Aan mijn Ouders
en
Aan mijn Vrouw

PROMOTIE-COMMISSIE

In de overeenkomstig Art. 46, Lid 4 van de Wet van 15 December 1917 tot regeling van het Hooger Landbouw- en Hooger Veeartsenijkundig Onderwijs (Staatsblad No. 700), benoemde commissie uit den Senaat namen zitting:

Prof. J. VAN BAREN, *promotor*.
Prof. Dr. A. VAN BIJLERT.
Prof. Dr. D. VAN GULIK.
Prof. S. P. HAM.
Prof. Dr. J. C. KIELSTRA.
Prof. Dr. S. C. J. OLIVIER s.i.
Prof. M. F. VISSER l.i.

Bij het voltooien van den arbeid, die in het hiervolgende proefschrift besloten ligt, is het mij een aangename plicht een woord van dank te richten tot allen, die, als hoogleeraar of docent aan de toenmalige Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, mij tot dien arbeid hebben bekwaamd.

Eveneens gedenk ik met erkentelijkheid hen, die mij in Nederlandsch Indië voorlichtten in de praktijk en tot mijn verdere wetenschappelijke ontwikkeling bijdroegen en blijf ik dankbaar voor de gelegenheid, mij geschonken, gedurende een verlengd verlof mijn studie voort te zetten.

In het bijzonder dank ik U, Hooggeleerde VAN BAREN, voor de groote bereidwilligheid, waarmede gij, Hooggeachte Promotor, mij hebt voorgelicht met Uwe rijpe ervaring op het behandelde gebied en niet minder voor de persoonlijke vriendschap, die ik daarbij van U mocht ondervinden.

Prof. N. SCHOORL te Utrecht was zoo welwillend eenige microchemische analyses te verrichten, terwijl Prof. A. TE WECHEL te Wageningen en de Heer J. HOFKER, doctorandus in de biologie te 's-Gravenhage inlichtingen verstrekten over de aangetroffen organismen, waarvoor ik ook te dezer plaatse hartelijk dank zeg.

Voorts is het mij een genoegen de hulp te memoreeren, die het personeel van het Agrogeologisch Laboratorium mij gedurende het onderzoek steeds in ruime mate heeft verleend.

Tenslotte ben ik den Heer A. WULFF l.i., landbouw-consulent te Semarang en den Heer C. J. VRIJ te Selatdjaran, Palembang, zeer verplicht voor de toezending van met zorg genomen grondmonsters en Dr. P. J. S. CRAMER, Directeur van het Algemeen Proefstation voor den Landbouw te Buitenzorg, voor de welwillende verstrekking van eenige rapporten en gegevens.

INHOUD

HOOFDSTUK I

Blz.

Inleiding 1

HOOFDSTUK II

Methoden van onderzoek 8
A. Mechanische analyse 9
B. Bepaling der Watercapaciteit 15
C. „ „ Hygroscopiciteit 16
D. Het mineralogisch onderzoek 18
a. Voorkomen 23
b. Splijtbaarheid 23
c. Breuk 23
d. Glans 23
e. Kleur 23
f. Doorzichtigheid 24
g. Pleochroïsme 24
h. Soortelijk gewicht 26
i. Brekingsindex 26
k. Dubbelbreking 39
l. Uitdoovingshoek 50
m. Assenbeeld 52

HOOFDSTUK III

Beschrijving van de aangetroffen mineralen 62

HOOFDSTUK IV

De samenstelling der onderzochte grondsoorten 115
Kwantitatieve scheiding met den magneet 120
Kwantitatieve scheiding naar het soortelijk gewicht 126
Kwantitatieve mineralogische analyse langs optischen weg. 129

HOOFDSTUK V

Blz.

Beschrijving van de physische en mineralogische samenstelling der onderzochte grondsoorten 134

BIJLAGEN

I. Beknopte beschrijving van de eigenschappen der gesteentevormende mineralen, in zooverre deze in de onderzochte grondsoorten werden aangetroffen en voor zoover zij voor de determinatie van de bodemvormende mineralen van belang bleken 157

II. Lijst der geraadpleegde literatuur 211

HOOFDSTUK I

INLEIDING

Gedurende een zevenjarig verblijf in Nederlandsch Indië bracht mijn werkkring als landbouwconsulent mij herhaaldelijk in aanraking met bodemvraagstukken. Voor hulp bij de oplossing van die vraagstukken, waarbij in vrijwel alle gevallen laboratoriumonderzoek noodig was, kon ik mij wenden tot de laboratoria van het Departement van Landbouw te Buitenzorg. Hun publicaties, benevens die van de particuliere proefstations vormden de speciaal Nederlandsch-Indische agro-geologische literatuur, voor welker bestudeering de bekende werken over algemeene geologie van Nederlandsch-Indië den grondslag vormden.

Het spreekt vanzelf, dat dit studiemateriaal in menig opzicht nog leemten vertoont, waar het enorme grondgebied van Nederlandsch-Indië bestudeerd moet worden door enkele proefstations en aan die proefstations slechts enkele personen de verschillende onderdeelen van het bodemonderzoek in studie kunnen nemen.

Toen het mij dan ook, door bijzondere omstandigheden, mogelijk bleek gedurende mijn verlof in Nederland te Wageningen aan de Landbouwhoogeschool mijne studiën voort te zetten, vestigde ik daarbij mijn keus in de eerste plaats op het *bodemonderzoek*.

Als studieobject koos ik enkele bodemsoorten uit het laagland van Java en Sumatra, gronden van een zwaar type, waarvan groote uitgestrektheden in gebruik zijn bij de Inlandsche rijstcultuur, zoowel als bij de suikercultuur en andere belangrijke Europeesche en Inlandsche cultures.

Het studiemateriaal bestond uit:

a. Materiaal uit de Indische collecties van het Geologisch Museum der Landbouwhoogeschool, verzameld door Prof. J. VAN BAREN gedurende zijn geologische en agrogeologische studiereis in Ned. Indië in 1916.
b. Materiaal, verzameld en ingezonden door Dr. E. C. JUL. MOHR, toenmaals Directeur van het Laboratorium voor Agrogeologie en Grondonderzoek te Buitenzorg.

c. Materiaal op verzoek en volgens aanwijzingen van PROF. VAN BAREN verzameld en ingezonden door den Landbouwconsulent van Semarang, den Heer A. WULFF l.i. in 1921 en 1922.
d. Materiaal op mijn verzoek verzameld en ingezonden door den Administrateur van het Gouvernements Proefrijstbedrijf Selatdjaran, Palembang, den Heer C. J. VRIJ, in 1923.

Al dit materiaal voldoet aan de vereischten, waaraan grondmonsters moeten voldoen, zullen zij voor wetenschappelijk onderzoek bruikbaar zijn, te weten: verzameld met in achtneming van de eischen door VAN BAREN (49) [1]) aangegeven in zijn beschouwing: „De agrogeologie als wetenschap".

Het onderzoek van een enkel grondmonster zegt ons *niets*, indien niet vermeld wordt, welk deel die grond van den bouwkruin uitmaakt, hoe die bouwkruin zich in vertikalen zin aan het oog voordoet, in welk verband ze staat tot den ondergrond, eventueel het grondwater, m.a.w. zonder volledige profielbeschrijving.

Tusschen de verschillende lagen in het bodemprofiel bestaat een onverbreekbare samenhang, en verliest men dit bij een beschrijving van den bovengrond uit het oog, dan is daarmede die beschrijving reeds als onvolledig veroordeeld.

Bij de uitwerking van het schema van onderzoek, bleek onmiddellijk de noodzakelijkheid van beperking tot één onderdeel. Aan den eenen kant werd die beperking opgelegd door den beschikbaren tijd en aan den anderen kant door het feit, dat een *volledig* bodemonderzoek ons op zooveel verschillende terreinen van wetenschap brengt, dat dieper doordringen daarin aan een enkeling niet gegeven is.

Het zwaartepunt van de studie werd gelegd op de *petrographische samenstelling* van voor den landbouw belangrijke gronden, op de methoden, die bij dat onderzoek van dienst kunnen zijn en op eenige resultaten, die het petrographisch onderzoek van een grond kan opleveren met betrekking tot het vraagstuk van de *afkomst*, de *vorming* en de *verweering* van den grond, waarmede tenslotte de *vruchtbaarheid* wederom ten nauwste samenhangt.

Aan den éénen kant brachten de omstandigheden dus mede, dat het onderzoek een laboratorium-onderzoek, als het petrografische, moest worden, aan den anderen kant leek mij die keuze de eenige juiste om de volgende redenen:

Het mineralogisch deel van het grondonderzoek wordt in den laatsten tijd niet meer behandeld overeenkomstig het belang, dat de petrografie voor een helder inzicht in bodemvraagstukken heeft.

---

[1]) De cijfers achter de namen der auteurs verwijzen naar de literatuuropgave.

Zonder te kort te willen doen aan agrogeologen, die in deze wèl het juiste evenwicht bewaren, wordt dit aardig geïllustreerd door de vergelijking van een boekje van S. J. VAN ROYEN (3), geschreven in 1852 en uitgegeven in Groningen, met den nieuwen druk van WAHNSCHAFFE-SCHUCHT (82), welke in 1924 te Berlijn uitkwam.

VAN ROYEN wijdt achtereenvolgens zijn aandacht aan het scheikundig onderzoek, aan het mineralogisch onderzoek, waarbij hij wijst op het belang daarvan voor de „toekomst" van den grond, en aan het planten-physiographisch onderzoek en trekt uit deze drie factoren zijn conclusies. Een wijze van behandeling, die gezien in het licht van zijn tijd, alle waardeering verdient. Bij WAHNSCHAFFE-SCHUCHT is de hoofdschotel scheikunde, benevens groottebepaling van een aantal physische factoren; de petrographische eigenschappen worden in de inleiding alleen interessant genoemd „vom rein geologischen Standpunkte aus". Aan het mineralogisch onderzoek worden dan ook slechts *vier* bladzijden gewijd, waarvan drie en een half aan de scheiding van de mineralen naar het soortelijk gewicht. Zijn verwijzing naar STEINRIEDE's handleiding voor het mineralogisch bodemonderzoek (58) bewijst, voor wie deze laatste kennen, voldoende, hoe ver de bewerker van WAHNSCHAFFE's „Anleitung" van deze zijde van het vraagstuk afstaat.

Deze vergelijking van een grondonderzoek uit 1852 met een „Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung" uit 1924 zegt m.i. genoeg.

Hoe kan men die eenzijdigheid bij het bodemonderzoek verklaren?

Niet alleen in de bodemkunde, maar over het algemeen bij de beoefening der natuurwetenschappen kan men de opmerking maken, dat de aandacht der onderzoekers zich vaak in het bijzonder concentreert op het onderdeel, hetwelk „in de mode" is. Het woord „mode" is m. i. hier op zijn plaats, omdat het geldt een verschijnsel, dat gewoonlijk slechts kort duurt en, naar verhouding van zijn belangrijkheid, soms veel te veel op den voorgrond treedt. Zoodra door een geniale vondst de aandacht van de wetenschap op een aannemelijke verklaring van een verschijnsel of op een nieuwe methode van onderzoek is gericht, wordt getracht die verklaring op allerlei andere verschijnselen toe te passen of wordt die nieuwe methode in alle mogelijke richtingen geprobeerd. Andere factoren, voor een juist inzicht in de zaak even onmisbaar, raken daarbij tijdelijk op den achtergrond en het gevolg is een *andere,* maar daarom niet *betere* opvatting van het wetenschappelijke probleem, totdat een rustige beschouwing van de nieuwe verklaring deze op haar juiste waarde kan doen schatten, en haar een daarmede evenredige plaats in het systeem van onderzoek kan aanwijzen.

STELLINGEN

1.

Een physisch, chemisch en mineralogisch onderzoek van de „Head" of „Rubbledrift" kan waardevolle resultaten opleveren met betrekking tot de vraag naar het aantal ijstijden in N.W.-Europa.

2.

Voor de juiste betiteling van een zooveel genoemd en daarbij zoo onvoldoend omschreven verweeringsproduct als „lateriet" is o.a. een nader geologisch-stratigrafisch onderzoek onontbeerlijk.

3.

De tot heden gevolgde, opportunistische werkwijze bij het uitgeven van gronden in erfpacht voor den grooten landbouw in Nederlandsch Indië is minder gewenscht en behoort vervangen te worden door systematisch vastleggen van bevolkings- en erfpachtsreserves, zooals dat thans met de boschreserves het geval is.

4.

Indien grondruimte en -indeeling zulks mogelijk maken, verdient in het grootlandbouwbedrijf het kabelsysteem de voorkeur boven een tractorsysteem.

5.

M. RINGELMANN toont in Culture Mécanique [1]) aan, dat snelloopende motoren per P.K. minder wrijving hebben te verduren en dus minder aan slijtage onderhevig zijn dan langzamer loopende, waarom de eerste de voorkeur zouden verdienen boven de laatste. Daarmede in tegenspraak is de ondervinding in het landbouwbedrijf, dat het aantal toeren per minuut voor motoren van de hedendaagsche motortrekkers e.d. liefst niet boven 1000 moet stijgen, aangezien anders de onderhoudskosten sterk toenemen.

---

[1]) Tome VII, Paris 1921.

6.

Toepassing van de traditioneele, op Java gevolgde wijze van rijstbouw, is voor de Buitengewesten, speciaal Sumatra, ook om landbouwtechnische redenen in het algemeen niet aan te bevelen.

7.

De, in het bekende handboek van TERVOOREN [1]), aangegeven methode voor de jodometrische bepaling van reduceerende suikers geeft, ook voor zuivere oplossingen, geen betrouwbare uitkomsten.

8.

Mede in het belang van den landbouw is spoedige opheffing van het luisterverbod voor radio-telegrafie en -telefonie in Nederlandsch Indië ten zeerste gewenscht.

9.

De Nederlandsch-Landbouwkundigen, welke het examen Middelbare Landbouw met goed gevolg aflegden, ontleenen daaraan het recht, den titel te voeren van Landbouw-Ingenieur. Den Indisch-Landbouwkundigen, welke het examen voor Indisch Landbouwleeraar met goed gevolg aflegden, wordt niet toegestaan dien titel te voeren. In dit laatste schuilt een onbillijkheid.

---

[1]) H. A. P. M. TERVOOREN, Handboek ten dienste van de Suikerrietcultuur en de Rietsuiker-fabricage op Java, herzien door H. C. PRINSEN GEERLIGS. (Eerste Deel, Vierde druk, de Bussy, Amsterdam, 1919).

Die Frage der Waldbodenbonität wäre damit auf eine einfache Formel zurückgeführt."

En wanneer wij dan, na dit gelezen te hebben, ons afvragen of BURGER het physische deel van het bodemonderzoek als het alleenzaligmakende beschouwt, dan leert hij ons later als zijn opvatting deze kennen:

„Obwohl ich überzeugt bin, dass bei Waldbodenuntersuchungen der Feststellung der physikalischen Eigenschaften die grösste Bedeutung zukommt, halte ich es trotzdem für nötig, dass eine restlos befriedigende Bodenuntersuchung folgende Erhebungen umfassen sollte:

1. Eine physikalische Untersuchung nach vorliegender Arbeit, verbunden mit Schlämmanalysen.
2. Eine chemische Untersuchung, und zwar sowohl Analyse des Säureauszuges, als auch Totalanalyse.
3. Genaues Studium der Vegetation, bezüglich ihres Gedeihens einerseits, besonders aber bezüglich der Wurzelverbreitung und Wurzeltätigkeit.
4. Genaue Erforschung der Bodenfauna nach Art, Zahl und Lebensweise.
5. Exakte Untersuchung der Mikroflora des Bodens nach aufbauenden und abbauenden Mikro-organismen."

Eigenaardig doet het ons nu aan het geologische terrein- en het mineralogische laboratoriumonderzoek hierbij in het geheel niet als zesde en zevende punt in aanmerking genomen te zien, hoewel de schrijver gelijke geologische omstandigheden als voorwaarde stelt, waaruit ik meen de gevolgtrekking te mogen maken, dat voor een onderzoek, als door BURGER verricht, ook het *geologische* (*petrografische*) deel onmisbaar heeten mag. En stelt men deze voorwaarde als punt van uitgang boven de 5 door BURGER genoemde, dan kan ik mij met zijn ontleding van het bodemonderzoek, ook voor andere dan boschgronden, wel vereenigen.

Het is, men zou zeggen van zelf sprekend, ook voorgekomen, dat men, onder den indruk van de nieuwe gezichtspunten, die een petrografisch bodemonderzoek opleverde, meende te kunnen volstaan met een *uitsluitend petrografisch* onderzoek.

DELAGE en LAGATU (15) waren niet tevreden met mechanische analyses, gecombineerd met een chemische, die uitsluitsel gaf omtrent de hoeveelheden van enkele, zoogenaamd voor de plant noodzakelijke, elementen. Zij verwachtten meer van een mineralogische analyse, die de volledige opsomming zou geven van *alle* mineralen, welke in den bodem voorkomen, niet alleen voor de beantwoording van allerlei geologische vraagstukken, maar ook speciaal voor de

kwestie van de vruchtbaarheid van den bouwgrond voor de landbouwgewassen. Hun methode bestond daarin, dat ze van den bodem, met behulp van een bindmiddel, slijppreparaatjes maakten en die analyseerden als een gesteentepreparaat. Het spreekt van zelf, dat men in een dusdanig preparaat slechts een deel van den bodem onder het oog krijgt, aangezien het grootste gedeelte van vele grondsoorten bestaat uit partikeltjes, die zóó klein zijn, dat ze aan directe determinatie op het oog ontsnappen.

Om deze moeilijkheid te ondervangen, wierpen DELAGE en LAGATU een hypothese op, volgens welke de mineralen in den bodem bij de verweering niet van scheikundige samenstelling zouden veranderen, maar slechts in oplossing, voornamelijk waterige oplossing zouden gaan en waarbij zij dus aan het water de elementen zouden afgeven, in dezelfde verhouding als waarin deze het mineraal samenstellen.

Op deze veronderstelling voortbouwend, somden zij de voordeelen op, die een mineralogische analyse vóór had boven een chemische: zij gaf vlug de meerderheid van de elementen, die een bouwgrond samenstellen in hun natuurlijke verhoudingen, d.w.z. in de mineralen, waarvan zij de bestanddeelen uitmaakten en waarvan het karakter en de chemische samenstelling bekend waren.

De schrijvers besloten met de stelling, dat voortaan elke wetenschappelijke studie van den bodem gebruik zou moeten maken, zoowel van de chemische als van de mineralogische analyse, die elkaar zouden aanvullen en verklaren. Hoewel zij dus in de laatste alinea's reeds iets terugnamen van de aanvankelijk overdreven belangrijk voorgestelde mineralogische analyse, vooral wat betreft de gevolgtrekkingen, die men er uit landbouwkundig oogpunt *direct* uit zou kunnen maken, is het niet te verwonderen, dat hun opvatting tegenspraak uitlokte.

DUMONT (18, 19) begint reeds met er op te wijzen, dat de analyses van DELAGE en LAGATU, en nog vroeger die van GASPARIN, slechts *kwalitatieve* waren, en ziet de noodzakelijkheid in van *kwantitatieve* gegevens.

Hij geeft daartoe een methode aan, uitsluitend berustend op scheiding van de mineralen naar het soortelijk gewicht, terwijl hij tevens wijst op huidjes van verschillende samenstelling, die de mineralen omgeven en die hij vóór de determinatie verwijdert met oxaalzuur.

CAYEUX (17) komt voornamelijk op tegen de eigenaardige opvatting van DELAGE en LAGATU aangaande de verweering en het oplossen der mineralen. Hij constateert juist het tegendeel, n.l. dat alle mineralen in min of meer verweerden toestand voorkomen, en neemt als voorbeeld het glaukoniet, dat hij bij zijn petrografische onderzoekingen in alle stadiën van chemische verweering aantrof, van frissche groene

korrels met hoog Kaliumgehalte, tot het eindverweeringsprodukt zuiver limoniet zonder een spoor van Kalium.

Hij verdeelt de mineralen in drie groote groepen, de zeer moeilijk verweerbare, dus vrijwel onveranderlijke, de oplosbare, die als zoodanig in oplossing gaan en de mineralen, die chemisch verweeren, uiteenvallen in verschillende verbindingen en die wel het meest bijdragen tot de vorming van de oplossingen, welke de voedende bestanddeelen voor de planten leveren. De hypothese van DELAGE en LAGATU is daarmede voldoende weerlegd. Ik heb ze slechts aangehaald als een voorbeeld, hoe men bij toepassing van een nieuwe werkwijze gemakkelijk verleid wordt het belang daarvan te veel te overschatten, waardoor men eventueele bestrijders niet te weerleggen argumenten aanbiedt, en waardoor tenslotte de onmiskenbaar goede kern van de zaak gevaar loopt mede in het gedrang te geraken.

Vragen wij ons af, waarom dit nu met het mineralogisch-geologisch onderzoek van den bodem in onzen tijd zoozeer het geval is, dat zelfs een MITSCHERLICH in zijn Bodenkunde (52) durft te schrijven: „es ist für unsere Kulturpflanzen ganz gleichgültig, wie der Boden, auf dem sie wachsen, einst geologisch entstand", dan luidt het antwoord: de geologen en mineralogen hebben er geen oog voor, de landbouwkundigen zijn niet geschoold genoeg, om de vaak zoo moeilijke en tijdroovende onderzoekingen te verrichten, bovendien staan zij lijnrecht tegenover het waandenkbeeld eener oudere generatie, dat het geologisch-mineralogisch onderzoek alléén reeds in staat zou zijn om den bodem te leeren kennen, een opvatting, die niet die is, welke men aan het agro-geologisch laboratorium te Wageningen huldigt, en welke ook niet de mijne is.

Het doel, beoogd met het schrijven van dit proefschrift is dan ook een steentje bij te dragen tot een herleefde belangstelling voor het *mineralogisch* deel van het bodemonderzoek en wel door de mineralogische analyse van eenige bodemsoorten van Java en Sumatra, wijl deze mij uit den aard van mijn werkkring bekend waren en een overvloed van materiaal in deze hier ter mijner beschikking stond.

HOOFDSTUK II

METHODEN VAN ONDERZOEK

Bij het petrografisch onderzoek van een grond, waarbij het einddoel moet zijn de mineralogische samenstelling zoo volledig mogelijk te weten te komen, om daardoor een inzicht te krijgen in de afkomst van den grond, zijn wijze van ontstaan en zijn verweering, is het niet mogelijk, zooals bij het chemisch onderzoek, het geheele object onder handen te nemen, omdat de kleinste deeltjes geheel aan de onmiddellijke waarneming ontsnappen en eerst bij een bepaalde, vrij hooge grens, determinatie van de samenstellende deeltjes mogelijk wordt. De zuiver petrografische uitkomsten hebben dus alleen een betrekkelijke waarde, die grooter wordt naarmate men over langer ervaring en meer vergelijkings-materiaal beschikt en die aangevuld moeten worden met hetgeen langs anderen dan optischen weg bekend kan worden van de niet te determineeren rest.

Dit mag men niet beschouwen als een nadeel, dat speciaal aan het *petrografisch* onderzoek zou kleven, het eenzijdig chemisch onderzoek, dat van het geheele object alleen de chemische eigenschappen tracht te omschrijven, of een eenzijdig physisch, bacteriologisch enz. onderzoek krijgen slechts waarde in onderling verband elkaar aanvullend.

Bij het petrografisch onderzoek moeten dus in de eerste plaats de deeltjes worden afgescheiden, die rechtstreeks bij de determinatie kunnen dienen en daarnaast moet worden onderzocht, welk bestanddeel deze van het geheel uitmaken en in hoeverre zij dus toelaten gevolgtrekkingen te maken, die gelden voor den geheelen onderzochten grond.

Achtereenvolgens komen daarvoor in aanmerking:

a. Mechanische analyse (bepaling der korrelgrootte);
b. Bepaling der watercapaciteit;
c. Bepaling der hygroscopiciteit;
d. Mineralogisch onderzoek.

A. Mechanische analyse

Voorbewerking. In het algemeen moet aan de slib-analyse van gronden een vóórbewerking voorafgaan, daar de samenstellende deeltjes niet zonder meer loslaten. Vooral was dit het geval bij enkele der hier onderzochte grondsoorten, welke in gedroogden toestand zóó hard waren, dat het groote moeite kostte er met een hamer stukken vanaf te slaan.

WAHNSCHAFFE (82) citeert vele methoden van slib-analyse, waarbij dan ook aangegeven wordt op welke wijze de voorbewerking moet plaats hebben. Ze berusten allen op het principe van weeken in water, al of niet onder toevoeging van chemische agentiën, opkoken, schudden, omroeren en tenslotte fijnwrijven op verschillende manieren.

Waar om verschillende redenen reeds groote voorzichtigheid in acht genomen moet worden bij het maken van gevolgtrekkingen uit een *laboratorium*-onderzoek van een zoo bij uitstek „levende" materie als de akkerbodem, verdient vooral het dikwijls voorgeschreven *opkoken* van grondmonsters voor de slib-analyse bijzondere aandacht.

Men kan zich voorstellen, dat grovere gronddeeltjes door het koken uiteenvallen zoowel als dat colloïde deeltjes bij het opkoken uitvlokken en dus in een te grove fractie ingedeeld worden. EHRENBERG (64) waarschuwt nadrukkelijk tegen opkoken, zonder dat men er zich rekenschap van geeft welken invloed dit op de uitkomsten der slib-analyse kan hebben. Zuiver lyophobe solen, zooals colloïdale kleideeltjes in water, vlokken bij verhitting uit, ook zonder dat gedacht kan worden aan chemische invloeden (zooals bij eiwitten e.d.). FREUNDLICH (65) vestigt er de aandacht op, dat ondanks arbeid van vele jaren het vraagstuk van de *bestendigheid* van colloïdale oplossingen nog verre van opgelost is, en dan heeft de aandacht zich nog het meest geconcentreerd op de uitvlokking door electrolyten.

Bij eenvoudig verwarmen, ook zonder toevoeging van een al of niet electrolytisch gedissociëerden coagulator gedragen de solen zich zeer verschillend. Velen, zooals sulfiden, ijzerhydroxyde, metalen in alkalische oplossing verdragen langdurig koken zonder uit te vlokken, anderen, voornamelijk colloïdale metaaloplossingen coaguleeren spoedig bij verhitting. FREUNDLICH (65) brengt dit tot chemische werkingen terug, die het evenwicht tusschen de micellen en de electrolyten der intermicellaire vloeistof verschuiven. Ook oppert hij de mogelijkheid, dat bij verhitting zwakke oplossingen van de wanden van het vat worden gevormd, die als coagulens kunnen dienen. (Dit zou dan echter evenzeer voor de sulfiden en hydroxyden moeten gelden.) FREUNDLICH (65) citeert ook de onderzoekingen van KRUYT en VAN DER SPEK, die bevonden, dat door het koken van

een $As_2 S_3$-sol de *deeltjes*, ook na afkoeling van de oplossing, *grover* werden en dat het *aantal* deeltjes en het relatieve oppervlak *kleiner* waren geworden.

In den bodem zelf zal de temperatuur, welke eventueel sneller uitvlokken veroorzaakt, wel nooit bereikt worden, ofschoon in de bovenlaag van gronden in de tropen deze temperatuur wel zal worden benaderd. Verhitting van klei- en grondsuspensies tot 40^0—60° kan de uitvlokking reeds verhaasten.

Des te meer moet worden nagegaan welken invloed verwarmen en zelfs langdurig koken van de te onderzoeken grondmonsters op de resultaten van de slib-analyse kan uitoefenen. Een van de eersten die daarop gewezen heeft is BARUS, geciteerd door EHRENBERG (64); bij een vergelijking van een slib-analyse van een niet gekookt monster van zware kleigrond met één dat tot kookpunt verhit werd traden verschillen van 100 tot 500 $^0/_0$ in de fijnste fractie op.

Het koken kan in andere gevallen juist peptisatie bevorderen, de warmte oefent nl. méér nog dan op de coagulatie zelve, invloed uit op de werkzaamheid van eventueel aanwezige coagulatoren. En deze zullen in de praktijk wel meestal aanwezig zijn, ook al zijn ze niet opzettelijk toegevoegd. Gelijktijdig met den coaguleerenden, kan dan ook een peptiseerende invloed werkzaam zijn, en deze stijgt met de temperatuur, waardoor onder bepaalde omstandigheden een hoogere concentratie van den coagulator vereischt wordt om dezelfde coagulatiesnelheid te bereiken, met andere woorden, de coagulatie wordt verhinderd, de peptisatie bevorderd.

Verhoogde peptisatie kan ook het gevolg zijn van het uitkoken van oorspronkelijk aanwezig calciumbicarbonaat, het optreden van sterkere concentratie van hydroxylionen door sterkere hydrolyse enz. Dit betreft echter uitzonderingsgevallen, in het algemeen is een lage temperatuur bevorderlijk voor de peptisatie.

Waar de gevolgen van opkoken zeer verschillend kunnen zijn bij de aanwezigheid van coagulatoren, peptisatoren of door de temperatuurstijging alleen reeds, is het duidelijk dat niet tot verwarmen of opkoken van het grondmonster mag worden overgegaan, vóór men zich rekenschap heeft gegeven van de gevolgen daarvan bij de slibanalyse.

Bij de door WAHNSCHAFFE (82) geciteerde methoden speelt het opkoken gewoonlijk een groote rol, o.a. bij de dekanteermethode, de methoden volgens KÜHN, CLAUSEN, NOBEL, SCHÖNE, HILGARD en KOPECKY. HISSINK (55) heeft speciaal verschillende methoden van voorbewerking in hun invloed op de slibanalyse nagegaan en onderscheidt deze in twee soorten: die welke zoo weinig mogelijk bewerkingen toepassen en die, welke het grondmonster een min of meer in-

grijpende behandeling laten ondergaan. Zooals reeds werd opgemerkt is het praktisch nooit mogelijk *geheel zonder* voorbewerking tot mechanische analyse over te gaan, en dus bestaat er tusschen de beide soorten slechts een gradueel verschil. Alleen daarin stemmen volgens HISSINK (55) alle onderzoekers van de eerste categorie overeen, dat zij nadrukkelijk waarschuwen tegen het gebruik van *zuren*, omdat deze oplossend op koolzure kalk en kleine minerale grondpartikeltjes werken. HISSINK (55) heeft 4 gronden van zeer verschillenden aard op 13 verschillende manieren een voorbewerking laten ondergaan en komt naar aanleiding van de resultaten tot de conclusie, dat een voorbewerking met koud verdund zoutzuur de voorkeur verdient boven mechanische methoden. De door hem voorgestelde methode komt daarop neer, dat 10 gram van het monster met zooveel zoutzuur wordt begoten, dat de koolzure kalk juist wordt opgelost, daarna wordt het met water tot 100 cm^3 aangevuld en laat men het een nacht staan. Den volgenden morgen worden 100 cm^3 0.2 N H Cl toegevoegd en wordt in een roteerapparaat gedurende twee uur zeer langzaam geroteerd. Op den derden dag wordt nogmaals een uur geroteerd en daarna geslibd, eerst met water, totdat de zure reactie is verdwenen, daarna met 0.1 N ammoniak. De tweede en derde fractie worden met water afgeslibd. Voor humushoudende gronden moet het humusgehalte ook nog in aanmerking genomen worden.

HISSINK (55) gaat verder nog na of het aanbevelingswaardig is den grond in *verschen* toestand, dus niet vooraf gedroogd, te gebruiken voor de slibanalyse waarbij de uitkomsten niet wijzen op een bevestigend antwoord.

Wat de voorbewerking van gronden in Nederlandsch Indië betreft, geeft MOHR (26) de volgende methode aan, die in de Gecodificeerde Voorschriften enz. (34) is overgenomen.

10 gram grond worden afgewogen en in zoogenaamde Soxhletmelkfleschjes van 250 cm^3 (hoog cylindrisch) bevochtigd met 100 cm^3 water en 10 druppels 10 % ammoniak. Na sluiting met caoutchouc stoppen worden de fleschjes overgebracht en bevestigd in de schudmachine, vervaardigd naar het model van het Bureau of Soils te Washington D. C. Gedurende 5 à 6 uren wordt daarop geschud met 200—250 schuddingen per minuut. Door voorproeven was gebleken, dat twee uren niet voldoende waren om voldoende desintegratie te krijgen, terwijl tusschen 4 en 6 uur geen verschil van belang meer werd geconstateerd. Somtijds wordt een parallel-bepaling noodig geacht, waarbij de kruimel-struktuur niet mag worden verstoord, er wordt dan geen ammoniak toegevoegd, er wordt slechts 10—15 minuten geschud, met 100 schuddingen per minuut en het schudden geschiedt vlak voor de analyse.

In het agrogeologisch laboratorium der Landbouwhoogeschool worden de slibbepalingen gewoonlijk verricht volgens de door KOPECKY gemodificeerde methode van KÜHN zooals deze beschreven wordt door SEEMANN (39) met weer een kleine modificatie.

Uit een onderzoek van WHITE (51), verricht in hetzelfde laboratorium met gronden van Java, bleek wederom de groote invloed van de voorbewerking. WHITE (51) kookte de luchtdroge fijnaarde voorzichtig, bracht ze daarna over in een literflesch, die tot een liter werd aangevuld, voegde 100 druppels 10 $^0/_0$ ammoniak toe en liet gedurende 24 uur langzaam roteeren. Bij het afslibben van de fijnste fractie werd telkens een gelijkwaardige hoeveelheid ammoniak toegevoegd. Later bleek hem, dat het opkoken op de onderzochte gronden een zeer verschillende uitwerking had, een tweetal gronden met goede kruimelstructuur werd er sterk door gepeptiseerd, een grond zonder kruimelstructuur gaf juist zonder koken betere peptisatie.

Ook hieruit volgt weer, dat à priori geen universeele voorbewerking voorgeschreven kan worden. Voegt men daar nog bij de subjectieve factor, welke gelegen is in den persoon, die de bepalingen verricht, dan volgt daaruit, dat de vergelijking van verschillende slibbepalingen slechts veroorloofd is na vergelijking van de uitvoerig omschreven methoden van voorbewerking en slibben en dan nog slechts betrekkelijke waarde heeft.

Waar het er in mijn geval in de eerste plaats om te doen was de petrografische samenstelling van de onderzochte grondmonsters te leeren kennen, en in de tweede plaats het deel te bepalen, dat zij van het geheel uitmaakten, werden de monsters *zoo weinig mogelijk* voorbewerkt. En het opkoken èn behandeling met zoutzuur bleven achterwege. Dat behandeling met zoutzuur niet toegelaten kan worden, indien men de fracties ook petrografisch wil onderzoeken, bleek mij al spoedig bij het vinden van carbonaten, die in verdund koud zoutzuur zoo goed als geheel oplosten en welke dus bij toepassen van die voorbewerking aan de aandacht ontsnapt zouden zijn. Ook het vrij veel gevonden hypersteen wordt door verdund zoutzuur al ernstig aangetast, zoodat ook om deze reden goed bleek dat het monster niet eerst met zoutzuur was behandeld.

De voorbewerking geschiedde als volgt:

Het luchtdroge monster werd in een groote porseleinen schaal gebracht en de groote klompen, welke somtijds steenhard waren, werden verbrijzeld tot stukken van eenige cm doorsnede. Het geheel werd daarop goed dooreen gemengd, om een gemiddelde te krijgen en van ieder monster werd 2 × 25 gram afgewogen. De grond werd daarop in een porseleinen schaal bevochtigd met ongeveer 200 cm^3 water en bleef een nacht over staan. Den volgenden morgen werd de

grond op een koperen zeef gebracht met ronde gaten van 2 mm doorsnede om te zien of er bestanddeelen in waren, grooter dan 2 mm. Dit bleek slechts het geval met concreties en plantenresten. Enkele gronden lieten zich niet door de gaatjes van de zeef spoelen en moesten daar met een kwastje voorzichtig doorgewreven worden. Alles wat door de 2 mm zeef ging werd in een literflesch overgebracht, aangevuld met water tot een liter en in de roteermachine gebracht, waar het ongeveer acht uur in roteerde. De roteermachine, gedreven door een electromotor, maakte afwisselend 25 tot 50 omwentelingen per minuut, waarbij de zeer ongelijke spanning van het net niet toeliet een gelijkmatig schudden te bewerkstelligen.

Bij enkele zéér zware gronden kon men na 8 uur nog duidelijk kleine kleiklompjes waarnemen en deze gronden werden dan langer geroteerd. Het spreekt vanzelf, dat van de fijnere fracties, welke aan waarneming op het oog ontsnappen, dan nog niets te zeggen viel.

Slib-analyse. De inhoud uit de schudflesschen werd overgebracht in de slibcylinders, welke bij een hoogte van 29 cm een doorsnede hebben van 8 cm. Op den wand van de slibcylinders staan twee merkteekens, één 5.5 cm boven den bodem, het andere 200 mm boven het eerste. De cylinders werden aangevuld tot het bovenste merkteeken. Voor alle bewerkingen bij de slibbepalingen werd leidingwater gebruikt, hetgeen in Wageningen zoo goed als gedestilleerd water beschouwd kan worden, tenminste voor bepalingen als deze en behoudens tijdelijke verontreinigingen na reparaties aan het buizennet e.d. wanneer wel eens ijzerverontreiniging optreedt.

Het opschudden van de massa in de slibcylinders geschiedde aanvankelijk met een houten roerstaaf; daar mij echter bleek dat het verontreinigen van het eene monster met materiaal van het andere niet denkbeeldig was, maakte ik voortaan gebruik van de methode, aangegeven door MOHR (26) nl. opspuiten met een waterstraal. Een dikwandige slang werd aan de waterleiding verbonden en voorzien van een kraan, uitloopend in een glazen buis. Door die buis min of meer fijn uit te trekken kon gemakkelijk een opening gevonden worden, door welke het water onder druk van de waterleiding met voldoende kracht in den cylinder spoot om innige vermenging van grond en water te bewerkstelligen.

Een nadeel vormde ook hier het weinig constante van den druk der waterleiding, o.a. onder invloed van het watergebruik in andere lokalen van het gebouw. Dit verhinderde niet zoozeer het grondige opspuiten als wel dat het den tijd, noodig voor het vullen tot het merkteeken, beïnvloedde, zoodat men bij slibben met een batterij van zes of acht cylinders na elkaar geen afgeronde, gemakkelijk te onthouden

tijdstippen van afhevelen kreeg. Wanneer echter de druk niet al te wispelturig was, kon men al spoedig de tijd van vullen zoo afmikken, dat op een heele of halve minuut van den chronometer de cylinders juist gevuld waren, desnoods met een weinig afknijpen van de kraan.

De kraan was van een zoodanige constructie dat deze met ééne hand geopend en gesloten kon worden en de straal gericht kon worden, terwijl men de andere hand vrij hield voor den chronometer. Het vullen duurde gemiddeld twintig seconden.

Iedere slibcylinder was voorzien van een dubbel-doorboorde kurk, waarin een buisje voor luchttoevoer en de hevel waren bevestigd. De hevel werd na afloop van den tijd van bezinken in den cylinder gebracht, zoodanig dat het onderste deel, dat omhoog gebogen was, op de hoogte van het onderste merkteeken kwam.

Na den bepaalden bezinkingstijd werd dan de bovenstaande vloeistof met de zich daarin bevindende deeltjes afgezogen.

De bezinkingstijden bedroegen:

60′ 3′52″ 50″	waarbij blijven zweven deeltjes van:	< 0.01 mm. 0.01—0.05 mm. 0.05—0.1 mm.

terwijl als grofste fractie deeltjes van 0.1—2 mm overblijven.

Van de fijnste fractie werden de eerste zes afgietsels opgevangen, de latere troebele afgietsels werden niet bewaard. Het gewicht van de fijnste fractie werd dus uit de rest berekend, waarbij dan ook de oplosbare stoffen komen en de fout, die ontstaat doordat de kamerdroge stof vóór en na de scheiding in fracties bij verschillende temperatuur en relatieve vochtigheid van de atmosfeer ook verschillende hoeveelheden waterdamp adsorbeert. Ik meende dat in dit geval te kunnen toelaten daar deze verschillen in adsorbtie juist voor het grootste deel in de fijnste fractie vallen en de zeer kleine hoeveelheden, die de grovere fracties meer of minder adsorbeeren toch binnen de grenzen der mogelijke fouten blijven.

Het afgieten van de eerste fractie, totdat de bovenstaande vloeistof niet noemenswaard troebel meer was, variëerde van *acht* tot *zestien* maal.

Bij het afgieten van de tweede fractie werden telkens acht slibcylinders na elkaar afgegoten, hetgeen bij de gebruikte methode juist mogelijk was.

Nadat de eerste cylinder tot het merkteeken opgespoten was, werd de knop van den chronometer ingedrukt. Na tien seconden werd begonnen met het opspuiten van den tweeden cylinder, zoodat deze een halve minuut later dan de eerste gevuld was. Eventueele

seconden die ik daarbij te vroeg of te laat kwam werden met potlood naast den cylinder aangegeven. Zoo kwam de achtste cylinder gevuld na 3'30'' en bleef nog 22 seconden over om naar den eersten cylinder te loopen en deze op tijd te laten afloopen. In geval er onzekerheid bestond omtrent het juiste tijdstip, hetgeen wel eens kan voorkomen, werd natuurlijk liever eenige seconden te laat dan te vroeg afgegoten, omdat men daarbij een fout maakt die door de volgende scheidingen kan worden opgeheven.

Het afgieten van de tweede fractie geschiedde *acht* tot *veertien* maal. De afgegoten vloeistof werd in groote porseleinen schalen opgevangen, welke drie vullingen van de cylinders konden bevatten en daarna werden weggezet om te bezinken en te worden afgeheveld, om er dan weer drie vullingen in op te vangen.

Evenzoo werd de derde fractie afgeslibd, waarbij in den beschikbaren tijd van 50 seconden echter slechts twee cylinders tegelijk opgespoten konden worden. Het afslibben van de derde fracties geschiedde van *zes* tot *negen* maal.

Alle fracties werden op het zandbad bij geringe verwarming gedroogd en na geruimen tijd afkoelen in de weegkamer gewogen.

Bij de mineralogische analyse, waarbij tegelijkertijd verschillende korrelgrootten werden gemeten met den oculair-micrometer, bleek vooral de grofste fractie niet tot de afmetingen van 100 tot 2000 μ beperkt te blijven, maar kwamen tallooze mineralen voor van 50 μ grootste afmeting en zelfs veel kleiner. Dit bleken meestal magnetieten, zirkonen en andere dergelijke zware mineralen te zijn, zoodat het soortelijk gewicht niet zoo'n geringe rol bij de slib-analyse speelt als gewoonlijk vooropgesteld wordt bij het bespreken der methoden. Echter kwamen, hoewel veel minder, ook de lichtere mineralen, bijv. kwarts in kleinere afmetingen voor.

B. Bepaling der Watercapaciteit

Voorbewerking. Veel meer dan bij de slibanalyse hangen de uitkomsten van eene watercapaciteits-bepaling in het laboratorium af van subjectieve factoren, allermeest bij de voorbewerking, die het monster moet ondergaan, om er de cylindertjes mee te kunnen vullen.

BURGER (63) stelt, met aanhaling van een uitgebreide literatuur over dit onderwerp, de methode van onderzoek naar de physische eigenschappen van den grond in het laboratorium tegenover die van onderzoek in het veld, dus aan den bodem zooals deze de cultuurgewassen of het bosch draagt (gewachsener Boden). Deze laatste moet ongetwijfeld als de eenige beschouwd worden, die ons een in-

zicht in de voornaamste physische eigenschappen kan leveren. Niettegenstaande dat werd de watercapaciteit van de voorhanden monsters bepaald, om vergelijkende cijfers met de talrijke in het Geologisch Laboratorium en elders op deze wijze verrichte analyses te verkrijgen.

De hier gebruikelijke methode, volgens E. WOLFF werd dus gevolgd, zooals deze door WAHNSCHAFFE (82) wordt aangegeven ter bepaling van de „grootste watercapaciteit".

De meestal steenharde brokstukken moesten daartoe eerst in een porseleinen mortier fijngewreven worden. Daarvan werd in een gewone maatcylinder 100 cm^3 afgemeten, waarbij zoo lang de cylinder zachtjes op de tafel gestooten werd, dat een constant volume was bereikt. Deze hoeveelheid werd in de bekende cylindertjes volgens WAHNSCHAFFE (82) met doorzeefden bodem gestort en driemaal zachtjes op de tafel gestooten om ze ongeveer dezelfde dichtheid te verzekeren. Hierop werden de cylindertjes, waarvan het gewicht bekend was, met den grond gewogen en daarna geplaatst in een schaal met water onder een glazen klok en het water opgezogen totdat het den grond bereikte.

Watercapaciteits-bepaling. Na 6 uur werd de gewichtstoename door weging bepaald en nog eens na 24 uur hernieuwde opzuiging gecontroleerd. Enkele gronden bleken na 24 uur nog niet de maximum hoeveelheid water te hebben opgezogen; bij één grond was eerst na 26 dagen de grootste watercapaciteit verzadigd.

Alle bepalingen geschiedden in duplo en gewoonlijk bedroeg het verschil in de uitkomst 1 à 2 %, zelden meer.

In één geval was dit verschil echter 7.3 % en juist in dit ééne geval was de voorbewerking, het fijnwrijven in een porseleinen mortier, door een ander geschied. Een derde controlebepaling, door mijzelf verricht, gaf weer een verschil van 0.95 %, zoodat dit als voorbeeld kan dienen hoe groot de invloed van subjectieve factoren op deze bepalingen kan zijn.

Voor zoover zwelling werd geconstateerd, werd daarvan aanteekening gehouden.

C. *Bepaling der Hygroscopiciteit*

Voor het bepalen van de hygroscopiciteit werd eveneens de in dit Laboratorium gebruikelijke methode gevolgd.

Ongeveer 30 gram luchtdroge grond, fijngewreven in een porseleinen mortier, werden in een weegfleschje van bekend gewicht gebracht en het geheel gewogen. Daarna werden ze in een exsiccator

geplaatst boven 10 % H_2SO_4 en de lucht verwijderd tot 50 mm kwikdruk. Na eenige dagen werd gewogen en deze bewerkingen werden herhaald tot constant gewicht. Daarna werden ze overgebracht in een exsiccator gevuld met sterk H_2SO_4 en weer met geregelde tusschenpoozen gewogen *tot constant gewicht*. Hieruit kon de hoeveelheid geadsorbeerde waterdamp worden berekend en uitgedrukt in procenten van het eveneens te berekenen gewicht van den absoluut drogen grond.

Het opnemen van waterdamp boven 10 % H_2SO_4 vorderde in het kortste geval 19 dagen, het weer afstaan 21 dagen, in het langste geval resp. 90 en 78 dagen. Hieruit kan volgen, dat bij de bepaling der hygroscopiciteit, wil ze eenige waarde hebben, *niet te vlug* moet worden besloten tot afbreken der wegingen. Sommige zware grondsoorten blijven langen tijd nog geringe hoeveelheden hygroscopisch water opnemen of afstaan, welke de einduitkomst nog merkbaar beinvloeden en dus niet verwaarloosd mogen worden.

Bij de beoordeeling van de gevonden cijfers moet ook hier weer in het oog gehouden worden, dat deze slechts waarde hebben ter vergelijking met op dezelfde wijze verkregen gegevens. Vooral mag niet uit het oog verloren worden, dat de colloïdale bestanddeelen van enkele der onderzochte monsters, welke reeds gedurende eenige jaren luchtdroog bewaard werden, ingrijpende veranderingen kunnen hebben ondergaan.

ANDERSON c. s. (61) hebben onderzoekingen over de adsorptie door colloïdale en niet-colloïdale grond-constituenten gepubliceerd, waarbij hen bleek, dat *praktisch* het *geheele* adsorptievermogen van een grond ligt in de colloïdale bestanddeelen. Ze gingen daarbij *niet* uit van bodemfracties, die op een of andere manier werden bevrijd van colloïdale bestanddeelen, zooals tot dusver steeds was geschied, want zij meenden, m.i. terecht, dat daarbij nooit uitgemaakt was, dat de overblijvende grovere bestanddeelen wel werkelijk absoluut colloïdvrij waren en dat dus de daarvan waargenomen adsorptieverschijnselen niet aan resten van colloïdale bestanddeelen moesten worden toegeschreven. Zij gingen dus uit van in het laboratorium vervaardigde preparaten van bodemvormende mineralen in verschillende graden van fijnheid aan den eenen kant, en van synthetische gels aan den anderen kant. Bij hunne proeven, die o.a. tot uitkomst hadden, dat de adsorptie van niet-colloïdale deeltjes altijd onder de 2 % van de totale adsorptie blijft, bespreken zij ook de resistentie van sommige uitgedroogde colloïden tegen dispersie, welke tegenstand zeer groot kan zijn. Vooral bij de reeds gedurende langen tijd bewaarde grondmonsters kunnen daardoor vrij groote afwijkingen zijn ontstaan, en wellicht is daar gedeeltelijk het groote tijdverschil van het afloopen der verschillende bepalingen aan te wijten.

D. Het mineralogisch onderzoek

Bij het petrografisch onderzoek van sedimenten, en in het bijzonder van de afzettingen die den „bodem" vormen, wordt men onmiddellijk getroffen door de armoede aan literatuur op dit gebied.

Zoo uitgebreid en volledig de petrografische handboeken ons inlichten over samenstelling, optische eigenschappen en voorkomen van de mineralen van macroscopische afmetingen en hun uiterlijk in microscopische gesteente-preparaten, zoo weinig vertellen ze ons van dezelfde mineralen, zooals ze in den bodem voorkomen en als zoodanig den bodem helpen vormen.

De weinige onderzoekers, weinig in verhouding tot hen, die de algemeene petrografie of de petrografie der gesteenten tot hun arbeidsterrein kozen, die de sedimentaire petrografie toepasten op de takken van zuivere en economische geologie, hebben dan ook niet nagelaten op dit euvel de aandacht te vestigen. Ieder onderzoek in deze richting kan er toe bijdragen de wanverhouding tusschen bronnen en gegevens voor de „gewone" petrografie en de sedimentpetrografie te verkleinen. En waar de eerste grondslagen daarvoor reeds lang gelegd zijn en daardoor is aangegeven welk doel bereikt kan worden, is het aandragen van bouwstoffen voor tegenwoordige en toekomstige onderzoekers op dit gebied zeer dankbaar.

Het zal geruimen tijd moeten duren voordat de wetenschap over voldoende materiaal beschikt om langs petrografischen weg te kunnen aangeven den samenhang van bodemsoorten en moedergesteenten, verplaatsing en verweering, maar dat men door dien weg te bewandelen vele vraagstukken zal oplossen, die tot nu toe onoplosbaar lijken, staat reeds vast.

Een historisch overzicht van de ontwikkeling van het mineralogisch bodemonderzoek, hetwelk gaat tot 1914 en waarnaar hier verwezen mag worden, geeft STEINRIEDE (58).

Naar onderzoekingen op dit gebied, van welker resultaten ik ge bruik maakte, zal bij de bespreking van de onderdeelen van het on derzoek verwezen worden, waarbij op enkele methoden nader zal worden ingegaan.

Ik trachtte een inzicht te krijgen in den *vorm* waarin de mineralen in de onderzochte grondmonsters voorkomen en in het *aandeel* dat zij hadden in de samenstelling van den grond of de *aanwijzing* die zij geven konden omtrent de afkomst van den grond.

De samenstellende mineralen werden beschreven naar:

a. voorkomen (habitus);
b. splijtbaarheid;
c. breuk;

d. glans (in opvallend licht);
e. kleur (in opvallend en doorvallend licht);
f. doorzichtigheid;
g. pleochroïsme;
h. soortelijk gewicht;
j. brekingsindex;
k. dubbelbreking;
l. uitdoovingshoek;
m. assenbeeld;
n. eventueele andere bijzonderheden en afmetingen.

Hiertoe werd uitgegaan van de vierde fractie verkregen bij de slibanalyse, welke theoretisch mineralen zou moeten bevatten van 2000 tot 100 μ, maar welke, zooals reeds werd opgemerkt, ook veel kleinere mineralen bevatte, vooral van de zwaarste mineralen. Deze grofste fractie werd gewogen en geheel of voor een gedeelte in twee deelen gescheiden door middel van bromoform op de wijze zooals MILNER (70) dat o.a. aangeeft. In een scheitrechter met ingeslepen glazen kraan, gevuld met een hoeveelheid bromoform, die afhangt van de hoeveelheid van de te onderzoeken grondfractie, werd de afgewogen grond uitgeschud en daarna door omroeren met de vloeistof goed vermengd. Van de bromoform werd van tijd tot tijd het soortelijk gewicht, dat $\pm$ 2.9 bedraagt, gecontroleerd. De zwaardere mineralen zullen zinken, de lichtere blijven drijven. Men moet echter herhaaldelijk omroeren om er verzekerd van te zijn dat de zware mineralen niet de lichtere meesleuren of zelf tusschen de lichtere drijvend gehouden worden. Ook kunnen door ongelijkmatige verwarming, aanvatten van den trechter e.d. stroomingen in de bromoform ontstaan, die aanleiding kunnen geven tot fouten. Bij goed roeren en herhaling van de bewerking kan men echter tot een vrij zuivere scheiding komen. Daar in de meeste gevallen de *zware* fractie slechts een onderdeel van de *lichte* vormde en de lichte mineralen dus als een dikke koek boven op de bromoform bleven drijven, was altijd de kans grooter dat zwaardere mineralen tusschen de lichte bleven hangen dan dat omgekeerd lichte door de zware meegenomen werden naar beneden. Ik kon dus gewoonlijk volstaan met de zware fractie zonder meer af te tappen en daarna door nogmaals opgieten van bromoform de lichte fractie nog eens uit te schudden, en deze bewerking te herhalen, totdat de lichte fractie praktisch van de zware mineralen gezuiverd was. Ondanks die voorzorgen trof ik toch herhaaldelijk nog mineralen buiten hun bepaalde fractie aan, zoo bijv. éénmaal talrijke kwartskristalletjes van geringe afmeting (15—35 μ) in de zware fractie. Deze scheiding was dus slechts ter oriënteering bruikbaar, en later moesten de soortelijke gewichten der gedetermineerde

mineralen nog eens afzonderlijk bepaald worden. Voor de verhouding tusschen lichte en zware mineralen, uitgedrukt in geheele procenten van de vierde fractie echter, was de scheiding zuiver genoeg, daar de fouten in de scheiding niet in gewicht uit te drukken waren en dus zeker binnen de waarschijnlijke weegfout bleven. Het gebruik van een ingeslepen glazen kraan brengt altijd verbrijzeling van een aantal zware mineralen met zich mede, waarom later weer werd teruggekeerd naar de oorspronkelijk door MILNER (70) aangegeven trechter met caoutchouc slangetje en klemkraan.

Op een apparaatje volgens E. KAISER (21), om vollediger scheiding van kleine hoeveelheden mineralen te verkrijgen, zal ik bij de soortelijk gewichtsbepaling terugkomen. De zware fractie, welke in den trechter werd opgevangen, werd met benzol daarvan af gespoeld op een groot horlogeglas en enkele malen gewasschen met benzol om de bromoform te verwijderen.

De lichte fractie werd op een ander filter opgevangen, eveneens afgespoeld en gewasschen met benzol.

De verhouding van de lichte tot de zware mineralen werd daarna door weging bepaald.

Hierop volgde het microscopisch onderzoek van de beide fracties.

Aanvankelijk geschiedde het eerste oriënteerende doorzoeken van het monster op de wijze, zooals deze gebruikelijk was aan het Agro-Geologisch Laboratorium alhier, n.l. door het groote horlogeglas te plaatsen onder een binoculair microscoop van ZEISS met Porro'sche prisma's en daarmede, bij 50-malige vergrooting, de verschillende grondconstituenten te bekijken.

Het fraaie plastische beeld, dat het binoculair-microscoop van de mineralen ontwerpt, maakt het op deze wijze mogelijk reeds op het oog een groot aantal mineralen te herkennen, vooral indien afwisselend doorvallend licht, opvallend licht met zwarten ondergrond en opvallend licht met wittten ondergrond wordt gebruikt.

Een nadeel van deze onderzoekingswijze is hierin gelegen, dat de mineralen zoo dicht op elkaar liggen, dat de meer zeldzame gevaar loopen over het hoofd gezien te worden. Dit kan vermeden worden door uit de voorraad op het horlogeglas telkens een kleinere hoeveelheid af te zonderen op een kleiner horlogeglas en zoo bij gedeelten de fracties te onderzoeken. Dit is echter tamelijk omslachtig en al is de hoeveelheid nog zoo gering, men moet toch herhaaldelijk het horlogeglas heen en weer bewegen om te bereiken, dat men zoo goed mogelijk *alle* mineralen onder het oog heeft gehad, terwijl de zekerheid daaromtrent nooit bestaat. Deze methode is dus voor een onderzoek, dat meer dan een oppervlakkige oriënteering wil zijn, te omslachtig en daardoor tijdroovend. ROSENBUSCH (16) geeft een

methode aan, waarbij de mineraalkorrels gestrooid worden in een gleuf, gevormd tusschen twee schuingeslepen glasplaatjes terwijl een andere methode, toegepast op een loupe-statief van SEIBERT in Wetzlar, door KEILHACK (68) wordt geciteerd en daarin betaat, dat men door een smalle spleet het mineraalmengsel laat vallen op een daaronder doorbewogen glasstrook, welke past onder een gewone loupe op statief.

Een verbetering van deze laatste methode werd verkregen door gebruik te maken van een *microscoop volgens Nebelthau,* geleverd door LEITZ in Wetzlar. Dit werd aanvankelijk door PROF. VAN BAREN aangeschaft uitsluitend voor *kwantitatieve* bepalingen maar al spoedig bleek, dat ook voor het eerste oriënteerende onderzoek dit microscoop onschatbare diensten kon bewijzen.

Daartoe werd er naar mijn aanwijzing een statief bij vervaardigd om er een binoculairmicroscoop op te kunnen plaatsen, en sinds het gereed komen van deze combinatie werden de fracties altijd hiermede onderzocht (Plaat XV, fig. 1, pag. 127).

De fractie werd daartoe zoo gelijkmatig mogelijk uitgespreid op een glasplaat, welke van opgekitte glasranden was voorzien. Om later te vermelden redenen bedroeg het oppervlak hiervan 1 dm^2, dit doet echter voor het oriënteerend onderzoek niet ter zake. Mits nu de te onderzoeken hoeveelheid niet zóó groot is, dat ook op deze oppervlakte te groote opeenhooping plaats vindt, kan men stelselmatig de *geheele* fractie doorzoeken zonder kans te loopen iets over te slaan. De maximum hoeveelheid bleek practisch 1.5 gram, een optimum voor nauwkeurig onderzoek 0.5 gram te zijn.

Het doorzoeken van de fractie geschiedde vanaf een der hoeken van de glasdoos, heen en weer over de geheele breedte, waarbij telkens de tafel één doorsnede van het gezichtsveld naar voren of naar achteren werd gedraaid. *Alle* in de fractie voorkomende mineralen kwamen dus onder de oogen. Dat op deze wijze werkelijk sneller en nauwkeuriger een overzicht over alle voorkomende mineralen werd gekregen, bleek mij reeds bij de eerste maal, dat deze gewijzigde Nebelthau werd gebruikt. Ik had toen in een fractie *één* exemplaar van korund aangetroffen, en ondanks herhaald doorzoeken in horlogeglazen was het mij niet gelukt er nog meerdere te vinden. Met behulp van de Nebelthau had ik in ruim een half uur, behalve nog andere mineralen, *veertien* stukjes korund uitgezocht en afgezonderd. Vooral indien men zijn aandacht bepaalt tot één mineraal of één groep van mineralen kan men vrijwel automatisch het microscop van links naar rechts en omgekeerd laten bewegen, waarbij men dan vanzelf ophoudt, zoodra het gezochte in het gezichtsveld verschijnt. Dit leek mij vlugger te gaan dan dat men steeds alles tracht te

analyseeren wat in het gezichtsveld komt. Ook dit is een van de voordeelen van deze methode boven het doorzoeken van een massa mineralen in een horlogeglas of willekeurig uitgespreid op objectglaasjes, zooals sommige auteurs aangeven.

Alle mineralen, welke op magnetiet, ilmeniet e.d. geleken, werden eerst overgeslagen, omdat deze langs magnetischen weg werden verwijderd. De overigen werden ingedeeld naar in het oog vallende kenmerken, bijv. kleurlooze, waterheldere, roode doorzichtige, roode ondoorzichtige, glimmers, bruine, groene, donkergroene, enz. enz. Naast de Nebelthau werden een reeks objectglaasjes gereed gelegd, allen voorzien van een druppeltje nagelolie.

Ik koos juist nagelolie, omdat deze slechts zeer langzaam vervluchtigt, zoodat men de daarmede gemaakte preparaten, ook zonder dekglas, desnoods eenige dagen kan bewaren.

Alle kleurlooze waterheldere mineralen werden nu met een fijne koperen prepareernaald, even bevochtigd met nagelolie, uit de glasdoos gelicht en op een objectglas in een druppel nagelolie gelegd. Voor dit laatste is het niet noodig te controleeren of het mineraal wel van de naald af is, zoodra de naald de droppel even aanraakt, spoelt het mineraal er reeds af.

De naald moet, althans wanneer het de zwaarste fractie betreft, van koper zijn omdat een stalen naald het magnetiet aantrekt, hetwelk er dan zeer lastig weer van te verwijderen is. Na eenige oefening kan men met de linkerhand blijven doordraaien aan het Nebelthaumicroscoop en vast vluchtig het gezichtsveld doorzoeken terwijl de rechterhand het uitgezochte mineraal in een druppel deponeert.

Wellicht zou men nog een tijdsbesparing kunnen krijgen door een zuiginrichting te gebruiken om de mineralen weg te nemen, zooals deze o.a. door KEILHACK (67) wordt beschreven. Men zuigt dan met een capillairbuisje, voorzien van een eenvoudige zuiginrichting, het uitgezochte mineraal in een reservoirtje, zonder dat men het oog van het gezichtsveld behoeft af te wenden. Deze methode werd echter door mij niet toegepast.

Na de kleurlooze waterheldere mineralen komen de roode doorzichtige aan de beurt, dan de roode ondoorzichtige enz. enz. Is één of andere groep slecht vertegenwoordigd, dan kan men twee of meer groepen combineeren. Iedere grond heeft in dit opzicht zijn eigenaardige samenstelling, waarnaar men deze eerste oriënteerende schifting inricht.

Na het doorzoeken van 1.5 à 2 gram van de onderhanden genomen fractie is het waarschijnlijk, dat men van iedere mineraalsoort eenige exemplaren heeft afgezonderd. Het kan zijn, dat men van een mineraal, hetwelk in een bepaalden bodem zeer zeldzaam voorkomt,

slechts één of twee exemplaren heeft verkregen, in welk geval men, ter verkrijging van meer gegevens over dit mineraal, nog eens 1.5 à 2 gram van de fractie kan afzoeken.

De uitgezochte mineralen werden nu verder onderzocht onder een binoculair microscoop en een polarisatie-microscoop.

a. Voorkomen. (Habitus). Bij de beschrijving van de mineralen zooals deze zich onder het binoculair microscoop aan het oog voordoen, hield ik mij zooveel mogelijk aan de door het gebruik geijkte terminologie, zooals deze ontstaan is bij de beschrijving van de macroscopische mineralen en welke het voordeel biedt, dat soms met één woord een moeilijk te omschrijven eigenschap wordt gekarakteriseerd.

b. Splijtbaarheid. Van de splijtbaarheid werd aangegeven de mate en de richting, kenbaar aan den aard en het verloop der zichtbare splijtstrepen. Soms werd daarbij aangegeven of de splijtbaarheid eerst optrad bij verbrijzeling van het mineraal.

c. Breuk. Bij het aangeven van den aard van de breuk maakte ik gebruik van de termen effen of oneffen, schelpvormig of half-schelpvormig, en splinterig. De hardheid werd niet bepaald, slechts in gevallen, dat de mineralen bijzonder moeilijk tusschen twee objectglaasjes verbrijzeld konden worden of zeer gemakkelijk met de naald stukgedrukt konden worden, werd dit aangegeven.

d. Glans. De glans werd aangegeven naar den indruk, die de mineralen *droog* (na wasschen met alcohol of benzol) in opvallend licht onder het binoculair microscoop maakten en waarbij ook weder de terminologie uit de macroscopische mineralogie werd gebezigd.

e. Kleur. De kleur werd in de eerste plaats aangegeven voor doorvallend daglicht onder het binoculairmicroscoop, omdat de meeste mineraalfragmenten bij de in den bodem voorkomende afmetingen min of meer doorzichtig zijn, en dan bepaald bij onderdompeling in een vloeistof van denzelfden brekingsindex als het mineraal. Bij mineralen, die in verschillende richtingen duidelijke verschillen in absorptie vertoonen, zooals bijv. het donkergroene amfibool, zijn de daardoor ontstane wijzigingen in kleurintensiteit bij andere oriënteering aangegeven.

