. Draai de microscoop weg, kijk loodrecht van boven en teken aan op de plaat waar u het optische centrum ziet. Maak nu een rond gat van 4 cm vanuit dit optisch centrum met een gatenzaag (waterkoeling van de plaat) of met een figuurzaag. Knip twee stukken van 15 cm van de witte magneet-tape en bevestig die evenwijdig aan de lange zijden

van de plaat en uiteraard in het midden. Knip twee stukken van sterk dubbelzijdig plakband van 27 cm en bevestig die aan de andere kant van de plaat. Leg de eerder gemaakte MDF- of multiplex-plaat hierop en druk aan.

In principe is de schuifhouder nu klaar, maar de praktijk wees uit dat dit niet het geval was. Optische fouten van de tot microscooperlamp bevorderde koudspiegel lamp gaven hinderlijke verschijnselen. Deze waren simpel op te vangen door met cello-tape een gematteerd glaasje aan de onderkant van de plastic plaat te bevestigen. Daar is ruimte voor omdat de magneettape 2 mm dik is. Als glaasje gebruik ik een diagraasje dat met carborundumpoeder gematteerd is. Experimenteren met een mat plastic zakje of calqueerpapier loont de moeite. Deze methodiek werd al in 1956 door Ilford aangeraden, om fouten in de condensoren van microscopen weg te werken.

Ziezo, ook dit onderdeel is klaar. U heeft nu een microscoop met een onderverlichting waarmee u rustig naast een Zeiss kunt gaan staan. Nog even een polarisator plaatsen

2. De polarisatorschuif; zie afb. 3

Even plaatsen, het was er niet bij. Want als schuif gebruikte ik de eerder gememoreerde mat-plastic plaat, met een gat voor het filter erin. Tijdens de eerste observaties bleek, dat juist het matte plastic onverwachte optische eigenschappen naar voren toverde op het gebied van de brekingsindex en daardoor een essentieel onderdeel werd. Van dit matte plastic wordt een schuifje gemaakt van 10 x 7,6 cm. In het midden komt een gat voor het polarisatiefilter van minstens 3 cm. Zorg ervoor dat het centrum van het gat kan samenvallen met het centrum van het gat in de schuifhouder. De middelste 5 cm van de schuif is gereserveerd voor het polarisatiefilter. De goedkoopste en gemakkelijkste oplossing is een velletje polarisatiefilter tussen twee diagraasjes te monteren. Omdat er 50% kans is dat u het filter later een kwartslag moet draaien, zetten we het provisorisch met cello-tape aan de randen vast. Op de linkerkant van de schuif plakken we hoog wit reflecterend plastic of een stuk van een visitekaartje van 2,5 x 3 cm. Op de rechterkant (zie afb. 2) plakken we met dubbelzijdig tape één segment van een plastic kroonsteentje. Daarin zit een gaatje om 3 mm dik snoer in te bevestigen. In plaats van snoer neemt u een staafje van hout, plastic of metaal van minimaal 27 cm, boort op de juiste plek in de schuifhouder een gaatje van 3,5 mm, zet het staafje vast met de schroef van het kroonsteentje en monteert de schuif in de schuifhouder.

De polarisatorschuif is nu klaar. Met eenmaal doorschuiven van rechts naar links kunnen we er een monster op de volgende manier mee bekijken:

1. Opvallend licht met helder witte ondergrond voor zuivere kleur van het monster.
- 2a. Donkerveld bij opvallend licht.
- 2b. Gepolariseerd licht bij doorvallend licht.

- 3a. Contrastverlagend zacht licht bij doorvallend licht.
- 3b. Opvallend licht met contrastverlagende ondergrond.
4. Sterk contrastverhogend licht als de schuif buiten beeld is.

3. De ronddraaiende tafel

Bij een polarisatie-microscop moet de objecttafel rondgedraaid kunnen worden. Als tafel gebruiken we de glazen plaat die bij de MBS 10 meegeleverd werd. Het laten draaien laat ik aan uw eigen fantasie over, want er zijn legio oplossingen. Bij mij was het simpel omdat in de afvalbak nog steeds de plastic hoekbeschermers lagen waarmee glasplaten beschermd worden. Even wat magneettape gekleefd op de schuifhouder en onder de hoekbeschermers, even schuiven totdat het middelpunt bij het draaien op zijn plaats blijft en klaar was Kees.

Nabeschouwing

Natuurlijk komen deze oplossingen bij een echte knutselclub eerder in aanmerking voor een dikke onvoldoende dan voor een schoonheidsprijs, maar het apparaat werkt. Zo goed, dat ik het prototype nog in gebruik heb, terwijl de berekende verbeteringen beschreven werden. Dat geldt vooral voor de polarisator-schuif en de foto daarvan. Zo kan in plaats van de genoemde mat-plastic plaat ook opaalglas gebruikt worden.

