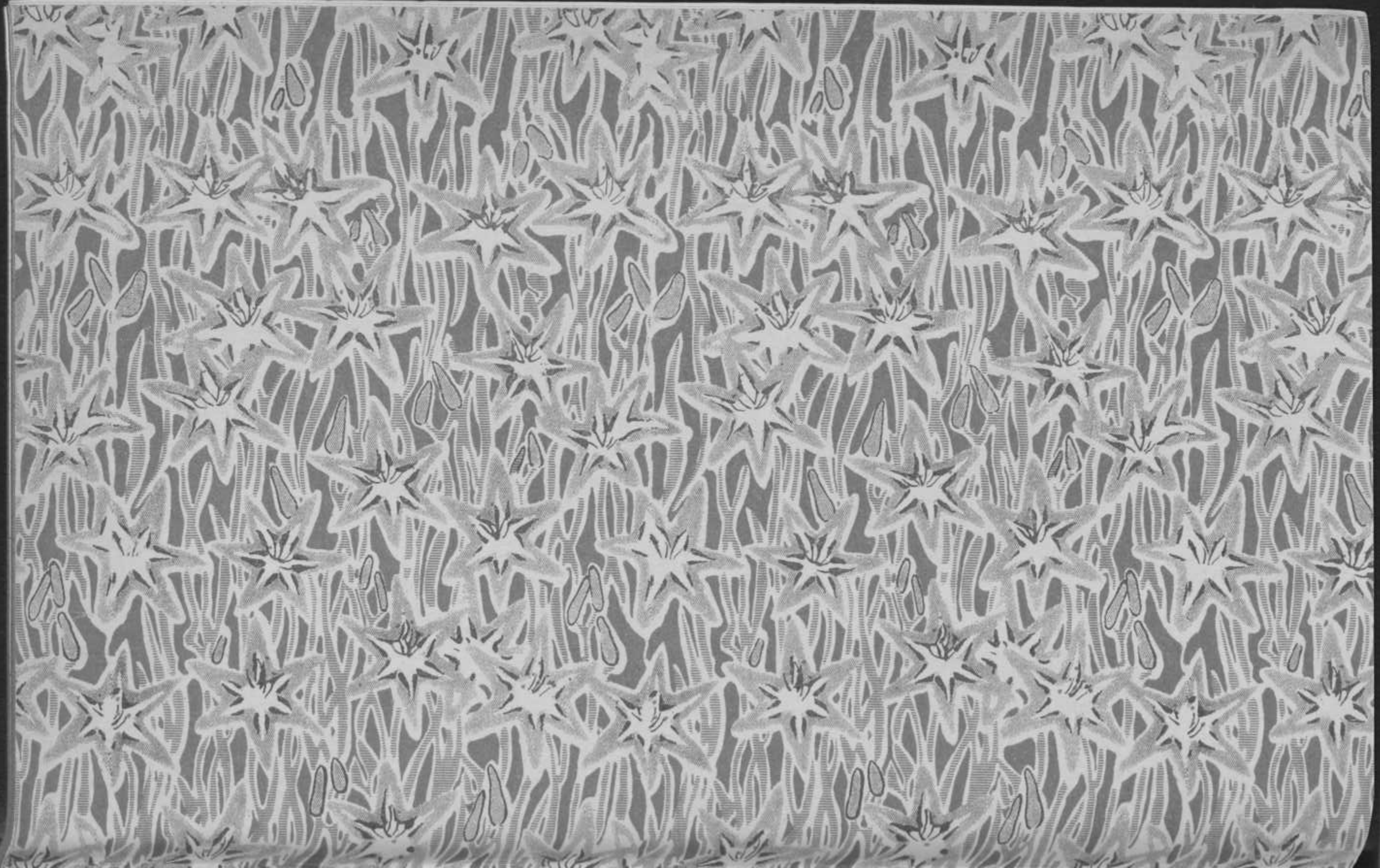


JAARBOEK VAN DE MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING TE DELFT.

JAARBOEK

VAN DE

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING TE DELFT

1926–1927–1928

INHOUD.

VOORWOORD.

Thans, bij het ter perse gaan van dit Jaarboek, past het der Redactie een woord van dank te spreken tot allen, die meehielpen aan het tot stand komen van dit werk, en niet minder een woord van herinnering aan den tijd, die met deze uitgave afgesloten wordt.

In de allereerste plaats een woord van eerbiedige hulde aan een eerlijk mensch, die uit ons midden ging, een warm vriend van ons, studenten, aan Professor S. J. Vermaes m.i., dien wij in dit boek gedenken. Met weemoed vervult 't ons, dat wij hem, dien we nimmer meenden te zullen verliezen, nooit meer onze waardeering en achting kunnen doen weten. De Redactie acht het derhalve haar plicht, hier, in 't Jaarboek van de Vereeniging, waarvan hij een trouwe steun was, zijn nagedachtenis te eeren.

Doch de tijd staat niet stil en reeds heeft zijn opvolger, Professor M. H. Caron m.i. zijn intrede gedaan. Wij zijn ons bewust, dat hem een moeilijke taak wacht. Met blijdschap moge het ons dan ook vervullen, dat hij aan dit jaarboek zijn inaugureele rede afstond en Professor Caron daarmede opnieuw zijn intrede deed in het leven van de Mijnbouwkundige Vereeniging.

Hiermede roerden wij ongemerkt een ander, gewichtig punt aan: de samenstelling van dit boek, welke op enkele punten aanmerkelijk verschilt met die, van vorige jaren.

Het is de wensch der Redactie geweest om een wijder strekking te geven aan deze uitgave.

Beperkte zich vroeger de inhoud in 't algemeen tot min of meer nauwkeurige verslagen van enkele lezingen en van excursies, thans is deze eenigszins uitgebreid. Het is hierbij ons streven geweest èn om een Almanak voor den Mijnbouwer te leveren èn om bij deze uitgave rekening te houden met het feit, dat het Instituut voor Mijnbouwkunde nog steeds een middelpunt is voor de vele Nederlandsche mijningenieurs, die ver verspreid zijn over deze aarde: in Indië, in Bolivia, in de Katanga.

Op de verdere ontwikkeling van de mijnbouwkundige of geologische wetenschappen in Nederland heeft het onderwijs aan onze Afdeeling, gelukkig, nog een groote invloed. Wij achten het daarom gerechtvaardigd aan de inhoud een hoofdstuk toe te voegen: De Technische Hoogeschool.

Naast gegevens van informatorische of statistischen aard, waaronder wij de inrichting en verdeeling van de studie willen noemen en die vooral voor de studenten bedoeld zijn, vereenigden wij in dit hoofdstuk tevens de reeds vermelde inaugureele rede van Professor M. H. Caron en de rede van Professor Dr. G. A. F. Molengraaff, uitgesproken ter gelegenheid van de verleening

van het Doctoraat in de Technische Wetenschap „Honoris Causa" aan den heer Ir. N. Wing Easton, waarvoor de Redactie den schrijvers haren hartelijken dank brengt.

Dat geen van deze beide redes ontbreken mochten, is duidelijk. Het is een belangrijke gebeurtenis, als een nieuw hoogleeraar zijn intrede doet en niet minder belangrijk voor ons geologisch-mijnbouwkundig leven in Nederland en Indië, was de welverdiende hulde, die namens den Senaat, Professor Molengraaff toen aan den heer Wing Easton bracht.

Echter is nog in ander opzicht de inhoud gewijzigd. Niet alleen verslagen van lezingen, doch ook meer artikels **naar aanleiding** van lezingen werden opgenomen, ja zelfs hadden wij 't genoegen een publicatie te mogen afdrukken, die geen verband hield met eenig gehouden voordracht of excursie. Het was het artikel van den heer B. C. M. van der Hoop m.i., over tin-analyses. Het verheugt ons zeer zulke artikels te mogen publiceeren, want zij verhoogen de waarde van dit werk en bereiken op deze wijze op doeltreffende wijze de juiste lezers. Van harte hopen wij, dat in volgende jaren meerdere van dezulken mogen volgen!

Tevens is in dit boek een rubriek geopend, die wij gaarne in het vervolg zouden zien bestendigd. Wij stellen ons namelijk voor, van bevoegde hand, artikelen te verkrijgen over de voornaamste werkkringen, waarin de mijningenieur uit Delft zijn bestaan vindt.

Deze reeks wordt hier geopend met een artikel van den heer Van Goch over de Petroleumindustrie. Ook hem onzen dank.

Zoo vertelt in dit werk dan een ieder van zijn ervaringen, zijn reizen, zijn werkzaamheden.

En alleen op deze wijze gesteund, kan een Redactie een Jaarboek uitgeven, dat een band kan zijn voor onze vele, ver-verspreide leden en oud-leden. De Redactie hoopt, dat zij daarin geslaagd is en wel te meer, omdat het in dit Lustrumjaar van de Mijnbouwkundige Vereeniging een treffend bewijs zou leveren, hoezeer deze vereeniging zich in aller belangstelling mag verheugen!

Het werk, door de vele schrijvers er aan besteed, stellen wij op bijzonder hoogen prijs en het is ons een dure plicht hen allen te verzekeren, hoe dankbaar de Redactie hen is.

Eén moeten wij voor alle anderen hulde brengen: den heer L. van Houten, cand. m.i., die op zulk een voortreffelijke wijze het geologisch gedeelte van de Zweedsche en Zwitsersche Excursies verzorgde. Doch ook de heeren:

Prof. Mr. D. van Blom,
H. H. Bourdrez, cand. m.i.
Dr. N. C. van Doorninck,
Ir. P. Hövig,
Dr. W. J. Jongmans,
Dr. G. L. L. Kemmerling,
J. C. Mollema,

A. Paulen, cand. m.i.,
Ir. H. J. Schuiling,
Ir. H. Steggewentz,
Ir. H. de Quartel en
Ir. P. H. Zaalberg

betuigen wij voor hunne respectieve bijdragen onzen allerhartelijksten dank, en wij waardeeren ten zeerste, dat velen te midden van hun drukke bezigheden zich hiervoor zooveel tijd gegund hebben.

Doch wij mogen hier niet onvermeld laten, dat deze uitgave voor een groot deel mogelijk gemaakt is door vrijwillige bijdragen van een aantal oud-leden. Den onbekenden gevers uw dankbaarheid, wanneer gij voldaan over den inhoud, omvang en illustratie, dit werk in uw boekenkast schikt!

Dat ook de Koninklijke Petroleum-Maatschappij een subsidie verleende, verheugt ons allen hartelijk!

Zij zullen het ons vergeven, dat wij hen niet allen afzonderlijk bedankten: zij hebben allen gelijkelijk aanspraak op onze erkentelijkheid. Slechts één willen wij nog afzonderlijk vermelden, omdat hij ons de, gedeeltelijk nog nimmer gepubliceerde, vrucht van zijn onderzoekingen afstond. Het is Dr. W. J. Jongmans, die ons zijn belangrijke bijdrage schonk over de Stratigrafie van het Carboon en van Limburg in het bijzonder. Dit groote, en door het aantal platen eenigszins kostbare artikel, hebben wij met bijzonder veel genoegen ontvangen, omdat het vooral voor hen, die in Limburg praktisch werken, een waardevolle gids kan zijn.

Daarbij aan Prof. Grondijs onzen dank voor zijn bijstand en hulp.

Noemen wij ten slotte den jongsten van alle medewerkers, die in den geest van den Almanak van het D.S.C. de verschillende rubrieken van titelprenten voorzag en daardoor een overzichtelijke en smakelijke indeeling mogelijk maakte, terwijl het bandstempel ook zijn werk was: den heer O. Mohr.

De Firma J. Waltman Jr. onze volle tevredenheid over hare welverzorgde uitvoering.

De Redactie:

H. A. STHEEMAN, cand. m.i.
L. L. J. VAN LOENEN, cand. m.i.

IN MEMORIAM.

Prof. S. J. VERMAES, m. i.

Vrijdagmorgen, 7 October, ontvingen wij in het Gebouw der Mijnbouwkunde het haast ongelooflijke bericht, dat Prof. Vermaes Donderdagavond, na een kleine operatie, in het ziekenhuis „Bethel" plotseling was overleden. De stoere werker, die nooit op zijn post ontbrak, de man met de eeuwige jeugd, hij was voorgoed van ons heengegaan.

We waren niet bij machte, ons deze slag, waardoor de Mijnbouwkundige Afdeeling opnieuw zwaar is getroffen, te realizeeren.

Wij zullen hem niet meer vinden in zijn laboratorium, waar hij steeds met groote liefde en zorg bezig was met het onderzoeken van ertsen of met ertsverwerking en, mocht ge hem daar eens niet aantreffen, dan was hij op zijn gezellig bureau, omdat een oud-leerling uit den vreemde terug gekeerd, zijn leermeester was komen opzoeken om zijn wederwaardigheden te vertellen of om raad te vragen in technische aangelegenheden. Want een ieder, die bij hem kwam, kon er zeker van zijn steun en aanmoediging te vinden. Met zijn hulp zijn dan ook heel wat vraagstukken in het metallurgisch laboratorium tot oplossing gebracht.

Meer nog dan de oud-leerlingen zullen de studenten hun leermeester missen: de man, die steeds voor hen klaar stond, maar bovenal de man, bij wien men dorst aan te komen met moeilijkheden bij de studie. Die vertrouwelijke omgang met zijn leerlingen werd in de geheele studentenwereld ten zeerste gewaardeerd.

Professor Vermaes stelde zichzelf weinig op den voorgrond.

Van de vele onderzoekingen, die hij gezamenlijk met anderen verrichtte, gaf hij steeds de eer aan zijn medewerkers en zelden publiceerde hij verkregen resultaten. Alleen, wanneer naar zijne meening belangrijke zaken op het spel stonden, voelde hij zich geroepen zijn stem te doen hooren.

Veel geluk heeft Vermaes in zijn leven gekend, zoowel in huiselijken kring, als in zijn werk. Alleen de laatste jaren zijn niet zonder zorgen geweest en het is misschien daaraan te wijten, dat hij zich steeds meer in zijn familie-kring terugtrok. Zijn 25-jarig ambtsjubileum, nu ruim drie maanden geleden, wilde hij uitsluitend met zijn gezin vieren.