Bij de niet-doorzichtige werd de kleur van de droge mineralen in opvallend daglicht bepaald.

Bij de doorzichtige mineralen is de kleur-intensiteit in hooge mate

afhankelijk van de dikte, zoodat de dunste schilfertjes van een sterk gekleurd mineraal een geheel anderen indruk, tot zelfs kleurloos toe, kunnen maken. De aangegeven kleur geldt dan ook voor de grootste der aangetroffen exemplaren, waarom de afmetingen in de beschrijving zijn opgenomen. Zoo het mineraal eerst bij zeer kleine afmetingen een kleur in doorvallend licht vertoonde, werd zulks ook bij de beschrijving vermeld, met opgave van de dikte.

Ik heb ervan afgezien te trachten de kleuren aan te geven met behulp van een kleurenschaal. Men zou daartoe een systeem moeten toepassen, dat het mineraal bij een bepaalde dikte en bij doorvallend licht stelt naast een kleurenschaal, welke ook bij doorvallend licht wordt bekeken en welke dezelfde absorptie heeft als het bezichtigde mineraal. Of men zou een oculairspektroscoop volgens ABBE moeten gebruiken, zooals ROSENBUSCH (16) o.a. aangeeft. De moeite en zorg aan een dergelijke methode besteed, leken mij niet evenredig met de waarde van de kleurbepaling, welke voor de determinatie toch betrekkelijk gering is, daar zeer kleine verschillen in de verhoudingen der kleurende metaalverbindingen of in de concentratie van het pigment bij één en hetzelfde mineraal zeer groote kleurverschillen kunnen teweeg brengen. Bij nauwkeuriger petrographische studie van bodems van denzelfden oorsprong, bijv. voor bepaling van het verweeringsstadium zou men echter ook voor de kleurbepaling een exacte methode moeten toepassen.

f. Doorzichtigheid. De doorzichtigheid werd bepaald aan de grootste exemplaren, waarvan de afmetingen zijn aangegeven bij de beschrijving. In geval ondoorzichtige mineralen bij verbrijzeling in dunnere schilfers doorzichtig werden is ook dat, met de dikte der schilfertjes vermeld.

g. Pleochroïsme. Bij de anisotrope mineralen wordt het licht het minst geabsorbeerd wanneer het het kristal doorloopt in de richting van de grootste elasticiteit, bij een andere oriënteering treedt dan dus grootere absorptie op. Die absorptie behoeft niet voor alle lichtsoorten dezelfde te zijn; in de ééne richting zullen meer de blauwe in een andere meer de roode stralen geabsorbeerd worden, zoodat bij doorvallen van het licht in verschillende richtingen, behalve verschil in lichtintensiteit dan ook verschillen in kleur optreden.

Beziet men een éénassig mineraal, bijv. een toermalijnzuiltje onder het binoculairmicroscoop bij doorvallend licht en laat men het wentelen om een as, loodrecht op de hoofdas, dan treden duidelijke kleurverschillen op. Is de hoofdas evenwijdig aan de as van het microscoop (bij het binoculair microscoop benaderend de vertikaal)

dan ziet men alleen de ordinaire straal en de kleur wordt dus geheel bepaald door de absorptie van den ordinairen straal. Laat men het zuiltje omwentelen, dan speelt de absorptie van den extra-ordinairen straal mede een rol, die des te grooter wordt, naar mate de hoofdas meer horizontaal komt te liggen. De kleur wordt dan bepaald door een combinatie van de absorptiekleuren van den ordinairen en extra-ordinairen straal. De absorptiecoëfficient voor den ordinairen straal is bij toermalijn veel grooter dan die voor den extra-ordinairen en dus zal het toermalijnzuiltje, vertikaal opgesteld bijv. zwart zijn, terwijl het horizontaal liggend een donkerblauwe kleur vertoont.

Zooals gewoonlijk werd het pleochroïsme echter bepaald in rechtlijnig gepolariseerd licht, waarbij men door inschakeling van den polarisator den gemengden kleur van den ordinairen en extraordinairen straal ontleedt in de componenten.

De kleuren werden dan aangegeven voor het geval dat de hoofddoorsnede van het NICOL'sche prisma evenwijdig loopt met de hoofdas van het mineraal of er loodrecht op staat. Bij het door mij gebruikte polarisatiemicroscoop liep de hoofddoorsnede van den polarisator van voor naar achter of zooals men gewoonlijk aangeeft van Zuid naar Noord. Toermalijn vertoont dus, wanneer de hoofdas van het mineraal N.-Z. ligt, *een minimum-absorptie*; ligt de hoofdas O.-W. dan vertoont het een maximum-absorptie. Bijna alle andere, goed pleochroïtische mineralen hebben sterkere absorptie van den lichtstraal, die evenwijdig aan den hoofdas (hoofdzone) trilt en vertoonen minimum absorptie in den stand O.-W., maximum bij N.-Z.

Bij de tweeassige mineralen heeft men in het algemeen voor iedere doorsnede, die niet loodrecht op een optische as staat, een kleur, ontstaan door combinatie der verschillen in absorptie van ordinaire en extraordinaire straal. Neemt men ook hier weer de grensgevallen, evenals bij de éénassige mineralen, dan verkrijgt men maximaal drie verschillende kleuren. Bij de rhombische mineralen zijn deze het eenvoudigst te constateeren doordat de drie elasticiteitsassen samenvallen met de drie kristalassen.

Ligt een rhombisch mineraal dus op één der hoofdkristalvlakken dan neemt men de kleur waar, ontstaan door combinatie van de loodrecht op dat vlak trillende stralen, die men weer door den polarisator in de twee samenstellende kleuren ontleden kan. Bij het hypersteen zijn twee van deze drie combinaties gemakkelijk waar te nemen, daar de kristallen dikwijls goed prismatisch ontwikkeld zijn en men ze dus gemakkelijk kan oriënteeren.

Bij het monokliene stelsel valt de richting van de sterkste absorptie alleen samen met de elasticiteitsas, welke volgens de b as loopt, maar

behoeft niet samen te vallen met de twee elasticiteitsassen, die in het symmetrievlak liggen. Bij het trikliene stelsel behoeft die richting met geen enkele elasticiteitsas samen te vallen.

Bij monokliene en nog meer bij trikliene kristallen is de richting van de sterkste absorptie dus niet zoo gemakkelijk aan kristalfragmenten waar te nemen, vooral waar van de gevonden bodemmineralen meestal de kristalvorm sterk beschadigd en niet meer te herkennen is.

Met behulp van splijtstrepen en het assenbeeld kan men wel de juiste oriënteering aangeven, maar voor de determinatie is dit zelden van belang. Bij de tweeassige mineralen is dus alleen het pleochroïsme aangegeven in de standen N.-Z. en O.-W. wanneer uit de vorm der mineraalfragmenten gemakkelijk de kristallografische hoofdzone kon worden afgeleid zooals bij de amfibolen en het andalusiet.

h. Soortelijk gewicht. Bij de soortelijk-gewichtsbepaling werden de mineralen in drie groepen ingedeeld, nl. die, lichter dan bromoform met soortelijk gewicht $\pm$ 2.9, tusschen bromoform en joodmethyleen in liggend, dus zwaarder dan $\pm$ 2.9 en lichter dan 3.2—3.3 en de mineralen zwaarder dan 3.2—3.3.

De afzonderlijke mineraalfragmenten werden daartoe met benzol schoongewasschen en na verdamping van de benzol in een druppel van de bepaalde vloeistof gebracht en onder het binoculair microscoop gadegeslagen. Met de naald werden zij dan herhaaldelijk ondergedompeld of van den bodem opgehaald, al naar zij bleven drijven of wel zonken. Hierdoor werd de zekerheid verkregen, dat de waarneming juist was, want anders komt het zoowel voor, dat een zwaar mineraal door de oppervlaktespanning blijft drijven als dat een licht mineraal aan den bodem blijft kleven en dus schijnbaar zwaarder is. Beweegt men het mineraal met de naald eenige malen op en neer, dan is alle twijfel uitgesloten. Ook toevallige stroomingen kunnen dan geen rol spelen, terwijl men tegelijkertijd zien kan of er geen luchtbelletjes het soortelijk gewicht beinvloeden en of het mineraal insluitsels van beteekenis heeft. Ook over de mate van zinken of drijven kan men zich dan een oordeel vormen uit de snelheid waarmede het mineraal naar boven komt of op den bodem zakt, hetgeen bij het soortelijk gewicht vermeld kan worden.

Scheiding van mineralen, kwantitatief naar het soortelijk gewicht, blijft door het veelvuldig voorkomen van insluitsels, zoowel van hooger als lager soortelijk gewicht, altijd slechts van betrekkelijke waarde.

i. Brekingsindex. De brekingsindex van de mineralen werd bepaald door ze in te dompelen in vloeistoffen van bekenden brekingsindex en ze daarmede te vergelijken. Voor de verklaring van de verschijnse-

len, die daarbij optreden, moge bijv. worden verwezen naar ROSENBUSCH (16) en vooral SPANGENBERG (71). Daarbij treden twee methoden op den voorgrond, die gewoonlijk genoemd worden naar BECKE (o.a. geciteerd door ROSENBUSCH) en naar SCHROEDER V. D. KOLK (23).

WRIGHT (40, 44) wijst er terecht op, dat de verdiensten van BECKE en SCHROEDER V. D. KOLK meer liggen in den nadruk waarmede zij gewoonlijk de naar hen genoemde methoden hebben gepropageerd en waarvan zij de praktische resultaten bij het petrografisch onderzoek aantoonden, dan dat zij deze methoden het eerst zouden hebben toegepast. Beide methoden werden reeds tientallen jaren, voordat BECKE en SCHROEDER V. D. KOLK ze beschreven, toegepast door TÖPLER (1866) (zie SPANGENBERG), MASCHKE en THOULET, terwijl ze ook reeds vóórdien bij de microscopie buiten de petrografie werden toegepast. Toch lijkt het mij niet verkeerd ze als de methoden volgens BECKE en SCHROEDER V. D. KOLK te blijven aanduiden, omdat ze onder dien naam algemeene bekendheid hebben verworven.

Volgens WRIGHT (40, 44) kan men van mineraalfragmenten van minstens 10 μ doorsnede, mits de breking en dubbelbreking niet buitengewoon hoog zijn, bij gebruik van monochromathisch licht met beide methoden bepalingen verrichten tot 0.001 nauwkeurig. SPANGENBERG (71) neemt eveneens aan, dat bij 0.001 de grens der bereikbare nauwkeurigheid ligt. Bij sterke dubbelbreking, sterke eigenkleur van het mineraal en bij hoogen brekingsindex kan deze graad van nauwkeurigheid moeilijk bereikt worden en vereischt veel routine en goede apparatuur, terwijl ook temperatuursverschillen de mate van nauwkeurigheid beïnvloeden.

Voor den invloed van de temperatuur op de brekingsindices van verschillende kristallen kan men eenige gegevens en een literatuuroverzicht raadplegen bij LANDOLT-BÖRNSTEIN (31). Calciet vormt daarbij een uitzondering: met stijgende temperatuur wordt de brekingsindex hooger, bijv. voor natriumlicht per graad, voor ω, met 0.0000024, voor ε, met 0.00001213. De overige voorbeelden vertoonen allen voor de gebruikelijke lichtsoorten een lager worden van den brekingsindex met waarden die uiteenloopen van 0.00000475 tot 0.00003739, over het algemeen dus bij 10° temperatuursverandering een verschil, dat zich hoogstens doet gevoelen tot enkele eenheden van den vierden decimaal.

Veel grooter is de temperatuursinvloed op de brekingsindices van de als indompelingsvloeistoffen gebruikte organische verbindingen. Ook hierover vindt men in de bovengenoemde tabellen van LANDOLT-BÖRNSTEIN de noodige gegevens. Voor natriumlicht vindt men dan bijv. bij 1° temperatuursstijging een daling van den brekingsindex bij:

aethyleenchloride van	0.000554
nitrobenzol	0.000508
methyleenjodide	0.000689

waarvan de andere organische verbindingen niet sterk afwijken en hier geeft 10° temperatuursverandering dus een verschil van 5—7 eenheden van den derden decimaal.

Bij vergelijking van de brekingsindices van kristallen en indompelingsvloeistoffen geven 2 à 3° temperatuursverschil dus reeds verschillen die in den derden decimaal merkbaar zijn. Is echter voor bepaalde groepen van grondsoorten eenmaal nauwkeurig onderzocht welke mineralen er in voorkomen, dan kan men verder bij onderzoek van dergelijke gronden volstaan met een nauwkeurigheid van 0.01, welke ook zonder monochromatisch licht gemakkelijk bereikt kan worden.

Bij LANDOLT-BÖRNSTEIN vindt men voor verschillende vloeistoffen en mineralen den invloed van de gebruikte lichtsoort op den brekingsindex aangegeven.

Een verschil in golflengte van 103 $\mu\mu$ (486—589 $\mu\mu$) geeft een verschil in brekingsindex voor:

methyleenjodide van	1.7705—1.7435 = 0.0270
α broomnaphtaline..	1.6819—1.6582 = 0.0237
benzol	1.5132—1.5011 = 0.0121

en een verschil in golflengte van 10 $\mu\mu$ is dus merkbaar in 1—3 eenheden van den derden decimaal.

Voor eenige kristallen zijn diezelfde getallen bijv. bij:

apatiet	1.6533 — 1.6388 = 0.0145,
kwarts	1.5496 — 1.5442 = 0.0054,
sanidien	1.5255 — 1.5198 = 0.0057,
topaas	1.6209 — 1.6155 = 0.0054.

Hierbij is een verschil in golflengte van 10 $\mu\mu$ dus merkbaar in 0.5 tot 1 eenheid van den derden decimaal en in verhouding tot de indompelingsvloeistoffen blijft dus een verschil van 1 à 2 eenheden in den derden decimaal merkbaar.

Het komt er dan maar op aan den brekingsindex zoo nauwkeurig te bepalen, dat men er verzekerd van is het mineraal er mede te kunnen determineeren, hetgeen met juiste bepaling van den tweeden decimaal gewoonlijk het geval is.

Voor het oriënteerende onderzoek naar den brekingsindex maakte

ik gebruik van de methode volgens SCHROEDER V. D. KOLK, terwijl de methode volgens BECKE daarna werd toegepast om nauwkeuriger waarden te verkrijgen. De eerste methode werd algemeen in het Agrogeologisch Laboratorium te Wageningen gebezigd en was door Prof. VAN BAREN in zooverre vereenvoudigd, dat ze toegepast werd onder het binoculair-microscoop, in vloeistofdruppels zonder dekglas en wel volgens de eenvoudigste methode van SCHROEDER V. D. KOLK door eenvoudig schuin stellen van den spiegel, zoodat de randstralen nog juist het mineraal raakten. Daarbij was dus in het geheel geen afzonderlijk apparaat noodig, geen verstellen van een belichtingsapparaat of veranderen van de tubusinstelling, slechts een tikje tegen den spiegel.

Mineralen, die denzelfden brekingsindex bezitten als de vloeistof, waarin zij gedompeld zijn, zouden geheel onzichtbaar zijn, indien zij geen eigen kleur bezaten en indien zij precies dezelfde dispersie bezaten als de gebruikte vloeistof, evenmin als bijv. een druppel water in een glas water zichtbaar zal zijn.

Bestaat er verschil in lichtbreking tusschen mineraal en omgevende vloeistof, dan wordt het mineraal *zichtbaar* doordat sommige deelen van het mineraal een grooter lichtintensiteit vertoonen dan andere en ook doordat ten opzichte van de omringende vloeistof verschillen in lichtintensiteit optreden. Die verschillen in lichtintensiteit worden zoowel veroorzaakt door buiging van het licht en straalbreking als door totale reflectie.

Heeft men te doen met mineralen, die geringe splijtbaarheid vertoonen of die door mechanische verweering afgerond zijn, dan zal men ze dikwijls kunnen vergelijken met ruwe lensvormige lichamen, of ze kunnen als fijne splintertjes een ruwen wigvorm bezitten. Bij deze soort zal afwijking van het licht als door een lens of een prisma kunnen plaats vinden, bijv. bij vulkanisch glas, kwarts, epidoot, granaat, toermalijn, rutiel, andalusiet (niet altijd), augiet, zirkoon.

De mineraalfragmenten, die teekenen van splijtbaarheid vertoonen, of min of meer goed geconserveerde kristalvlakken, hebben meestal wel één of meer, vrijwel vertikaal staande gladde kanten en hierbij treden de verschijnselen van totale reflectie meer op den voorgrond, zooals bij de veldspaten, amfibolen en augieten, enz. Bij zeer dunne splijtblaadjes, zooals van de glimmers, zijn nòch buigingsverschijnselen, nòch totale reflectie gemakkelijk waar te nemen, doordat de splijtblaadjes vrijwel planparallel zijn en somtijds zoo dun, dat ook van totale reflectie aan den rand niet veel te zien is.

De waargenomen verschijnselen zijn in beide gevallen van denzelfden aard.

Bij de methode SCHROEDER V. D. KOLK bekijkt men het mineraal bij

scheefinvallend licht. Is de brekingsindex *hooger* dan van de omringende vloeistof en is het mineraal ruwweg gevormd als een *biconvexe* lens, dan zullen de evenwijdige invallende lichtstralen *convergeerend* gebroken worden en elkaar globaal ontmoeten in het „brandpunt" van het mineraal. Daarna loopen zij divergeerend verder (fig. 1). De hoek, dien de invallende stralen met den vertikaal maken, wordt daardoor aan den éénen kant vergroot, zoodat de gebroken stralen het objectief niet meer kunnen treffen, aan den tegenovergestelden kant verkleind, zoodat dit wèl het geval kan zijn. Bij voldoend scheeve belichting en verschil in brekingsindex ziet men dus de eene zijde van het mineraal sterker verlicht, de andere zijde minder sterk verlicht dan de omringende vloeistof. Is de brekingsindex van het mineraal *lager* dan van de omringende vloeistof, dan geschiedt juist het tegenovergestelde, men zou dan het grensvlak van mineraal en vloeistof kunnen beschouwen als een *concaaf* lensoppervlak. De evenwijdig invallende lichtstralen worden *divergeerend* gebroken en ook nu worden weer de randstralen van den éénen kant buiten de opening van het objectief gebracht, maar nu is, vergeleken met het eerste geval, de andere zijde van het mineraal sterker verlicht. (In fig. 1 vallen de stralen B B′ binnen de opening van het objectief, in fig. 2 de stralen A A′.)

Voor wigvormige mineraalsplinters, die men als onvolmaakte gedeelten van lensvormige lichamen kan beschouwen, geldt hetzelfde. Hoe meer de brekingsindices van mineraal en vloeistof verschillen, hoe sterker deze verschijnselen zich zullen voordoen. Naarmate de brekingsindex van de vloeistof die van het mineraal naderbij komt, worden de verschillen in lichtintensiteit minder duidelijk, om bij volmaakte gelijkheid geheel te verdwijnen. In de praktijk wordt die volmaakte gelijkheid nooit bereikt, omdat de brekingsindex slechts voor één bepaalde lichtsoort uit het spectrum geldt en de dispersie voor de verschillende kleuren in het algemeen voor vloeistoffen veel grooter is dan voor vaste stoffen. Is dus bijv. voor natriumlicht ($\lambda = 589$) de brekingsindex voor mineraal en vloeistof dezelfde, dan is de brekingsindex voor lithiumlicht ($\lambda = 671$) voor het korreltje *hooger* dan voor de vloeistof en voor thalliumlicht ($\lambda = 535$) *lager*. Het mineraalfragment heeft dan dus een roode rand aan den „lichten" kant en een blauwe aan den „donkeren". Dit verschijnsel, dat bijv. bij kwarts in nagelolie ($n = 1.541$) zeer mooi te zien is, wijst er dus op dat de brekingsindices van een mineraal en omliggende vloeistof bij benadering aan elkaar gelijk zijn.

Hoe meer de dispersie van de vloeistof die van het mineraal overtreft, hoe eerder de bonte randen zullen optreden. Zoo vertoonde bijv. een kristal van rhombisch kleurloos amfibool met lichtbreking

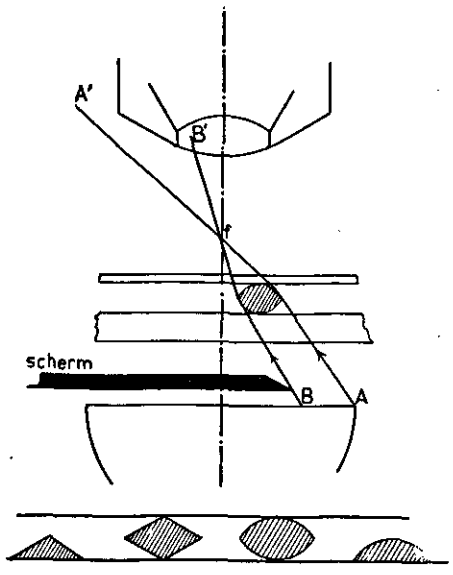


Fig. 1

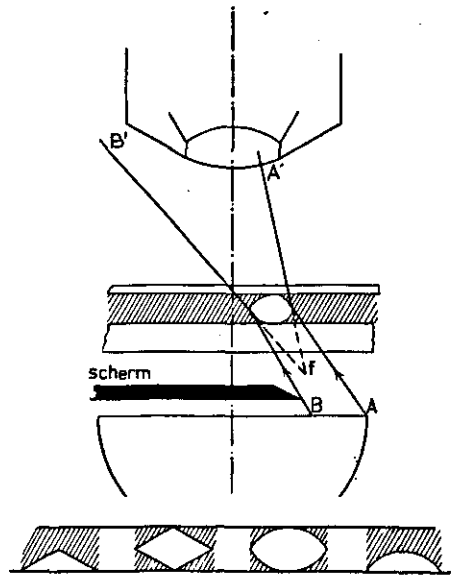


Fig. 2

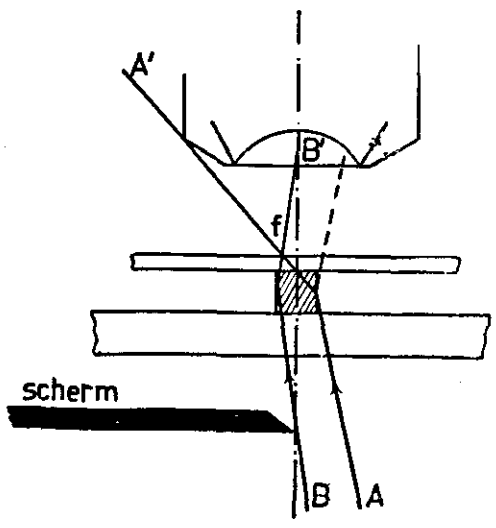


Fig. 3

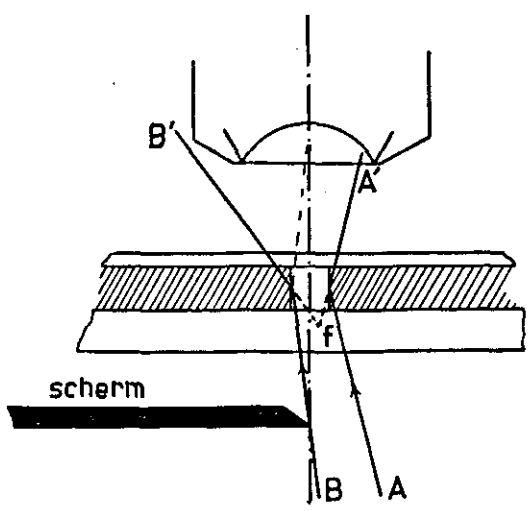


Fig. 4

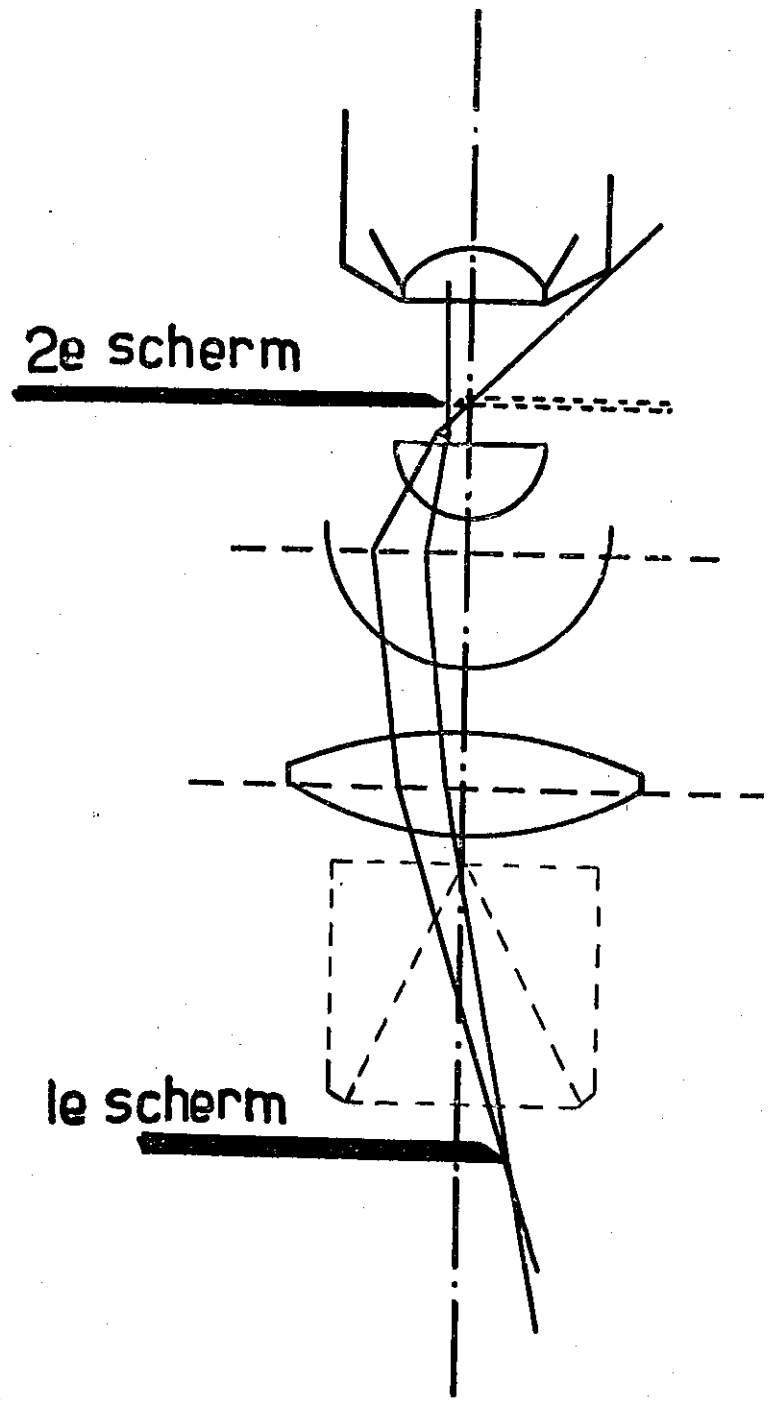


Fig. 5

= 1.62 gekleurde randen in kaneelolie (n = 1.602), monojoodbenzol (n = 1.618) en monochloornaphtaline (n = 1.633). Ook doordat in dubbelbrekende mineralen de brekingsindex in het algemeen verandert met den invalshoek kunnen bij sterk dubbelbrekende mineralen dikwijls de gekleurde randen binnen betrekkelijk wijde grenzen optreden, (WRIGHT).

Mineraalfragmenten, die min of meer vertikale grensvlakken bezitten, zooals bij goed splijtende mineralen veelvuldig voorkomt, vertoonen dezelfde verschillen in lichtintensiteit, maar nu tengevolge van totale reflexie. Stellen we ons voor dat (fig. 3) een dergelijk mineraalfragment weer getroffen wordt door een bundel schuin invallende stralen dan zullen alle stralen, die het grensvlak treffen onder een hoek, kleiner dan de grenshoek, totaal teruggekaatst worden in het sterkst lichtbrekende medium. Van het zwakst naar het sterkst lichtbrekende medium worden zij nog gedeeltelijk doorgelaten en gebroken. Is dus de brekingsindex van het mineraal hooger dan die van de vloeistof dan wordt $B B^1$ totaal teruggekaatst en $A A^1$ gedeeltelijk doorgelaten en gebroken, bijv. tot buiten de opening van het objectief. Het omgekeerde geval is in figuur 4 geschetst en zooals men ziet, zijn de gevallen 1—3 en 2—4 in hunne gevolgen volmaakt dezelfde. Bij SPANGENBERG (71) kan men een nadere bespreking van deze verschijnselen bestudeeren, welke doet zien dat de oorzaak van de waargenomen lichtverschijnselen minder eenvoudig is, dan hier wordt voorgesteld, en dat interferentie-verschijnselen tengevolge van de buiging van het licht daarbij een rol spelen. Voor een *gebruik* van de methode is de hier gegeven verklaring echter alleszins bevredigend.

Het scheef invallende licht kan men verkrijgen door scheefstellen van den spiegel of doordat men van een bundel convergent licht (gevormd door ingeschakelden condensor) de helft of meer afschermt, zooals in fig. 1 is voorgesteld. Uit de figuur volgt dan dat die zijde van het mineraalfragment sterker verlicht lijkt, die naar het scherm toegekeerd is. In fig. 2 ziet men op dezelfde wijze dat bij sterker lichtbrekende vloeistof de van het scherm afgewende zijde het sterkst verlicht is. Daar het scherm onder het objectvlak ligt, waarop scherp is ingesteld, ziet men bij inschuiven van het scherm den rand als een wazige streep naderen en de lichtverschijnselen optreden, wanneer het mineraalfragment juist op de grens van het verlichte en onverlichte deel van het gezichtsveld ligt.

Bij scheefstellen van den spiegel onder het binoculair microscoop ziet men ook een dergelijke partiëele verduistering van het gezichtsveld en ook dáár vertoont een sterker lichtbrekend mineraal een lichte rand aan de zijde van het verduisterde deel van het gezichtsveld.

WRIGHT (44) geeft een methode aan, waarbij met behulp van een tweede schermpje, geplaatst tusschen objectief en object, dat deel van het gezichtsveld, dat door het onderste scherm onbedekt is gelaten, wordt verduisterd. De lichtverschijnselen worden dan volgens WRIGHT zichtbaar met een zoo goed als geheel verduisterd gezichtsveld als achtergrond, waardoor kleinere verschillen gemakkelijker opvallen en waardoor het werken dus minder het oog vermoeit.

Bij toepassing van die methode bleek mij, dat het noodig is er zich van te overtuigen, dat de stand van den condensor zoodanig is, dat de vroeger vermelde regel betreffende hoogere of lagere lichtbreking van kracht blijft, omdat daarbij vergissingen niet uitgesloten zijn. Door omlaag draaien van den condensor zal gewoonlijk bij een zekeren stand een beeld van het onderste scherm geprojecteerd worden in het vlak van het object, waarop scherp is ingesteld. Men ziet dus den rand van het scherm scherp afgeteekend in het gezichtsveld verschijnen en in dien stand zijn geen verschillen in lichtintensiteit waar te nemen. Draait men nu den condensor naar *beneden*, dan zal men den vroeger gegeven regel kunnen laten gelden en dus is bij *sterk* lichtbrekend mineraal de *lichte* zijde van het fragment naar de *donkere* zijde van het gezichtsveld gekeerd. Maar bij naar *boven* draaien van den condensor is de *lichte* zijde van het fragment van de donkere zijde van het gezichtsveld *afgekeerd* (zie fig. 5).

Men dient zich dus eerst er van te overtuigen waar het beeld van het onderste scherm ten opzichte van het objectvlak geprojecteerd wordt en het verdient aanbeveling den condensor zoo te plaatsen, dat de *lichte* zijde van het mineraalfragment naar de *donkere* zijde van het gezichtsveld gekeerd blijft, dus bij *sterk* lichtbrekende mineralen *laag*, bij *zwak* lichtbrekende mineralen *hoog*. Door de contrastwerking van licht tegen donkeren achtergrond zijn dan de verschijnselen het duidelijkst en het door WRIGHT aanbevolen bovenste scherm, dat bij mij overigens geen merkbaren invloed ten goede uitoefende, kan vervallen *).

Een nadeel van de methode SCHROEDER VAN DER KOLK, al is het dan ook geen groot nadeel, is gelegen in de noodzakelijkheid aan het microscoop een bewegelijk schermpje aan te brengen. Volgens WRIGHT zelfs twee schermpjes. Ik heb de methode SCHROEDER VAN DER KOLK

---

*) Evenmin is het mij gelukt waar te nemen dat de lichtverschijnselen *met* het bovenste scherm het omgekeerde waren van die *zonder* bovenste scherm, hetgeen ook uit den gang der lichtstralen (fig 5) niet duidelijk wordt. Volgens WRIGHT zou dit het geval moeten zijn en zou die omkeerbaarheid van de verschijnselen tot grooter contrasten en dus gemakkelijker waarnemen leiden.

daarom alleen toegepast ter oriënteering, onder het binoculair microscoop, en wel door scheef stellen van den spiegel.

Voor nauwkeuriger bepaling van de brekings-indices, waarvoor gepolariseerd licht noodig is, maakte ik daarop gebruik van de methode volgens BECKE onder het polarisatiemicroscoop.

Bij de methode BECKE bekijkt men het mineraal, terwijl het door een bundel zoo goed als evenwijdige stralen centraal belicht wordt. Dit kan men verkrijgen door den condensor uit te schakelen of door het belichtings-apparaat met ingeschakelden condensor naar omlaag te draaien. Wanneer men zich de stralenbundels in de figuren 1 tot 4 centraal invallend denkt, volgt daaruit, dat in de gevallen 1 en 3 de stralen, na door het mineraal gebroken of teruggekaatst te zijn *boven* het mineraal in f. zullen samenkomen. Draait men dus den tubus omhoog, dan zal men inplaats van den omtrek van het mineraalfragment een *nauwer* wordende lichtkring in het gezichtsveld krijgen, in een ideaal geval tenslotte het sterk lichtende punt f. Draait men den tubus omlaag dan geschiedt het tegenovergestelde, hetgeen niet onmiddellijk uit de figuur blijkt, daar dit een gevolg is van de wijze waarop het objectief van het object een reëel beeld ontwerpt, men ziet dan een steeds *wijder* wordende lichtkring. Bij een *zwakker* lichtbrekend mineraal ontstaat bij *omhoog*draaien van den tubus juist die *wijder* wordende lichtkring, doordat men dan de divergeerende lichtstralen in het gezichtsveld krijgt en bij omlaagdraaien een nauwer wordende lichtkring. Men kan zich dan gemakshalve voorstellen dat men bij omlaag draaien instelt op de virtueele punten f. uit fig. 2 en 4.

Bij omhoogdraaien van den tubus verplaatst de „lijn van BECKE" zich naar het sterkst brekende medium, bij omlaag draaien van den tubus naar het zwakst brekende medium. Evenals bij het schuin invallend licht zijn hier de gevolgen van breking en terugkaatsing in de lichtverschijnselen dezelfde. Daar men door eerst omhoog en daarna omlaag te draaien de lichtlijn van zwak naar sterk lichtbrekend en omgekeerd laat loopen en men dus het verschijnsel ter controle gemakkelijk kan omkeeren, lijkt mij deze methode beter voor nadere bepaling van den brekingsindex geschikt dan de methode volgens SCHROEDER VAN DER KOLK. (Voor zeer nauwkeurige bepaling, tot 0.001 nauwkeurig, kan het scheef invallende licht weer voordeelen opleveren boven het centraal invallende, bijv. bij dunne splijtblaadjes, in de meeste gevallen echter is m.i. centrale belichting te verkiezen.)

Bij de methode SCHROEDER V. D. KOLK, waar een donkere kant aan het mineraal ontstaat doordat de gebroken of teruggekaatste stralen *buiten* het objectief vallen, is een objectief van geringe opening (bijv. n. apertuur = 0.30 van Zeiss of Leitz) aan te bevelen, bij de methode

BECKE kan men een veel sterker vergrootend objectief (bijv. num. apertuur = 0.95) gebruiken en mede daarom werd de laatste bij nadere bepaling van den brekingsindex door mij toegepast.

Voor de vloeistoffen, waarin de mineralen werden ondergedompeld ter vergelijking van de brekingsindices, gebruikte ik een reeks, gekozen uit de door SCHROEDER V. D. KOLK aanbevolen vloeistoffen, waarbij tusschen Monobroomnaphtaline en Methyleenjodide een reeks mengsels van deze twee werd ingelascht, omdat juist tusschen 1.65 en 1.74 vele van de belangrijkste mineralen, augieten, amfibolen, enz. liggen. (Tusschen 1.559 en 1.589 bestaat ook een betrekkelijk groote sprong maar daartusschen bevonden zich geen mineralen, die aanvulling noodig zouden maken.)

Men kan het optisch gedrag van mengsels uit de optische eigenschappen van de componenten berekenen (ROSENBUSCH) en dit des te zuiverder, naarmate het mengsel zuiverder is, d.w.z. niet onderhevig aan contractie, dilatatie of zelfs aan chemische reactie, want in die gevallen zou men bij de berekening groote correcties moeten aanbrengen.

De verhouding tusschen optische dichtheid en stoffelijke dichtheid of tusschen brekingsindex en soortelijk gewicht heeft men trachten vast te stellen door verschillende formules van constante waarde, zooals:

$$\frac{n-1}{d}; \quad \frac{n^2-1}{d}; \quad \frac{n^2-1}{n^2+1} \times \frac{1}{d}$$

Geen van deze formules is geheel juist, echter is de eerste van voldoende nauwkeurigheid om er den brekingsindex mee te kunnen berekenen. De formule is aldus theoretisch te verklaren, dat men zich ieder lichaam denkt als mengsel van materiemoleculen en aethermoleculen. Het licht gebruikt voor het doorloopen van dat mengsel denzelfden tijd als voor het doorloopen van den aether eenerzijds en de materie anderzijds. Stelt men zich voor een doorsnede van de lengteeenheid 1, dan zijn de doorsneden van de materie en den aether resp. m en (1 — m). De tijd, die het licht noodig heeft om *m* te door loopen, is omgekeerd evenredig met de lichtsnelheid of recht evenredig met den brekingsindex. De brekingsindex voor aether is gelijk aan de eenheid. Voor de materie stellen we die = v en voor het mengsel = n. Dan geldt dus voor de eenheid van doorsnede de volgende vergelijking:

$$n = vm + 1\ (1 - m),$$
$$n - 1 = vm - m,$$
$$n - 1 = m\,(v - 1)$$

De waarde m in de lengte-eenheid (of volume-eenheid) verandert met den druk en is recht evenredig met het soortelijk gewicht d, dus

$$m = kd,$$

waarbij k een constante factor is.

Hieruit volgt:

$$n - 1 = kd\ (v - 1),$$

$$\frac{n-1}{d} = k\ (v-1)$$

Daar het tweede lid constant is, is ook het eerste constant.

Bij zuiver isomorfe mengsels kan nu de volgende berekening dienen, waarbij:

n_1 en n_2 de brekingsindices zijn van de componenten,
d_1 en d_2 de soortelijke gewichten,
g_1 en g_2 de gewichten en analoog daarmede voor het mengsel:
N D en $(g_1 + g_2)$.

$$\frac{n_1-1}{d_1} g_1 + \frac{n_2-1}{d_2} g_2 = \frac{N-1}{D} (g_1+g_2)$$

Voor een mengsel geldt voorts dat:

$$\frac{g_1}{d_1} + \frac{g_2}{d_2} = \frac{g_1 + g_2}{D}$$

hetgeen met de eerste vergelijking geeft:

$$n_1 \frac{g_1}{d_1} + n_2 \frac{g_2}{d_2} = N \frac{g_1 + g_2}{D}$$

Voor $\frac{g_1}{d_1}$ en $\frac{g_2}{d_2}$ kan men de volumina der componenten stellen, zoodat

$$n_1v_1 + n_2v_2 = N\ (v_1 + v_2)$$

De brekingsindex van het mengsel is dus evenredig met de volumina (niet met de gewichten) der mengende bestanddeelen, of de tijd, waarin het licht het mengsel doorloopt, is gelijk aan de som van de tijden waarin het de bestanddeelen doordringen kan.

Door Joodmethyleen n = 1.740 te mengen met αmonobroomnaphtaline n = 1.657 werden de volgende vloeistoffen gemaakt:

(a) 1 op 5..... n 1.670.
(b) 1 op 3..... n 1.678.
(c) 2 op 3..... n 1.690.
(d) 1 op 1..... n 1.698.
(e) 3 op 2..... n 1.707.
(f) 3 op 1..... n 1.719.
(g) 7 op 1..... n 1.729.

Hiermede werden de preparaten van bepaalden brekingsindex van E. MERCK, Darmstadt, aangevuld, zoodat beschikt werd over de volgende vloeistoffen:

	Brekingsindex bij 20°.	Interval.
Aethyleenchloride.....	1.446	
		0.015
Tetrachloorkoolstof	1.461	
		0.026
Xylol	1.487	
		0.016
Cederolie	1.503	
		0.012
Cederolie van Zeiss, Jena	1.515	
		0.009
Monochloorbenzol	1.524	
		0.013
Aethyleenbromide	1.537	
		0.004
Nagelolie	1.541	
		0.011
Nitrobenzol	1.552	
		0.007
Monobroombenzol	1.559	
		0.030
Bromoform	1.589	
		0.013
Kaneelolie	1.602	
		0.016
Monojoodbenzol	1.618	
		0.015
Monochloornaphtaline	1.633	
		0.024

	Brekingsindex bij 20°.	Interval.
Monobroomnaphtaline.....	1.657	
		0.013
(a)	1.670	
		0.008
(b)	1.678	
		0.012
(c)	1.690	
		0.008
(d)	1.698	
		0.009
(e)	1.707	
		0.012
(f)	1.719	
		0.010
(g)	1.729	
		0.011
Methyleenjodide	1.740	

Wanneer men gevonden heeft tusschen welke twee brekingsindices de gezochte ligt, kan men door vergelijking van de intensiteit der lijnen van BECKE nog schatten of deze juist het gemiddelde zal zijn, of dichter bij den hoogeren of lageren zal liggen.

Hiermede is dus de tweede decimaal met zekerheid te bepalen, voor de derde decimaal moet men met monochromatisch licht werken en, na overeenstemming van de indices, dien van de vloeistof controleeren, daar door verdamping, verandering van temperatuur, oxydatie, ontmenging, enz. enz. merkbare verschillen kunnen optreden.

(Voor het bepalen van den brekingsindex van vloeistof-druppeltjes geeft WRIGHT (41) eenige aardige, eenvoudige methoden aan, welke ik echter te laat onder oogen kreeg om ze op de onderzochte mineralen toe te passen. In het algemeen zal dit natuurlijk wel aanbeveling verdienen.)

Voor isotrope mineralen, dus de amorfe en de regulaire, die slechts één brekingsindex bezitten, is de oriënteering van het mineraalfragment onverschillig.

Bij de anistrope, de eenassige en tweeassige, is de brekingsindex afhankelijk van de richting, waarin het licht het kristal doorloopt, en men moet dus bij de bepaling de *oriënteering* van het mineraalfragment in aanmerking nemen.

Bij gebruik van de methode BECKE kan men dan in 't algemeen

aannemen, dat daarbij het licht loodrecht invalt. Bij schuin invallend licht zou men ook nog den invalshoek in rekening moeten brengen. Voor nauwkeurige bepaling van den tweeden decimaal kan dit echter verwaarloosd worden. Bij calciet bijv. geeft bij bepaalde oriënteering een afwijking van 20° van de normale een verschil in brekingsindex van 0.009.

Bij de eenassige mineralen kan men in gunstige gevallen den ordinairen (ω) en den maximalen extraordinairen straal (ε) afzonderlijk bepalen, vooral indien de kristalvorm nog goed bewaard is gebleven, zooals bij zuilvormig toermalijn, apatiet, kwarts. Is dat niet het geval, dan moet men trachten door een assenbeeld de ligging van de hoofdas vast te stellen. Het verschil tusschen ordinairen en extraordinairen straal bereikt een maximum, wanneer de hoofdas van het mineraal horizontaal in het gezichtsveld ligt en de stralen dus loodrecht op den hoofdas invallen. Met behulp van den polarisator kan men dan naar believen den ordinairen of extraordinairen straal elimineeren, door het kristal afwisselend in de twee uitdoovingsstanden te brengen. Door het optisch teeken te bepalen uit het assenbeeld kan men vooraf vaststellen of de ordinaire dan wel de extraordinaire straal sterker gebroken wordt; bij de negatieve mineralen wordt de ordinaire straal het sterkst gebroken, dus is de ordinaire brekingsindex het grootst.

De tweeassige mineralen hebben drie verschillende brekingsindices α, β en γ, die echter praktisch aan kleine mineraalfragmenten niet zuiver te bepalen zijn.

Treft men toevallig mineraalfragmenten, die bij convergent gepolariseerd licht het uittreden van een optische as vertoonen, dan hebben ze in dien stand den brekingsindex β.

In het vlak, loodrecht op het assenvlak, kan men in de twee uitdoovingsstanden de indices γ en α bepalen.

Bij rhombische mineralen kan men gewoonlijk het mineraal vrij gemakkelijk oriënteeren, op de wijze zooals later bij de bepaling van de dubbelbreking zal worden besproken. Van de rhombische pyroxenen en amfibolen kan men de verschillende brekingsindices bijv. meestal goed onderscheiden.

Bij de monokliene en trikliene mineralen is dat in het algemeen praktisch niet mogelijk. Wel kan men vrijwel ieder mineraalsplintertje met behulp van een assenbeeld en de later te bespreken methode optisch oriënteeren zooals men wil, maar het verwisselen van de vloeistoffen van verschillende brekingsindices wordt dan te omslachtig.

Ik heb mij er dus toe bepaald slechts de twee meest uiteenloopende brekingsindices (γ en α) te bepalen en daarna afzonderlijk het op-

tisch teeken en de dubbelbreking. Waar slechts één brekingsindex is aangegeven, is daarmede de grootst waargenomene bedoeld.

k. Dubbelbreking. Door het bepalen van de dubbelbreking van de onderzochte mineralen werd een zeer waardevolle aanvulling verkregen van de minder nauwkeurig bepaalde brekingsindices waardoor het meermalen mogelijk was een mineraal met grooter zekerheid te determineeren. Een typisch voorbeeld gaf een mineraal, dat een lichtbreking had van $\pm$ 1.64, dat optisch eenassig en negatief was en oogenschijnlijk hexagonaal. Het kon dus zoowel apatiet als toermalijn zijn. Tegen toermalijn pleitte de hexagonale vorm en het gemis aan pleochroïsme, afdoend waren deze negatieve kenmerken echter niet, daar ik ook zeszijdige zuiltjes van toermalijn had gevonden en evenzeer kleurloos toermalijn zonder pleochroïsme. Nu wisselt de dubbelbreking van apatiet van 0.002 tot 0.004, terwijl die van toermalijn 0.019 tot 0.046 bedraagt. Het bedoelde mineraal bleek een dubbelbreking 0.004 te bezitten en was dus apatiet.

De dubbelbreking is met eenvoudige hulpmiddelen in gunstige gevallen tot 0.001 nauwkeurig te bepalen, terwijl de oriënteering van het mineraalfragment, in tegenstelling van de bepaling van den brekingsindex, altijd praktisch mogelijk is, daar men geen reeks van indompelingsvloeistoffen noodig heeft, die bij het bepalen van den brekingsindex telkens opnieuw oriënteeren in de nieuwe vloeistof noodzakelijk maakten.

Amorfe en regulaire mineralen, evenals de vloeistoffen waarin wij ze bekijken zijn isotroop, d.w.z. alle richtingen in die mediën zijn optisch gelijkwaardig, dubbelbreking treedt daarbij niet op (tenzij zij optisch anomaal zijn) en tusschen gekruiste nicols blijven ze in alle standen donker.

Alle niet-regulaire kristallen zijn optisch anisotroop, tusschen gekruiste nicols kunnen door de dubbelbreking interferentiekleuren optreden.

Bij de optisch eenassige mineralen kunnen interferentiekleuren ontstaan door de verschillende snelheid, waarmede de ordinaire en de extraordinaire straal het mineraal doorloopen. In de richting van de hoofdas is dat verschil in snelheid = 0, en dus treedt ook geen interferentie op, en beziet men een mineraal in dien stand tusschen gekruiste nicols, dan blijft het in alle standen donker, evenals een isotroop mineraal. Korund o.a. werd door mij in Indische gronden uitsluitend aangetroffen in den vorm van basische kristalplaatjes, waardoor deze altijd met de hoofdas in de optische as van het microscoop komen te liggen. Men zou ze dan, op grond van het ontbreken van dubbelbreking licht voor isotroop, dus regulair kunnen hou-

den, en ze wellicht als spinel determineeren, waarmee ze dan ook veel overeenkomst vertoonen.

In de richting loodrecht op de hoofdas is het verschil maximaal en dat *maximale* verschil wordt kortheidshalve *de* dubbelbreking genoemd. Is bij toermalijn de brekingsindex van den ordinairen straal $\omega = 1.639$ en van den maximalen extraordinairen $\varepsilon = 1.620$, dan is de dubbelbreking $\varepsilon - \omega = -0.019$.

(Wanneer de waarde voor ω grooter is dan die voor ε is het verschil $\varepsilon - \omega$ negatief en noemt men het mineraal negatief).

De rhombische, monokliene en trikliene mineralen hebben drie loodrecht op elkaar staande elasticiteitsassen en zijn in twee richtingen isotroop, nl. in de richtingen der twee optische assen, die liggen in het vlak van de *grootste* en *kleinste* elasticiteit. De richtingen van grootste en kleinste elasticiteit vormen de bissectrices van de hoeken die de optische assen met elkaar maken. De middelste elasticiteitsas staat daar loodrecht op. De drie verschillende brekingsindices γ, β en α hebben tot gevolg *drie* kenmerkende waarden voor de dubbelbreking, $\gamma - \alpha$, $\gamma - \beta$ en $\beta - \alpha$.

Gewoonlijk noemt men de *maximale* waarde $\gamma - \alpha$ *de* dubbelbreking, evenals bij de eenassige mineralen $\varepsilon - \omega$, en deze doet zich gelden in mineraalfragmenten, die georiënteerd zijn in het vlak van de kleinste en grootste elasticiteit, of, wat hetzelfde is, in het vlak van de optische assen.

Uit de waargenomen interferentieverschijnselen tusschen gekruiste nicols moet dus de dubbelbreking worden afgeleid. Hoe grooter het verschil in breking tusschen den ordinairen en extraordinairen straal is, hoe grooter bij bepaalde mineraaldikte het gangverschil zal worden. En evenzoo, hoe grooter de mineraaldoorsnede is bij een bepaalde dubbelbreking, hoe grooter het gangverschil zal worden.

Noemt men het gangverschil Γ en de dikte van het mineraal d, dan is de dubbelbreking:

$$n_1 - n_2 = \frac{\Gamma}{d},$$

het gangverschil en de dikte van het mineraal moeten dus bepaald worden.

Het gangverschil geeft aanleiding tot interferentiekleuren, zoodat men met behulp van de daarvoor bestaande „Newtonsche kleurschalen" uit de optredende kleur het gangverschil in $\mu\mu$ kan afleiden. Wil men slechts bepalen of men met zwakke of sterke dubbelbreking te doen heeft, dan is een dergelijke kleurbepaling op het oog voldoende. Door het optreden van abnormale interferentiekleuren, in de eerste plaats wel door de eigen kleur der mineralen, is een eenigs-

zins nauwkeurige bepaling van het gangverschil op deze wijze echter onmogelijk.

Het is daarom wenschelijk de interferentiekleur te vergelijken met een comparator of beter nog te compenseeren tot zwart, dus het gangverschil te reduceeren tot 0. Voor dit doel bezigde ik den compensator volgens BEREK (33). Het principe van den compensator is hetzelfde als dat van BIOT, de compensator bestaat uit een planparallel plaatje van calciet, waarin de dubbelbreking door draaien om een as grooter of kleiner gemaakt kan worden. Het plaatje is loodrecht op de optische as gesneden, zoodat het in den nulstand geen dubbelbreking vertoont. Het is hierdoor mogelijk te meten zonder den nulstand nauwkeurig vast te stellen, daar men naar beide kanten draaiend kan compenseeren en het gemiddelde van de twee aflezingen bij de berekening gebruikt. Toch verdient het m.i. aanbeveling den nulstand te bepalen, omdat men, vooral bij zeer sterk dubbelbrekende mineralen, waar het bepalen van het compensatiepunt nog wel eens moeilijkheden oplevert, dan eenige controle op de beide aflezingen heeft, zooals later in een voorbeeld verduidelijkt zal worden. Een eenzijdige instelfout wordt op deze wijze vermeden.

BEREK berekent voor een loodrecht op de as gesneden calcietplaatje de dubbelbreking bij verschillende hellingshoeken van 1° tot 30°, welke oploopt van 0.00007 bij 1°40′ tot 0.01904 bij 30°26′ en waarbij de toename bij grootere draaiingshoek steeds sneller wordt. Vooral voor de eerste 6° is de toename per graad zeer gering, zoodat juist voor zeer kleine gangverschillen de nauwkeurigheid zeer groot is, terwijl voor grootere gangverschillen, waar procentisch de nauwkeurigheid wel iets minder mag zijn, de gevoeligheid afneemt.

Uit de berekening van BEREK volgt, dat bij 30° draaiing een plaatje van 1 mm dikte een gangverschil van 19040 $\mu\mu$ zal opleveren. Bij den door mij gebruikten compensator (van LEITZ, volgens BEREK) was het gangverschil bij 30° 2600 $\mu\mu$ en dus de dikte van het plaatje 0.13 mm, voldoende voor het meten van bijna vijf orden.

De compensator wordt in de sleuf van den tubus tusschen objectief en analysator aangebracht in de richting N.W.—Z.O.

In de nulstelling vertoont het calcietplaatje dan een eenassig assenbeeld, een kruis, dat symmetrisch met de kruisdraden verloopt. In de vier kwadranten ziet men de kleur grijs eerste orde, welke echter niet hinderlijk is, zoodat men den compensator voor het gewone werk niet steeds behoeft te demonteeren, te meer, waar men de kleine mineraalfragmenten onder de kruisdraden kan leggen, waar het zwarte assenkruis de plaats van het anders geheel donkere gezichtsveld inneemt.

Plaatst men een dubbelbrekend mineraal, bijv. een gipsplaatje

„rood 1e orde" als object onder het microscoop en brengt men het in een uitdoovingsstand, dan treedt in het door den compensator gevormde kruis geen verandering op. Zoodra men dan echter de objecttafel draait, valt het kruis uiteen in twee hyperbolen, die een maximale afstand bereiken bij draaiing tot 45°, om elkaar dan weer te naderen en samen te smelten tot het oorspronkelijke kruis in den volgenden uitdoovingsstand.

Indien men een sterk vergrootend objectief gebruikt (LEITZ 6, ZEISS D) zal gewoonlijk, ook zonder dat een dubbelbrekend object den gang der lichtstralen wijzigt, het kruis niet sluiten, maar ook in den nulstand uiteenvallen in twee hyperbolen. Dit wordt veroorzaakt door de sterk gebogen lensoppervlakken, die het vlak van de doorvallende, evenwijdig gepolariseerde lichtstralen draaien. Door het objectief los te schroeven uit den revolver of de slede kan men het zoover draaien, dat het kruis zich sluit en weer symmetrisch op de kruisdraden ligt. Daarna kan men een merkteeken op het objectief aanbrengen en door tusschenbrengen van ringetjes bladtin bewerkstelligen, dat ook bij vastaangedraaid objectief dat merkteeken op de juiste plaats komt. Bij indraaien van den revolver of inschuiven van de slede is het kruis dan altijd gesloten en vermijdt men de door het objectief veroorzaakte fout. De draaiingsas van het plaatje loopt, evenals de sleuf, N.W.—Z.O., en in dezelfde richting loopt de trillingsrichting van den straal met de kleinste snelheid γ. Het mineraal waarvan men de dubbelbreking wil bepalen, moet dus zoodanig georiënteerd worden, dat de γ straal daarvan N.O.—Z.W. loopt, loodrecht op de sleuf in den tubus. In dien stand heeft dan substractie plaats.

Praktisch bereikt men dit, door het mineraal nauwkeurig in den uitdoovingsstand te brengen en op de graadverdeeling van de objecttafel den stand daarvan af te lezen. Is deze bijv. 116° 30′, dan draait men eerst tot 161° 30′ en probeert, of door draaien aan den compensator substractie optreedt. Is dat niet het geval, dan is 71° 30′ de juiste stand of, wat hetzelfde is, 180° verder, dus 251° 30′.

Probeert men dit eerst met een gipsplaatje, dat het geheele gezichtsveld gelijkmatig kleurt met bijv. rood 1e orde, dan verandert deze kleur (door draaien aan den compensator in beide richtingen) in geel, grauw, enz., tot dat de gebogen zwarte lijn in het gezichtsveld komt, die bij compensatie juist op het kruispunt der kruisdraden moet worden gebracht. In dit geval heeft men een controle, zoowel op den juisten uitdoovingsstand als op den juisten diagonaalstand. In den eersten stand moet nl. het kruis volkomen gesloten zijn, in den tweeden stand moet de zwarte gebogen compensatielijn volkomen symmetrisch door het gezichtsveld loopen. BEREK wijst hierop als

een voordeel van zijn compensator boven dien van BABINET, waar een afwijking van den diagonaalstand niet zoo gemakkelijk in het oog valt en door evenwijdige verschuiving van de compensatielijn een meetfout veroorzaakt.

Voor het onderzoek van kleine mineraalfragmenten geldt dit voordeel echter niet. Deze vullen niet het geheele gezichtsveld op, maar slechts een zeer klein gedeelte er van, vlak om het kruispunt der kruisdraden.

In en om den uitdoovingsstand is dan ook van een invloed op het assenkruis van den compensator niets te bespeuren, evenmin in den diagonaalstand van een niet-symmetrisch loopen van de compensatielijn. Men moet dus zonder hulp van deze controle het mineraalfragmentje in den uitdoovingsstand en daarna door 45° draaien in den substractiestand brengen. BEREK berekent in een bepaald geval, dat bij een fout in de oriënteering van $1\frac{1}{2}°$ een maximale fout in eene meting van 0.7 $\mu\mu$ optreedt, welk bedrag in verhouding tot de fout bij de diktemeting van het mineraal, zooals wij later zullen zien, geheel te verwaarloozen is.

Een serie metingen door BEREK verricht aan een aantal glimmerblaadjes, gaf eveneens fouten, die in verband met de diktemeting van het mineraal verwaarloosd kunnen worden.

Slechts zelden zal men kristalfragmenten aantreffen, die mooie planparallelle plaatjes vormen en die dus over het geheele oppervlak één interferentiekleur toonen. Is dit wèl het geval, dan moet men bij het draaien aan den compensator acht geven op de verandering der interferentiekleur, totdat men achtereenvolgens de kleuren van hoogere orde ziet veranderen in kleuren van lagere orde, tenslotte grauw eerste orde en dan doordraaien totdat onder het kruispunt der kruisdraden de interferentiekleur geheel gecompenseerd is. Dit is bij kleine mineraalfragmenten minder scherp te constateeren dan bij het gipsplaatje, dat het geheele gezichtsveld beslaat en waar men het compensatiepunt scherp kan bepalen.

Nog moeilijker wordt het echter, wanneer men grillig gevormde mineraalfragmenten heeft, zooals meestal het geval is. De omtrek daarvan, waar de dikte gelijk nul is te stellen, wordt aangegeven door een zwart lijntje, onmiddellijk daarop volgen de grijze kleuren eerste orde, daarna geel, rood enz. enz. allemaal concentrische kleurringen, totdat het dikste punt van het mineraal de hoogste interferentiekleur heeft. Dit punt plaatst men onder het kruispunt der kruisdraden. Hoe dikker het mineraal is, en hoe sterker de dubbelbreking, hoe meer kleurorden we waarnemen en hoe dichter de ringen bij elkaar liggen.

Ligt het mineraal nu in den stand van substractie, dan ziet men bij draaien aan den compensator dat de ringen zich naar binnen ver-

plaatsen. (In den stand van additie verplaatsen zij zich naar buiten.) De zwarte rand, aangevend het gangverschil nul, wandelt dus naar binnen en neemt achtereenvolgens de plaats in van de opvolgende kleurringen. Tenslotte nadert deze zwarte compensatie-ring het hoogste punt en de volledige compensatie is verkregen als ze onder het kruispunt der kruisdraden tot een zwart punt samensmelt. Daar bij mineralen met sterke eigen kleur geen duidelijke kleurverschillen meer zijn waar te nemen tusschen de opeenvolgende interferentie-banden, moet men vanuit de nulstelling deze compensatie-band goed in het oog houden. Uit den draaiingshoek van den compensator kan nu het gangverschil berekend worden. Daartoe is bij den compensator een gebruiksaanwijzing met logarithmen-tafel gevoegd. In de eerste plaats is daarop aangegeven de compensatorconstante voor de golflengten 656, 589, 485 en 550 $\mu\mu$. De laatste golflengte geldt als die van het „zwaartepunt" van het daglicht.

Daar het van belang is de metingen bij intensieve belichting uit te voeren, gebruikte ik inplaats van daglicht een Philips Argentalamp van 100 kaars lichtsterkte, waarvoor de compensatorconstante werd bepaald op log. C = 3.970. Noemt men nu den draaiingshoek van den compensator i, dan is het gangverschil

$$\Gamma = \text{C. f.(i)}$$
$$\log. \Gamma = \log. \text{C} + \log. \text{f.(i)}$$

De waarden log. f. (i) staan in een tabel in de gebruiksaanwijzing aangegeven voor 0° tot 30.9°, opklimmend met tiende deelen van graden.

De draaiingshoek i berekent men door het gemiddelde te nemen van de aflezingen bij compensatie door linksdraaien en rechtsdraaien van den compensator.

Is bijv. bij linksdraaien het gemiddelde van 3 aflezingen 43.3° en bij rechtsdraaien 15.5°, dan is

$$i = \frac{43.3 - 15.5}{2} = 13.9°$$

(Een controle op de gelijkwaardigheid van linksche en rechtsche aflezing is deze, dat het nulpunt van den door mij gebruikten compensator op 29.4° gelegen is, zoodat bij juiste aflezing

$$\frac{43.3 + 15.5}{2} = 29.4$$

moet zijn.)

Uit de tabel en de waarde van de compensatorconstante volgt nu

$$\log. \Gamma = 3.970 + 8.766 - 10$$
$$\log. \Gamma = 2.736$$
$$\Gamma = 545\ \mu\mu$$

Bij gebruik van denzelfden compensator en dezelfde lichtbron is het mogelijk deze berekening, hoe eenvoudig overigens, nog achterwege te laten door eens en vooral uit de tabellen der gebruiksaanwijzing het gangverschil voor verschillende draaiingshoeken te berekenen, en daarmede een tabel samen te stellen. Vindt men dus een draaiingshoek van 18.3°, dan staat daarachter onmiddelijk het gangverschil 940 $\mu\mu$, 9.7° = 266 $\mu\mu$ enz.

Het maximaal te meten gangverschil bij 30.9° = 2605 $\mu\mu$.

Nu komt het herhaaldelijk voor, dat de mineraalfragmenten bij eenigszins belangrijke afmetingen en dubbelbreking veel grootere gangverschillen vertoonen. Het meetbereik van den compensator is daarvoor dus niet voldoende. Volgens opgave van LEITZ kan men het calciet-plaatje verwisselen voor een dikker plaatje met grooter meetbereik. Dat verwisselen moet echter vrij omslachtig zijn, daar het plaatje nauwkeurig in de vatting georiënteerd moet liggen.

Ik liet daarom twee gipsplaatjes maken van 8 mm doorsnede en zoodanige dikte, dat het gangverschil ± 2500 en ± 5000 $\mu\mu$ moest bedragen. Van deze twee plaatjes werd eerst met den compensator van BEREK het gangverschil nauwkeurig bepaald. Door deze plaatjes nu in *additie-stand* aan te brengen, kon het meetbereik van den compensator met ± 2500, ± 5000 en ± 7500 $\mu\mu$ uitgebreid worden, hetgeen met het vermogen van den compensator mede, leidde tot een maximaal meetbereik van ± 11000 $\mu\mu$, dus bijv. voldoende voor zirkoonkristallen ter dikte van 170 μ en voor minder sterk dubbelbrekende mineralen tot belangrijk grooter afmetingen. Daar er geen ruimte was voor het aanbrengen dezer plaatjes tusschen object en analysator, werden ze op een smalle strook van objectglas, onder de bovenste lens van den condensor geplaatst. Daarvoor werd aan de objecttafel een koperen sleufje aangebracht, zoodanig, dat de plaatjes juist in additie ten opzichte van den compensator kwamen te liggen.

