# Mikroskopen voor geologen

door P. Stemvers

Voor de vakgeoloog is de mikroskoop een onmisbaar instrument, waarmee hij tijdens zijn studie vertrouwd is geraakt. Vooral de petroloog zal niet graag uitspraken doen over naam en ontstaan van een gesteente, wanneer hij niet eerst dit gesteente via een slijpplaatje bestudeerd heeft. Bij amateurs is de miskroskoop helaas nog niet 'in'. De oorzaak hiervan ligt niet alleen in de prijs van het apparaat, maar ook in het feit, dat de amateur die nooit met zo'n instrument gewerkt heeft de onschatbare diensten ervan niet kent. Bovendien staat de mikroskoop niet zoals fototoestellen in winkels te koop aangeboden en is het aantal mensen dat vakkundige voorlichting kan geven praktisch nihil. Terecht is de aspirant-koper behoudend, loopt om de mikroskoop heen en mist hierdoor niet alleen de verdieping van zijn hobby, maar ook de inspirerende dimensie die dit instrument voor hem kan openleggen.
In het afgelopen jaar onderzocht de Werkgroep Optische Petrologie van GEA de mikroskopenmarkt, in de hoop instrumenten te vinden in een prijsklasse die voor de amateur haalbaar zijn.

## Wat is goed?

Onder een goede mikroskoop voor een amateur-geoloog verstaan we een apparaat, waardoor we uren achtereen goede waarnemingen kunnen doen zonder vermoeid te raken. Daartoe moet de mikroskoop aan de volgende voorwaarden voldoen:

G 1. het hele beeld moet scherp en briljant zijn;
G 2. het beeld moet in een gunstige positie ten opzichte van ons oog liggen;
G 3. de verlichting moet voldoende sterk en homogeen zijn;
G 4. de bundel licht die uit het oculair treedt mag niet smal zijn.

## Wat is fout?

Zonder in te gaan op de theorie van de optiek zullen we enkele mogelijke fouten in mikroskopen naar voren brengen.

F 1. **Tonvormige vertekening.** Het hele beeld kan scherp zijn, maar ligt in het midden naar ons toegekeerd. Dit is een normale fout van een achromatisch objectief met Huygens (H)-oculair. Periplanoculairen (P), Kompensatie-oculairen (K), Grootveldoculairen (wide field = WF), en dergelijke, compenseren deze fout. Objektieven die deze fout niet vertonen heten planachromaten; zij moeten altijd samen gebruikt worden met het erbij berekende K- of WF-oculair.

F 2. **Randonscherpte.** Het midden is scherp, de rand is in toenemende mate onscherp. Soms bedraagt deze onscherpte ruim 50 pct. van het totale beeldoppervlak. Gaat vaak samen met tonvormige vertekening.

F 3. **Zwevende beelden.** Plaatselijke onscherpten, veroorzaakt door het objectief of, indien het objektief goed is, door een verkeerde condensor, condensorinstelling of belichting. Vooral hinderlijk bij bestudering van stollingsgesteenten onder de polarisatiemikroskoop.

F 4. **Tunneleffekt.** Het beeld ligt als het ware diep in de mikroskoop, zodat het lijkt of men door een tunnel naar het beeld kijkt. Oorzaak: oculair.

F 5. **Zwarte vlekken.** De mikroskopist zit te ver van het oculair of 'naast' het oculair. Hoe breder de uittredende lichtstraal is, hoe rustiger het beeld (zie onder: SM-Lux).

F 6. **Onrustig beeld.** Vergelijkbaar met een vergezicht over de heide, die in de zon blakert. Oorzaak: slechte of slecht uitgerichte optiek, maar meestal is het condensor-belichtingssysteem niet goed of niet goed afgesteld.

F 7. **Gering oplossend vermogen.** De optiek is niet in staat het beeld zuiver vergroot weer te geven. Het beeld lijkt opgebouwd uit kleine wormpjes of bolletjes. Dit komt vooral tot uitdrukking bij sterk diafragmeren of sterk uitvergroten door een sterk vergrotend oculair. Objektieven met een groot oplossend vermogen geven details weer, die totaal onzichtbaar zijn bij objektieven met een gering tot redelijk goed oplossend vermogen.

F 8. **Mechanische slapheid.** De bewegende delen en bevestigingen zijn van matige kwaliteit en gaan na enige tijd speling vertonen.

GEA beschikt niet over testapparatuur om lenzenstelsels door te meten. Wij hanteerden daarom de niet helemaal objektieve gebruikerstest en werkten uren achtereen met een bepaalde combinatie.