Het personeel heeft in hem een humaan chef verloren: zijn heengaan wordt ook door hen diep gevoeld en wij allen van de Mijnbouwkundige Afdeeling zullen hem als een vriend in onze herinnering bewaren.

Mijnbouwer.

MÜNBOUWKUNDIGE VEREENIGING

EERE-LEDEN.

Prof. Dr. S. HOOGEWERFF, Januari 1898.
Wassenaar, Villa Kleinhuize.

C. BLANKEVOORT, November 1899.
Maastricht, Minckelerstraat 14.

Prof. Dr. J. F. VAN BEMMELEN, November 1902.
Groningen, Zuiderpark 22.

Prof. Ir. J. A. GRUTTERINK, m.i., October 1906.
Den Haag v. Bleiswijkstraat 139, Tel. 51742.

Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, October 1906.
Wassenaar, Groothoefijzerlaan 40, Tel. 843.

Prof. M. CLÉMENT, October 1907.
Mont St. Martin (Dep. Meurthe et Moselle, Frankrijk).

Prof. Dr. J. H. BONNEMA, November 1909.
Groningen, Herman Colleniusstraat.

Prof. Mr. D. VAN BLOM, October 1914.
Leiden, Oude Vest 105, Tel. 2606.

Prof. Ir. J. A. KNOL, m.i., October 1914.
Den Haag, Stadhoudersplein 9.

Prof. Dr. Ir. H. A. BROUWER, m.i., October 1918.
Den Haag, Koningin Emmakade 158.

Ir. P. F. BLIEK, m.i., April 1926.
Den Haag, Willem de Zwijgerlaan 76.

Prof. Ir. C. L. VAN NES, m.i., Mei 1927.
Delft, Cornelis Trompstraat 77.

Prof. Ir. H. F. GRONDIJS, m.i., Augustus 1927.
Den Haag, Willem Frederiklaan 4, Tel. 52308.

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING DELFT.

(Opgericht October 1892).

BESTUUR 1926—1927.

J. H. L. ZERMATTEN, Voorzitter.
J. H. WESTERMANN, Secretaris-Archivaris.
W. M. KERSTEN, Penningmeester.
J. G. VAN BLOM, Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
H. E. KRUYT, Bibliothecaris.

BESTUUR 1927—1928.

J. H. WESTERMANN, Voorzitter.
J. G. VAN BLOM, Secretaris-Archivaris.
L. VAN HOUTEN, Penningmeester.
L. L. J. VAN LOENEN, Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
H. E. KRUYT, Bibliothecaris.

JAARVERSLAG VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1926—1927.

In October 1926 had de bestuurswisseling plaats.

De volgende lezingen werden in het afgeloopen jaar gehouden:

22 Nov. '26: Prof. P. Niggli, over „Die Entstehung der Erzlagerstätten".

8 Febr. '27: Ir. J. H. Steggewentz, over „Eenige grepen uit de praktijk van het oliewinningsbedrijf in Ned.-Indië".

23 Febr. '27: Ir. D. Schermerhorn, over „De industrieele ontwikkeling van het Koeznetsk kolenbekken in Siberië".

Deze lezing werd gehouden in combinatie met „Practische Studie".

5 April '27: Excursie naar de Topografische Dienst in Den Haag. Door den heer R. C. Bakker, onder-directeur van die inrichting, werden een twintigtal leden der M.V. op uitnemende wijze rondgeleid en ingewijd in de geheimen van het drukken van topografische kaarten.

7 April '27: Ir. N. H. van Doorninck, over „Het probleem der Oost-Afrikaansche slenken".

10 Mei '27: Prof. Ir. C. L. van Nes, over „Steenkolenmijnbouw op Spitsbergen".

6 Oct. '27: Filmvoorstelling, gecombineerd met het Technologisch Gezelschap, over „Amerikaansche oliewinning".

Een woord van dank aan de sprekers, die ons door hunne interessante voordrachten zoo wisten te boeien, is hier zeker wel op zijn plaats.

Vermeld zij nog, dat Prof. Fourmarier uit Luik, die op 2 April '27 zou spreken over „La géologie et les richesses minérales du Katanga", door ziekte plotseling verhinderd was te komen.

Op 1 Februari '27 werd het jubileum gevierd van den heer J. N. Haas, die 25 jaar lang als bediende zijne krachten gegeven had aan het Laboratorium voor ertskunde.

In de algemeene vergadering van 6 Mei '27 werd besloten in het volgende jaar opnieuw een jaarboek uit te geven. Tevens wer-

den bij acclamatie de hoogleeraren Van Nes en Grondijs tot eere-lid benoemd. De uitreiking van het diploma van Eere-lidmaatschap aan Prof. Van Nes vond plaats na afloop van diens lezing op 10 Mei '27, en aan Prof. Grondijs aan het einddiner van de Zweedsch-Noorsche excursie op 1 Aug. '27 te Hamburg.

De feestcommissie, op 6 Mei '27 in het leven geroepen om de huldiging van Prof. Grutterink en Ir. De Vries bij hun zilveren jubileum als ingenieur, alsmede dat van Prof. Vermaes als hoogleeraar, te regelen, zag hare werkzaamheden gereduceerd tot een minimum, daar geen dezer heeren deze dagen wenschten te vieren. Het bestuur zorgde op 1 Juni '27 voor een bloemenhulde aan Prof. Grutterink en den heer De Vries, en wenschte hen persoonlijk geluk met dezen bizonderen datum. Ook aan Prof. Vermaes werden op 1 Juli '27 bloemen gezonden.

Het bestuur was aanwezig op de promoties van Ir. F. J. Faber op 12 Nov. '26, van Ir. R. W. van Bemmelen op 5 Juli '27, en van Ir. Tan Sin Hok op 5 October '27.

Op 7 October ontvingen wij het ontstellende bericht dat onze zoo geachte en beminde leermeester, Prof. Ir. S. J. Vermaes overleden was. Elders wordt door bevoegder hand dan de onze te boek gesteld welk een belangstellend vriend de vereeniging in haar Eere-lid, Prof. Vermaes, verloren heeft.

Delft, November 1927.

De Secretaris,

J. H. WESTERMAN.

JAARVERSLAG VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1927—1928.

Het, eerst in November geïnstalleerde, nieuwe Bestuur ving onmiddellijk aan met de voorbereiding van de viering van het vijfendertigjarig bestaan der vereeniging. Prof. Dr. Ir. H. A. Brouwer en Ir. P. Hövig, Oud-Directeur van Gouvernementsbedrijven en Oud-Hoofd van den Dienst voor den Mijnbouw in Ned.-Indië, werden bereid gevonden een lezing ter gelegenheid van de zevende lustrumviering te houden. Nu kon het volgende programma vastgesteld worden:

22 December, twee uur nam.:

Voordrachten:

Prof. Dr. H. A. Brouwer, „Reisindrukken uit Japan en Rusland."
Ir. P. Hövig Jr., „Oude inheemsche mijnbouw in Indië."

Des avonds half acht:

Feestmaaltijd in Hotel „De Twee Steden" te Den Haag.

De Secretaris van Curatoren, de Rector Magnificus, de Secretaris van den Senaat der Technische Hoogeschool, de sprekers, twee bestuursleden van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap en vele Eereleden der M.V. waren op dien feestdag de gast der vereeniging. Ook van de hoogleeraren met hunne dames, van oudleden en van het personeel van het Instituut voor Mijnbouwkunde ontving het Bestuur blijken van warme belangstelling.

Bij de lezingen was geen plaats in de zaal onbezet en de Bestuursreceptie was zeer druk bezocht. Een zestigtal gasten en (oud-)leden vereenigden zich ten slotte aan den feestmaaltijd in „De Twee Steden". Van de officieele tafel tot aan den eerste-jaarshoek toe werd druk het woord gevoerd en menig glas werd geledigd op de gezondheid der aanzittenden en op den bloei der Mijnbouwkundige Vereeniging.

Het Bestuur brengt hier nog eens een hartelijk woord van dank aan allen, die tot het welslagen van deze lustrumviering hebben bijgedragen.

Wij zijn nu aangeland in het jaar 1928.

De reeds aangekondigde lezing van Prof. Lacroix over „Les divers modes de dynamisme des volcans actifs" moest helaas onbepaald worden uitgesteld, omdat Prof. Lacroix op zijn rondreis door Nederland ziek werd.

Onder leiding van de hoogleeraren Grondijs en Van Nes werd op 15 Februari een tinbaggermolen bezichtigd op J. & K. Smit's Scheepswerven te Kinderdijk.

Belangrijke data voor de vereeniging waren verder:

16 Februari. Lezing door Dr. G. L. L. Kemmerling over: „Eenige jaren mijnbouwkundig-geologische exploratie op Nieuw-Guinea."

28 Februari. Vertooning der film, opgenomen ter gelegenheid van het 75-jarig bestaan der Billiton-Maatschappij, met een historische inleiding en toelichting door den heer J. C. Mollema, Oud-Hoofdadministrateur der Maatschappij.

8 Maart. Lezing door Prof. M. D. van Blom over: Verleden en heden van het begrip „royalty".

12 Maart. Lezing door Dr. W. J. Jongmans over: „Palaeontologie en stratigrafie van het Westeuropeesche Boven-Karboon."

26 Maart. Lezing door Prof. P. Fourmarier over: „La géologie et les richesses minérales du Katanga."

Den sprekers zij op deze plaats nog eens bijzondere dank betuigd voor de vele moeite, die zij zich voor de vereeniging getroost hebben. Hun belangwekkende voordrachten waren, gelukkig, over het algemeen goed bezocht.

Het Bestuur vertegenwoordigde de vereeniging bij de volgende gelegnheden:

Op de begrafenis van den heer J. H. Abbink, amanuensis bij de afdeeling Geologie, op 5 December 1927.

Bij de lustrumviering van de Muziekvereeniging van Technische Hoogeschool-Personeel, op 7 December 1927.

Bij de overdracht van het Rectoraat en de promotie van Ir. N. Wing Easton tot doctor in de Technische Wetenschap honoris causa, beide 9 Januari 1928.

Vervolgens bij de promoties van de mijningenieurs:

Ir. N. H. van Doorninck, op 3 Februari,
Ir. W. de Jong, op 16 Maart, en van
Ir. J. J. A. Mekel, op 21 Maart.

De vacanties zijn altijd een periode van rust voor de vereeniging als zoodanig, maar niet voor de leden individueel. Dan zijn er het geologisch en mijnbouwkundig practisch werken en de excursies. Zooals den vorigen zomer gereisd werd naar Skandinavië en de Alpen, zal nu een technisch-geologsche excursie naar Engeland gehouden worden. In de Paaschvacantie leidde Prof. Van Nes een tweedaagsche excursie naar Rheinland ter bezichtiging van een schacht, die geboord wordt volgens het systeem Honigmann.

Een aantal studenten zetten dit voorjaar het geologisch onderzoek van de Sierra Nevada, dat in 1926 voor het laatst plaats had, voort, wederom onder leiding van Prof. Brouwer.

Delft, April 1928.

De Secretaris,

J. G. VAN BLOM.

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET JAAR 1925—1926.

Hoewel het boekjaar 1925—'26 ingezet werd met een klein kapitaal, is bij het afsluiten der boeken een groote schuld aan te wijzen (ruim *f* 1000,—). Dit was reeds te voorzien geweest, toen in de vorige jaarvergadering besloten werd tot het uitgeven van een Jaarboek. Hierop was gerekend en de uitgaven waren zoo sober, als maar eenigszins mogelijk was, geraamd. De begrooting werd weinig of niet overschreden.

Wel waren de inkomsten der Vereeniging grooter dan verwacht was, ondanks het feit dat de contributie der Buitengewone leden in Indië nog niet ontvangen is. De inning van deze contributie was eenige jaren naar wensch gegaan, dank zij de welwillende hulp van Ir. Taverne, maar bij diens terugkeer naar Holland deden zich weder de moeilijkheden voor waarmede reeds vele voorgangers te kampen hadden. Reeds waren toen de kwitantie's over het jaar 1925 verzonden naar Indië en zijn deze in Mei 1926 door den Pennnigmeester der Vereeniging van Mijningenieurs in Ned. Indië aangeboden aan de leden, zooals in de Mijningenieur van Mei j.l. aangekondigd stond.

Deze gelden zijn echter nog niet ontvangen, evenmin als de contributie over het jaar '26 die per postkwitantie geïnd zijn. De inkomsten voortvloeiende uit de contributie der Buitengewone leden is hierdoor *f* 25,— beneden de begrooting gebleven. Tevens is dit de reden, dat de post achterstallige contributie voor het jaar 1927 geraamd is op het hooge bedrag van *f* 300,—.

Deze post gaf dit afgeloopen jaar een grootere inkomste, dan verwacht was en overschreed de raming met *f* 170,—, wegens het vrij gunstig resultaat, dat het gevolg was van een aanschrijving aan de Buitengewone leden. Echter zonden ook enkele Buitengewone leden bericht, dat zij niet meer als lid beschouwd wenschten te worden.

Hiertegenover kan echter ook vermeld worden de ontvangst van

een extra bijdrage van eenige leden, als tegemoetkoming in de kosten van het Jaarboek, hetwelk hunne bewondering opgewekt had. Hen betuigt de Penningmeester hier nogmaals den dank van de Vereeniging voor hun belangstelling en spreekt de hoop uit, dat dit voorbeeld door velen gevolgd zal worden.

Hiermede kon echter niet voorkomen worden, dat de balans met een groot tekort sluit. Een zuinige huishouding is voor het komende jaar wederom een eerste vereischte.

De post lezingen is op *f* 250,— gesteld en, hoewel dit bedrag zeer laag is, zal het toch, naar het Bestuur vertrouwt, mogelijk blijken hiervoor een vijftal lezingen te doen houden.

Het aantal gewone leden ondervindt een teruggang met een tiental, zoodat gerekend kan worden op ongeveer 80 leden.

De contributie der Buitengewone leden werd op *f* 500,— begroot, hetgeen beteekent, dat tweederde van het aantal Buitengewone leden hun contributie over 1927 in dat jaar ook zal voldoen.

