

# Optische gesteentedeterminatie II

P. Stemvers

## Summary

It is possible to make from every microscope a polarisation microscope, without high expense. Some supplies must be made, among which the attachment of polaroid. For this can be used polaroid HN 22 - 0.035<sup>II</sup>.

All details of the rebuilding are given for the Japanese marks Polarex and Olympus (G.C. Model). With the latter type in its rebuilt condition it is possible to produce the most common optical-mineralogical properties (as: interference figures, extinction, elongation, refraction). The price can so been reduced ta nearly half the amount of a simple original polarisation microscope.

## II. De polarisatie-Microscop

### 1. INLEIDING

Polarisatie-microscopen zijn onmisbaar voor gesteente-onderzoek. De prijzen ervan liggen echter zo hoog, dat de amateurgeoloog voor de aanschaf terugdeinst, terwijl ook de meeste vakgeologen particulier zo'n apparaat niet zullen bezitten. De tweedehands prijs van afgeleefde bestjes wordt kunstmatig hoog gehouden. Voor minder dan honderd gulden kan men tegenwoordig vele soorten microscopjes kopen, die voor weinig geld omgebouwd kunnen worden tot een eenvoudige polarisatie-microscop. Met een dergelijk microscopje is het mogelijk gesteente-analyses te maken, die voor amateuristisch niveau voldoende nauwkeurig zijn. Het bepalen van accessorische mineralen kan men echter vergeten, evenals het maken van assenkruizen. Verscheidene leden van de N.G.V. bezitten al een goede microscop. Deze kan, evenals nieuw te kopen exemplaren, gemakkelijk omgebouwd worden tot polarisatie-microscop, waarmee de meeste bepalingen verricht kunnen worden.

### 2. HET POLARISEREN VAN LICHT.

Theoretisch wordt licht opgevat als transversale trillingen, die zich met een bepaalde snelheid door een medium voortplanten. Een trilling, die loodrecht op de voortplantingsrichting staat, heet een transversale trilling. Loodrecht op de voortplantingsrichting staan oneindig veel richtingen, die door een POLARISATOR terug te brengen zijn tot één richting.

Populair gezien wordt een polarisator wel eens voorgesteld als een kam. Tussen de tanden van de kam is slechts één trillingsvlak mogelijk, wat we ons voorstellen door een strook papier tussen de tanden van de kam te schuiven. Het licht kan alleen trillen in het vlak van het papier. (Zie tekening 4, waar toermalijn als „kam” gebruikt wordt.)

We nemen een tweede kam (polarisator), in de microscopie analysator genoemd. Houden we deze 90° gedraaid achter de eerste kam, dan lukt het niet het blad papier (dat weer het rechthoekige gepolariseerde licht voorstelt) door de tweede kam (analysator) te steken, m.a.w. twee polarisatoren, waarvan de trillingsvlakken onder een hoek van 90° staan, laten geen licht door.

De eerste polarisatoren zijn gebruikt door de Engelsman NICOL. Hij gebruikte hiervoor prisma's van calciet. Optisch zuivere calciet komt niet veel voor; de bekendste vindplaats is op IJsland, maar deze raakte spoedig uitgeput. Tegenwoordig wordt o.a. jodiumcinchonidinesulfaat gebruikt, dat naar zijn ontdekker herapathiet genoemd wordt. Kleine herapathiet-kristallen worden parallel georiënteerd in een nitrocelluloselaag gebracht. De handelsnaam van het Amerikaanse polariserende materiaal is Polaroid. De fabrikant brengt geïodeerde polyvinylalcohol (H-polaroid) en onder invloed van zoutzuur gedehydrateerde polyvinylalcohol (K-polaroid) in de handel. K-polaroid bevat geen kleurstoffen en wordt niet door zonlicht gebleekt.