## De ontwikkeling van de mikroskoop

In principe is een mikroskoop opgebouwd uit een lens (objektief), die een beeld aftast, en een andere lens (oculair), die het door het objektief gevormde beeld vergroot aan ons oog doorgeeft. De laatste 70 jaar is er aan dit systeem veel veranderd en vooral na de Tweede Wereldoorlog zijn de mikroskopen van de grote huizen uitgegroeid tot hoogwaardige gespecialiseerde apparaten. Computerberekeningen, nieuwe glassoorten - nog steeds is men in staat duidelijke verbeteringen aan te brengen en specialisaties op te voeren. Voor ons is dit jammer, want konden we vroeger van gerenommeerde merken als Leitz en Zeiss nog een mikroskoop aanschaffen, die gemakkelijk uit te breiden was, nu kan men alleen de kant- en klare specialisatie kopen tegen specialistische prijzen.
Eenvoudig van opzet is de studiemikroskoop gebleven, die aan scholen en practicum-afdelingen geleverd wordt. Een studiemikroskoop wordt echter door scholier of student slechts kort achtereen gebruikt, de man of vrouw heeft geen tijd om moe te worden, terwijl de tijd die een researchmikroskoop aan één stuk wordt gebruikt veel langer is. De amateur zal na enige tijd behoefte hebben aan een apparaat dat erop gebouwd is hem een groot aantal kijkminuten per uur mogelijk te maken, zonder dat hij vermoeid raakt. Maar toch zullen we uit de kostprijsverlagende massafabrikage een keus moeten doen om aan een betaalbaar instrument te komen.

## Stereo-mikroskopen

Stereo-mikroskopen zijn matig vergrotende instrumenten, meestal 5 - 40 x. Ieder oog kijkt door een eigen mikroskoop, waardoor het onderwerp diepte krijgt. Omdat beide ogen gebruikt worden en dit gecombineerd gaat met het stereo-effekt, is dit een zeer prettige vorm van mikroskopie. Voor de geologie kan de stereo-mikroskoop gebruikt worden voor de volgende onderwerpen:

1. het bestuderen van mikrofossielen of kleine onderdelen van fossielen,
2. hulp bij het uitprepareren van fossielen,
3. het bestuderen van kleine mineralen. De determinatie wordt er aanzienlijk mee vergemakkelijkt,
4. het bestuderen van 'keien'. Met de mineralen kunnen onder de stereo-mikroskoop bijvoorbeeld hardheidsbepalingen worden verricht; ook is de kristalvorm vaak zichtbaar.

Stereo-mikroskopen voor doorvallend licht zullen door de geoloog meestal niet gebruikt worden. Uit de collectie van Euromex te Arnhem kozen wij twee modellen, die een gebruikstest ondergingen.

## Stereo-mikroskoop model SO

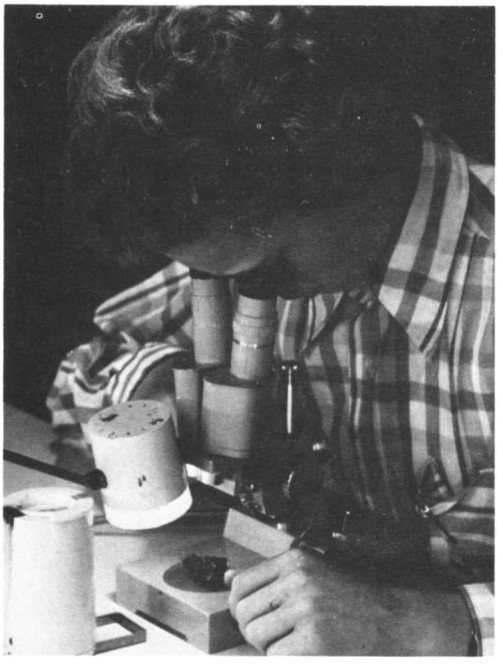
Een kleine, handige mikroskoop met ingebouwde verlichting. Direkt klaar voor gebruik. Werkafstand: 75 mm. Lenzen: achromaten 2 x. Groothoekoculair 10 x. Gezichtsveld 9 mm. Statief tegen meerprijs te verlengen. Beveiliging tegen onverhoeds losdraaien. Oogcorrectie. Voldoet redelijk aan voorwaarde G 1.
De grootte van de lichtsterkte van de objektieven gaat ten koste van de diepteschерpte. Ondanks de grote lichtsterkte van de achromaten beelden ze een postzegel over de gehele oppervlakte behoorlijk scherp af, wat een prestatie is. Door de korte brandpuntsafstand is er een sterk stereo-effekt. De verlichting is voldoende voor biologisch werk (vooral wat warmte betreft) maar beslist onvoldoende voor het bekijken van mineralen. De importeur verhielp deze klacht door een autolampje 6 Volt 5 Watt te plaatsen. Vergeleken met de BM (zie hieronder) is het beeld 'gedrongen', omdat deze mikroskoop niet geheel aan onze eis G2 voldoet.
Toch konden we aan het einde van een werkdag ruim een uur onafgebroken fossielen uitprepareren onder de SO zonder vermoeid te worden. Voor mineralogen wordt aanbevolen: twee groothoekoculairen 5 x bij te bestellen, waardoor het mogelijk is 10 x te vergroten. Het beeldoppervlak wordt dan 11 mm, lichtsterkte, scherpte en diepteschерpte nemen toe. Er is iets tunneleffekt. Hoewel dit apparaat duidelijk de mindere is van de BM, is het een aanbevelenswaardige mikroskoop, zeker wanneer we de prijs in aanmerking nemen. Prijs: f 342,20 inclusief BTW, 2 groothoeklenzen 5x: f 69,60 inclusief.

## Stereo-mikroskoop S

Deze is bijna identiek aan de SO, maar bevat geen oogcorrectie en verlichting. Het laatste probleem is eenvoudig op te lossen. Als voorbeeld plaatsten we bij de foto van de SO een extra lamp.
Prijs: f 295,80 inclusief B.T.W.