Een moeilijkheid bij de toepassing bleek nog daarin te liggen, dat de zwarte compensatielijn bij inschuiven van een hulpplaatje plotseling ± 4.5 of ± 9 orden naar binnen verplaatst werd, zonder dat men, zooals met den compensator, deze lijn in het oog kon houden. Indien de eigen kleur van het mineraal het herkennen van den zwarten lijn bemoeilijkte, werd dan eerst met den compensator gecompenseerd tot het bedrag van het hulpplaatje, de plaats van den compensatielijn goed waargenomen, daarna het hulpplaatje ingescho-

ven en den compensator in den nulstand gebracht, waardoor dus hetzelfde beeld ontstond. En daarna met den compensator tot totale compensatie bijgedraaid.

Was het gangverschil in $\mu\mu$ bekend, dan moest nog de dikte van het mineraalfragment gemeten worden.

Hiertoe werd het mineraal met de prepareernaald tusschen twee glassplintertjes geplaatst, zooals de microfoto in fig. 6 aangeeft. Een dekglas van geringe dikte, $\pm$ 40 μ, werd voorzichtig stuk gedrukt, zoodat lange, smalle splintertjes ontstonden. Onder het binoculairmicroscoop werden daaruit eenige geschikte splintertjes uitgezocht en met syndetikon op een objectglas gekit, zoodat zij met de spitse uiteinden elkaar over een kleine afstand raakten. (Bij gebruik van Canadabalsem als kit blijven de splintertjes niet vast zitten wanneer zij met de verschillende vloeistoffen bedekt worden. Tracht men de mineraalkorreltjes droog te hanteeren dan springen zij in de meeste gevallen weg, voordat zij tusschen de glassplintertjes willen raken.)

Indien men ze alleen aan de uiteinden eventjes vastkit, zijn ze elastisch genoeg om in het midden vrij ver van elkaar gebracht te kunnen worden. Men bedekt de splintertjes dus met een druppel geschikte indompelingsvloeistof, brengt het mineraal met de prepareernaald daarin, opent met een andere prepareernaald de glassplinters en duwt het mineraal er tusschen. Het laat zich dan, mits het niet al te grillig gevormd is, in allerlei standen bezichtigen. Zoekt men splintertjes uit met zuiver vertikale grensvlakken, dan kan men uit den afstand der glassplinters met een oculairmicrometer (bijv. de Stufen-mikrometer van LEITZ) onmidddellijk de verlangde dikte aflezen. (Met een oculair-schroef-micrometer kan men zeer nauwkeurige aflezingen verkrijgen, in het gebruik bleek deze nauwkeurigheid echter waardeloos. Men treft zelden of nooit zuiver plan-parallelle mineraalfragmenten aan, waarvan men de dikte aan den rand nauwkeurig kan meten. De lijn waarop men instelt wordt daardoor zóó zelden haarfijn waargenomen, dat een gewone oculairmicrometer, waarop bijv. 4 μ afgelezen en tot 1 μ geschat wordt, voldoende is.)

Van een verbrijzeld stukje amfibool werden drie stukjes van verschillende dikte uitgezocht en bij dezelfde oriënteering werd de dubbelbreking bepaald. De gangverschillen bedroegen 223, 456 en 860 $\mu\mu$, bij dikten 12, 25 en 48 μ, zoodat de dubbelbreking bedroeg 0.0186, 0.0182 en 0.0179, dus rond 0.018.

In dit geval was, door de aanwezigheid van goede splijtvlakken de dikte vrij nauwkeurig te bepalen. Dat is echter meestal niet het geval. Bij dunne mineraalfragmenten heeft de meetfout van de dikte

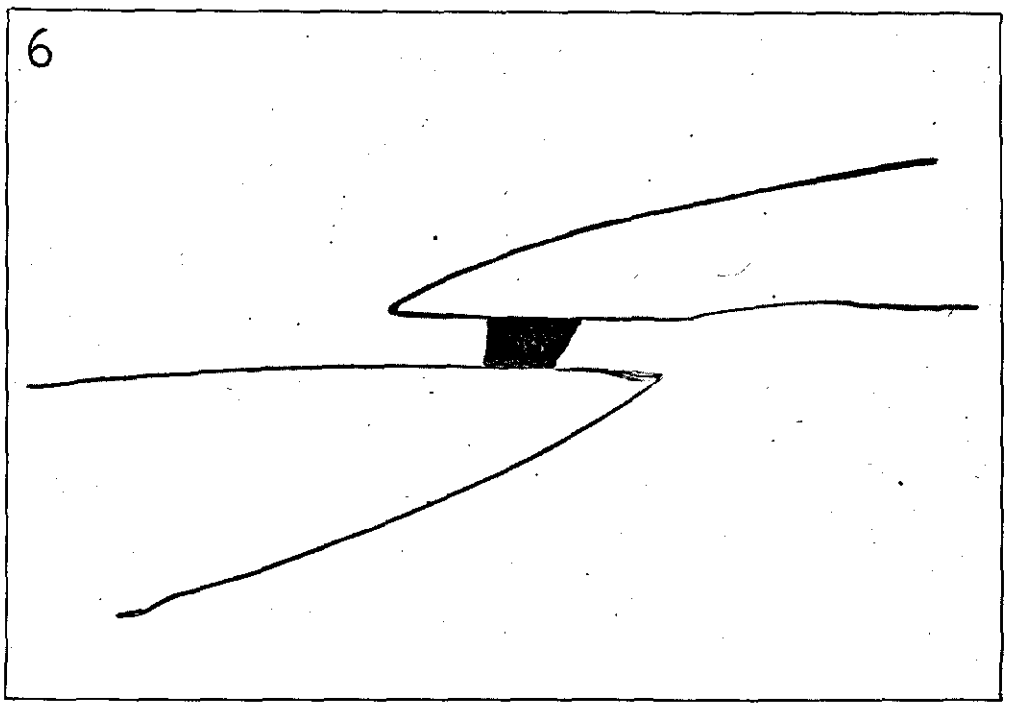


Fig. 6

Amfibool tusschen glassplinters, dikte 73 μ (55 ×).

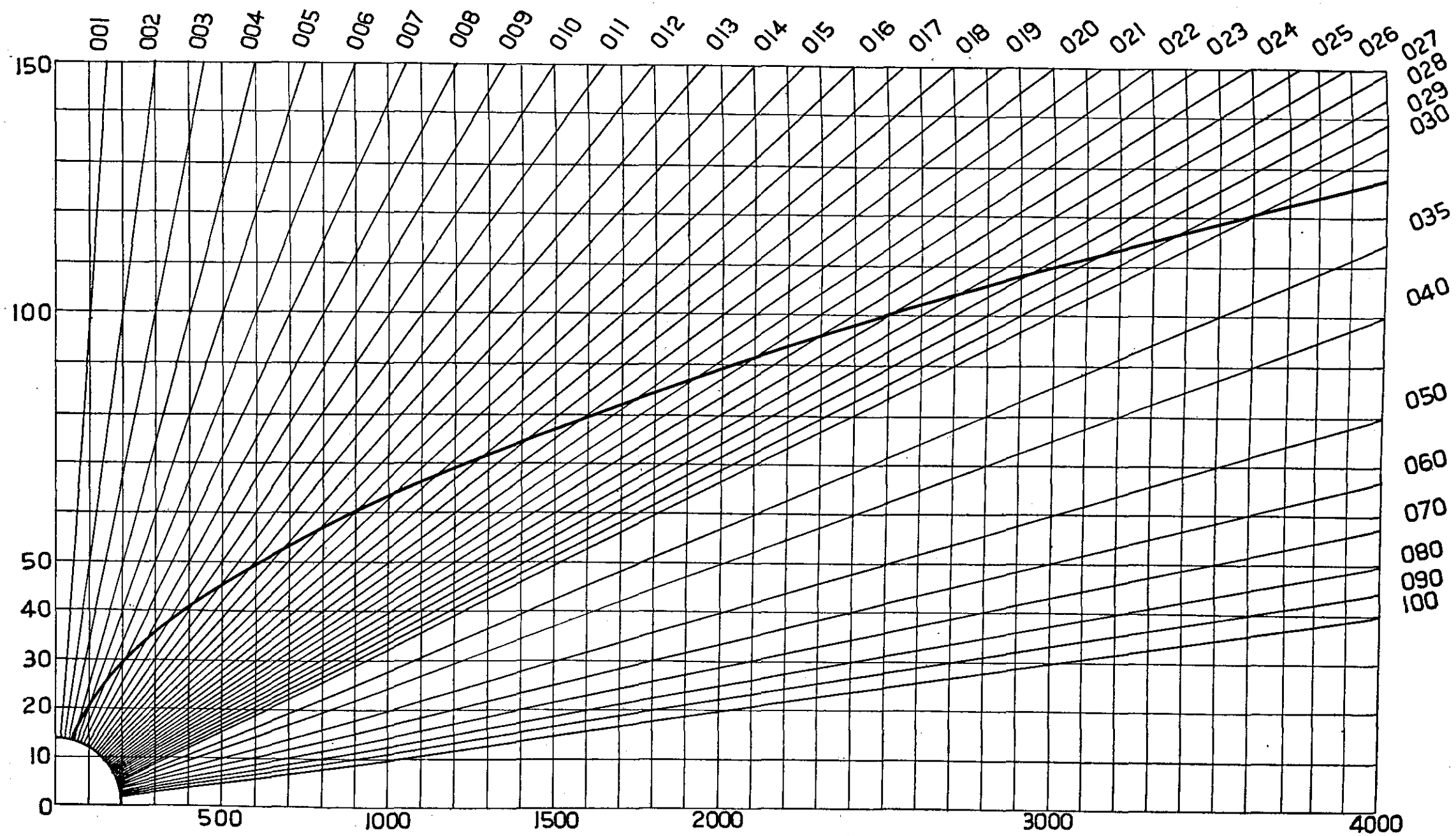

001
002
003
004
005
006
007
008
009
010
011
012
013
014
015
016
017
018
019
020
021
022
023
024
025
026
027
028
029
030
035
040
050
060
070
080
090
100
150
100
50
40
30
20
10
0
500
1000
1500
2000
3000
4000

Fig. 7

een zeer grooten invloed, men moet dus, indien men over genoeg materiaal beschikt niet te dunne exemplaren kiezen.

In het bovengenoemde voorbeeld geeft een meetfout van 2 μ bij het eerste stukje uitkomsten, uiteenloopend van 0.0223 tot 0.0159, bij het volgende 0.0198 tot 0.0169 en bij het grootste 0.0187 tot 0.0172.

De mate van dubbelbreking is echter ook van invloed op de toe te laten meetfout.

Een mineraal met dubbelbreking *0.0166* geeft bij dikte van 60 μ een gangverschil van 1000 $\mu\mu$.

Een fout in de diktebepaling van 2 μ geeft als uitkomst

bij	58 μ	: 0.0172
en bij	62 μ	: 0.0161
verschil		0.0011

Een mineraal met dubbelbreking *0.0041* geeft bij dikte van 60 μ een gangverschil van 246 $\mu\mu$.

Een fout in de diktebepaling van 2 μ geeft als uitkomst

bij	58 μ	: 0.0042
en bij	62 μ	: 0.0039
verschil		0.0003

Dus hoe zwakker de dubbelbreking wordt, hoe zuiverder de bepaling wordt bij dezelfde dikte of met hoe minder dikte men bij een gewenschte graad van nauwkeurigheid kan volstaan. Gaan wij er vanuit dat een maximale fout van één eenheid van de derde decimaal toegelaten kan worden, dan kan men de minimale dikte voor ieder mineraal berekenen bij een mogelijk verschil in de meting van bijv. 4 μ of 4000 $\mu\mu$. Noemen wij weer het gangverschil Γ en de dikte in $\mu\mu$ d, dan moet dus

$$\frac{\Gamma}{d} - \frac{\Gamma}{d + 4000} = 0.001$$

zijn, waaruit volgt:

$$\Gamma = \frac{d\ (d + 4000)}{4000.000}$$

of, wanneer men het gangverschil in $\mu\mu$ en de dikte in μ uitdrukt

$$\Gamma = \frac{d\ (d + 4)}{4}$$

Hieruit kan men berekenen welke minimale dikte een mineraal van bepaalde dubbelbreking moet hebben onder de boven gestelde,

praktisch te verwezenlijken voorwaarden, hetgeen in onderstaande tabel is uitgewerkt.

$n_1 - n_2$	gangverschil in $\mu\mu$	minimale dikte in μ
0.004	56	14
0.005	100	20
0.006	150	25
0.007	200	29
0.008	250	32
0.009	300	35
0.010	400	40
0.011	500	45
0.012	600	49
0.013	700	53
0.014	800	57
0.015	900	60
0.016	1000	63
0.019	1500	77
0.022	2000	89
0.025	2500	100
0.027	3000	110
0.031	4000	127

Men leest hieruit dus af dat bijv. bij een dubbelbreking van 0.015, bepaald aan een mineraal van 40 μ dikte, met een gangverschil 600 $\mu\mu$, de derde decimaal niet betrouwbaar is. In de graphische voorstelling (fig. 7) is dit overzichtelijk voorgesteld. Alle bepalingen die *onder* de curve blijven, zijn onder de gestelde voorwaarden niet tot den derden decimaal betrouwbaar.

Nu komen in de door mij onderzochte gronden dikten van 30 tot 100 μ veelvuldig voor en gewoonlijk kan men voor het meten van de dubbelbreking wel exemplaren vinden die voldoende afmetingen bezitten. Moeilijkheden kan dat opleveren bij de mineralen met dubbelbreking hooger dan 0.025. Bij de éénassige mineralen kunnen dat zijn sommige toermalijnen, met $\varepsilon - \omega$ van -0.019 tot -0.046 calciet en dolomiet met de geweldige dubbelbreking van -0.172 tot -0.185, zirkoon $+0.044$ tot $+0.062$, rutiel $+0.287$ en de ijzermineralen, als haematiet met -0.280. Voor al deze mineralen zal nauwkeurige bepaling van de dubbelbreking ten behoeve van de *determinatie* wel overbodig zijn.

Bij de tweeassige mineralen zijn het in de eerste plaats de *glimmers*, met $\gamma - \alpha$ van 0.033 tot 0.085. Men meet hier echter gewoonlijk in

de splijtblaadjes $\gamma-\beta = 0.000$ tot 0.016 en overigens zal bij de glimmers nauwkeurige bepaling van de dubbelbreking voor de determinatie ook niet noodig zijn, daar zij voldoende andere karakteristieke eigenschappen bezitten.

Van de amfibolen staan er eenigen op de grens, zooals tremoliet met 0.025—0.027, en aktinoliet met 0.025—0.028, terwijl bazaltisch amfibool met $\gamma-\alpha = 0.072$, $\gamma-\beta = 0.027$ en $\beta-\alpha = 0.045$ daarbij een afzonderlijke plaats inneemt.

Voor tremoliet en aktinoliet zal men zoo mogelijk dus de dubbelbreking aan uitgezochte, dikke fragmenten moeten bepalen, de karakteristieke groote verschillen van het bazaltische amfibool maken, dat men ook met wat minder groote nauwkeurigheid volstaan kan. Zoo bepaalde ik aan een stukje van een dikte van slechts $40 \times 50\ \mu$, $\gamma-\alpha = 0.060$ en $\gamma-\beta = 0.031$. Ook al zijn deze getallen nu in de laatste decimaal onbetrouwbaar, blijven de waarden 0.06 (0.07) en 0.03 toch karakteristiek.

Bij de pyroxenen komen er ook eenigen voor, welke juist tusschen 0.025 en 0.030 liggen en voor welke dus dikkere stukjes wenschelijk zijn.

Olivijn (met 0.036) werd door mij in Indische gronden nog niet aangetroffen. Epidoot met maximaal 0.037 heeft de karakteristieke brekingsindex 1.74, waardoor verwisseling met andere mineralen ook betrekkelijk gemakkelijk vermeden kan worden. Hiermede zijn alle gewoonlijk voorkomende sterk dubbelbrekende mineralen genoemd en alleen de amfibolen en augieten, waar juiste bepaling van de dubbelbreking dikwijls een belangrijke hulp voor de determinatie kan zijn, staan op de grens van de gestelde nauwkeurigheid. Daar zal men dus goed doen meerdere bepalingen te verrichten en het gemiddelde te nemen.

Behalve op de oriënteering van het mineraal moet men er ook op letten, dat het licht centraal invalt, hetgeen men gemakkelijk aan eenige kwartskorrels kan constateeren. Zoekt men eenige korrels uit, waarbij de optische as juist nog in het gezichtsveld treedt, dan kan men door scheef stellen van den spiegel bewerken, dat tusschen gekruiste nicols de interferentiekleur zoo goed als verdwijnt. Draait men dan de objecttafel 180°, of beweegt men den spiegel naar den anderen kant, dan treden levendige interferentiekleuren op. Het verschil kan méér dan een orde omvatten, afhankelijk van de apertuur van het objectief. Men dient dus zorg te dragen voor centraal invallend licht en wanneer men door middel van een assenbeeld de oriënteering van het mineraal heeft vastgesteld, niets meer aan het belichtingsapparaat of den stand van de objecttafel veranderen.

In verband met hetgeen bij het bepalen van den brekingsindex

aangaande de temperatuursverschillen werd opgemerkt, kan nog vermeld worden, dat de invloed daarvan op de dubbelbreking veel geringer is. De beide brekingsindices, die de dubbelbreking veroorzaken, ondergaan bij temperatuursverschillen veranderingen in denzelfden zin, ook al zijn ze niet even groot en het *verschil* tusschen de brekingsindices zal dus niet merkbaar veranderen.

l. Uitdoovingshoek. De uitdoovingshoek geeft aanwijzingen aangaande het kristalstelsel van het onderzochte mineraal, hetgeen daarop berust, dat een dubbelbrekend mineraal geheel uitgedoofd is tusschen gekruiste nicols, wanneer de optische zones samenvallen met de hoofddoorsneden van de nicols. Kan men nu aan het mineraal een morfologische richting herkennen, dan geeft de hoek tusschen die richting en de optische zones aanwijzingen betreffende het kristalstelsel. De eigenlijke uitdoovingshoek is de hoek tusschen de hoofd-elasticiteitsassen en de kristallografische assen, maar deze behoeft nog niet altijd gelijk te zijn aan de uitdoovingshoek, die men aan een willekeurig georiënteerd mineraalfragment bepaalt.

ROSENBUSCH (16) beveelt voor de nauwkeurige bepaling van den uitdoovingshoek aan, den stand van de nicols t.o.v. elkaar en t.o.v. de kruisdraden in het oculair nauwgezet te controleeren en geeft daarvoor de methode aan. M.i. verdient het alle aanbeveling, ook om deze reden dat men op de hoogte moet zijn met de eigenschappen van het gebruikte microscoop, de eerste maal, dat men het microscoop gebruikt, de door ROSENBUSCH aangegeven methode op te volgen. Praktisch kan men echter er mede volstaan later den stand der nicols en der kruisdraden ten opzichte van elkaar te controleeren door een mineraal als object te gebruiken, waarvan men zeker weet dat het recht uitdooft, dus bijv. een goed gevormd zirkoonkristal, toermalijnkristal, kwartskristal, enz. Kan men daarbij geen afwijking constateeren, dan zal dit ook voor bepalingen aan willekeurige kristallen gelden.

ROSENBUSCH wijst er verder terecht op dat, mits de nicols nauwkeurig gekruist zijn en men geen hinderlijk licht van terzijde in het oog krijgt (vooral ook geen opvallend licht op het mineraal) de uitdoovingsstand voldoende nauwkeurig bepaald kan worden door op de minimum-lichtsterkte in te stellen.

Ik gebruikte eenige malen een oculair met rechts en links draaiende kwartsplaatjes in de vier kwadranten volgens BERTRAND. Legt men als object een gipsplaatje rood 1e orde onder het microscoop, en ligt dit nauwkeurig in den uitdoovingsstand, dan vertoonen alle vier kwadranten denzelfden tint. Zoodra men de objecttafel echter naar links of naar rechts draait ontstaan in de aangrenzende kwadranten

kleurverschillen, daar afwisselend additie en substractie plaats vindt, en die door de contrastwerking onmiddellijk opvallen. Verwisselt men het gipsplaatje echter voor een mineraal uit den bodem, dan heeft men hetzelfde geval als vroeger bij de dubbelbreking reeds werd beschreven: het mineraal neemt zoo'n klein deel van het gezichtsveld in, en het deel, dat in ieder der vier kwadranten komt is weer zooveel kleiner, dat de daarin optredende kleurverschillen veel minder opvallen dan in de groote vlakken bij het gipsplaatje het geval was. Daarbij komen nog storende eigen kleur, insluitsels, verschillen in dikte, teekeningen op de oppervlakte enz., welke het voordeel van het anders gevoelige controlemiddel zeer problematisch maken.

Voegt men daarbij nog dat het BERTRAND'sche kwartsplaatje *tusschen* de nicols moet worden aangebracht, m.a.w. dat men een opzetanalysator moet gebruiken, welke dan telkens weer gecontroleerd moet worden op juisten O.-W. stand, dan volgt uit het voorgaande, dat in gewone gevallen volstaan kan worden met instelling op minimum lichtsterkte. In bijzondere gevallen, bijv. bij mooi gevormde plagioklaas kristallen, waar de uitdoovingshoek van belang is, voor de plaats in de plagioklaasreeks, kan men van een oculair met BERTRAND'sch kwartsplaatje gebruik maken.

Ofschoon nu de uitdoovingshoek aanwijzingen geeft aangaande het kristalstelsel, wil daarmede niet gezegd zijn, dat de bepaling van een uitdoovingshoek ten opzichte van een willekeurig vlak volledig inzicht kan geven in de optische eigenschappen van een mineraal, daartoe zijn meer waarnemingen noodig.

Slechts dit kan men in het algemeen zeggen, dat de eenassige mineralen benevens die van het rhombische kristalsysteem loodrecht uitdooven, daar alle elasticiteitsassen daar met de kristallografische symmetrieassen samenvallen. Meestal legt men hierbij een goed gevormd zijvlak van het mineraal evenwijdig aan een der kruisdraden, soms ook loopt de hoofdas N.-Z. of O.-W. en liggen de vlakken daar symmetrisch omheen. WEINSCHENK (32) spreekt dan van „symmetrische Auslöschung". Deze komt o.a. voor bij de hexagonale dubbelpyramiden van kwarts, die in verschillende Indische gronden in grooten getale voorkomen. Deze vertoonen in doorsnede een ruitvorm, soms bijna een kwadraatvorm of, door scheeve ontwikkeling, niet zelden vrij langgerekten rechthoekigen vorm. (Zie plaat IX fig. 12 en 13, ook Dana (36, pag. 184, fig. 2)) In het laatste geval is een der diagonalen hoofdas en kan men zelfs niet meer van „symmetrische" uitdooving spreken, en zou men oppervlakkig meenen met een scheef uitdoovende veldspaat te doen te hebben.

Monokliene kristallen vertoonen rechte of symmetrische uitdooving voor de vlakken in de orthodiagonale zone, voor alle andere

vlakken scheeve uitdooving. De trikliene kristallen vertoonen altijd scheeve uitdooving, die slechts in zeldzame grensgevallen schijnbaar recht kan zijn.

Bij de onderzochte mineralen is slechts aangegeven of de uitdooving recht of scheef is. Een hoekwaarde kan slechts aangegeven worden voor nauwkeurig georiënteerde kristallen en is dan nader besproken bij de beschrijving der mineralen, zooals bij de veldspaten, waarbij hoofdzakelijk REINISCH (38), IDDINGS (27). ROSENBUSCH (16), en WEINSCHENK (32) werden gevolgd.

m. Assenbeeld. In vele gevallen is het mogelijk van de bodemmineralen een goed assenbeeld te vormen. Men kan nl. wanneer een kristalsplinter zoodaning georiënteerd is, dat uit het assenbeeld niets of niet genoeg valt af te leiden, de ligging wijzigen, totdat het den vereischten stand inneemt. Mits men eenige handigheid heeft verworven, kan men korreltjes van een gemiddelde doorsnede van 20 μ in vrijwel elken gewenschten stand in gepolariseerd licht bekijken.

De door GROTH (20), ROSENBUSCH (16) e.a. beschreven draaiapparaten, die het mogelijk maken kristallen en gesteentepreparaten onder elken gewenschten hoek te bekijken, stonden niet ter mijner beschikking. Overigens zijn deze apparaten uit den aard der zaak kostbaar en zou men ze, bij geregeld gebruik, gemakshalve op een afzonderlijk statief moeten monteeren, daar anders het aanbrengen en weer wegnemen er van veel te tijdroovend zou worden.

Zal in de toekomst het petrografisch onderzoek van grondsoorten zoodanig worden gespecialiseerd, dat aan de mineralen, zooals zij in den bodem voorkomen zelfstandige nauwkeurige bepalingen worden verricht, dan zal men een goeden goniometer, bruikbaar ook voor de kleinste mineraalfragmenten, niet kunnen ontberen. Ik heb mij er toe bepaald, evenals bij de lichtbreking en dubbelbreking, de eigenschappen in convergent gepolariseerd licht, voor zoover zij duidelijk herkenbaar waren, te gebruiken als een nadere bevestiging van de determinatie, door ze te vergelijken met hetgeen ik uit de literatuur over macroscopische kristallen en slijppreparaten kon te weten komen.

In convergent gepolariseerd licht kan in de eerste plaats bepaald worden of men met een éénassig of tweeassig mineraal te doen heeft. Ook kan daarbij blijken, dat een schijnbaar isotroop mineraal in werkelijkheid anisotroop is. Dit was o.a. het geval bij een korund, hetwelk door mij uitsluitend werd aangetroffen in den vorm van kristalfragmenten, begrensd door basische eindvlakken loodrecht op de optische as. Hierdoor maakten deze in evenwijdig gepolariseerd licht een absoluut isotropen indruk. In mindere mate was dit

ook het geval bij dunne splijtblaadjes muscoviet, hierbij was wegens den algemeenen habitus echter geen kans op vergissing zooals bij korund, dat gevaar loopt met regulair spinel verwisseld te worden.

Bij tweeassige mineralen kan men in gunstige gevallen de assendispersie bepalen, waaruit dan afgeleid kan worden of men met rhombische, monokliene of trikliene kristallen te maken heeft. Men kan het optisch teeken bepalen en bij benadering den assenhoek.

In de door mij geraadpleegde literatuur over waarnemingen in convergent gepolariseerd licht, zooals ROSENBUSCH (16), GROTH (20) HOLMES (56), DE LAPPARENT (76), IDDINGS (27), WEINSCHENK (32) en REINISCH (38) vindt men uitsluitend methoden beschreven voor slijppreparaten of macroscopische kristallen. Ook voor onderzoek van bodemmineralen wordt het maken van een slijppreparaat dan aanbevolen. Ik heb dus getracht de algemeen gangbare, door bovengenoemde onderzoekers geciteerde, methoden toe te passen op de losse bodemmineralen.

Ik gebruikte een objectief met num. apertuur 0.85 en daarbij een condensor met apertuur 1.40 (ofschoon de apertuur van den condensor slechts gelijk behoeft te zijn aan dien van het objectief, kreeg ik met dezen grooteren apertuur toch betere resultaten). Ik had ook een immersiesysteem ter beschikking met n. apertuur 1.20, maar heb dit slechts in uitzonderingsgevallen gebruikt, omdat zulks het gebruik van een dekglaasje op den vloeistofdruppel onvermijdelijk maakt. En het gebruik van een dekglaasje vereischt in de eerste plaats veel meer indompelingsvloeistof, omdat een klein vloeistofdruppeltje door de capillaire werking wordt weggezogen naar één kant van het dekglas en in de tweede plaats veroorzaken de stroomingen, ontstaan door het opleggen van een dekglaasje, dat het met moeite georiënteerd mineraal weer van ligging verandert.

Voor het afdiafragmeeren van de dikwijls zeer kleine mineraalsplintertjes is het zeer gemakkelijk, wanneer het microscoop is voorzien van een WRIGHT'sch irisdiafragma boven de BERTRAND'sche lens, vooral wanneer men daarbij gebruik maakt van een aplanatische loupe zooals LEITZ deze o.a. levert. Weliswaar is deze laatste niet noodzakelijk om een goed assenbeeld te vormen, maar de juiste stand van objectief, BERTRAND'sche lens en de opening van het irisdiafragma daarboven, worden er sneller mede gevonden.

Men brengt daartoe het mineraal in het snijpunt der kruisdraden, schakelt den analysator en de BERTRAND'sche lens in en plaatst de aplanatische hulploupe op het oculair. Daarna stelt men scherp in op de oppervlakte van het mineraal en draait het WRIGHT'sche diafragma dicht, totdat de rest van het gezichtsveld buitengesloten is. Neemt men daarna de hulploupe weg, dan heeft men het assenbeeld in zijn

gunstigsten stand, mits de condensor goed gesteld is. Ook zonder hulploupe kan men dezen stand bereiken, echter veel minder vlug. Met stukjes van 15 μ diameter kreeg ik nog zeer mooie assenbeelden.

Zonder verstelbare BERTRAND'sche lens met irisdiafragma is dat in het algemeen onmogelijk.

Gewoonlijk zullen de mineraalfragmenten zoodanig georiënteerd zijn, dat men geen symmetrisch assenbeeld te zien krijgt. Dat is namelijk alleen het geval, wanneer bij eenassige mineralen de hoofdas vertikaal staat of horizontaal ligt en bij de tweeassige mineralen, wanneer òf de scherpe òf de stompe bissectrix vertikaal staat.

Om dit te bereiken moet het mineraal dat men onderhanden heeft dus anders georiënteerd worden, liefst zoo, dat de optische as bij de eenassige of de spitse bissectrix bij de tweeassige mineralen vertikaal komt te staan. Is daartoe een geringe helling noodig, hetgeen uit het assenbeeld direct blijkt, dan kan men het mineraal op een wigvormig splintertje van een dekglas schuiven of tegen zulk een splintertje laten aanleunen. Daar deze manipulatie onder het binoculair microscoop plaats vindt, en men het daarna onder het polarisatiemicroscoop moet bekijken, zal men bij het overbrengen voorzichtig te werk moeten gaan, opdat het mineraal door stroomingen in het vloeistofdruppeltje niet van plaats verandere. (In dit geval is een immersie-systeem met het onvermijdelijke dekglaasje dan ook niet te gebruiken.)

Bij éénassige mineralen leert de ervaring spoedig, in welke richting het mineraal om zijn as moet wentelen om het punt van uittreden van de optische as in het gezichtsveld te krijgen. Men bedenke daarbij slechts, dat de BERTRAND'sche lens het assenbeeld omdraait en dus de ware loop der lichtstralen in het mineraal aangeeft, dat men dan onder het binoculair microscoop weer zonder beeldomdraaiing gade slaat.

Moet men een mineraalfragment te ver uit zijn evenwichtsstand brengen, bijv. een basisch plaatje op zijn kant of een zuiltje op een van de eindvlakken, dan kan men gebruik maken van de twee, op een objectglas geplakte glassplintertjes (fig. 6) die reeds bij het bepalen van de dubbelbreking werden beschreven. Het is op deze wijze mogelijk het mineraal praktisch in elken gewenschten stand in convergent gepolariseerd licht te bekijken. Men krijgt op deze wijze weliswaar zelden of nooit mooie planparallelle horizontale plaatjes, hetgeen de zuiverheid der assenbeelden beinvloedt, maar dikwijls kan men het assenbeeld op het voordeeligst krijgen, door het object voorzichtig te verschuiven, terwijl men intusschen het beeld blijft gadeslaan.

Bij zeer kleine mineraalfragmenten hinderen soms de insluitende

glassplinters door totale reflectie, daarom moet men voor die splinters het dunste dekglas kiezen dat ter beschikking is.

Voor het bepalen van de assendispersie der tweeassige mineralen moet men een goed duidelijk assenbeeeld hebben, waarbij de spitse bissectrix evenwijdig loopt met de optische as van het microscoop en hetwelk men in de diagonaalstelling beschouwt.

Bij een *rhombisch* mineraal treedt *symmetrische* dispersie op, men ziet dat de hyperbolen van gekleurde zoomen zijn voorzien, die symmetrisch liggen ten opzichte van het assenbeeld (de spitse bissectrix). Is de hoek van de optische assen bij *rood* licht *kleiner*, dan is de buitenkant (concave kant) der hyperbolen *rood*. Men schrijft dit $\varsigma < v$.

Bij parallelstelling van het assenbeeld zijn die gekleurde zoomen niet waar te nemen en kan men beter de binnenzijde van de lemniskaten beschouwen, waarvoor dan hetzelfde geldt als voor de hyperbolen, dus de concave kant is *rood* voor $\varsigma < v$. Het duidelijkst treedt dit op bij den eersten ring, trouwens zal men, tenzij men immersiesysteem gebruikt, gewoonlijk slechts één of twee ringen in het gezichtsveld krijgen. De gekleurde zoomen zijn bij rhombische mineralen geheel symmetrisch zoowel ten opzichte van het assenvlak als van een loodlijn daarop, dus in het gezichtsveld ten opzichte van beide kruisdraden.

Bij de monokliene mineralen kan men verschillende vormen van dispersie waarnemen, *hellende, horizontale* en *gekruiste* dispersie. Het eerste geval komt het meest voor en staat het dichtst bij de symmetrische dispersie van het rhombische stelsel. Het vlak van de optische assen kan dan liggen in het symmetrievlak van het kristal en men kan dan eigenlijk niet spreken van één spitse bissectrix, maar van een spitse bissectrix voor iedere lichtsoort. Beschouwt men gemakshalve alleen de bissectrices voor rood en blauw licht, dan zullen deze naast elkaar uittreden. Is nu de dispersie voor rood kleiner dan voor blauw licht, dan liggen de roode interferentiefiguren symmetrisch ten opzichte van de ééne, en de blauwe symmetrisch ten opzichte van de andere bissectrix.

Deze interferentiefiguren zullen elkaar dus niet op dezelfde wijze dekken, links vallen zij bijv. concentrisch in elkaar, rechts ver uit elkaar. Het verschil wordt des te grooter naarmate de dispersie grooter is. Bij zeer zwakke hellende dispersie nadert het beeld dat van de symmetrische dispersie. Bij iets sterker dispersie zijn nog wel de concave zijden van hyperbolen of lemniskaten gelijk van kleur, hetzij rood of blauw, maar aan den eenen kant van andere intensiteit dan aan den anderen kant. Bij sterke hellende dispersie zijn de lemniskaten en hyperbolen op analoge plaatsen verschillend gekleurd. Bij minder mooie assenbeelden kan men soms toch reeds consta-

teeren dat men met hellende dispersie te doen heeft, zonder de kleuren duidelijk te kunnen onderscheiden, doordat behalve het kleurenverschil ook de vorm der lemniskaten eenigszins verandert, bijv. links bijna zuiver cirkelvormig, rechts ellipsvormig, hetgeen ook weer voor het eerste lemniskaten-paar het duidelijkst optreedt. De interferentie-verschijnselen blijven dan nog altijd duidelijk symmetrisch ten opzichte van het assenvlak, dus bij parallelstelling O.-W. ten opzichte van den *Oost—West-lijn*.

Staat het vlak der optische assen loodrecht op het symmetrievlak, dan liggen het vlak van gemiddelde elasticiteit en de spitse bissectrix voor een bepaalde kleur in dat symmetrievlak en de andere kleuren vormen interferentiefiguren welke in den bovenbedoelden parallelstand ten N. of ten Z., dus boven of beneden de horizontale kruisdraad zullen vallen, nu symmetrisch ten opzichte van den *Noord-Zuidlijn*. Dit is de *horizontale* dispersie, die ook weer meer of minder in het oog kan vallen, en ook weer eerder door den vorm der lemniskaten dan door de kleurverschillen.

Valt de spitse bissectrix ten slotte samen met de symmetrie-as b., dan zijn de interferentiefiguren voor rood en blauw zoowel zijdelings als naar boven en beneden verschoven en zal bijv. indien $\varsigma < v$ bij parallelstelling de binnenzijde der lemniskaten in het Westen aan de concave zijde boven blauw en onder rood zijn en in het Oosten juist tegenovergesteld. De figuur is dan nog wel symmetrisch, maar alleen ten opzichte van het *middelpunt* van het assenbeeld. Dit is de gekruiste dispersie.

Met behulp van de symmetrie tegenover de Oost-Westlijn, Noord-Zuidlijn of het middelpunt zijn de hellende, horizontale of gekruiste dispersie het gemakkelijkst te onderscheiden, waarbij dan dikwijls moeilijk uit te maken is, of $\varsigma < v$ of omgekeerd. Bij de trikliene kristallen is de verdeeling van de kleuren in de assenbeelden en de vervorming der lemniskaten altijd asymmetrisch. Men moet echter wel in het oog houden, dat onregelmatig begrensde mineraalsplinters op zichzelf reeds aanleiding geven tot asymmetrische assenbeelden. Ook hierbij kan slechts weer herhaald worden, dat het bepalen van de dispersie een der hulpmiddelen bij de determinatie is, welke in verband met andere gegevens tot een beslissing leiden kan.

Dispersie werd door mij waargenomen bij augiet, enstatiet, epidoot, hypersteen, muscoviet en topaas.

Voor de bepaling van het optisch teeken in convergent gepolariseerd licht maakte ik gebruik van den compensator van BEREK, die toch meestal aan het microscoop gemonteerd bleef en die zoowel het glimmer- als gipsplaatje kan vervangen. Vooral bij minder fraai

gevormde tweeassige assenbeelden bevond ik, dat de teekenbepaling met den compensator gemakkelijker was dan met glimmer- of gipsplaatje, daar men van uit den nulstand het gangverschil geleidelijk kan opvoeren en dus in het assenbeeld de veranderingen geleidelijk ziet optreden, die men bij gebruik van een plaatje van bepaald gangverschil plotseling waarneemt.

Beschouwt men een assenbeeld van een eenassig kristal met den compensator in den nulstand, dan ziet men het normale, onveranderde assenbeeld. De draaiingsas van den compensator, die N.-W.—Z.-O. loopt is de c-as, de as voor de kleinste elasticiteit. Geeft men nu den compensator door draaien aan den trommel een zekere waarde, dan ziet men het assenkruis uiteenvallen in hyperbolen. Wijken deze uit naar eerste en derde kwadrant, dan wil dat zeggen dat in die kwadranten *verlaging* optreedt, in de tweede en vierde kwadrant treedt dan *verhooging* op. In den compensator loopt de as van de kleinste elasticiteit N.-W.—Z.-O., dus in het tweede en vierde kwadrant loopt de as van de kleinste elasticiteit ook N.-W.—Z.-O., de extra-ordinaire straal is de langzame en het mineraal is dus positief.

Draait men den trommel 7.1° dan heeft de compensator een gangverschil van 143 $\mu\mu$, d. i. ongeveer de waarde van een glimmerplaatje $^1/_4\,\lambda$. Men krijgt dan ook hetzelfde beeld, twee zwarte punten die, door een denkbeeldige lijn verbonden, met de kleinste elasticiteitsas een + teeken vormen.

Draait men den compensator door tot 14°, dan is het gangverschil 553 $\mu\mu$, gelijk aan een gipsplaatje rood 1e orde.

Men ziet dan ook in het eerste en derde kwadrant geelkleuring, in tweede en vierde blauwkleuring.

Voor tweeassige assenbeelden geldt dezelfde regel, mits men het assenbeeld in den diagonaalstand brengt. De concave zijden der isogyren kan men dan beschouwen als de overeenkomstige kwadranten bij een eenassig assenbeeld. Bij draaien aan den compensator ziet men dan in de tegenovergestelde kwadranten de interferentiefiguren naar elkaar toeloopen (verhooging) of uit elkaar wijken (verlaging) en het optische karakter kan daaruit weer worden afgeleid.

Zelfs indien slechts één as in het gezichtsveld uittreedt is de teekenbepaling op deze wijze zeer gemakkelijk, mits men er slechts aan denkt, dat de convexe zijde van de isogyre altijd naar de spitse bissectrix is gekeerd en beweging in die richting dus verhooging, in de tegenovergestelde richting verlaging beteekent.

(Bij goed gevormde kristallen kan men ook in parallel gepolariseerd licht het optische karakter van de hoofdzone bepalen. Men gaat dan uit van den uitdoovingsstand van het mineraal en draait

aan den compensator totdat een passende, gevoelige kleur onder het kruispunt der kruisdraden verschijnt. Afhankelijk van dikte en dubbelbreking van het mineraal gebruikt men daarvoor als gevoelige interferentiekleur violet 1e orde of een overeenkomstige kleur van hoogere orde. Daarna draait men aan de objecttafel, in welk geval de interferentiekleur onder het kruispunt zal stijgen of dalen. In het eerste geval heeft men additie en dus loopt dan de richting van de kleinste elasticiteit in het mineraal evenwijdig aan de tubusspleet N.W.—Z.O. Door deze richting te vergelijken met de kristallografische begrenzing van het kristalfragment kan men dus bepalen hoe in het kristal de richtingen van kleinste en grootste elasticiteit loopen.)

De assenhoek kan bij benadering bepaald worden, indien de optische assen in het gezichtsveld uittreden. Men brengt daartoe het mineraal in de diagonaalstelling en meet den afstand tusschen de middens der hyperbolen met een oculairmicrometer. Volgens REINISCH (38) past men dan de vergelijking

$$\sin. E = D. K$$

toe, waarbij D de helft van de gemeten afstand bedraagt en K een factor is, afhankelijk van het gebruikte objectief (en de BERTRAND'sche lens), en ééns en vooral uit een mineraal met bekenden assenhoek berekend kan worden. De in lucht waargenomen schijnbare assenhoek 2 E geeft den werkelijken assenhoek 2 V door de vergelijking:

$$\frac{\sin. V}{\sin. E} = \frac{1}{\beta}$$

waarbij β de middelste brekingsindex van het mineraal voorstelt (ROSENBUSCH). Ligt het mineraal in een vloeistofdruppel dan geldt bovenstaande vergelijking toch, mits de bovenstaande vloeistof als een planparallelle laag beschouwd mag worden.

Aan speciaal geslepen platen van tweeassige kristallen, die moeten dienen tot meting van den assenhoek, mag de normale niet meer dan 1° van de spitse bissectrix afwijken, wil de meting tot 2° à 3° nauwkeurig zijn. Bij onze kleine, niet planparallelle kristallen kan men dus slechts zeer benaderend den assenhoek aangeven. Een fout tot 10° is daar niet uitgesloten.

Werkt men altijd met hetzelfde objectief en de BERTRAND'sche lens in denzelfden stand, dan kan men eens en vooral de waarden voor de verschillende assenhoeken in een tabelletje samenvatten, waardoor het telkens narekenen van de formule overbodig wordt.

Bij het door mij gebruikte optische systeem werd het gezichtsveld

door den micrometer in 17 deelen verdeeld. Aan een muscoviet met bekenden assenhoek 2 V = 42° werd toen de constante bepaald

$$\frac{\sin. V}{\sin. E} = \frac{1}{\beta}$$

$$\frac{\sin. 21^0}{\sin. E} = \frac{1}{1.592}$$

waaruit volgde

$$\sin. E = 0.5592$$

of $$2\,E = 68°$$

De afstand tusschen de isogyren in diagonaalstand bedroeg 11 deelen van het gezichtsveld, waaruit volgde:

$$K = \frac{1}{5.5}\ 0.5592 = 0.101.$$

De waarde voor één deel van den micrometer was dus

$$\sin. x = \frac{1}{2}\ 0.101 \text{ of } x = 3°$$

Op dezelfde wijze werd de waarde van E bepaald voor alle zeventien deelen, waaruit volgde:

bij 1 streepje is 2 E = 6°
bij 2 streepjes is 2 E = 12°
bij 3 streepjes is 2 E = 18° enz. enz.
bij 17 streepjes (rand van het gezichtsveld) is 2 E = 118°.

Indien de assenhoek zoo groot is dat de assen niet meer in het gezichtsveld uittreden, kan men gebruik maken van de methode, aangegeven door JOHANNSEN (81) waaraan het volgende is ontleend. Onder het te onderzoeken mineraal plaatst men een preparaat van een mineraal, waarvan de uittredende assen binnen het gezichtsveld vallen en waarvan de assenhoek bepaald is. Beziet men achtereenvolgens deze mineralen, dan ziet men in het gezichtsveld de isogyren van het onderste, bekende mineraal als de meetkundige plaats van alle punten, waar de trillingsrichtingen evenwijdig loopen aan die van de nicols. Buiten het gezichtsveld liggen dezelfde punten van het bovenste, onbekende mineraal. Liggen beide assenbeelden van de boven elkaar geplaatste mineralen diagonaalsgewijze, bijv. N.W.—Z.O., dan zullen de isogyren elkaar niet snijden, er zijn dus geen stralen die van het onderste mineraal ongestoord het bovenste mineraal kunnen doorloopen en men zal geen isogyren zien en de isochromatische curven zullen verwrongen zijn. Draait men het bovenste mineraal naar den parallelstand, dan zullen de iso-

gyren daarvan die van het onderste mineraal naderen, totdat zij elkaar op de polen bedekken. Zoodra dit het geval is, verschijnen de isogyren van het onderste mineraal weer ongestoord en maken bij de polen dan weer een hoek van 45° met de trillingsrichtingen van de nicols.

JOHANNSEN beschrijft dan een werkwijze voor een polarisatiemicroscoop met draaibare nicols en één voor vaste nicols. Daar het eerste niet ter mijner beschikking stond, paste ik de laatste toe, welke als volgt luidt:

Een micrometer, in het oculair aangebracht, wordt zoodanig geplaatst, dat de lijnen nauwkeurig diagonaalsgewijze verloopen. Het mineraal met bekenden assenhoek wordt nu zoo georiënteerd, dat de isogyren bij de polen evenwijdig loopen aan de lijnen van den micrometer. Een geschikt mineraal daarvoor bestaat uit een splijtblaadje muscoviet van een zoodanige dikte dat het een mooi assenbeeld geeft, bijv. 0.2 mm. Dit splijtblaadje legt men in den vereischten stand op den bovensten condensorlens, zoodat het de objecttafel en het objectglas niet raakt. Het te onderzoeken mineraal wordt op een zeer dun objectglas bijv. een groot vierkant dekglas, dat het gat in de objecttafel geheel bedekt, boven het muscovietblaadje gebracht, waardoor in het algemeen het assenbeeld verstoord wordt. Door draaien aan de objecttafel worden de isogyren dan in den juisten diagonaalstand gebracht. De stand van de tafel wordt afgelezen, daarna het muscovietplaatje weggenomen en de objecttafel gedraaid, totdat de interferentiefiguur van het onderzochte mineraal een kruis vormt. De draaiingshoek wordt Ø genoemd en de assenhoek volgt uit de formule:

$$\text{gezochte sin. E} = \frac{\text{sin. E muscoviet}}{\sqrt{\text{sin. 2 Ø}}}$$

Is de bissectrix in één van de beide mineralen niet precies evenwijdig aan de microscoopas, hetgeen met onze bodemmineralen wel zelden het geval zal zijn, dan is het juiste punt voor iedere hyperbool iets verschillend, men stelt dan voor ieder afzonderlijk in en neemt de gemiddelde aflezing.

JOHANNSEN somt de voordeelen van deze methode op boven andere door hem genoemde (MICHEL-LÉVY en WRIGHT). Ik kreeg er te laat inzage van om de methoden onderling te kunnen vergelijken en ze op alle reeds onderzochte mineralen te kunnen toepassen. Mits het standaard mineraal en vooral de micrometer nauwkeurig georiënteerd zijn, geeft JOHANNSEN aan, dat de assenhoek tot een graad nauwkeurig bepaald kan worden. Een draaiing van den micrometer van ½° kan echter reeds 4° fout in 2 E veroorzaken.

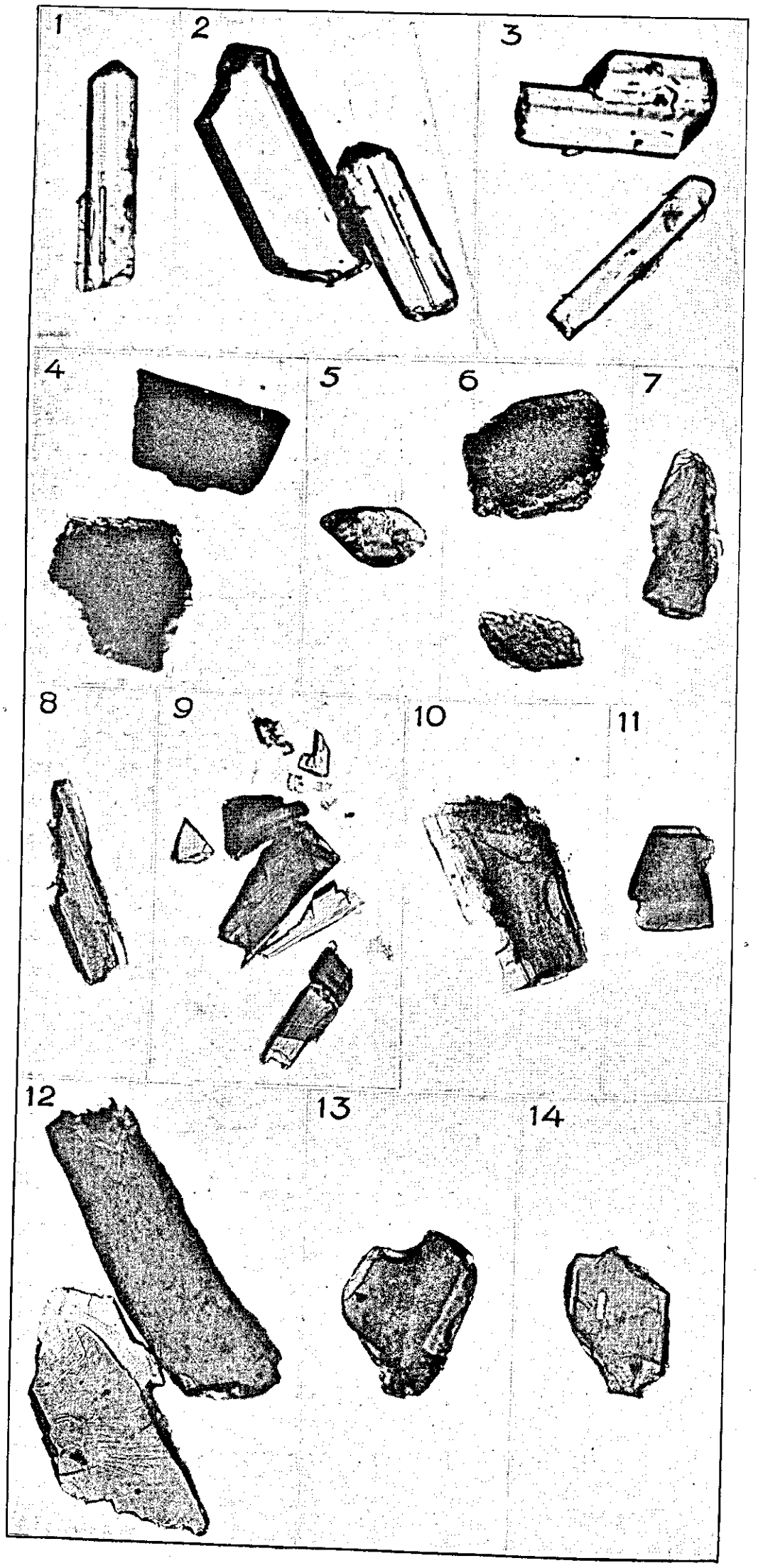
Voor de determinatie is echter groote nauwkeurigheid niet noodzakelijk, de methode kan dienen om een benaderende waarde te verschaffen, gelijkwaardig en onderhevig aan dezelfde fouten als werd besproken bij de bepaling van den assenhoek bij in het gezichtsveld uittredende assen. De gevonden waarden voor de assenhoeken, indien deze in graden zijn aangegeven, kunnen dus zeker nog wel 5° te groot of te klein zijn, en zijn daarom tot op 5° afgerond. Men kan ook hier weer voor de gebruikte lenzencombinatie en het daarbij gebruikte glimmerblaadje de verschillende waarden uit de formule voor Ø = 1° tot 45° eens en vooral bepalen en in een tabelletje opnemen.

HOOFDSTUK III

BESCHRIJVING VAN DE AANGETROFFEN MINERALEN

Bij de hieronder volgende mineralogische beschrijving der in den bodem aangetroffen mineralen, heb ik mij uitsluitend bepaald tot mededeeling van hetgeen werkelijk werd waargenomen en er streng voor gewaakt, geen cijfers of gegevens aan andere petrografische werken te ontleenen. Hier en daar zal dat aanleiding geven tot schijnbare of werkelijke leemten in de beschrijving: de opgesomde gegevens zullen er, naar ik hoop, des te meer waarde door verkrijgen. Aan den anderen kant leek het mij toch gewenscht de gegevens over mineralen, die ik soms met veel moeite uit zeer verschillende bronnen bij elkaar moest zoeken, als toetsmateriaal voor het door mij waargenomene, hier bij elkaar te houden. Deze laatste gegevens zijn, evenals de eerste alfabetisch gerangschikt, in een Bijlage verzameld.

PLAAT I



PLAAT I [1])

1	Kleurloos amfibool	Profiel 2	I 123 [2])	(190 ×)
2	Kleurloos amfibool	Profiel 2	I 122	(165 ×)
3	Kleurloos amfibool	Profiel 2	I 123	(190 ×)
4—6	Groen amfibool	Profiel 1	I 116	(65 ×)
7—14	Groen amfibool	Profiel 2	I 134	(90 ×)

[1]) Alle microfoto's werden door mijzelf vervaardigd in het Agrogeologisch Laboratorium te Wageningen. Optische bank en microscoop van Zeiss, Jena. Horizontaal-vertikaal camera van Leitz, Wetzlar. Lichtbron Lilliput-booglampje van Leitz of Wolframbooglampje van Philips, Eindhoven.

[2]) Deze nummers verwijzen naar het preparaat, aanwezig in het Geologisch museum te Wageningen.

AMFIBOOL (RHOMBISCH KLEURLOOS)

(Plaat I fig. 1—3)

Voorkomen. Prismatische fragmenten, aan de uiteinden onregelmatig begrensd, soms scheeve splijt- of breukvlakken, de prismazijden gewoonlijk goed gevormde gladde kristalvlakken.

Splijtbaarheid. Goede prismatische splijtbaarheid, minder duidelijk rechthoekig of scheefhoekig daarop.

Breuk. Oneffen, splinterig.

Glans. Glasglans.

Kleur. Kleurloos.

Doorzichtigheid. Waterhelder.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Iets lichter dan 3.2.

Brekingsindex. $\pm$ 1.63 [1]).

Dubbelbreking. Op de prismavlakken tot 0.010.
Op de eindvlakken tot 0.002.

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving. Op de eindvlakken gezien symmetrische dooving (45°).

Assenbeeld. Tweeassig. Teeken niet bepaald, daar bij uittreden van een optische as in het gezichtsveld de rechte isogyre wees op assenhoek van $\pm$ 90°.

Bijzonderheden. Enkele exemplaren met prachtige naaldvormige (apatiet) insluitsels (lichtbreking iets hooger dan van den hospes) en gasinsluitsels.

Afmetingen. Tot 50 × 50 × 250 μ.

---

[1]) Bij het raadplegen van de bestaande werken over petrografisch onderzoek, viel mij op, dat vaak eigenschappen vermeld worden of uitgedrukt worden in cijfers, welke òf voor de determinatie niet van belang zijn, òf praktisch niet zonder speciaal ingewikkeld instrumentarium bepaald kunnen worden. Om een voorbeeld te noemen geeft MILNER (70) voor de brekingsindices van kwarts ε = 1.55328, ω = 1.54418. Het is even onmogelijk als doelloos een brekingsindex tot in vijf decimalen nauwkeurig te bepalen bij de petrografische analyse van een grond.

AMFIBOOL (GEWOON GROEN)

(Plaat I fig. 4—14, Plaat XI fig. 16)

Voorkomen. Prismatische fragmenten, van vrijwel kwadratisch in doorsnede tot scheefhoekig, met hoeken van 70°; afgeplatte prisma's, platte plaatjes en stukjes; grillig gevormde fragmenten meestal nog iets prismatisch. Overlangs fijn gestreept (vezelig); overlangs gestreept met dwarsstreping onder ± 40°, knobbelig of uitgevreten oppervlak.

Splijtbaarheid. Rechte, schijnbaar rechte tot scheeve (70°) splijtbaarheid. Goede prismatische splijtbaarheid.

Breuk. Scheeve, scherpkantige of schelpvormige breuk.

Glans. Glasglans tot harsglans.

Kleur. Kleurloos, lichtgroen, heldergroen, donkerbruingroen, vuilbruin, bruin tot bijna zwart. In opvallend licht van lichtgroen tot zwart.

Doorzichtigheid. Van waterhelder tot bijna ondoorzichtig in het donkerbruingroene amfibool. Groote verschillen in absorptie bij verschillende oriënteering.

Pleochroïsme. Pleochroïsme van fletsgroen tot lichtgeelgroen, van donkervuilbruin tot lichtgroenbruin, van zwartgroen tot lichtgroenbruin. De donkerste stand is N.—Z., in tegenstelling van toermalijn, waar de grootste absorptie O.—W. optreedt.

Soortelijk gewicht. Meestal tusschen 2.8 [1]) en 3.2. Enkele heldergroene, grilliggevormde amfibolen zwaarder dan 3.2; ook enkele kleurlooze amfibolen zwaarder dan 3.2.

Brekingsindex. Van ± 1.65 tot ± 1.70. Bij donkergekleurde amfibolen in dikke fragmenten moeilijk te bepalen, na verbrijzeling in dunne splinters ± 1.67 O.W., ± 1.70 N.Z.

Dubbelbreking. Bij groen amfibool met brekingsindex 1.70 dubbelbreking 0.018. In donkergroene prisma's (moeilijk te bepalen

[1]) Bij de bepaling der soortelijke gewichten werd aanvankelijk bromoform gebruikt met s.g. 2.9, later met s.g. 2.8, evenzoo joodmethyleen met s.g. 3.3 en 3.2. Hierdoor vindt men in deze rubriek soms afwijkende opgaven.

door de eigen kleur) 0.023. Bij de prismatische wisselend van 0.003 tot 0.018, naar de oriënteering.

In donkergroene afgeplatte prisma's 0.034.

Uitdoovingshoek. In lichtgroene prisma's zeer kleine scheeve uitdooving, afgeplatte groene prisma's 10°, overigens tot 42° toe.

Assenbeeld. Tweeassig. In afgeplatte donkergroene prisma's 2 V = 85°—90°.

Bijzonderheden. Zwarte insluitsels, waardoor soms magnetisch, dus hoogstwaarschijnlijk magnetiet. Vloeistofinsluitsels, soms in vorm aan den hospes herinnerend, met of zonder gaslibellen, soms met vaste lichaampjes. Ertsinsluitsels soms verweerd tot roodbruine vlekken.

Soms met kwarts vergroeid. Soms uitnemende lamellenstructuur, kenbaar doordat bij verbrijzeling tusschen twee objectglaasjes in de fragmenten tusschen gekruiste nicols duidelijke verschillen in polarisatiekleur optreden, ofschoon zij denzelfden uitdoovingshoek vertoonen. Bij uitgeschakelden analysator worden de lamellen zichtbaar in vloeistof met afwijkende brekingsindex: in n = 1.70 N.Z. niet te zien, wèl O.W., in n = 1.67 O.W. niet te zien, wèl N.Z.

Tremoliet. Tot de amfibolen werd ook gerekend een kleurloos, waterhelder prismatisch mineraal. Zoo goed als rechte splijtbaarheid. Zeer weinig zwaarder dan 2.89. Brekingsindex ± 1.62. Dubbelbreking 0.020. Kleine scheeve uitdooving 10°, om welke reden het niet tot de rhombische amfibolen kon gerekend worden. Tweeassig, negatief.

Afmetingen.	Prisma's:	100 × 100 × 500 μ.
	Plaatjes:	100 × 200 × 450 μ.
	Afgeplatte prisma's:	200 × 500 × 1500 μ.

AMFIBOOL (BAZALTISCH)

(Plaat II fig. 1—3)

Voorkomen. Onregelmatig gevormde fragmenten, meestal afgeplat en met aanduiding van een oorspronkelijk langgerekt prismatischen vorm; onregelmatig begrensde plaatjes, oppervlakkig gegroefd.

Splijtbaarheid. Matige prismatische splijtbaarheid.

Breuk. Oneffen scherpkantige breuk.

Glans. Glasglans.

Kleur. Helder roodbruin, soms iets groenbruin.

Doorzichtigheid. Goed doorzichtig.

Pleochroïsme. Krachtig pleochroïtisch, zwartbruin N.-Z., lichtbruin O.W.

Soortelijk gewicht. Iets minder dan 3.3.

Brekingsindex. Soms door de eigen kleur moeilijk vast te stellen; N.Z. $\pm$ 1.73, O.W. $\pm$ 1:70.

Dubbelbreking. 0.030 tot 0.060.

Uitdoovingshoek. Rechte of zeer kleine scheeve uitdooving.

Assenbeeld. Tweeassig, negatief. Groote assenhoek, (bijna 90°).

Bijzonderheden. Elliptische of spitse lancetvormige splijtgroefjes. Zeer kleine insluitseltjes, langgerekt, rechtlijnig begrensd, dikwijls prismatisch met scheef eindvlak (54°) waarschijnlijk glasinsluitsels, hier en daar met gas- of vloeistof-belletjes.

Afmetingen. 50 $\times$ 275 $\times$ 425 μ.

ANDALUSIET

(Plaat II fig. 4—7)

Voorkomen. Zuiltjes of prisma's, afgerond, niet begrensd door scherpe ribben of mooie kristalvlakken; plat of afgerond; onregelmatige fragmenten.

Splijtbaarheid. Soms matige prismatische splijtbaarheid.

Breuk. Scherpkantig.

Kleur. Kleurloos. Soms iets rose getint of zeer flets lichtgroen, waarschijnlijk doordat het hemellicht altijd min of meer gepolariseerd is, hetgeen door den spiegel nog versterkt kan worden, en waardoor de polarisatiekleuren zichtbaar worden.

Glans. Glasglans.

Doorzichtigheid. Waterhelder; troebel door tallooze insluitsels tot bijna ondoorzichtig toe.

Pleochroïsme. Van kleurloos of zeer licht fletsgroen (O.—W.) tot rose of warm roserood (N.—Z.). Soms ontbrekend.

Soortelijk gewicht. Zeer weinig minder dan 3.2.

Brekingsindex. $\pm$ 1.63.

Dubbelbreking. 0.008.

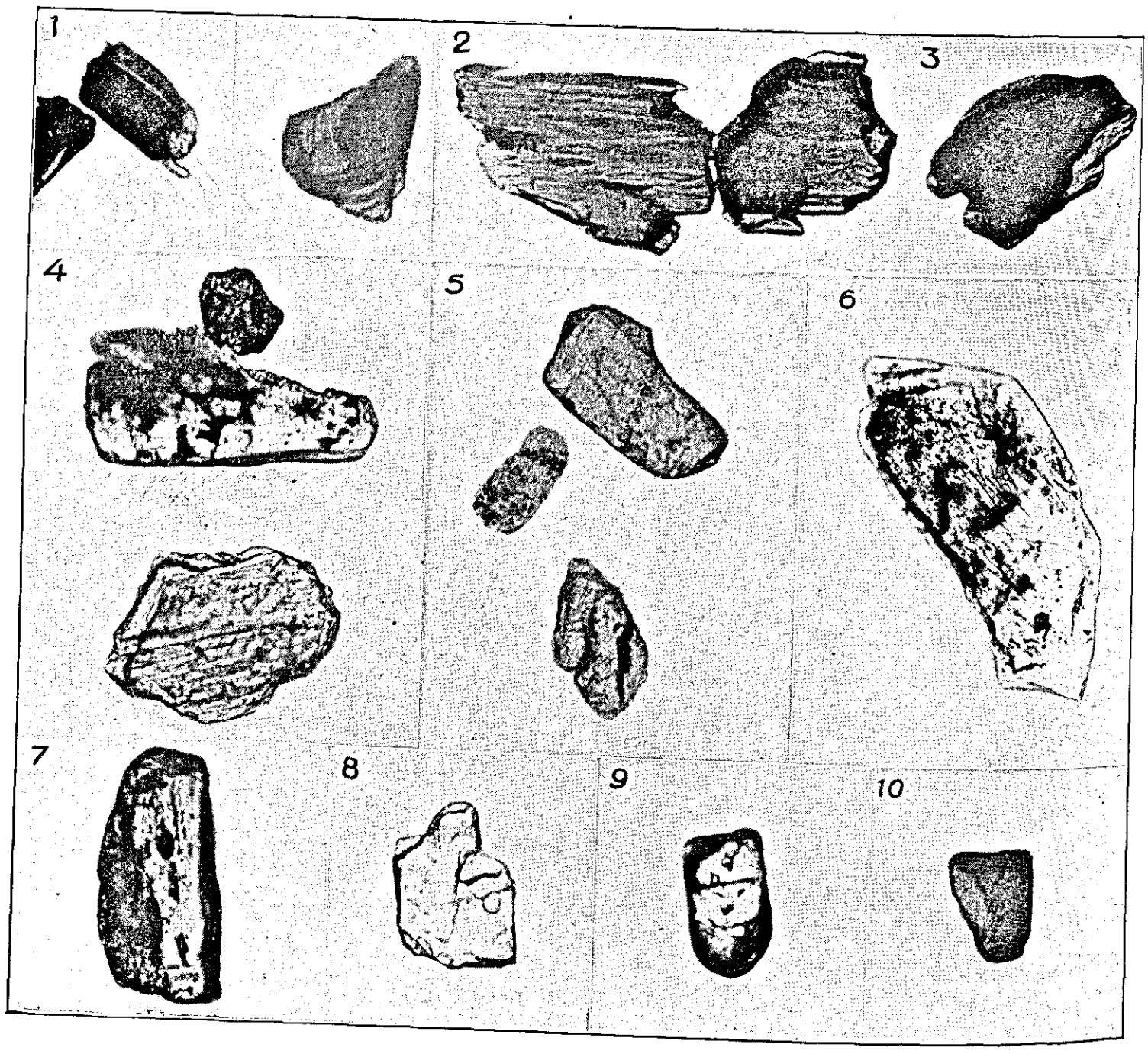
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving in de prismatische stukken op beide kanten.