Zonnebrillen van het merk Polaroid zijn in wezen polarisatoren en zijn ook als zodanig te gebruiken. De stukjes polaroid, die momenteel in de microscoop gebruikt worden, worden abusievelijk naar de voornoemde Engelsman Nicols genoemd. Staan de trillingsvlakken van twee nicols onder een hoek van  $90^\circ$ , dan spreken we van gekruiste nicols (XN).

In de polarisatiemicroscoop zijn de nicols boven en onder het slijpplaatje gemonteerd. Degene die voornemens is zijn optiek met polarisatoren uit te rusten, prente zich de volgende regel goed in het hoofd: het geeft niet waar het licht gefilterd wordt, als het maar gefilterd wordt (en als het slijpplaatje maar tussen de nicols komt).

### 3. OMBOUW GOEDKOPE MICROSCOOP TOT POLARISATIEMICROSCOOP.

De petrografische microscoop onderscheidt zich van de standaardmicroscoop door o.a. de volgende kenmerken.

1. De vergroting is gering ( $10\times$  tot  $400\times$ ).
2. Polarisatiefilters moeten aanwezig zijn, die geheel of gedeeltelijk weggeklapt kunnen worden.
3. De tafel moet draaibaar zijn en voorzien van een graadverdeling.

De goedkope microscoopjes geven helaas een grote vergroting voor weinig geld. De kleinste vergroting die ik kon kopen was  $80\times$  ( $8\times$  objectief en  $10\times$  oculair).

#### 3.1 AANSCHAF MICROSCOOPJE.

Het Japanse seriemateriaal heeft grote uitschieters per serie. Gekocht wordt alleen het apparaat dat men bezien heeft. De vergroting moet zo klein mogelijk zijn. Het beeld moet RUSTIG zijn en geen kleurschifting of vertekening vertonen. Electriche verlichting mag niet aanwezig zijn: bij gekruiste nicols heeft men  $8\times$  de normale lichthoeveelheid nodig, wat de prutslampjes niet opbrengen. Een apparaat met roterende diafragma's vereenvoudigt de montage.

Door mij werd aangeschaft een Polarex met objectieven  $8$ ,  $20$  en  $40\times$ , oculairs  $10$  en  $15\times$ . De vergroting is hierdoor van  $80$  tot  $600\times$ . De prijs was  $f$  63,—. Na schoonmaken van de lenzenstelsels en het verwisselen van de lenzen tot ze op de goede plaats zaten, was de kwaliteit aanmerkelijk verbeterd.

#### 3.2 MONTAGE ANALYSATOR.

Door de mantel werden twee gaten van  $2$  mm geboord, zodanig, dat een erdoor gestoken staafje buiten de stralenbundel valt, die van objectief  $8\times$  naar de veldlens van het oculair gaat. Er moet evenwijdig aan één zijde van de tafel geboord worden. Het staafje (bv. roestvrij stalen waslijndraad) wordt na doorgestoken te zijn, aan de buitenstekende einden omgebogen. Van een plaatje polaroid (zie 4.2.)

wordt een stukje afgeknipt, dat zó groot is, dat het de stralenbundel geheel doorsnijdt. Dit stukje polaroid wordt met epoxyhars of Bisonkit op het staafje vastgekit (tekening 1). De analysator is nu klaar en kan op ieder moment door omklappen ingeschakeld worden.

### 3.3 MONTAGE POLARISATOR.

De diafragma-schijf wordt zodanig gedraaid, dat het grootste gat zich tussen spiegel en objectief bevindt. Een tweede stukje polaroid wordt op het gat gelegd. Met ingeschakelde analysator wordt het polaroid zolang gedraaid tot een doorvallende lichtstraal geheel dooft. In deze stand wordt de polarisator vastgekit. Door de diafragma-schijf slechts één gat te verdraaien heeft men de beschikking over gewoon of gepolariseerd licht.