## Stereo-mikroskoop BM

Een eindeloos instrument, dat direkt onze harten stal. Op de verlichting na, in alle opzichten ruim bemeten, zodat onze eis van uren lang kunnen blijven waarnemen zonder vermoeidheid volledig werd ingewilligd. Op foto 2 worden bij 10 x vergroting fossielen geprepareerd, een bezigheid, die in één week gemakkelijk 30 uur werd volgehouden. De stand van de kijkers is verstelbaar, waardoor een prettige werkstand verkregen kan worden. De mikroskoop is uitgerust met twee stel achromaten, 1 x en 2 x, en een groothoekoculair van 10 x. De werkafstand is respektievelijk 179 en 107 mm, het gezichtsveld 20 en 10 mm. Er is geen ingebouwde oogcorrectie. De lenzen zijn meer 'tele' dan die van de SO, het stereo-effekt is minder, de diepteschерpte is duidelijk groter. De verlichting is het enige punt dat kritiek uitlokte. De plaats ervan is voor preparatief werk zéér gunstig gekozen, maar de lichtsterkte is voor mineralogen iets te klein. Bovendien worden stofjes op de lenzen voor de lamp als vlekken afgebeeld en is het veld niet geheel homogeen verlicht. Door de lenzen schoon te vegen met . . . vogelveren werd de stoflast bedwongen, terwijl een fietslampje van 8 V 0,45 A de lichtopbrengst twee maal zo groot maakte. Het zware statief maakt het mogelijk dat ook grote gesteenten bekeken kunnen worden. Optisch gezien zijn de verwisselbare achromaten de mooiste oplossing voor het veranderen van de vergrotingsfaktor. Een heerlijke mikroskoop om ingespannen aan te



1

2



werken, te prepareren, gesteenten te onderzoeken of mineralen door waar te nemen.
Prijs: f 522,—, inclusief B.T.W. Bovengenoemde mikroskopen worden geleverd door Euromex, Van Dortmondtstraat 18, Arnhem, tel. 085 - 421251.

## Andere, niet geteste, stereo-mikroskopen

**Forty 41 R,** van American Optical (tegenwoordig Reichert). Compact statief met ingebouwde verlichting. Vergroting 15 x. Prijs f 748,—, exclusief B.T.W.

**Forty 42 R,** vergroting 10 x en 20 x. Doorvallende en opvallende verlichting. Prijs f 834,—, exclusief. Importeur is Lameris, postbus 2303, Utrecht, tel. 030 - 335033.

**F 15,** een 15 x vergrotend instrument met een compact statief van Bausch en Lomb. Prijs f 455,—, exclusief verlichting en B.T.W. Importeur: Pleuger Nederland, postbus 44, Amstelveen, tel. 020 - 433651.

**Olympus.** Dit merk omvat een hele serie in verschillende prijsklassen Zie onder Pos.

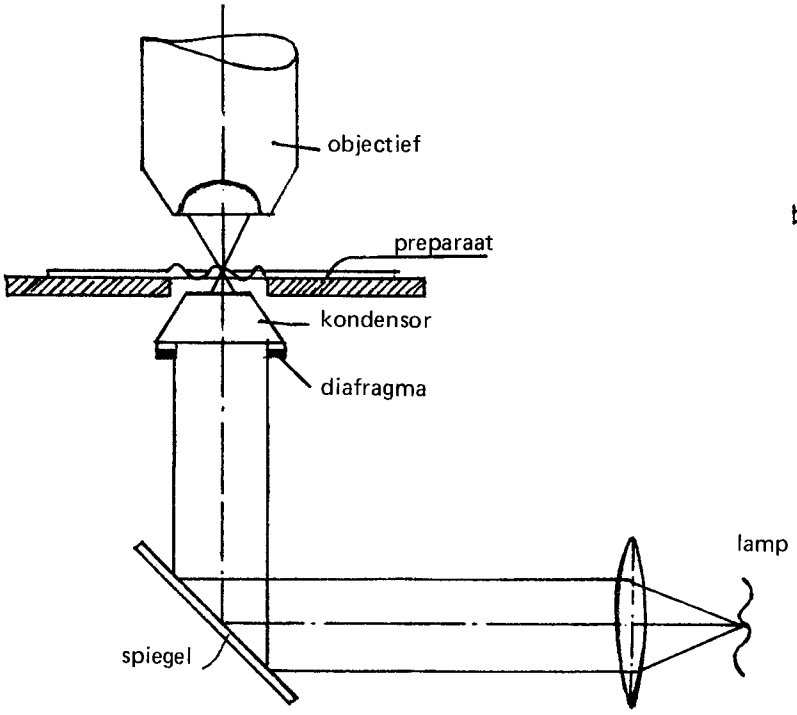
**Will.** Door deze maatschappij wordt een statief (LS3) geleverd, dat veel weg heeft van de hierboven beschreven BM. De verlichting is 15 W, de vergroting is 15 x, eventueel 30 x, 60 x en 105 x.
Importeur: zie onder BX-200.