Assenhoek. Tweeassig, negatief. Groote assenhoek (85°).

Bijzonderheden. Tallooze insluitsels, zwarte stukjes ijzererts en gele vlekken. De insluitsels dikwijls zoo klein en zoo talrijk, dat ze stoffige strepen en vlekken vormen.

Afmetingen. $125 \times 175 \times 575\ \mu$.

PLAAT II



PLAAT II

1—3	Bazaltisch amfibool	Profiel 4	I 184	(90 ×)
4—7	Andalusiet	Profiel 1	I 104	(70 ×)
8—9	Apatiet	Profiel 1	I 111	(93 ×)
10	Apatiet	Profiel 3	I 155	(55 ×)

APATIET

(Plaat II fig. 8—10)

Voorkomen. Hexagonale zuiltjes, plaatjes van onregelmatigen vorm; schijnbaar tetragonaal prisma met afgeronden top, gevormd door tweeling van twee plaatjes.

Splijtbaarheid. Op de prismavlakken dwarsstreepjes als kenmerk van basische splijtbaarheid.

Breuk. Scherpkantige breuk.

Kleur. Kleurloos, in opvallend licht soms krijtwit.

Glans. Glasglans.

Doorzichtigheid. Waterhelder tot wit-doorschijnend.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Lichter dan 3.2.

Brekingsindex. $\pm$ 1.64.

Dubbelbreking. 0.004—0.005 (daardoor te onderscheiden van kleurloos toermalijn).

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.

Assenbeeld. Optisch eenassig. Negatief.

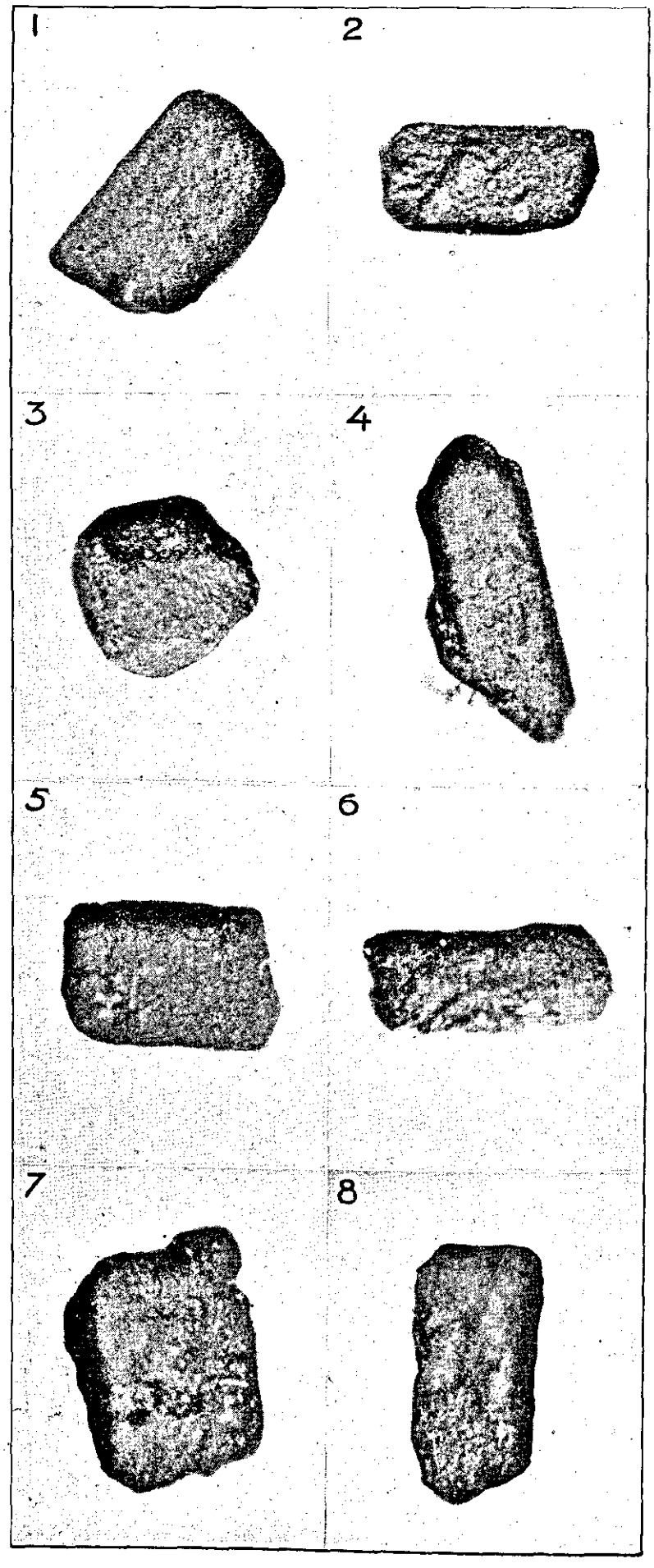
Bijzonderheden. Insluitsels:

Komt zelf ook voor als insluitsel: naaldvormig in kleurloos amfibool.

Zeshoekig zuiltje met stofrand, en in basische doorsnede teekeningen vertoonend, die doen denken aan mergstralen bij een stengeldoorsnede.

Afmetingen. Doorsnede zuiltjes tot 160 μ, hoogte tot 200 μ.

PLAAT III



PLAAT III

1—8 Verbrand augiet[1]) Profiel 4 (62 ×)

[1]) Opnamen in opvallend licht.

AUGIET

(Plaat IV fig. 1—8)

Voorkomen. Afgeronde korrels en kristalfragmenten; hoekige fragmenten; zuiltjes met min of meer goed bewaarden kristalvorm.

Splijtbaarheid. Vrij goede rechthoekige splijtbaarheid; goed splijtbaar in het bruine augiet en in de donkergroene zuiltjes, prismatische splijtbaarheid duidelijker dan loodrecht daarop.

Breuk. Rechthoekig-scherpkantige breuk of schelpvormige breuk.

Kleur. Fletsgroen, donkergroen, heldergroen, bruin.

Glans. Glasglans; dof verweerd.

Doorzichtigheid. Waterhelder tot matig doorzichtig.

Pleochroïsme. Niet of zeer zwak pleochroïtisch. Zwak fletsgroen tot geelgroen. Het bruine augiet zwak pleochroïtisch van lichtbruin O.—W. tot iets donkerder bruin N.—Z., iets sterker op de basisvlakken: bruin tot zwartbruin.

Soortelijk gewicht. Schommelend om 3.2, meestal iets hooger.

Brekingsindex. $\pm$ 1.70 tot $\pm$ 1.72.

Dubbelbreking. Al naar de oriënteering in de zuiltjes 0.028 $(\gamma-\alpha)$ of 0.007 $(\beta-\alpha)$.

Bij zuilvormige kristallen soms anomale dubbelbreking (door lamellen?, of bij titaanaugiet door sterke assendispersie); en dubbelbreking daardoor niet te meten. Dit is dan het geval bij plaatsing op de smalle prismavlakken, op de breede prismavlakken 0.027—0.028.

Uitdoovingshoek. Van recht, vooral in de splijtstukjes en fragmenten van verbrijzelde zuiltjes, tot scheef 60°.

Assenbeeld. Tweeassig. Positief. Assenhoek 65°. (Hellende?) dispersie.

Bijzonderheden. Bruin augiet soms zwak magnetisch, ook zonder zichtbare ertsinsluitsels.

Zuiltjes soms vergroeid met prismavlakken tot tweelingen. Oppervlak aangetast of ingevreten, zoodat er een netvormige teekening op ontstaat, door opstaande ringetjes of walletjes.

Insluitsels van glas of vloeistof, in de zuiltjes o.a. naar den vorm van den hospes, typische monokliene kristalvorm. Insluitsels van magnetisch erts.

Afmetingen. 75 × 100 × 300 μ.
125 × 275 × 450 μ.
500 × 500 × 800 μ.

Diopsied of Diallaag. (Plaat VI fig. 1—2) Een zuilvormig lichtgroen mineraal zonder eindvlakken, rechthoekig splijtbaar, werd ondergebracht bij de pyroxenen als diopsied of diallaag, omdat de brekingsindex duidelijk lager dan 1.70, nl. $\pm$ 1.67[5] was. Vóór pyroxeen en tegen amfibool pleitte de vrij duidelijke rechthoekige splijtbaarheid, hoog soortelijk gewicht en zeer zwak pleochroïsme. Dubbelbreking 0.025. Uitdoovingshoek tot 45°. Assenbeeld tweeassig, positief.

Afmetingen 50 × 60 × 200 μ.

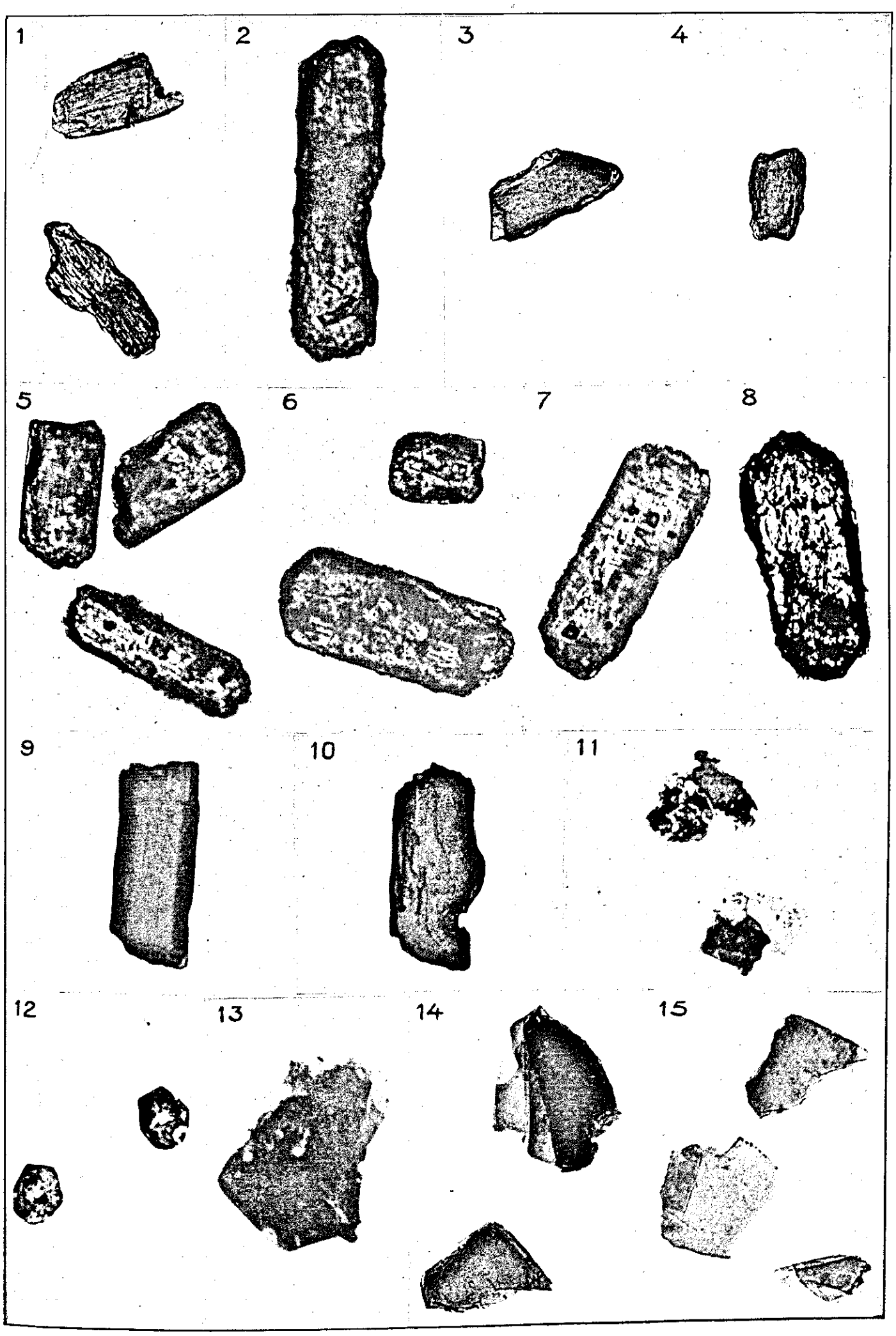
Verbrand Augiet (?) (Plaat III fig. 1—8). Ondoorzichtige, in opvallend licht baksteenroode prismatische stukjes, dikwijls een vrij volmaakten kristalvorm bezittende, doen aan *augiet* denken, hetwelk onder invloed van verhitting of een ander ingrijpend verweeringsproces, is veranderd van samenstelling met behoud van den oorspronkelijken kristalvorm; dof, korrelig oppervlak, korte, platte, rechthoekige prisma's. Met de naald gemakkelijk stuk te drukken en dan resten van een prismatische en loodrecht daarop staande splijtbaarheid vertoonend. Bij aanslijpen van de exemplaren blijkt de kern te bestaan uit een grauw-zwarte massa, omgeven door de baksteenroode korst. Ook in dunne slijppreparaten ondoorzichtig, echter tallooze kleine doorschijnende puntjes vertoonend minder dan 1 μ groot, tusschen gekruiste nicols dubbelbrekend (resten onveranderd augiet?). Over het algemeen sterk magnetisch.

Soortelijk gewicht veel lichter dan 3.2, zwaarder dan 2.9.

Dikwijls poreus, in alcohol of benzol ontsnappen kleine gasbelletjes.

PLAAT IV

1	Augiet	Profiel 1	I 102	(95 ×)
2	Augiet	Profiel 4	I 172	(94 ×)
3—4	Augiet	Profiel 1	I 103	(110 ×)
5—8	Augiet	Profiel 4	I 172	(94 ×)
9—10	Biotiet	Profiel 1	I 109	(140 ×)
11—13	Biotiet	Profiel 1	I 117	(90 ×)
14—15	Biotiet	Profiel 2	I 132	(85 ×)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

BIOTIET

(Plaat IV fig. 9—15)

Voorkomen. Gewoonlijk als pakjes splijtblaadjes, dikwijls van typisch zeshoekigen vorm, die bij drukken met de naald uiteenvallen. Soms als onregelmatige prismatische kristalfragmenten, welke de uitstekende basische splijtbaarheid verraden door tallooze dwarsstreepjes.

Splijtbaarheid. Uitmuntende basische splijtbaarheid. De dunste pakjes splijtblaadjes laten zich nog in dunnere schilfertjes uiteen drukken. Wanneer men eenige van de dunste splijtblaadjes in een snel verdampende vloeistof, bijv. monobroombenzol, legt, en deze laat verdampen, ziet men tegen dat dit proces ten einde loopt het optreden van de interferentiekleuren der „Newtonsche ringen", welke ontstaan, doordat de vloeistof tusschen de splijtblaadjes dringt. Zoodra alles verdampt is, verdwijnen de Newtonsche ringen. Zelfs de dunst te hanteeren splijtblaadjes bestaan dus nog uit pakjes.

Breuk. Onregelmatige, ingevreten, gekartelde begrenzing.

Kleur. Bruin, warm roodbruin, zwartgroen tot bijna kleurloos.

Doorzichtigheid. Glashelder tot troebeldoorschijnend.

Glans. Glasglans tot dof.

Pleochroïsme. De splijtblaadjes vertoonen geen pleochroïsme wanneer men ze niet opzettelijk schuin of vertikaal plaatst. In het grauw-groene biotiet dan van licht tot donkerder grauwgroen, bij het bruine fletsbruin tot donkerbruin. Het roodbruine van warm roodbruin tot donkerbruin. Sterkste absorptie N.—Z.

Soortelijk gewicht. Van 2.9 tot 3.2.

Brekingsindex. $\pm$ 1.59, door de eigen kleur en in dunne splijtblaadjes moeilijk vast te stellen.

Dubbelbreking. In de splijtblaadjes zoo goed als geen dubbelbreking daar $(\gamma-\beta) = 0.000$. Loodrecht daarop 0.036.

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.

Assenbeeld. De gekartelde prismatische fragmenten geven geen assenbeeld. De splijtblaadjes van het bruine biotiet geven een schijn-

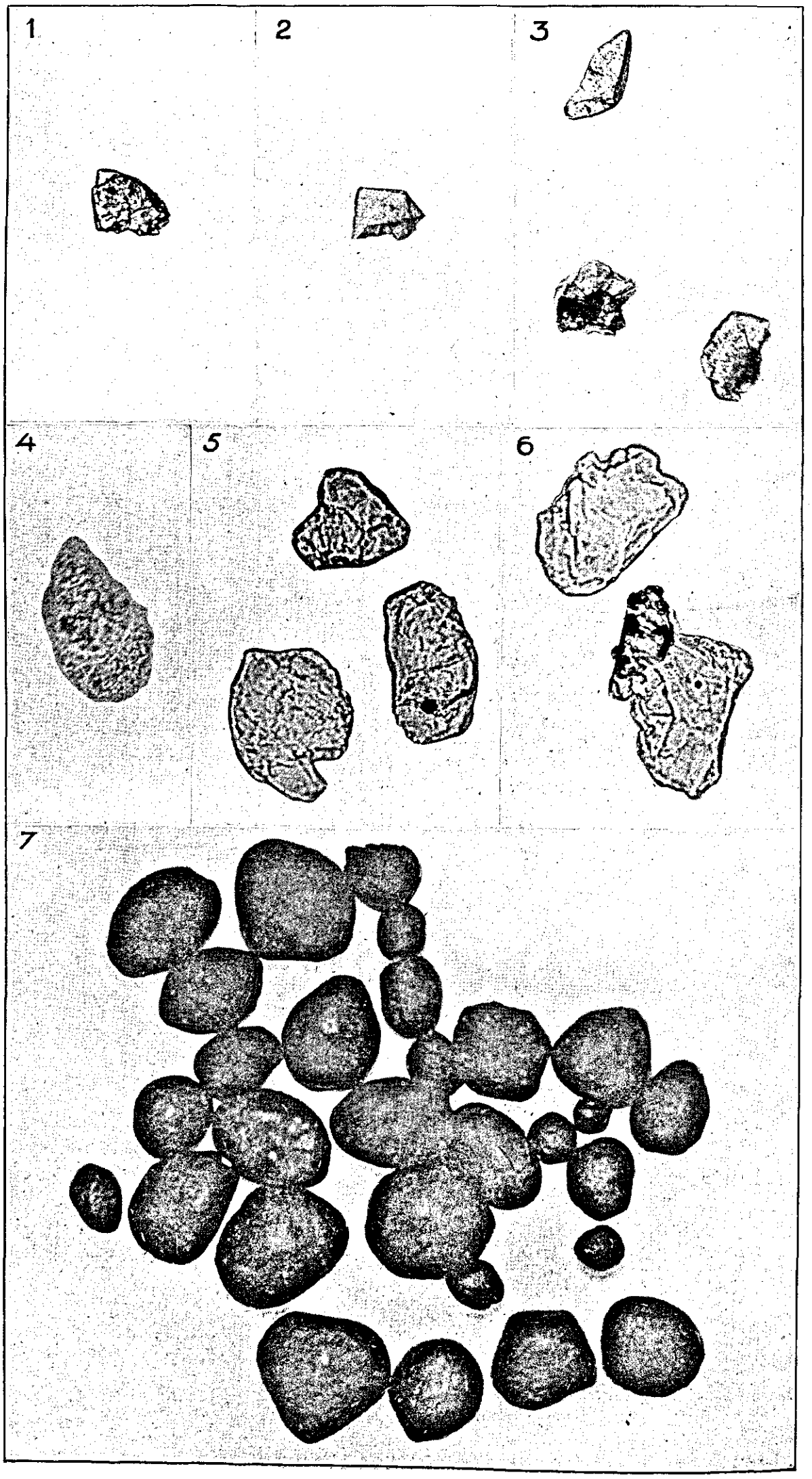
doorzichtig. Niet pleochroïtisch. Soortelijk gewicht *hooger dan 3.2.*

Brekingsindex door de geringe doorzichtigheid niet nauwkeurig te bepalen, tusschen $\pm$ 1.63 en $\pm$ 1.70.

Hooge dubbelbreking, niet nauwkeurig te bepalen, daar het mineraal in kleine partikeltjes, tot 5 μ toe, lijkt te bestaan uit een aggregaat van samenstellende kristaldeelen, die door superpositie in alle standen licht blijven. Na oplossen in verdund koud zoutzuur, met opbruisen gepaard gaand, blijft slechts een spoor van een wit gekleurde vlokkige substantie over. Na gloeien verandert de groene kleur in zwart. Ook na gloeien niet magnetisch.

Afmetingen van 50 μ dikte tot 400 μ lengte.

PLAAT V



PLAAT V

1—3	Calciet	Profiel 3	I 146	(75 ×)
4—6	Chalcedoniet ..	Profiel 3	I 165	(163 ×)
7	IJzerconcreties [1])	Profiel 4	—	(15 ×)

[1]) In opvallend licht.

CHALCEDONIET (PSEUDO ?)

(Plaat V fig. 4—6)

Voorkomen. Uiterst kleine schilfertjes, zeer gemakkelijk bij het hanteeren met de naald in nog kleinere uiteenvallend. Duidelijk planparallel.
Breuk. Scherpkantig.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Kleur. Kleurloos.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Waterhelder.
Pleochroïsme. Ontbreekt.
Soortelijk gewicht. Iets lichter dan 2.8.
Brekingsindex. $\pm$ 1.55.
Dubbelbreking. Schijnbaar optisch isotroop, met anomaliën; bij sterke vergrooting zichtbare dubbelbreking aan sommige hoekjes, door de geringe dikte niet nauwkeurig te bepalen, kleuren 1e orde.
Uitdoovingshoek. Ontbreekt.
Assenbeeld. Tweeassig negatief, soms schijnbaar éénassig, en dan soms positief.
Afmetingen. 20 $\times$ 90 $\times$ 125 μ.

CONCRETIES (IJZER)

(Plaat V fig. 7)

Voorkomen. Min of meer volmaakt rolronde korrels; afgeplatte of ovale korrels; brokstukken van ronde korrels; scherpkantige brokstukken zonder bepaalden vorm.

Breuk. Brokkelig.

Splijtbaarheid. Ontbreekt.

Kleur. Geel, geelbruin, roodbruin, violetrood.

Glans. Dof.

Doorzichtigheid. Ondoorzichtig, behalve in slijppreparaatjes van 20 μ dikte, waarbij de samenstellende deeltjes iets doorschijnend worden.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Zoowel hooger als lager dan 2.9.

Brekingsindex. Niet waargenomen.

Dubbelbreking. Ontbreekt.

Assenbeeld. Ontbreekt.

Bijzonderheden. Gedeeltelijk sterk magnetisch, gedeeltelijk niet magnetisch, met alle overgangen. Daar sommige duidelijk magnetiet-insluitsels vertoonen, die er gedeeltelijk uitsteken, is het niet onwaarschijnlijk, dat het magnetisme samengaat met het gehalte aan magnetiet-insluitsels of overblijfsels daarvan.

In slijppreparaat klastische of breccieuze structuur, scherpkantige stukjes in iets donkerder roodbruin getinte grondmassa. Ook deze grondmassa vertoont in de dunste doorzichtige gedeelten een klastischen bouw van roode, optisch isotrope deeltjes van 5—15 μ en daarin verspreid voorkomende zeer kleine dubbelbrekende mineralen, in gepolariseerd licht zich vertoonend als lichtende puntjes.

Zelden een aanwijzing van schalenbouw, waarbij in doorgebroken concreties een buitenste rand of schaal zich afteekent. Insluitsels van kwarts met golvende uitdooving.

Bij koken met verdund zoutzuur geringe gasontwikkeling, waarschijnlijk bevatten de concreties dus ook carbonaten. In oplossing ijzer.

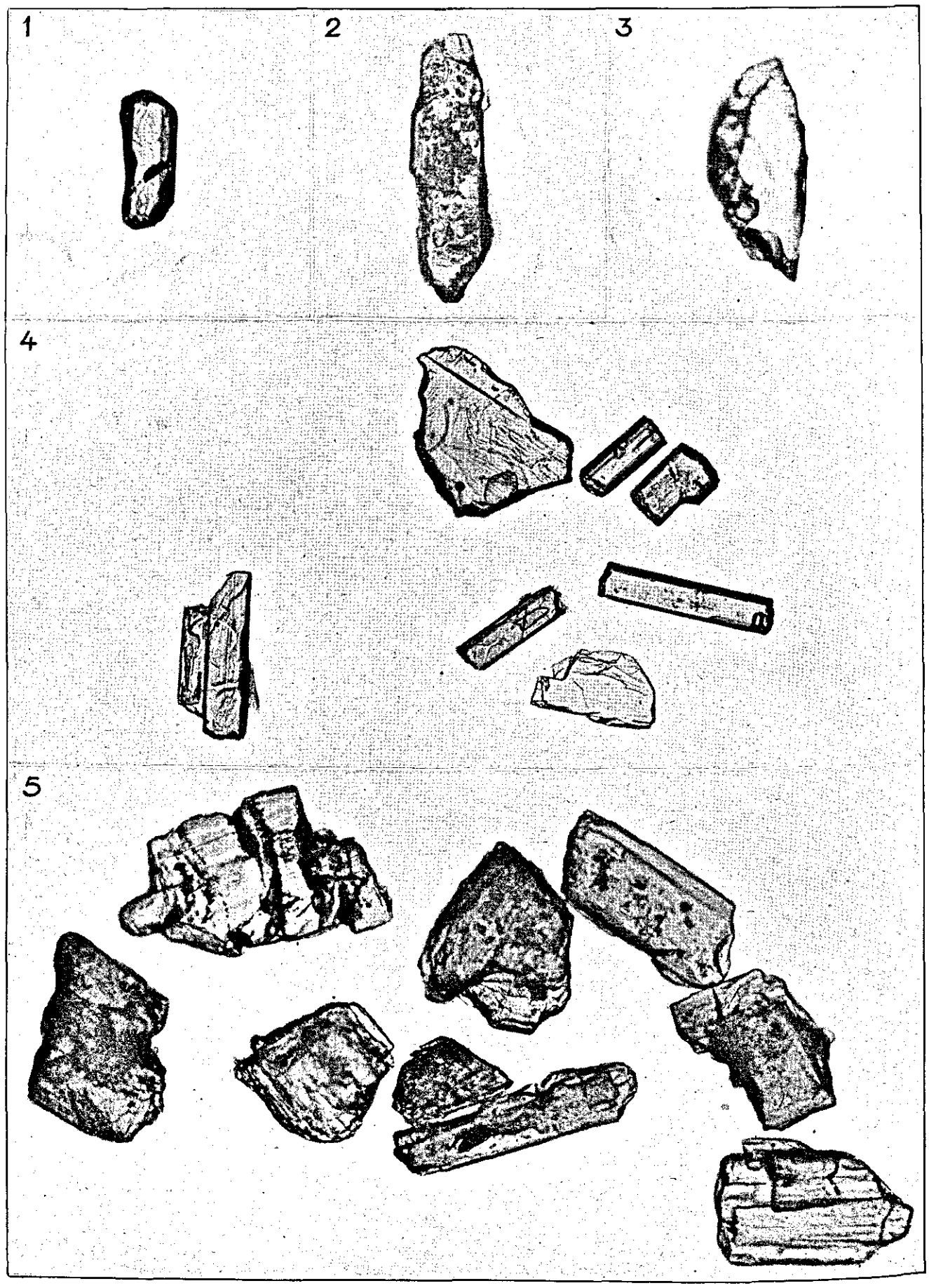
Afmetingen. 20 μ tot 2 mm.

ENSTATIET

(Plaat VI fig. 4)

Voorkomen. Prisma's en plaatjes, soms zuiver kwadratisch in doorsnede, de plaatjes soms met de aanduiding, opgebouwd te zijn uit naast elkaar liggende prisma's.
Breuk. Scherpkantig.
Splijtbaarheid. Rechthoekig, onvolkomen.
Kleur. Kleurloos, zeer lichtgroen.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Waterhelder.
Pleochroïsme. Zwak pleochroïtisch van geelgroen O.—W. tot blauwgroen N.—Z.
Soortelijk gewicht. Lichter dan 3.2.
Brekingsindex. $\pm$ 1.66.
Dubbelbreking. 0.008.
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.
Assenbeeld. Tweeassig, positief. Assenhoek 2 V = 65°. Symmetrische dispersie $\varsigma < v$.
Bijzonderheden. Tweelingen volgens prismazijden.
Afmetingen. 50 × 50 × 225 μ.

PLAAT VI

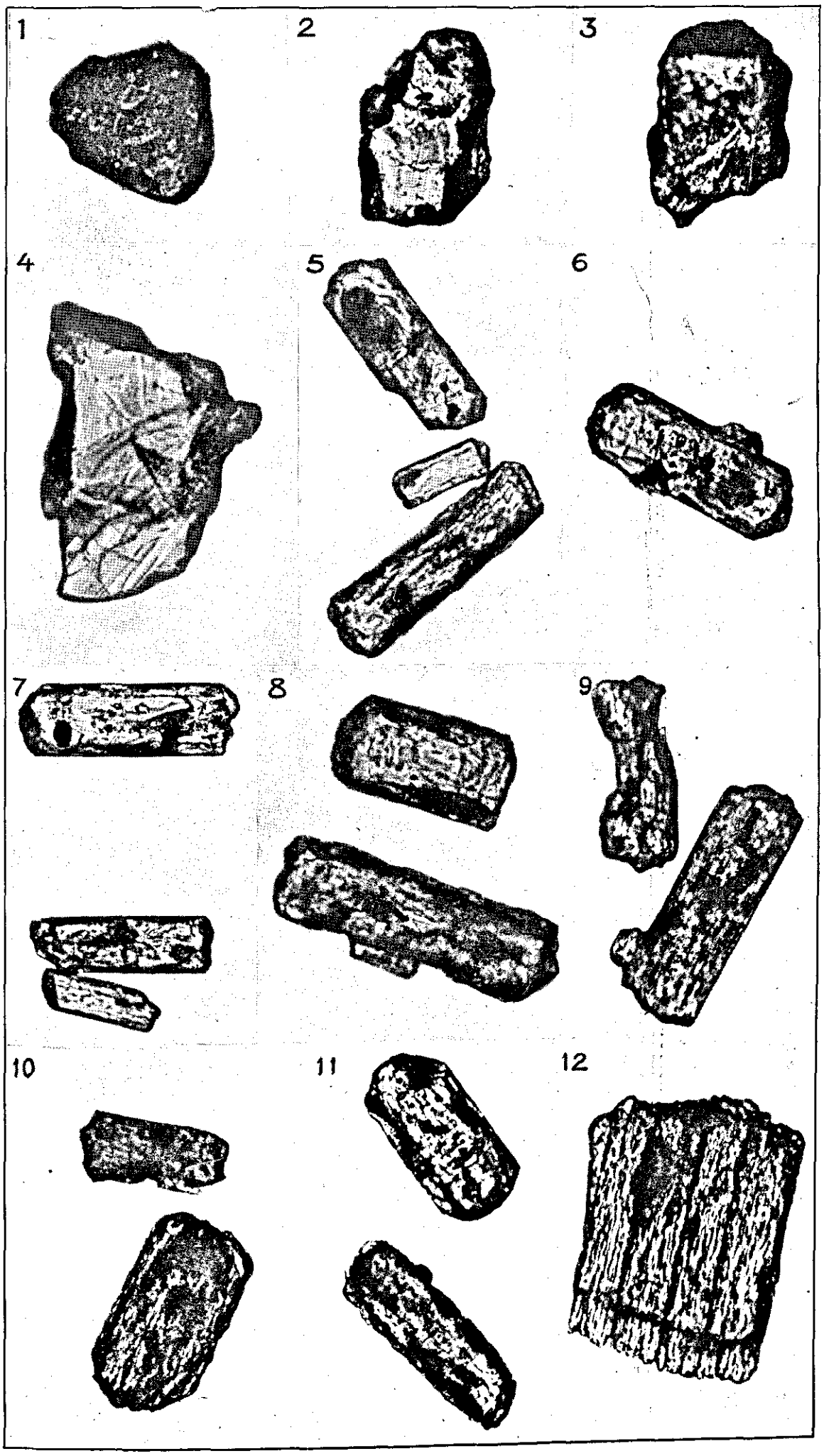


PLAAT VI

1	Diopsied ..	Profiel 2	I 125	(120 ×)
2	Diopsied ..	Profiel 3	I 141	(90 ×)
3	Epidoot ..	Profiel 1	I 110	(100 ×)
4	Enstatiet ..	Profiel 2	I 124	(97 ×)
5	Glaukofaan	Profiel 2	I 127	(110 ×)

PLAAT VII

1	Granaat ..	Profiel 3	I 154	(55 ×)
2—4	Granaat ..	Profiel 4	I 171	(70 ×)
5—12	Hypersteen	Profiel 4	I 170	(94 ×)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

EPIDOOT

(Plaat VI fig. 3)

Voorkomen. Onregelmatig begrensde korrels en splinters; afgeronde plaatjes.
Breuk. Schelpvormige breuk.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Kleur. Kleurloos, geel, groengeel.
Glans. Glasglans tot dof.
Doorzichtigheid. Waterhelder tot troebeldoorzichtig.
Pleochroïsme. Mooi pleochroïtisch van lichtgeel tot citroengeel, soms onduidelijk pleochroïtisch van lichtgeel tot iets donkerder geel.
Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.3.
Brekingsindex. Iets hooger dan $\pm$ 1.74.
Dubbelbreking. 0.035.
Uitdoovingshoek. Niet waargenomen.
Assenbeeld. Tweeassig, negatief, 2 V ongeveer 70°. Geringe hellende dispersie $\varsigma > v$.
Bijzonderheden. Insluitsels o.a. magnetiet, waardoor het epidoot door de naald wordt aangetrokken. Gasinsluitsels.
Soms vergroeid aangetroffen met verweerd veldspaat.
Afmetingen. Tot 300 μ.

GLAUKOFAAN

(Plaat VI fig. 5)

Voorkomen. Stengelige prisma's, zuiltjes of plaatjes, zelden mooie kristal- of splijtvlakken.
Breuk. Scherpkantige breuk.
Splijtbaarheid. Zeer goede prismatische splijtbaarheid.
Kleur. Blauw, soms geheel of gedeeltelijk ontkleurd. Soms groen, maar dan toch met violetblauw pleochroïsme.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Waterhelder.
Pleochroïsme. Het blauw-gekleurde glaukofaan zeer duidelijk pleochroïtisch van blauw tot violetblauw, het groen gekleurde glaukofaan van groen tot violetblauw.
Soortelijk gewicht. Iets lichter dan 3.2
Brekingsindex. $\pm$ 1.63.
Dubbelbreking. 0.018.
Uitdoovingshoek. Zeer kleine scheeve uitdooving.
Assenbeeld. Tweeassig, negatief. 2 V = 40°, lijkt echter soms op een éénassig assenbeeld.
Bijzonderheden. Soms iets magnetisch.
Afmetingen. 70 $\times$ 125 $\times$ 250 μ.

GRANAAT (GROSSULAAR)

(Plaat VII fig. 1—4)

Voorkomen. Onregelmatig afgeronde stukjes; overblijfselen van tetraëdervorm [1]).
Breuk. Schelpvormige breuk.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Kleur. Kleurloos, zeer lichtgeel.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Waterhelder.
Pleochroïsme. Ontbreekt.
Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.3.
Brekingsindex. Iets hooger dan $\pm$ 1.74.
Uitdoovingshoek. } In alle standen optisch isotroop.
Assenbeeld. }
Bijzonderheden. Niet optisch anomaal.
Afmetingen. 100 $\times$ 200 $\times$ 500 μ.

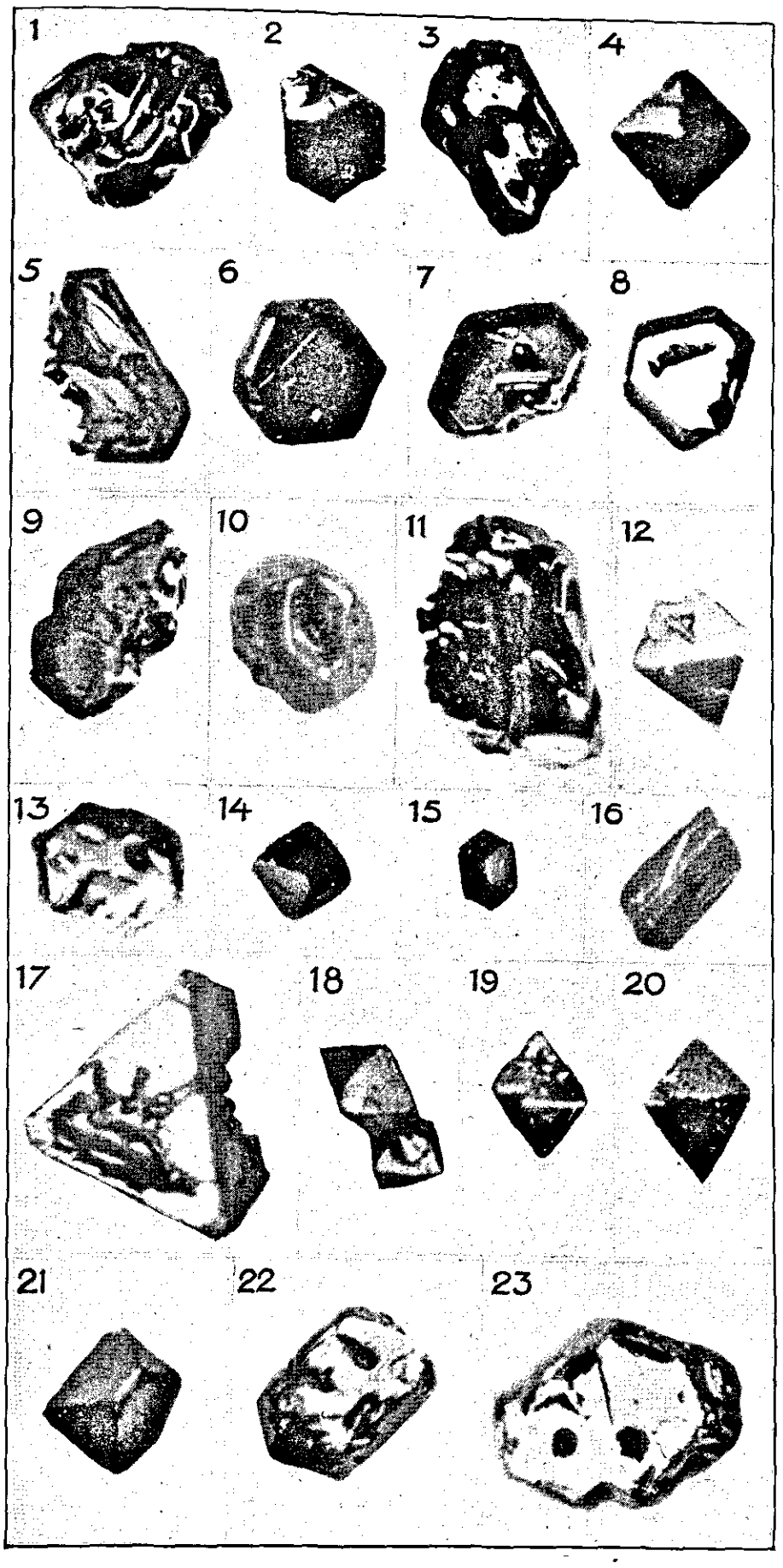
---

[1]) Enkele exemplaren hadden geheel het uiterlijk van min of meer beschadigde tetraëders. Daar ik dezen kristalvorm van granaat niet in de literatuur vermeld vond en o.a. ook GOLDSMITH (35) dezen vorm niet afbeeldt, is het mogelijk, dat het hier een toevallige vorm van granaatsplinters geldt, of een vorm, ontstaan door verschuiving, zooals o.a. fig. 15, Tafel 55, Band 4 van GOLDSMITH, aangeeft en waarmede bovengenoemde exemplaren wel overeenkomst vertoonden. Duidelijke kristalvlakken ontbraken echter.

PLAAT VIII

1—23 Ilmeniet [1]) Profiel 3 (55 ×)

[1]) Opnamen in opvallend licht.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

HYPERSTEEN

(Plaat VII fig. 5—12)

Voorkomen. Prisma's met scherp begrensde, zuiver rechthoekige doorsnede, soms gedekt door dakvormige eindvlakken onder hoeken van 119° en 137°; eindvlakken dikwijls ontbrekend; min of meer afgeronde zuiltjes, soms ingevreten; platte plaatjes, gevormd door naast elkaar liggende prisma's. Overlangs grof of fijn gestreept.

Breuk. Scherpkantig.

Splijtbaarheid. Rechthoekige splijtbaarheid, goede prismatische splijtbaarheid, dikwijls aanleiding gevend tot fijne of grovere, stengelige streping.

Kleur. Lichtgroen, groengeel.

Glans. Glasglans.

Doorzichtigheid. Goed doorzichtig tot matig doorschijnend.

Pleochroïsme. Van bleekgroen (N.—Z.) tot groenbruin (O.—W.), of van donkergroen (N.—Z.) tot lichtgeelbruin (O.—W.), of van lichtbruingroen (N.—Z.) tot geelbruin (O.—W.), al naar de oriënteering der prisma's.

Soortelijk gewicht. Iets lichter dan 3.3.

Brekingsindex. $\pm$ 1.70

Dubbelbreking. Afhankelijk van de oriënteering: 0.013 of 0.002.

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.

Assenbeeld. Tweeassig, negatief. Groote assenhoek. Symmetrische dispersie $\varsigma > v$.

Bijzonderheden. Insluitsels van vloeistoffen, soms twee verschillende, zich niet vermengende vloeistoffen in één insluitsel.

Magnetiet-insluitsels, aanleiding gevend tot magnetisme.

Tweelingen volgens prismavlakken, tot vijfmaal herhaald.

Somtijds is de kleur niet homogeen, opeenhooping van kleurstof langs één der prismavlakken.

Afmetingen. $65 \times 75 \times 160\ \mu$.

„vijfling" $5 \times (54 \times 69 \times 250)\ \mu$.

ILMENIET

(Plaat VIII fig. 1—23)

Voorkomen. Korrels, plaatvormige kristalfragmenten, min of meer volmaakte kristallen, dikwijls onvoltooid of onregelmatig uitgegroeid, dikwijls mooi gevormde kristalvlakken, herinnerend zoowel aan het regulaire als het trigonale stelsel [1].) Etsfiguren, waarvan de begrenzing evenwijdig loopt met de ribben der kristallen.

Breuk. Schelpvormige breuk.

Splijtbaarheid. Niet waargenomen.

Kleur. Zwart, zelden aanloopkleuren. In de dunste splintertjes donkerbruin.

Glans. Pekglanzend tot bijna metaalglanzend.

Doorzichtigheid. Alleen in uiterst fijne splintertjes eenigszins doorschijnend.

Pleochroïsme. Van bruin tot zwart in de dunste splintertjes.

Soortelijk gewicht. Veel zwaarder dan 3.3.

Brekingsindex. Niet bepaald.

Dubbelbreking. Zeer hoog.

Uitdoovingshoek. Niet bepaald.

Assenbeeld. Niet bepaald.

Bijzonderheden. Aanvankelijk leek het, alsof het magnetisme een onderscheiding van magnetiet mogelijk zou maken. Met een magnetisch gemaakte prepareernaald liet magnetiet zich uit een jood-methyleendruppel trekken, terwijl ilmeniet daarin weer terugzonk, zoodra de naald den druppel verliet. Het magnetisme van magnetiet is echter geen goede maatstaf, zooals later aangetoond zal worden (zie pag. 120 e.v.).

Ilmeniet dikwijls bedekt met een korstje verweeringsmateriaal (*leukoxeen*?). Tweelingen o.a. volgens de hoofdas vergroeide octaëders [1]).

Vergroeide hexagonale plaatjes met gemeenschappelijke zijde.

Afmetingen. 150 × 400 × 400 μ.

[1]) Over de oogenschijnlijk regulaire kristalvormen. Zie Bijlage, pag. 177 e.v.

KORUND

(Plaat IX fig. 1—8)

Voorkomen. Plaatvormige kristallen of kristalfragmenten. Soms zeer mooi gefacetteerd. Trigonale vormen of teekening dikwijls waarneembaar.

Breuk. Scherpkantig tot schelpvormig.

Splijtbaarheid. Geen eigenlijke splijtbaarheid, maar zeer goede basische deelbaarheid en eveneens duidelijke prismatische deelbaarheid, waardoor trigonale figuren ontstaan kunnen. (Plaat IX fig. 8).

Kleur. Kleurloos tot lichtblauw, homogeen gekleurd of vlekkig.

Glans. Glas- tot diamantglans.

Doorzichtigheid. Waterhelder tot goed doorzichtig.

Pleochroïsme. In basische doorsneden geen pleochroïsme, in de prismatische zeer mooi van lichtgroen-blauw (O.—W.) tot diep violetblauw (N.—Z.).

Soortelijk gewicht. Iets zwaarder dan 3.3.

Brekingsindex. Iets hooger dan $\pm$ 1.74.

Dubbelbreking. 0.008.

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.

Assenbeeld. Eénassig, negatief.

Bijzonderheden. Het korund werd altijd in basische kristalfragmenten aangetroffen, welke tusschen gekruiste nicols isotroop gelijken en gevaar loopen, indien zij kleurloos zijn, te worden gehouden voor granaat, indien zij blauw zijn, voor spinel. Ze geven dan echter een goed éénassig assenbeeld met negatief teeken. Op een kant geplaatst, dus bij prismatische doorsnede, valt dan onmiddellijk het mooie pleochroïsme op en de dubbelbreking.

Tevens kan men dan „tweelingslamellen" onderscheiden, een kristalfragment van 50 μ dikte bijv. bleek uit 5 lamellen te bestaan, niet waarneembaar in indompelingsvloeistof (joodmethyleen), maar duidelijk in drogen toestand en bij opvallend licht.

Afmetingen. Doorsnede 75—175 μ. Dikte 10—50 μ.

KWARTS

(Plaat IX fig. 9—13)

Voorkomen. Kristallen, min of meer volmaakte hexagonale dubbelpyramiden; hexagonale prisma's gedekt door pyramiden, symmetrisch of scheef gegroeid; scherp gefacetteerd tot bijna bolvormig; fragmenten van kristallen; onregelmatig scherp begrensde stukken, afgeronde korrels.

Soms dwarsgestreept, alleen waar te nemen in drogen toestand bij opvallend licht.

Breuk. Schelpvormig.

Splijtbaarheid. Niet waargenomen.

Kleur. Kleurloos, dikwijls bedekt met bruin huidje. Inwendig somtijds dergelijke bruine vlekken. Soms in drogen toestand melkwit door tallooze insluitsels.

Glans. Glasglans, soms melkachtig dofwit.

Doorzichtigheid. Waterhelder tot doorzichtig.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Lichter dan 2.8 (tenzij zwaarder door insluitsels).

Brekingsindex. $\varepsilon = \pm 1.54$, $\omega = \pm 1.55$.

Dubbelbreking. 0.009. In liggende dubbelpyramiden, zooals deze zich gewoonlijk in het preparaat voordoen, vindt men gewoonlijk 0.0045, daar de hoofdas dan een scherpen hoek met de optische as van het microscoop maakt.

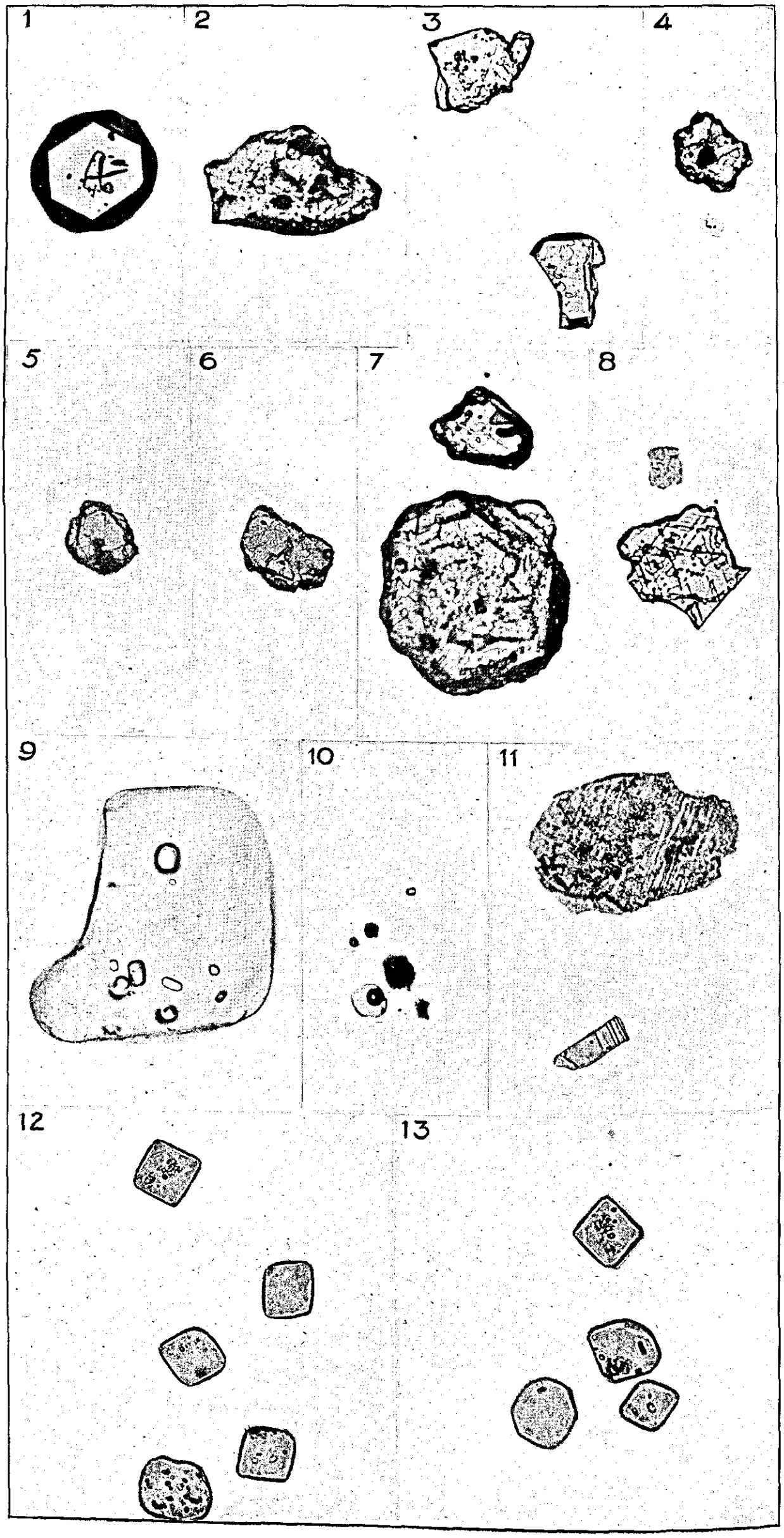
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving. Bij de dubbelpyramiden, welke vooral als ze scheef uitgegroeid zijn en dan ruitvormige, bijna kwadratische of rechthoekige doorsneden kunnen leveren, ligt de hoofdas (een diagonaal van de optische doorsnede) dan N.—Z. of O.—W.

Golvende uitdooving en aggregaatspolarisatie komen voor.

Assenbeeld. Eénassig, positief. Soms schijnbaar tweeassig.

Bijzonderheden. Dikwijls treedt geel- tot bruinkleuring op door oppervlakkige huidjes, welke met de door O. TAMM (72) aanbevolen oplossing verwijderd kunnen worden. De kleurstof loopt

PLAAT IX



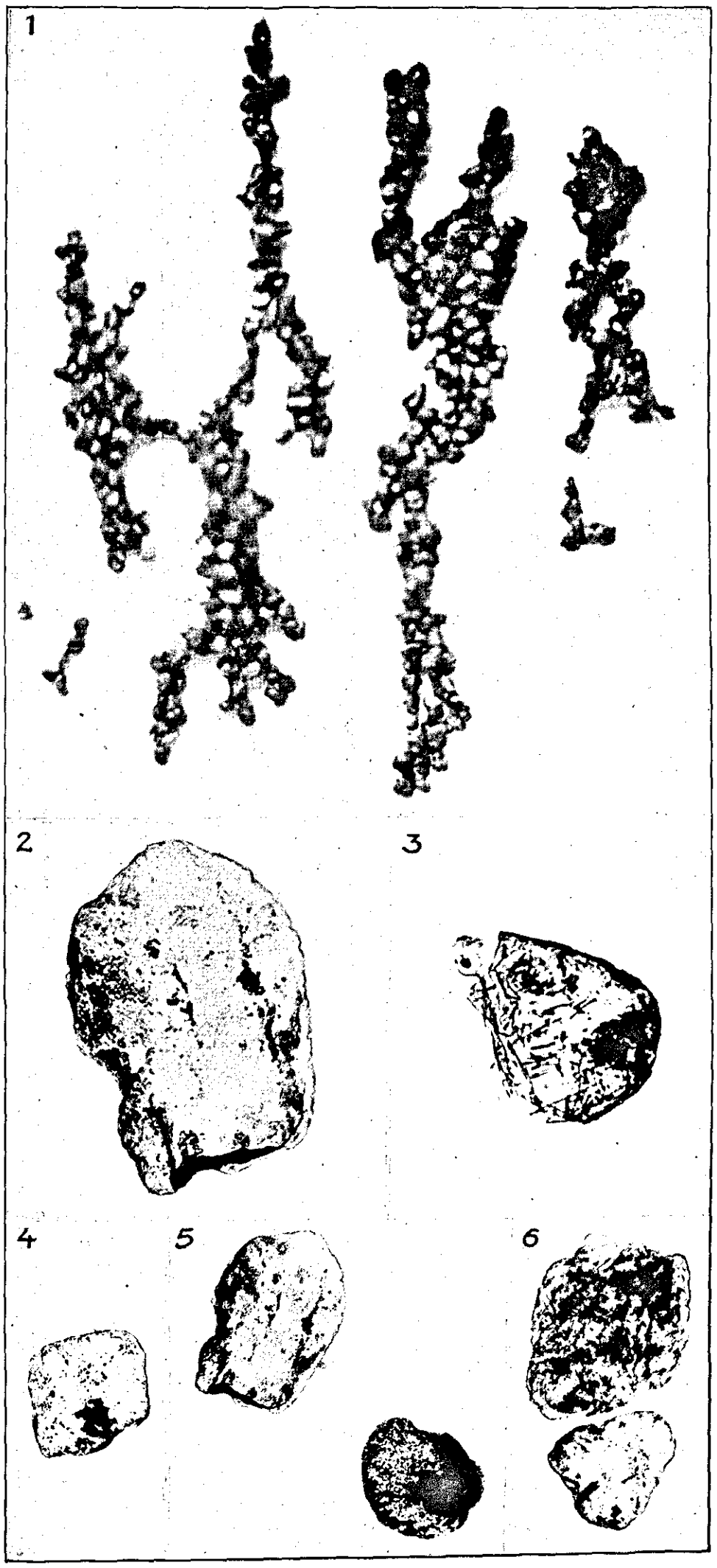
PLAAT IX

1	Korund	Profiel 1	I 107	(170 ×)
2—8	Korund	Profiel 4	I 169	(94 ×)
9	Insluitsels van vloeistof in hexagonale dubbelpyramide van kwarts	Profiel 1	I 118	(70 ×)
10	Vloeistofinsluitsels met libel in kwarts	Profiel 1	I 118	(80 ×)
11	Kwarts met strepen	Profiel 3	I 139	(45 ×)
12—13	Hexagonale dubbelpyramiden van kwarts	Profiel 4	I 168	(97 ×)

PLAAT X

1	Magnetiet onder invloed van een magnetisch krachtveld aaneengerijd[1])	Profiel 1	—	(10 ×)
2—6	Muscoviet	Profiel 2	I 131	(70 ×)

[1]) Opname in opvallend licht.


1
2
3
4
5
6

soms door kristalfragmenten heen volgens onregelmatige vlakken of volgens georiënteerde kristalvlakken.

Vloeistof-insluitsels met beweeglijke libel, naar den vorm van den hospes, korte hexagonale prisma's, gedekt door pyramiden, georiënteerd naar de hoofdas van den hospes. Soms zijn in een oogenschijnlijk vormloos kristalfragment daardoor den oorspronkelijken kristalvorm en de oriënteering te herkennen.

Insluitsels van apatiet, naaldvormig. Vergroeid met helder fleschgroen augiet en met epidoot.

Groeistrepen soms waar te nemen in opvallend spiegelend licht bij droge kristallen. In monster no. 6 komt kwarts voor met ingeëtste figuren: min of meer eivormige, door recht opstaande kanten begrensde, $\pm$ 10 μ diepe figuren, ongeveer overeenkomend met die van fig. 765, Tafel 102, Band 7 van GOLDSCHMIDT (35). De figuren zijn door, eveneens ingeëtste, groefjes verbonden en de lengteassen maken een hoek van 45° met de hoofdas van het kwartskristal. In de groefjes kleine lichaampjes van oogenschijnlijk organischen aard, afmetingen 3 $\times$ 15 μ, lichtgeel gekleurd, recht of gekromd, soms aan ééne zijde, soms aan beide zijden voorzien van uitstulpingen, wellicht zeer kleine sponsnaalden. (Plaat XII, fig. 7).

Afmetingen. Van enkele μ tot 2 mm toe.

Soms opvallend veel hexagonale dubbelpyramiden van 15—35 μ.

LIMONIET

Voorkomen. Klompjes en brokjes, dikwijls nog kristalvlakken toonend en dan oogenschijnlijk tetragonaal of hexagonaal (pseudomorphose?).

Breuk. Onder de naald gemakkelijk uiteenvallend in vormlooze brokjes.

Splijtbaarheid. Niet waargenomen.

Kleur. Roodbruin tot violetbruin.

Glans. Dof, poreus oppervlak.

Doorzichtigheid. Ook in zeer dunne partikeltjes ondoorschijnend.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 2.9, lichter dan 3.3.

Brekingsindex. Ontbreekt.

Dubbelbreking. Ontbreekt.

Uitdoovingshoek. Ontbreekt.

Assenbeeld. Ontbreekt.

Bijzonderheden. Afwisselend van geheel niet magnetisch tot vrij sterk magnetisch. Na gloeien sterker magnetisch. Blijkbaar poreus, bij onderdompelen van droge fragmenten in alcohol of benzol ontwijken gasbelletjes. Lost niet merkbaar op in verdund zoutzuur, ook niet bij verwarming.

Afmetingen. 500 × 600 × 600 μ.

MAGNETIET

(Plaat X fig. 1)

Voorkomen. Meer of minder volmaakte octaëders; scherp gefacetteerd of afgerond; dikwijls onvolmaakt of afgebroken; onregelmatige, nauwelijks kristalvlakken toonende korrels; groeistrepen op de octaëdervlakken.

Breuk. Niet waargenomen.

Splijtbaarheid. Soms duidelijk pseudo-splijtbaarheid, tengevolge van polysynthetische tweelingslamellen.

Kleur. IJzerzwart, bruinzwart, donkerbruin.

Glans. Half-metaalglanzend, meestal dof.

Doorzichtigheid. Ondoorzichtig.

Pleochroïsme. Niet waargenomen.

Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.3.

Brekingsindex. Niet waargenomen.

Bijzonderheden. Over het algemeen goed magnetisch. Met de magnetische naald in sliertjes en bosjes uit de indompelingsvloeistof te trekken. In preparaten gewoonlijk elkaar aantrekkend, vooral onder invloed van een magnetisch veld en dan typische sliertjes vormend (fig. 1).

Sommige octaëders vertoonen bij opvallend licht in drogen toestand duidelijk pseudo-splijtbaarheid tengevolge van polysynthetische tweelingsvorming, welke dan gemakkelijk door drukken met de naald uiteenvallen in kleinere stukjes, volgens die vlakken.

Veelvuldig voorkomend als insluitsel in amfibool, biotiet, muscoviet, augiet, hypersteen, andalusiet, epidoot, toermalijn en zirkoon en daaraan magnetisme verleenend. (Over magnetisme zie ook pag. 120 e.v.).

Afmetingen. Als insluitsel microscopisch klein, o.a. in biotiet, waaraan het daardoor een grauwgroene kleur verleent.

In octaëders tot 1.5 mm.

MUSCOVIET

(Plaat X fig. 2—6)

Voorkomen. Splijtblaadjes, afgeronde, gekartelde of rechtlijnig begrensde omtrek.
Breuk. Scherpkantig.
Splijtbaarheid. Uitnemende basische splijtbaarheid.
Kleur. Soms bruingeel gevlekt door ingesloten ijzeroxyde, meestal kleurloos.
Glans. Paarlmoerglanzend.
Doorzichtigheid. Goed doorschijnend.
Pleochroïsme. Ontbreekt.
Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 2.8. Lichter dan 3.2.
Brekingsindex. $\pm$ 1.61.
Dubbelbreking. In de splijtblaadjes zeer gering, daar men dan $\gamma - \beta = \pm$ 0.006 berekent. Moeilijk door compensatie vast te stellen.
In dikkere pakjes splijtblaadjes, op een prismakant gezien, hooge dubbelbreking.
Uitdoovingshoek. In splijtblaadjes uitdooving moeilijk waar te nemen.
Assenbeeld. Daar de spitse bissectrix ongeveer loodrecht op 't splijtvlak staat in de splijtblaadjes mooie assenbeelden, tweeassig, negatief. 2 V = $\pm$ 60°. (Hellende) dispersie $\varsigma > v$
Afmetingen. 40 × 250 × 350 μ.

ORTHOKLAAS

(Plaat XI fig. 1)

Voorkomen. Prismatische kristalfragmenten, vrijwel rechthoekig.
Splijtbaarheid. Rechthoekige splijtbaarheid.
Breuk. Scherpkantig.
Kleur. Kleurloos.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Waterhelder.
Pleochroïsme. Ontbreekt.
Soortelijk gewicht. Lichter dan 2.8.
Brekingsindex. $\pm$ 1.52.
Dubbelbreking. 0.006.
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.
Assenbeeld. Tweeassig, negatief.
Afmetingen. 35—60 μ.

PLAGIOKLAAS (ANDESIEN, ANDESIEN-OLIGOKLAAS, OLIGOKLAAS)

(Plaat XI fig. 2—8)

Voorkomen. Door mooie splijtvlakken of kristalvlakken begrensde stukjes; onregelmatige kristalfragmenten; zonaal gebouwde veellingen; uit lamellen bestaande veellingen. Waargenomen hoeken tusschen de kristalvlakken 58° tot 50°.

Splijtbaarheid. Goede, bijna rechthoekige of kleine scheefhoekige splijtbaarheid (tot 7°). Goede prismatische splijtbaarheid.

Breuk. Onvolkomen, scheefhoekige breuk. Bij lichten druk tusschen twee objectglazen versplinterend en uiteenvallend in tallooze microscopisch kleine, onregelmatig begrensde schilfertjes.

Kleur. Kleurloos.

Doorzichtigheid. Waterhelder of gedeeltelijk minder doorzichtig door zonalen bouw of insluitsels.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Lichter dan 2.8.