### 3.4 DRAAITAFEL. (voor 3.4. en 3.5. tekening 2)

Van plexiglas, messing of triplex wordt een schijfje met een doorsnede van  $\pm 65$  mm en een dikte van 3 mm gezaagd. In het centrum wordt een staafje gelijmd of gesoldeerd, waarvan de buitendiameter iets kleiner is dan de binnendiameter van het gat in de microscooptafel. Na kitten wordt het geheel precies centrisch doorboord, zodat er een gat van  $\pm 8$  à 10 mm ontstaat.

### 3.5 GRADENBOOG.

Voor 15 cent levert V. en D. plastic gradenbogen van 10 cm doorsnee. Het middendeel wordt hieruit gezaagd en precies centrisch wordt hiervoor in de plaats de draaitafel gelijmd (epoxyhars). Is de buitendiameter net iets te groot, zodat de gradenboog tegen het statief vastloopt, dan wordt het statief op die plaats enkele mm ingezaagd.

Op 1 mm van elkaar worden twee stukjes cellotape geplakt op de arm zodanig, dat de zaagsnede onder een hoek van  $90^\circ$  gekruist wordt. Tussen de cellotape wordt er aluminiumverf op het statief gebracht. Na drogen wordt de sellotape verwijderd. Met de aluminium streep is de gradenboog binnen 1 graad afleesbaar.

### 3.6 MICRODIAFRAGMA.

Een klein moertje met een gat van 2 mm wordt voorzichtig afgevijld tot het een dikte van 1 à 2 mm heeft en hierna gekit in het kleinste diafragma-gaatje.

### 3.7 GIPS ROOD. Zie 11.

### 3.8 VERLICHTING.

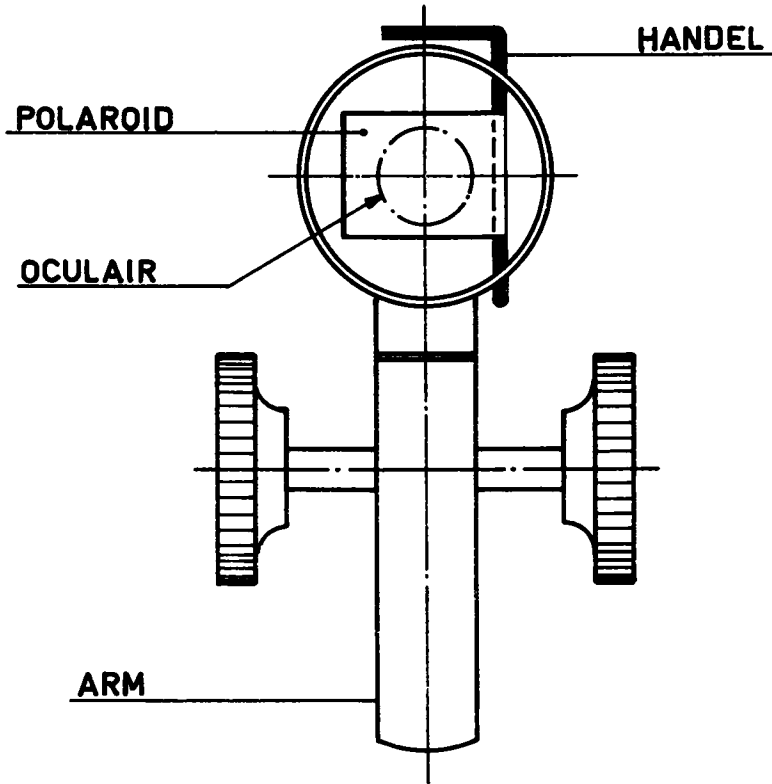
Deze is uitermate belangrijk voor iedere microscoop. Het licht moet liefst daglichtkleur hebben om de juiste interferentiekleur te geven. Hier zoekt men zelf naar de juiste oplossing. Door mij werd een 25 Watt autolamp gebruikt, die door een gematteerd filter van de spiegel gescheiden was. De fotohandel levert correctiefilters, bv. B + W KB 12 bij laagspanningslampen en KB 20 bij 220 Volt-lampen.