Hoewel de laatste jaren dit resultaat nooit werd bereikt, geloven wij toch, dat wij deze raming niet te optimistisch beschouwen daar verwacht moet worden, dat alle Gewone- en Buitengewone leden met het oog op de ernstige finantieele toestand der Vereeniging hun geldelijke verplichting zoo spoedig mogelijk zullen voldoen. Als U allen dit kleine offer brengt, is de toestand, ondanks de enorme schuld, hoopvol in te zien.

W. M. KERSTEN,
Penningmeester.

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET JAAR 1926—1927.

Aan het einde van dit boekjaar kan opgemerkt worden, dat de finantiëele toestand van de Mijnbouwkundige Vereeniging goed te noemen is.

Dank zij de groote hulp, die ondervonden werd van de meeste buitengewone leden, die hun gelden opzonden of adressen in Nederland opgaven, waar de contributie geïnd kon worden, werd het grootste gedeelte der verschuldigde gelden over 1927 voor het afsluiten der boeken ontvangen. Eveneens werd een groot gedeelte van de achterstallige contributiën geïnd, zoodat deze post tot op minder dan $^1/_3$ van vorige jaren teruggebracht werd. Helaas zijn echter ook eenige posten volkomen oninbaar gebleken, daar op geen enkel schrijven eenig antwoord werd ontvangen. Zulke buitengewone leden zullen van de ledenlijst geschrapt moeten worden.

Tevens werden wederom eenige vrijwillige bijdragen ontvangen, waarvoor het Bestuur hier nogmaals zijn hartelijken dank uitspreekt.

Het Bestuur belastte zich ook met het innen van gelden voor een huldeblijk aan den bediende J. N. Haas, bij zijn 25-jarig jubileum. Hem werden einde Januari een gouden horloge met inscriptie en oorkonde overhandigd en tevens *f* 572,— in contanten.

De uitgaven waren dit afgeloopen jaar helaas hooger dan de raming, hetgeen gedeeltelijk veroorzaakt werd door de onvoorziene uitgaven die op de post Onkosten drukken en tevens door het overschrijden van de post Lezingen, wegens het groote aantal.

Desondanks was het toch mogelijk de balans af te sluiten met een saldo van *f* 544,86, ongerekend de vordering van achterstallige contributie op enkele Buitengewone leden.

Vol hoop op een bloeiende toekomst voor de M.V. kan ik mijn functie aan mijn opvolger overdragen.

W. M. KERSTEN,
Penningmeester.

VERSLAG KASCOMMISSIE OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1926—1927.

In aanvulling op het verslag van den Penningmeester, is het ons een genoegen te kunnen mededeelen, dat de boeken over het afgeloopen jaar in orde werden bevonden.

Een woord van hulde aan den Penningmeester, voor het hardnekkig en succesvol najagen van achterstallige contributies, moet hieraan worden toegevoegd.

Voor de Kascommissie:

A. PAULEN.
P. H. LEFEBVRE.

Delft, 29 November 1927.


TECHNISCHE HOOGESCHOOL

Prof. Ir. C. L. VAN NES.

Cursus 1927—1928:

COLLEGE VAN RECTOR MAGNIFICUS EN ASSESSOREN:

Ir. N. C. Kist, Rector Magnificus.
Ir. J. Haringhuizen.
Ir. C. L. van der Bilt.
Dr. J. G. Rutgers.
Dr. ir. H. A. Brouwer.
Ir. R. L. A. Schoemaker.
Ir. C. B. Biezeno.
Dr. ir. C. J. van Nieuwenburg.
T. K. L. Sluyterman, Secretaris van den Senaat, Secretaris.

COMMISSIE VAN OVERLEG MET DE STUDENTEN:

Ir. N. C. Kist, Voorzitter.
Dr. J. G. Rutgers.
Ir. J. Haringhuizen.
Ir. R. L. A. Schoemaker.
Ir. C. B. Biezeno.
E. J. Vossnack.
Ir. C. L. van der Bilt.
Dr. ir. C. J. van Nieuwenburg.
Dr. ir. H. A. Brouwer.

HOOGLEERAREN, ONDERWIJS GEVENDE AAN MIJNBOUWKUNDIGE STUDENTEN:

A. Afdeeling der algemeene wetenschappen.

Ir. W. H. L. Janssen van Raay, De zuivere en toegepaste wiskunde en de mechanica, Oude Delft 180.
Dr. J. H. Valckenier Kips, Het staatrecht, het administratief recht (met uitzondering van de arbeids- en fabriekswetgeving en het mijnrecht) en het handelsrecht, Van Leeuwenhoeksingel 23.
Dr. L. H. Siertsema, De theoretische en toegepaste natuurkunde, Noordeinde 20-22. Tel. 398.

Dr. M. de Haas, De theoretische en toegepaste natuurkunde, Voorstraat 94. Tel. 568.

B. Afdeeling der weg- en waterbouwkunde.

Ir. W. Schermerhorn, Het landmeten, het waterpassen en de geodesie, Kanaalweg 5. Tel. 104.

C. Afdeeling der bouwkunde.

Ir. R. L. A. Schoemaker, De architectuur, Julianalaan 16. Tel. 588.

D. Afdeeling der werktuigbouwkunde en scheepsbouwkunde.

Ir. J. C. Dijxhoorn, De werktuigbouwkunde, Rotterdamsche weg 7. Tel. 161.

J. C. Andriessen, De werktuigbouwkunde, Nassaukade 29, Rijswijk (Z.-H.).

Ir. F. Westendorp, De werktuigbouwkunde, Rotterdamsche weg 99. Tel. 733.

Ir. C. B. Biezeno, De toegepaste mechanica, Nieuwelaan 30. Tel. 697.

Ir. A. J. ter Linden, De werktuigbouwkunde, Hotel Wilhelmina.

E. Afdeeling der electrotechniek.

Ir. E. J. F. Thierens, De electrotechniek, Mijnbouwstraat 1. Tel. 789.

F. Afdeeling der scheikundige technologie.

Ir. P. D. C. Kley, De mikrochemie en metallographie, Hogenhoucklaan, 's-Gravenhage.

Ir. H. ter Meulen, De analytische scheikunde en de scheikunde der bouwstoffen, Oude Delft 49. Tel. 192.

Dr. W. Reinders, De physische scheikunde, Rotterdamsche weg 121. Tel. 816.

Dr. F. E. C. Scheffer, De anorganische scheikunde, Willemstraat 91, 's-Gravenhage.

Dr. ir. C. J. van Nieuwenburg, De analytische scheikunde en de scheikunde der bouwstoffen, Rotterd. weg 135. Tel. 858.

G. Afdeeling der mijnbouwkunde.

Dr. G. A. F. Molengraaff, De delfstof- en aardkunde, Groothoefijzerlaan 40, Wassenaar. Tel. 843.

Ir. M. H. Caron, De metallurgie en de docimasie, Thomsonlaan 22, 's-Gravenhage.

Ir. C. L. van Nes, De mijnkunde, het mijnmeten en karteeren, Cornelis Trompstraat 77.

Ir. J. A. Grutterink, De delfstof- en aardkunde, Van Bleiswijkstraat 139, 's-Gravenhage. Tel. 51742.
Ir. H. F. Grondijs, De ertskunde, Willem Frederiklaan 4, 's-Gravenhage. Tel. 52308.
Dr. ir. H. A. Brouwer, De historische geologie en palaeontologie, Koningin Emmakade 158, 's-Gravenhage.

ASSISTENTEN:

G. Afdeeling der mijnbouwkunde.

Ir. W. de Jong, De delfstofkunde, Poortlandlaan 80.
Ir. C. H. Edelman, Idem, Cornelis Trompstraat 54.
H. W. V. Willems, Idem, Cartesiusstraat 275, 's-Gravenhage.
G. P. H. van Musschenbroek, De ertskunde, Hendrik van Deventerstraat 29, 's-Gravenhage.
Ir. C. Schouten, Idem, Rotterdamsche weg 224d.
Ir. L. L. J. baron van Lijnden, De docimasie en de metallurgie, Denneweg 118a, 's-Gravenhage.
Ir. D. T. Schuiling, Idem, Oude Delft 88.
H. H. Bourdrez, De mijnkunde, Oude Delft 79.
Ir. J. ten Hagen, Het mijnmeten en karteeren, Voorstraat 77.
L. van Houten, De geologie, Mijnbouwstraat 20.
H. L. J. Zermatten, De historische geologie en de palaeontologie, Waldeck Pyrmontkade 151, 's-Gravenhage. Postcheque en Giro 131106.
W. M. Kersten, idem, Piet Heinstraat 53. Postcheque en Giro 132649.

GEBOUW VOOR MIJNBOUWKUNDE. — Mijnbouwstraat. Tel. 1134 en 1135. — Prof. ir. J. A. Grutterink, beheerder.

Ir. J. de Vries, conservator, Prins Mauritsplein 8, 's-Gravenhage.
Mej. H. M. Steenhuis, schrijfster 2e kl., Laan van Meerdervoort 242, 's-Gravenhage.
C. J. D. Bierhoff, concierge I, Mijnbouwstraat.
F. S. W. Gautier, technicus 1e kl., Cornelis Trompstraat 42.
J. G. van Kempen, amanuensis, Bleiswijkstraat 26.
J. C. Albers, bediende 1e kl., Simonsstraat 41.
B. van Tuijl, tuinknecht,, Achterom 17a.
M. S. R. Mussert, bediende 2e kl., Kloosterkade 124.

Laboratorium voor delfstofkunde.

Prof. ir. J. A. Grutterink, beheerder.

C. van Dijk, amanuensis, Oostplein 7.
P. C. Albers, laboratorium-bediende 1e kl., Kloosterkade 26.
N. L. Witveld, bankwerker, Raam 27.

Laboratorium voor aardkunde.

Prof. dr. G. A. F. Molengraaff, beheerder.
C. van Werkhoven, teekenaar, Voorstraat 85b.
E. Visser, amanuensis, Jaagpad 76, Rijswijk (Z.-H.).
P. L. Hendriks, laboratorium-bediende 1e kl., Lipkensstraat 17.

Laboratorium voor historische geologie en palaeontologie.

Prof. dr. ir. H. A. Brouwer, beheerder.

Laboratorium voor ertskunde.

Prof. ir. H. F. Grondijs, beheerder.
J. N. Haas, laboratorium-bediende 1e kl., Corn. Trompstraat 54.
L. J. van der Valk, idem 2e kl., Cornelis Trompstraat 10.

Laboratorium voor docimasie en metallurgie.

Prof. ir. M. H. Caron, beheerder.
H. F. van Dreumel, amanuensis, Simonsstraat 2.
J. A. Groote, laboratorium-bediende 1e kl., v. d. Madestraat 34.
Postcheque en Girorekening 107433.

Mineralogisch-geologisch museum.

Dr. P. Kruizinga, conservator, Julianastr. 21, Rijswijk (Z.-H.)
B. J. Damen, bediende 2e kl., Nieuwe Langendijk 76.

BIBLIOTHEEK. — Doelenstraat 101. Telefoon 668.

De bibliotheek is **geopend:**

alle werkdagen van 9—5 uur; bovendien des avonds op Maandag, Dinsdag, Donderdag en Vrijdag van 7—9 uur en op Woensdag van 7—8 uur.

Gedurende de Zomervacantie elken werkdag van 2—4 uur en in de Kerst- en Paaschvacantie iederen werkdag van 10—5 uur.

De bibliotheek zal zijn **gesloten:**

op de verjaardagen van de Leden van het Vorstelijk Huis voor zooverre deze in een der vacanties vallen;
op den Gedenkdag der Technische Hoogeschool (8 Januari);
op den Goeden Vrijdag;
op den Zaterdag tusschen Goeden Vrijdag en Paschen;
van 1 tot en met 10 Juli;
en gedurende de avonduren:

op den dag van den Diës van het Delftsch Studenten Corps, en op St. Nicolaasavond.

VERZAMELINGEN, behoorende onder art. 1a van het reglement op het beheer en het gebruik der verzamelingen en hulpmiddelen voor het onderwijs aan de Technische Hoogeschool.

Verzameling mineralen en gesteenten. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. ir. J. A. Grutterink, beheerder.

Verzameling ertsen. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. ir. H. F. Grondijs, beheerder.

Verzameling algemeene geologie. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. dr. G. A. F. Molengraaff, beheerder.

Verzameling historische geologie en palaeontologie. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. dr. ir. H. A. Brouwer, beheerder.

Geologische verzameling van Nederland. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. dr. ir. H. A. Brouwer, beheerder.

Geologische verzameling van Ned. Indië. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. dr. G. A. F. Molengraaff, beheerder.

Geologische verzameling van de Nederlandsch West-Indische eilanden. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. dr. G. A. F. Molengraaff, beheerder.

Geologische verzameling van Suriname. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. ir. J. A. Grutterink, beheerder.

Verzameling van modellen op het gebied van mijnkunde. — Gebouw voor mijnbouwkunde, Mijnbouwstraat.
Prof. ir. C. L. van Nes, beheerder.

Prof. Ir. H. F. GRONDIJS.

DE DELFSTOF- EN AARDKUNDE, DE MIJNKUNDE, METALLURGIE EN DOCIMASIE.

1926—1927.

Delfstofkunde.

Grutterink. Algemeene mineralogie. Kristallografie, algemeene eigenschappen der mineralen, hulpmiddelen ter herkenning.
M_1 2 uur voordracht.

Grutterink. Beschrijvende mineralogie. Beschrijving van de belangrijkste mineralen, voornamelijk met het oog op de makroskopische en mikroskopische herkenning. Silikaten. IIb.
M_1 en M_2 1 uur voordracht.

Grutterink. Oefeningen in verband met de voordrachten.
M_1 en M_2 3 uur oefening.

Aardkunde.

Grutterink. Petrografie. Indeeling en beschrijving der meest voorkomende gesteenten, de makroskopische en mikroskopische herkenning van gesteenten.
M_3 en M_4 1 uur voordracht en 3 uur oefening.

H. A. Brouwer. Historische geologie. De ontwikkelingsgeschiedenis der aardkorst. Overzicht der geologische formaties.
M_3 en M_4 1 uur voordracht.

H. A. Brouwer. Practische geologie. Geologie van kool- en petroleumafzettingen, bouwsteenen en watervoorziening. Verschillende onderwerpen op het gebied der practische geologie.
M_4 en M_5 1 uur voordracht.