Brekingsindex. Van $\pm$ 1.53 tot $\pm$ 1.55.

Dubbelbreking. 0.007.

Soms iets optisch anomaal. In zonaal gebouwde veellingen niet te bepalen.

Uitdoovingshoek. Van bijna recht tot $\pm$ 18°.

Assenbeeld. Tweeassig, negatief. Zeer groote assenhoek.

Bijzonderheden. Insluitsels van vloeistof met beweeglijke gaslibel, soms naar den vorm van den hospes. Gerangschikt volgens de zones, langgerekt, kwadratisch of iets afgerond in doorsnede.

Afmetingen. Tot 150 × 360 × 600 μ.

RUTIEL

(Plaat XI fig. 9)

Voorkomen. Onregelmatig gevormde korrels; nu en dan overblijfselen van prismatischen vorm met kwadratische doorsnede.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Breuk. Schelpachtig.
Kleur. Donkerrood, roodbruin.
Glans. Metaalglans tot diamantglans.
Doorzichtigheid. In dikke korrels vrijwel ondoorzichtig, in dunnere fragmenten tamelijk goed doorschijnend.
Pleochroïsme. Niet waargenomen.
Soortelijk gewicht. Veel zwaarder dan 3.3.
Brekingsindex. Zeer moeilijk te bepalen door de eigen kleur, in dunnere fragmenten duidelijk hooger dan $\pm$ 1.74.
Dubbelbreking. Eveneens zeer moeilijk te bepalen door eigen kleur, in de dunste fragmenten nog hooge interferentiekleuren.
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.
Assenbeeld. Niet waargenomen.
Bijzonderheden. Algemeen in de literatuur vermelde streping niet waargenomen.
Afmetingen. $30 \times 30 \times 80\ \mu$.

SPONSNAALDEN (EN ANDERE ORGANISCHE OVERBLIJFSELEN)

(Plaat XII fig. 1—6)

Voorkomen.

Eénassige [1]) naalden, recht of zwak gekromd, voorzien van een kanaal, aan beide zijden open, aan eene zijde toegespitst, sommige kleine exemplaren langs de geheele zijde open.

Bij 50 × vergrooting geen teekening op de oppervlakte waar te nemen.

Kleur.

Kleurloos, glashelder.

Brekingsindex. ± 1.46.

Dubbelbreking. Optisch isotroop.

Afmetingen. Tot 65 × 1000 μ, doorsnede kanaal 15 μ.

Bijzonderheden. Uit de groote afmetingen en den lagen brekingsindex moet worden afgeleid, dat de sponsnaalden overblijfselen zijn van kiezelsponsen, zeer waarschijnlijk allen Monactinellidae (VON ZITTEL, CAYEUX), of wellicht enkele Hexactinellidae (CAYEUX, 45, Planche XXXV, α en β).

Diatomeeën. Zuiver cirkelvormige schalen van kiezelzuur; plat, zéér weinig bol oppervlak; teekening van zeshoeken, aansluitend als honingraatcellen, van het middelpunt naar den omtrek toe in grootte afnemend. Aan den rand geen pijlvormige teekeningen of dorentjes. Geheel of gedeeltelijk bedekt met globulieten van zwavelijzer (zie pag. 99) Grootte 40 tot 120 μ.

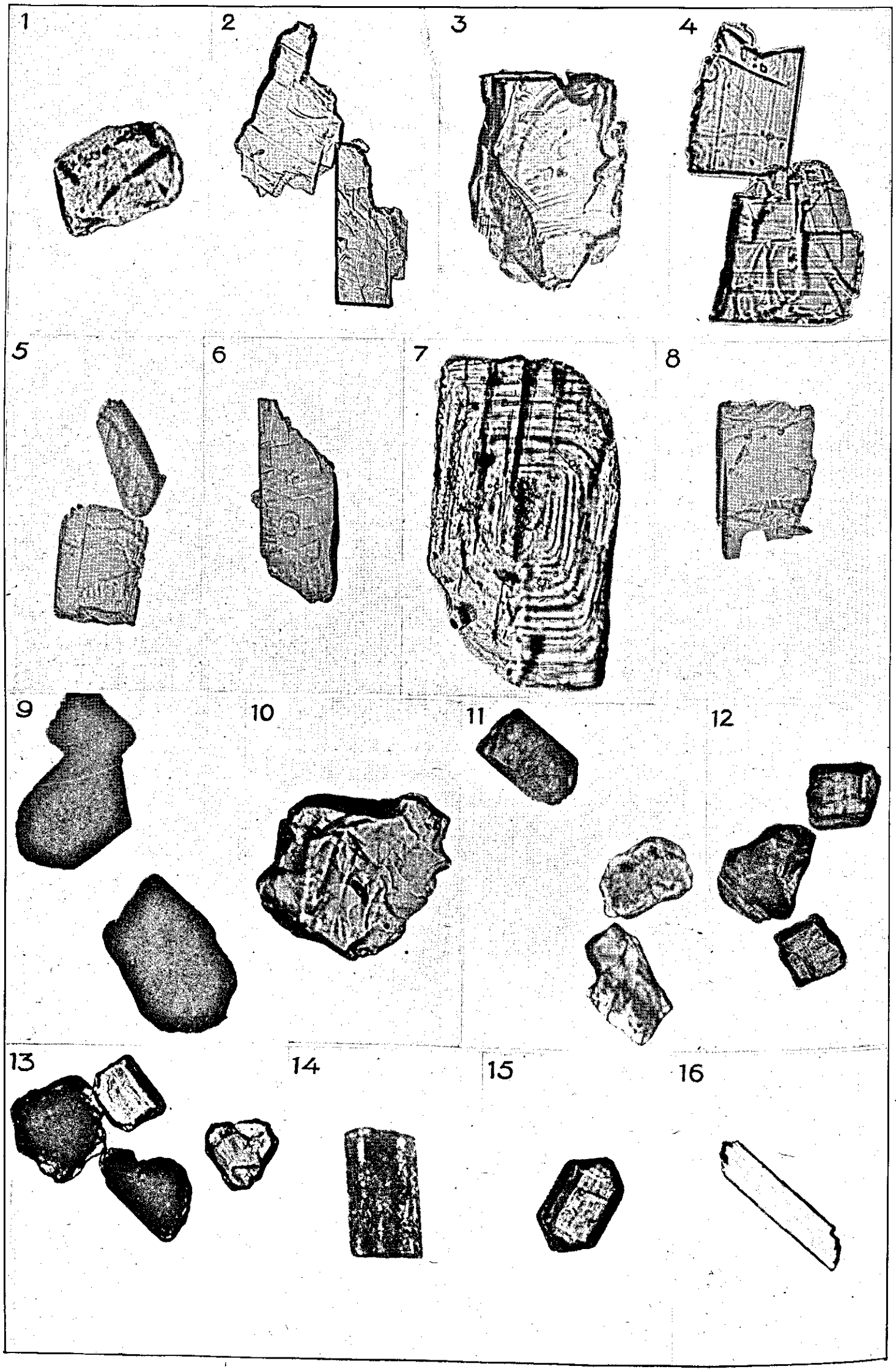
De Heer J. HOFKER te 's-Gravenhage was zoo vriendelijk een exemplaar te identificeeren als *Coscinodiscus Subbulliens, Jörg* (BRANDT en APSTEIN, Nordischer Plankton, 26*a*). Ofschoon deze Coscinodiscus in bovengenoemd werk alleen geciteerd wordt uit Noordelijk Plankton, is het niet opmerkelijk, dat hij ook in de tropen zou voorkomen, daar bij de diatomeeën dergelijke groote verspreidingsgebieden geen uitzondering zijn.

Coscinodiscus subbulliens komt recent voor in zeewater, op ondiepe, slijkerige plaatsen, zooals bijv. de wadden.

---

[1]) Niet te verwarren met *optisch* éénassig!

PLAAT XI

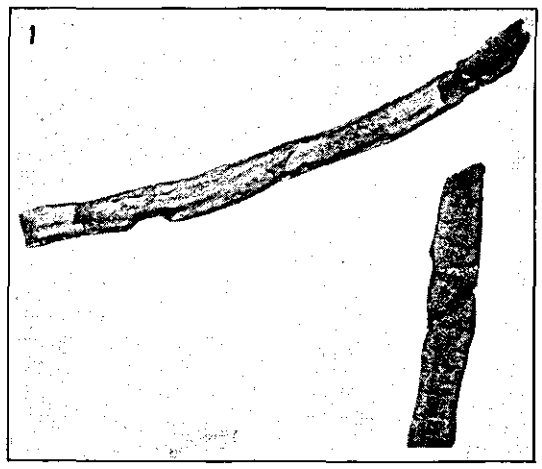


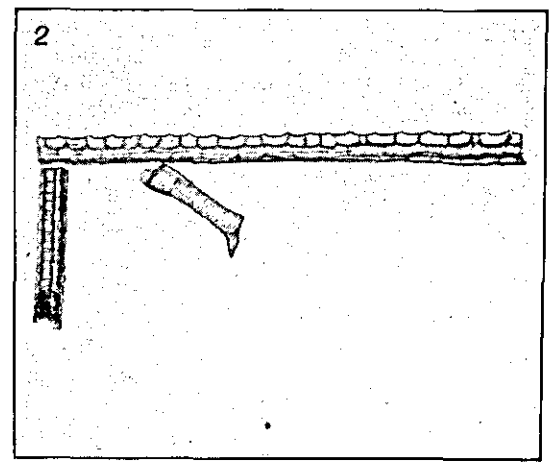
PLAAT XI

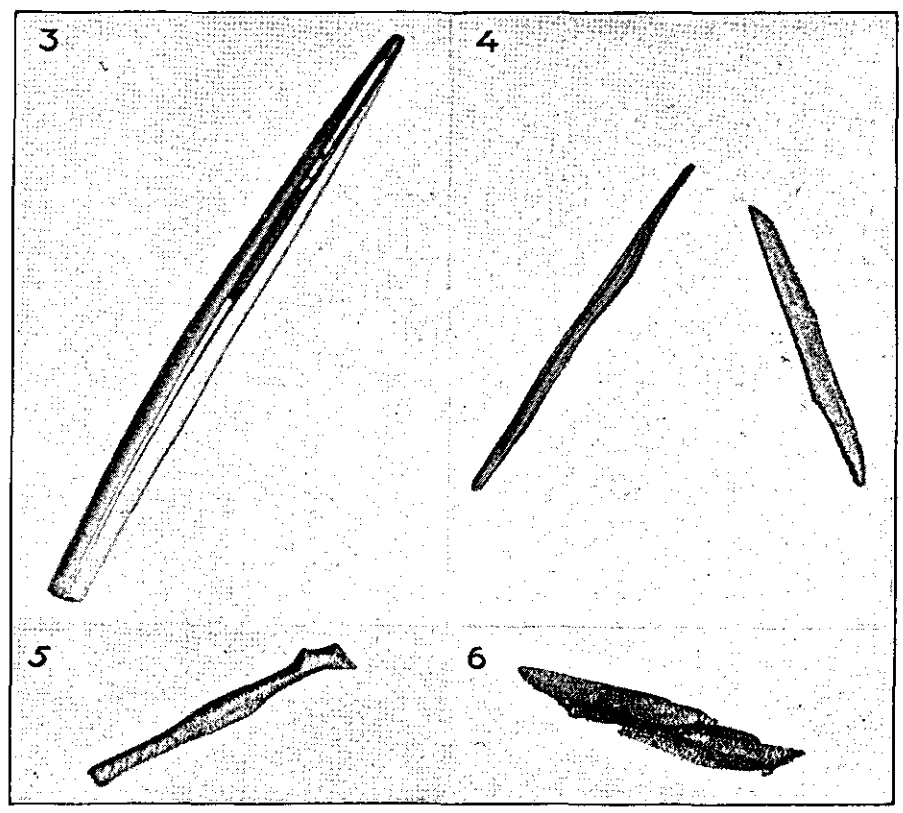
1	Orthoklaas	Profiel 3	I 145	(160 ×)
2—6	Plagioklaas	Profiel 4	I 186	(80 ×)
7	Plagioklaas	Profiel 4	I 185	(77 ×)
8	Plagioklaas	Profiel 4	I 186	(80 ×)
9	Rutiel	Profiel 1	I 108	(150 ×)
10—13	Toermalijn.....	Profiel 1	I 106	(92 ×)
14	Toermalijn (hexagonaal zuiltje) ..	Profiel 2	I 135	(100 ×)
15	Topaas	Profiel 2	I 129	(220 ×)
16	Tremoliet	Profiel 3	I 140	(170 ×)

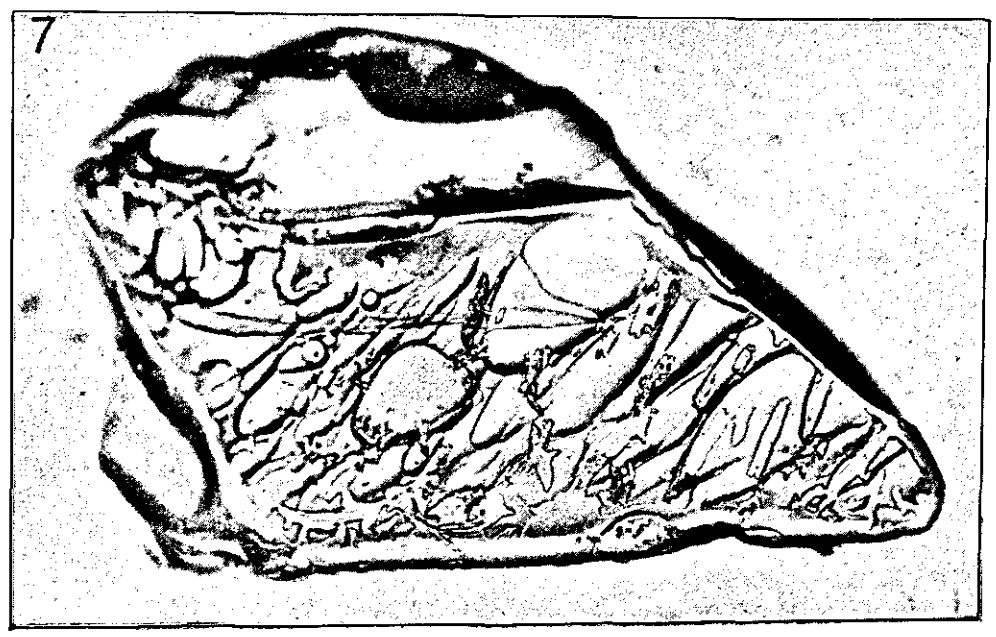
PLAAT XII

1	Houtvaten	Profiel 6	I 205	(35 ×)
2	Verkiezelde organismen en libriformvezel	Profiel 6	I 205	(35 ×)
3	Sponsnaald	Profiel 6	I 205	(70 ×)
4	Libriformvezel en Sclerenchym	Profiel 6	I 205	(70 ×)
5—6	Libriformvezels	Profiel 6	I 205	(70 ×)
7	Kwarts met etsfiguren waarin organismen	Profiel 6	I 206	(90 ×)


1


2


3
4
5
6


7

Verkiezelde plantaardige vezels. Naaldvormige verkiezelingen, recht, over de geheele lengte dezelfde dikte of zeer weinig dunner wordend, met oppervlakkige, netvormige teekening, kan men zich ontstaan denken door opvulling van intercellulaire holten in plantaardige weefsels, waarbij de teekening kan ontstaan zijn als afdruk van de omringende cellen. Deze verkiezelingen zijn kleurloos, glashelder en komen voor in afmetingen van 65 × 1300 μ.

Plaatvormige fragmenten van amorf kiezelzuur met oppervlakkige ribben en teekeningen maken ook geheel den indruk van te zijn ontstaan door afzettingen van kiezelzuur op plantenresten.

Libriformvezels (*Sclerenchym*). Aan beide einden toegespitste vezels, somtijds met de einden aan elkaar gekit, bedekt met o.a. zeshoekige stippels. Opaliseerend of kleurloos, half doorschijnend, in opvallend licht wit. Afmetingen tot 40 × 600 μ.

Tracheïden. Aan beide einden toegespitste, dikwijls afgeplatte vezels, glad of voorzien van enkele streepjes. Waterhelder of half doorschijnend. Afmetingen tot 40 × 600 μ.

Houtvaten. Rolronde, toegespitste of rechtafgebroken vezels, recht of zwak gekromd, tusschenwanden dikwijls nog duidelijk zichtbaar. Bedekt met talrijke hofstippels. Half doorschijnend, geelwit, in opvallend licht melkwit. Afmetingen tot 120 × 1500 μ.

STAUROLIET

Voorkomen. Onregelmatig gevormde scherpkantige fragmenten; afgeronde korrels, somtijds iets prismatisch of afgeplat, plaatvormig.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Breuk. Scherpkantig tot schelpvormig.
Kleur. Bruinrood, bruin.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Matig doorzichtig. In verbrijzelde fragmenten (dikte $\pm 5\ \mu$) goed doorzichtig.
Pleochroïsme. Duidelijk pleochroïsme fletsbruin N.—Z., bruinrood O.—W.
Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.2.
Brekingsindex. Door de eigen kleur moeilijk te bepalen, ongeveer $\pm$ 1.74.
Dubbelbreking. Niet gemeten, vrij laag.
Uitdoovingshoek. Niet waargenomen.
Assenbeeld. Tweeassig. Teeken kon niet bepaald worden, daar de waargenomen assenbeelden niet duidelijk genoeg waren.
Bijzonderheden. Magnetiet-insluitsels, waardoor magnetisch.
Afmetingen. $20 \times 40 \times 80\ \mu$.

TOERMALIJN

(Plaat XI fig. 10—14)

Voorkomen. Rechthoekige prisma's of rechthoekige plaatjes; goed begrensde kristalvlakken of min of meer afgerond; onregelmatige stukjes met één of meer platte kanten; zeshoekige zuiltjes met scherpe ribben en gladde kristalvlakken.

Breuk. Schelpvormig-oneffen.

Splijtbaarheid. Niet waargenomen.

Kleur. Zeer flets lichtgeel, donkergeel, bruin, lichtgrijs, violet, blauw, donkerblauw, zwart.

Glans. Glasglans.

Doorzichtigheid. De lichtgekleurde fragmenten goed doorschijnend, de donkere matig doorschijnend.

Pleochroïsme. Lichtgrijs tot donkerblauw; lichtviolet tot donkerbruin; lichtblauw tot blauwzwart; lichtbruin tot donkerbruin of violet.

Grootste absorptie altijd bij oriënteering O.—W.

Zuilvormige mineralen, met de kristalas evenwijdig aan de microscoopas, vertoonen altijd sterke absorptie, in alle standen zwart, daar de ordinaire straal het sterkst wordt geabsorbeerd.

Soortelijk gewicht. Lichter dan 3.3.

Brekingsindex. $\pm$ 1.64.

Dubbelbreking. 0.020.

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.

Assenbeeld. Eénassig, negatief, zeer moeilijk waar te nemen door de groote absorptie in vertikalen stand; het best bij dunne fragmenten en in hellenden stand.

Bijzonderheden. Insluitsels van magnetiet.

Het duidelijke pleochroïsme, met sterkste absorptie O.—W. vormt een der gemakkelijkste herkenningsteekens.

Afmetingen. $100 \times 100 \times 150\ \mu$.

TOPAAS

(Plaat XI fig. 15)

Voorkomen. Prisma's, gedekt door pyramiden, vrijwel kwadratisch in doorsnede. Overlangs fijn gestreept.
Breuk. Niet waargenomen.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Kleur. Stroogeel.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Matig doorschijnend.
Pleochroïsme. Stroogeel O.—W. tot donkergeel N.—Z.
Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.2.
Brekingsindex. $\pm$ 1.63.
Dubbelbreking. 0.007.
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.
Assenbeeld. Tweeassig, positief, symmetrische dispersie $\varsigma > v$. Assenhoek 2 V $= \pm 65°$.
Afmetingen. $50 \times 50 \times 90\ \mu$.

Pykniet. Hiertoe werden gerekend onregelmatig begrensde stukjes van een, vooral na koken met verdund salpeterzuur, gemakkelijk uiteenvallend mineraal, dat, oogenschijnlijk optisch isotroop, bij sterke vergrooting tusschen gekruiste nicols radiaal-vezelig bleek te zijn, kenbaar aan zwarte kruisjes, waarvan de armen bij draaien aan de objecttafel evenwijdig aan de kruisdraden blijven. Kleur geel, goed doorzichtig. Pleochroïsme ontbrekend. Zwaarder dan 3.2. Brekingsindex $\pm$ 1.60.

VULKANISCH GLAS

Voorkomen. Onregelmatig begrensde stukjes; schilfers; somtijds bestaand uit verschillend gekleurde, samengesmolten slieren.
Breuk. Schelpvormig.
Splijtbaarheid. Ontbreekt.
Kleur. Donkerbruin, bruingroen, lichtbruin, kleurloos.
Glans. Glasglans.
Doorzichtigheid. Matig doorschijnend tot waterhelder.
Pleochroïsme. Ontbreekt.
Soortelijk gewicht. Van lichter dan 2.9 tot zwaarder dan 3.2.
Brekingsindex. Van $\pm$ 1.50 tot $\pm$ 1.68 en zelfs tot $\pm$ 1.74.
Dubbelbreking.
Uitdoovingshoek. } Optisch isotroop.
Assenbeeld.
Bijzonderheden. Opmerkelijk zijn zoowel het hooge soortelijk gewicht van meer dan 3.2 en de brekingsindex van $\pm$ 1.74, welke ik een enkele maal aantrof, en welke in de literatuur, voor zoover mij bekend, niet vermeld worden.
Afmetingen. Tot 50 $\times$ 100 $\times$ 500 μ.

IJZERALUIN (VEDERALUIN)

(Plaat XIII fig. 1—5)

Voorkomen. Uitbloeiingen, efflorescenties; rechte of gekromde vezelige aggregaten; rechte naaldvormige kristallen.
Breuk. Niet waargenomen.
Splijtbaarheid. Niet waargenomen.
Kleur. Wit of kleurloos.
Glans. Zijdeglanzend.
Doorzichtigheid. Goed doorzichtig tot waterhelder.
Pleochroïsme. Ontbreekt.
Soortelijk gewicht. Tusschen ± 1.70 en ± 1.80.
Brekingsindex. ± 1.48.
Dubbelbreking. 0.005.
Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.
Assenbeeld. Niet waargenomen.
Bijzonderheden. Bij verhitting in éénzijdig gesloten buisje komt kristalwater vrij, terwijl de rest lichtbruin gekleurd wordt. In water oplosbaar. In de waterige oplossing zijn Fe, Al en SO_4 gemakkelijk aan te toonen. [1])

Laat zich omkristalliseeren uit verdunde oplossing, beter uit geconcentreerde oplossing, waarbij mooi gevormde kristallen optreden, (plaat XIII fig. 5) welke een tweeassig assenbeeld opleveren.

---

[1]) Bij een kwalitatieve analyse, door den Heer W. A. J. OOSTING te Wageningen welwillend voor mij verricht, bleken, behalve bovengenoemde metalen en SO_4 geen metalen of zuurresten, tenzij in sporen, aanwezig te zijn.

ZWAVELIJZER (*vulgo* PYRIET)

Voorkomen. Kleine bolletjes, globulieten, 3 à 4 μ groot, afgezet op organische resten, o.a. op cirkelvormige diatomeeën. (Zie pag. 102.) Gladde kristalfragmenten, plaatvormig, onregelmatig begrensd.

Breuk. Niet waargenomen. De opeengehoopte bolletjes vallen met de naald zeer gemakkelijk uiteen.

Splijtbaarheid. Niet waargenomen.

Kleur. Goudgeel.

Glans. Metaalglanzend.

Doorzichtigheid. Ondoorzichtig.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.3. Door het veel lager soortelijk gewicht van de organische resten, waarop het wordt aangetroffen, soms lichter dan 3.3.

Brekingsindex.
Dubbelbreking.
Uitdoovingshoek.
Assenbeeld.
} Niet te bepalen door de absolute ondoorzichtigheid.

Bijzonderheden. De gewoonlijk beschreven kristalvormen, kubische, octaëdrische of pentagon-dodekaëdrische, werden niet aangetroffen, waarom ik liever niet van pyriet spreek, gelijk zulks steeds geschiedt, maar, op voorstel van Prof. van Baren, van *globulieten* van zwavelijzer. Aan de gladde, oogenschijnlijk door kristalvlakken begrensde, onregelmatige fragmenten, tot 50 μ doorsnede, kon ook geen bepaalden kristalvorm worden waargenomen.

Afmetingen. Bolletjes $\pm$ 3 μ. Kristalfragmenten tot 50 μ doorsnede.

ZIRKOON

(Plaat XIV fig. 1—12)

Voorkomen. Mooi ontwikkelde, goed gefacetteerde kristallen, tetragonale prisma's, aan beide zijden of aan ééne zijde gedekt door pyramidale eindvlakken; symmetrisch of scheef uitgegroeid; slank zuilvormig tot bijna rolronde vormen; somtijds beschadigde kristalvormen.

Breuk. Scherpkantig.

Splijtbaarheid. Niet waargenomen.

Kleur. Waterhelder, kleurloos, somtijds lichtgeel gekleurd.

Glans. Glasglans tot diamantglans.

Doorzichtigheid. Waterhelder.

Pleochroïsme. Ontbreekt.

Soortelijk gewicht. Zwaarder dan 3.3.

Brekingsindex. Duidelijk veel hooger dan $\pm$ 1.74.

Dubbelbreking. 0.055—0.057.

Uitdoovingshoek. Rechte uitdooving.

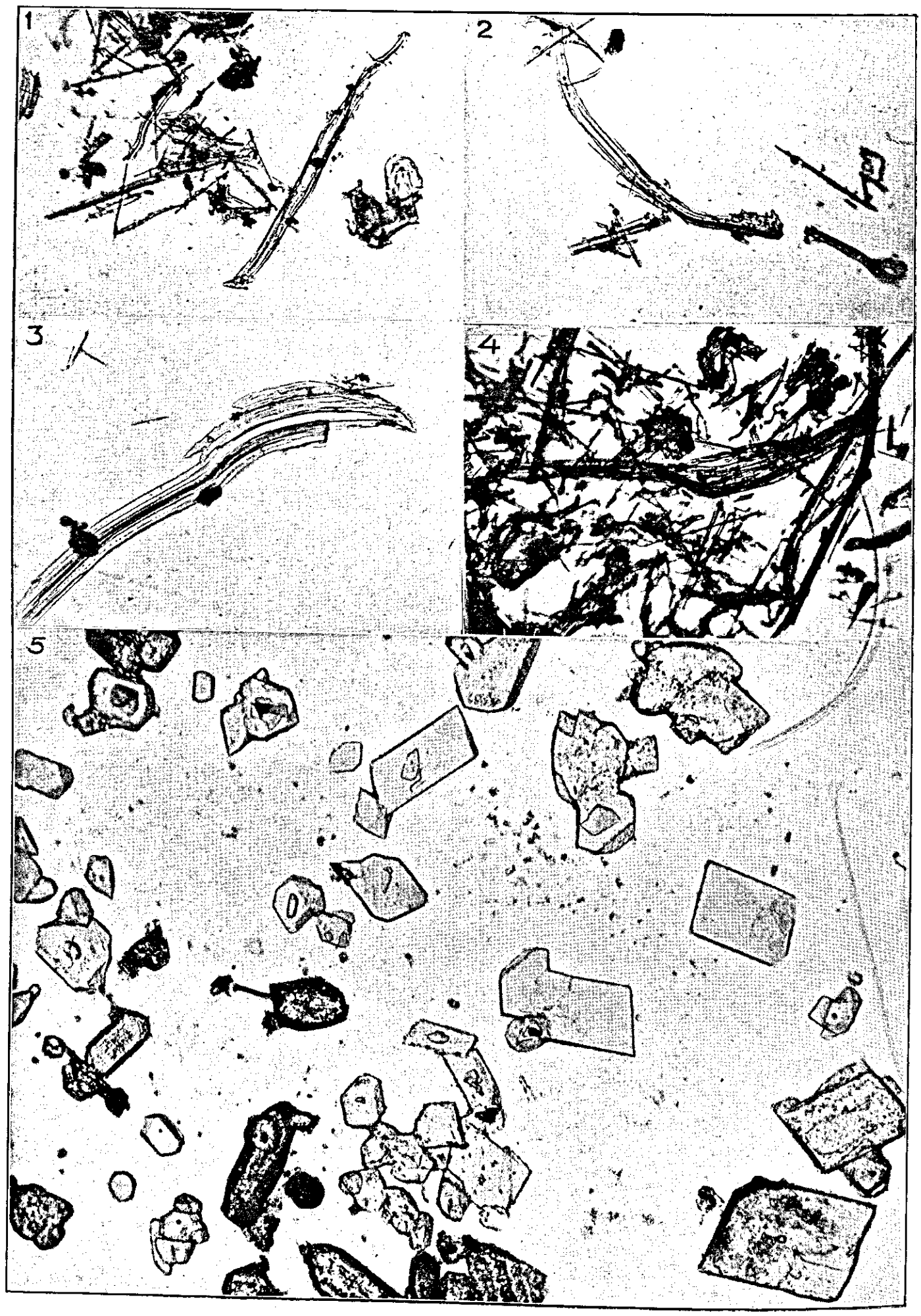
Assenbeeld. Niet waargenomen.

Bijzonderheden. Bijzonder rijk aan insluitsels, o.a. magnetiet.

Afmetingen. Korte prismatische kristallen maximaal 175 $\times$ 175 $\times$ 375 μ.

Lange zuilvormige prisma's zonder eindvlakken tot 30 $\times$ 30 $\times$ 300 μ.

PLAAT XIII

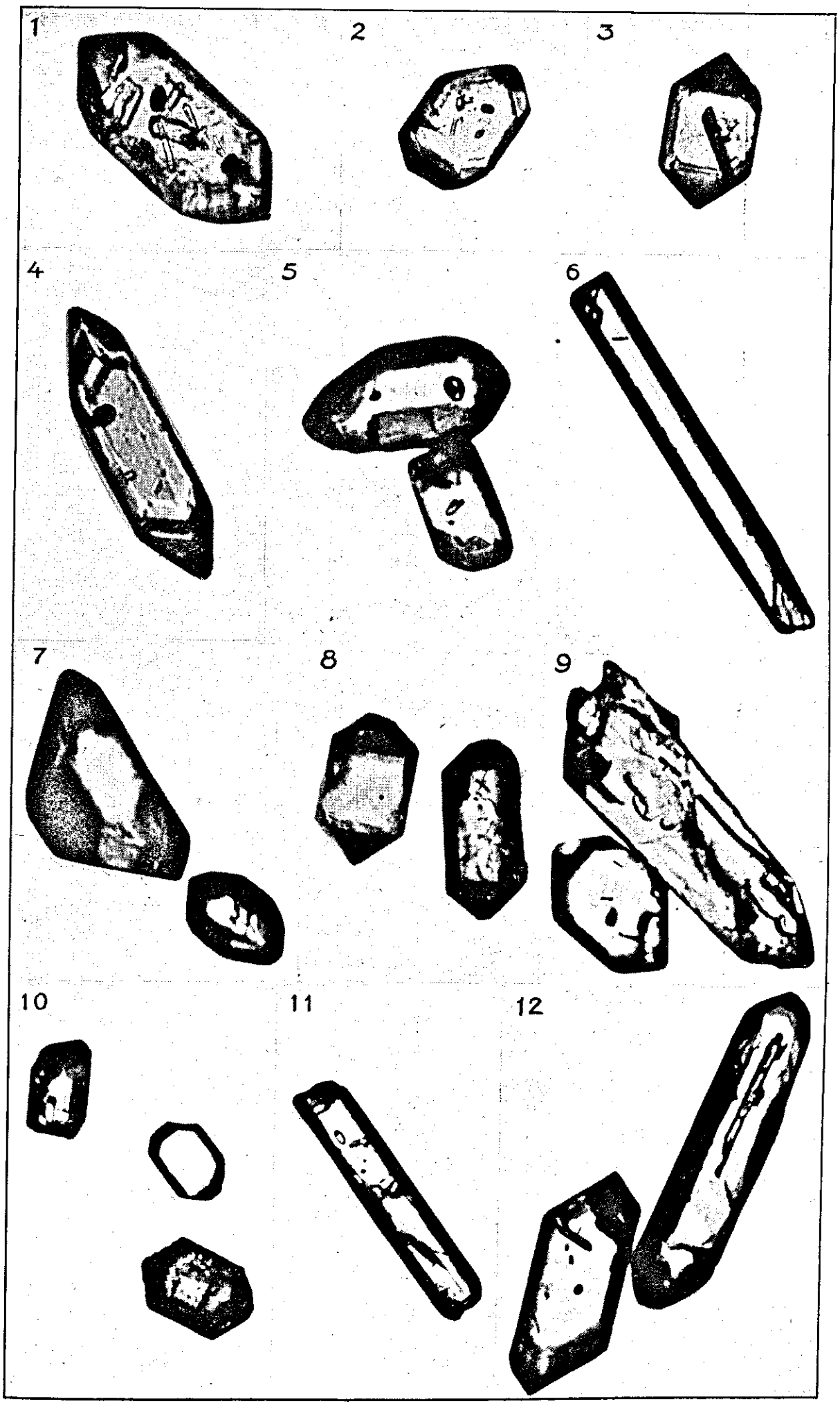


PLAAT XIII

1—4	IJzeraluin (vederaluin). Efflorescenties, rechte en gekromde bundels kristalnaalden	Profiel 6	I 119	(60 ×)
5	IJzeraluin, omgekristalliseerd. uit verzadigde oplossing	Profiel 6	I 121	(160 ×)

PLAAT XIV

1—5	Zirkoon	Profiel 1	I 112	(210 ×)
6	Zirkoon	Profiel 1	I 107	(170 ×)
7—12	Zirkoon	Profiel 1	I 112	(210 ×)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

HOOFDSTUK IV

DE SAMENSTELLING DER ONDERZOCHTE GRONDSOORTEN

Het onderzoek naar de mineralogische samenstelling van een grond kan zijn uitsluitend *kwalitatief* of tevens *kwantitatief*.

In de Inleiding had ik gelegenheid er o.a. op te wijzen, dat DUMONT (19) in 1905 reeds aandrong op het verschaffen van *kwantitatieve* gegevens bij het mineralogisch onderzoek van grondsoorten. *Zuiver kwalitatieve* gegevens zal men dan ook bij mineralogische bodemanalyses in de literatuur slechts zelden ontmoeten, ook al bepaalt de aanduiding van de kwantiteit der aangetroffen mineralen zich slechts tot de volgorde, waarin de mineralen zijn opgesomd, of tot aanduidingen als: „hoofdzakelijk....voornamelijk.....; veel.... of weinig...." De kwalitatieve analyse alléén verschaft toch dikwijls reeds waardevolle gegevens door:

1e Opsomming van de aangetroffen mineralen.

2e Habitus, uiterlijke kenteekenen van mechanische of chemische verweering en afmetingen van de aangetroffen mineralen.

Zoo geeft HOLMES (56) bijv. aan, dat in de sedimenten van zekere Britsche formaties de mineralen in karakteristieke associaties voorkomen, bijv. zou granaat typeerend zijn voor de hiaten tusschen Jura en Plioceen. Aan het uiterlijk van kwartskorrels kan men menigmaal duidelijke verschillen waarnemen, al naar men te doen heeft met verweeringsgrond in situ, verweeringsgrond door en in water afgezet, of door den wind verplaatste gronden.

MILNER (70) wijst er in zijn Inleiding op, dat bij het onderzoek van sedimenten op de aanwezigheid van aardolie, aanvankelijk ijverig gezocht is naar micro-organismen, voornamelijk foraminiferen en algen, omdat men daardoor een basis dacht te leggen voor de determinatie en de correlatie der oliehoudende lagen en de daarmede in verband staande formaties.

Daar de verbreidingsgebieden van die organismen, zoowel naar plaats als naar tijd een groote uitgestrektheid toonden te bezitten, waren de resultaten niet van dien aard als aanvankelijk werd gedacht.

Hiermede wil niet gezegd zijn, dat fossielen niet naast het petrografisch onderzoek een groote waarde kunnen hebben, maar ze kunnen òf eigen zijn aan geheel verschillende formaties, òf geheel ontbreken.

In dat geval kunnen karakteristieke mineralen of karakteristieke groepeeringen van mineralen er voor in de plaats treden. MILNER (70) citeert bijv. het onderzoek van V. C. ILLING, waarbij nauwkeurige, gedetailleerde bestudeering van sterk gestoorde, oliehoudende lagen van Trinidad, waarvan door gebrek aan fossielen de correlatie niet behoorlijk vast te stellen was, zeer bemoedigende resultaten opleverde. Voorts, op een ander gebied, studies van P. G. H. BOSWELL, die voor allerlei takken van industrie, glasblazerijen, gieterijen, aardewerkfabrieken en voor bouwmaterialen van groot praktisch belang bleken te zijn. Het mineralogisch onderzoek heeft daarmede al bewezen van meer dan zuiver academische waarde te zijn en beide onderzoekers komen tot de conclusie, dat het belang van hun onderzoek verder reikt dan het beperkte terrein van hun eigen tak van wetenschap.

Vragen betreffende het ontstaan van een sediment, waarvoor wij ook *grondsoort* kunnen lezen, niet alleen wat de afkomst betreft, maar ook omvattend goed omschreven begrippen van de wijze van transport en de verweering en den aard van de klimaatsomstandigheden bij het tijdstip van de afzetting, kunnen worden beantwoord door systematisch-petrografisch onderzoek van de samenstellende bestanddeelen.

CORNU (75) wijst er op, dat BREITHAUPT een nieuw onderdeel van de mineralogie der gesteenten heeft omschreven en gedoopt als „Paragenesis". De paragenesis omvat de wetten van het tezamenvoorkomen der mineralen, dus overeenkomende met wat men in de biologie een „levensgemeenschap" noemt. De toepassing bleek van het hoogste belang voor de physisch-chemische mineralogie en voor den mijn-ingenieur van groote praktische waarde als grondslag voor het onderzoek naar het voorkomen van ertsen.

Een onderdeel van deze algemeene paragenesis zou men dan den „Paragenesis van den bodem" kunnen noemen, dus de kennis van het onderling verband bij het ontstaan der gesteentevormende mineralen, toegepast op de verweeringsproducten van die gesteenten. MILNER (70) geeft een kort historisch overzicht van het mineralogisch onderzoek van „sedimenten", waarbij aan onzen landgenoot RETGERS (7), „(whose) work was certainly on modern lines and a distinct advance on that of his predecessors", de verdiende lof niet onthouden wordt.

Bij de *kwantitatieve* mineralogische analyse kan men zich afvragen:

1. Welke is de verhouding tusschen de waargenomen groepen van mineralen en de niet op het oog te determineeren rest van den grond?
2. In welke verhouding komen de waargenomen mineralen onderling voor?

Bij de beantwoording van die vragen is men door de ervaring reeds gekomen tot het vaststellen van eenige fundamenteele principes, welke aan het ontstaan van verweeringsbodems ten grondslag liggen, (MILNER, 70). Men heeft achtereenvolgens te maken met de verweering, het transport en de afzetting van het materiaal op een geschikte plaats, onder verschillende omstandigheden.

De mineralogische samenstelling van de sedimenten weerspiegelt in meerdere of mindere mate de natuur van het moedergesteente, waaruit zij zijn ontstaan. De habitus van de mineralen kan inlichtingen geven over den aard en de mate van het transportmiddel. Het weerstandsvermogen tegen chemische en mechanische invloeden zal de samenstelling van de nieuwe afzettingen onmiddellijk beinvloeden, daar alleen de resistente mineralen het transport van den oorsprong naar het afzettingsgebied zullen overleven. Daardoor wordt de „zware fractie", welke juist vele van de chemisch resistente, accessorische mineralen der gesteenten omvat, van een belang, dat anders niet in verhouding zou staan tot het deel dat deze fractie van den geheelen bodem uitmaakt. (Somtijds slechts onderdeelen van 1 %).

Bij overwegend mechanische verweering kan men uit den verweeringsgrond gemakkelijk besluiten tot den aard van het moedergesteente. MERRILL (22) bespreekt de analyse van een glaciale afzetting in Maine en komt aan het eind daarvan tot de conclusie:

„Such a soil is plainly little more than a highly quartzose granite or gneiss in a pulverent condition and in which the agencies of decomposition have scarcely begun their work. Its composition could have been almost foretold by the microscopic examination."

HENDRICK en NEWLANDS (79) komen bij de vergelijking tusschen een glaciale afzetting in Noord-Oost-Schotland en enkele typische Engelsche grondsoorten, o.a. ontstaan uit „krijt met vuursteen", tot een dergelijke conclusie, waarbij zij o.a. als hunne meening uitspreken, dat:

„there is a direct relationship between fresh materials of the geological formation of the district and the material of the soil derived therefrom."

Treedt de chemische verweering meer op den voorgrond dan wordt het vraagstuk van anderen aard en meestal moeilijker op te lossen, de oorspronkelijke mineralen kunnen geheel verdwenen zijn, ze kunnen veranderd zijn in secondaire mineralen of de bestand-

deelen van verschillende verweerde mineralen kunnen te zamen dergelijke secondaire producten hebben gevormd.

In gematigde luchtstreken overweegt dikwijls de mechanische erosie, voor de tropen neemt men gewoonlijk aan, dat de chemische verweering daar den grootsten invloed uitoefent, hoewel men, alvorens deze veronderstelling in alle opzichten als juist te kunnen betitelen, over meer feitenmateriaal zou moeten beschikken dan tot heden het geval is.

In het eenvoudigste geval van bodemvorming, door verweering in situ van het moedergesteente, ontstaat een product, dat door chemische verweering verschillen kan van het moedergesteente, maar toch een duidelijk uniforme samenstelling zal bezitten, welke samenstelling in nauw verband met die van het moedergesteente gebracht worden. Op Java kan hiervoor als typisch voorbeeld gelden de o.a. door WHITE (73) genoemde rantjaminjak, welke ontstaat uit de verweering van mergelige kalksteen en welke dikwijls in situ voorkomt, waarbij zoowel uit de mineralogische samenstelling als uit het geheele profiel het verband tusschen verweeringsproduct en moedergesteente valt af te leiden.

In theorie even eenvoudig is de vorming van een bodem door verplaatsing van een dergelijk verweeringsproduct over bepaalden afstand en afzetting op een daarvoor geschikte plaats. In de praktijk zal men daarbij echter gewoonlijk met meer ingewikkelde omstandigheden rekening moeten houden, ten eerste, doordat vermenging met andere producten dan waarschijnlijker wordt, ten tweede doordat tijdens het transport, behalve chemische veranderingen ook mechanische ontmenging kan plaats vinden. Een voorbeeld hiervan in de tropen geeft WHITE (59) in de ontmenging, die een vulkanische asch tijdens het transport door den wind ondergaat.

Meer voorkomend zal in het algemeen het minder eenvoudige geval zijn, dat het verweeringsproduct van verschillende achter of boven elkander gelegen formaties bijdraagt tot de afzetting. Naarmate de verweering van een dergelijk gebied voortschrijdt, zal de samenstelling van het daaruit afgezette sediment zich in den loop der tijden kunnen wijzigen, doordat de verschillende formaties na elkaar achtereenvolgens overwegenden invloed op de afzetting kunnen krijgen. Bij het afzonderlijk analyseeren van de verschillende deelen van een vertikaal bodemprofiel kan dit in de mineralogische samenstelling tot uiting komen.

Ten slotte kan de toestand zeer ingewikkeld worden, doordat het verweeringsmateriaal bijv. wordt afgezet in een zee en dan door zeestroomingen zijdelings wordt verplaatst en zich vermengt met een even heterogene afzetting uit een ander verweeringsgebied. Men

zal dan in het geheele afzetgebied, door de herhaaldelijke vermenging van allerlei verweeringsproducten, een groote oppervlakkige overeenkomst naar de *kwalitatieve* mineralogische samenstelling verkrijgen, welke slechts plaatselijke, *kwantitatieve* verschillen zal vertoonen door het meer op den voorgrond treden van enkele mineraalsoorten of door duidelijke verschillen in habitus van sommige mineraalsoorten.

Tenslotte wijst MILNER er nog op, dat het voorkomen van typische mineralen geen onfeilbare aanwijzing voor de correlatie van twee afzettingen behoeft te zijn. Daarvoor vormen de „zware" mineralen een te klein deel van het geheel en men mag eerst conclusies trekken uit een nauwkeurig onderzoek, dat alle plaatselijke omstandigheden mede in aanmerking neemt. Hierdoor echter wordt het mineralogisch onderzoek juist van een bijzonder belang voor beperkte oppervlakten, waarvan de wijze van ontstaan volgens algemeene geologische regels gemakkelijk overzien kan worden. Binnen een dergelijk gebied kan een nauwkeurig mineralogisch onderzoek, door de speciale groepeering van mineralen of door geringe physische en optische afwijkingen, waardevolle aanwijzingen geven voor een practisch bruikbare indeeling van overigens oogenschijnlijk homogene gronden, waardoor bijv. een grondkaart met grooter nauwkeurigheid zal kunnen worden samengesteld.

Voor een dergelijk onderzoek zal men natuurlijk moeten beschikken over een aanzienlijke ervaring met allerlei bodemsoorten en een langdurige oefening in het onderkennen van de fijnere nuances der petrografische kenteekenen.

MILNER noemt enkele mineralen, die dikwijls speciaal geschikt zijn voor aanwijzingen betreffende de correlatie, doordat hunne physische en optische eigenschappen sterk kunnen varieeren, en één type dikwijls aan één bepaalde afzetting gebonden is. Het zijn de mineralen toermalijn, stauroliet, epidoot, cyaniet, zirkoon, andalusiet, topaas, rutiel, anataas en kwarts.

De duidelijke verschillen in kleur en pleochroïsme bij het toermalijn, in vorm, pleochroïsme en den aard der insluitsels in het stauroliet, in de splijtfragmenten van cyaniet, en in het pleochroïsme van andalusiet maken het dikwijls mogelijk daarop een rationeele indeeling te baseeren. Andere mineralen kunnen daarnaast eventueel een even groote rol spelen, voor landbouwkundige onderzoekingen niet in het minst de veldspaten , glimmers enz.

Uit de „paragenesis" van de typische mineralen kan men meermalen afleiden uit welke moedergesteenten de onderzochte grondsoort kan zijn ontstaan. MILNER noemt als zoodanig een combinatie van sillimaniet, cyaniet, andalusiet en granaat als typisch voor de verweeringsproducten van metamorfe gesteenten evenzoo de com-

binatie granaat-stauroliet-cyaniet. Een mengsel van titaniet, apatiet en zirkoon zou wijzen op zure of vrij zure gesteenten als mogelijke plaats van herkomst. Een karakteristieke groepeering van ilmeniet, anataas, rutiel en brookiet (de laatste drie wellicht secondair) wijst op herkomst van basische of ultrabasische gesteentetypen.

Treft men alleen zeer resistente mineralen aan, zooals zirkoon, toermalijn, rutiel en ijzermineralen, zonder een der andere karakteristieke accessorische mineralen, dan heeft men waarschijnlijk te doen met verweeringsproducten van sedimenten, die op zich zelf reeds uit verweeringsproducten werden opgebouwd, en de oorspronkelijke herkomst is dan wel onmogelijk na te speuren.

Is voor een goede *kwalitatieve* mineralogische analyse een eerste vereischte een zekere *routine*, nauwkeurig *waarnemingsvermogen* en een vast *schema*, om de belangrijke physische en optische eigenschappen altijd op dezelfde wijze te kunnen interpreteeren, voor de *kwantitatieve* is een objectieve methode een allereerste vereischte.

Tot nu toe werden als zoodanig meestal gebruikt een kwantitatieve scheiding der mineralen naar het *soortelijk gewicht* of naar de *magnetische eigenschappen*.

Kwantitatieve scheiding met den magneet

De in het oog loopende magnetische eigenschappen van magnetiet, waaraan dit mineraal zijn naam dankt, hebben er als van zelf sprekend toe geleid, dat men van die eigenschappen gebruik maakte om magnetiet te scheiden van de overige, minder sterk magnetische mineralen, waartoe een gewone staafmagneet reeds voldoende was. Toen de electromagneet het mogelijk maakte een magnetisch krachtveld te scheppen, waarvan de sterkte nauwkeurig geregeld en zeer hoog opgevoerd kon worden, konden ook andere mineralen door middel van hun magnetisme worden onderscheiden.

Bij het scheiden van ertsen maakt de techniek van deze verschillen in magnetisme een dankbaar gebruik. Ook in de petrografie werd scheiding met den magneet weldra toegepast. Volgens HOLMES (56) was CORDIER in 1807 de eerste onderzoeker, die scheiding met een permanente staalmagneet petrografisch toepaste, door titaanhoudend magnetiet uit vulkanisch zand af te scheiden en later dezelfde methode toe te passen op verbrijzelde vulkanische gesteenten. Zwakker magnetische mineralen werden voor het eerst afgescheiden, toen DELESSE (1) in 1848 een electro-magneet gebruikte om een magnetisch krachtveld op te wekken. Zijn werk trok niet voldoende de aandacht en werd vergeten, waarop een tijd volgde, dat de palaeontologie de belangstelling der geologen volledig in beslag nam, tot-

dat FOUQUÉ, wederom bij het onderzoek van vulkanische gesteenten, de electro-magnetische scheiding opnieuw toepaste en uitwerkte.

DOELTER (29) heeft een groot aantal mineralen op hun magnetisme onderzocht en is een der eersten, die een kwantitatieve analyse van een verbrijzeld gesteente trachtte te maken, uitsluitend langs electro-magnetischen weg.

Hij deelde de mineralen in, naar hun magnetisme, in 12 groepen, waarvan de eerste alleen magnetiet omvat, de tweede haematiet, en zoo vervolgens de steeds minder magnetische mineralen.

Afgezien echter van de onmogelijkheid om altijd homogene mineralen, zonder insluitsels of aanhangende verontreinigingen te bezigen, is een dergelijke indeeling in twaalf verschillende groepen ook uit een ander oogpunt niet vol te houden. WEDEKIND (28) heeft in een monographie de betrekking behandeld, welke er bestaat tusschen magnetische eigenschappen en den chemischen aard van verschillende stoffen. Enkele door hem vermelde feiten moeten bij het trekken van conclusies uit een electro-magnetisch onderzoek der mineralen tot groote voorzichtigheid stemmen.

Het magnetisme der elementen is een funktie van de atoomgewichten, maar de verbindingen, door die elementen gevormd, hebben eigenschappen, welke niet zonder meer afgeleid kunnen worden uit die van de componenten. Brengt men in een magnetisch veld een of andere stof, dan zal deze stof invloed uitoefenen op het beloop der krachtlijnen, welke het magnetisch veld samenstellen. Sommige stoffen zullen de krachtlijnen een gemakkelijker weg bieden dan de lucht, dus de krachtlijnen a.h.w. tot zich trekken en in zich verdichten, dat zijn de paramagnetische stoffen; anderen zullen moeilijker door de krachtlijnen doordrongen worden dan de lucht, de krachtlijnen zullen er gedeeltelijk omheen loopen, dat zijn de diamagnetische stoffen. Tot de eerste behooren o.a. het *ijzer*, *kobalt* en *nikkel*, welke zoo sterk de eigenschap hebben, de magnetische krachtlijnen in zich te verdichten, dat men ze als een afzonderlijke groep *ferromagnetisch* noemt.

Op de ferromagnetische vermeldt Wedekind o.a., steeds zwakker paramagnetisch wordend Mn, Pd, Cr, Ti, V, Nb?, Rh, Pt, Ta, U, Al, Ru, Mg, Na, K, W, Th, Zr, Mo, Os, Sn (metallisch) en daarbij sluiten zich de diamagnetische aan, steeds sterker wordend, Cu, Cd, Pb, Si, Au, Zn, Hg, Ag, Tl, Sn (grauw), As, Se, Te, J, Br, C (diamant), Sr, S, B, P, Sb, Bi, C (koolstof).

Neemt men nu echter één dezer elementen, bijv. het gemakkelijkst magnetiseerbare ijzer, dan blijkt het magnetisme te veranderen met een gering gehalte aan andere stoffen, welke ook de trekvastheid, elasticiteit enz. beinvloeden.

Behalve dat, wordt ook nog invloed uitgeoefend door de wijze, waarop het ijzer verkregen is, of door de behandeling, die het heeft ondergaan, o.a. door het smeden, walsen, gloeien, gieten enz. Zoodoende kan het magnetisme van smeedijzer staan tot dat van hard gietstaal als 100 : 49. Dat koolstof, het sterkst diamagnetische element uit de bovengenoemde groep, het magnetisme van ijzer, bij een gehalte van $\frac{1}{2}$ tot 2 % reeds zoo sterk kan beinvloeden, zou niet te verwonderen zijn. Anders wordt het, wanneer men verbindingen van ijzer met paramagnetische elementen beschouwt, zoo is bijv. een gehalte van 12 % aan mangaan, dat toch onmiddellijk op de ferromagnetische metalen volgt, voldoende om een praktisch on-magnetische legeering te vormen. Nog sterker is, dat een legeering van twee ferromagnetische metalen kan leiden tot een praktisch neutrale legeering, zooals het geval is met nikkel-ijzer, dat 25 % nikkel bevat.

Verbindingen van ferro-magnetische metalen met niet-metalen vertoonen dergelijke afwijkingen. Ferrioxyde, Fe_2O_3, is zeer weinig magnetisch. Een gewichtige uitzondering vormt het magnetiet, Fe_3O_4, dat sterk magnetisch is, met vooral sterk permanent magnetisme. WEDEKIND wijst hierbij terloops op een eigenaardigheid, dat het, ofschoon tot het regulaire kristalstelsel behoorend, niet isotroop is in magnetisch opzicht, de magnetiseerbaarheid is in verschillende richtingen van verschillende grootte. Ook andere ijzerverbindingen o.a. met zwavel, kunnen goed magnetiseerbaar zijn, soms eerst na gloeien.

Bijzonder belangwekkend is echter, dat door samenvoegen van niet-magnetische elementen ferromagnetische verbindingen kunnen ontstaan, waarvan het oudst bekende het zwarte chroomoxyde Cr_5O_9 is, dat zóó sterk magnetisch is, dat het door een gewone zwakke staafmagneet aangetrokken wordt.

Evenzoo zijn bekend magnetische legeeringen van mangaan en tin, koper, arseen, antimoon, bismuth, enz.

De elementen nikkel, kobalt, ijzer, mangaan en chroom vormen in het periodieke systeem een opeenvolgende reeks tusschen de atoomgewichten 59 en 52.1. Men heeft daarom, naar aanleiding van bovengeciteerde, en nog andere door WEDEKIND genoemde uitkomsten, ook de daarop volgende elementen beproefd op het magnetisme hunner verbindingen. Met het op het chroom volgende vanadium bleek men ook magnetiseerbare verbindingen te kunnen krijgen, met het daarnaast staande *titaan* zijn nog geen proeven genomen, hetgeen voor ons in zooverre te betreuren is, omdat het titaan, waarschijnlijk in wisselende hoeveelheid, voorkomt in het magnetiet en ilmeniet, welke van vele Indische bodemsoorten een bestanddeel vormen.

Uit het bovenstaande mag men de conclusie trekken, dat een rangschikking van de mineralen in *twaalf* groepen, zooals DOELTER doet, praktisch geen waarde heeft. Van verschillende dezer mineralen is de juiste chemische samenstelling nog niet bekend, andere mineralen vormen een reeks, waarin het gehalte der samenstellende bestanddeelen sterk kan variëeren, terwijl tenslotte geringe hoeveelheden van „toevallige" stoffen nog een rol kunnen spelen.

HOLMES (56) oordeelt een indeeling van de mineralen naar het magnetisme volgens CROOK van voldoende nauwkeurigheid, welke de volgende kenmerkende mineralen omvat:

Sterk magnetisch:	magnetiet, pyrrhotien.
Matig magnetisch:	ilmeniet, chromiet, almandien, glaukoniet, e.a.
Zwak magnetisch:	monaziet, stauroliet, toermalijn.
Niet magnetisch:	kwarts, veldspaat, zirkoon, cyaniet, spinel, e.a.

Dat de *kwantitatieve* magnetische analyse daardoor slechts tot globale indeeling in eenige groepen gereduceerd wordt is duidelijk.

En voor de Indische gronden is ook dit zelfs niet altijd praktisch toe te passen. In het door mij onderzochte monster no. 4 kwam een aanzienlijke hoeveelheid magnetisch erts voor, zoodat ik besloot daarbij een scheiding volgens het magnetisme toe te passen. De zware fractie werd daartoe uitgespreid op een vel papier, dat in hellenden stand boven een stalen hoefmagneet werd gehouden, zoodat de mineralen, bij tikken tegen het papier, door het magnetisch veld heen naar beneden moesten glijden. Op deze wijze verkreeg ik een magnetische en een niet-magnetische fractie. Beide fracties werden op dezelfde wijze nog eens over het magnetische veld gevoerd en de bewerking ettelijke malen herhaald, om de scheiding zoo volledig mogelijk te maken. Onder het binoculair-microscoop bleek geen dezer fracties ook maar betrekkelijk homogeen te zijn, in de magnetische fractie bleek niet alleen een zekere hoeveelheid als *niet*-magnetisch bekende mineralen aanwezig te zijn, maar ook bestonden binnen deze fractie nog groote verschillen in magnetisme. Een prepareernaald, welke zwak magnetisch was gemaakt, en welke boven de mineralen werd bewogen, trok sommige mineralen reeds op een afstand van enkele mm aan, terwijl anderen eerst bij nadering tot enkele honderste mm teekenen van magnetisme vertoonden. [1])

Uit de verschillende afstanden, waarop de mineralen werden aan-

---

[1]) Bij het verwijderen van de mineralen van de magneet of de magneetnaald met een penseeltje, nemen ze dikwijls een electrische lading aan, waardoor zij door de naald kunnen worden *afgestooten*. Dit kan onder het microscoop een zeer vreemden indruk maken, daar men dan, bij het naderen van de naald, de mineralen plotseling uit het gezichtsveld ziet verdwijnen.

getrokken, kon ik echter geen praktisch voldoende scheiding baseeren. Daarop werd nog getracht een scheiding te bewerkstelligen door de mineralen in een vloeistof-druppel te brengen, eerst alcohol, later joodmethyleen. De sterk-magnetische lieten zich door de naald uit de vloeistof trekken, de minder sterke werden aan de oppervlakte tegengehouden en zonken terug. Het resultaat was ook op deze wijze niet bevredigend; in fracties van hetzelfde magnetische gedrag bleken uiterlijk duidelijk te onderscheiden mineralen samen te komen, terwijl oogenschijnlijk absoluut overeenkomende mineralen groote verschillen in magnetisme bezaten.

Om beter te controleeren veldsterkten te verkrijgen, liet ik een kleine electro-magneet maken, welke op Plaat XV, fig. 2, pag. 127 is afgebeeld. De beenen hebben den bekenden hoefvorm, met dien verstande, dat in het neutrale punt een scharnier is aangebracht, zoo dat men, met behulp van een stelschroef den afstand der beenen kan regelen. Voorts zijn de polen nog voorzien van de door verschillende auteurs aangegeven verstelbare poolschoenen, waarmede een nog grootere variatie van de veldsterkte mogelijk was en welke een zoodanigen vorm hadden, dat de uiteinden er van evenwijdig over de objecttafel van het microscoop konden worden bewogen. Met behulp van dit electro-magneetje en een accumulator van $\pm$ 2 en $\pm$ 4 volt kon ik het gedrag van verschillende mineralen onder invloed van verschillende veldsterkten onder het microscoop gadeslaan.

Uit grondmonster no. 4 werd een deel van de zware fractie op een objectglas gebracht en op het oog onder het binoculair-microscoop gesorteerd in verschillende mineraalgroepen, o.a.

1. magnetiet,
2. ilmeniet,
3. ijzerconcreties,
4. amfibool, augiet en hypersteen, welke hier gerangschikt staan in de door DOELTER (29) aangegeven volgorde. Deze mineralen werden naast elkaar gelegd en achtereenvolgens in 't magnetisch veld gebracht. Bij dezelfde veldsterkte bleken herhaaldelijk mineralen uit verschillende groepen door den electro-magneet te worden aangetrokken.

In een bepaald geval waren o.a. genomen:

21 stuks magnetiet, duidelijke octaëders of overblijfselen van octaëders, met gestreepte vlakken.

17 stuks verweerd magnetiet, gelijkend op bovenstaande, maar afgerond en zonder duidelijke streping.

25 stuks ilmeniet, plaatvormige mineralen met min of meer duidelijke hexagonale vormen, glanzend zwart en voorzien van etsfiguren.

9 roodbruine of geelbruine, rolronde ijzerconcreties.

15 stuks donkergroen, plaatvormig, doorschijnend amfibool.

12 stuks hypersteen, zuilvormig, rechthoekig in doorsnede, pleochroïtisch van blauwgroen tot geelbruin.

De veldsterkte werd opgevoerd door met de stelschroef den afstand der polen te verkleinen van ± 10 mm tot ± 0.05 mm met 7 trappen, waarbij achtereenvolgens werden aangetrokken:

a. 2 ijzerconcreties;
b. 2 magnetiet, 2 ilmeniet, 1 concretie;
c. 18 magnetiet, 16 ilmeniet, 6 concreties, 6 hypersteen, 5 amfibool;
d. 16 verweerd magnetiet, 5 ilmeniet, 3 hypersteen, 3 amfibool;
e. 3 hypersteen, 3 amfibool;
f. 2 amfibool;
g. 1 magnetiet, 1 verweerd magnetiet, 2 ilmeniet, 2 amfibool;

Zooals men ziet gaf de magnetische analyse hier uitkomsten, welke aantoonden, dat van kwantitatieve nauwkeurigheid geen sprake kan zijn.

Het zoo goed als absoluut niet magnetische magnetiet uit *g.* week op 't oog in niets af van het sterk magnetische en goed magnetische magnetiet uit *b.* en *c.*, evenmin als het ilmeniet uit dezelfde groepen. Het oogenschijnlijk zeer homogene amfibool is verspreid over de laatste 5 groepen. Contrôle-metingen met uit bovengenoemde groepen geïsoleerde exemplaren gaven steeds dezelfde uitkomsten.

In een ander geval (in monster no. 1) werd een grauw-groen biotiet aangetroffen, hetwelk volgens de hierboven beschreven methode in groep *b.* kwam, terwijl biotiet bekend staat als zeer zwak magnetisch, zoodat DOELTER het bijv. plaatst in de 10e groep. Bij zeer sterke vergrooting (400 ×) werden ondoorzichtige puntjes zichtbaar, terwijl de rest van het mineraal ontkleurd leek, niet onwaarschijnlijk dus, dat dit biotiet èn zijn kleur èn zijn magnetisme dankt aan microscopisch kleine magnetiet-insluitsels. Dat duidelijk zichtbare, groote magnetische insluitsels aanleiding tot fouten geven werd reeds vermeld. [1])

Kwantitatieve magnetische analyse blijft dus van zeer betrekkelijke waarde door:

1. praktische moeilijkheden bij de scheiding, waardoor magnetische en niet-magnetische mineralen in dezelfde groepen komen.
2. geringe verschillen in scheikundige samenstelling, welke het magnetisme sterk kunnen beinvloeden.
3. het voorkomen van magnetische insluitsels.

---

[1]) ROSENBUSCH (16) noemt, bij de bespreking van het magnetiet, een publicatie van H. FISCHER, „Kritische, mikroskopisch-mineralogische studiën", Freiburg i. B. 1869, waarin ook deze op het voorkomen van magnetiet in de meest verschillende mineralen wijst en daarom tot groote voorzichtigheid aanmaant bij de kwantitatieve mineralogische analyse langs magnetischen weg.

Kwantitatieve scheiding naar het soortelijk gewicht.

Algemeener dan de magnetische scheiding wordt de scheiding naar het *soortelijk gewicht* toegepast, niet alleen ter voorloopige indeeling in enkele overzichtelijke groepen, maar ook tot het verkrijgen van kwantitatieve gegevens.