## 4. POLAROID.

Te bestellen bij Polaroid Nederland N.V., Haspelstraat 2, Amsterdam-W, postbus 8047, tel. 020-13 84 84. Dagprijs 1965: 60 cent per vierkante inch. Minimum-afname  $3 \times 3$  inch.

4.1. Het polariserende materiaal, dat in de polarisatiemicroscoop gebruikt wordt,

# BOVENAANZICHT TEK. I



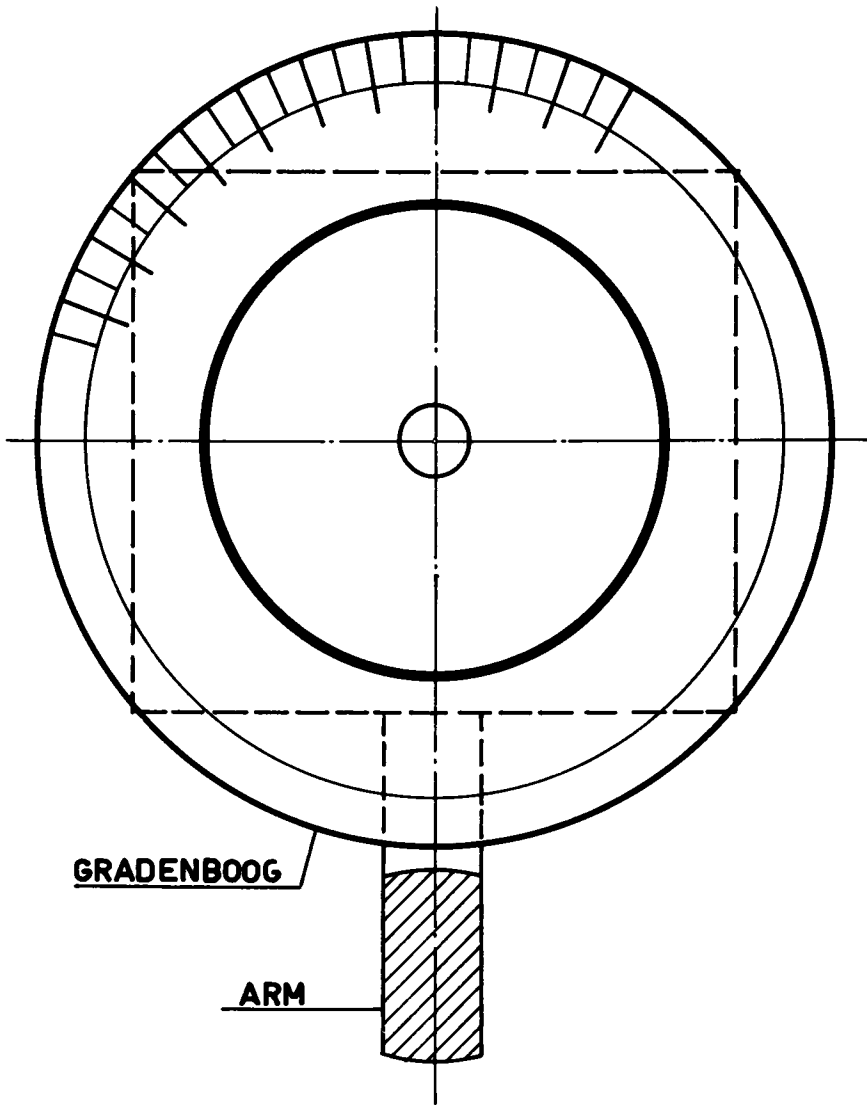
is grijs van kleur en geeft in gekruiste stand een totaal homogene uitdoving. De prijs van deze filters bedraagt  $f$  40,— per stuk. De fotohandel levert dezelfde filters tegen dezelfde prijs.