H. A. Brouwer. Palaeontologie. Kenmerken der voornaamste versteeningen.
M_3 1 uur voordracht.

H. A. Brouwer. Oefeningen. Studie van collecties en van demonstratiemateriaal in verband met de colleges. Zelfstandige beschrijving van sedimentaire gesteenten en petrefacten.
M_3 en M_4 3 uur oefening.

H. A. Brouwer. Bijzondere onderwerpen op nader aan te kondigen uren.
M_5.

H. A. Brouwer. Excursies op nader aan te kondigen tijden.

Molengraaff. Algemeene geologie. Physische geografie; de leer der exogene krachten, wind en water.
M_2 en M_3 2 uur voordracht.

Molengraaff. Tectonische en petrogenetische geologie. Diastrophisme met name de bouw en het ontstaan van gebergten.
M_4 en M_5 1 uur voordracht.

Molengraaff. Bijzondere onderwerpen, op nader aan te kondigen uren. Geologie van Nederland en Koloniën.

Molengraaff. Practische oefeningen in het lezen van geologische kaarten en profielen.
M_4 3 uur oefening na Kerstmis.

Ertskunde.

Grondijs. Blaaspijpoefeningen. Chemische hulpmiddelen ter herkenning der mineralen.
M_1 1 uur voordracht tot Kerstmis en 3 uur oefening.
M_2 6 uur oefening.

Grondijs. Economische geologie. Algemeene cursus. Overzicht van de geologie der nuttige mineralen en gesteenten. (Uitgezonderd kool, petroleum en zout). Onderzoek van mineralen met opvallend licht.
M_3 1 uur voordracht.

Grondijs. Economische geologie. Geologie van lood-, zink-, zilver- en goudafzettingen. IIb.
M_4 en M_5 1 uur voordracht.

Grondijs. Excursies op nader aan te kondigen tijden.

Grondijs. Ertsscheiding. Overzicht van de verschillende mechanische scheidingswijzen der ertsen en de daarvoor gebruikte toestellen: schuimscheiding en magnetische scheiding. IIb.
M_3 en M_4 1 uur voordracht.
M_5 3 uur oefening.

Mijnkunde.

Van Nes. Mijnontginning. Voorbereidende cursus.
M_1 1 uur voordracht.

Van Nes. Mijnontginning. IIIa.
M_2, M_3 en M_4 2 uur voordracht.
M_4 en M_5 3 uur oefening.

Van Nes. Mijnmeten en karteeren.
M_4 1 uur voordracht tot Kerstmis en 3 uur oefening na Kerstmis.
M_5 3 uur oefening tot Kerstmis.

Van Nes. Mijnontginning. Ertsmijnbouw en bijzondere onderwerpen.
M_5 2 uur voordracht.

Metallurgie.

Vermaes. Algemeene cursus. Overzicht van de verschillende metallurgische bewerkingen en de daarbij behoorende inrichtingen.
M_3 1 uur voordracht.

Vermaes. Afzonderlijke metalen. De metallurgie van zink, kwikzilver, nikkel, tin en ijzer.
M_4 en M_5 1 uur voordracht en 3 uur oefening.

Vermaes. Bijzondere onderwerpen. Het verwerken van goudertsen en het winnen en verwerken van aardolie en olieleien.
M_4 en M_5 1 uur voordracht.

Docimasie.

Vermaes. Overzicht der bruikbare methoden van onderzoek van ertsen, wasch- en smeltproducten en gesteenten.
M_2 1 uur voordracht.
M_3 3 uur oefening.
M_4 en M_5 9 uur oefening.

DE DELFSTOF- EN AARDKUNDE, DE MIJNKUNDE, METALLURGIE EN DOCIMASIE.

1927—1928.

Delfstofkunde.

Grutterink. Algemeene mineralogie. Kristallografie, algemeene eigenschappen der mineralen, hulpmiddelen ter herkenning.
M_1 2 uur voordracht.

Grutterink. Beschrijvende mineralogie. Beschrijving van de belangrijkste mineralen, voornamelijk met het oog op de makroskopische en mikroskopische herkenning.

Prof. Ir. W. SCHERMERHORN.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld en ingedeeld in I niet-silikaten en II silikaten. In dezen cursus worden de niet-silikaten behandeld.

M_1 en M_2 1 uur voordracht.

Grutterink. Oefeningen in verband met de voordrachten. M_1 en M_2 3 uur oefening.

Aardkunde.

Grutterink. Petrografie. Indeeling en beschrijving der meest voorkomende gesteenten, de makroskopische en mikroskopische herkenning van gesteenten.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld en ingedeeld in I stollingsgesteenten en II bezinkings- en hervormingsgesteenten. In dezen cursus worden de stollngsgesteenten behandeld.

M_3 en M_4 1 uur voordracht en 3 uur oefening.

H. A. Brouwer. Historische geologie. De ontwikkelingsgeschiedenis der aardkorst. Overzicht der geologische formaties.

De leerstof is over twte studiejaren verdeeld.

M_3 en M_4 1 uur voordracht.

H. A. Brouwer. Practische geologie. Geologie van zoutafzettingen. Verschillende onderwerpen op het gebied der practische geolgie.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld.

M_4 en M_5 1 uur voordracht.

H. A. Brouwer. Palaeontologie. Kenmerken der voornaamste versteeningen.

M_3 1 uur voordracht.

H. A. Brouwer. Oefeningen. Studie van collecties en van demonstratiemateriaal in verband met de colleges. Zelfstandige beschrijving van sedimentaire gesteenten en petrefacten.

M_3 en M_4 3 uur oefening.

H. A. Brouwer. Bijzondere onderwerpen op nader aan te kondigen uren.

M_5.

H. A. Brouwer. Excursies op nader aan te kondigen tijden.

Molengraaff. Algemeene geologie. I. Physische geografie; de leer der exogene krachten, wind en water. II. Leer van den in-

wendigen toestand der aarde. De rol van het magma en het vulkanisme. Aardbevingen. Wijzigingen van het algemeene relief der aardoppervlakte.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel II gegeven.

M_2 en M_3 2 uur voordracht.

Molengraaff. Petrogenetische geologie. Het ontstaan van gesteenten. (In andere jaren worden andere onderwerpen behandeld).

M_4 en M_5 1 uur voordracht.

Molengraaff. Bijzondere onderwerpen, op nader aan te kondigen uren. Geologie van Nederland en Koloniën.

Molengraaff. Practische oefeningen in het lezen en construeeren van geologische kaarten, profielen en blokdiagrammen.

M_4 3 uur oefening.

Ertskunde.

Grondijs. Blaaspijpoefeningen. Chemische hulpmiddelen ter herkenning der mineralen.

M_1 1 uur voordracht tot Kerstmis en 3 uur oefening.

M_2 6 uur oefening.

Grondijs. Economische geologie. Algemeene cursus. Overzicht van de geologie der nuttige mineralen en gesteenten. (Uitgezonderd kool, petroleum en zout). Onderzoek van mineralen met opvallend licht.

M_3 1 uur voordracht.

Grondijs. Economische geologie. I. Geologie van ijzer-, mangaan-, tin-, wolfram- en koperafzettingen. Voortzetting van het onderzoek van mineralen bij opvallend licht. II. Geologie van lood-, zink-, zilver- en goudafzettingen.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel I gegeven.

M_4 en M_5 1 uur voordracht.

Grondijs. Excursies op nader aan te kondigen tijden.

Grondijs. Ertsscheiding. Overzicht van de verschillende mechanische scheidingswijzen der ertsen en de daarvoor gebruikte toestellen: I. Scheiding naar het soortelijk gewicht. II Schuimscheiding en magnetische scheiding.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel I gegeven.

M_3 en M_4 1 uur voordracht.

M_5 3 uur oefening.

Mijnkunde.

Van Nes. Mijnontginning. Voorbereidende cursus.

M_1 1 uur voordracht.

Van Nes. Mijnontginning. I. Ontsluiting. Ventilatie. II. Ontginningsmethoden. Ondersteuning van bekleeding van ruimtes in de mijn.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel I gegeven.

M_2 en M_3 2 uur voordracht.

Van Nes. Mijnontginning. I. Drooghouding. Vervoer. II. Breekarbeid. Ertsmijnbouw.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel I gegeven.

M_3 en M_4 2 uur voordracht.

M_4 en M_5 3 uur oefening.

Van Nes. Mijnmeten en karteeren.

M_4 1 uur voordracht tot Kerstmis.

M_3, M_4 en M_5 3 uur oefening.

Van Nes. Mijnontginning. Geophysische opsporingsmethoden en bijzondere onderwerpen.

M_5 2 uur voordracht.

Metallurgie.

Vermaes. *) Algemeene cursus. Overzicht van de verschillende metallurgische bewerkingen en de daarbij behoorende inrichtingen.

M_3 1 uur voordracht.

Vermaes. Afzonderlijke metalen. I. De metallurgie van zink, kwikzilver, nikkel, tin en ijzer. II. De metallurgie van antimoon, arseen en zilver.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel II gegeven.

M_4 en M_5 1 uur voordracht en 3 uur oefening.

---

*) De studieverdeeling, zooals deze tijdens Prof. Vermaes was, is hier onder diens naam blijven staan.

Vermaes. Bijzondere onderwerpen. I. Het verwerken van koper- en loodertsen. II. Het verwerken van goudertsen en het winnen en verwerken van aardolie en olieleien.

De leerstof is over twee studiejaren verdeeld. In dezen cursus wordt deel I gegeven.

M_4 en M_5 1 uur voordracht.

Docimasie.

Vermaes. Overzicht der bruikbare methoden van onderzoek van ertsen, wasch- en smeltproducten en gesteenten.

M_2 1 uur voordracht.

M_3 3 uur oefening.

M_4 en M_5 9 uur oefening.

Cursus 1926—1927:

Vakken.	Docent.	Uren. Voordr.	Uren. Oef.
1e Studiejaar.			
de wiskunde.	Janssen van Raay.	5 1 t. P.	2 t. P.
de natuurkunde.	Siertsema.	3	3
de anorganische scheikunde.	Scheffer.	2	
de analytische scheikunde.	ter Meulen. van den Berg.	2	6
de delfstof- en aardkunde.	Grutterink.	3	3
	Grondijs.	1 t. K.	3
de mijnkunde.	van Nes.	1	
het handteekenen.	Bruins.		3 ▮
		$17^1/_2$	
2e Studiejaar.			
de theoretische mechanica.	Janssen van Raay.	2 t. P.	
de natuurkunde.	de Haas.	2 ▮	
de anorganische scheikunde.	Scheffer.	2	
de analytische scheikunde.	v. Nieuwenburg.	1	
de mikrochemie.	Kley. Gravestein.	1 t. K. ▮	4 w. n. K. ▮
de architectuur.	Schoemaker.	1 t. P. ▮	3 ▮
de werktuigbouwkunde.	Andriessen.	1	
	van Aken. Thoms.		3
	Grutterink.	1	3
de delfstof- en aardkunde.	Grondijs.		3 3
	Molengraaff.	2	
de mijnkunde en docimasie.	van Nes.	2	
	Vermaes.	1	
		$12 + 3^1/_2$ ▮	

Vakken.	Docent.	Uren.	
		Voordr.	Oef.
3e Studiejaar.			
de toegepaste mechanica.	Biezeno.	3	
	Hencky.		2
de mikrochemie.	Kley.		4 w. n. K.
	Gravestein.		
de architectuur.	Schoemaker.	1	
	von Pritzelwitz van der Horst.	1 n. K.	
de werktuigbouwkunde.	Westendorp.	1 t. K.	
	Meyer.	1	
	van Aken.		3
	Thoms.		
de electrotechniek.	Thierens.	2	
de technische hygiëne.	Sleeswijk.	1	
de delfstof- en aardkunde.	Grutterink.	1	3
	Grondijs.	2	
	Molengraaff.	2	
	H. A. Brouwer.	2	3
de mijnkunde en metallurgie.	van Nes.	4	
	Vermaes.	1	3
het landmeten en het waterpassen.	Schermerhorn.	3	3
		20 + 4	
4e Studiejaar.			
de mikrochemie.	Kley.		4 w. n. K.
	Gravestein.		
de architectuur.	Schoemaker.		3
de technische hygiëne.	Sleeswijk.	1	
de delfstof- en aardkunde.	Grutterink.	1	3
	Molengraaff.	1	3 n. K.
	Grondijs.	2	
	H. A. Brouwer.	2	3

Vakken.	Docent.	Uren. Voordr.	Uren. Oef.
de mijnkunde, metallurgie en docimasie.	van Nes.	2 1 t. K.	3 3 n. K.
	Vermaes.	2	12
de kennis en het onderzoek van bouwstoffen.	Visser.	1 ▮	
de staathuishoudkunde.	Volmer.	1 ▮	
het administratief recht.	Valckenier Kips.	2 1 ▮	
het mijnrecht.	Valckenier Kips.	1	
		13½ + 4 ▮	
5e Studiejaar.			
de delfstof- en aardkunde.	Molengraaff.	1	
	Grondijs.	1	3
	H. A. Brouwer.	1	
de mijnkunde, metallurgie en docimasie.	van Nes.	2	3 3 t. K.
	Vermaes.	2	12
de staathuishoudkunde.	Volmer.	1 ▮	
de bedrijfsleer.	Volmer.	1 ▮ 1 t. K. ▮	
het boekhouden.	Volmer.	1 ▮ 1 n. K. ▮	
		7 + 4 ▮	

De met ▮ gemerkte voordrachten en oefeningen hebben betrekking op vakken, waarin geen examen wordt afgenomen, tenzij de examinandus dit wenscht.