## De polarisatiemikroskoop

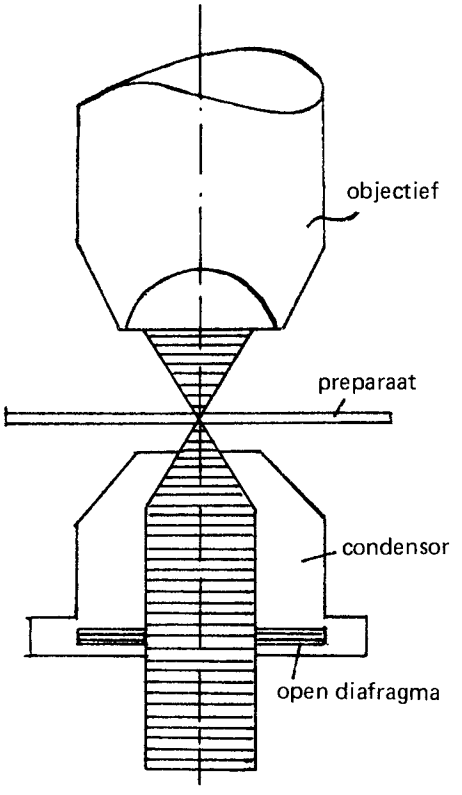
Na de uitvinding van de mikroskoop door Antonie van Leeuwenhoek vind ik de plaatsing van polarisatiefilters in de stralengang van de mikroskoop de grootste uitvinding. Hierdoor werd het de geoloog mogelijk, diep in het gesteente door te dringen, mineralen te determineren, ja zelfs chemische samenstellingen te berekenen door middel van de mikroskopische observatie.
Ten behoeve van de polarisatiemikroskoop worden de gesteenten (lava's, graniet, gabbro) in blokjes van 2,5 x 4 x 0,4 cm gezaagd, aan één kant volkomen glad geslepen en op glas gekit. Hierna wordt het gesteente door zagen en/of slijpen tot 0,03 mm dikte afgeslepen en van een dekglas voorzien, met behulp van het kitmiddel canadabalsem. Makroskopisch ondoorzichtige mineralen, zoals biotiet of augiet, blijken nu doorschijnend te zijn.
De slijpplaatjes leggen als het ware de ziel van het gesteente bloot. Aanvankelijk plaatste men zuivere calcietprisma's in de stralengang, de zogenaamde IJslandprisma's, maar nu de vindplaatsen uitgeput zijn maakt men gebruik van polaroid.
De optische problemen die zich voordoen bij doorzichtmikroskopie zijn veel groter dan bij de beschreven stereo-mikroskopie. We zijn nu immers niet alleen afhankelijk van objektief en oculair, maar ook van condensor, spiegel, lenzen van de lamp en de gloeidraad. Met de beste optiek ter wereld kunnen we een hel van een mikroskoop krijgen als het instrumentarium onder de draaitafel niet deugt of fout is afgesteld.

## Verlichting en condensor

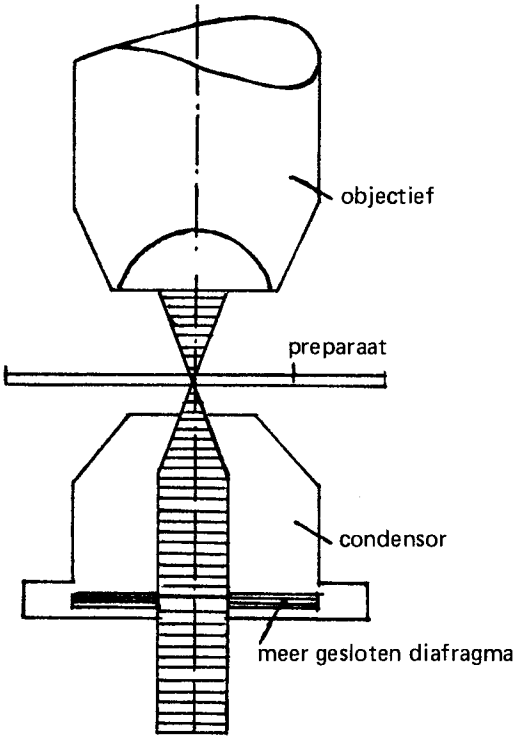
De condensor bestaat uit een grote, bolle lens, voor objektieven tot circa 10 x, en een erop schroefbare of opklapbare halfbolle lens, die nodig is voor vergrotingen boven 10 x. Onder of in dit condensorsysteem zit een diafragma. In tekening 1 zien we, hoe een evenwijdige lichtbundel (de zg. kritische belichting) door condensor en objektief gaat. In tekening 2 en 3 is weergegeven, hoe men door diafragmeren van de condensor ook het objektief diafragmeert. In plaats van de kri-