4.2. Het polaroid, dat in zonnebrillen gebruikt wordt, geeft een iets gevlekte uitdoving. Er resteert een kleur, die tegen nachtblauw aanligt. Zodra een slijpplaatje tussen de filters gebracht wordt, is dit euvel verdwenen. Er is dan nagenoeg geen ander verschil tussen de originele filters en deze dan  $f$  75,— in aanschaffingsprijs. Voor mijn tweede microscoop schafte ik een iets groen type aan, dat nagenoeg zwart uitdooft. Bestellen onder HN 22 - 0.035<sup>II</sup>. Omdat dit filter wat meer licht weg neemt is een iets sterkere lichtbron gewenst.

Het bestelnummer van vlak „zonnebrillen-polaroid” is mij onbekend, doch de leverancier helpt U hier direkt aan.

## 5. DUURDERE MICROSCOOP.

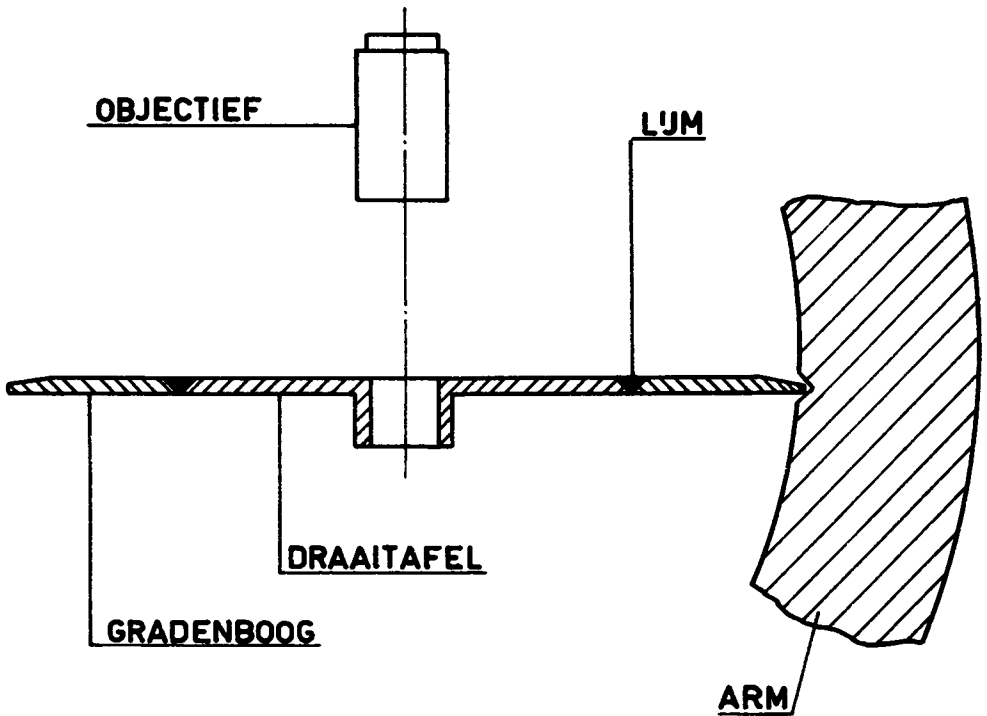
Een originele polarisatie-microscoop, speciaal gebouwd voor geologisch onder-



zoek, kost tussen de  $f$  2400,— en  $f$  3000,—. De bovenstaande microscoop kan daar niet tegen concurreren. Veel nadelen van het goedkope apparaat zouden vervallen, indien optiek en statief van betere kwaliteit waren. Op verschillende wijzen werd getracht een beter apparaat te bemachtigen, zonder hoge bedragen uit te geven voor voorzieningen die men nooit gebruikt.