Cursus 1927—1928:

Vakken.	Docent.	Uren.	
		Voordr.	Oef.
1e Studiejaar.			
de wiskunde.	Janssen van Raay.	5 1 t. P.	2 t. P.
de natuurkunde.	Siertsema.	3	3
de physische scheikunde.	Reinders.	2	
de anorganische scheikunde.	Scheffer.	2	
de analytische scheikunde.	v. Nieuwenburg.	2	6
de delfstof- en aardkunde.	Grutterink. Grondijs.	3 1 t. K.	3 3
de mijnkunde.	van Nes.	1	
het handteekenen.	Bruins.		3
		19½	
2e Studiejaar.			
de theoretische mechanica.	Janssen van Raay.	2 t. P.	
de natuurkunde.	de Haas.	2	
de physische scheikunde.	Reinders.	2	
de anorganische scheikunde.	Scheffer.	2	
de analytische scheikunde.	ter Meulen.	1	
de mikrochemie.	Gravestein.	1 t. K.	4 w. n. K.
de architectuur.	Schoemaker.	1 t. P.	3
de werktuigbouwkunde.	Andriessen. van Aken. Thoms.	1	3
de delfstof- en aardkunde.	Grutterink. Grondijs.	1	3 6
de mijnkunde en docimasie.	Molengraaff. van Nes. Caron.	2 2 1	
het landmeten en waterpassen.	Schermerhorn.	3	3 n. K.
		17	

Vakken.	Docent.	Uren. Voordr.	Uren. Oef.
3e Studiejaar.			
de toegepaste mechanica.	Biezeno.	3	
	Hencky.		2
de mikrochemie.	Gravestein.		4 w. n. K.
de architectuur.	Schoemaker.	1	
	ter Linden.	1 n. K.	
	Westendorp.	1 t. K.	
de werktuigbouwkunde.	Meyer.	1	
	van Aken.		3
	Thoms.		
de electrotechniek.	Thierens.	2	
de technische hygiëne.	Sleeswijk.	2 t. K.	
	Grutterink.	1	3
de delfstof- en aardkunde.	Grondijs.	2	
	Molengraaff.	2	
	H. A. Brouwer.	2	3
de mijnkunde en metallurgie.	van Nes.	4	3
	Caron.	1	3
het landmeten en het waterpassen.	Schermerhorn.		3 t. K.
		17	
4e Studiejaar.			
de mikrochemie.	Gravestein.		4 w. n. K.
de architectuur.	Schoemaker.		3
de technische hygiëne.	Sleeswijk.	2 t. K.	
	Grutterink.	1	3
de delfstof- en aardkunde.	Molengraaff.	1	3
	Grondijs.	2	
	H. A. Brouwer.	2	3
de mijnkunde, metallurgie en docimasie.	van Nes.	2 1 t. K.	6
	Caron.	2	12
de staathuishoudkunde.	Volmer.	1 t. P.	

Vakken.	Docent.	Uren.	
		Voordr.	Oef.
het administratief recht.	Valckenier Kips.	2 1 ▮	
het mijnrecht.	Valckenier Kips.	1	
de economische aardrijkskunde.	Steger.	2 ▮	
		13½	
5e Studiejaar.			
de delfstof- en aardkunde.	Molengraaff. Grondijs. H. A. Brouwer.	1 1 1	3
de mijnkunde, metallurgie en docimasie.	van Nes. Caron.	2 2	6 12
de staathuishoudkunde.	Volmer.	1 ▮	
de bedrijfsleer.	Volmer.	1 ▮ 1 n. K. ▮	
het boekhouden.	Volmer.	1 ▮ 1 t. K. ▮	
de economische aardrijkskunde.	Steger.	2 ▮	
		7	

De met ▮ gemerkte voordrachten en oefeningen hebben betrekking op vakken, waarin geen examen wordt afgenomen, tenzij de examinandus dit wenscht.

GESLAAGDEN GEDURENDE HET JAAR 1927.

PROPAEDEUTISCH EXAMEN MIJNINGENIEUR.

L. E. J. Brouwer.
A. M. H. Hermans.
H. J. Houtman.
K. H. R. Hoyer.
H. E. Kruyt.
L. Lieftinck.
A. B. Mettivier Meyer.
B. C. C. Müller.
J. J. Roelants.
P. J. M. Satijn.
W. F. G. L. Starrenburg.
The Sing Bie.

12

CANDIDAATS-EXAMEN MIJNINGENIEUR.

G. L. Blokhuis.
E. F. Bouman.
E. Engberts.
J. van der Lely.
H. Pomes.
L. L. van Praag.
C. H. van Raalten.
H. R. Schutte.
H. A. Stheeman.
J. H. Westermann.

10

INGENIEURS-EXAMEN MIJNINGENIEUR.

R. W. van Bemmelen (met lof).
J. van den Berg.

J. J. Blok.
A. L. Bouwens.
G. Feringa.
W. T. B. Reimering.
A. E. Speijer.
G. H. J. M. Verlinden.
J. A. Vermeulen.
G. van Willigen.

10

PROMOTIES MIJNINGENIEUR TOT DOCTOR IN DE TECHNISCHE WETENSCHAP.

Ir. R. W. van Bemmelen, 5 Juli 1927. „Bijdrage tot de geologie der Betische ketens in de provincie Granada". (Met lof).

Ir. Tan Sin Hok, 5 Oct. 1927. „Over de samenstelling en het ontstaan van krijt- en mergelgesteenten van de Molukken. (Met lof).

Ir. N. H. van Doorninck, 3 Febr. 1928. „De Lufilische plooiing in den Boven-Katanga (Belgische Congo) naar eigen waarnemingen en naar critisch overzicht van de, er over verschenen publicaties". (Met lof).

Ir. W. de Jong, 16 Maart 1928. „Over de kristalstructuren van arsenopyriet, borniet en tetraëdriet". (Met lof).

Ir. J. A. A. Mekel, 21 Maart 1928. „Theorie van het tektonische-gravimetrische onderzoek". (Met lof).

TECHNISCHE HOOGESCHOOL
TE DELFT.
AFDEELING MIJNBOUWKUNDE.

—

Delft, 21 December 1927.

BEKENDMAKING.

Na afloop van het eerste gedeelte van het ingenieursexamen zal in den vervolge de studie der mijningenieurs als volgt worden geregeld.

1. De student kiest een der hoogleeraren der Afdeeling, bij wien hij wenscht af te studeeren. Deze hoogleeraar regelt de studie voor het vijfde studiejaar, waarbij ook steeds in overleg met den student minstens een der andere hoogleeraren der Afdeeling zal worden betrokken.
2. De studie kan dus worden beperkt tot één hoofdvak met één bijvak, maar kan zich ook uitbreiden over alle vakken, welke door de Afdeeling gedoceerd worden.
3. Voor de vakken, waarin de student in zijn vijfde studiejaar zich niet specialiseert, zal dus de verplichte studie na het vierde jaar zijn beëindigd. De eischen voor het eerste gedeelte van het ingenieursexamen zullen in verband daarmede eene wijziging ondergaan, die nader zal worden bekend gemaakt.
4. Voor hen die het eerste gedeelte van het ingenieursexamen reeds hebben afgelegd of het in dit studiejaar zullen afleggen, zal met dezen overgangstoestand rekening worden gehouden.
5. Binnen 14 dagen na het bepalen van het eerste gedeelte van het ingenieursexamen moet de Afdeeling van de wenschen betreffende het eind-examen in kennis worden gesteld.

Namens de Afdeeling der Mijnbouwkunde:

(w.g.) H. A. BROUWER, Voorzitter.
(w.g.) VAN NES, Secretaris.

Prof. Ir. M. H. CARON.

OVER IJZER EN NIKKEL IN NED. INDIË.

Rede, uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van Hoogleeraar in de Mijnbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, op Woensdag 2 Mei 1928, door Ir. M. H. Caron, m.i.

Mijne Heeren Curatoren, Professoren, Lectoren en Privaat-Docenten, Dames en Heeren Assistenten en Studenten aan de Technische Hoogeschool,

Gij allen, die deze bijeenkomst met Uwe tegenwoordigheid vereert,

Zeer geachte toehoorders.

De tallooze industrieën, die thans een niet te onderschatten onderdeel van ons bestaan zijn geworden, leggen alle in mindere of meerdere mate getuigenis af van de vele vindingen en vorderingen op wetenschappelijk-technisch gebied, welke de laatste eeuw zoo zeer kenmerken.

En naar gelang de industrieele ontwikkeling in den loop der jaren toenam, nam tevens het verbruik aan minerale grondstoffen toe en besefte men eerst recht van welk een buitengewone beteekenis het bezit van minerale grondstoffen is.

Het verbruik aan deze grondstoffen heeft in de moderne samenleving wel zeer groote afmetingen aangenomen en waar juiste gegevens hieromtrent niet altijd onder onze oogen komen, wilde ik U enkele cijfers mededeelen, die U wellicht een indruk kunnen geven van de mate, waarin het verbruik in de laatste eeuw is toegenomen. Ik meen hiervoor geen betere gegevens te kunnen kiezen, dan die, welke betrekking hebben op de ijzerindustrie, omdat deze grootindustrie een zoodanige plaats inneemt, dat men haar veelal pleegt te beschouwen als de ruggegraat van het industrieele leven, ook wel als de barometer, die in normale tijden een beeld geeft van de algemeene industrieele welvaart. En om thans

mijn keuze nog verder te beperken, wil ik U slechts die cijfers mededeelen, die ons van de Nieuwe Wereld bekend zijn. Het verbruik aan ijzer bedroeg in de Vereenigde Staten — per hoofd per jaar uitgedrukt — in het jaar 1820 slechts 5 lbs, in 1920 reeds 597 lbs, welk cijfer drie later, in 1923 steeg tot 809 lbs of meer dan 160 maal de hoeveelheid die in 1820 noodig bleek te zijn. Behalve het verbruik aan ijzer, is ook het verbruik aan diverse andere metalen en minerale producten in dat sterk geïndustrialiseerde land in bijzondere mate toegenomen. Onnoodig hier verder nog breedvoerig te betoogen, dat de minerale rijkdom van een land van groot belang geacht moet worden om de industrieele ontwikkeling ervan te bevorderen en vanzelfsprekend verkeeren dus die landen, welke van nature groote hoeveelheden nuttige delfstoffen bezitten, in een bevoorrechte positie.

De Nederlandsche bodem kan ons slechts weinig bieden; daarentegen staat Ned.-Indië er in menig opzicht gunstiger voor, zooals voldoende reeds kan blijken uit de uitvoercijfers van tin, goud, zilver, mangaan, jodium en van diverse andere minerale producten. Deze toch wijzen reeds op het bestaan van een levendigen mijnbouw, waarbij ook de verwerking der ertsen van groote beteekenis is geworden. De installaties, die op de verwerking der ertsen betrekking hebben, zijn meerendeels op oordeelkundige wijze ingericht en in enkele gevallen heeft men zelfs niet geaarzeld, gebruik te maken van geheel nieuwe, elders nog niet toegepaste metallurgische werkwijzen, om de ertsen, die anders waardeloos zouden zijn geweest, loonend te kunnen verwerken.

Zulke voorbeelden zijn geen uitzondering, veeleer moet men ze beschouwen als een normaal verschijnsel, welke het gevolg is van den vooruitgang op metallurgisch gebied. Men verlieze daarbij niet uit het oog, dat juist de kosten en uitkomsten van de metallurgische behandeling, de rentabiliteit van het ertsbedrijf veelal in hooge mate beïnvloeden. Geen wonder dan ook, dat men veelvuldig het verschijnsel heeft kunnen waarnemen, dat voor weinig begeerde ertsobjecten, plotseling belangstelling ontstond, als gevolg van nieuwe vindingen en vorderingen op metallurgisch gebied.

Groote ertsobjecten van dubieuse economische waarde en zelfs zulke, waarvan de verwerking, bij den huidigen stand van de techniek, niet loonend geacht kan worden, verdienen niettemin, uit eerder genoemde overwegingen, onze voortdurende aandacht. In dit verband is het vreemd te moeten vaststellen, dat voor de ijzer- en nikkelertsen van Borneo en Celebes, welhaast geen belangstel-

ling meer bestaat. Te meer valt dit op, omdat de vorderingen op metallurgisch gebied, wellicht de mogelijkheid openen om de ertsen economisch te verwerken.

Men vraagt zich onwillekeurig af of men van de nieuwste vindingen op metallurgisch gebied, niet op betere wijze partij zal kunnen trekken,, om tot een economische tevens deugdelijke oplossing te geraken.

Uit hetgeen ik U aanstonds zal mededeelen, moge het antwoord hierop blijken. Overigens meen ik te mogen wijzen op een zeer belangrijke bijkomstige omstandigheid en wel deze: dat het geen gemakkelijke taak is, om in een land als Ned.-Indië, waar geld zoo gemakkelijk onder goede vooruitzichten in cultuurondernemingen te plaatsen is, de publieke belangstelling gaande te houden voor mijnbouwobjecten, waaraan uiteraard risico verbonden is.

Deze en andere voor den mijnbouw van Ned.-Indië weinig gunstige omstandigheden, hebben er toe bijgedragen het tempo van de ontwikkeling van de mijnindustrie in mindere of meerdere mate te vertragen. Daarbij komt, dat de ondervinding in vele gevallen geleerd heeft, dat men in Ned-Indië niet zelden te doen heeft met ertsafzettingen van abnormale samenstelling, zoodat men bij de verwerking van zulke ertsen, vaak op groote moeilijkheden stuitte.

Ook deze laatste factor heeft in meerdere gevallen een ongunstigen invloed uitgeoefend op de ontwikkeling van ertsbedrijven en heeft vaak den mijningenieur genoopt, zijn toevlucht te zoeken tot geheel nieuwe technisch-economische oplossingen om het beoogde doel te kunnen bereiken. In zulke gevallen verdient het bijzondere aanbeveling, nieuwe vindingen en vorderingen op technisch-economisch gebied zoo spoedig mogelijk in ruimen kring bekend te maken, zulks om de aandacht van financieele groepen, alsmede van Regeeringen en Staatslieden, levendig te houden om zoodoende te trachten de ontwikkeling van de beoogde objecten in goede banen te leiden.

In dit verband acht ik het een persoonlijk voorrecht, thans bij het aanvaarden van het hoogleeraarschap in de metallurgie, enkele nieuwe gezichtspunten op metallurgisch gebied, die betrekking hebben op de verwerking der ijzer- en nikkelertsen van Borneo en Celebes en een nieuw licht werpen op de mogelijkheid, deze ertsen dienstbaar te maken aan een inheemsche industrie, uiteen te mogen zetten.

Hiervoor en voor enkele aanverwante industrieën, welke in Ned.-

Indië nog steeds op ontwikkeling wachten, wilde ik een wijle Uw aandacht vragen.