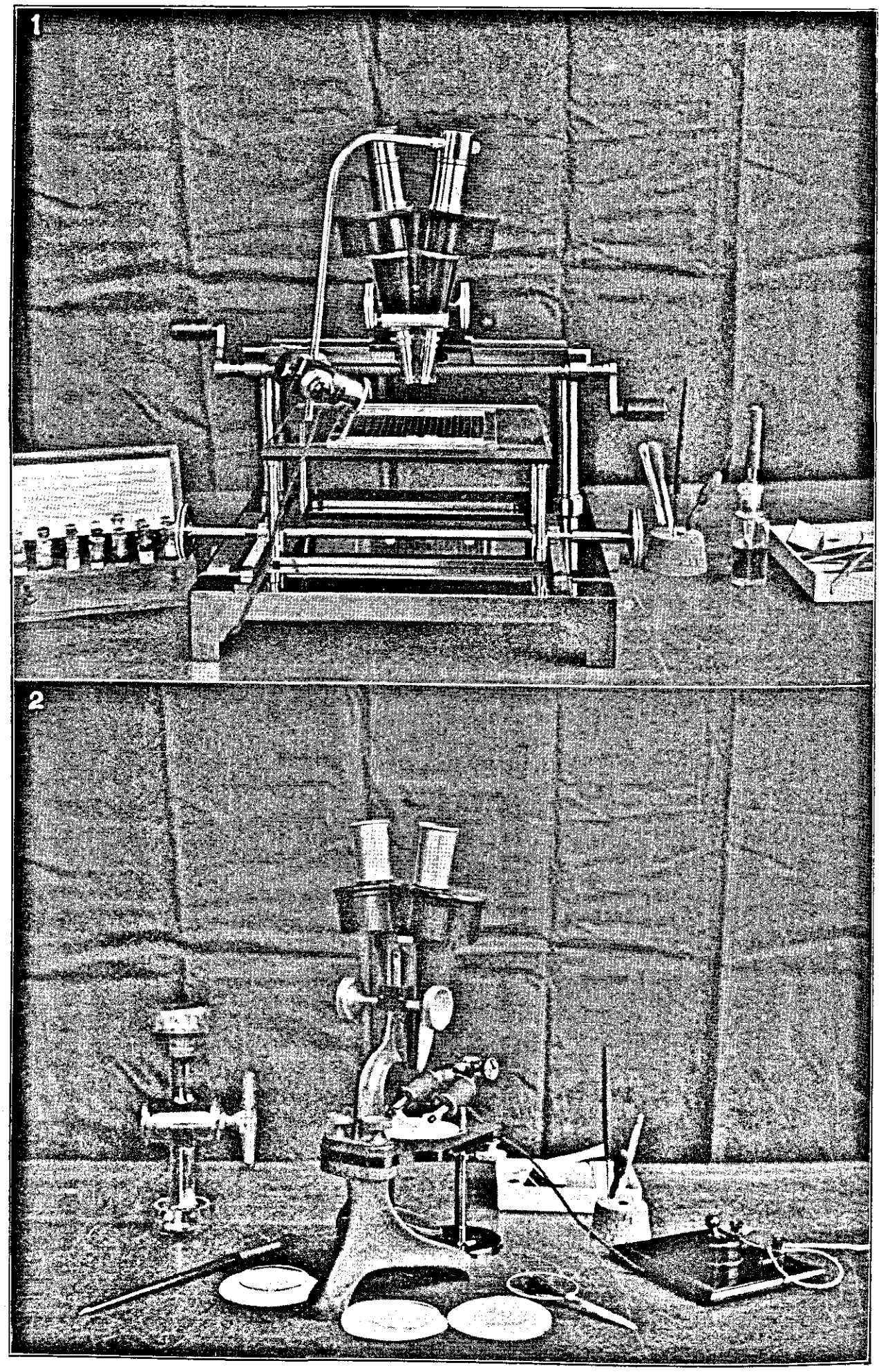
Men maakt hierbij gebruik van een reeks vloeistoffen van bekend soortelijk gewicht. De mineralen met hooger soortelijk gewicht zullen daarin zinken, met lager s. g. drijven, terwijl mineralen met juist hetzelfde soortelijk gewicht zullen blijven zweven. Gewoonlijk maakt men gebruik van bromoform, met maximaal soortelijk gewicht 2.9 en joodmethyleen met s. g. 3.32, welke beiden met benzol verdund kunnen worden om lagere soortelijke gewichten te bereiken.

Het door THOULET aangeraden en door GOLDSCHMIDT (5) nader bestudeerde Kaliumkwikjodide, waarmede men een s. g. van 3.2 bereikt en dat met water naar believen verdund kan worden, is wegens sterk giftige eigenschappen en het aantasten van verschillende mineralen en alle metalen in onbruik geraakt.

Voor zeer zware mineralen kunnen oplossingen dienen van Thalliumformiaat en Thalliummalonaat, voorgesteld door CLERICI, geciteerd door KAISER (67), waarvan het soortelijk gewicht kan worden opgevoerd tot 5. Deze oplossingen zijn echter zeer hoog in prijs (20 cm^3 kosten op het oogenblik f 12.—). Men kan ook gebruik maken van stoffen, die eerst op een waterbad of bij nog hooger temperatuur vloeibaar worden, maar over het algemeen hebben deze „smelten" een groote inwendige wrijving, waardoor zij, vooral bij het scheiden van de dikwijls zeer kleine bodemvormende mineralen, wel uiterst zelden gebruikt zullen worden.

Bij de toepassing van de scheiding der mineralen naar het soortelijk gewicht is het gewenscht vooraf, door microscopisch onderzoek, vast te stellen, welke mineralen in aanmerking komen voor een scheiding. Daaruit kan men besluiten welke vloeistoffen gebruikt worden en in welken graad van verdunning. Bij het samenstellen van mengsels van bepaald soortelijk gewicht kan men zich bedienen van zoogenaamde indikatoren, welke door GOLDSCHMIDT (5) het eerst werden toegepast en later uitgebreid. Aanvankelijk gebruikte men uitsluitend mineralen, waartoe gladde, onverweerde stukjes werden uitgezocht; tegenwoordig kan men bij verschillende firma's reeksen indikatoren van glassoorten verkrijgen, in s. g. varieerend van 2.240 tot 3.555 desnoods ook hooger tot 5 toe, waarvoor moge worden verwezen naar het „Lehrbuch der praktischen Geologie" van KEILHACK (68). Tevens vindt men daar beschreven talrijke toestellen, welke gebruikt worden om de mineraalmengsels op handige wijze de scheiden. Daar

PLAAT XV



PLAAT XV

1. Teltafel volgens NEBELTHAU met binoculairmicroscoop. Aan het microscoop is een lampje bevestigd voor opvallende belichting, zoodat bij doorzoeken van de glasdoos het gezichtsveld altijd verlicht blijft. Links indompelingsvloeistoffen, rechts prepareernaalden en Canadabalsem.
2. Binoculairmicroscoop met verstelbaren electromagneet boven het gezichtsveld.
   Links scheidapparaatje volgens KAISER.

het bij de bodemvormende mineralen gewoonlijk gaat om kleine hoeveelheden van zeer kleine mineralen, gebruikte ik het door KAISER (21) beschreven scheidings-apparaatje, dat een handig formaat en geringe inhoud heeft, terwijl de doorsnede zoowel het gebruik van een duidelijk zichtbare indicator als het gebruik van de MOHR'sche Balans mogelijk maakt.

Wat de *kwantitatieve* resultaten betreft, leverde de scheiding naar het soortelijk gewicht moeilijkheden op, welke van denzelfden aard waren als bij de scheiding naar het magnetisme, hoewel ze daar tot veel grooter afwijkingen aanleiding gaven.

1e. Deelt men de mineralen in verschillende groepen in naar het soortelijk gewicht, dan vallen deze groepen soms vrij ver met de grenswaarden over elkaar heen. Wil men bijv., zooals veelal wenschelijk is, het kwarts van de veldspaten scheiden, dan vindt men voor de soortelijke gewichten van de veldspaten, volgens STEINRIEDE (58) 2.54—2.59 voor orthoklaas, tot 2.74—2.76 voor anorthiet, terwijl kwarts kan varieeren van 2.50—2.80. Het is dus à priori niet gezegd, dat in een bepaald geval scheiding van kwarts en veldspaat mogelijk zal zijn. Men moet dus eerst langs optischen weg een kwarts en een veldspaat uit het monster determineeren en daarvan het s. g. ongeveer vaststellen. Bij dit laatste kan men niet van een toestelletje, als het zooeven door mij genoemde van KAISER gebruik maken, omdat het veldspaat- of kwartskorreltje van wellicht 100 μ doorsnede daarin spoorloos verdwijnt. Men kan zich bij deze eerste oriënteering behelpen met een vloeistof-druppeltje onder het microscoop, maar contrôle op de verdamping enz. ontbreekt dan. Deze moeilijkheden zijn wel te overwinnen, maar nemen veel tijd in beslag en ook blijft voor een speciaal geval de mogelijkheid bestaan, dat de soortelijke gewichten van kwarts en veldspaat, vulkanisch glas en kwarts, amfibolen en pyroxenen enz. elkaar te dicht naderen om praktisch een scheiding te kunnen bewerkstelligen.

2e. Evenals bij het magnetisme spelen ook hier de insluitsels een rol, doordat zij het soortelijk gewicht der mineralen kunnen verhoogen of verlagen. De invloed van de insluitsels zal hier echter over het algemeen minder groot zijn dan bij het magnetisme. Een klein stukje magnetiet in een amfibool veroorzaakt een duidelijk magnetisme, maar het zal het s. g. slechts weinig hooger maken. Grooter invloed schrijft men toe aan vloeistof- en gasinsluitsels, welke het s. g. over het algemeen zullen verlagen en welke verlaging vrij aanzienlijk kan zijn.

Tot dezelfde categorie van storende invloeden kan men de op Java veelvuldig voorkomende schalenbouw der plagioklazen rekenen, waarbij het soortelijk gewicht, als gemiddelde van de samenstellende,

verschillende veldspaat-soorten, geen goed inzicht geeft in de verhouding dier componenten.

3e. De zeer kleine mineraaldeeltjes, welke men gewoonlijk te behandelen krijgt, leveren belangrijke praktische moeilijkheden op bij de scheiding. Vloeistofstroomingen in het scheidtoestel, welke nooit geheel te vermijden zijn, hebben een buitengewonen invloed. Vele mineralen, vooral waterheldere, ongekleurde, zijn gedurende het geheele scheidingsproces praktisch onzichtbaar, zoodat men geen gemakkelijke contrôle heeft op den stand van de scheiding. De kleine mineralen loopen gevaar in de gebruikte toestellen achter te blijven, zonder dat men dit ziet, zoodat men nauwkeurig en herhaaldelijk moet naspoelen, uitwasschen en affiltreeren.

Evenals bij de magnetische scheiding treden dus ook hier, ook al zijn ze minder groot, moeilijkheden op, waardoor in de praktijk de scheiding tot enkele groepen beperkt zal blijven en slechts in speciale gevallen kwantitatief voor detailwerk in aanmerking zal komen, vnl. wanneer men voor een scheikundig onderzoek een bepaalde hoeveelheid van een mineraal wil afzonderen. Nemen wij daarbij in overweging dat èn bij de magnetische scheiding èn bij de scheiding naar het soortelijk gewicht een voorafgaande oriënteering en een contrôle na afloop door microscopisch onderzoek onmisbaar zijn, dan rijst de vraag of er geen mogelijkheid bestaat een *kwantitatieve* analyse langs optischen weg te verkrijgen.

Kwantitatieve mineralogische analyse langs optischen weg.

Een kwantitatieve analyse met behulp van het microscoop wordt, zij het ook op geheel ander gebied, reeds toegepast, bijv. bij het tellen van bacteriën e.d. in zoogenaamde telkamers. Eveneens kent men methoden, waarbij men het gehalte van verschillende mineralen in gesteenten berekent, in slijppreparaten, door bijv. met een netmicrometer de verhouding der aangeslepen oppervlakken te berekenen. MILNER (70) bepleit voor het petrografisch onderzoek van sedimenten eveneens de noodzakelijkheid van kwantitatieve gegevens, welke, volgens hem, ontleend kunnen worden aan nauwkeurige waarneming van ieder monster en waarvan de nauwkeurigheid dan bepaald wordt door het vermogen van den waarnemer om te schatten. Hij gaat dan als volgt voort:

„It is unfortunate, that no standard can be set whereby the relative frequency of a given species can be definitely expressed; short of actually counting the grains, this seems to be an impossibility."

MILNER geeft dan de frequentie, waarmede de mineralen voorkomen, aan, door cijfers van 1 tot 9, en beveelt een ruwe contrôle op

de schatting aan, door op eenige (vier) plaatsen van het objectglas, waarop de korrels liggen ingebed, de korrels te tellen.

In verband met de reeds bestaande telmethoden op ander gebied leek mij grooter nauwkeurigheid door werkelijke telling geheel niet onmogelijk.

Een dergelijke methode, waarvan de toepassing mij in principe mogelijk leek op het petrografische onderzoek, werd uitgewerkt door EZENDAM (54) en wordt te Wageningen geregeld gebruikt bij het onderzoek naar de vervalsching van veevoedermiddelen met goede praktische resultaten. De algemeene voorwaarden, waaraan men bij een dergelijk kwantitatief onderzoek moet voldoen, blijven voor alle toepassingen dezelfde, bij de details moet men natuurlijk voor het mineralogisch onderzoek passende regels vaststellen.

Deze algemeene voorwaarden zijn de volgende:

a. Men moet altijd uitgaan van een bepaalde hoeveelheid stof.

b. Deze moet over een bepaald oppervlak zeer regelmatig verdeeld worden.

c. Van de op het totale oppervlak aanwezige stof wordt een bepaald deel geteld, waarbij het werkelijk getelde oppervlak tot het geheele in dusdanige verhouding staat, dat de waarschijnlijke fout binnen de toelaatbare grenzen blijft.

Al deze voorwaarden moeten ook bij het petrografisch onderzoek vervuld worden, waarbij dan verder van de resultaten, verkregen bij het veevoederonderzoek, geen gebruik meer kan worden gemaakt.

De methode berust hierop, dat men een beweeglijke objecttafel gebruikt, welke het mogelijk maakt door een eenvoudige schroefbeweging een groot oppervlak systematisch af te zoeken. Dit is het geval bij het microscoop volgens NEBELTHAU, zooals er, juist voor kwantitatief onderzoek, een aanwezig is in het Agrogeologisch Laboratorium te Wageningen, van dezelfde constructie als de door EZENDAM (54) bij zijn onderzoek gebruikte.

Zooals reeds bij de methoden van onderzoek werd opgemerkt, bleek dit toestel, voorzien van een binoculair-microscoop van E. LEITZ te Wetzlar, voor het mineralogisch onderzoek uitermate geschikt (Plaat XV, fig. 1). Het is, met behulp van het fraaie plastische beeld, dat het binoculairmicroscoop geeft, mogelijk, mits men eenige routine heeft en men met bekende grondsoorten werkt, de meest voorkomende mineralen op het oog te determineeren. Bestaat er twijfel, zooals bijv. bij kwarts en veldspaat of amfibool en pyroxeen of granaat en kleurloos andalusiet wel kan voorkomen, dan moet men dergelijke twijfelachtige gevallen controleeren, in het algemeen zal dit echter niet noodig zijn. Hoewel de noodzaak van determinatie op het oog

een bron blijft voor subjectieve fouten, lijkt mij daarom de methode niet minder nauwkeurig dan de beide vroeger genoemde, waar ook subjectieve factoren, zij het van anderen aard, altijd een rol zullen blijven spelen. Routine, gepaard met geregelde contrôle, zullen deze fouten tot een minimum beperken.

De eerste moeilijkheid schuilt in de hoeveelheid stof, waarvan men moet uitgaan en welke, om vergelijkende waarden te kunnen krijgen, altijd dezelfde moet zijn.

Bij de slibanalyse werd altijd uitgegaan van 25 gram luchtdrogen grond, welke als vierde fractie (2—0.100 mm.) resp. gaven:

No. 1	6.8 gram.	No. 4	5.8 gram.
No. 2	2.1 gram.	No. 5	0.5 gram.
No. 3	1.8 gram.	No. 6	5.3 gram.

Nu bleek op het gebruikte tel-oppervlak van 1 dm^2 een hoeveelheid van $\pm$ 0.5 gram de optimale te zijn, waarbij het gezichtsveld niet te overvol was en de mineralen elkaar niet bedekten, maar duidelijk en gemakkelijk te tellen waren.

Gaat men nu uit van de veronderstelling, dat de slibanalyse en de telmethode in beide gevallen van gelijke nauwkeurigheid waren, dan zal bij no. 5 de gemiddelde telfout betrekking hebben op de geheele 25 gram grond, terwijl men bij no. 1 de uitkomst met 13.6 moet vermenigvuldigen, omdat de geheele fractie 6.8 gram bedraagt Het is dus de vraag of vergelijking van deze twee tellingen zonder meer geoorloofd is, te meer, waar men, bij het afwegen van 0.5 gram van de 4e fractie altijd gevaar loopt ontmenging te krijgen, hetgeen bijv. ongetwijfeld het geval is, wanneer men de mineralen van een horlogeglas afschudt. Het is daarom beter de mineralen met een penseeltje er af te schuiven.

In ieder geval heeft de telling betrekking op de fractie, welke men heeft geisoleerd en dus heeft het geen zin de methode te perfectioneeren tot een grooter nauwkeurigheid dan van de slibanalyse. Bij 35 door mij in duplo verrichte slibanalyses bedroeg de grootste afwijking in de 4e fractie 2.3 % (van de totale hoeveelheid grond), het gemiddelde verschil tusschen bepaling en contrôlebepaling was 1.1 %.

Om te voldoen aan de voorwaarden, dat de stof over een bepaald oppervlak gelijkmatig verspreid moet worden, werd gebruik gemaakt van een glasdoos van 100 cm^2 oppervlak, met opgekitte randen ter hoogte van enkele mm, zooals deze ook bij het Proefstation voor veevoederonderzoek te Wageningen gebruikt wordt. Bij het veevoederonderzoek wordt de stof, met glycerine vermengd, uitgestort in de glasdoos, welke nauwkeurig horizontaal staat, waarop, door de glycerine, de stof zeer gelijkmatig verdeeld wordt.

Deze methode bleek voor mineralen niet bruikbaar te zijn, omdat deze onmiddellijk dáár in de glasdoos bezonken, waar zij werden uitgestort, zoodat ik er hoogstens in kon slagen, ze in min of meer regelmatige slieren uit te gieten. Bovendien bleef een groot deel van de mineralen met een deel van de glycerine in het gebezigde bekerglas kleven. Bij een tweede proef werden de mineralen op een groot horlogeglas met 10 cm^3 glycerine vermengd en in een pipet opgezogen, waarna men ze druppelsgewijze kon laten uitstroomen. De pipet werd nog eens met 10 cm^3 glycerine nagespoeld. Ook deze methode, ofschoon beter dan de vorige, kon niet bevredigen. Door de mineralen eenvoudig droog uit te schudden kreeg ik een min of meer gelijkmatig bestrooid oppervlak, maar dit bleek te veel van het toeval afhankelijk en het gevaar was niet gering, dat de korrels gedeeltelijk over den rand verloren zouden gaan. Tenslotte werd de glasdoos voorzien van een juist passende, losse opstaande rand van $\pm$ 10 cm hoogte, en werden de mineralen van een horlogeglas daarin, niet al te voorzichtig, uitgeschud. Wanneer dit gelijkmatig geschiedde, bleken de mineralen vrij homogeen over het geheele oppervlak van de glasdoos verspreid te liggen, waarna de losse rand werd weggenomen en de glasdoos onder het microscoop werd geplaatst. Bij deze proeven werd duinzand gebruikt van een gemiddelde korrelgrootte van 190 μ, om daarmede eerst te beproeven in hoeverre de korrels gelijkelijk over 't oppervlak van de glasdoos verdeeld werden. Bij 5 tellingen, telkens van dezelfde 0.5 gram zand, waarbij de grootte van het gezichtsveld 3.14 mm^2 bedroeg en 100 $\times$ een gezichtsveld werd afgeteld, werden de volgende uitkomsten verkregen:

	geteld	berekend totaal in 0.5 gr.
1.	949	$\pm$ 30200.
2.	981	$\pm$ 31200
3.	970	$\pm$ 30900
4.	1003	$\pm$ 31900
5.	975	$\pm$ 31000
gemiddeld	975	$\pm$ 31000

De *grootste* afwijking bedroeg 28 stuks of nog geen 3 %.

Een andere telling met fijnere fractie gaf:

1. 2585 }
2. 2663 } eveneens een verschil van $\pm$ 3 %.

Waar het mij niet er om te doen was de methode volledig voor de praktijk uit te werken, omdat dit slechts mogelijk is door tal van tellingen bij allerlei verschillende gronden, heb ik er mij toe bepaald, de telling op de door mij onderzochte gronden toe te passen. Het

tellen van een monster duurde telkens 30—40 minuten, mits het een bekende grondsoort betrof, waarvan de determinatie op het oog geen moeilijkheden opleverde. Daarbij ging ik van de veronderstelling uit, dat een fout van 2.5 % nog mogelijk zou kunnen zijn, hetgeen er toe leidt, de mineralen dan, naar de verhouding waarmede zij in de vierde fractie voorkomen, een cijfer toe te kennen van 0 tot 10, met halve eenheden oploopend. De enkele, voor zeldzamer voorkomende mineralen opgegeven cijfers zijn bij dit onderzoek nog niet betrouwbaar. Hieruit kan de verhouding, waarmede zij in het genomen monster voorkomen, berekend worden. Bedroeg het aantal slechts enkele procenten of onderdeelen van procenten, dan werd dit aangeduid met sp. (sporen).

Ik twijfel er echter niet aan, of deze telmethode opent de mogelijkheid van een vrij nauwkeurige kwantitatieve analyse, waarvan de *praktijk eerst zal kunnen uitmaken, tot welken graad van nauwkeurigheid* zij opgevoerd kan worden en welke dan de volgende voordeelen biedt:

1. Men kan de mineralen indeelen in groepen of afzonderlijk beschouwen, naar op het oog waarneembare kenmerken, zonder dat insluitsels e.d. op de uitkomst eenigen invloed uitoefenen.

   Die kenmerken kunnen juist uit een landbouwkundig oogpunt van belang zijn en op een andere manier moeilijk aan te toonen zijn, bijv. kunnen verweerde naast onverweerde mineralen voorkomen en kan men de verhouding daartusschen kwantitatief bepalen.
2. De kwantitatieve analyse kan worden gecombineerd met de kwalitatieve analyse, daar men toch het monster nauwkeurig microscopisch moet bestudeeren, hetgeen op deze wijze en passant geschiedt.
3. Bij eenige routine behoeft de geheele analyse zeker niet langer te duren dan één uur en is dus korter en veel minder omslachtig dan de magnetische scheiding of de scheiding naar het s. g., waarbij komt dat deze zonder microscopische contrôle toch niet betrouwbaar zijn en de tijd, besteed aan de scheiding zelve, dus ook met de tijd, noodig voor de contrôle, vermeerderd moet worden.
4. Behalve de NEBELTHAU-teltafel of daarmee overeenkomende inrichting, welke overigens bij het kwalitatieve onderzoek toch onmisbaar is, heeft men geen apparaten noodig.

Maakt men, zooals gewoonlijk het geval zal zijn, eerst gebruik van een groepenscheiding naar het soortelijk gewicht, dan is de methode zonder meer toepasselijk op de daarmede verkregen fracties.

HOOFDSTUK V

BESCHRIJVING VAN DE PHYSISCHE EN MINERALOGISCHE SAMENSTELLING DER ONDERZOCHTE GRONDSOORTEN

De onderzochte grondmonsters bevinden zich in het Geologisch Museum te Wageningen, onder de volgende nummers:

No. 1.	verzameld door WULFF	No. 10	(collectie WULFF).
No. 2.	verzameld door WULFF	No. 15	(collectie WULFF).
No. 3.	verzameld door v. BAREN	No. 260	(v. d. Ind. collectie).
No. 4.	verzameld door MOHR	No. 460	(v. d. Ind. collectie).
No. 5.	verzameld door v. BAREN	No. 462	(v. d. Ind. collectie).
No. 6.	verzameld door VRIJ	No. F 3	(collectie Selatdjaran).

De plaats van herkomst is aangegeven op de schetskaartjes van Midden-Java en Zuid-Sumatra, pag. 154 en 155 door de cijfers 1 tot 6.

No. 1.

Afkomstig uit desa Koeniran, Onderdistrict Batangan, District Djoewana, Afdeeling Pati, Residentie Semarang.

Hoogte boven zee 2 M.

Bovenlaag 0—$7^1/_2$ cm.

Overgangslaag $7^1/_2$—15 cm.

Ondergrond 15—70 cm.

De bovenlaag wordt door de bevolking „gesig grebeg" genoemd. In vochtigen toestand nog zeer hard, terwijl hij tot een steenharde laag opdroogt. De afzonderlijke deeltjes zijn echter zoo fijn, dat men den grond tot stof kan verpoederen.

De overgangslaag vormt, zonder scherpe scheiding, een overgang naar den ondergrond, welke de bevolking „brandjangan" noemt, een donkerbruine, leemige grond.

In 1920—'21 werden op dezen grond bemestingsproeven aange-

zet, waarbij stikstof- en fosforzuurgebrek werd aangetoond. De bevolking plant op deze gronden rijst en tweede gewassen.

In het laboratorium, in drogen toestand vrij harde kluiten, met de vingers moeilijk te verpoederen tot een meelachtig poeder. In vochtigen toestand weinig plastisch. In water gemakkelijk uiteenvallend en door de 2 mm zeef te spoelen, waarbij alleen enkele plantenworteltjes e.d. overblijven.

Van de overgangslaag vallen de kluitjes in water iets minder gemakkelijk uiteen, terwijl de onderlaag met een kwastje door de zeef moet worden gewreven, hetgeen echter gemakkelijk gaat. Overigens als de bovenlaag.

Physische samenstelling:

	Bovengrond	Overgangslaag	Ondergrond
Vijfde fractie: >2 mm.	sporen (concreties)	sporen (concreties)	0.2 % (concreties)
Vierde fractie: 2 - 0.1 mm...	27 %	28 %	15 %
Derde fractie: 0.1 - 0.05 mm..	26 %	24 %	12 %
Tweede fractie: 0.05 - 0.01 mm.	30 %	29 %	29 %
Eerste fractie: < 0.01 mm. ...	17 %	19 %	45 %
Watercapaciteit	30.6 %	30.5 %	34.5 %
Zwelling	sporen	sporen	sporen
Hygroscopiciteit	2.4 %	2.5 %	9.4 %
Kleur, [1]) droog.....	103 C	103 C	147
Kleur,[1]) nat	133	133	133

Op de geologische Kaart van VERBEEK en FENNEMA (10) blad B VII, staan deze gronden aangegeven als behoorend tot het novair (rivieralluvium); op de geologische Overzichtskaart van HENGEVELD (50) als rivier- en zeealluvium, bij MOHR (70*a* pag. 92 e.v.) worden ze beschreven als lixiviumgrond, afkomstig van een mergelrug, rijk aan kwarts, verdeelde kalk en klei. Kalk was in de door mij onderzochte monsters praktisch niet (meer) aanwezig, behalve sporen in den

1). De kleur werd bepaald van de, in een mortier fijngewreven, grond, zoowel in luchtdrogen toestand als verzadigd met water, met behulp van het Code des Couleurs, van Klincksieck en VALETTE (25), waarbij het tot poeder gewreven monster in een daartoe vervaardigd bakje van dofzwart gelakt koperblik werd gebracht en gladgestreken met een glasstaafje. Het bakje was slechts 3 mm hoog en had in het midden een rechthoekige opening, door welke men de kleuren van het Code met die van het grondmonster onmiddellijk kon vergelijken, zonder daarbij door de omringende kleuren te worden gehinderd. Slechts zelden werden volmaakt overeenstemmende kleuren gevonden, de gekozen kleuren geven echter de werkelijkheid in ieder geval juister aan, dan de best denkbare kleuromschrijving.

ondergrond. De hygroscopiciteit is in den ondergrond belangrijk hooger dan in den bovengrond, een verschijnsel, waarop bij het onderzoek van dergelijke gronden op Java door anderen reeds herhaaldelijk werd gewezen, en dat er op wijst, dat het gehalte aan colloïdale bestanddeelen in den ondergrond belangrijk hooger is.

Bij de mineralogische analyse van den bovengrond werden in de vierde fractie, welke 27 % bedroeg, aangetroffen:

kwarts	95 %
ilmeniet	0.5 %
magnetiet	0.5 %
zirkoon	0.5 %
overige mineralen	sporen.

Amfibool, rhombisch, in lichtgroene kristallen, zuiltjes, vrijwel rechthoekig in doorsnede, breking ± 1.63, overlangs fijn gestreept.

Amfibool, groen, platte plaatjes en stukjes, duidelijk pleochroïtisch.

Amfibool, bazaltisch, roodbruin, pleochroïtisch, met goede prismatische splijtbaarheid.

Andalusiet, kleurloos, met zwak pleochroïsme van kleurloos tot lichtrose, in zuiltjes, waaraan nog kristalvlakken zijn te herkennen.

Apatiet, in zuiltjes en platte stukjes, basische splijtbaarheid, kenbaar aan dwarsstreping der zuiltjes.

Augiet, waterhelder, fleschgroene splinters, zonder kristalvormen.

Biotiet, zoowel in prismatische fragmenten met duidelijk zichtbare basische splijtbaarheid, als in den vorm van splijtblaadjes, zoowel bruin als zwartgroen. Enkele splijtblaadjes abnormaal tweeassig, met vrij groote assenhoek vergeleken bij het normale, bijna éénassig biotiet.

Concreties, donkerbruin en zwart hagelerts, sporen, naar den ondergrond iets toenemend in aantal en grootte.

Epidoot, onregelmatig begrensde fragmenten, sterk pleochroïtisch van lichtgeel tot citroengeel.

Hypersteen, groengeel, zuilvormig, pleochroïtisch van fletsgroen tot geelgroen, rechte uitdooving.

Ilmeniet, glanzend zwart, overwegend plaatvormige kristallen, hier en daar bedekt met wit leukoxeen (?), hexagonale habitus.

Korund, zeer mooi gefacetteerd, trigonaal kristal, lichtblauw, waterhelder met talrijke insluitsels.

Kwarts, onregelmatige fragmenten, glashelder, of door een oppervlakkig laagje rood gekleurd. Enkele mooie zeszijdige prisma's en hexagonale dubbelpyramiden, met vloeistof-insluitsels, waarin gaslibellen.

Magnetiet, in octaëders en fragmenten van octaëders, bruinzwart.
Rutiel, enkele donkerroode ronde of zuilvormige fragmenten.
Stauroliet, eenigszins afgeplatte en afgeronde fragmenten, roodbruin, matig pleochroïtisch. Met magnetiet insluitsels.
Toermalijn, in prismatische stukjes en onregelmatige fragmenten, van blauwzwart tot geel, bijna kleurloos, sterk pleochroïtisch.
Vulkanisch glas, donker gekleurd, met hoog soortelijk gewicht en hooge lichtbreking.
Zirkoon, tallooze kleine waterheldere, scherp gefacetteerde kristallen met veel insluitsels.

De overgangslaag en de ondergrond werden eveneens aan een mineralogisch onderzoek onderworpen, waarbij dezelfde mineralen als bovenvermelde werden aangetroffen. Eene telling werd daarbij niet verricht, in het oog loopende verschillen werden niet geconstateerd.

No. 2.

Afkomstig uit desa Bandjarsari, Onderdistrict Djoewana, Residentie Semarang.

Hoogte boven zee 4 M.
Bovenlaag 0—10 cm.
Overgangslaag 10—45 cm.
Ondergrond 45—80 cm.

De bovenlaag wordt door de bevolking „lempoeng ireng" genoemd, „zwarte klei".

De overgangslaag is losser dan de bovenliggende, nl. gemengd met brandjangan. De bovenlaag gaat geleidelijk in de tweede laag over.

De ondergrond, een losse laag, brandjangan genaamd, is vrij duidelijk van de overgangslaag afgescheiden.

De bevolking teelt op dezen grond kedelee, katoen en maïs.

In het laboratorium, in drogen toestand harde kluiten, niet met de vingers fijn te wrijven, in poedervorm een fijn meelachtig poeder. In vochtigen toestand een zeer taaie, plastische klei; met veel water zeepig aanvoelend. In water eerst na wrijven met een kwastje uiteenvallend en zeer lastig van de zeef, schalen enz. te verwijderen.

De ondergrond is in drogen toestand nog harder en in natten toestand nog zeepiger.

Physische samenstelling:

	Bovengrond	Overgangslaag	Ondergrond
Vijfde fractie: > 2 mm	.....	.....	.....
Vierde fractie: 2 - 0.1 mm	9 %	10 %	6 %
Derde fractie: 0.1 - 0.05 mm ..	9 %	9 %	9 %
Tweede fractie: 0.05 - 0.01 mm	16 %	15 %	19 %
Eerste fractie: < 0.01 mm	66 %	66 %	66 %
Watercapaciteit.....	45.5 %	46 %	51 %
Zwelling	15 %	19 %	20 %
Hygroscopiciteit.....	19.8 %	20.8 %	20.6 %
Kleur, droog.....	123	149	149
Kleur, nat.....	119	120	120

VERBEEK en FENNEMA (10) blad B VII: novair (rivieralluvium).
HENGEVELD (50): rivier- en zeealluvium.

MOHR (70a, pag. 92 e.v.): secondaire lixiviumgrond, grauwbruine grond, afkomstig van den Moeriah, wellicht iets kleirijker en vermengd met materiaal uit zeewater en uit rivieren, vooral de K. Serang. De physische samenstelling van dit profiel is veel homogener dan van het eerste. Het gehalte aan fijnste fractie en de hygroscopiciteit van boven- en ondergrond loopen niet merkbaar uiteen. Evenmin werden in het oog loopende verschillen in de mineralogische samenstelling van de drie monsters opgemerkt. Bij de mineralogische analyse van den bovengrond werden in de vierde fractie, welke 9 % bedroeg, aangetroffen:

kluitjes, welke nog niet waren uiteengevallen bij de slibanalyse, en welke dus zijn samengesteld uit de fragmenten, welke in fijnere fracties behooren ..... 95 %
kwarts ..... 1.5 %
ilmeniet ..... 0.5 %
overige mineralen ..... sporen.

Amfibool, rhombisch, kleurloos, waterhelder, prisma's en plaatjes, tweelingen, brekingsindex ± 1.63.

Amfibool, groen, waterheldere, onregelmatige fragmenten, hier en daar nog iets prismatisch, ook in groenzwarte, sterk pleochroitische staafvormige kristallen. Scheeve uitdooving van ± 3° tot ± 42°. Goed splijtbare plaatvormige kristalfragmenten van grauwbruine kleur. Lichter dan 3.2.

Augiet, lichtgroen, waterhelder, niet pleochroïtisch, zwaarder dan 3.2. Magnetietinsluitsels. Diopsiedisch augiet in zwak-pleochroïtische zuiltjes, lichtbreking ± 1.68.

Biotiet, in bruine splijtblaadjes, met normaal, schijnbaar éénassig assenbeeld.

Enstatiet, lijkt zeer veel op kleurloos amfibool, maar heeft hoogere lichtbreking tot ± 1.66, prismatische kristallen met rechthoekige doorsnede.

Glaukofaan, onregelmatige, iets prismatische kristalfragmenten, goed splijtbaar, stengelige habitus. Kleine scheeve uitdooving. Zeer mooi pleochroïtisch van blauwgroen tot blauwviolet. Soms gedeeltelijk kleurloos.

Ilmeniet, zwartglanzende meerendeels plaatvormige kristallen, overwegend hexagonale habitus.

Kwarts, meerendeels onregelmatig begrensde splinters, meestal zonder kristalvlakken, soms overblijfselen van korte prisma's, gedekt met hexagonale pyramiden. Insluitsels van magnetiet. Vergroeiing met augiet.

Magnetiet, zwartglanzende tot dofbruine kristallen met overwegend regulaire habitus.

Muscoviet, in kleurlooze splijtblaadjes met bruingele, vlekkige insluitsels, brekingsindex ± 1.61, mooi tweeassig assenbeeld.

Plagioklaas, enkele onregelmatig begrensde splijtstukjes, scheefhoekige splijtbaarheid, brekingsindex ± 1.55, dus ongeveer overeenkomend met andesien.

Rutiel, in enkele afgeronde, roodbruine korrels.

Toermalijn, zuilvormige kristallen, enkele vrij regelmatig zeshoekig van doorsnede, bruin tot violetzwart, sterk pleochroïtisch.

Topaas, prisma's, prismatische kristalvlakken met eindpyramiden, geel tot donkergeel, overlangs fijn gestreept. Pleochroïtisch van licht- tot donkergeel. Enkele radiaalvezelige mineraalfragmenten van dezelfde kleur, echter niet pleochroïtisch, wellicht pykniet.

Zirkoon, enkele kleine, goed gefacetteerde kristallen, meestal slank of kort zuilvormig met pyramidale eindvlakken. Kleurloos, waterhelder.

No. 3.

Afkomstig uit desa Tjikalong, aan den weg van Tjilamaja naar Poerwakarta, Krawang, Residentie Batavia.

Hoogte boven zee 8 M.

Bovengrond 0—30 cm.

Ondergrond 170—200 cm.

Klei, verzameld als onderdeel van een reeks grondmonsters, omvattend frisch aangespoelde zeeklei aan de monding van de Tjilamaja, daarop volgend ± 3 km van zee, ± 7 km van zee en ± 20 km van

zee, waarvan het onderzochte monster het laatste is. Het profiel was tot op de diepte van 2 m op het oog homogeen.

Op dezen grond teelt de bevolking rijst op sawahs. In het laboratorium, in drogen toestand, steenharde kluiten, zeer moeilijk met de vingers te wrijven, vrij gemakkelijk in een porseleinen mortier, tot een fijn meelachtig poeder. In vochtigen toestand een plastische klei, welke lastig van de koperen 2 mm zeef enz. verwijderd kan worden. Met veel water zeepig aanvoelend. Zeer weinig plantaardige resten.

Tusschen boven- en ondergrond bestaan geen in het oog loopende verschillen.

Physische samenstelling:

	Bovengrond	Ondergrond
Vijfde fractie > 2 mm.....	.....	.....
Vierde fractie 2—0.1 mm	13 %	7 %
Derde fractie 0.1—0.05 mm.....	21 %	13 %
Tweede fractie 0.05—0.01 mm ..	30 %	34 %
Eerste fractie < 0.01 mm	36 %	46 %
Watercapaciteit	47 %	51 %
Zwelling	sporen	sporen
Hygroscopiciteit	12.9 %	13.2 %
Kleur, droog	138	133
Kleur, nat	114	109

Op de geologische kaart van VERBEEK en FENNEMA (10) blad A III, novair rivieralluvium; bij HENGEVELD (50) recent rivier- en zeealluvium, bij MOHR (70a, pag. 126 e.v.) subhydrisch verweerd alluvium, vrijwel seniel; waar echter vermenging met rijk slib, afkomstig van de mergelruggen, die de vlakte aan den Zuidkust begrenzen, plaats vindt, toch vruchtbaar.

In het door mij onderzochte monster kon geen $Ca\ CO_3$ worden aangetoond. De ondergrond bevat 10 % meer van de fractie dan de bovengrond. Ondanks dat is de hygroscopiciteit praktisch in boven- en ondergrond dezelfde. De grofste fractie bevat bij beide monsters echter nog zeer veel kluitjes, welke bij de voorbewerking niet uiteengevallen zijn, en welke blijkbaar in den bovengrond het meest weerstand hebben geboden bij de voorbewerking, terwijl toch de colloïdale bestanddeelen daaruit tot de hygroscopiciteit hebben bijgedragen.

De mineralogische analyse van de vierde fractie van den bovengrond, welke 13 % bedroeg, gaf tot uitkomst:

bleekroode, witte kluitjes, bij de slibanalyse nog niet uit elkaar gevallen, maar bestaand uit deeltjes, die in de fijnste fracties behooren ..... 90 %
kwarts ..... 5 %
overige mineralen ..... sporen.

Amfibool, rhombisch, prismatisch, goed splijtbare, kleurlooze, waterheldere kristallen en kristalfragmenten.

Amfibool, groen, meerendeels platte kristalfragmenten met goede prismatische splijtbaarheid; soortelijk gewicht hooger dan 3.3, brekingsindex ± 1.70, matig pleochroïtisch, scheeve uitdooving tot ± 37°.

Apatiet, kleurlooze, zuilvormige mineraalfragmenten.

Augiet, donkergroene prisma's, oppervlakkig aangetast, waardoor netvormige teekeningen op de oppervlakte ontstaan, en het augiet droog, in opvallend licht, geen glans vertoont, matig pleochroïtisch. Diopsiedisch augiet eveneens voorkomend als dergelijke, verweerde zuiltjes, maar met lageren brekingsindex (± 1.68 tegenover ± 1.70).

Biotiet, in bruine splijtblaadjes en als prismatische fragmenten, de laatste met duidelijk pleochroïsme en basische splijtbaarheid.

Calciet, lichtgeel gekleurd, troebele, matig doorschijnende fragmenten, splijtbaarheid alleen opvallend bij verbrijzeling van de stukjes. Duidelijke fijne parallelle gelaagdheid.

Chalcedoniet, oogenschijnlijk optisch isotrope schilfertjes, echter in convergent gepolariseerd licht tweeassig negatief, met zeer kleine assenhoek, zoodat het beeld bijna eenassig gelijkt.

Granaat, kleurloos of lichtrose, onregelmatige, afgeronde fragmenten met schelpvormige breuk, zelden kristalvlakken zichtbaar, enkele stukken eenigszins tetraëdervormig. Niet optisch anomaal. Isotroop, brekingsindex ± 1.74.

Ilmeniet, zwarte, pekglanzende, meestal afgeplatte kristalfragmenten, herinnerend aan hexagonale vormen met allerlei overgangen naar regulair. Magnetisme van vrij sterk tot geheel ontbrekend. Etsfiguren. Tweelingen.

Kwarts, fragmenten van kristallen, hexagonale dubbelpyramiden, of zeer korte hexagonale prisma's gedekt door pyramiden. Vloeistofinsluitsels. Groeistrepen, zoowel op prisma- als pyramidenvlakken.

Limoniet, roodbruine ijzermineralen, korrelig, dof oppervlak. Hier en daar nog kristalvlakken toonend en dan oogenschijnlijk rhombisch of tetragonaal. Poreus, vrij magnetisch, na gloeien sterker magnetisch.

Magnetiet, dof- tot glanzend zwarte kristallen, overwegend regulair.

Muscoviet, onregelmatig begrensde afgeronde splijtblaadjes. Zeer mooi tweeassig assenbeeld. Insluitsels van zwarte ertsen en daaruit ontstane roodbruine ijzeroxyden.

Orthoklaas, kleurlooze, rechthoekig prismatische kristalfragmenten, zonder eindvlakken, brekingsindex ± 1.53, mooie tweeassige assenbeelden, goede rechthoekige splijtbaarheid.

Plagioklaas, kleurlooze, prismatische kristalfragmenten, met goede scheefhoekige splijtbaarheid, met hoeken van ± 58°. Scheeve uitdooving in de zone (010) tot ± 36°, brekingsindex ± 1.56, dus Andesien-labradoriet. In den ondergrond werden dezelfde mineralen aangetroffen, waarvan echter geen kwantitatieve analyse werd verricht.

No. 4.

Grondmonster van een sawahterrein tusschen Binangoe en Kroja, ten Zuiden van Banjoemas, Residentie Banjoemas.

Hoogte 0—10 M.

Klei (kwartair). Zee- of rivierklei. Dalgrond tusschen roode hellingen.

Geen gedifferentieerd profiel tot aan het grondwater.

Op dezen grond teelt de bevolking rijst op sawahs. Het grondmonster werd genomen van 0—30 cm diepte. In het laboratorium in drogen toestand harde, zanderige kluiten, met de vingers vrij gemakkelijk tot een fijnzanderig poeder fijn te wrijven. In water gemakkelijk uiteenvallend. In vochtigen toestand weinig plastisch.

Physische samenstelling:

Vijfde fractie	(enkele concreties)
Vierde fractie	23 %
Derde fractie	10 %
Tweede fractie.....	30 %
Eerste fractie	37 %
Watercapaciteit	44.9 %
Zwelling	1.5 %
Hygroscopiciteit	12 %
Kleur, droog	133
Kleur, nat	110

Op de geologische kaart van VERBEEK en FENNEMA (10) blad C V, staan deze gronden aangegeven als behoorend tot het novair rivier-

alluvium, bij HENGEVELD (50) als recent rivier- en zeealluvium, terwijl MOHR (70a, pag, 116) deze gronden als volgt beschrijft:

„de grond der valleien is zwaar, rijk rivieralluvium, volledig aangelegd als sawahs, die mooie opbrengsten geven".

De 4e fractie, welke 23 % bedroeg, bestond uit:

geelwitte tot bruingele kluitjes, vrij hard, welke bestonden uit materiaal der fijnere fracties	45 %
kwarts	30 %
concreties	10 %
groen amfibool	5 %
ilmeniet	5 %
andere mineralen	sporen.

Amfibool, rhombisch, breking ± 1.63, prismatische kristallen, met rechthoekige doorsneden. Rechte uitdooving. Insluitsels van augietnaaldjes en gasinsluitsels.

Amfibool, groen, afgeplatte zuiltjes, knobbelig en ruw oppervlak, lamellenstruktuur, vooral bij verbrijzeling zichtbaar. Groote verschillen in absorptie, de afgeplatte zuiltjes zijn, op de platte kant liggend, weinig doorschijnend, op de smalle kant staand doorzichtig. Uitdoovingshoek op de prismazijde ± 10°. Brekingsindex $\gamma = 1.70$ (N.—Z.), $\alpha = 1.67$ (O.—W.)

Amfibool, bazaltisch, onregelmatige, meestal afgeplatte stukjes, goede prismatische splijtbaarheid. Helder rood bruin, soms iets groenachtig. Lancetvormige splijtgroefjes.

Andalusiet, prismatische kristalfragmenten, rijk aan stofinsluitsels, centraal opgehoopt.

Augiet, zuilvormige kristalfragmenten, geen eindvlakken, dikwijls afgerond, beschadigd of gedeeltelijk uitgehold. Dikwijls abnormale interferentie-kleuren. Tweelingen volgens de prismazijden.

Bij opvallend licht baksteenroode stukjes, die dikwijls nog vrij volmaakten kristalvorm vertoonen, doen aan augiet denken, dat onder een of andere verweeringsinvloed veranderd is in ijzerhydroxyde. Oppervlakkige, roode korst, valt gemakkelijk uiteen, waarbij het grauwzwarte materiaal zichtbaar wordt, waaruit het binnenste deel bestaat. Overblijfselen van rechthoekige splijtbaarheid nog zichtbaar in grove teekening en bij uit elkaar drukken met de naald.

Calciet, groene tot groenbruine, plaatvormige kristalfragmenten, opbruisend in koud verdund zoutzuur, zooals zij bij calciet beschreven werden.

Concreties (ijzer), hagelerts, bruine, bruin-zwarte, violetbruine rol-

ronde korrels, zoowel zwaarder als lichter dan 2.9 en zoowel sterk als geheel niet magnetisch. Klastische, breccieuse struktuur, hoogstens bij doorbreken een afzonderlijke kern waarneembaar, omgeven door een dikke schaal. Insluitsels van allerlei mineralen, o.a. kwarts met golvende uitdooving.

Epidoot, groengeel en geel, afgeronde, plaatvormige kristalfragmenten, welke, bij geringe helling, een mooi assenbeeld geven.

Granaat, in kleurlooze, waterheldere, onregelmatig gevormde stukjes, geen optische anomaliën.

Hypersteen, zuiltjes, somtijds met eindvlakken. Overlangs gestreept, pleochroïsme van bleekgroen tot bruingroen. Tweelingen volgens de prismazijden, soms meerdere naast elkaar.

Ilmeniet, glanzend zwarte kristalfragmenten, overwegend plaatvormig hexagonaal.

Korund, basische kristalfragmenten, polysynthetische tweelingslamellen, herkenbaar in drogen toestand, bij opvallend licht en op een kant gezien. In dienzelfden stand duidelijk pleochroïtisch van groenblauw tot violetblauw.

Kwarts, mooi gefacetteerde, meestal mooi symmetrische, soms iets scheefgegroeide dubbelpyramiden, veel voorkomend in afmetingen 15—35 μ. De kristallen soms iets afgerond tot bijna bolvormig toe. Ook in onregelmatig gevormde korrels. Geen optische anomaliën. Soms in drogen toestand dofwit door tallooze insluitsels. Insluitsels van bruingekleurd, volgens vlakken georiënteerd, ijzeroxyde.

Magnetiet, dofzwarte tot bruinzwarte regulaire kristalfragmenten.

Plagioklaas (*oligoklaas-andesien*), platte plaatjes, gedeeltelijk nog kristalvorm verradend, in het algemeen sterk beschadigd, onduidelijke scheeve splijtbaarheid, bijna rechthoekig. Brekingsindex $\pm$ 1.55. Zeer groote assenhoek.

Vulkanisch glas, kleurlooze tot lichtgroene isotrope schilfers.

Zirkoon, mooi gefacetteerde, prismatische kristallen, gedekt door pyramiden. Waterhelder. Verschillend van het zirkoon uit No. 1 door de grootere afmetingen, breed tot 175 μ, lang tot 375 μ, terwijl deze bij No. 1 maximaal bedroegen $\pm$ 90 $\times$ 170 μ. Ook komen hier minder slanke lange zuiltjes en meer korte, prismatische kristallen voor.

No. 5

Monster van den bodem van de Kinderzee, Segara Anakan, Oostzijde, bij het paaldorp Moetean, Residentie Banjoemas.

Hoogte boven zee: 2 M. beneden zeeoppervlak.

Versch aangeslibde brak- of zoutwaterklei, opgehaald van den bodem als type van een kleigrond in wording, afgezet in brak- of zoutwater.

Het monster heeft weken lang noodig gehad om luchtdroog te worden.

In het laboratorium steenharde kluiten, zeer moeilijk in een porseleinen mortier fijn te wrijven.

In vochtigen toestand plastisch.

Physische samenstelling:

Vijfde fractie >2 mm	....
Vierde fractie 2—0.1 mm	2 %
Derde fractie 0.1—0.05 mm	5 %
Tweede fractie 0.05—0.01 mm....	30 %
Eerste fractie <0.01 mm	63 %
Watercapaciteit	40.5 %
Zwelling	9 %
Hygroscopiciteit	27.6 %
Kleur, droog	134 [1])
Kleur, nat	115

Bij VERBEEK en FENNEMA (10), Blad C IV, staat de omgeving van de Kinderzee aangegeven als novair, rivieralluvium; bij HENGEVELD (50) als recent, rivier- en zeealluvium, terwijl MOHR (70a, pag. 118) de afzettingen van de Tji Tandoei, welke in de Kinderzee uitmondt, als vruchtbare, rijke afzettingen beschrijft, aan de Westzijde wellicht beter dan aan de Oostzijde, omdat het Westen grenst aan bergland van andesietisch gesteente, terwijl in het Oosten heuvels van tertiair gebergte, o.a. mergels liggen, waarvan de aanslibbingsproducten zware gronden leveren, maar al te dikwijls behept met physische gebreken. De tertiaire mergels blijken gelukkig nogal gemengd te zijn met betrekkelijk grover materiaal, fijn zand en tufbestanddeelen, daardoor worden de secundaire gronden niet zoo zwaar.

Opvallend is de bijzonder hooge hygroscopiciteit.

Bij de mineralogische analyse werden in de vierde fractie, welke 2 % bedroeg, aangetroffen:

kluitjes, nog niet bij de voorbewerking uiteengevallen, rolrond of plat	95 %
kwarts	1.5 %

1) Aan de kluiten veel lichter gelijkend.

amfibool	0.5 %
ilmeniet, magnetiet	0.5 %
andere mineralen	sporen

Amfibool, lichtgroen, matig pleochroïtisch, onregelmatig gevormde fragmenten; platte plaatjes, zuiver planparallel, donkergroen, duidelijk pleochroïtisch, tweelingslamellen.

Amfibool, bazaltisch, lange zuilvormige fragmenten, waterhelder, duidelijk pleochroïtisch: roodbruin tot geelbruin.

Apatiet, kleine, waterheldere hexagonale zuiltjes, $15 \times 75\ \mu$.

Augiet, lichtgroene zuiltjes, beschadigde, verweerde oppervlakte, niet pleochroïtisch, vertoonen anomale dubbelbreking (geen uitdooving) en dan op die zijde mooi assenbeeld, waarbij de optische as in het gezichtsveld uittreedt. Magnetietinsluitsels.

Biotiet, zeshoekige pakketjes splijtblaadjes, dof-groen, matig doorschijnend. Eénassig assenbeeld, bij draaien aan de objecttafel anomaal vervormd.

Hypersteen, rechthoekige zuiltjes, met scheeve, dakvormige eindvlakken, vloeistofinsluitsels zeer talrijk, zonder opvallende oriënteering.

Ilmeniet, over het algemeen goed hexagonaal ontwikkelde, plaatvormige kristalfragmenten.

Kwarts, als onregelmatige korrels, soms met aggregaatspolarisatie, somtijds enkele kristalvlakken herkenbaar. Zeer kleine hexagonale dubbelpyramiden, waterhelder, met afgeronde vormen.

Magnetiet, enkele dofzwarte octaëders, met gestreepte vlakken.

Muscoviet, enkele afgeronde splijtblaadjes, waterhelder, zeer kleine assenhoek.

Plagioklaas (oligoklaas—andesien), brekingsindex $\pm$ 1.55. Zeer kleine scheeve uitdooving op de richting der tweelingslamellen. Tweelingslamellen en zeer mooie schalenbouw. Kleine kristallen, in doorsnede zuivere parallelogrammen met hoeken van 82^0 en 98^0, tot 300 μ lengte.

Rutiel, korrels, pleochroïtisch van geel tot bruin.

Toermalijn, kleurloos, overlangs fijn gestreept, kort zuilvormig met afgeronde top. Weinig of niet pleochroïtisch.

Zirkoon, sporadisch, zeer kleine tetragonale zuiltjes, gedekt door pyramiden, kleurloos, waterhelder.

Schelpresten, enkele, onherkenbare fragmenten.

Sponsnaalden, enkele blijkbaar eenassige, waterheldere kiezelnaalden met centraal kanaal, afmetingen tot $40 \times 400\ \mu$.

Recente plantaardige resten, niet nader gedetermineerd, stengel- of worteldeelen, bladachtige overblijfselen enz.

No. 6

Monster uit het deltagebied van de Moesi, aan de samenvloeiing van Moesi en Selatdjaran, Tandjoeng Selatdjaran, Res. Palembang.

Hoogte boven zee (0—10 M).

Het profiel bestaat uit 20 opeenvolgende monsters, gestoken met onderlinge vertikale afstand van 10 cm, zoodat het bovenste op 0—10 cm, het laatste op 190—200 cm diepte ligt.

Zware klei, door hoog gehalte aan organische stof goed bewerkbaar.

Terreinen gedeeltelijk bedekt met bosch, gedeeltelijk bij de bevolking in gebruik voor ladangbouw (rijst), en dan goede oogsten opleverend.

In het laboratorium bestaat de bovengrond in drogen toestand uit zeer harde kluiten, moeilijk met de vingers te breken, doorgroeid met plantenwortels, die er roodbruine sporen in achter laten. De ondergrond op ± 80—100 cm diepte bevat zeer veel, weinig veranderde, plantenresten (o.a. het bekende kurkachtige hout van de ademwortels der Sonneratia-soorten, welke recent veelvuldig in de Moesidelta voorkomen), waardoor de grond zich vrij gemakkelijk laat verbrokkelen. Op 2 m diepte zijn deze plantenresten meer verveend, donkerder gekleurd, terwijl de kluiten moeilijk met de vingers gebroken kunnen worden.

In vochtigen toestand is de bovengrond vrij plastisch, de ondergrond valt door het groote gehalte aan plantenresten in vochtigen toestand uiteen als een grofkorrelige, losse massa.

Physische samenstelling:

	Bovengrond	70—80 cm	190—200 cm
Vijfde fractie	(sporen plantenvezels)	6 % (plantenvezels)	3 % (plantenvezels)
Vierde fractie	21 %	32 %	30 %
Derde fractie	7 %	12 %	13 %
Tweede fractie ...	18 %	15 %	16 %
Eerste fractie ...	54 %	35 %	38 %
Watercapaciteit ..	46 %	47 %	44 %
Zwelling	sporen	sporen	sporen
Hygroscopiciteit ..	10 %	16.9 %	20.4 %
Kleur, droog	103 C	119	120
Kleur, nat	143	125	125

Door MOHR (70a, pag. 185 e.v.) gerangschikt onder lebakgronden

òf zeeklei, de eerste „zonder eenige landbouwtoekomst, met eenige uitzondering: de geregeld of nu-en-dan-eens-overstroomde strooken (renah- en lebakgronden) langs de goede rivieren" nl. Ogan, Komering en in mindere mate de Moesi. Dat hier de hygroscopiciteit toeneemt met de diepte, is zeer waarschijnlijk een gevolg van het toenemen van het gehalte van min of meer gehumificeerde plantaardige overblijfselen in den ondergrond. Ook de onregelmatige cijfers van de slibanalyse staan met de meerdere of mindere verkruimeling van de houtresten in verband.

In de vierde fractie van den bovengrond, welke 21 % bedroeg, werden bij de mineralogische analyse aangetroffen:

Grijswitte kluitjes van fijn materiaal, dat bij de voorbewerking niet gepeptiseerd was, maar in fijnere fracties thuis behoort:	90 %
plantaardige overblijfselen	7.5 %
overige mineralen	sporen

Amfibool, gewoon groen, prismatische fragmenten, meerendeels plaatvormig, matig pleochroïtisch. Donker-bruingroen, sterk pleochroïtisch en sterk dubbelbrekend.

Amfibool, bazaltisch, roodbruin, vezelig uiterlijk.

Augiet, fleschgroene, goed doorzichtige fragmenten zonder herkenbare kristalvormen. Anomale dubbelbreking, zeer groote assendispersie.

Diatomeeën, witte cirkelvormige, vrijwel platte schalen van kiezelzuur, grootendeels bedekt met goudgele globulieten zwavelijzer.

Hypersteen, rechthoekige zuiltjes, zwak pleochroïtisch van geelgroen tot blauwgroen, zelden eindvlakken.

Ilmeniet, alle overgangen van hexagonaal tot regulair, met afnemend magnetisme. Glanzend zwart, somtijds met mooie aanloopkleuren.

Kwarts, zelden hexagonale kristallen of overblijfselen daarvan; meerendeels onregelmatig begrensde scherpkantige brokstukjes. Op enkele stukken zeer mooie etsfiguren, waarin oogenschijnlijk organische resten zijn vastgehecht, alsof deze met de ingeëtste figuren in verband staan, hoewel natuurlijk niet is uitgesloten, dat de organismen zich later in de reeds bestaande holten hebben vastgehecht.

Magnetiet, enkele goed magnetische, glanzend zwarte fragmenten met regulairen habitus.

Muscoviet, in waterheldere kleurlooze splijtblaadjes, somtijds met iriseerende kleuren. Zeer fraai tweeassig assenbeeld.

Plagioklaas, met brekingsindex $\pm$ 1.54, dus oligoklaas; zonale bouw

niet waargenomen, zelden lamellen. Tweeassig assenbeeld met zeer groote assenhoek.

Sponsnaalden, gladde, waterheldere, eenassige, lichtgebogen naalden met centraal kanaal. Brekingsindex $\pm$ 1.46. Afmetingen tot $45 \times 600\ \mu$.

Vulkanisch glas, van kleurloos waterhelder tot bruingroen; brekingsindex van $\pm$ 1.48 tot $\pm$ 1.52, meermalen in elkaar gevloeide slieren en strepen waarneembaar. Optisch isotroop.

IJzeraluin, in spleten en scheurtjes van de opgedroogde monsters op $\pm$ 80 cm diepte, uitbloeiingen van rechte of gekromde, kleurlooze waterheldere kristallen, dikwijls velen naast elkaar tot platte bundels vereenigd. Dubbelbrekend, kleine scheeve uitdooving.

Zirkoon, enkele waterheldere, kleurlooze kristallen, mooi gefacetteerd.

Zwavelijzer, kleine goudgele globulieten van 3—4 μ doorsnede, afgezet op diatomeeën.

Verkiezelde houtresten, houtvaten, tracheïden, libriformvezels, melkwit, somtijds zeer fraai iriseerend.

Recente plantaardige resten, weinig veranderd hout, in diepere monsters iets verweerd, toch nog duidelijk de structuur te herkennen. In den bovengrond nog houtskool en enkele zaden. De mineralogische samenstelling op verschillende diepten leverde geen in het oog vallende verschillen op.

VERDEELING VAN DE MINERALEN OVER DE ONDERZOCHTE GRONDSOORTEN

Mineraal:	*Profiel:* 1	2	3	4	5	6	*Moedergesteente:*
Amfibool (rh.)	—	—	—	—			Uitsluitend metamorfe gesteenten.
Amfibool (gr.)	—	—	—	—	—	—	In vulkanische en metamorfe gesteenten.
Amfibool (baz.)	—			—	—	—	Uitsluitend in vulkanische gesteenten, vooral uit ijzerrijke magma's.
Andalusiet	—			—			In contactzones van Al-rijke leien met dieptegesteenten. Ook in gneis, glimmerschisten en phyllieten met cordieriet, granaat, korund, toermalijn en in pegmatieten.
Apatiet	—		—		—		In alle gesteenten.
Augiet	—	—	—	—	—	—	Trachieten, andesieten, porfierieten en diorieten (ROSENBUSCH). Basische en neutrale vulk. gesteenten (MILNER).
Aug. (Diopsied)		—	—				Idem.
Aug. (verbr.)				—			?
Biotiet	—	—	—		—		Alle vulkanische gesteenten en karakteristiek als nieuw gevormd bestanddeel in contactgesteenten.
Calciet			—	—			Allerlei sedimentgesteenten en zoo goed als alle vulkanische gesteenten dikwijls secondair.
Chalcedoniet			—				Langs secondairen weg, uit waterige oplossing, in alle mogelijke gesteenten, vnl. in bazalten.
Concreties (ijzer)	—			—			Kunnen hun ontstaan te danken hebben aan ijzerhoudende mineralen uit vrijwel alle gesteenten.
Diatomeeën						—	
Enstatiet		—					Trachieten, andesieten, porfierieten en diorieten. Basische en neutrale vulkanische gesteenten.
Epidoot	—			—			Als verweeringsproduct in alle mogelijke vulkanische gesteenten (ROSENBUSCH). Kristallijne metamorfe onzuivere kalksteenen (MILNER).
Glaukoniet [1]							

Glaukofaan		—					*Metamorfe gesteenten, glimmerschisten en kristallijne kalksteen.*
Granaat			—	—			Grossulaar in kristallijne schisten, granaatgesteenten, gneisen en kalksilikaathoornsteen.
Hypersteen	—			—	—	—	Trachietische en andesietische eruptiefgesteenten.
Ilmeniet	—	—	—	—	—	—	Alle vulkanische gesteenten.
Korund	—			—			In eruptiefgesteenten en in contactmetamorfe gesteenten; kristallijne kalksteen.
Kwarts	—	—	—	—	—	—	Granieten, kwartsporfieren, zandsteenen, carbonaatgesteenten, kiezelleien.
Limoniet			—				Kan ontstaan als verweeringsvorm van alle ijzerhoudende mineralen, dus uit vrijwel alle gesteenten.
Magnetiet	—	—	—	—	—	—	Eruptiefgesteenten en kristallijne schisten.
Muscoviet		—	—		—	—	Dikwijls door dynamo-metamorfe werking uit sedimenten, eruptiefgesteenten en de tuffen daarvan.
Orthoklaas			—				Granieten, syenieten en daarmede overeenkomende eruptiefgesteenten. Gneisen.
Plagioklaas		—	—	—	—	—	Trachieten, dacieten, andesieten.
Rutiel	—	—			—		Zure vulkanische gesteenten, kristallijne metamorfe gesteenten, uit ilmeniet e.d.
Sponsnaalden					—	—	Alluviale gronden, in zout-, zoet- of brakwater afgezet.
Stauroliet	—						In metamorfe gesteenten en daaruit ontstane grondsoorten.
Toermalijn	—	—			—		In granieten, liparieten, diorieten en aequivalente eruptiefgesteenten en de contactzones daarvan, waarschijnlijk op pneumatolytische wijze ontstaan.
Topaas		—					Tinertshoudende granieten, liparieten en contactzones daarvan.
Vulkanisch glas	—			—	—	—	Alle effusiefgesteenten.
IJzeraluin						—	Door inwerking van zwavelzuur op ijzer en aluminiumhoudende mineralen.
Zirkoon	—	—		—	—	—	Zure dieptegesteenten en daarvan afgeleide effusiefgesteenten.
Zwavelijzer						—	Alle gesteenten. Als globulieten van organischen oorsprong in zee-, brakwater- en zoetwaterklei.

[1]) Ondanks herhaalde nasporingen werd glaukoniet niet aangetroffen.