### 5.1 TWEDEHANDS APPARATUUR.

Omdat alleen universiteiten, olie- en mijnbouwmaatschappijen een slijpkamer voor slijpplaatjes bezitten, zal men alleen daar de polarisatie-microscoop aantreffen. Ze worden meestal afgeschreven als ze mechanisch op zijn. De optiek, die



jaren de mogelijkheid heeft gehad om beschadigd te worden, is modern als we de klok een halve eeuw terugdraaien. Ze voldoen het beste, indien ze netjes opgepoetst op een moderne, teakhouten kast geplaatst worden. De antiquarische waarde schat ik op  $f$  150,—.

### 5.2 POLARISATIE-MICROSCOOP.

Verschillende firma's brengen polarisatie-microscopen uit, die aanmerkelijk goedkoper zijn dan  $f$  3000,—, doch voor bijna alle onderzoeken voldoende zijn. De prijzen (Meopta, Olympus, Bleker) liggen tegen de  $f$  1200,—. Van de Gebr. Paes N.V., Breestraat 58, Leiden, tel. 01710-23620, hoofdvertegenwoordiger van Olympus, kreeg ik een dergelijke microscoop op zicht. Hoewel er optisch op dit instrument niets aan te merken viel, kon ik er technisch niet mee uit de voeten.

### 5.3 STANDAARDMICROSCOOP.

Olympus biedt verschillende standaardstatieven aan, waarop men alles zelf kan samenstellen, en wel in bijzonder prettig overleg met de hoofdvertegenwoordiger. Naast de polarisatie-microscoop kwam een standaardmicroscoop op zicht, die ogenblikkelijk aansloeg.

Olympus-microscopen zijn genormaliseerd, d.w.z. dat objectieven en oculairs passen op de Westeuropese topmerken en omgekeerd. Waar Olympus in grote

series kan werken liggen de prijzen enorm veel lager, zonder dat dit ten koste gaat van het produkt. In kleine series zijn de prijzen gelijk aan de Westeuropese (5.2 en 11).

## 6. OMBOUW OLYMPUS.

6.1 STATIEFmodel G.C. werd uitgekozen. Zonder optiek, doch met condensor, spiegel, kast en draaitafel zonder graadverdeling, kost deze  $f$  321,— (1965).

### 6.2 OBJECTIEVEN.

$4\times$  achromatisch  $f$  25,—,  $10\times$  achromatisch  $f$  32,—,  $40\times$  achromatisch  $f$  48,—. De lenzen  $10\times$  en  $40\times$  werden in deze microscoop beoordeeld naast dezelfde typen van Zeiss (1958). Tussen de  $40\times$  objectieven was geen verschil te zien. Bij de  $10\times$  objectieven bleek de vergrotingsfactor van Olympus iets kleiner dan van Zeiss te zijn. De brillantheid van Olympus was zelfs beter. Geïnteresseerden vergelijken de prijzen. Het  $4\times$  objectief liet ik een beeld werpen op een fotografisch negatief, dat daarna  $21\times$  lineair vergroot werd. De totale vergroting komt hierbij op  $90\times$  lineair. Het objectief gaf geen zichtbare afwijking. (Opgemerkt dient te worden, dat het oog in staat is het beeld te corrigeren. Fototesten zouden misschien tot andere resultaten komen).

### 6.3 OCULAIRS.

Deze worden in ruime sortering vervaardigd. Normaliter worden in polarisatiemicroscopen Huygens-oculairs gebruikt. Deze kosten voor  $5\times$ ,  $7\times$  of  $10\times$  slechts  $f$  14,— en zijn voor een Huygens-oculair goed. Tonvormige vertekening is gering. Gecorrigeerde Huygensoculairs zonder vertekening heten Periplan en liggen met een prijs van  $f$  32,— op  $1/3$  van Europese oculairs. Er is een P.10 (P punt  $10\times$ ), dat gecorrigeerd is voor fotografische doeleinden. Prijs  $f$  40,—. Dit oculair werd nog niet getest. Een los leverbare micrometer kost  $f$  16,—.