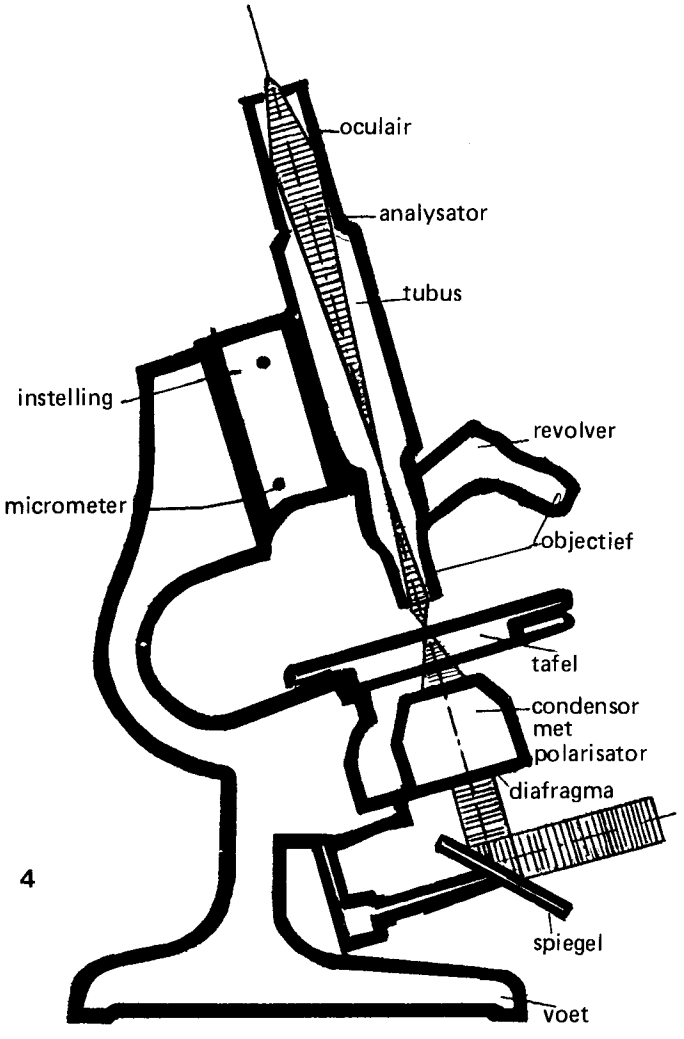
1



2




3




4

tische belichting wordt meestal de belichting van Köhler toegepast. Verlichting en condensor moeten zeer nauwkeurig afgesteld zijn. De minste afwijking geeft storingen in het beeld. Tekening 4 geeft de stralengang door de hele mikroskoop weer. De polarisatiefilters worden boven en onder het slijpplaatje geplaatst: de polarisator onder de condensor, de analysator tussen objektief en oculair.

## Spanningsvrije optiek

Glas dat onder spanning staat geeft tussen polarisatiefilters storende bijverschijnselen. De hele optiek, condensor en lenzen, moet dus spanningsvrij zijn. Dure polarisatie-mikroskopen zijn uitgerust met z.g. spanningsvrije optiek. Dezelfde maatschappijen die deze mikroskopen uitbrengen vervaardigden vroeger sets die iedere mikroskoop polariserend maakte en waarbij ook het oculair meegenomen werd. Nu deze, toen zaligmakende, sets niet meer geleverd worden, zou alleen P-optiek goed voor polarisatie zijn. Deze P-optiek is twee maal zo duur als normale optiek. Geen van de door mij onderzochte lenzen, condensors of oculairs vertoonden afwijkingen in gepolariseerd licht, voor zover ik dit kon waarnemen. Daarom bestond voor mij de behoefte aan een meerprijs niet.

## Draaibare tafel

De mikroskooptafel moet draaibaar en centreerbaar zijn en bovendien voorzien zijn van een gradenboog voor hoekmeting.

## De optiek

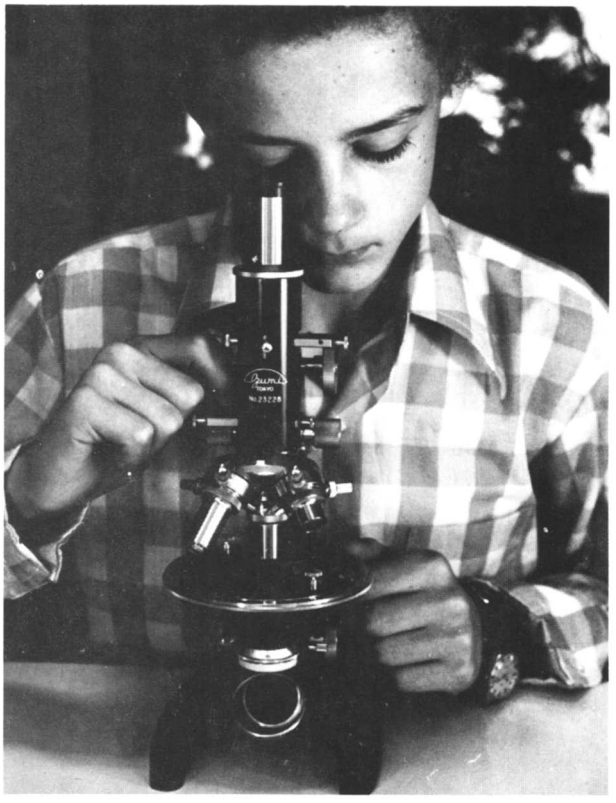
Behalve langs fotografische weg werden de lenzenoculair combinaties getest op een metode, zoals door Wild wordt aangegeven. In een goede mikroskoop met uitstekend ingestelde, ingebouwde verlichting (Köhler) werd een mikrometerplaatje gelegd (1 cm is verdeeld in 100 delen). De 5 mm-lijn werd met kruisdraden gecentreerd en van de diverse lenzen/oculair-combinaties werd bekeken, hoeveel mm gezien kon worden (de beeldgrootte), hoeveel mm hiervan scherp was (de beeldscherpte) en hoeveel licht de combinatie doorliet. Als standaard voor de verlichting werd Will 5 - Will WF 10 genomen. ) 0 = standaard,+ 1 = 2 x zoveel licht als standaard (1 diafragma! ),+ 2 = 3 x zoveel licht (2 diafragma's), enzovoort. De uitslag is gedeeltelijk weergegeven in tabel I en was verrassend. Will 5 - WF 10 gaf een groot beeld, geheel scherp. De Japanners vielen ontzettend tegen, terwijl de Jena T 2,5 eenzaam aan de top staat.