De plaatsen, waar de monsters werden genomen, zijn op de schetskaartjes van Midden-Java en Zuid-Sumatra met de cijfers 1—6 aangeduid, en het zou zeer verleidelijk zijn uit de mineralogische samenstelling conclusies te trekken aangaande de afkomst, verweeringsvorm en eventueel de waarde dezer gronden uit een landbouwkundig oogpunt. Wat het laatste betreft moet echter ieder oordeel worden opgeschort, omdat het mineralogisch onderzoek alleen, van enkele zoo ver uit elkaar liggende gebieden, geen voldoende gegevens oplevert voor waardevolle conclusies. Dit is dan ook niet het doel geweest van dit onderzoek. Een dergelijk onderzoek zou zich dan moeten beperken tot een kleiner gebied, waarvan een algemeen geologisch-aan het mineralogisch onderzoek zou moeten voorafgegaan, en waar dan een intensieve bemonstering met daaraan volgend onderzoek op zou moeten volgen. Hier moge slechts volstaan worden met enkele punten aan te geven, welke bij het verrichtte onderzoek de aandacht vroegen en welke, onder de noodige reserve wegens de betrekkelijke onvolledigheid van het onderzoek, aanleiding konden geven tot gissingen naar de herkomst der onderzochte gronden.

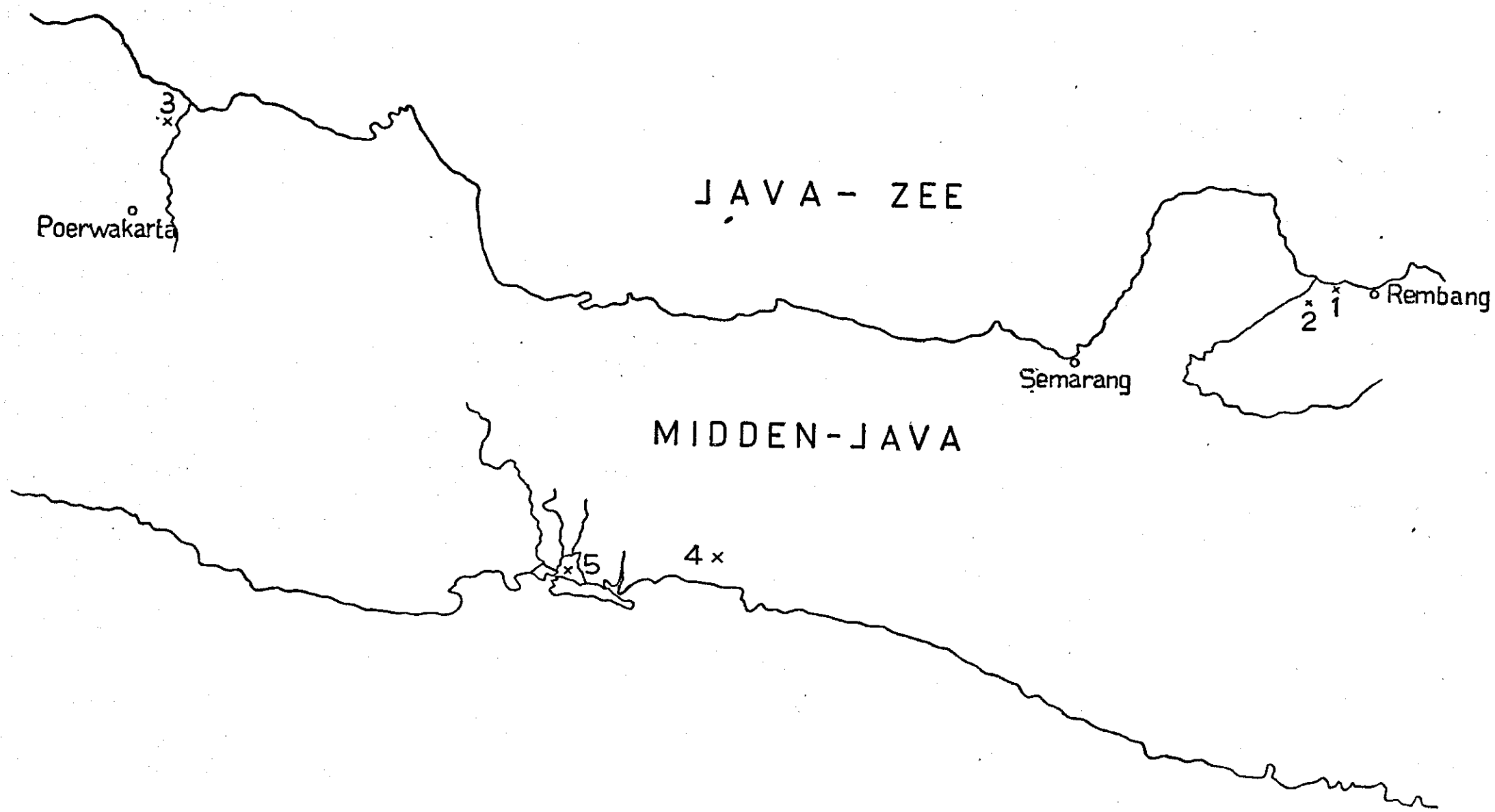
Daartoe werden de zes gronden in een tabel samengebracht, waarbij de aangetroffen mineralen door een streepje zijn aangeduid, en waarachter werd vermeld, in welke formaties die mineralen bij voorkeur werden aangetroffen.

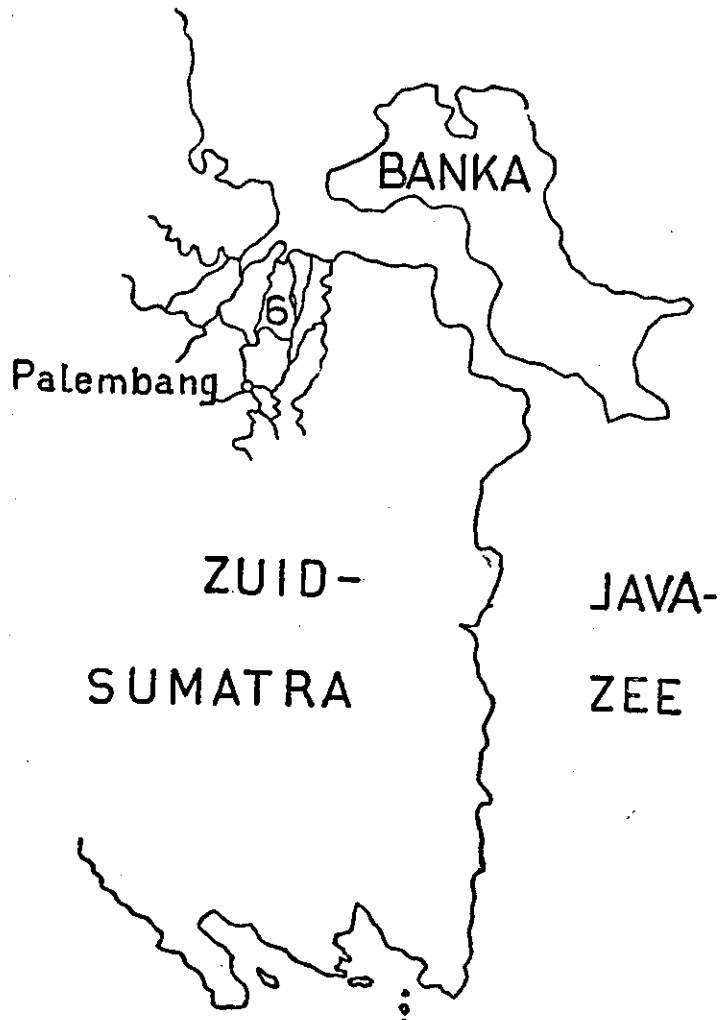
Bij No. 1 valt dan op, dat in ieder geval metamorfe gesteenten tot de vorming moeten hebben bijgedragen, zooals uit de aanwezigheid van rhombisch amfibool, andalusiet (uit Al-rijke leien) en stauroliet kan worden afgeleid. Dat daarmede echter nog niet veel is gezegd, kan blijken, wanneer men verder ziet, dat zirkoon gewoonlijk voortkomt uit zure dieptegesteenten en daarvan afgeleide effusiefgesteenten, terwijl augiet meer zou voorkomen in basische en neutrale vulkanische gesteenten. Om dus juiste conclusies te kunnen trekken zou men meer monsters van een beperkt gebied moeten nemen, en de onderlinge verhouding der mineralen nauwkeuriger in cijfers moeten uitdrukken, zoowel wat betreft de verspreiding in horizontalen als in vertikalen zin.

Bij No. 2 valt het topaas op, als bijzonder mineraal, kenmerkend voor tinerts-houdende granieten, liparieten en contactzones daarvan, hetgeen dan ook op Banka vrij veel voorkomt, terwijl dit monster ook glaukofaan bevat, dat slechts een vrij beperkt gebied als oorsprong kan aanwijzen. Ook de profielen 3, 4 en 5 hebben enkele karakteristieke mineralen, welke echter in verband met het voorloopige karakter van het onderzoek, geen aanleiding kunnen geven tot gevolgtrekkingen, welke eerst uit een detail-onderzoek van een beperkt gebied kunnen worden getrokken. Met iets meer zekerheid

kan van No. 6 gezegd worden, dat het monster een type grond weergeeft, dat in menig opzicht met een Nederlandsche zeeklei kan vergeleken worden. Echter niet zoozeer door de aangetroffen mineralen, maar door de organische overblijfselen, waarbij het ijzeraluin mede als een gevolg van oorspronkelijk organische reacties kan beschouwd worden.

De aangetroffen diatomee, *Coscinodiscus subbulliens* Jörg, is typisch voor ondiepe, slijkerige zeebodems, als van de Nederlandsche wadden. Het daarop afgezette zwavelijzer komt op volmaakt dezelfde wijze in Nederlandsche zout- of brakwaterklei voor. De daarbij aangetroffen verkiezelde houtresten, welke zeer waarschijnlijk afkomstig zijn uit het Palembangsche binnenland, wijzen er op, dat wij hier te doen hebben met een rivieralluvium, afgezet in een ondiepe zee. Ook hier zou een nadere bestudeering èn van de verkiezelde organismen èn van de aangetroffen mineralen, vergeleken met die van het achterland, meer zekerheid kunnen verschaffen.


3
Poerwakarta
JAVA- ZEE
Rembang
2
1
Semarang
MIDDEN-JAVA
5
4


BANKA
6
Palembang
ZUID-
SUMATRA
JAVA-
ZEE

BIJLAGE

BEKNOPTE BESCHRIJVING VAN DE EIGENSCHAPPEN DER GESTEENTEVORMENDE MINERALEN, IN ZOOVERRE DEZE IN DE ONDERZOCHTE GRONDSOORTEN WERDEN AANGETROFFEN EN VOOR ZOOVER ZIJ VOOR DE DETERMINATIE VAN DE BODEMVORMENDE MINERALEN VAN BELANG BLEKEN.

AMFIBOOL (HOORNBLENDEGROEP)

Algemeene formule voor amfibolen en augieten:

$$[Si\ 0_4 .\ Si\ 0_2]\ R_2^{II}$$ (NIGGLI) [1])

met polymere vormen, bijv.:

gewoon amfibool $[Si\ 0_6]\ Al_2\ (Mg,\ Ca)$,

$$\text{tremoliet} \left[Si\ 0_6 \begin{matrix} Si\ 0_2 \\ Si\ 0_2 \\ Si\ 0_2 \end{matrix} \right] Mg_3\ Ca,$$

$$\text{glaukofaan} \left[Si\ 0_6 \begin{matrix} Si\ 0_2 \\ Si\ 0_2 \\ Si\ 0_2 \end{matrix} \right] Al_2\ Na_2.$$

Brekingsindices:	α	β	γ	s. g.	(Ontleend aan IDDINGS)
Anthofylliet	1.6288	1.6301	1.6404	2.98–3.24	PENFIELD.
Anthofylliet	1.633	1.642	1.657		LÉVY en LACROIX.
Gedriet	1.623	1.6358	1.6439	2.98–3.24	USSING.
Tremoliet	1.6065	1.6233	1.6340	2.93	PENFIELD.
Tremoliet	brekingsindex van 1.60—1.65			—	JOHANNSEN.
Aktinoliet	1.6116	1.6270	1.6387	2.99	ZIMANYI.
Pargasiet	1.613	1.620	1.632	3.11	LÉVY en LACROIX.
Amfibool	1.630	1.642	1.653	—	LÉVY en LACROIX.
Amfibool	1.6398	1.6431	1.6561	—	ZIMANYI.
Glaukofaan	1.6212	1.6381	1.6390	2.99	WALLÉRANT.
Gastaldiet	1.6396	1.6563	—	—	BODEWIG.
Bazaltisch amfibool	1.680	1.725	1.752	—	LÉVY en LACROIX.
Barkevikiet	1.687	1.707	1.708	3.42	LÉVY en LACROIX.
Grüneriet	—	1.73	—	3.71	LACROIX.

De amfibolen kristalliseeren in het rhombische, monokliene en trikliene stelsel, maar hebben desondanks overeenkomende habitus en prismatische splijtbaarheid van 54°—56° (126°—124°) (IDDINGS 27). Rhombische amfibolen zijn zeldzaam, en beperkt tot metamorfe

[1]) De chemische formules in deze en de volgende tabellen zijn ontleend aan NIGGLI (53).

gesteenten. Trikliene eveneens zeldzaam, alleen in vulkanische gesteenten. Monokliene amfibolen zijn de meest voorkomende. In tegenstelling tot de pyroxenen gewoonlijk slanke prismatische vormen of vezels. Hoewel beide mineralen in vulkanische en metamorfe gesteenten voorkomen, vindt men de pyroxenen meer in de eerste, de amfibolen meer in de laatste.

Tremoliet en *Aktinoliet* komen uitsluitend voor als secondaire of metamorfe mineralen en voornamelijk in kristallijne schisten of in korrelige of compacte metamorfe gesteenten, ook als verweeringsproducten in vulkanische gesteenten. JOHANNSEN (66) beschrijft *tremoliet* als kleurloos, tweeassig; dubbelbreking 0.02—0.03. Typische amfibolische splijtbaarheid. Uitdoovingshoek 16°.

Gewoon amfibool komt voor, zoowel in vulkanische gesteenten als in metamorfe gesteenten.

Bazaltisch amfibool komt uitsluitend voor in vulkanische gesteenten, vooral uit ijzerrijke magma's en gaat over in gewoon amfibool.

Glaukofaan is uitsluitend een bestanddeel van metamorfe gesteenten, glimmerschisten en kristallijne kalksteen.

De monokliene amfibolen gelijken zeer veel op de monokliene pyroxenen in breking en dubbelbreking, maar kunnen worden onderscheiden naar den hoek van de prismatische splijtbaarheid en den kristalvorm, terwijl de uitdoovingshoek gewoonlijk kleiner is. Een ander verschil tusschen de amfibolen en pyroxenen vindt men in het pleochroïsme, waarvan ROSENBUSCH (16) o.a. zegt: De gewone amfibolen, die groen doorzichtig zijn, hebben groene, geelgroene, blauwgroene en gele tinten; de zeldzamere, bruin doorzichtige: bruine, groenbruine en groengele tinten. Altijd behooren de donkerste tinten (groen, blauwgroen, bruin) bij de volgens Z trillende, de lichtste (lichtgroen, geel, geelgroen) bij de volgens X trillende stralen. De volgens Y trillende stralen hebben òf een middenkleur òf zijn gelijk aan Z, dus het absorptieschema is: $Z \geqslant Y > X$. Hetzelfde geldt voor de bazaltische amfibolen, meestal is $Z = Y$, donkerbruin en X geel in verschillende nuances. De absorptie volgens Z is dikwijls even sterk als bij biotiet. Bij glaukofaan is het pleochroïsme X bijna kleurloos tot geelgroen, Y roodviolet tot blauwviolet, Z hemelsblauw tot ultramarijnblauw. (In de plaats van de door de Duitschers gebezigde **a**, **b**, **c** zijn hier de door de Engelsche en Amerikaansche schrijvers gebezigde initialen X, Y en Z gebruikt.)

ANDALUSIET

[SiO_5] Al_2 (NIGGLI), dikwijls met gering ijzergehalte (ROSENBUSCH, 16). Rhombisch.

Prismatische habitus, soms stengelige aggregaten of bundels. Verhouding van de lengte tot de dikte vrij geregeld 3 of 4 : 1.

Andalusiet wordt gevormd in de contactzones van Al rijke leien en fyllieten, waar deze granieten of andere dieptegesteenten treffen. Hoog Algehalte en laag kalkgehalte schijnen bij de vorming gunstig te werken. Ook in veel gneisen, glimmerschisten en fyllieten, en daarin meestal vergezeld door disteen, sillimaniet, dikwijls ook door cordieriet, granaat en toermalijn.

Ook nu en dan in granieten, vooral waar deze insluitsels van omliggende gesteenten bevatten.

LACROIX (Madagascar, 69) vond andalusiet in een pegmatiet, in microscopisch kleine kristallen, met een eigenaardige verdeeling van de rose kleurstof. Ook in Japan komt andalusiet in pegmatiet voor (NIGGLI).

Brekingsindex: $\left.\begin{array}{l}\gamma = 1.643\\ \beta = 1.638\\ \alpha = 1.632\end{array}\right\}$ DES CLOIZEAUX.

Soortelijk gewicht 3.10—3.20. Optisch negatief. $2\,V = \pm 84°$.

Pleochroïsme Z en Y kleurloos of zeer zwak groen, X roserood, $X > Y > Z$.

Insluitsels van de begeleidende mineralen kwarts, glimmer, ijzerertsen, niet zeldzaam; vloeistofinsluitsels over het algemeen zeldzaam, grafiet en koolstof-deeltjes dikwijls voorkomend, waaromheen dikwijls pleochroïtische veldjes. Deze zijn geel, wanneer de lichtstralen den hospes doorloopen met trillingen, evenwijdig aan de vertikale as en verdwijnen bij draaien van de tafel om 90°. Door gloeien verdwijnen ze.

APATIET

$[Ca\ [\ (P\ O_4)_2\ Ca_3]\ _3]\ (F_2,\ Cl_2,\ CO_3,\ SO_4)$ (NIGGLI)

Een isomorfe rij van de dubbelzouten $3R_3^{II}\ R_2O_8.\ 1\ R^{II}\ M$, bijv.

Fluorapatiet $[Ca\ [\ (PO_4)_2\ Ca_3\ ]_3\ ]\ F_2$
Chloorapatiet $[Ca\ [\ (PO_4)_2\ Ca_3\ ]_3\ ]\ Cl_2$

Hexagonaal.

Lang, dun zuilvormig of kort prismatisch, het laatste vooral in alkali- en kiezelzuurarme eruptiefgesteenten. Skeletvormen in granieten. Ronde korrels in kristallijne schisten. Korrelige aggregaten in kristallijne kalkgesteenten en schisten. Radiaalstralige aggregaten (fosforiet) in sedimenten. Dichte, aardachtige massa's (osteolieten) op spleten in bazalt en doleriet.

Splijtbaarheid slechts bij grootere individuen microscopisch waarneembaar. De slank prismatische mikrolieten toonen dikwijls een onregelmatige dwarsafzondering, waarbij zij uit elkaar vallen in korte zuildeelen.

$\omega = 1.6335$	$\varepsilon = 1.6316$	WOLFF-PALACHE.
$\omega = 1.6379$	$\varepsilon = 1.6349$	BRUGNATELLI.
$\omega = 1.6449$	$\varepsilon = 1.6405$	ZIMANYI.
$\omega = 1.6381$	$\varepsilon = 1.6345$	HLAWATSCH.
$\omega = 1.6691$	$\varepsilon = 1.6653$	LACROIX.

Negatief. Soortelijk gewicht = 3.10—3.22.

Zelden gekleurde apatieten met pleochroïsme $\varepsilon > \omega$, maar dan soms sterk pleochroïtisch (LACROIX, 8).

Bevat soms veel gas- en vloeistofinsluitsels, dikwijls centraal opgehoopt volgens de hoofdas, of concentrisch in schalen volgens den omtrek, soms ook zonder merkbare regelmaat. De oppervlakte der apatieten dikwijls rimpelig en voorzien van onregelmatige verdiepingen.

Ontbreekt in *geen enkel gesteente geheel.* In eruptiefgesteenten doorspekken apatietnaaldjes alle andere bestanddeelen, apatiet is dus

een van de eerst uitgekristalliseerde mineralen. Dikwijls met andere oudere uitscheidingsproducten (ertsen, zirkoon, glimmer, pyroxenen enz.) in nesten tezamen en komen dan ook meer voor in de „basische concreties" der dieptegesteenten dan in de normale gesteentevormen.

In de sedimenten allothigeen, en het algemeene voorkomen in de sedimenten in volmaakt *frissche ronde korrels,* niettegenstaande de groote oplosbaarheid is verrassend algemeen. (ROSENBUSCH, 16).

LACROIX (Madagascar, 69) vindt apatiet altijd in kristallen (ook microscopisch in alle gesteenten, maar vooral in basische eruptiefgesteenten (amfiboolgesteenten).

AUGIET (PYROXENEN)

Algemeene formule als van de amfibolen $[Si\,0_4 . Si\,0_2]\,R_2^{II}$ (NIGGLI).
Bijv. Enstatiet: $[Si\,0_4 . Si\,0_2]\,Mg_2$.
Hypersteen: $[Si\,0_4 . Si\,0_2]\,Mg_2 . [Si\,0_4 . Si\,0_2]\,Fe_2$.
Diopsied: $[Si\,0_4 . Si\,0_2]\,Mg\,Ca$.

Bij gewoon augiet wisselende hoeveelheden Al, niet zelden ook treedt een weinig titaan in de plaats van silicium: titaanaugieten, met duidelijk pleochroïsme en anomale interferentiekleuren.

De pyroxenen kristalliseeren in het rhombische, monokliene en trikliene stelsel, evenals de amfibolen, waarmede zij overigens ook in nauw verband staan. Zij hebben allen prismatische vormen met een hoek van 87° (93°) dus op het oog rechthoekig, en splijtbaarheid evenwijdig daarmede. De trikliene pyroxenen zijn zeldzaam, de rhombische en monokliene zeer algemeen.

Tot de *rhombische* behooren: enstatiet, bronziet, hypersteen.

Tot de *monokliene*: De diopsied-groep, sesquioxydvrij tot sesquioxydarm: diopsied, hedenbergiet, diallaag.

De augiet-groep, sesquioxydrijk: gewone en bazaltische augieten.

De alkalipyroxenen: aegirien en akmiet, spodumeen en jadeïet.

De bijna rechthoekige prismatische splijtbaarheid is het voornaamste kenmerk, dat alle pyroxenen gemeen hebben.

Habitus bij de diopsieden slank zuilvormig, overigens kort, gedrongen prismatisch.

Rhombische pyroxenen.

Brekingsindex:	α	β	γ		
Enstatiet	1.656	1.659	1.665		MALLARD.
Enstatiet	1.6607	1.6658	1.6715	$2V = \pm 70°$	JOHANNSEN.
Hypersteen	1.692	1.702	1.705	$2V = \pm 50°$	LÉVY en LACROIX.
Hypersteen	1.7158	—	1.7270		WOLFF.

Enstatiet ..... optisch positief.
Hypersteen .... optisch negatief.

Soortelijk gewicht van 3.1 bij enstatiet oploopend tot 3.5 bij hypersteen, toenemend met het ijzergehalte, waarmede eveneens het pleochroïsme toeneemt.

Pleochroïsme bij hypersteen: X roodgeel, Y roodbruin, Z grauwgroen.

Het assenvlak ligt steeds in het vlak van den groenen en roodbruinen straal, zoodat steeds de zwak pleochroïtische lengtedoorsneden, in convergent gepolariseerd licht, uittreden van de spitse bissectrix vertoonen. De assenhoek neemt sterk *af* met toenemend gehalte FeO en MnO (ROSENBUSCH, 16).

De rhombische pyroxenen komen in niet-idiomorfen vorm voor in gabbro's, norieten, peridotieten en pyroxenieten en in de daarmee verwante gesteenten. De ijzerarme pyroxenen treden dikwijls te zamen met olivijn op in kristallijne schisten en daaruit ontstane serpentijngesteenten.

Dikwijls insluitsels van magnetiet, chromiet, picotiet, zelden vloeistofinsluitsels. De ijzerrijke pyroxenen dikwijls fijne tafelvormige insluitseltjes van halfmetallische habitus, welke volgens de kristalvormen georiënteerd liggen, en welke soms aanleiding geven tot het optreden van Newtonsche kleuren.

Dikwijls tweelingvorming, zoowel onderling als met monokliene pyroxenen en amfibolen. In trachietische en andesietische eruptiefgesteenten komen zij voor in zuiver idiomorfe vormen, en daarin somtijds parallel vergroeid met monokliene pyroxenen, of daarmee schaalvormig opgebouwd. Somtijds zonale bouw. Glasinsluitsels, tegenover de tafelvormige halfmetallische insluitsels in de dieptegesteenten. (ROSENBUSCH, 16).

Volgens IDDINGS (27) zelden tweelingvorming (in gesteente-vormende rhombische pyroxenen), in tegenstelling met wat in de onderzochte grondsoorten werd aangetroffen.

Monokliene pyroxenen.

Brekingsindex:	α	β	γ		
Diopsied	1.672	1.679	1.702	2V = 58°	DES CLOIZEAUX.
Diopsied	1.698	1.705	1.727	2V = 60°	WÜLFING.
Hedenbergiet	1.732	1.736	1.750	2V = 59°	WÜLFING.
Augiet	1.712	1.717	1.733		LÉVY en LACROIX.
Augiet	1.697	1.703	1.722	2V = 61°	WÜLFING.
Akmiet.....	1.763	1.799	1.812	2V = 62°	WÜLFING.

Pleochroïsme zeer zwak of zoo goed als ontbrekend. Soortelijk gewicht 3.2—3.6.

Diopsied in granieten, syenieten, diorieten, daarin dikwijls met zonalenbouw. In kristallijne schisten en gneisen dikwijls met granaat en epidoot.

Augiet vormt een voornaam bestanddeel van de eruptiefgesteenten, waarin het in twee vormen voorkomt, als diopsiedisch en als bazaltisch augiet. De diopsiedische augieten meest in trachieten, andesieten, porfyrieten en diorieten, met zwak maar merkbaar pleochroïsme, Y bruingeel tot rossig, X en Z lichtgroen, geen zonale bouw, assenhoek van 50° tot 60°.

De *bazaltische augieten* komen voor in trachydolerieten, tefrieten en aanverwante eruptiefgesteenten. De kleur is zelden zuiver groen, meestal bruingroen, roodbruin violetachtig en schalenbouw komt zeer veelvuldig voor.

TiO_2 bevattend titaanaugiet heeft dikwijls zandlooperbouw en komt voor in bazalten.

De bazaltische, vooral de titaanaugieten, hebben een zeer sterke bissectricen-dispersie, waardoor zij in doorsneden, welke niet in de orthodiagonale zone liggen, *nooit* tusschen gekruiste nicols uitdooven.

Brengt men ze (in daglicht) in den donkersten stand, en draait men het preparaat afwisselend naar links en rechts, dan treden aan den eenen kant bruinige, aan den anderen kant blauwige interferentiekleuren op (ROSENBUSCH, 16). In sedimenten vertoonen plaatvormige splijtstukjes dikwijls uittreden van een optische as, hetgeen bij de bodemvormende augieten meermalen waarneembaar is.

BIOTIET, MUSCOVIET (GLIMMERGROEP)

Muscoviet: algemeene samenstelling: $\left[Si\ O_4\right]_3 \begin{matrix} Al_3 \\ KH_2 \end{matrix}$ (NIGGLI)

Biotiet: $\left[Si\ O_4\right]_3 \begin{matrix} (Al, Fe)_3 \\ KH_2 \end{matrix} . \left[Si\ O_4\right]_3 (Mg, Fe)_6$

Si kan vervangen worden door Ti (ROSENBUSCH, 16).

Stelsel monoklien, met gewoonlijk hexagonale of rhombische, zelden trigonale habitus.

Habitus in de gesteenten meestal dun tafelvormig met hexagonale omtrekken, zelden meer dan eenige mm dik en zeer zelden gestrekt in de richting van de vertikale as en dan met rhombische habitus. Allotriomorfe ronde, gelobde of gekartelde blaadjes en schubjes. Tweelingen, door boven elkaar liggende blaadjes.

Splijtblaadjes elastisch buigzaam, vooral bij de kaliglimmers, minder elastisch bij de biotieten, en bij verweering.

Soortelijk gewicht 2.75—3.2, moeilijk te bepalen waar het dunne splijtblaadjes betreft. MILNER (70) vindt dikwijls in sedimenten twee soorten muscoviet, één met soortelijk gewicht < 2.80 en een met s.g. > 2.80, waarvan hij de lichtste beschouwt als gebleekt biotiet (hetgeen het assenbeeld dan zou moeten uitmaken).

Slag- en drukfiguren, welke van groot gewicht zijn voor optisch onderzoek van de glimmers, gelukte het mij niet bij bodemvormende glimmers te verkrijgen, ofschoon ROSENBUSCH aangeeft, dat zulks met speciale slagnaalden nog bij blaadjes van 0.5 mm mogelijk is (zie Plaat IV, fig. 12 en 13). Brekingsindex en dubbelbreking nemen toe met Fe gehalte.

Brekingsindex:	α	β	γ	
Biotiet	1.504	1.589	1.589	LINCK.
Biotiet geelbruin	1.541	—	1.574	KOHLRAUSCH.
Biotiet olijfgroen	1.561	—	1.603	ZIMANYI.
Biotiet zwart, eenassig	1.586	—	—	KOHLRAUSCH.
Muscoviet	1.560	—	1.596	WALLÉRANT.
Muscoviet	1.561	1.594	1.599	KOHLRAUSCH.

In de splijtblaadjes van de glimmers, zooals men ze meestal in den bodem vindt, treft men altijd $\gamma-\beta$, dus van 0.000 bij biotiet tot 0.006 (in zeldzame gevallen tot 0.016) bij muscoviet.

Biotiet is sterk pleochroïtisch: absorptie $Z \geqslant Y > X$. Bij alle glimmers staat de negatieve spitse bissectrix zoo goed als loodrecht op de basis der splijtblaadjes. De assenhoek variëert van 0° tot $2E = \pm 80°$, meestal bij biotiet zoo goed als 0°, bij muscoviet zelden 0° of zeer klein, gewoonlijk is bij muscoviet $2E = \pm 68°$.

Muscoviet treedt bij de vulkanische gesteenten alleen op in de eigenlijke granieten, voorts in kristallijne schisten, in fyllieten en in metamorfe sedimenten. In de granieten, gneisen en glimmerschisten zijn de blaadjes grooter, in de fyllieten, porfieroïden en leigesteenten microscopisch klein. Zeer karakteristiek is volgens ROSENBUSCH (16) de absolute frischheid der muscovieten, die aan de verweeringsinvloeden van de atmosfeer blijkbaar grooten weerstand bieden. Deze oude opvatting over de verweering van muscoviet klopt echter niet met de jongst bekend geworden feiten: V. M. GOLDSCHMIDT [1]) uit Christiania vond n.l. (1922), dat muscoviet betrekkelijk gemakkelijker zijn K. afstond dan orthoklaas.

Muscoviet behoort met veldspaat en kwarts tot de karakteristieke mineralen van de dynamometamorfe gesteenten en ontstaat op dezelfde wijze uit echte sedimenten als uit eruptiefgesteenten en de tuffen daarvan (ROSENBUSCH).

Dikwijls insluitsels van zirkoon, rutiel, toermalijn en granaat. Somtijds golvende uitdooving (MILNER, 70).

Biotiet komt primair zoowel voor in compacte gesteenten als in kristallijne schisten en nieuwgevormd in contactgesteenten.

Insluitsels van magnetiet, zirkoon en apatiet, eveneens, hoewel niet dikwijls, vloeistofinsluitsels. Pleochroïtische veldjes, vooral in donkerbruin biotiet, rondom insluitsels van zirkoon, xenotiem, enz. Steeds min of meer idiomorf begrensd. Tweelingen meestal te herkennen aan anomale dubbelbreking.

Betrekkelijk gemakkelijk verweerend, waarbij de bruine kleur eerst in groen verandert en de elasticiteit verloren gaat, zonder dat aanvankelijk de optische eigenschappen veranderen. De kleur kan tenslotte geheel verdwijnen. Tenslotte verweerend tot chloriet, waarbij ook carbonaten, kwarts, ertsen en epidoot kunnen optreden (ROSENBUSCH).

---

[1]) GOLDSMITH, V. M. U. JOHNSON, E., Die Bedeutung der Glimmerminerale als Kaliquelle für die Pflanzen. (Norges Geol. Unders. Skr., No. 108, Publ. Statens Raastofkomité No. 8, 89 pag., 1 Textfig., deutsche Zusammenfassung, 1922), waarvan een referaat in: *Geologisches Zentralblatt, Band 29, No. 16, pag. 481, 1923.*

CALCIET

[CO_3] Ca (NIGGLI).

Als gesteentevormend mineraal geen kristalvorm toonend.

Korrels en korrelige aggregaten, onregelmatig begrensde blaadjes, stengelige aggregaten of ronde aggregaten met concentrische schalenbouw.

Dikwijls polysynthetische tweelingsvormen, waarschijnlijk als gevolg van druk.

MILNER (70) beschrijft calciet in sedimenten als gewoonlijk eenigszins afgeronde rhomboëders, waaraan tweelingsstrepen, evenwijdig aan de grootste diagonalen van de splijtvlakken, dikwijls zijn waar te nemen.

Volkomen splijtbaar.

Sterke negatieve dubbelbreking: $\omega = 1.658$ $\varepsilon = 1.486$.

In azijnzuur langzaam oplosbaar onder opbruisen van CO_2.

Vloeistofinsluitsels komen voor, zoo ook insluitsels van rhomboëders van magnesiet en dolomiet.

Zeer algemeen verspreid, afgezien van de sedimenten, waar calciumcarbonaat als marmer, kalksteen, oöliet, krijt, kalktuf, mergel enz. optreedt, ook in de meest verschillende vulkanische gesteenten, ofschoon liefst in de basische. Dikwijls secundair.

Soortelijk gewicht van 2.71 tot 2.72 bij zuivere kristallen.

(MILNER scheidt het af uit de lichte fractie met behulp van bromoform met benzol, s. g. $\pm$ 2.70.)

CHALCEDONIET (PSEUDO-?)

SiO_2 (NIGGLI).

LACROIX (France, 8).

Allerlei vezelige kiezelzuurmineralen, die vroeger algemeen „kwarts" heetten of „opaal" blijken duidelijk verschillende mineralen te zijn, meestal gemengd met opaal en welke alleen door de dubbelbreking te onderscheiden zijn.

Chemische samenstelling: kwarts, siliciumanhydride, min of meer geïmbibeerd met opaal. Door verhitting tot dofroodgloeiend veranderen de optische eigenschappen niet, alleen neemt de doorzichtigheid iets af door wateronttrekking.

Drie duidelijk te onderscheiden typen zijn allen *tweeassig* en positief, dubbelbreking en breking komen die van kwarts nabij, maar de vezels zijn volgens andere assen verlengd (te constateeren in evenwijdig gepolariseerd licht met de kwartswig of den compensator van BEREK), terwijl het vlak der optische assen ten opzichte van de kristalassen een anderen stand inneemt. De vezels zijn regelmatig gerangschikt in trigonale of quasi-hexagonale systemen.

LACROIX onderscheidt *kwartsien, chalcedoniet* en *luteciet*. Bij kwartsien en chalcedoniet zijn de vezels verlengd in de richting van één der assen van de optische ellips, bij luteciet is die verlenging scheefhoekig op die assen. De onderscheiding van drie soorten beteekent niet, dat het drie scherp gescheiden mineraalsoorten betreft, maar dat het verschillende wijzen zijn, waarop de grondstof SiO_2, waaruit de kwartskristallen groeien kunnen, zich voordoet.

Ze vormen zich tot concretieachtige aggregaten langs natten weg en behalve de kristalstructuur waardoor ze gedefiniëerd kunnen worden, bezitten ze een struktuur van concentrische schalen, zichtbaar in gewoon licht, liefst met schuin opvallende of doorvallende belichting. Ze volgen elkaar in de achtereenvolgende schalen somtijds op.

Kwartsien. Beschreven in 1893 door MICHEL LÉVY en MUNIER CHALMAS. Vezels verlengd volgens γ, dus rechte uitdooving. Ze

lijken afgeplat volgens het vlak $\gamma-\beta$. Transversale doorsneden loodrecht op de positieve scherpe bissectrix geven positieve verlenging (Signe de l'allongement, zie o.a. DE LAPPARENT, 76, optisch karakter van de hoofdzône, ROSENBUSCH, 16).

Dikwijls groepeeren de kwartsienvezels zich om een drietallige as, waaruit kwarts ontstaat, en waarbij zij de Z as gemeen hebben. Dikwijls zijn die vezelgroepen zeer klein en als bolletjes ingebed in kwarts van overigens homogene struktuur.

Brekingsindex:	γ	β	α	
	1.5435	1.5355	1.5325	WALLÉRANT.

Dubbelbreking: $\gamma-\alpha = 0.011$.

Chalcedoniet. Vezels verlengd volgens α, dus rechte uitdooving, negatieve verlenging, evenwijdig aan het vlak der optische assen. De zône van de verlenging, hier tevens de doorsnede evenwijdig aan het assenvlak en loodrecht staande op de positieve scherpe bissectrix, vertoont alle mogelijke dubbelbrekingen, van het maximum tot $= 0$. Afgezien van het optisch karakter der hoofdzône is dit een kenmerkend verschil met kwartsien, dat altijd dezelfde dubbelbreking heeft in de zône der verlenging, n.l. ongeveer het maximum. MICHEL LÉVY verklaart deze complicatie door aan te nemen, dat de vezels schroefvormig gewonden zijn, soms rechts, soms links windend.

Een variëteit hiervan noemt LACROIX een vezelige kwarts, verlengd volgens Y. Het assenvlak staat dus loodrecht op de lengterichting der vezels en het teeken is nu eens positief, dan negatief. Doordat de hoek 2V zeer klein is, en de indices β en α bijna gelijk zijn, gedraagt het mineraal zich als bijna éénassig, de doorsneden op γ zijn bijna geheel donker en het grootste deel der vezels toont een negatief teeken. Het onderscheidt zich dan alleen van chalcedoniet, behalve door het ontbreken van den schroefvorm, door de ligging van het assenvlak dwars op, in plaats van evenwijdig aan de lengterichting der vezels.

Luteciet heeft dezelfde dubbelbreking als kwartsien, maar verschilt er van door de richting van de vezels en doordat de vezels zich groepeeren om pseudo-hexagonale assen.

De kristallen gelijken op pseudo-hexagonale pyramiden, waarvan de zijden hoeken vormen van $\pm$ 123° aan den top en $\pm$ 127° aan de ribben. De kristallen bereiken zelden een grootte van 0.5 mm en komen voor in stapels of pakjes. Uit luteciet ontstaat trigonale kwarts.

Pseudo-chalcedoniet. LACROIX gaf den naam pseudo-chalcedoniet aan een vezelige sferolitische stof van dezelfde samenstelling als de

hierboven besprokene, maar verschillend door het *negatieve* teeken. De vezels hebben een hoofdzône met negatief optisch karakter, de dubbelbreking is constant over de geheele lengte der vezels en dwarsdoorsneden vertoonen in convergent licht zeer dicht bij elkaar staande hyperbolen om de bissectrix X.

Rechte uitdooving van de vezels, dubbelbreking $\pm$ 0.0045, hetgeen een gemakkelijk te constateeren kenmerk voor determinatie oplevert.

Soortelijk gewicht 2.4.

Het mineraal, dat door mij *chalcedoniet* (*pseudo*?) werd genoemd, behoort hoogstwaarschijnlijk tot de bovengeciteerde groep, de juiste determinatie was niet meer mogelijk, daar slechts kleine uit elkaar gevallen fragmenten werden aangetroffen. Brekengsindex, soortelijk gewicht en optisch karakter maken het echter niet mogelijk het mineraal bij een andere groep onder te brengen.

De bovengenoemde mineralen geven, volgens LACROIX, aanleiding tot de vorming van chalcedoon, jaspis, verkiezeld hout, vuursteen, enz. Ze kunnen veranderen in een witte, melkachtige, ondoorschijnende substantie, welke zich laat snijden met een mes; de patine op prehistorische vuursteenen vormt hiervan het beginstadium.

Al deze variaties ontstaan uit waterige oplossing, ze komen dus in geen enkel eruptiefgesteente contact- of dynamo-metamorfgesteente als *oorspronkelijk* bestanddeel voor. Langs secondairen weg kan het echter in alle mogelijke gesteenten voorkomen. In vulkanische gesteenten liefst als secondair materiaal in basische gesteenten, vnl. bazalten.

ROSENBUSCH (16) bespreekt chalcedoon(iet) bij de homogene aggregaten, welke hij verdeelt in korrelige, vezelige en bladerige, al naar het optreden van puntjes, streepjes of vlekjes in gepolariseerd licht. *Chalcedoniet* treft hij het meest vezelig, soms ook wel in *blaadjes* aan. ROSENBUSCH bevond, dat de vezels recht uitdoofden, met negatief optisch karakter bij instelling op de dwarsdoorsnede. Hij vat het op als een rhombisch mineraal.

In DOELTER (29) bespreekt H. LEITMEIER het chalcedoon als een verzamelnaam voor een groep van mineralen, die zich slechts door één of ander verschil in optische eigenschappen van elkander onderscheiden en waarvoor geen reden bestaat ze van chalcedoon te onderscheiden.

Volgens LEITMEIER, die onderzoekingen van F. CORNU, WALLÉRANT en HEIN (24) citeert, bestaat er geen noodzaak nieuwe kristalvormen van SiO_2 aan te nemen. Volgens hem bestaat er geen twijfel, of chalcedoniet bestaat uit kwartsvezels, en alle subtiele physische en chemische verschijnselen berusten op de vezelstructuur, dus zijn

terug te voeren tot vezelverschijnselen. HEIN noemt alle bovengenoemde vormen met stelligheid éénassig en positief, hetgeen bovenstaande meening zou versterken. Chalcedoon zou dan een vezelige kwartsvarieteit zijn.

Mij lijkt de opvatting van LACROIX, welke de verschillende groepen op grond van verschil in de optische eigenschappen als verschillende mineralen opvat, de juiste te zijn.

EPIDOOT

Doorloopende reeks van mengkristallen, van

$$\text{Zoïsiet} \left[Si\,O_4 \right]_3 \begin{matrix} Al_2 \\ AlOH \\ Ca_2 \end{matrix} \text{ tot Epidoot } \left[Si\,O_4 \right]_3 \begin{matrix} Al_2 \\ FeOH \\ Ca_2 \end{matrix} \quad \text{(NIGGLI).}$$

waarvan het laatste lid, zuiver ijzerepidoot, niet bekend is. De optische eigenschappen veranderen intensief onder invloed van het ijzergehalte.

ROSENBUSCH (16) onderscheidt: eigenlijk epidoot of pistasiet, met het daartoe behoorend klinozoïsiet; mangaanepidoot of piëmontiet en cerepidoot of orthiet.

Epidoot en klinozoïsiet. Gestrekte prismatische habitus, stengelige of ronde en hoekige korrels. Goede prismatische splijtbaarheid.

Kleur bij doorvallend licht lichtgroen, bruinig, gelig, rossig tot kleurloos.

Soortelijk gewicht 3.25—3.5.

Brekingsindex:	α	β	γ		
Epidoot.....	1.720	—	1.734	2V = 87°	FORBES.
Epidoot.....	1.730	1.754	1.767	2V = 73°	KLEIN.
Klinozoisiet.....	1.714	1.716	1.724	2V = 90°	FORBES.
Klinozoisiet.....	1.717	1.719	1.723	2V = 99°	WEINSCHENK.

Epidoot is optisch negatief, klinozoïsiet positief.

De dubbelbreking is in hooge mate afhankelijk van het ijzergehalte:

16 % Fe_2O_3	$\gamma - \alpha = 0.0372$	2V = 73°
7.9 % Fe_2O_3	$\gamma - \alpha = 0.0144$	
6.2 % Fe_2O_3	$\gamma - \alpha = 0.010$	2V = 93°
4 % Fe_2O_3	$\gamma - \alpha = 0.0105$	2V = 90°
2 % Fe_2O_3	$\gamma - \alpha = 0.0056$	2V = 80°

Pleochroïsme eveneens toenemend met het ijzergehalte, volgens ROSENBUSCH in slijppreparaten minder goed waar te nemen.

X: geel, bleekgeel, citroengeel, iets blauwachtig, groenig.
Y: bruin, groengeel, iets violet, lavendelblauw, blauw.
Z: groen, geelgroen, rose, wijngeel.
Assendispersie bij epidoot $\varsigma > v$.

In gesteenten treden epidoot en klinozoïsiet gewoonlijk tezamen, zelfs dikwijls schaalvormig vergroeid op.

Of epidoot ooit als oorspronkelijk bestanddeel van eruptiefgesteenten optreedt is zeer twijfelachtig. Als verweeringsproduct is het echter daarin één van de meest voorkomende silikaten.

MILNER (70) vindt in sedimenten onregelmatig gevormde en hoekige korrels; afgeplatte plaatjes vertoonen dikwijls het uittreden van een optische as.

Bleekgroen epidoot, met eenigszins afgeronde vormen en zeer goede doorzichtigheid is karakteristiek voor sommige formaties.

GRANAAT

Algemeene formules $\left[Si\ O_4\right]_3 \begin{matrix} R^{III}{}_2 \\ R^{II}{}_3 \end{matrix}$ (NIGGLI)

bijv. grossulaar $\left[Si\ O_4\right]_3 \begin{matrix} Al_2 \\ Ca_3 \end{matrix}$

Volgens ROSENBUSCH (16) kan R^{II} = Ca, Mg, Fe, Mn zijn, terwijl R^{III} = Al, Fe, Cr, Mn kan zijn en ook Ti tot een aanzienlijk gehalte kan voorkomen.

Regulair, dikwijls onregelmatige korrels, vooral zeer grillig gevormd in kritallijne schisten. Zonale bouw en streping der vlakken komen voor.

Slechte splijtbaarheid, slechts zelden waarneembaar.

Brekingsindex:

Grossulaar, kleurloos,	1.744	Pyroop, bruingeel,	1.744
Grossulaar, rossig,	1.744	Pyroop, hyacinthrood,	1.750
Grossulaar, gelig,	1.757	Almandien, donkerrood,	1.808
Hessoniet, bruin,	1.763	Melaniet, zwart,	1.857
Pyroop, wijnrood,	1.741		

In het algemeen is granaat isotroop, maar anomale dubbelbreking, somtijds het gevolg van schalenbouw wordt dikwijls waargenomen, vooral in granaat uit kalksilikaathoornsteen en granaatgesteenten, waarbij de rhombendodekaëdervorm dan de meest voorkomende is.

Soortelijk gewicht grossulaar 3.4—4.6.

Grossulaar treedt meestal idiomorf op in rhombendodekaëdervormen of in onregelmatige korrels. Komt voor in kristallijne schisten, granaatgesteenten, in gneisen en contactgesteenten, zooals kalksilikaathoornsteen.

Insluitsels van vloeistoffen, calciet, epidoot, vesuviaan, pyroxeen, tremoliet, veldspaat, grafiet en kwarts.

IDDINGS (27) meldt het samengaan van grossulaar met vesuvianiet, wollastoniet, diopsied en andere calciumsilicaten.

NIGGLI (53) bespreekt het ontstaan door pneumatolytische werking, uit Ca-Mg-rijke vulkanische gesteenten, van grossulaar met wollastoniet, anortiet, pyroxeen, forsteriet en calciet, waarbij ook spinel, melaniet en magnetiet optreden.

MILNER (70) beschrijft granaten in afzettingen als gewoonlijk onregelmatig, dikwijls beschadigd en met breukvlakken, zelden afgerond.

Bleekrose fragmenten van almandien overwegen.

De fragmenten toonen hoogst zelden goede kristalvlakken, somtijds plaatvormige stukjes, als gevolg van de splijtbaarheid met half schelpvormige breuk. Insluitsels veel voorkomend.

Granaat toont in sedimenten groote verschillen in habitus, waarbij typische vormen de verschillende horizonten karakteriseeren, zoodat het dikwijls dienen kan om de correlatie en de wijze van afzetting van verschillende lagen vast te stellen.

ILMENIET

$Fe\,Ti\,O_3$ (NIGGLI).

Vormt een isomorfe rij mengkristallen met $Fe_2\,O_3$ (haematiet).

Dikwijls ook vermengd met $Mn\,Ti\,O_3$ en $Mg\,Ti\,O_3$.

Trigonaal, dikwijls met hexagonale begrenzing.

Habitus meestal dunne tafeltjes of blaadjes, begrensd door kristalvlakken of onregelmatig begrensd met ronde getande of gelobde omtrek. Zonder duidelijke splijtbaarheid. In onverweerden toestand geen splijtstreping, maar bij verweering kan een soort zonale bouw of tweelingsstreping zichtbaar worden, die aanleiding geeft tot figuren, welke op splijtstrepen gelijken.

Soortelijk gewicht 4.5 tot 5.

Metaal- of halfmetaalglans. Een soort doorschijnend, bruin ilmeniet met sterke dubbelbreking heet ilmenietglimmer. Met de staafmagneet in het geheel niet of zeer weinig aan te trekken.

Het verschil tusschen ilmeniet en titanomagnetiet (titaanhoudend magnetiet) is zeer moeilijk aan te toonen (ROSENBUSCH, 16).

Ondoorzichtig, behalve in zeer dunne schilfertjes en dan geelbruin, hooge dubbelbreking. Gelijkt zeer veel op haematiet en magnetiet. Daar tusschen haematiet en ilmeniet allerlei overgangsvormen bestaan, is het dikwijls onmogelijk tusschen deze twee mineralen een grens te trekken. Ilmeniet biedt meer weerstand aan zuren. Daardoor, benevens door het minder sterke magnetisme is het ook te onderscheiden van zuiver magnetiet. Titano-magnetiet kan er echter alleen van worden onderscheiden als het in regulaire kristalvormen optreedt. (IDDINGS, 27.)

NIGGLI (53) geeft in tabelvorm het verband tusschen kristalvorm en de verhouding van $Fe_2\,O_3$ en $Fe\,Ti\,O_3$ in de mengkristallen haematiet—ilmeniet.

LACROIX (8) onderscheidt titano-magnetiet en ilmeniet naar den glans; het titano-magnetiet glanst metaalachtiger, ilmeniet harsachtiger.

MILNER (70) kent ilmeniet een ijzerzwarte kleur toe, echter dikwijls met rooden of purperen glans.

Zooals op pag. 120 e. v. werd betoogd, kan het magnetisme niet als maatstaf dienen bij de onderscheiding van ilmenieten, titanomagnetiet en magnetiet, zoolang daarnaar geen nauwkeurige onderzoekingen zijn ingesteld, met materiaal, waarvan de chemische samenstelling zeer nauwkeurig bekend is.

Wat de kristalvorm aangaat, kan opgemerkt worden, dat de oogenschijnlijk hexagonale vorm nog niet met absolute zekerheid leidt tot onderbrengen bij het hexagonale kristalstelsel.

Eenige foto's van ilmeniet (plaat VIII) waarvoor uitsluitend *niet-magnetische* exemplaren werden gekozen, d.w.z. duidelijk zeer veel zwakker dan het normale magnetiet en alleen met de electro-magneet te scheiden, geven het beeld van regelmatige trigonale kristalplaatjes (fig. 6 en 8) zoowel als van rhombische (fig. 15, 16 en 22) en regulaire (octaëders, fig. 17, 18, 19, 20).

Enkele kristallen deden denken aan verschoven regulaire kristallen, zooals ze o.a. in de collectie van KRANTZ-HIRSCHWALD (12) voorkomen. De contrôle van de hoeken tusschen de vlakken der microscopisch kleine kristallen is met eenvoudige hulpmiddelen onmogelijk.

Aan den anderen kant kunnen bijv. trigonale kristallen geheel het uiterlijk hebben van regulaire octaedërs. Hiervan zegt o.a. DANA (36) bij bespreking van ilmeniet (Eisensand, Eisenhaltiges Titanerz, Titaneisen):

De verschillende namen hangen af van het gehalte aan ijzer en titaan en de verschillende soorten zijn naar uiterlijke kenmerken niet te onderscheiden. Het losse „Eisensand" van Iserwiese bestaat, althans ten deele, uit regulaire octaëders en het „trappische Eisenerz" eveneens.

„Yet it is still doubted, whether the octahedrons are regular octahedrons, or whether they are acute rhomboëdrons, with truncated apices and therefor true ilmenite."

HINTZE (11) noemt den regulairen vorm uit Iserwiese titanomagnetiet en *geen* magnetisch ilmeniet. HINTZE wijst voorts ook op de mogelijkheid, dat ilmeniet overgaat in rutiel en omgekeerd. Daar nu sommige der kristalvormen even goed aan vervormde tetragonale als regulaire of hexagonale konden herinneren en Lacroix (Madagascar, 69), eenige kristalvormen van mengkristallen gaf, die sprekend op sommige „ilmeniet" kristallen geleken, werd ook de mogelijkheid overwogen, dat hier *ilmenorutiel* aanwezig kon zijn. LACROIX noemt ilmenorutiel een serie „vaste oplossingen" van een tetragonaal mineraal van de serie $Fe\ (Nb\ O_3)_2$ en $Fe\ (Ta\ O_3)_2$ met ijzerrijke rutiel, $(Ti\ O_2)$. Met hoog Niobium-gehalte heet het ilmenorutiel, met hoog Tantalium-gehalte strüveriet.

Het soortelijk gewicht neemt toe met het Tantaliumgehalte van 5 tot 5.98.

Beide mineralen zijn zoo goed als ondoorschijnend, in dunne schilfertjes sterk pleochroïtisch, met bruine tinten.

Kleur ijzerzwart, metaal- tot vetglans. Kristallen weinig gerekt volgens de hoofdas, soms pseudo-rhombendodekaëders, soms verschuiving tot pseudo-hexagonale prisma's, met hexagonale doorsnede en daarvan afgeleide afgeplatte vormen.

Tweelingsvorming op verschillende wijzen. Langs chemischen weg, door aantoonen van Titaan, Niobium of Tantalium, zou alleen zekerheid verkregen kunnen worden.

Nu is het eigenaardige van het petrographisch bodemonderzoek, dat het vrij moeilijk is, een eenigszins belangrijke hoeveelheid zuiver materiaal te verzamelen. Zooals vroeger reeds werd betoogd, kan dat alleen door de mineralen stuk voor stuk onder het microscoop uit te zoeken. Het ilmeniet of ilmenorutiel was gelukkig in enkele gronden goed vertegenwoordigd, zoodat het gelukte eenige honderden karakteristieke, niet-magnetische exemplaren af te zonderen. Gaat men echter na, dat de grootte gemiddeld 200 μ bedraagt, bij 50 μ dikte, dan kan men begrijpen, dat het chemisch onderzoek daarvan minder eenvoudig is, dan van de kristallen, die LACROIX ter beschikking had, van 13 × 8 × 8 cm, wegend 7 kg en waarvan hij verscheidene kilogrammen verzamelde van een oppervlak van minder dan een vierkante meter!

Op Titaan werd gereageerd met de fosforzoutparel en met hydrochinon, beiden kleurreacties, volgens RÜDISÜLE (47). De fosforzoutparel, kleurloos in de oxydatievlam, gaf in de reductievlam de bruinroode kleur, welke Titaan bij aanwezigheid van ijzer moet opleveren, maar welke ook veroorzaakt kan worden door Wolframium, Antimoon en Niobium. De kleurreactie met hydrochinon gaf met 1 mg hydrochinon, 8 druppels H_2SO_4 en enkele kristallen „ilmenorutiel" bij verwarming karmozijnkleuring, welke duidelijk, maar snel voorbijgaand zichtbaar was, ongeveer op de wijze waarop eenige microscopische kristalletjes Kaliumpermanganaat in water, fijne gekleurde sliertjes doen ontstaan, die bij schudden verdwijnen.

Daar het aantoonen van Niobium of Tantalium met de mij ter beschikking staande hulpmiddelen niet mogelijk was, werd daartoe door bemiddeling van Prof. VAN BAREN, de hulp ingeroepen van Prof. N. SCHOORL, te Utrecht, welke zoo welwillend was de gezonden kristallen aan een nader onderzoek te onderwerpen, en hiervan als resultaat het volgende meedeelde:

„Onderzoek van ilmeno-rutiel (?) waarvan microscopisch

kleine kristalletjes te zamen wegende ongeveer 0.0005 gr. ter beschikking stonden.

Ongeveer $^1/_3$ van dit materiaal is voor het qualitatief onderzoek gebruikt. Het is in een agaten mortier fijngewreven met 10 à 20 mg kaliumbisulfaat en dit mengsel is in platina gesmolten tot een roodbruine heldere smelt. Deze is na bekoeling met 2 c cm koud water uitgetrokken, waarbij het reeds den indruk maakte, dat alles helder oplost.

Bij centrifugeeren dezer oplossing was een slechts met een loupe zichtbaar korrelig depôt op den bodem van het centrifugebuisje aanwezig, waarin dan, volgens BEHRENS (42), het Niobium en Tantalium te zoeken zouden zijn. Ik heb dit depôt uitgewasschen en met kali verwarmd, waarbij het den indruk maakte niet op te lossen. In deze vloeistof werd met natriumacetaat geen kristallisatie verkregen, zoodat Niobium en Tantalium niet aangetoond zijn. Het onoplosbare depôt zelf maakte onder het microscoop den indruk van allerlei, deels gekleurd, gruis (o.a. duidelijk kwartsfragmenten); ik houd het daarom voor een verontreiniging.

Bij verwarming der zwavelzure oplossing tot kokens ontstond een wit neerslag, dat werd verzameld door centrifugeeren, gewasschen en als titaandioxyde geïdentificeerd. Na het opgelost te hebben in verdund zoutzuur met ammoniumfluoride, werd met NaCl géén (uitsluiting van SiO_2) en met RbCl wèl een typische kristallisatie verkregen van rubidiumfluotitanaat (Rb_2TiF_6). Een ander deel van hetzelfde witte neerslag gaf met verdund zoutzuur en ferrocyaankalium wel is waar niet de voor titaandioxyde kenmerkende bruinkleuring, doch dit is toe te schrijven aan daarbij aanwezige sporen ijzer, waardoor een bedekkende groenblauwkleuring optrad.

De van het titaandioxyde afgecentrifugeerde oplossing gaf met ammonia en ammoniumcarbonaat verwarmd een bruin neerslag, dat werd verzameld en gewasschen en dat zeer duidelijk op ijzer reageerde, niet op aluminium en calcium en twijfelachtig op mangaan (kleurreactie van MARSHALL).

Wegens de afwezigheid van calcium heb ik verder onderzoek op magnesium overbodig geacht.

In het ilmeno-rutiel (?) is dus niet anders dan ijzer en titaan aangetoond."

Een kwantitatieve microchemische analyse met dit materiaal en authentiek ilmeniet zou dan moeten beslissen, of hier van zuiver ilmeniet of titaanhoudend magnetiet gesproken moet worden.

Voorloopig noemde ik alle pekglanzende mineralen van deze groep ilmeniet, de doffere, dikwijls gestreepte, min of meer bruinglanzende kristallen magnetiet. Magnetisme en kristalvorm bleken beiden geen juiste indeeling mogelijk te maken. Van de vele eigenaardige etsfiguren, door mij op de ilmeniet-kristallen aangetroffen, vond ik in de literatuur geen melding gemaakt, terwijl ook GOLDSCHMIDT (35) er geen afbeelding van geeft.

Leukoxeen. MILNER (70), welke eveneens wijst op de moeilijkheid, het ilmeniet te onderscheiden van andere, er op gelijkende mineralen, treft ilmeniet dikwijls aan, gedeeltelijk veranderd in *leukoxeen,* (in het Engelsch meestal sphene genaamd, waarmede echter óók titaniet wordt bedoeld), waardoor dan verwisseling met andere mineralen minder te vreezen zou zijn.

In de onderzochte grondsoorten werd een stof, overeenkomend met de van leukoxeen gegeven beschrijving, herhaaldelijk op ilmeniet en in oppervlakkige putjes en gaatjes van ilmeniet aangetroffen. Ook geel-witte ondoorzichtige korrels, zwaarder dan 3.3, welke waarschijnlijk leukoxeenaggregaten zijn. Bij gebrek aan andere typische kenmerken zou ook hier een micro-chemische reactie moeten beslissen. Daar leukoxeen echter wordt beschreven als een vorm van titaniet $CaO.\ SiO_2.\ TiO_2$, anataas, TiO_2 en perowskiet (IDDINGS, 27) $CaTiO_3$, kan, zonder nader onderzoek naar deze tegenstrijdigheden, ook hierin geen beslissing worden genomen.

KORUND

Al_2O_3 (NIGGLI).

Trigonaal.

Macroscopisch gewoonlijk korte prismatische of langere tonvormige prisma's, welke dan opgebouwd zijn uit talrijke tweelingen, waardoor ze horizontaal gestreept zijn. Tafelvormig. Geen eigenlijke splijtbaarheid, maar deelbaarheid volgens de tweelingsstrepen.

Brekingsindex:	ω	ε
rood robijn	1.768	1.760
kleurloos robijn	1.769	1.761
blauw saffier	1.770	1.761
kleurloos saffier	1.770	1.761

Eénassig, negatief.

Soortelijk gewicht 3.9—4.10 (ROSENBUSCH, 16).

In plaatvormige kristallen krijgt men een goed assenbeeld, maar door de tweelingslamellen dikwijls gestoord en soms tweeassig gelijkend.

Pleochroïsme bij saffier ω blauw, ε zeegroen, lichtblauw of ω purper, ε zeer zwak geel.

De kleurstof komt dikwijls in vlekjes en wolkjes verdeeld voor.

Als contactmineraal en in effusiefgesteenten bezit korund gewoonlijk dun-tafelvormige habitus, terwijl in dieptegesteenten ook prismatische en tonvormige kristallen voorkomen.

In vulkanische gesteenten met spinel, cordieriet, granaat en sillimaniet; als contactmineraal met spinel, sillimaniet, rutiel, ertsen, andalusiet en toermalijn. Insluitsels van rutiel en ilmeniet, ook gas- en vloeistofinsluitsels. MILNER (70) treft korund in sedimenten gewoonlijk aan als goed afgeronde korrels, onregelmatig begrensd. Minder veelvuldig als basische plaatjes, zooals ik ze juist uitsluitend in de onderzochte gronden aantrof.

CAYEUX (45) wijst er op, dat korund in sedimenten altijd in zeer gering percentage voorkomt; zelfs waar groote opeenhoopingen van zware mineralen ontstaan is het percentage toch maar zeer gering.

Op Belle Ile bijv. treft men een zeezand aan met 80 % zware mineralen, waarvan granaat 92 %, korund 0.8 %!

Op Madagascar wordt korund in reusachtige hoeveelheden aangetroffen en ontgonnen als slijpmateriaal (hardheid 9!) (LACROIX, Madagascar, 69). Niet onwaarschijnlijk dat de waterheldere, doorschijnende exemplaren afkomstig zijn uit kristallijne kalksteen of uit door endomorfose veranderde veldspaatrijke gesteenten.

Als merkwaardigheid meldt LACROIX nog, dat korund dikwijls wordt aangetroffen met spinel, hetwelk dan juist dezelfde kleur heeft, bijv. robijnrood korund met robijnrood spinel, groen korund met juist dezelfde kleur groen spinel.

BRAUNS (62) beschrijft de trigonale streping op de basisvlakken, welke ook door mij werd waargenomen (Plaat IX, fig. 8). De losse, plaatvormige kristallen geven volgens BRAUNS altijd normaal optisch éénassige, negatieve assenbeelden, zonder abnormale verschijnselen, hetgeen ook door mij werd waargenomen. Evenmin als abnormale assenbeelden trof hij bij dergelijke kristallen tweelingslamellen aan en besluit daaruit, dat de kristallen niet onder druk zijn ontstaan. In tegenstelling daarmede trof ik ook bij losse, normaal optisch éénassige kristallen, tweelingslamellen aan.

KWARTS

SiO_2 (NIGGLI).

Trigonaal, pseudo-hexagonaal.

Overwegend dihexaëdrische vormen, vergezeld van min of meer op den voorgrond tredend prisma.

In sedimenten, behalve in bovenstaande kristalvormen, meestal optredend als onregelmatig begrensde fragmenten; bij door wind of water verplaatste gronden dikwijls typisch rolronde kwartskorrels. Slecht splijtbaar, microscopisch zelden waar te nemen.

Brekingsindex: $\omega = 1.544$, $\varepsilon = 1.553$.

Soortelijk gewicht = 2.65. Eénassig, positief.