Wie geen MBS 10 heeft, maar wel een andere stereo-microscop, kan het gemis voelen van het onderstuk onder de MBS 10 waarin de spiegel zit en waarin ik de elektrische apparatuur heb ingebouwd. Geen nood, bij de hieronder genoemde Microscop-

service Rob Engelhard kunt u voor f 37,—exclusief verzendkosten, zo'n MBS 10-voet aanschaffen.

Andere mogelijkheden

Ook de bezitters van andere microscopen dan de MBS 10 kunnen hun optiek uiteraard als hierboven beschreven gebruiken. Wie bijvoorbeeld een biologische microscoop van Olympus, Wild of Leitz heeft, met lenzen van 5.0 x, 10 x, 40 x en 60 x, kan natuurlijk door het veel betere beeld meer details waarnemen. En wie slijpplaatjes van gesteenten tot zijn beschikking heeft, kan deze met de als polarisatie-microscop omgebouwde MBS 10 redelijk goed bekijken, al zal hij dan wel behoefte hebben aan een 2 x vergrotend objectief, dat bij deze microscoop kan worden bijgeleverd. Dit dient dan gecombineerd te worden met het polarisatiefilter onderaan de tubus.

Optisch materiaal

Analysator

Polarisator

Microscop-service Rob Engelhard, Burgemeester Weertsstraat 38, 6814 HP Arnhem.

Keramische draaiweerstand 20 Watt, 10 Ohm: bestelcode: 445100 bij Conrad Electronic Nederland B.V., Postbus 12, 7500 AA Enschede. Prijs: 14,95. Daar komen wel verzendkosten bij! Of: Keramische draaiweerstand 20 Watt, 22 Ohm: bestelcode 445118 bij Conrad.

GEOCOMposities

Nieuwe onderzoeken op het gebied van de geologie worden gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften, zoals Science en Nature. Deze bronnen worden door de meeste Gea-lezers over het algemeen niet dagelijks geraadpleegd, hoewel velen van ons toch in het resultaat van de nieuwe ontwikkelingen zullen zijn geïnteresseerd. Met dit nummer beginnen wij een nieuwe rubriek, waarin deze ontwikkelingen zullen worden geschetst en de onderzoekresultaten worden samengevat.

Voor de samenstelling van deze rubriek heeft Dr. A.J. (Tom) van Loon zijn medewerking toegezegd. Vanuit zijn veelzijdige geologische kennis en interesse zal hij het hele terrein van de aardwetenschappen bestrijken. Van Loon leidt een klein aardwetenschappelijk bureau: Geocom (vandaar de naam van deze rubriek) en verzorgt vergelijkbare bijdragen voor het wetenschapskatem van NRC Handelsblad en voor het kwartaalblad 'Afzettingen' van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie (WTKG).

De keuze van de onderwerpen is afhankelijk van het 'aanbod' in de literatuur, maar ook van de voorkeur van de Gea-lezers. Commentaar op de Geocomposities en suggesties ervoor zijn dan ook van harte welkom. Ook vragen staan vrij, want mogelijk was het geschetste beeld van het besproken fenomeen niet volledig genoeg. Deze reacties kunnen gericht worden aan: A.J. van Loon, Geocom BV, Postbus 336, 6860 AH Oosterbeek, tel./fax: 026-3335388, of aan de Gea-redactie in Weesp.

Joke Stemvers

GEOCOMpositie 1

Magmahaarden onder vulkanen bevatten geen homogeen magma

Pas sinds enkele jaren is bekend dat de lava, die bij een eruptie uitstroomt, niet homogeen is. In veel gevallen blijkt eerst lava met een relatief hoge dichtheid (of een mengsel van dichte en minder dichte lava) uit te stromen en daarna een veel grotere hoeveelheid lichtere lava. Dit is een onlogische volgorde: verwacht zou immers mogen worden dat, als er al een differentiatie in soorten magma optreedt in de magmahaard, het lichtere materiaal zich boven het zwaardere zal bevinden, en dus eerder zal worden uitgestoten. Aan de hand van experimenten hebben onderzoekers van het Institut de Physique du Globe de Paris nu een verklaring voor dit verschijnsel gevonden.

Bij een vulkanische uitbarsting kunnen grote hoeveelheden zeer heet, vast of zeer taai vloeibaar gesteente (magma) uit de onder de vulkaan liggende magmahaard naar boven worden gestuwd. Bij het opstijgen neemt de druk af, waardoor het gesteente vloeibaar wordt en aan het aardoppervlak als lava kan uitstromen. Deze lava is dun-vloeibaar bij een samenstelling met relatief weinig silicium ('basisch') en veel stroperiger bij een hoger gehalte aan silicium ('zuur'). Van de geologische context hangt af of de lava bij een bepaalde uitbarsting een overwegend basaltische (basische) of juist een andesitische (zure) samenstelling heeft. Dat doet echter niets af aan het feit dat in dezelfde eruptiefase lavastromen van duidelijk verschillende samenstelling voorkomen.

De Franse onderzoekers hebben in een aantal vloeistof-mechanische experimenten de omstandigheden in een magmahaard