De H5 x oculairen haalden een hoge lichtopbrengst, tegen een storende tonvormige vertekening. De grote moeilijkheden zitten in de kleine vergroting. Bij de 10 x achromaten lagen de uitslagen dicht bij elkaar en na 1/3 diafragma waren de meeste 10 x lenzen redelijk scherp. De beoordeling van lenzen bij volle lensopening zal de amateurfotograaf wel aanspreken, maar de mikroskoopimporteur niet. Immers: iedere lens moet voor 1/3 gediafragmeerd worden bij gebruik en dan worden de resultaten veel beter. Maar de relatief dikke petrologische slijpplaten met mineralen met hoog reliëf geven bij diafragmeren al in beginsel de lijn van Becke te zien en ons oog ervaart, dat optiek die randonscherpte vertoont, deze ook na diafragmeren als onrustig en vermoeiend weergeeft.
Dat deze tabel met verstand van zaken bezien moet worden, vindt u onder Izumi. Hieronder een sleutel naar

goedkope en duurdere oplossingen voor de polarisatie-mikroskoop.

## Izumi

De goedkoopste kant en klare polarisatie-mikroskoop is de Izumi. Het statief is van het klassieke model, iedere lens is centreerbaar (foto 3). Het negatieve resultaat van de lenzentest in tabel 1 veranderde in positief, wanneer de lens in het Izumi-apparaat werd geplaatst, omdat hierin alleen het middelste, scherpe gedeelte van het beeld weergegeven wordt. Het beeld ligt hierdoor erg diep (sterke tunnel), daardoor is deze mikroskoop alleen geschikt voor practicum. Prijs exclusief B.T.W. f 1300,-. Jammer. Voor nog geen f 200,- meer had de optiek aan hoge eisen kunnen voldoen en was dit een zeer interessante aanbieding geweest.



3

## Pos

Olympus brengt een op de Izumi lijkende polarisatie-mikroskoop uit, genaam Pos. Prijs exclusief verlichting en B.T.W. f 1431,-. Importeur Gebr. Paes, Postbus 81, Leiden, tel. 071 - 43345.

## Pom

Moderner van uiterlijk is de eveneens door Olympus uitgebrachte Pom. De monoculaire tubus staat onder een hoek van 30 graden. Exclusief verlichting en B.T.W. f 2982,-.

## Meopta

Meopta brengt of bracht het statief D uit, waarmee een 15-tal mikroscoop-combinaties kon worden samengesteld, waaronder een bijzonder volledige polarisatie-mikroskoop die tegen de f 2000,-. zou kosten (inclusief B.T.W.? ) Inbegrepen zijn mono-, binoculair en fototubus. De Tsjechoslowaakse fabriek wordt momenteel vertegenwoordigd door Verhave en Zn, 's-Gravelandseweg 84a, Hilversum, tel. 02150 - 10447.
De levering uit Oostbloklanden is vaak niet overeenkomstig onze Westerse handelsbegrippen. Hoewel wij een jaar lang veel interesse voor dit model toonden, konden wij nimmer een exemplaar bezichtigen. Hetzelfde geldt voor de stereo-mikroskoop. Ons werd toegezegd dat wij ermee konden kennismaken, maar de belofte werd nooit nagekomen.

## Neopan - pol I

Deze mikroskoop, die met een schuine monoculair-tubus is uitgevoerd, komt uit het huis van Reichert en kost inclusief verlichting en exclusief B.T.W. f 3502,50. Importeur: Lameris, postbus 2303, Utrecht, tel. 030 - 335033.