Golvende uitdooving als gevolg van drukverschijnselen; somtijds schijnbaar tweeassig om dezelfde reden.

In idiomorfe vormen zoowel in de meest verschillende carbonaatgesteenten als in porfierische gesteenten; zonder kristalvormen als klastische kwarts in zandsteenen, grauwacken e. d. gesteenten. Zoowel uit magma als uit oververhitte en normale waterige oplossingen uitgekristalliseerd (ROSENBUSCH, 16).

MILNER (70) noemt insluitsels van vloeistoffen, gassen en mineralen, waaronder rutiel, apatiet, ilmeniet, sillimaniet, toermalijn, zirkoon of ijzerertsen, welke gewichtige aanwijzingen kunnen geven bij het bestudeeren van sedimenten.

ROSENBUSCH noemt bij de kwartsen uit zure dieptegesteenten een rijkdom aan vloeibare insluitsels, welke soms gerangschikt liggen naar de kristalvlakken.

(Stengelige kwarts met dwarsstreping in schriftgranieten.)

In porfierkwarts minder gas- en vloeistof-insluitsels, met karakteristieke dihexaëdrische of ronde vormen (Plaat IX, fig. 9 en 10), welke vormen niet zoo karakteristiek bij de granietische kwarts voorkomen. In de kwartsen, die werden gevormd uit waterige oplossingen, in de carbonaatgesteenten dikwijls stoffen als insluitsels, die aanwijzingen geven omtrent de omgeving, waarin zij ontstonden: calciet, dolomiet, anhydriet, gips, leem, organische substanties, ijzerhydroxyde en ijzerglimmer. Deze insluitsels soms centraal opgehoopt of in zônes.

Ook CAYEUX (45) wijst op de waarde van de insluitsels in kwarts bij het petrografisch onderzoek.

MAGNETIET

[Fe_2O_4] Fe (NIGGLI).

Door andere auteurs wordt gewoonlijk Fe_2O_3, FeO geschreven.

Titaanhoudend = Titanomagnetiet. BOEKE-EITEL (74) vat titanomagnetiet *niet* op als magnetiet, waarin ijzer door titaan vervangen is, maar als een mengkristal („Kristalmischung") van magnetiet en ilmeniet.

Regulair, meestal voorkomend als octaëders of afgeronde, daaruit ontstane korrels. Gestreepte vlakken.

Soortelijk gewicht 4.9—5.2.

Ondoorzichtig, metaalglanzend, ijzerzwart. Bij sterk, gereflecteerd licht: blauwachtig. Zeer fijn verdeeld: rood tot roodbruin doorschijnend.

Gemakkelijk oplosbaar in zuren (ROSENBUSCH, 16).

MILNER (70) noemt de kleur zilvergrijs. De afgerond octaëdrische glanzende exemplaren vertoonen bij sterke, opvallende belichting en sterke vergrooting zeer kleine gefacetteerde kristalvlakjes. Bij afwezigheid van die facetten, hebben de korrels een doffe, grijze kleur. (Dit werd door mij in de Indische grondsoorten niet waargenomen.)

Ook hoekige fragmenten en afgeronde, onregelmatig gevormde stukjes komen dikwijls voor. Gedeeltelijke verweering tot limoniet is waargenomen.

DANA (36) wijst op de *sterke vervorming*, welke de kristallen kunnen ondergaan. Bij bespreking van het verschil tusschen ilmeniet en magnetiet had ik reeds gelegenheid er op te wijzen, dat de regulaire mineralen in sterk afwijkende vormen kunnen voorkomen. De door mij waargenomen kristalvormen, zooals o.a. Plaat VIII, fig. 3, 8, 15, 16 en 23, welke óók bij sterk magnetisch „magnetiet" voorkwamen, vond ik nog niet beschreven; ze ontbreken o.a. in GOLDSCHMIDT's Atlas (35).

IDDINGS (27) meldt het voorkomen van een gehalte van MgO tot 7.15 %, van MnO tot 6.27 % en van TiO_2 tot 25 %. Het titaanmagnetiet kan bij verweering, naast de anders waargenomen producten als haematiet, limoniet en sideriet, ook aanleiding geven tot

het vormen van leukoxeen. Alle schrijvers noemen als herkenningsteeken, naast de oplosbaarheid in zuren, het sterke magnetisme. Zooals reeds werd uiteengezet (pag. 120 e.v.) is dit laatste in vele gevallen niet houdbaar, BOEKE-EITEL zegt dienaangaande:

„Über die magnetischen Eigenschaften des Magnetits und anderer Eisenverbindungen ohne Salzcharacter hat man neuerdings vielfach gearbeitet. Im allgemeinen scheint die magnetische Susceptibilität, z. B. beim schwach FeO haltigen Eisenoxyd, proportional dem FeOgehalte zu verlaufen."

DANA beschrijft etsfiguren op een octaëdervlak, in den vorm van omgekeerde driehoekige putjes, dikwijls met afgeknotte hoeken. (Zie Plaat VIII, fig. 17 van een *niet-magnetisch* octaëdrisch mineraalfragment). Vergroeiingen met ilmeniet, rutiel en pyriet komen voor, ook insluitsels van apatiet en zirkoon en zelden van silicaten, welke bij oplossing eerst zichtbaar worden.

Magnetiet zelf is als insluitsel zeer verspreid.

Het is misschien het meest voorkomende gesteentevormend mineraal en daardoor ook in vrijwel alle sedimenten min of meer vertegenwoordigd. Door het groote soortelijk gewicht kunnen groote concentraties ontstaan met de andere zware mineralen op daartoe gunstige plaatsen. Het komt het meest voor in de eruptiefgesteenten en de kristallijne schisten. In de eruptiefgesteenten behoort het tot de eerst gevormde mineralen en daardoor komt het veel voor als insluitsel in biotiet, amfibool, pyroxeen en olivijn, welke daarna uit het magma uitkristalliseeren.

De „opacitische randen" van magnetiet om biotiet, amfibool en pyroxeenphenokrysten in phonolieten, trachieten, andesieten enz. zullen, in de door verweering daaruit ontstane gronden, waarschijnlijk wel altijd verloren gaan.

LIMONIET

Ongeveer $2\ Fe_2O_3 . 3\ H_2O$ (NIGGLI).

Limoniet (Brauneisenerz) is gewoonlijk de verzamelnaam voor ijzerhydroxydgels en daaruit ontstane, min of meer amorfe mineralen, van de bovengenoemde samenstelling.

In den vorm van radiaalvezelige, roodbruine, trosvormige stalactieten heet het „brauner Glaskopf". Bij wateronttrekking kan er hydro-haematiet en ten slotte Fe_2O_3, onder den naam van „roter Glaskopf", uit ontstaan, met dikwijls duidelijk kristallijne struktuur (Roteisenstein). Bovengenoemde vormen komen ook in losse, aardachtige massa's als geel en rood oker voor.

Over de verschillende vormen, waarin ijzeroxyden en ijzerhydroxyden in den bodem voorkomen, als moerasijzererts, ijzeroer enz. en over de physisch-chemische en bio-chemische processen, die daartoe meewerken, raadplege men VAN BAREN (80).

Over het voorkomen van ijzer in den bodem, speciaal van Nederlandsch Indië, MOHR (46).

Als concreties met concentrische schalenbouw draagt het limoniet den naam van boonerts. Bij sedimentgesteenten treedt limoniet dikwijls als bindmiddel op. (NIGGLI, 53.)

LACROIX (France, 8) noemt limoniet een door optische eigenschappen absoluut zeker te definiëeren mineraal, dat men zich dan als tot het rhombische stelsel behoorend denkt, ofschoon het rhombisch niet in kristalvorm bekend is. De kristallijne struktuur is echter in de vezelige en tot concreties verharde variëteiten zichtbaar.

Soortelijk gewicht 3.6 à 4.

Min of meer donker bruin, geel of zwart.

Brekingsindex: $n = 2.5$.

Dubbelbreking: $\gamma - \alpha = 0.048$.

Optisch negatief, groote dispersie $\varsigma > v$.

Sterk pleochroïsme.

Het limoniet is dikwijls sterk verontreinigd, waardoor de optische eigenschappen moeilijk waarneembaar zijn.

(In de door mij onderzochte grondsoorten gelukte het mij niet een dezer gegevens vast te stellen.)

MILNER (70) beschrijft limoniet als niet-kristallijn, met pseudomorfose naar ijzerertsen, amorf, aardachtig. Ondoorzichtig.

In zeer dunne doorsneden bevindt MILNER het doorzichtig, met bruin-gele kleuren, en dan *isotroop*.

Als huidje of als bindmiddel veroorzaakt het dikwijls moeite bij het onderzoek en MILNER neemt het dan weg met verdund HCl.

Ik maakte daartoe gebruik van de zure Kaliumoxalaat-oplossing, welke TAMM (72) aanbeveelt, omdat door TAMM's onderzoek gebleken is, dat men hierbij het minst gevaar loopt, de anders in zoutzuur wellicht oplosbare mineralen aan te tasten.

ORTHOKLAAS, PLAGIOKLAAS (VELDSPATEN)

Orthoklaas: $[SiO_4 . SiO_2 . SiO_2] \begin{matrix} Al \\ K \end{matrix}$ (NIGGLI)

Mikroklien: $[SiO_4 . SiO_2 . SiO_2] \begin{matrix} Al \\ K \end{matrix}$

Anorthoklaas: $[SiO_4 . SiO_2 . SiO_2] \begin{matrix} Al \\ (K, Na) \end{matrix}$

Albiet: $[SiO_4 . SiO_2 . SiO_2] \begin{matrix} Al \\ Na \end{matrix}$

Anorthiet: $[SiO_4 . SiO_2 . AlO_2] \begin{matrix} Al \\ Ca \end{matrix}$

Alle veldspaten, welke groote morfologische overeenkomst vertoonen, kristalliseeren in het *trikliene* stelsel, pseudo-monoklien. Alleen orthoklaas kristalliseert *monoklien*, en wellicht is deze kristalvorm nog een polysynthetische trikliene vorm.

Men deelt ze ook wel in naar het aandeel, dat de metalen in de samenstelling hebben, als *kali*veldspaten, *natron*veldspaten en *kalk*veldspaten, waarvan de laatsten, als kalk-natronveldspaten, alle mogelijke overgangsvormen vertoonen. Mengkristallen van kaliveldspaten en natronveldspaten heeten anorthoklaas of natronorthoklaas (NIGGLI).

De kalk-natronveldspaten, ook wel plagioklaas genoemd, kunnen bij verschillende temperatuur uit hetzelfde magma uitkristalliseeren. Het smeltpunt van anorthiet ligt bij 1550° C., van albiet iets beneden 1100° C., zoodat anorthiet het eerst in vasten toestand overgaat. Bij gefractioneerde kristallisatie, welke bij deze veldspaten aanleiding geeft tot duidelijke zônenbouw, zal dus de kern anorthietrijker zijn dan het omhulsel, en de opeenvolgende schalen worden naar buiten toe steeds albietrijker.

Naar de moleculaire samenstelling geeft men de plagioklaassoorten de volgende namen:

Meer dan 75 % albiet ($Ab—Ab_3An_1$), Oligoklaas.

75 %—50 % albiet (Ab_3An_1—Ab_1An_1),	Andesien.
50 %—25 % albiet (Ab_1An_1—Ab_1An_3),	Labradoriet.
Minder dan 25 % albiet (Ab_1An_3—An_1),	Bytowniet tot Anorthiet.

De optische eigenschappen veranderen merkbaar met de samenstelling en vormen de voornaamste kenmerken ter determinatie van het te onderzoeken plagioklaas-kristal.

Met stijgend anorthietgehalte nemen de brekingsindices toe, ook de dubbelbreking neemt in geringe mate toe, waarbij de minimale waarde echter tusschen albiet en oligoklaas in ligt. Voor het bodemonderzoek is het verschil in dubbelbreking echter over het algemeen te gering om bij de determinatie gebruikt te kunnen worden.

In de literatuur over de gesteentevormende mineralen vergelijkt men de brekingsindices der veldspaten altijd met die van kwarts, waarbij men dan gebruik maakt van het feit, dat in een slijppreparaat altijd wel een veldspaat en kwartskristal aan elkaar grenzend worden aangetroffen, en waarbij men dan met de methode volgens BECKE de verhouding der brekingsindices vaststelt. Voor de bodemvormende mineralen kan men dezelfde methode toepassen, door de brekingsindices der veldspaten te vergelijken met die van de indompelingsvloeistoffen, waarvoor dan in aanmerking komen:

	$n^{20°}$		$n^{20°}$
cederolie (v. Zeiss),	1.515	nitrobenzol,	1.552
monochloorbenzol,	1.524	monobroombenzol,	1.559
aethyleenbromide,	1.537	bromoform,	1.589
nagelolie,	1.541		

In de door mij onderzochte grondsoorten komen plagioklaassoorten met brekingsindex, hooger dan 1.6, niet voor, waar dit wèl het geval is, zal men, door bromoform te verdunnen met benzol, tusschen 1.559 en 1.589 nog eenige brekingsindices kunnen invoegen.

Door van de veldspaten de verschillende brekingsindices met evenwijdig gepolariseerd licht, bij verschillende oriënteering te vergelijken met deze vloeistoffen, kan men, zooals in nevenstaande tabel is aangegeven, de plaats in de reeks vrij nauwkeurig vaststellen.

Met de brekingsindex neemt ook het s. g. toe.

BREKINGSINDICES DER VELDSPATEN, VERGELEKEN MET DIE VAN EENIGE INDOMPELINGSVLOEISTOFFEN.

	S.g.	Mol.% Anor-thiet	α	β	γ	Optisch teeken	Indom-pelings-vloeistof
Orthoklaas	2.56		1.519	1.524	1.526	—	± 1.515
Mikroklien	2.56		1.522	1.526	1.529	—	
Anorthoklaas	2.58		1.523	1.529	1.530	—	± 1.524
Albiet	2.62	0.5	1.528	1.532	1.538	+	
Oligoklaas-Albiet	2.64	13	1.534	1.538	1.543	+	± 1.537
Oligoklaas	2.64	20	1.538	1.542	1.546	—	
Oligoklaas-Andesien	2.65	25	1.541	1.545	1.549	—	± 1.541
Andesien	2.67	37	1.549	1.553	1.557	neutraal	± 1.552
Labrador	2.69	52	1.555	1.558	1.563	+	± 1.559
Labrador-Bytowniet	2.70	63	1.560	1.563	1.568	+	
Bytowniet	2.72	75	1.564	1.569	1.573	—	
Anorthiet	2.75	bijna100	1.575	1.583	1.588	—	± 1.589

Nog sterker dan de brekingsindices veranderen de uitdoovingshoeken der verschillende plagioklaassoorten met de samenstelling.

Om een uitdoovingshoek te bepalen, moet men kristallen of kristalfragmenten beschouwen met duidelijke kristalvlakken, tweelingslamellen of splijtstrepen, en bij bepaalde oriënteering den uitdoovingshoek ten opzichte daarvan bepalen.

Noemt men de drie hoofdvlakken van het prisma (100), (010) en (001), of P, M, T, en de uitdoovingshoeken daarop, ten opzichte van den vertikaal (de a-as) in het eerste en derde kwadrant + en in het tweede en vierde kwadrant —, dan gelden de in de volgende tabel gegeven waarden, waarbij de uitdoovingshoeken op (010) en (001) zijn gemeten ten opzichte van (100). Heeft men doorsneden, welke juist loodrecht op een hoofd-brekingsindex staan, dan leveren deze ook waardevolle gegevens voor het verband tusschen uitdoovingshoek en de plaats in het systeem. Deze zijn in de tabel aangegeven voor vlakken loodrecht op γ en α en aangegeven tegenover de, door splijtstrepen aangegeven prismavlakken (010) en (001).

Deze gegevens zijn, met de tabellen, ontleend aan NIGGLI (53), waar deze verhoudingen nog door grafische voorstellingen en teekeningen verduidelijkt zijn.

	Mol. % Anorthiet	Uitdoovingshoeken			Tegenover (001) op vlakken		Tegenover (010) op vlakken		Globaal maximale uitdooving in zône (010)
		op (001)	op (010)	op vlak ⊥ op (001)	⊥ op γ	⊥ op α	⊥ op γ	⊥ op α	
Albiet	0.5	+ 3.6°	+ 20.3°	— 14.9°	+ 21.8°	+ 77.6°	+ 2.8°	— 16.5°	— 16° ↓
Oligoklaas. .	25.–	+ 0.7°	+ 3°	+ 7°	+ 1.6°	— 80.2°	+ 2.2°	+ 7.4°	0° ↓
Labrador . .	52.–	— 6°	— 17.3°	+ 27.7°	— 26.4°	— 55.5°	— 26.6°	+ 25.2°	+ 28° ↓
Bytowniet .	75.–	— 18°	— 31°	+ 38°	— 50.1°	— 33.7°	— 39.6°	+ 33.5°	+ 40°
Anorthiet. .	bijna 100	— 40.1°	— 37.6°	+ 45°	— 66.2°	— 19.1°	— 55.1°	+ 31.2°	+ 56°

Voor de juiste oriënteering raadplege men, behalve NIGGLI (53), REINISCH (38), ROSENBUSCH (16) e. a., waar vooral voor de dikwijls optredende tweelingsvormen, welke voor de oriënteering gewichtige hulpmiddelen kunnen zijn, verschillende werkwijzen worden aanbevolen.

De juiste bepaling van de uitdoovingshoeken aan de in den bodem aangetroffen veldspaatfragmenten, tenzij deze nog vrij goed bewaarde kristalvlakken of duidelijke lamellenstruktuur vertoonen, vereischt veel oefening, terwijl de zonaal gebouwde kristallen dikwijls door superpositie afwijkende uitkomsten geven. Voor het oriënteerend onderzoek werd daarom door mij uitsluitend van de bepaling der brekingsindices gebruik gemaakt, welke daarvoor voldoend nauwkeurige uitkomsten geeft.

Sanidien komt uitsluitend voor in eruptief- en in sommige ganggesteenten als één van de allerlaatste stollings-producten, daarom kunnen insluitsels voorkomen, zoowel van de ertsen, apatiet, zirkoon, enz., als van hauyn, nephelien en plagioklaas. Gas- en glasinsluitsels, zonder bepaalden vorm of naar den vorm van den hospes, gerangschikt volgens zônes of opgehoopt in 't midden of langs den omtrek. Vloeistofinsluitsels zeldzaam.

Orthoklaas heeft minder insluitsels, en nooit glasinsluitsels, maar zeer dikwijls komen infiltraties voor van ijzeroxyde, ijzerhydroxyde en carbonaten volgens de splijtvlakken.

Tweelingsvormen van sanidien en orthoklaas, onderling en met plagioklaas, treden in groote verscheidenheid op, als omhullingen, schalenbouw of lamellen. Vergroeiingen van orthoklaas en albiet in microscopische lamellen heeten microperthiet, terwijl ook vergroeien met kwarts volgens bepaalde kristalvlakken voorkomt.

Plagioklaas vormt tweelingen, welke in de eerste plaats vergroeid zijn volgens den albietregel, waarbij de tweelingsas door de normale op (010) wordt gevormd. Zijn meerdere individuen op deze wijze vergroeid, dan zijn zij telkens 180° gedraaid, zoodat afwisselend tegengesteld georiënteerde lamellen elkaar afwisselen. Vooral tusschen gekruiste nicols zijn deze tweelingslamellen duidelijk zichtbaar.

Bij Ca-rijke plagioklaas treedt ook tweelingsvorming op volgens den periklienregel, waarbij de macrodiagonaal tweelingsas is. Hierbij vormen de lamellen, gezien in de doorsnede $\perp$ (010), een hoek met de splijtstrepen (100), waarvan de grootte afhangt van de chemische samenstelling, en welke van $\pm$ 20° bij albiet afneemt tot 0° bij andesien en $-18°$ bij anorthiet.

Deze, en andere tweelingsvormen, komen door elkaar heen gegroeid voor, waarbij zeer ingewikkelde tweelingsfiguren kunnen ontstaan.

Zonale bouw komt bij zoo goed als alle gesteentevormende plagioklaassoorten voor. Somtijds is daarbij geen verschil waar te nemen tusschen kern en de omhullende schalen, maar meestal is tusschen deze een verschil in lichtbreking, (te constateeren volgens de methode BECKE) en in optische oriënteering aan te toonen, welk laatste zich uit, doordat tusschen gekruiste nicols de uitdooving in de verschillende deelen bij verschillenden stand optreedt. Meestal neemt het albietgehalte, naar buiten toe, regelmatig toe en is de kern het rijkst aan anorthiet. De toename kan echter ook dikwijls onderbroken worden door afwisseling met albiet-armere schalen. De schalen zijn meestal door regelmatig begrensde, goed ontwikkelde kristalvlakken gescheiden, waarvan alleen de kern sterk gecorrodeerd is en ook de buitenste schaal onregelmatig begrensd is.

De plagioklaasgroep behoort mede tot de meest voorkomende gesteentevormende mineralen. Zuiver albiet en oligoklaasalbiet komen voor in zure eruptiefgesteenten en gneisen, als mikro-perthiet met orthoklaas en mikroklien vergroeid, terwijl ze ook veelvuldig voorkomen in kristallijne schisten en veldspaatfylliet.

Oligoklaas en andesien in idiomorfe of hypidiomorfe vormen komen in diorieten het meest verbreid voor; ook naast en vergroeid met orthoklaas in kalkalkaligranieten en syenieten. In trachieten, dacieten en andesieten met rijkdom aan glasinsluitsels.

Anorthiet en bytowniet hoofdzakelijk in gabbro's.

Bovenstaande gegevens werden hoofdzakelijk aan NIGGLI (53) en ROSENBUSCH (16) ontleend en geven slechts een kort overzicht over deze belangrijke mineraalgroep. Voor nadere bestudeering moge naar de speciale literatuur worden verwezen, door bovengenoemde auteurs aangegeven.

RUTIEL

TiO_2 (NIGGLI), meestal gekleurd door Fe (1—3 %).
Tetragonaal.
Slanke zuiltjes, sterk vertikaal gestreept.
Tweelingen dikwijls voorkomend.
Volkomen splijtbaar volgens (110).
Soortelijk gewicht 4.2—4.3.
Kleur bruinrood tot rood, in microscopische individuen geel, zelden blauwviolet of groenig, met diamantglans.
$\omega = 2.6158$, $\varepsilon = 2.9029$, dus zéér hooge positieve dubbelbreking.
Pleochroïtisch van ω = geel tot bruingeel, tot ε = bruingeel tot geelgroen.

MILNER onderscheidt in sedimenten twee typen van korrels, één van goed gevormde prismatische kristallen, met licht afgeronde terminale eindvlakken en het andere van scherphoekig afgebroken fragmenten. De eerste gewoonlijk bruinrood (voskleurig) de laatste meer ambergeel. In alluviale gronden dikwijls de bekende knievormige tweelingen met hoeken van $\pm$ 65°. De mate van afronding van de korrels is dikwijls zeer gering, vergeleken met de korrels van dezelfde hardheid (6 tot 6.5) in dezelfde sedimenten.

Afkomstig uit zure vulkanische gesteenten, kristallijn-metamorfe gesteenten en in situ ontstaan uit ilmeniet e. d. Rutiel komt als insluitsel, dikwijls in fijnen naaldvorm, in zeer verschillende mineralen voor.

In sedimenten nooit in fijnen naaldvorm, maar als ronde korrels, afgeronde zuiltjes of goed begrensde kristallen.

SPONSNAALDEN (EN VERKIEZELDE PLANTAARDIGE ORGANISMEN)

De sponsen, welke de eenige klasse van de Hoofdafdeeling der Porifera vormen, bestaan hoofdzakelijk uit een celmassa, parenchym genaamd, waarin een steunend skelet aanwezig is van kiezelnaalden of kalknaalden, welke, bij het afsterven en vergaan van het teedere weefsel der sponsen, overblijven. Deze kiezel- of kalknaalden kunnen verbonden zijn door een kit, spongiolien genaamd, en vormen in den bodem de eenige zichtbare overblijfselen van de zoet-, brak- of zoutwatersponsen, die, tijdens het ontstaan van den bodem, in het water leefden, waarin het sediment werd afgezet.

De skeletnaalden kunnen zijn: aan beide einden toegespitst, al of niet met verdikkingen middenin, aan beide einden afgerond, kogelvormig verdikt, of aan beide einden verdikt, zoodat ze ongeveer den vorm van een garenklosje aannemen, terwijl dikwijls misvormingen optreden.

VON ZITTEL (4) onderscheidt bij de *kiezelsponsen:*

a. éénassige naalden, voorzien van een kanaal, dat aan ééne zijde open is of aan beide zijden; zelden geheel gesloten. Zeer jonge naalden zijn langs een geheele zijde open.
Zoet- en brakwatersponsen hebben steeds staafvormige naalden.

b. Vormen, die vier assen van een driezijdige pyramide tot grondslag hebben.

c. Zesstralige naalden, ontstaan uit drie assen, die elkaar loodrecht kruisen.

d. Veelassige naalden, schijfvormige, met radiaalstruktuur.

e. Kogelvormen.

Bij fossiele naalden zijn de kanalen gewoonlijk grover dan bij de recente.

De *kalksponsen* hebben minder variabele vormen, n.l. staafvormige, driestralige en vierstralige, terwijl zij gewoonlijk veel kleiner zijn.

Voor determinatie is de kennis van de micro-struktuur noodzakelijk, bij opvallend en doorvallend licht, waarbij voor kiezelnaalden

gewoonlijk 40 tot 100 × vergrooting, voor kalknaalden tot 300 × vergrooting noodzakelijk is.

Dit geldt alleen voor de naalden, waaruit het skelet is opgebouwd, daar bij alle sponsen bovendien nog veel kleinere naaldjes voorkomen, die los in het parenchym liggen.

In fossielen vorm, waarbij de losse naalden uiteengevallen zijn, zijn de sponsen gewoonlijk niet meer met zekerheid te determineeren. Eénassige (monactinellidae) zijn bijv. de boorsponsen, die in schelpen en steenen boren en waarvan de boorgangen nog wel in fossielen vorm bewaard blijven.

Van de Tetractinellidae zijn de naalden vierstralige sterren, ankervormen met 2 of 3 armen.

Enkele beeldt CAYEUX af (45).

De kiezelzuurnaalden hebben een brekingsindex van ± 1.46.

In fossielen toestand komt het zoowel voor dat kiezelzuurnaalden zijn omgezet in kalknaalden, als dat de kalk van oorspronkelijke kalknaaldjes door kiezelzuur vervangen is, dit laatste wel het meest.

Verkiezelde plantaardige vezels

Prof. A. TE WECHEL te Wageningen had de welwillendheid, van eenige verkiezelde plantenvezels de mogelijke herkomst vast te stellen, waarbij met zekerheid konden worden herkend typische *houtvaten* met duidelijke hofstippels, *libriformvezels* (sclerenchym) en *tracheïden*, allen zeer waarschijnlijk afkomstig van loofhout, en o.a. oppervlakkige overeenkomst vertoonend met de door HARTIG (11*a*) op pag. 14 gegeven afbeeldingen van houtvaten, tracheïden en sclerenchymvezels en eveneens met de door JEFFREY (47*a*) gegeven afbeeldingen van vezeltypen op pag. 32, vaten in dicotylen op pag. 100, terwijl de hofstippels van de libriformvezels overeenkwamen met de door JEFFREY op pag. 103 afgebeelde zeshoekige hofstippels.

De verkiezelde vezels werden voorts vergeleken met verschillende preparaten van Brughiera en Rhizophora, daar deze o.a. tot de recente begroeiing van het terrein bijdragen, maar bleken daarmede in het geheel geen overeenkomst te vertoonen.

KRÄUSEL (68*a*) heeft een beschrijving gegeven van 31 monsters van verkiezeld hout uit het tertiair van Zuid-Sumatra, waarbij fossiele vormen, overeenkomend met recente Palmae, Caesalpinieae, Anacardiaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae en Dipterocarpaceae werden aangetroffen. Bij de juiste determinatie van dicotylen door middel van stamdoorsneden stuit men op groote moeilijkheden, daar, zooals KRÄUSEL (pag. 232) zegt „die Holzanatomie der Dikotyledonen nach wie vor in grossen Teilen eine „terra

incognita" ist". Dit geldt voor goed geconserveerde, in verband gebleven stamdeelen. Des te minder kan men dus aan de losse, verplaatste vezels, zonder eenig onderling verband, juiste gevolgtrekkingen naar de afkomst verbinden.

Hier moge dus volstaan worden met te wijzen op oppervlakkige overeenkomst met de aangetroffen verkiezelde vezels en de door KRÄUSEL afgebeelde doorsneden door verkiezelde stamdeelen.

Houtvaten gelijkend op: Tafel 2, fig. 9. *Dipterocarpoxylon sp.* Tafel 3, fig. 2. *Caesalpinioxylon palembangense* KRÄUSEL.

Libriformvezels, gelijkend op: Tafel 5, fig. 1. *Djambioxylon sumatrense* KRÄUSEL.

De door KRÄUSEL onderzochte monsters zijn zoowel afkomstig uit een oud-tertiair zandsteen-conglomeraat, en dan verplaatst, als uit jong-tertiaire bruinkoollagen en jong-tertiaire tuffen.

Goed bewaarde monsters worden o.a. vermeld, afkomstig van de hoofdplaats Palembang, opgegraven bij aanleg van den nieuwen steiger en gedetermineerd als *Anacardioxylon Mollii*, KRÄUSEL. (Midden-Palembanglagen, bovenmioceen). Van den bovenloop van Lematang en Ogan o.a. *Dipterocarpaceae, Palmae, Sapindaceae* uit jong- en oudmioceen.

Een nadere vergelijkende studie tusschen de verkiezelde plantenresten uit het alluvium van de Moesi-delta en die uit de tuffen en bruinkoolformaties van het achterland zal waarschijnlijk tot interessante gevolgtrekkingen aanleiding kunnen geven.

STAUROLIET

$[SiO_6]_2\ Al_5.\ Fe\,[OH]$ (NIGGLI).

Fe kan worden vervangen door Mg en Mn, terwijl het op zijn beurt het Al gedeeltelijk kan vervangen (ROSENBUSCH, 16).

Rhombisch.

Korte prismatische vormen, dikwijls afgerond, echter zelden tot kogelvorm.

Slechte splijtbaarheid.

Soortelijk gewicht 3.65—3.8.

Zwakke glasglans of harsglans.

Kleur: geelbruin, roodbruin tot bruinzwart, in doorvallend licht geel tot roodbruin.

Brekingsindex:	α	β	γ
	1.736	1.741	1.746.

$2V = 88°$. Zwakke dispersie $\varsigma > v$. Optisch positief.

Duidelijk pleochroïsme, Z roodachtig geel, Y = X geelwit, met krachtiger pleochroïsme om insluitsels.

Tweelingen komen voor, met samengegroeide prismazijden, zoowel als met rechthoekig op elkaar staande assen.

Rechte uitdooving in prismatische kristalfragmenten.

Volgens MILNER (70) in sedimenten zeldzaam voorkomend in den vorm van goed herkenbare kristallen, maar meestal als onregelmatige, min of meer plaatvormige stukjes, met scherpkantige breuk.

Het pleochroïsme kan zeer verschillen, terwijl de kleuren het sterkst optreden in O.—W. georiënteerde kristallen.

Insluitsels van kwarts, granaat, toermalijn, rutiel, biotiet en carbonaten, het meest in donkergekleurde variëteiten, terwijl ook koolachtige stoffen als insluitsel voorkomen, dikwijls volgens regelmatige vlakken gerangschikt. (LACROIX, 8.)

Zeer zelden in sedimenten als goed gevormde kristallen, ofschoon zij als zoodanig zijn aangetroffen. MILNER treft ook de gekruiste tweelingen in afgeronden vorm in alluviale gronden aan.

Stauroliet ontstaat voornamelijk in dynamometamorfe kristallijne schisten, fyllieten, glimmerschisten en paragneisen.

Treedt meestal tezamen op met disteen, (en dan dikwijls parallel daarmede vergroeid) toermalijn, rutiel, granaat, glimmer, kwarts, cyaniet en sillimaniet.

TOERMALIJN

Algemeene formule: $4\,[(SiO_4)_3\,R_9^{I}]\,.\;1\,[(B_2O_5)_3\,Al_4]$ (NIGGLI) waarbij R^{I} allerlei 1, 2 of 3 waardige metalen of H kan zijn. De magnesiumrijke toermalijnen bestaan uit mengsels van de volgende drie moleculen:

$$4\,[Al\,(SiO_4)_3]\,\begin{matrix} Al_{\frac{1}{2}} \\ Mg_3\,H^3/_2 \end{matrix}.\;[Al\,(B_2O_5)_3]\,Al_3 \qquad \text{I}$$

$$4\,[Al\,(SIO_4)_3]\,\begin{matrix} Al_2 \\ NaH_2 \end{matrix}.\;[Al\,(B_2O_5)_3]\,Al_3 \qquad \text{II}$$

$$4\,[Al\,(SiO_4)_3]\,\begin{matrix} Al \\ Fe_2\,H_2 \end{matrix}.\;[Al\,(B_2O_5)_3]\,Al_3 \qquad \text{III}$$

Kleurloos, geel, rood, bleekgroen toermalijn zeer rijk aan II. Mn inplaats van Fe geeft roodgekleurd toermalijn.

Groen, blauw, bruin doorzichtig toermalijn vrij groot gehalte I en III. Magnesiarijke toermalijnen zijn bruin. Gewoon zwart toermalijn *(schörl)* overwegend III.

Lichtbreking en *dubbelbreking* stijgen met het Fe-gehalte.

Trigonaal, met prismatische habitus, soms vertikaal gestreept. Zelden korrels.

Geen waarneembare splijtbaarheid, onregelmatige scheurtjes dwars op de hoofdas.

Soortelijk gewicht 3.0—3.24.

Brekingsindex:

	ω	ε
kleurloos toermalijn	1.639	1.621
kleurloos ,,	1.642	1.622
donkergroen ,,	1.642	1.622
groen ,,	1.640	1.622
zwart ,,	1.643	1.619
blauw ,,	1.653	1.631
chroomtoermalijn	1.687	1.641

Zooals men uit bovenstaande brekingsindices ziet, neemt de dubbelbreking toe van $\varepsilon - \omega = -0.018$ tot -0.046.

Rechte uitdooving.

Het pleochroïsme kan zeer sterk wisselen, maar steeds is de absorptie van ω sterker dan van ε en ook zelfs in de kleurlooze toermalijnen is dat verschil in absorptie nog merkbaar.

Pleochroïtische veldjes komen voor om rutiel- en zirkooninsluitsels.

Schaalvormig opgebouwde toermalijnen kunnen abnormale assenbeelden geven, met dicht bij elkaar liggende hyperbolen.

Gas- en vloeistofinsluitsels, o.a. van vloeibaar koolzuur komen voor, maar zijn niet karakteristiek.

MILNER (70) onderscheidt in sedimenten drie vormen, prismatisch met goed ontwikkelde eindvlakken, basische, gewoonlijk afgeronde fragmenten en onregelmatige, afgebroken fragmenten.

Pseudo-hexagonale plaatvormige kristallen zijn beschreven maar komen zelden voor. Zij geven een goed éénassig assenbeeld.

Blauw toermalijn is zwakker pleochroïtisch dan de bruine en zwarte variëteit.

Toermalijn treedt op in graniet, syeniet, en dioriet, evenzoo in kwartsporfieren en liparieten, vooral in tinertshoudende kwartsporfieren met topaas.

Ook vindt men toermalijn in contact-zônes der dieptegesteenten en het voorkomen wijst gewoonlijk op een pneumatolytischen oorsprong.

Daar toermalijn zoo goed als niet verweert komt het in vrijwel alle sedimenten in meerdere of mindere mate voor. Voor correlatieve doeleinden is het echter, wegens de groote verschillen in kleur en pleochroïsme, toch dikwijls zeer belangrijk.

TOPAAS (PYKNIET)

$[SiO_4 F_2] Al_2$ met $[SiO_4 (OH)_2] Al_2$ (NIGGLI).

Rhombisch.

Prismatische vormen met sterk gestreepte vertikaalzône.

Soms kort prismatisch, soms stengels, parallel- of divergent-stengelige tot radiaalstralige aggregaten (Pykniet). Korrels.

Soortelijk gewicht 3.53—3.57.

Glasglans. Kleurloos, geel tot rossig, lichtblauw tot blauwwit.

Brekingsindices en assenhoek hangen af van de mate waarin F door OH is vervangen.

Brekingsindex:	α	β	γ
	1.607	1.610	1.617
	1.613	1.616	1.622
	1.615	1.618	1.625
	1.629	1.630	1.637

Met toenemend hydroxylgehalte neemt de dubbelbreking af. Rechte uitdooving.

Optisch positief. Dispersie $\varsigma > v$.

In slijppreparaten vertoont topaas geen pleochroïsme.

Optische anomalieën komen dikwijls voor, veroorzaakt door tweelingslamellen. Door gloeien gaat topaas in sillimaniet over.

MILNER (70) treft in sedimenten meestal hoekige, onregelmatig gevormde korrels aan, zelden goed herkenbare kristalfragmenten. Basische stukjes, tengevolge van de splijtbaarheid, komen veel voor en geven goede assenbeelden. Vloeistofinsluitsels niet zeldzaam, ook ilmeniet en haematiet komen als insluitsel voor.

MILNER onderscheidt topaas van andalusiet, waar het overigens veel op gelijkt, door de splijtbaarheid, afwezigheid van pleochroïsme (in tegenstelling met het door mij gevonden pleochroïtische topaas) optisch positieve karakter en de goede doorschijnendheid, welke bij andalusiet door stofinsluitsels dikwijls veel minder goed is.

Topaas is een tamelijk constant bestanddeel van tinertshoudende granieten (komt o.a. op Banka voor) eveneens, in mindere mate in andere granieten.

In liparieten met granaat, ook in pneumolytische contactzônes dezer gesteenten.

VULKANISCH GLAS

Wisselende samenstelling, afhankelijk van het magma waaruit het ontstaan is.

Amorf.

IDDINGS (27) geeft als brekingsindices:

obsidiaan	1.484—1.495
glas van graniet	1.500—1.510
glas van syeniet	1.520
glas van monzoniet	1.550
glas van bazalt	1.590
glas van gabbro	1.620
glas van harzburgiet	1.630

JOHANNSEN (66) geeft glas een brekingsindex van ± 1.490 en beschrijft het, voorkomend in slijppreparaten, als kleurloos of gekleurd, holten opvullend, amorf, geen splijtbaarheid vertoonend en veel voorkomend in zure eruptiefgesteenten.

MOHR (43) beschrijft het, in Nederlandsch Indië in den bodem voorkomend, in den vorm van onregelmatig begrensde splinters, soms met glasinsluitsels, soms als broodkruimels, duidelijk aangevende dat zij als schuim zijn uitgeblazen.

Kleurloos, bruinachtig tot violetbruin.

Brekingsindex duidelijk lager dan van nitrobenzol. Dubbelbreking afwezig.

Als gesteentegrondmassa op te vatten en daarom dikwijls met microkristallen van augiet, magnetiet, hypersteen.

STEINRIEDE (58) vermeldt het alleen in de kleurtabel, als kleurloos, grauw bij doorvallend en rood in opvallend licht.

MERRILL (22) geeft een foto van vulkanisch glas, door den wind meegevoerd, maar deelt daarover geen bijzonderheden mee.

HATCH en RASTALL (78) beschrijven klei, in de nabijheid van eilanden van vulkanischen oorsprong afgezet in zee en bestaand uit de gewone mineralen van neutrale en basische vulkanische gesteenten

en fragmenten vulkanisch glas, echter eveneens zonder nadere beschrijving van dat glas.

MOHR (57) geeft als grenzen der glaspartikeltjes, uitgestooten door den Keloet op Java, 5 tot 100 μ, met enkele grovere glassplinters.

In de mineralogische samenstelling van een Keloetasch van 1919 onderscheidt WHITE (59):

„natronrijk vulkanisch glas en donkergekleurd, kalkrijk vulkanisch glas", en in een andere publicatie (73):

„zeer donker, rijk, basisch glas, zeer gemakkelijk aantastbaar basisch kalk-, kali- en fosforrijk glas tegenover moeilijk aantastbaar, lichter gekleurd, zuur natronrijk glas".

IJZERALUIN (VEDERALUIN)

Algemeene formule der aluinen: $R^{I}_2 SO_4 . R^{III}_2 (SO_4)_3 . 24H_2O$. (regulair) eventueel: $22H_2O$? (monoklien, dikwijls vezelig) (NIGGLI).

IJzeraluin: $FeSO_4 . Al_2(SO_4)_3 . 24(22)H_2O$.

De eigenlijke aluinen zijn allen regulair, de „halotrichieten" zijn monoklien of triklien.

IJzeraluin of vederaluin wordt door verschillende auteurs haarzout of halotrichiet genoemd, welke naam echter ook voor andere aluinen wordt gebezigd, zoodat ter voorkoming van verwarring door mij den naam *ijzeraluin* of *vederaluin* werd gebruikt.

DANA (36) geeft bijv. voor halotrichiet de synomienen vederaluin en haarzout (hversalt).

WEISBACH (48) noemt Haarsalz = Keramohaliet = Alunogeen: $Al_2(SO_4)_3 . 18H_2O$.

V. KOBELL (Tafeln enz. 30) noemt Haarsalz = Keramohaliet = Halotrichiet: $Al_2(SO_4)_3 . 18H_2O$ en in zijn Mineralogie (13) geeft hij den naam Haarsalz aan Na Cl, aan Mg $SO_4 . 7H_2O$ en aan Keramohaliet = Halotrichiet.

DANA (36) bespreekt ijzeraluin als een monoklien of triklien mineraal met zijdeachtige vezels; geelachtig wit, dof wordend en aan de lucht in poeder uiteenvallend. Wrange inktsmaak.

Het smelt in eigen kristalwater, terwijl het uiteen valt en bij sterke verhitting zwavelig zuur vrijmaakt. Bij sterke verhitting blijft een bruin residu achter. In Chile komt het voor met scheeve uitdooving van de vezels. De eenige gegevens, die bij DANA ontbreken, zijn soortelijk gewicht en brekingsindex.

NAUMANN-ZIRKEL (11a) citeert de door LINCK onderzochte vezels van Copiapo, wit gekleurd, tot 5 cm lang, scheef uitdoovend, dus triklien, en toch $24H_2O$ bevattend, hetgeen op een monoklienen kristalvorm zou duiden.

LACROIX (France, 8) noemt halotrichiet monoklien, uitsluitend fijne naalden, gewoonlijk tot vezelige massa's gegroepeerd, dikwijls tot concreties verdicht. Hardheid: 1.5 à 2. Soortelijk gewicht 1.89. Wit of geelwit, doorzichtig. Zijdeachtig glanzend, maar aan de lucht

blootgesteld dof wordend en uiteenvallend tot poeder. Geringe dubbelbreking.

Soms rechte uitdooving, soms scheef tot 25°.

Brekingsindex: 1.48. Dubbelbreking: 0.005.

Inktsmaak. In eenzijdig gesloten buisjes verliest het bij verwarming het kristalwater, later al het water en zwavelzuur, terwijl een bruine rest overblijft.

Halotrichiet, Alunogeen en Pickeringiet onderscheidt LACROIX alléén naar den smaak en de reactie op Mg bij Pickeringiet, terwijl dan nog de bruinkleuring bij verhitting voor halotrichiet typeerend zou zijn.

Deze mineralen ontstaan door inwerking van zwavelzuur op ijzer- en aluminium-houdende mineralen, in de natuur dus uit pyrieten of bij fumarolen. Ze treden op als concreties of als uitbloeiingen op plaatsen, aan de lucht blootgesteld.

Dat het voorkomen van ijzeraluin of vederaluin in Nederlandsch Indië geen nieuws is, kan blijken uit de beschrijving, die RUMPHIUS er van geeft in de „Rariteitkamer", geciteerd door WICHMANN (14) in „RUMPHIUS GEDENKBOEK":

> „In den „Crater en verwulfsels" van den Goenoeng Api der Bandaeilanden vindt men „verscheyde mengzel van swavel en aluin, geleyk ik betrouwe in alle swavelmijnen gevonden te worden; onder andere een slach van *Alumen plumosum*: Ik meen geenszins den Amianthus, dewelke hedendaags bij de Apothekers t' onrechte dien naam voert, maar een rechte aluinachtige substantie, wit als kalk, die wat aangevogtigt is, van smaak zuur, met een merkelijke t' zaamentrekkinge, gelijk het oprechte Alumen plumosum hebben moet. De Inlanders noemen het Tsjerondsjong of Tsjerondsjung."

ZIRKOON

$ZrO_2 . SiO_2$ (NIGGLI).

Tetragonaal.

In eruptiefgesteenten in streng idiomorfen vorm, gewoonlijk kort prismatisch, zelden lang prismatisch. Met of zonder terminale vlakken. Tweelingen microscopisch niet bekend, lengte der microscopische zirkonen zelden kleiner dan 10 μ. In de gelaagde gesteenten, schisten, zijn de zirkonen dikwijls kogel- of eirond. (ROSENBUSCH, 16). Slechte splijtbaarheid, aan microscopische individuën niet waar te nemen.

Soortelijk gewicht 4.2—4.86.

Diamantglans, soms vettig, vooral op breukvlakken.

Bij doorvallend licht kleurloos, lichtgeel of rose, zelden bruin of violet. Dikwijls verschillend gekleurde banden of schalen optredend.

Brekingsindex:

$\omega = 1.960$	$\varepsilon = 2.015.$
1.924	1.968.
1.931	1.993.

Dubbelbreking dus afwisselend van 0.044—0.062.

Optisch positief. Rechte uitdooving.

Bij microscopische kristallen geen optische anomalieën, evenmin als pleochroïsme.

Insluitsels zijn niet zeldzaam, maar de hooge brekingsindex van het zirkoon maakt determinatie daarvan moeilijk. Zeker zijn aangetoond vloeistofinsluitsels met beweeglijke libellen.

MILNER (70) beschrijft in sedimenten, als het meest voorkomend, kleurlooze prismatische kristallen met pyramidale eindvlakken. Volgens de basis afgeplatte kristalplaatjes zeldzaam. Beschadigde mineraalfragmenten komen veelvuldig voor, zelden met scherpe, hoekige breukvlakken, meestal afgerond.

Insluitsels kunnen zoo veelvuldig voorkomen, dat de zirkoonkristallen er een dof uiterlijk door krijgen.

Zirkoon komt voor als bestanddeel van zure dieptegesteenten en de daarvan afgeleide effusief-gesteenten, waarin het als een van de eerste mineralen uitkristalliseerde. Bijzonder groot kan het percentage zijn in zanden, ontstaan uit granieten.

ZWAVELIJZER (PYRIET)

Pyriet: FeS_2 (NIGGLI).

Markasiet: FeS_2 (rhombisch).

Regulair, meestal in octaëders en pentagondodekaëders, zelden als onregelmatige korrels en aggregaten. (ROSENBUSCH, 16).

Kubusvormen, met gestreepte vlakken.

Metaalglans, ondoorzichtig, geel, somtijds bruin.

In salpeterzuur oplosbaar onder afscheiding van zwavel, door zoutzuur niet merkbaar aangetast.

Pyriet komt in alle gesteenten voor, dikwijls vergroeid met magnetiet, haematiet en ilmeniet.

Gaat met pseudo-morfose over in donkerrood doorzichtig haematiet of goethiet of in andere ijzeroxyden.

Soortelijk gewicht 4.9—5.1.

MILNER (70) noemt het voorkomen in sedimenten van afgeronde kristallen, minder dikwijls als onregelmatige, schelpvormige korrels. Een dof, zwartbruin laagje, door verweering, vermoedelijk tot limoniet, wordt dikwijls aangetroffen.

Kubische vormen zeldzaam.

In enkele gevallen werd plaatselijk meer markasiet aangetroffen, dat gekenmerkt is door het optreden in kleine, zeer onregelmatige, typisch kopergele korreltjes. SCHROEDER VAN DER KOLK (9) meldt het voorkomen van pyriet in hexaëders en pentagondodekaëders in klei van Ambon.

HARTING (2) beschrijft reeds in 1852 zwavelijzer (door hem ijzerkies genoemd) in monsters, verkregen door boringen in den bodem van Amsterdam, gronden, welke in ligging, wijze van ontstaan en verschillende physische en chemische eigenschappen veel overeenkomst vertoonen met den grond, waarvan monster No. 6 afkomstig is.

VAN BEMMELEN (6) heeft over dergelijke „zure gronden" in Nederland een uitgebreide verhandeling geschreven, waarin zoowel de wijze van ontstaan als de middelen ter verbetering van de, voor den landbouw schadelijke eigenschappen van dergelijke gronden worden besproken.

Het zwavelijzer kan, als een product van reductie, ontstaan in laaggelegen zeeklei, waar voldoende plantenmateriaal zich ophoopen kan, om een veenmassa te vormen, en waar zee- of brakwater steeds voldoende hoeveelheid sulfaten (gips e.d.) kan aanvoeren. Organismen, zeer waarschijnlijk voornamelijk diatomeeën en foraminiferen, en zeker ook bacteriën, spelen een groote rol bij de vorming van het zwavelijzer, dat zich dan ook gaarne in of op diatomeeën en foraminiferen ophoopt.

HARTING (2) trof het aan in uiterst kleine lichaampjes, van $^1/_{300}$ tot $^1/_{150}$ mm groot, enkele slechts tot $^1/_{50}$ mm groot. De kleur was donker groenachtig zwart, geheel ondoorschijnend en allen glans missend. De meesten schenen geheel rond te zijn, doch aan sommigen meende HARTING een kubischen vorm duidelijk waar te nemen, terwijl velen onderscheidene kristalvlakken vertoonden, en waarschijnlijk pentagondodekaëders waren, waardoor tevens de schijnbaar ronde vorm der korrels verklaard zou zijn. Door gloeien veranderden ze in donkerrood ijzeroxyde.

VAN BAREN (80) beschrijft dit zwavelijzer als bestanddeel van *zeeklei* als volgt:

„Colloïdaal, waterhoudend zwavelijzer, ontstaan door reductie van de zich in het zee- en brakwater bevindende sulfaten. Deze reductie wordt veroorzaakt door een tweetal bacteriën, welke M. BEYERINCK het eerst bekend maakte (1895) en A. VAN DELDEN nader bestudeerde (1903), nl. *Microspira desulfuricans* en *M. aestuarii*.

Dit waterhoudend zwavelijzer, door den Russischen scheikundige M. SIDORENKO in 1901 *hydrotroïliet* genoemd, komt in het slib van tal van rivieren voor, alsmede op onze Wadden en geeft aan de klei de blauwzwarte kleur, die in bruin overgaat, zoodra de zuurstof der lucht het zwavelijzer geoxydeerd heeft en dit in waterhoudend ijzeroxyd is overgegaan. Onder het microscoop verraadt het zich door de aanwezigheid van ondoorzichtige, zwarte bolletjes.

Naast colloïdaal zwavelijzer kennen wij nog goudglanzende bolletjes van ijzerbisulfied, verkeerdelijk pyriet geheeten; voorts in cellen van bacteriën afgezette zwavel, hetwelk als een vuilrose aanslag op de van de zee afgesloten, doch nog niet in cultuur gebrachte zeekleigronden wordt aangetroffen, alsmede colloïdaal ijzerhydroxyd, eveneens in cellen van bacteriën, in brakwaterslooten op Wieringen. Deze laatste stof wordt door de bevolking daar „muurk" genoemd; groen zeegras wordt in deze slooten zwart."

De goudglanzende bolletjes, welke in zoutzuur oplosbaar zijn, heb ik, op voorstel van Prof. VAN BAREN den naam *„globulieten"* gegeven. Zeer waarschijnlijk vormen zij, als micro-kristallijn zwavel-

ijzer, den overgang tusschen het colloïdale hydrotroïliet en het kristallijne, regulaire pyriet.

HARTING (2) vond de globulieten het meest in de lagen, waarin de overblijfselen van organische wezens het menigvuldigst werden aangetroffen. Dikwijls in de kiezelpantsers van diatomeeën en in de hokjes van foraminiferen, die er dikwijls geheel meer waren opgevuld.

Ook trof hij ze aan in de holten van plantencellen, waarin het humificatie-proces was aangevangen, zonder nog de celwanden vernietigd te hebben.

Ten slotte kwamen zij het talrijkst voor in de eindproducten van de humificatie; werden deze massa's tusschen dek- en objectglas fijngewreven, dan verspreidden zich de „pyrietkristalletjes" (globulieten) in groote menigte in het gezichtsveld.

HARTING heeft ook diatomeeën en foraminiferen, in die gronden voorkomend, geteld, door te berekenen hoeveel maal de oppervlakte van het gezichtsveld begrepen was in een vlak uitgespreide hoeveelheid grond van bijv. 2 mg en dan eenige malen het aantal, voorkomend in één gezichtsveld, te tellen.

Hij vond dan voor foraminiferen in één geval 900.000 stuks per kg, in een ander geval 2.75 millioen, en voor diatomeeën getallen als 613 millioen!

LITERATUUR

1847—1848

1. A. E. O. J. DELESSE. Mémoires sur le pouvoir magnétique des minéraux et des roches. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. T. XXVII en T. XXVIII. Paris.

1852

2. P. HARTING. De bodem onder Amsterdam. Verhandelingen der Eerste Klasse van het Koninklijk-Nederlandsche Instituut. 3e Reeks. 5e Deel, pag. 36. Amsterdam.
3. S. J. VAN ROYEN. De aard van gronden van Drenthe onderzocht. Groningen.

1876—1880

4. K. A. VON ZITTEL. Handbuch der Palaeontologie. Palaeozoölogie. I Band. München und Leipzig.

1880

5. V. GOLDSCHMIDT. Über Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen. Stuttgart.

1886

6. J. M. VAN BEMMELEN. Bijdragen tot de kennis van den alluvialen bodem in Nederland. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Deel XXV. Amsterdam.

1891

7. J. W. RETGERS. De samenstelling van het duinzand van Nederland. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Deel XXIX. Amsterdam.

1893—1913

8. A. LACROIX. Minéralogie de la France et de ses Colonies. Paris.

1895

9. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK. Beiträge zur Geologie Ost-Asiens. Jaarboek van het Mijnwezen in Ned. Oost-Indië. Wetenschappelijk gedeelte. Amsterdam.

1896

10. R. D. M. VERBEEK en R. FENNEMA. Geologische beschrijving van Java en Madoera. Amsterdam.

1897—(*nog niet voltooid*)

11. C. HINTZE. Handbuch der Mineralogie. Leipzig.

1898

11*a*. R. HARTIG. Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer. München.
11*b*. C. F. NAUMANN — F. ZIRKEL. Elemente der Mineralogie. Leipzig.

1899

12. H. HIRSCHWALD. Sammlung von 56 Modellen verzerrter und pseudosymmetrischer Krystallformen. Catalog 1*b*, F. Krantz, Mineraliën-Contor. Bonn.
13. F. VON KOBELL. Lehrbuch der Mineralogie 6e Auflage. Leipzig.

1902

14. A. WICHMANN. Het aandeel van Rumphius in het mineralogisch en geologisch onderzoek van den Indischen Archipel. Rumphius Gedenkboek. Haarlem.

1904

15. A. DELAGE en H. LAGATU. Sur la constitution de la terre arable. Comptes rendus etc. Tome 139, pag. 1233.
16. H. ROSENBUSCH en E. A. WÜLFING. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineraliën. Stuttgart.

1905

17. L. CAYEUX. Constitution de la terre arable. Du rôle de l'analyse minéralogique dans l'analyse des terres. Annales de la Société géologique du Nord. T. XXXIV. Lille.
18. J. DUMONT. Séparation des espèces minérales de la terre arable. Comptes rendus etc. Tome 140, pag. 1111. Paris.
19. ——— Sur l'analyse minéralogique des terres arables. Comptes rendus etc. Tome 140. Paris.
20. P. GROTH. Physikalische Krystallographie. Leipzig.

1906

21. E. KAISER. Ein verbesserter Trennungsapparat für schwere Lösungen. Centralblatt für Mineralogie u.s.w. No. 15.
22. G. P. MERRILL. A treatise on Rocks, Rockweathering and Soils. New York-London.
23. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK. Tabellen zur mikroskopischen Be-

stimmung der Mineralien nach ihrem Brechungsindex. 2te Auflage. Wiesbaden.

1907

24. H. HEIN. Untersuchung über faserige Kieselsäuren und deren Verhältnis zu Opal und Quarz. Neues Jahrbuch f. Min. u.s.w. Beilage Band XXV. Stuttgart.

1908

25. P. KLINCKSIECK en TH. VALETTE. Code des couleurs à l'usage des Naturalistes, Artistes, Commerçants et Industriels. Paris.

1910

26. E. C. JUL. MOHR. De mechanische Analyse van Grond volgens de methode der afd. geol. waarnemingen enz. Teysmannia, Afl. 7, Batavia.

1911

26*a*. H. H. GRAN.Diatomeeën. Hoofdstuk XIX van Brandt u. Apstein, Nordischer Plankton. Kiel.
27. J. P. IDDINGS. Rock minerals. New York-London.
28. E. WEDEKIND. Magnetochemie. Beziehungen zwischen magnetischen Eigenschaften und chemischer Natur. Berlin.

1912—(*nog niet voltooid*)

29. C. DOELTER. Handbuch der Mineralchemie. Dresden und Leipzig.

1912

30. F. VON KOBELL. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien. 16te Auflage. Berlin.
31. LANDOLT-BÖRNSTEIN. Physikalisch — chemische Tabellen 4te Auflage, Berlin.
32. E. WEINSCHENK. Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskops 3te Auflage, Freiburg i. B.

1913

33. M. BEREK. Zur Messung der Doppelbrechung hauptsächtlich mit Hilfe des Polarisationsmikroskops. Centralblatt für Min. u.s.w. No. 13, 14, 15 u. 18.
34. Gecodificeerde Voorschriften voor Grondonderzoek. Buitenzorg.

1913—1923

35. V. GOLDSCHMIDT. Atlas der Krystallformen. Heidelberg.

1914

36. E. S. DANA. A system of Mineralogy. London.
37. O. NEUSS. Die Entwicklung der Bodenkunde von ihren ersten Anfängen

bis zum Beginn des 20 Jahrhunderts. Intern. Mitteilungen für Bodenkunde. Deel IV, pag. 453.
38. R. REINISCH. Petrographisches Praktikum, 3te Auflage I en II. Berlin.
39. F. SEEMANN. Leitfaden der mineralogischen Bodenanalyse. Wien und Leipzig
40. F. E. WRIGHT. The determination of the relative refringence of mineral grains under the petrographic microscope.
Journal of the Washington Academy of Sciences. Vol. IV, No. 14.
41. ——— The measurement of the refractive index of a drop of liquid. Journal of the Washington Academy etc. Vol. IV, No. 11.

1915

42. TH. BEHRENS — P. KLEY. Mikrochemische Analyse, met Atlas. Leipzig und Hamburg.
43. E. C. JUL. MOHR. Korte Handleiding ter determinatie van de voornaamste mineralen uit den grond van Nederlandsch Indië. Mededeelingen van het Laboratorium voor Agrogeologie en Grondonderzoek No. 2. Weltevreden.
44. F. E. WRIGHT. The accurate measurement of the refractive indices of minute crystal grains under the petrographic microscope. Journal of the Washington Academy etc. Vol. V, No. 4.

1916

45. L. CAYEUX. Introduction a l'étude pétrographique des Roches sédimentaires, met Atlas. Paris.
46. E. C. JUL. MOHR. Over ijzerconcreties en lateriet in Ned. Indië. Verhandelingen van het geologisch-mijnbouwkundig genootschap voor Nederland en Koloniën. Geologische Serie. Deel III, pag. 133. 's-Gravenhage.
47. A. RÜDISÜLE. Nachweiss, Bestimmung und Trennung der chemischen Elemente. Bern.

1917

47*a*. E. CH. JEFFREY. The anatomy of woody plants. Chicago.
48. A. WEISBACH. Tabellen zur Bestimmung der Mineralien. 10te Auflage. Leipzig.

1919

49. J. VAN BAREN. De agrogeologie als wetenschap. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool. Deel XVI, 3. Wageningen.
50. G. J. N. HENGEVELD. Geologisch Overzicht van Java en Madoera. Waterstaatsingenieur No. 11.
51. J. TH. WHITE. Bijdrage tot de kennis van het bodemprofiel nabij Buitenzorg. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool. Deel XVI, 3. Wageningen.

1920

52. E. A. MITSCHERLICH. Bodenkunde für Land- und Forstwirte. 3te Auflage. Berlin.
53. P. NIGGLI. Lehrbuch der Mineralogie. Berlin.

1921

54. JOH. EZENDAM. De kwantitatieve botanische analyse van veevoedermiddelen (Dissertatie), 's-Gravenhage.

55. D. J. HISSINK. Die Methode der mechanischen Bodenanalyse. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. Band XI, Heft 1-2. Berlin.
56. A. HOLMES. Petrographic methods and calculations. London.
57. E. C. JUL. MOHR. Versche vulkanische asch. Verslag 1e Algemeene Vergadering der Vereeniging van Proefstationspersoneel. Buitenzorg.
58. F. STEINRIEDE. Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse. 2e Auflage. Leipzig.
59. J. TH. WHITE. De differentiatie der Efflaten door Lucht- en Watertransport. Verslag 1e Algemeene Vergadering enz. Buitenzorg.
60. J. TH. WHITE. Vaststelling van de waarde der voor opsporing van de hoeveelheid, de samenstelling en den aard van de in den grond voorkomende verweeringsprodukten gebruikelijke methoden van onderzoek. Teysmannia. Afl. IV en V. Weltevreden.

1922

61. M. S. ANDERSON. (W. H. Fry, P. L. Gile, H. E. Middleton, W. O. Robinson) Absorption by colloidal and noncolloidal soil constituents. U.S. Dept. of Agriculture. Bulletin 1122. Washington.
62. R. BRAUNS. Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete. Stuttgart.
63. H. BURGER. Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das Forstliche Versuchswesen Band XIII. Zürich.
64. P. EHRENBERG. Die Bodenkolloide. 3te Auflage. Dresden und Leipzig.
65. H. FREUNDLICH. Kapillarchemie. 2te Auflage. Leipzig.
66. A. JOHANNSEN. Essentials for the microscopical determination of rock-forming minerals and Rocks. Chicago.
67. E. KAISER. Mineralogisch-petrographische Methoden, in Keilhack (68), Band II. Stuttgart.
68. K. KEILHACK. Lehrbuch der praktischen Geologie, 4te Auflage. Stuttgart.
68*a*. R. KRÄUSEL. Fossile Hölzer aus dem Tertiär von Süd-Sumatra. Verhandelingen v.h. Geol. Mijnb. Genootschap enz. Geologische Serie. Deel V, pag. 231—287. 's-Gravenhage.
69. A. LACROIX. Minéralogie de Madagascar. (1922—1923) Paris.
70. H. B. MILNER. An introduction to sedimentary Petrography. London.
70*a*. E. C. JUL. MOHR. De grond van Java en Sumatra. Amsterdam.
71. K. SPANGENBERG. Die Einbettungsmethode. Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. Band VII, Abhandlungen pag 3. Jena.
72. O. TAMM. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponente des Gelcomplexes im Boden. Meddelanden fran Statens Skogsförsökanstalt, Heft 19, No. 4, Stockholm.
73. J. TH. WHITE. Bijdrage tot de kennis omtrent den grond en het klimaat van de voornaamste Agavestreken van Java en Sumatra's Oostkust. Teysmannia. Afl. XII Batavia. 1923.
74. H. E. BOEKE — W. EITEL. Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. 2te Auflage. Berlin.
75 F. CORNU. A. Breithaupt, seine Bedeutung für Kolloidchemie und Mineralogie, aus Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide. Band IV, Heft 6, in Felix Cornu, Blätter liebenden Gedenkens und Verstehens. Dresden und Leipzig.
76. J. DE LAPPARENT. Leçons de Pétrographie. Paris.
77. P. HAUDUROY. Recherches sur le bactériophage de D'Hérelle (Présence du principe dans l'eau de mer). Bulletin de l'Institut Océanographique. No 433—434. Monaco.

78. F. H. HATCH en R. H. RASTALL. Textbook of Petrology. Vol. II. The sedimentary Rocks. London.
79. J. HENDRICK en G. NEWLANDS. The value of microscopical examination in determining soil types etc. The Journal of Agricultural Science. Vol. XIII. Part. I. London.

1924

80. J. VAN BAREN. De Bodem van Nederland. Deel II. Het Kwartair, pag. 738. Amsterdam.
81. A. JOHANNSEN en T. C. PHEMISTER. A new method for measuring the optic axial angle of minerals. The journal of geology. Vol. XXXII. No. 1. Chicago.
82. F. WAHNSCHAFFE—F. SCHUCHT. Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. 4te Auflage. Berlin.