### 6.4 DRAAITAFEL.

Deze is centreerbaar, maar bezit geen graadverdeling. Deze is zelf te bouwen (zie 3.5.) Voor meerprijs van  $f$  47,— is een draaischijf met graadverdeling leverbaar.

### 6.5 POLARISATIE-FILTERS.

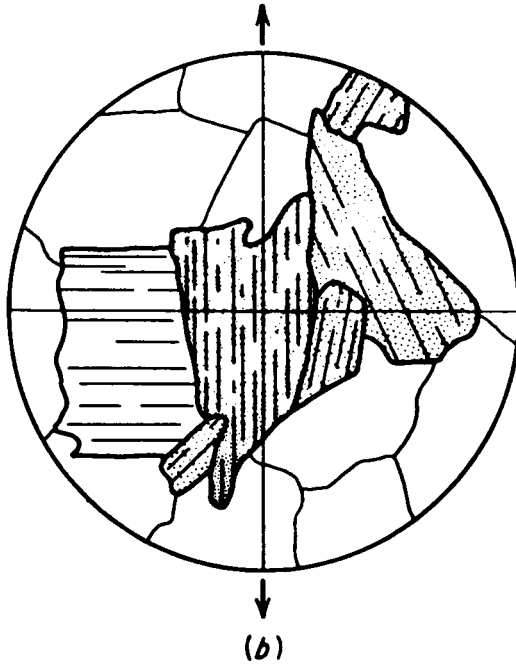
Eigen fabrikaat van Gebr. Paes is van uitstekende kwaliteit. De analysator wordt onderin de tubus gebracht, de andere in de filterhouder van de condensor. Prijs  $f$  80,—. Door mij werd polaroid HN 22 toegepast. De polarisator wordt in de filterhouder gelegd. De analysator gelijmd aan de onderzijde van de ooglenzen van Periplan  $5\times$ . Door verwisseling van oculair met de gewone Huygens wordt ongepolariseerd beeld verkregen.

#### 6.5.1 INSTELLING POLARISATOR.

Een slijpplaatje met biotietkristallen wordt zodanig gelegd, dat de splijting van het kristal op het statief gericht is (zie tekening 3). Met uitgeschakelde analysator wordt de polarisator zo lang gedraaid tot de biotiet zijn donkerste (pleochroïtische) kleur heeft. De polarisator wordt nu vastgekit; de condensor mag niet meer verdraaid worden.

#### 6.5.2 INSTELLING ANALYSATOR.

Bij de filters van Paes wordt de analysator gericht. De biotietkristallen nemen een



hoek van  $90^\circ$  in t.o.v. bovenstaande methode. Polarisator is uiteraard afwezig bij de instelling.

### 6.5.3 GEKRUISTE NICOLS.

worden verkregen door de niet ingestelde analysator (6.5.1) of polarisator (6.5.2.) te draaien tot de balsem in het slijpplaatje zwart van kleur is (tekening 4).

6.5.4 Zeiss bracht destijds een filterset uit (incl. gips-rood), waarvan analysator en gips op ieder oculair aangebracht konden worden. Polarisator in filterhouder. In stelliogrammer 6.5.1. Deze opstelling maakt het beeld iets dof, doch is wel paktisch. ls

7.