In de eerste plaats is het van belang na te gaan, welke positie Ned.-Indië in Azië inneemt met betrekking tot de beschikbare ijzerertsvoorraden in dit werelddeel. De heer H. Foster Bain, gewezen directeur van het U. S. Bureau of Mines, vestigde reeds in zijn presidentieele rede, gehouden voor de Society of Economic Geologists op 31 December 1926, de aandacht op het feit, dat in Ned.-Indië „Abundant lateric iron ore is present".

Wijzende voorts op Japan's gemis aan ijzererts, constateerde hij tevens, dat China, met een oppervlakte van meer dan 4 millioen kwadraat mijl, volgens betrouwbare taxatie, slechts over een reserve van 950 millioen ton ijzererts beschikt.

Japan produceert thans ongeveer 1.500.000 ton staal per jaar, waarvoor het de benoodigde grondstoffen, ijzererts en cokeskolen, grootendeels moet invoeren.

Indien ik mij voor een oogenblik zou mogen begeven op het speculatieve terrein van de toekomst en zou mogen aannemen, dat China's industrieele ontwikkeling, in een niet al te ver verschiet, de huidige industrieele ontwikkeling van Japan zal evenaren, dan zou daaruit afgeleid kunnen worden, rekening houdende met China's enorme bevolking, dat de beschikbare ijzerertsen van dat land bij een zoodanige ontwikkeling binnen 40 jaren uitgeput zouden zijn.

Uit het destijds van Gouvernementswege in Ned-Indië verrichte onderzoek weten wij, dat Insulinde ruim anderhalf milliard ton ijzererts bezit, zoodat het niet te verwonderen is, dat buiten de grenzen van Groot Nederland, belangstelling voor de ijzerertsen van Borneo en Celebes ontstaan is, ook al o.m. in verband met de te verwachten verdere industrieele ontwikkeling van Azië.

De belangrijkheid dezer afzettingen heeft de Regeering van Ned.-Indië destijds reeds aanleiding gegeven — kort nadat omtrent de hoeveelheden ijzererts betrouwbare gegevens verkregen waren — om van Gouvernementswege een onderzoek in te stellen naar de technisch-economische merites dezer ertsen, omdat niet aanstonds vaststond, dat meergenoemde ertsen, van abnormale physische en chemische samenstelling, economisch verwerkbaar zouden zijn.

De eerste rapporteur over dit onderwerp, wijlen Ir. J. Koomans, destijds Hoofdingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw in Ned.-Indië, vestigde reeds dadelijk de aandacht op de zeer gunstige ligging van het Soengei Doewa ijzererts voorkomen. Dit

voorkomen ligt op korten afstand van Straat Laoet, welk vaarwater een goede en rustige ankerplaats biedt voor zeeschepen, terwijl de kolenmijnen van Poeloe Laoet en van Goenoeng Batoe Besar nabij gelegen zijn. Toch zag Koomans in een hoogovenbedrijf weinig perspectief, omdat naar zijn oordeel, de beschikbare inheemsche kolen ongeschikt waren om daaruit metallurgische cokes te bereiden van redelijken prijs en kwaliteit, terwijl buitenlandsche cokeskolen, uit economische overwegingen geheel buiten beschouwing vielen.

De oplossing van het ijzervraagstuk moest dus gezocht worden in een werkwijze, waarbij het gebruik van goede metallurgische cokes geen vereischte zou zijn.

Met houtskool van redelijken prijs als reductiemiddel en de groote waterkracht van de Laronarivier als een bron om goedkoope electrische energie op te wekken, wilde het Koomans voorkomen, naar aanleiding van de destijds door hem gemaakte voorloopige becijferingen en beschouwingen, dat de kansen, om de Celebes-ertsen in electrische hoogovens met voordeel te kunnen verwerken, niet ongunstig waren. Uitsluitsel hieromtrent zou echter eerst verkregen kunnen worden, door het instellen van een gedetailleerd onderzoek, en door de verwachte metallurgisch-economische uitkomsten nader langs experimenteelen weg op bedrijfsschaal te toetsen. Dit onderzoek heeft de Hoofdingenieur Koomans door zijn ontijdig overlijden niet meer zelf mogen voltooien. Zijn werkzaamheden zijn voortgezet geworden door Ir. A. ter Braake, die ook de resultaten van het onderzoek heeft samengesteld. Hieruit bleek, dat weliswaar uit Celebes stukijzererts langs electro-metallurgischen weg, ruwijzer van ongewone physische en chemische samenstelling te verkrijgen zou zijn, doch dat de kostprijs van het daaruit te bereiden staal zóó hoog zou uitvallen, dat aan de economische verwerking der ertsen niet te denken viel.

Tot zoover was het onderzoek in handen gebleven van den Dienst van den Mijnbouw in Ned.-Indië. Daarna werd in 1923 en volgende jaren het ijzerertsvraagstuk nogmaals ter hand genomen door Ir. J. van der Waerden, als gedelegeerd lid van de destijds ingestelde Commissie tot ontwikkeling van de Fabrieksnijverheid in Ned.Indië. Hij achtte het hoogovenvraagstuk voor het Soengei Doewa ertsvoorkomen een meer gedetailleerde beschouwing waard, uit overweging, dat wellicht van een nieuw kolenvoorkomen op Poeloe Laoet, dat intusschen gevonden was, metallurgische cokes te bereiden zou zijn.

Een uitvoerig onderzoek, dat daarop volgde, wees uit, dat onze Indische eocene kolen onvoldoende bakvermogen bezitten om daaruit een bruikbare metallurgische cokes te bereiden tegen redelijken prijs, geschikt voor hoogovens van het groote of economische type.

Het is een gebiedende eisch, groote omzichtigheid te betrachten bij de beoordeeling van de geschiktheid van de cokes voor het beoogde doel, aangezien is komen vast te staan te Sparrowspoint in de Vereenigde Staten, bij de versmelting van ijzerertsen van gelijksoortige samenstelling als onze Soengei-Doewa-ertsen, dat alleen bij gebruik van superieure metallurgische cokes een goede en gelijkmatige ovengang verzekerd is.

Naar aanleiding van een en ander eindigde hiermede van financieele zijde de belangstelling voor dit object en tevens de belangstelling voor het ijzervraagstuk in het algemeen.

Ik heb met U hier in het kort nagegaan de hoofdoorzaken, welke de economische verwerking der ijzerertsen van Borneo en Celebes in den weg staan en het zal U daarbij opgevallen zijn, dat het onderzoek beperkt is gebleven tot die metallurgische processen, welke veelvuldig toepassing hebben gevonden voor de verwerking van normale ertsen. Uit een constructief-technisch oogpunt is er uiteraard veel voor te zeggen, om slechts van beproefde apparaten van standaard-constructie gebruik te maken, doch uit metallurgische overwegingen is het minder juist het onderzoek te beperken tot zoodanige werkwijzen, die uitgewerkt zijn voor ertsen van meer normale samenstelling, en het zou zelfs merkwaardig zijn geweest, indien zulk een keurslijf deugdelijk zou zijn gebleken voor ertsen en grondstoffen van abnormale physische en chemische samenstelling.

Veeleer zal men moeten trachten een zoodanige oplossing te zoeken, die op eenvoudige wijze, zooveel mogelijk partij zal weten te trekken van de bijzondere eigenschappen van de beschikbare grondstoffen, wil men althans een redelijke kans krijgen de ertsen eerlang met succes te kunnen verwerken. In dit geval wil het mij voorkomen, dat zulk een oplossing wel te vinden zal zijn.

De groote massa van de ijzerertsen van Celebes en Borneo bezit een leemachtig karakter. Zij zijn dus van nature reeds fijn en geschikt om zonder voorafgaande bewerking, gemengd met kolengruis — een afvalproduct van onze gruizige Indische kolen — tot sponsijzer gereduceerd te worden, liefst in inwendig verhitte cylinder-ovens van de daarvoor geëigende constructie. Zulke ovens

bieden een hoog nuttig effect, zijn eenvoudig in de bediening en vereischen naar verhouding lage aanlegkosten per eenheid van sponsijzer-opbrengst. Op bescheiden schaal heeft men reeds, volgens deze wijze, goede bedrijfsuitkomsten gekregen te Silver City in de Vereenigde Staten, waar men het verkregen sponsijzer voor chemische doeleinden bezigde. Bovendien zijn de factoren van wetenschappelijk-technischen aard, — die van belang zijn voor de economische bereiding van sponsijzer — op voortreffelijke wijze uiteengezet geworden in de hierover handelende publicaties van het U.S. Bureau of Mines, zoodat een en ander ons een waarborg geeft, dat de verwerking van ijzererts tot sponsijzer in grootere ovens, dan die welke tot dusver practische toepassing hebben gevonden, weinig moeilijkheden zal bieden, te meer waar soortgelijke ovens reeds op commercieele schaal geconstrueerd zijn voor de reductie van oxydische mangaan-zilverertsen en de bedrijfsuitkomsten, daarbij verkregen, gunstig bleken te zijn.

De insmelting en verdere verwerking van zuiver sponsijzer tot staal, zal bij voorkeur moeten geschieden in electro-staalovens. Zulk een verwerking is nagenoeg vergelijkbaar met de bereiding van staal uit oud ijzer langs dezen weg, een werkwijze, die in de staalindustrie een uitgebreide toepassing heeft gekregen op plaatsen, waar electrische energie en oud ijzer tegen redelijken prijs verkrijgbaar zijn.

De verwerking van zuiver sponsijzer belooft dus weinig moeilijkheden te geven. Anders staat men er voor, indien men minder zuivere ertsen te zijner beschikking heeft, zulke b.v. als de ertsvoorkomens van Borneo en Celebes ons bieden, want het zal gemakkelijk in te zien zijn, dat de verwerking daarvan minder eenvoudig zal zijn en dat ook de economie van het bedrijf daardoor nadeelig beïnvloed zal worden.

Uit deze overweging verdient het dan ook aanbeveling en zal het wellicht noodzakelijk zijn, zulke ertsen reeds vóór de reductie tot sponsijzer, te zuiveren, tenzij de extra kosten van deze voorbewerking te hoog zouden uitvallen.

Alvorens U in dit verband enkele nadere bijzonderheden mede te deelen, zullen wij eerst nagaan, welke ondervinding men elders heeft opgedaan bij de verwerking van ertsen van het Borneo-type en tot welke resultaten en inzichten men ten slotte gekomen is.

De lateriet ijzerertsen van Cuba komen, wat samenstelling betreft, veel overeen met die van Borneo en wij weten voorts, dat de Bethlehem Steel Co. in de Vereenigde Staten veel ervaring heeft

verkregen bij de verwerking der Cubaansche ertsen. De verwerking tot ruwijzer geschiedde in hoogovens, waarbij de verontreinigingen grootendeels verslakt werden, terwijl van het nikkelgehalte van het erts op natuurlijke wijze partij werd getrokken om een staalsoort te bereiden met relatief laag nikkelgehalte, geschikt voor het vervaardigen van rails of van profielstaal.

Aanvankelijk onderstelde men, dat dit natuurlijke nikkelstaal, bekend onder den naam van Mayaristaal, wegens het nikkelgehalte meer waardeering zou genieten dan gewoon staal. Thans echter kan vastgesteld worden, dat Mayaristaal geen blijvende ingang heeft kunnen vinden, want na jarenlange pogingen om voor dit staal een meer algemeene toepassing te vinden, heeft de Bethlehem Steel Co. de directe verwerking dezer ertsen kort geleden opgegeven. In 1910 bedroeg de invoer van Mayariijzererts in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika 1.451.096 ton, in 1924 275.000 ton, terwijl thans nog slechts kleine hoeveelheden ijzererts door haar versmolten worden op ruwijzer, om afnemers, die hun bedrijf op het gebruik ervan ingericht hebben, ter wille te zijn.

De verwerking der Mayari-ijzerertsen heeft nochtans de volle aandacht van de Bethlehem Steel Co. behouden, en er zijn aanwijzingen te vinden, dat zij een andere richting wil uitgaan en de technisch-economische mogelijkheid onderzoekt, de ertsen eerst te zuiveren van de aluminium- en chroomverbindingen om vervolgens ook het nikkel afzonderlijk te winnen, teneinde een vrij zuivere ijzersinter over te houden, waaruit iedere staalsoort te bereiden zal zijn, terwijl de waardevolle bijproducten de kosten der voorbewerking zullen moeten goed maken.

Een der processen, die naar het mij wil voorkomen, goede vooruitzichten biedt, is dat van McCormack. In dit proces worden de ertsen onder toevoeging van soda, in roteerende cylinderovens onder oxydeerende condities verhit, waardoor oplosbare aluminaten en chromaten gevormd worden, die vervolgens door looging met water aan de ertsmassa onttrokken worden.

De volgende stap van het proces bestaat uit een sulfatiseerende roosting van de resteerende ertsmassa, na toevoeging van pyriet, om het nikkel in den oplosbaren vorm van nikkelsulfaat te brengen. Door looging met water kan vervolgens dit waardevolle bestanddeel gewonnen worden, terwijl een nagenoeg zuivere ijzerertsmassa overblijft met een hoog ijzergehalte.

De economie van het proces is, vanzelfsprekend, onder meer, afhankelijk van de hoeveelheden der bijproducten, die daarbij

gewonnen kunnen worden. Voor ertsen met een samenstelling, overeenkomende met de normale samenstelling van de Mayari-ertsen, schijnen gunstige financieele uitkomsten niet onwaarschijnlijk te zullen zijn, zoodat de gezuiverde ijzerertsmassa wellicht niet méér behoeft te kosten dan het ongezuiverde ruwe product.

Onze Borneo-ertsen wijken wat samenstelling betreft, niet veel af van de Cubaansche ertsen; het nikkelgehalte is echter belangrijk lager, zoodat de tweede stap van het McCormack-proces uit economische overwegingen wellicht geen aanbeveling verdient. De roosting met soda daarentegen belooft juist de moeilijkheden te ondervangen, die te verwachten zijn bij het insmelten van onzuiver sponsijzer in electrostaalovens. Uit deze overweging verdient deze voorbewerking onze zeer bijzondere aandacht, omdat de kansen, om onze Borneo-ertsen economisch te kunnen verwerken, volgens het sponsijzer-electrostaalproces, daardoor zooveel grooter zullen worden.