## Omgebouwde biologische mikroskopen

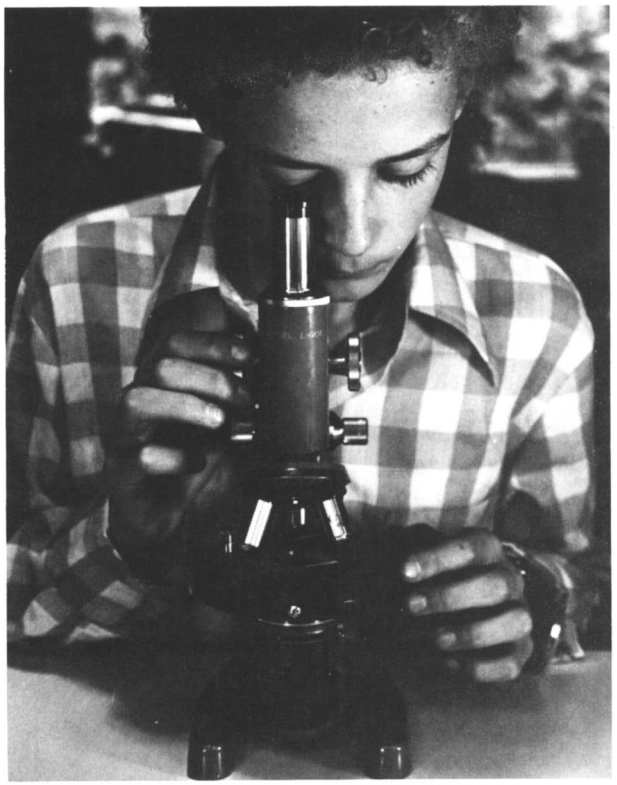
Ongeacht het merk is massafabrikage goedkoper dan specialistische. Biologische mikroskopen vallen eerder onder massafabrikage, wat dus in de prijs tot uitdrukking komt. Een polarisatiefilter in de filterhouder, een draaibare tafel, een analysator in het oculair, een gipsplaatje en . . . het merendeel van de analyses kan worden uitgevoerd.

## Olympus GC

Jaren geleden bouwden we dit klassieke model op boven omschreven wijze om. Als verlichting werd de 30 Watt Olympus LSD gebruikt. Verder beschikten we over foto-oculairen (P) en Canon-mikroskopeerset. Het apparaat bewees mechanisch zeer sterk te zijn. Optisch gezien was er tunnel-effekt en was het 4 x objektief beslist onvoldoende, hoewel de beeldscherpte in het GC-statief iets groter was dan in de proefopstelling (tabel 1). Ten opzichte van de Zeiss-optiek valt het oplossend vermogen tegen. Het onrustige beeld, veroorzaakt door de combinatie LSD + condensor, irriteerde naarmate langer gekeken werd. De goede service die de importeur (zie onder Pos) bood, mag als positief punt vermeld worden. Het P. 7 x oculair voldeed het beste van alle Olympus-oculairen.

## Euromex LM

Het LM-statief van Euromex (foto 4) is nagenoeg identiek aan de statieven van de Izumi en Olympus GC. Wel is de filterhouder zeer goedkoop en draait de tafel zwaar en bezit deze geen schaalverdeling. Deze schaalverdeling is overigens zelf te maken met een plastic gradenboog bijvoorbeeld. Daarentegen is de tafel zeer goed centreerbaar en werkt deze zonder bevingen. De condensor is fors, er is een zogenaamde brillenglascondensor als bolle lens en een ruim bemeten afschroefbare bovenlens. Wanneer de onderste condensor volledig belicht werd, was het mogelijk zowel het veld van de 3,5 achromaat uit te lichten, alswel de 40 x te gebruiken voor een assenkruis, zonder dat de condensor uit elkaar geschroefd hoefde te worden. Bij de 3,5 x moet de condensor naar beneden, bij de 40 x omhoog. Het polarisatiefilter kan stofvrij gemonteerd worden tussen de twee lenzen van de condensor.
In de filterhouder komt een blauwfilter of een 'homogenisatiefilter' (zie onder Verlichting).



4

Omdat de importeur Duitse optiek kan leveren bij dit Japanse statief werd deze getest in tabel I en II. In de eenvoudigste uitvoering kan de LM uitgerust worden met Duitse achromaten 3,5 x, 10 x en 40 x en twee oculairen Will WF 10 x (zie onder Verlichting). Zonder polarisatiefilters komt deze op plm. f 538,-, inclusief B.T.W., met polarisatiefilters op plm. f 543,-. Het Will-oculair geeft het beeldveld onder een gunstige ooghoek en bleek de lenzen het beste te corrigeren. De 10 x geeft zonder diafragmeren al een nagenoeg scherp beeldveld, de 3,5 x een goed overzicht, doch wat bolvormig. Aanbevelenswaardig is het echter, om in plaats van de 3,5 x de zeer lichtsterke planachromaat 5 x (N.A. 0,18) te nemen, die een volkomen vlak beeld met groot oplossend vermogen geeft. De prijs wordt f 70,-. hoger. De 10 x planachromaat is een 'must' bij fotografie. Er moeten twee identieke oculairen aangeschaft worden, één met en één zonder polarisatiefilter. Het polarisatiefilter komt op de onderste lens te liggen. De zodanig door ons omgebouwde LM voldeed voor langdurig mikroskoperen. Importeur: zie onder Stereo-mikroskoop BM.

## BX - 200

Will uit Wetzlar brengt een biologische mikroskoop op de markt, die als enige de charme heeft, dat de fabriek er voor een redelijk bedrag een polarisatieset, compleet met gipsplaatje, opbouwt. De vergrotingsfaktor van deze set is 1,7 x. De 5 x en 10 x achromaten werden alle fotografisch getest en bleken op één lijn te liggen met de betere Duitse optiek. De ingebouwde verlichting is de mindere van de SM-Lux, al was het alleen al dat er geen trafo is ingebouwd, maar het resultaat dat aan ons oog geboden wordt is van dezelfde klasse als van Leitz. Prijs op aanvraag bij de importeur, de Nederlandse Optiek- en Instrumentenfabriek Dr. C. E. Bleeker N.V., Thorbeckelaan 3, Zeist, tel. 03404 - 18811.