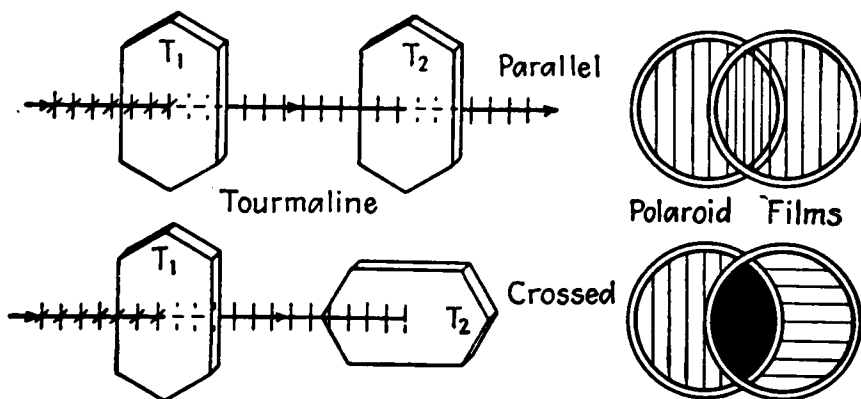
### CONDENSOR.

Geleverd wordt in het G.C.-statief: Abbe N.A. 1.25-0.25. Slechts als de frontlens weggedraaid wordt, is het  $4\times$  objectief geheel uitgelicht. De frontlens is noodzakelijk voor het instellen der verlichting en het maken van assenkruizen en moet hierdoor veel op- en afgeschroefd worden. Tegen een meerprijs van  $f 40,-$  wordt een condensor N.A. 0.9-0.25 geleverd, waarvan de frontlens wegklapbaar is. Het totstandbrengen van een goede verlichting is met deze condensor iets lastiger, maar eenmaal ingesteld is de lichtopbrengst zo groot, dat een  $8\times$  vertragend grijsfilter aangeschaft werd om de ogen te sparen.

### 8. KRUISTAFELS

kosten normaal  $f 350,-$ , doch van Olympus  $f 88,-$  of  $f 96,-$ . Op de draaitafel lopen ze vast tegen statief of  $40\times$  objectief. Doordat de vergroting laag is wordt het gemis spoedig door handigheid overwonnen.





4

#### 9. OCULAIRMICROMETER.

Voor  $f$  16,— wordt deze los aangeschaft. Hij wordt gebruikt als hulpmiddel voor de analyses, meter van korrelgrootte, als een matige vervanger voor kruisdraden.

#### 10. VERLICHTING.

Ten onrechte wordt er op dit punt meestal bespaard, waardoor de beeldkwaliteit van de microscoop veel te lijden heeft. De laagvoltlamp van Olympus (model LSD 6V, 5A), die zonder trafo, inclusief reservelamp en daglichtfilter  $f$  120,— kost, geeft een zee van licht, dat zo goed verdeeld is, dat zonder moeite foto-opnamen genomen kunnen worden.

#### 11. GIPS ROOD I.

Dit is onmisbaar voor degenen, die diep in de materie willen doordringen. Het kost van Olympus  $f$  63,—, wat ik prijzig vind.

Het gips wordt onder een hoek van  $45^\circ$  tussen de nicols geschoven. De plaats is niet belangrijk, het kan bij  $4 \times$  zelfs op het slijpplaatje gelegd worden.

#### 12. ASSENBEELDEN.

Deze kunnen met het G.C.-model gemaakt worden. De Amici-Bertrand lens ontbreekt, waardoor een kleiner, maar contrastrijker beeld verkregen wordt.

#### 13. CONCLUSIE.

Voor twee klassen microscopen is de ombouwmogelijkheid tot polarisatie-microscoop gegeven, en wel voor die van  $f$  70,— en  $f$  500,—  $\hat{=}$   $f$  700,— (al naar gelang de eisen die men stelt), terwijl bezitters van microscopen voor weinig geld hun apparaat kunnen uitbreiden.

Hoe indrukwekkend een polarisatie-microscoop er ook uit mag zien, het is slechts een instrument, dat door betaling te verwerven is. De kennis om het te bedienen zullen we echter moeten vergaren.

#### TEKENINGEN.

1 en 2: W. Bessem, Amsterdam,

3: Optical Mineralogy, P. F. Kerr,

4: Fundamentals of optics, F. A. Jenkins and H. E. White.