Bij wijze van voorloopige oriënteering, werd reeds een enkele laboratoriumproef verricht om na te gaan of onze Borneo-ertsen zich op gelijke wijze gedragen als de Mayari-ertsen. Daarbij werd een gunstig resultaat verkregen, zoodat te verwachten is dat men uit de Soengei Doewa-ertsen, waarvan het ijzergehalte slechts 48% bedraagt een vrij zuivere ijzerertsmassa zal kunnen verkrijgen met een gehalte van ongeveer 64% ijzer.

Zulk een grondstof zal — indien de bijproducten de roostkosten zullen goed maken — tegen een redelijken prijs te verkrijgen zijn, zoodat de beide hoofdgrondstoffen: gezuiverd ijzererts en kolengruis, te Soengei Doewa niet duur behoeven te zijn. Voorts zal, met het oog op den lagen prijs, welke men daar voor gruiskool zal hebben te betalen, de electrische energie, opgewekt in een modern ingerichte calorische centrale, tegen billijken prijs te verkrijgen zijn. Een verder onderzoek naar de merites van het gecombineerde McCormack-sponsijzer-electrostaalproces lijkt mij daarom alleszins gemotiveerd te zijn. Bovendien vergete men niet, dat groote hoeveelheden zuiver aluminiumoxyde als bijproduct te winnen zullen zijn, waarvoor zoo mogelijk emplooi te zoeken ware in een eigen aluminium-industrie. Het chroom zal zijn weg naar de markt wel vinden, als bichromaat, of wel zal plaatselijk verwerkt moeten worden tot chroomoxyde, chroommetaal of ferrochroom, voor het bereiden van chroomnikkelstaal of voor andere doeleinden.

Het zal U thans duidelijk zijn geworden, dat de beoogde werkwijze niet alleen de klippen belooft te omzeilen, die het gevolg

zijn van de abnormale physische en chemische eigenschappen van de beide hoofdgrondstoffen, ijzererts en kool, die op Borneo beschikbaar zijn, doch dat zij tevens partij zal weten te trekken van de onzuiverheden van het ijzererts, om waardevolle bijproducten daaruit te winnen, die bij verwerking der ertsen volgens normaal gangbare werkwijzen, in de slak verloren zouden zijn gegaan. Ook wordt de ongewenschte tusschentrap — rijwijzer — vermeden, zoodat op eenvoudiger wijze het einddoel, „staal", verkregen zal kunnen worden. Wellicht zal het daarom mogelijk zijn in een proefbedrijf, op bescheiden schaal begonnen, reeds economische resultaten te bereiken, zonder daarvoor in een grooten opzet te moeten vervallen. Toch zal het doel moeten blijven de eerste opzet zoodanig uit te breiden, dat aan het staalwerk een walswerk gekoppeld zal kunnen worden, voornamelijk om in de eigen behoefte aan rails te kunnen voorzien, aangezien de afzet daarvan voor Java, Madoera en de Buitenbezittingen op niet minder dan 40.000 ton per jaar te stellen is.

De vraag blijft thans over, wie zulk onderzoek, waaraan financieele offers verbonden zijn, zal kunnen verrichten en het wil mij voorkomen, dat zulks rustig aan den Dienst van den Mijnbouw in Ned.-Indië overgelaten zal kunnen worden. Deze Gouvernementsinstelling toch is het publiek reeds eerder op voortreffelijke wijze van voorlichting geweest, door haar zakelijke en betrouwbare publicaties met betrekking tot het ijzervraagstuk in Ned-Indië.

Behalve de zoo juist geschetste mogelijkheid om onze Indische ijzerertsen met voordeel te kunnen verwerken, is het mij opgevallen, dat Ned.-Indië reeds sedert jaren betrekkelijk groote hoeveelheden oud ijzer uitvoert, waarvan de verdere verwerking, ondanks de daarop komende transportkosten, elders blijkbaar met voordeel kan geschieden. Deze uitvoer van oud ijzer wensch ik daarom hier te beschouwen in verband met de mogelijkheid gietijzer daaruit te bereiden in Ned.-Indië zelf. Metallurgische moeilijkheden behoeven bij een oordeelkundige verwerking niet verwacht te worden. Deze opmerking geldt speciaal voor de bereiding van gietijzer uit oud ijzer, in electrostaal-ovens, langs synthetischen weg.

In hoofdzaak komt deze werkwijze — na zuivering van het metaalbad — neer op een effectieve carburatie ervan en hoewel deze bewerking eenvoudig lijkt, heeft de uitvoering daarvan eertijds toch groote moeilijkheden opgeleverd.

Thans echter biedt de bereiding van synthetisch gietijzer geen onoverkomelijke bezwaren meer, aangezien de oorzaken daarvan

voldoende bekend zijn, zoodat deze werkwijze een uitgebreide toepassing heeft gekregen op plaatsen, waar oud ijzer en electrische energie goedkoop te krijgen zijn.

In een stad als Soerabaja, waar verhoudingsgewijs jaarlijks veel gietwerk voor de suikerindustrie gemaakt wordt, verdient de bereiding van synthetisch gietijzer ongetwijfeld meer aandacht, dan zij tot dusver gekregen heeft. En vooral onder de huidige omstandigheden is dit vraagstuk van actueele beteekenis geworden, nu het nieuwe groote waterkrachtwerk Mendalan aan de Kali Konto zijn voltooiing nadert. Dit krachtwerk kan namelijk in de natte moesson, wanneer overvloedig water in deze rivier aanwezig zal zijn, gemakkelijk 8000 P.K. meer opwekken, dan in den drogen tijd, enkel door een tweede turbine in te schakelen. Voor dezen seizoenstroom, die weinig behoeft te kosten, heeft men, althans voorloopig, geen emplooi. Iedere benutting, welke een financieel voordeel oplevert voor de stroom-leveranciers, zal vanzelfsprekend welkom zijn, en wellicht zal men dezen stroom daarom tegen een redelijken prijs kunnen leveren. In dat geval, althans indien de kosten der electrische energie niet hooger zullen zijn, dan 4 cent per K.W. uur, lijken mij de vooruitzichten om op Soerabaja synthetisch gietijzer te maken, tegen prijzen, die kunnen concurreeren met geïmporteerd gietijzer, niet ongunstig. Daarbij komt, dat de machinefabrieken juist in den natten tijd de meeste orders voor gietwerk van de suikerindustrie krijgen, zoodat uit dezen samenloop van omstandigheden nog een extra financieel voordeel te realiseeren zal zijn, wanneer men n.l. het synthetisch gietijzer in gesmolten toestand direct voor het maken van gietwerk zal bezigen. Hierdoor toch wordt één bewerking, welke voor ingevoerd gietijzer uiteraard noodig is, n.l. het opsmelten van het gietijzer, vermeden. De uitvoer van oud ijzer, afkomstig uit Java en Madoera bedroeg in de jaren 1924 en 1925 respectievelijk 14.840 en 17.940 ton, een hoeveelheid, die ver uitgaat boven het verbruik aan gietijzer, zoodat het zich laat aanzien, dat men niet behoeft te vreezen, dat de prijzen voor oud ijzer zullen stijgen, als gevolg van de hoeveelheden, die noodig zullen zijn voor de bereiding van synthetisch gietijzer. Nog andere voordeelen zijn verbonden aan de bereiding van synthetisch gietijzer en wel deze, dat men ter plaatse iedere gewenschte samenstelling van gietijzer of gietstaal zal kunnen maken.

Ook valt op te merken, dat de invoer van gietcokes, benoodigd voor het opsmelten van geïmporteerd gietijzer, overbodig zal wor-

den, terwijl men de kleine hoeveelheden petroleumcokes, die noodig zullen zijn voor de carburatie van het metaalbad, bij de bereiding van synthetisch gietijzer, wel zal kunnen betrekken van de B. P. M. te Balik Papan, aangezien men dit bijproduct van de aardolie-raffinage bij gebreke aan een beter emplooi, thans in eigen bedrijf onder de ketels verstookt. Bovendien zal men in de electrostaal-ovens, behalve synthetisch gietijzer, uiteraard ook diverse staalsoorten kunnen maken.

Ook ferromangaan, ferrosilicium en ferrotitaan — waarvoor de grondstoffen op Java voorkomen — zal men in bedoelde ovens alternatief kunnen maken, al naar gelang van behoefte. In de onbelaste perioden, wanneer geen gietwerk gemaakt wordt, zal men wellicht zelfs de seizoenstroom voordeelig kunnen benutten door metallisch mangaan of ferromangaan voor exportdoeleinden te bereiden, waar de mijn Kliripan op Java, zulke voortreffelijke grondstoffen voor dit doeleinde biedt. Enkele verbruiksmaterialen, als o.a. graphietelectroden, zullen uit het buitenland betrokken moeten worden, terwijl men goed doet in den beginne ook de materialen voor de vuurvaste ovenbekleeding van elders te betrekken, alhoewel vuurvaste grondstoffen ook in onzen archipel te vinden zijn. Later, bij een geregeld bedrijf, zal er eventueel aan te denken zijn deze te benutten, zoo de economie dit zou uitwijzen. De mogelijkheid, synthetisch gietijzer te bereiden, zal vanzelfsprekend niet enkel beperkt zijn tot de stad Soerabaja, ook elders in den archipel zullen wellicht gunstige voorwaarden ervoor bestaan.

Thans rest mij nog met U na te gaan, welke factoren van metallurgischen aard, de economische verwerking der nikkelertsen van Celebes, naar het wil voorkomen, in den weg staan en op welke wijze naar mijne meening, betere financieele uitkomsten te verwachten zullen zijn.

Meende ik reeds eerder Uwe aandacht te moeten vestigen op het verschijnsel, dat de metallurgische kosten vaak zóó hoog uitvallen, dat zij de economie van de betrekkelijke bedrijven ernstig kunnen beïnvloeden, zoo geldt deze opmerking in bijzondere mate voor nikkel-ertsen van het type en van het gehalte, als gevonden worden nabij het Towoeti-meer op Celebes, althans indien men de mogelijke rentabiliteit van een aldaar op te richten nikkelbedrijf zou willen beoordeelen naar de financieele uitkomsten, die elders verkregen zijn bij verwerking van overeenkomstige ertsen.

Ertsen van het Celebestype, waarin het nikkel gebonden voorkomt als een hydrosilicaat, vindt men onder meer op Nieuw

Caledonië, dat eertijds de eerste nikkelleverancier van de wereld was. In dat land nu, beschikt men over jarenlange ervaring, waarbij is komen vast te staan, dat de verwerking van nikkelertsen zelden loonend is, indien het gehalte minder dan 4,5% bedraagt, voornamelijk als een gevolg van de hooge metallurgische kosten.

Nikkelertsen van dit gehalte en ook rijkere ertsen worden in Nieuw Caledonië veelal versmolten in schachtovens onder toevoeging van gips, cokes en kalk, in de vereischte hoeveelheden. Naast groote hoeveelheden slak verkrijgt men als resultaat van de eerste smelting een naar verhouding kleine hoeveelheid nikkel-ijzersteen, waarin een hoog percentage van het nikkel uit het erts geconcentreerd is.

Hierop volgen nog verscheidene andere bewerkingen, zoodat men den indruk krijgt, dat de gevolgde metallurgische weg niet eenvoudig is, te meer waar men eerst kostbare zwavelverbindingen aan het erts moet toevoegen, om vervolgens de zwavel uit de verkregen concentraten weer te elimineeren. Onwillekeurig vraagt men zich dan ook af, of het niet mogelijk zal zijn, het erts dadelijk te reduceeren zonder toevoeging van zwavelverbindingen.

Zulk een oplossing biedt de electrische oven. De hooge temperaturen en de sterk reduceerende condities, die in dezen oven te verwezenlijken zijn, openen de mogelijkheid, het nikkel als ferronikkel te concentreeren, zonder dat men behoeft te vreezen voor groote nikkelverliezen in de daarbij geproduceerde slak. Wanneer men echter de groote massa's slak ziet naast de relatief kleine hoeveelheid ferronikkel, die het resultaat is van deze electrothermische smelting, dan realiseert men aanstonds, dat zoo'n hoog stroomverbruik komt ten laste van relatief kleine hoeveelheden ferronikkel, dat de praktische toepassing ervan eerst dan aantrekkelijk zal worden, indien men over zeer goedkoope electrische energie zal kunnen beschikken. Daarbij komt, dat men in vele gevallen zuiver nikkel als eindproduct zal moeten maken, zoodat een verdere verwerking van het ferronikkel nog zal moeten volgen.

In verband met een eventueele beoordeeling van de mogelijkheid onze Celebes-ertsen electrisch te versmelten, zal men dan ook goed doen bij wijze van voorloopige oriëntering, het gehalte van economisch verwerkbaar erts niet lager dan 4,5% nikkel te stellen, welk gehalte ook voor het schachtovenproces als grenswaarde zal moeten dienen, rekening houdende met de ervaring in Nieuw Caledonië verkregen.

Doch ertsen met een minimum nikkelgehalte van 4,5% worden

voor zoover bekend is slechts in kleine hoeveelheden op Celebes gevonden en kunnen dus uiteraard buiten beschouwing blijven.

Echter bezit Celebes redelijke hoeveelheden nikkelerts met een nikkelgehalte van 2 tot 3% en voor deze ertsen zou het de moeite loonen een economische verwerking te zoeken. Wij zullen daarbij reeds dadelijk moeten afstappen van het denkbeeld, dat eventueele verbeteringen van de bestaande processen een zoodanige besparing zouden kunnen te weeg brengen, dat ertsen met eerder genoemd nikkelgehalte daardoor verwerkbaar zouden kunnen worden. Een betere oplossing lijkt mij, een geheel nieuwe richting uit te gaan en daarbij te trachten de specifieke bezwaren, welke aan de bestaande processen kleven, te ondervangen.