## De verlichting

Wie geen mikroskoop met ingebouwde verlichting koopt, zal zelf moeten experimenteren. Enkele voorbeelden:
**Osram minispot:** f 80,-. Deze verlicht op 15 cm afstand 4 cm2 homogeen. De 20 Watt 12 Volt halogeenlamp (trafo is ingebouwd) geeft op 4 cm de helft van de hoeveelheid licht die onze zon op deze oppervlakte werpt. Prima voor stereo, maar ook voor de polarisatie-mikroskoop.
**Projektor:** met een spiegel voor stereo en zonder spiegel voor polarisatie. Geeft een zeer sterke verlichting.
**14 Volt 17 Watt studielampje** (zie foto 1). Te gebruiken bij stereo en polarisatie. Vooral in het laatste geval is de lichtsterkte aan de matige kant.
**Mini-zelfbouw.** Lampje 6 V - 5 W (uit trouble light van Philips) met E 10 fitting monteren in een aluminium doos of pijp. Een bolle lens met een brandpunt van circa 5 cm op 5 cm van de gloeidraad monteren. Met epoxyhars een magnetische deursluiter op het buisje kitten. Aansluiten op een beltransformator. Twee aftakkingen maken: 8 V (polarisatie en stereo) en 5 V (zonder analysator). Bouwkosten nog geen f 10,-.
De lamp kan langs een metalen strip glijden en overal heen schijnen.

## Tyristorschakeling

Het regelen van de verlichting gaat het beste door in de 220 V-leiding een tyristorschakeling te bouwen. Prijs tussen f 20,-. - f 30,-.

## Polarisatie-mikroskoopverlichting

De polarisatie-mikroskoop moet bezien worden met licht van 6000 graden K. Daarom wordt voor kunstlicht een blauwfilter bijgeleverd. Bij Olympus is dit gematteerd. Plaats het polarisatie-filter boven het gematteerde glas. Om een goede verlichting te krijgen zonder enige vorm van storing geldt het volgende recept.
Slijp met carborundum 500 één zijde van een 5 x 5 cm diaglaasje mat. Plaats dit glas op een houder vlak boven de spiegel en richt er een sterke lichtbron op. Vertoont het beeld nog 'zwevingen', leg dan dun gematteerd plastic in de filterhouder. We noemen dit een 'homogenisatie-filter'. Alle problemen zijn dan opgelost.

## Gipsplaatje

Een polarisatie-mikroskoop zonder gips-rood eerste orde is ondenkbaar. Men raadplege hierover de studieboeken. Bij de 3,5 x, 5 x en 10 x moet het gipsplaatje tussen slijpplaatje en objektief gestoken worden. Bij het maken van een assenkruis: gat van 1 à 2 mm in stofdop boren. Hierop een klein stukje polaroid kitten. Met ingeschakelde polarisator draaien totdat het licht uitdooft. Nu onder 45 graden inkepingen maken in het schuifstuk van de stofdop, zodanig dat het gipsplaatje op de tubus en onder het gaatje met filter van de stofdop komt.
Het gipsplaatje kan los geleverd worden. Het zal ongeveer f 50,- kosten.

### Literatuur

Een eenvoudig boekje over de werking van de mikroskoop is Microscopie, het zelf maken van eenvoudige microscopische preparaten, door J. C. Alders.
Wenk Hobbygidsen nr. 353, Kosmos, Amsterdam, 7e druk 1969.

TABEL 1

| Objektief | Licht en oculair | Gezichtsveld 2 3 4 5 6 7 8 9 | Beeldscherpte 2 3 4 5 6 7 8 9 |
|---|---|---|---|
| Will plan 5 | Will WF 10 0 | | |
| Olympus 4 | Olympus P.10 $-\frac{1}{2}$ | | |
| Olympus 4 | Olympus P.7 $+\frac{1}{2}$ | | |
| Izumi 4 | Izumi H 5 $+1\frac{1}{2}$ | | |
| Izumi 4 | Izumi H 10 $-1$ | | |
| D.Achromaat 3.5 | WF 5 $+1\frac{1}{2}$ | | |
| D.Achromaat 3.5 | K 10 $-\frac{1}{2}$ | | |
| D.Achromaat 3.5 | Will WF 10 0 | | |
| D. Plan 5 | K 10 $+\frac{1}{2}$ | | |
| D. Plan 5 | Will WF 10 $+1$ | | |
| Jena T. 2,5 | Will WF 10 0 | | |
| Will Plan 10 | Will WF 10 $-1$ | | |
| Olympus P 10 | Olympus P.7 0 | | |
| Olympus P 10 | Olympus P.10 $-1\frac{1}{2}$ | | |
| Izumi 10 | Izumi H 10 $-1\frac{1}{2}$ | | |
| D.Achromaat 10 | Will WF 10 $-1$ | | |
| D.Plan 10 | Will WF 10 $-1$ | | |

TABEL 2

| | | 2 3 4 5 6 7 8 9 | 2 3 4 5 6 7 8 9 |
|---|---|---|---|
| D.Achromaat 3,5 | Will WF 10 | | |
| D.Plan 5 | Will WF 10 | | |
| D.Achromaat 10 | Will WF 10 | | |
| D.Plan 10 | Will WF 10 | | |