Wij weten uit de geschiedenis van de metallurgie, dat pyrometallurgische werkwijzen vaak plaats hebben moeten maken voor hydrometallurgische extractie-methoden, aangezien in zulke gevallen de laatste werkwijze meer voordeel opleverde en veelal ook eenvoudiger was. Bovendien leenen hydrometallurgische werkwijzen zich veelal beter voor een massale verwerking van ertsen, vooral indien men ze in fijn vermalen toestand onder tegenstroomcondities kan loogen in continu werkende apparaten. In zulke gevallen kan veel handenarbeid uitgespaard worden en wordt minder „skilled labour" vereischt dan bij pyrometallurgische werkwijzen.

Een der belangrijkste eischen, die men in de hydrometallurgie veelal aan het oplossingsmiddel zal moeten stellen is deze, dat het oplossingsmiddel in cyclus gebezigd zal kunnen worden zonder zijn actieve eigenschappen te verliezen of wel, dat men het oplossingsmiddel uit zijn verbindingen zal kunnen regenereeren zonder groote verliezen of kosten. Liefst zal men zoo mogelijk een oplossingsmiddel kiezen met zoodanige selectieve eigenschappen, dat, behalve het op te lossen metaal, dan wel metalen, geen der overige bestanddeelen van het erts aangetast worden. Voorbeelden van zulke toepassingen zijn in de metallurgie wel te vinden en onwillekeurig denk ik aan de wijze, waarop koperertsen in een groote installatie te Lake Linden aan het Michigan-meer geloogd worden.

Oude tailings van de Calumet en Hecla-mijn, waarin het koper in zeer fijn gedegen toestand voorkomt, worden daar met ammoniumcarbonaat-oplossingen geloogd. De installatie verwerkt niet minder dan 8000 ton oude ertstailings per etmaal en het economische succes van de daar toegepaste werkwijze, blijkt wel uit het feit, dat ertsen met 0,5% koper onder de gegeven omstandigheden met voordeel verwerkt kunnen worden.

Wij weten, dat nikkel, evenals koper, met ammonia oplosbare complexionen vormt en dat nikkel bovendien een veel kostbaarder metaal dan koper is, zoodat bijgevolg hoogere kosten voor de verwerking van nikkelertsen toelaatbaar zullen zijn. Redenen te over om in de aangegeven richting een oplossing te zoeken voor de verwerking van onze Celebes-ertsen.

De moeilijkheid, nikkel in oplossing te brengen, schuilt echter in het feit, dat nikkel in een gebonden vorm in het erts aanwezig is en de verbindingen indifferent zijn voor ammoniacale oplossingen.

Om deze moeilijkheid te ondervangen zal men moeten trachten, zoo mogelijk het erts in een vorm te brengen, waarbij nikkel vrij komt.

Dit nu is mij gelukt — zonder aan het erts chemicaliën toe te voegen — door het erts in fijn gemalen toestand te onderwerpen aan een verhitting in een reduceerende atmospheer, waarbij de hydrosilicaten van nikkel, die van nature weinig stabiel zijn, ontleed worden en daarbij het gewenschte resultaat bereikt wordt, aangezien uiterst fijn verdeeld nikkelmetaal na deze behandeling achterblijft.

In dezen vorm nu, is het nikkel wel oplosbaar in ammoniumcarbonaat en hiermede is dus de weg geopend voor een werkwijze, die een nader onderzoek wel waard is.

Ik heb U in korte trekken een overzicht gegeven van de voornaamste problemen op metallurgisch gebied, die thans in Ned.-Indië op een goede oplossing wachten en ik heb tevens enkele aanwijzingen gegeven, die wellicht zullen kunnen bijdragen om eerlang het beoogde doel te bereiken. Thans aan het einde van mijn overzicht gekomen, wil ik niet nalaten enkele woorden te wijden aan de nagedachtenis van wijlen professor S. J. Vermaes, mijn vroegeren leermeester.

Vele jaren zijn er verloopen sedert mijn studietijd in Delft, maar nog steeds staat mij voor den geest de wijze waarop Vermaes zijn leerlingen enthousiasme wist bij te brengen voor het vak, dat hij doceerde. Dit enthousiasme heeft menigeen liefde voor het vak doen krijgen, hetgeen van fundamenteel belang geacht moet worden voor het bereiken van succes in latere levensjaren.

Moge het mij gegeven zijn in deze richting zijn voetsporen te volgen.

Mijne heeren Curatoren.

Gedurende de jaren van mijn ambtelijken Indischen loopbaan, hebben de omstandigheden mij meermalen geplaatst voor problemen van metallurgischen aard, zoowel in het laboratorium, alsook in het bedrijf en ik heb zelfs het groote voorrecht gehad een eigen vinding in de praktijk verwezenlijkt te zien. Zulke werkzaamheden hebben mij sterk geïnteresseerd en doen dat nog steeds. Uw keuze, waardoor ik geroepen ben de leerstoel in de metallurgie te bezetten, is mij dan ook niet enkel een groote voldoening om het blijk van vertrouwen, dat ik daaruit meen te mogen zien, doch ook omdat ik daardoor in staat zal worden gesteld, voortaan mijn beste krachten te geven aan het Hooger onderwijs, en tevens de wetenschap te dienen.

Ik maak dan ook gaarne van deze mij geboden gelegenheid gebruik U openlijk daarvoor mijn dank te betuigen.

Hooggeachte Molengraaff.

Uw afwezigheid moge voor mij geen beletsel zijn, om met enkele woorden uiting te geven aan de gevoelens van hoogachting, die ik van oudsher voor U gekoesterd heb. Ik behoor tot de oude garde onder Uwe oud-leerlingen en het is mij nog steeds een genoegen, terug te denken aan den tijd, dat ik Uwe bezielende colleges mocht volgen. Ik ben er dan ook van overtuigd, dat in de nieuwe verhouding, waarin ik thans tot U zal komen te staan, mijn gevoelens tot U niet gewijzigd zullen worden.

Hooggeachte Grutterink.

Ook gij zijt mijn leermeester geweest gedurende de jaren van mijn studie te Delft en met waardeering denk ik terug aan het onderwijs, dat ik van U genoten heb. Ook U meen ik te mogen zeggen, dat mijne gevoelens van hoogachting voor U, door de nieuwe verhouding, waarin ik tot U zal komen te staan, ongewijzigd zullen blijven.

Hooggeachte Brouwer.

Het is voor mij een buitengewoon voorrecht, sedert ik U vijf en twintig jaar geleden voor het eerst als student leerde kennen, thans door omstandigheden opnieuw in de gelegenheid te zijn gesteld, de oude gewaardeerde collegiale verhouding te mogen hernieuwen.

Hooggeachte ambtgenooten aan de Mijnbouwkundige Afdeeling.

Een scherpe scheiding van de vakken, die noodig zijn voor de studie van mijningenieur is vaak moeilijk te trekken, vooral op het gebied van technisch economische aangelegenheden, zoodat vanzelfsprekend samenwerking noodig zal zijn, om het onderwijs zoo vruchtdragend mogelijk te doen zijn. Ik geef U gaarne de verzekering, dat ik hiertoe in ieder opzicht zal medewerken.

Mijne heeren Studenten.

Ik heb U door mijn rede kennis doen maken met enkele problemen en nieuwere inzichten op metallurgisch gebied, die voor Ned.-Indië van actueele beteekenis zijn. Ook elders doen zich veelvuldig vraagstukken van metallurgischen aard voor, omdat de metallurgie zich niet beperkt tot de verwerking van grondstoffen van vaste samenstelling, doch zich juist veelvuldig geplaatst ziet voor de moeilijkheid ertsen van abnormale en wisselende samenstelling te moeten verwerken.

Er zijn weinig bezigheden, behoorende tot de taak van de mijningenieurs, die den geest zoozeer weten te boeien en aan te trekken, als juist het oplossen van metallurgische problemen, omdat een goede oplossing vaak ver strekkende gevolgen kan hebben en aanleiding kan zijn tot het ontstaan van nieuwe industrieën. Aan den anderen kant moeten de moeilijkheden, die daaraan verbonden zijn niet onderschat worden, omdat de sprong tusschen de laboratorium-oplossing en die op commercieele schaal zeer groot is. Reeds de tusschenphase, de uitwerking der vraagstukken op semi-commercieele schaal, eischt groote opmerkingsgave naast volharding en energie en slechts zij, die toegerust zijn met een grondige kennis van zaken, zullen de moeilijkheden, die zich bij de toepassing van nieuwe werkwijzen op bedrijfsschaal nog voor kunnen doen, meester kunnen worden.

Onvoldoende kennis van zaken en onderschatting van de moeilijkheden, leidt tot failure, dit zult gij goed moeten bedenken wanneer ook gij eenmaal voor problemen in de praktijk geplaatst zult worden en zulks te meer, omdat gij later als Delftsch mijningenieur dezen naam zoowel in groot Nederland als daar buiten zult hebben hoog te houden.

Ik heb gezegd.

TOESPRAAK, BIJ DE VERLEENING VAN HET DOCTORAAT IN DE TECHNISCHE WETENSCHAP „HONORIS CAUSA", AAN DEN HEER Ir. N. WING EASTON,

gehouden door Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff, in de openbare vergadering van den Senaat der Technische Hoogeschool, op 9 Januari 1928.

Aanzienlijke en hooggeachte Vergadering.

De Technische Hoogeschool deelt met de Universiteiten en andere Hoogescholen in Nederland het recht den doctorstitel te mogen verleenen aan allen, die er hun studies hebben beëindigd. Het verkrijgen van den doctorstitel is evenwel bij studeerenden aan de Technische Hoogeschool niet, zooals bij de Universiteiten wèl het geval is, of juister was, het natuurlijke slot hunner studie. Voor de groote meerderheid van hen is veeleer einddoel het verkrijgen van het ingenieursdiploma. Ieder ingenieur heeft echter het recht door het schrijven en verdedigen van een proefschrift en van stellingen zich de gelegenheid te openen, den doctorstitel te verkrijgen. Door zijn proefschrift moet hij daartoe ten genoege van den Senaat hebben kunnen aantoonen, dat hij in staat is, zelfstandig een wetenschappelijk onderzoek te kunnen verrichten. Uit den aard der zaak staat de promotie van een ingenieur aan de Technische Hoogeschool losser van zijn leertijd, dan dat bij den student aan een Universiteit het geval is. Aan de Technische Hoogeschool drukt de promotie een meer strikt wetenschappelijk stempel op den reeds technisch-wetenschappelijk ontwikkelden ingenieur en draagt daardoor veeleer het karakter van een onderscheiding, dan wel van een beëindiging der studie.

Maar de bevoegdheid van den Senaat der Technische Hoogeschool reikt nog verder; het staat hem ook vrij aan iedereen, dien hij daartoe waardig keurt, onverschillig of hij (zij) ingenieur is of niet, den doctorstitel te verleenen, maar dan uitsluitend eershalve.

Deze bevoegdheid is een zeer eervolle, omdat door haar weliswaar aan den Senaat een groote verantwoordelijkheid is opgelegd, maar daarmede tevens een groot vertrouwen is geschonken.

Immers bij een gewone promotie kan de geschiktheid van den ingenieur, die zich voor het verkrijgen van een doctorstitel heeft aangemeld, uit zijn proefschrift beoordeeld worden. De promotor, die in den regel het proefschrift heeft zien worden, adviseert daarbij den Senaat. Daarna verdedigt de schrijver zijn proefschrift en zijn stellingen tegen alle bedenkingen, die daartegen worden gemaakt, voor een Commissie, die den Senaat vertegenwoordigt, in een voor het publiek toegankelijke vergadering.

Moge het dan voor den Senaat toch een enkele maal nog wel eens niet gemakkelijk zijn een geheel juiste uitspraak te doen en in alle opzichten tot een juiste waardeering te geraken, in den regel zal hij toch den weg voor zich voldoende geëffend zien en kost de beslissing niet veel moeite.

Geheel anders bij een eere-promotie. Hier geen proefschrift, hier geen stellingen, alleen een man, die boven anderen uitsteekt, van wien de Senaat zal hebben te beoordeelen, of hij zooveel en op zulk een wijze uitmunt, dat de toekenning van een eere-doctoraat een juiste en passende erkenning van zijn bijzondere verdiensten zal zijn.

Zijn geheele leven als wetenschappelijk man is zijn proefschrift, zijn stellingen zijn weerspiegeld in de wijze, waarop hij in dat leven zijn taak heeft vervuld.

En daarop lettend moet de Senaat het richtsnoer bij het bepalen van zijn beslissing vinden.

Voortreffelijk is daarom de verplichting, den Senaat opgelegd, bij het uitreiken van iederen doctorstitel *honoris causa*, in een openbare vergadering telkens door één uit zijn midden, de redenen te doen ontvouwen, die hem er toe hebben geleid, de hoogste onderscheiding te verleenen waarover hij mag beschikken.

En zoo heeft thans de Senaat der Technische Hoogeschool aan mij de eervolle taak toebedeeld, in deze openbare bijeenkomst te vermelden, op welke gronden hij, in zijn vergadering van 6 December 1927, heeft besloten op den dag van heden de bul van eere-doctor aan den ingenieur Nicolaas Wing Easton uit te reiken.

Vergun mij, U daartoe uit te noodigen voor een korte poos met mij het leven van den wetenschappelijken man Wing Easton te volgen, zijn werk geleidelijk te zien worden en met mij te trach-

ten na te gaan of niet dat werk van groote beteekenis is geweest en gedragen moet zijn geweest door hooge beginselen.

Ruim 50 jaar geleden, in het jaar 1876, werd Wing Easton aan de Polytechnische School als mijnbouwkundig student ingeschreven. Destijds brachten de mijnbouwkundige studenten een deel van hun studietijd door naar keuze aan de Bergakademie te Clausthal of te Freiberg, om zich in de praktijk van mijnbouwkunde en ertsverwerking te bekwamen. Easton koos Clausthal en het onderwijs van en de omgang met Professor Groddeck aldaar hebben een niet geringen invloed op zijn studierichting gehad.

Op 16 Februari 1883 verwierf hij te Delft het diploma van mijningenieur. Intuschen had hij zich verbonden voor den Staatsdienst in Nederlandsch Indië en maakte daarna een studiereis van een jaar naar verschillende geologisch en mijnbouwkundig belangrijke streken in Duitschland, Frankrijk en Bohemen. Op 10 December 1884 werd hij ter beschikking gesteld van den Gouverneur-Generaal van Nederlandsch Indië om te worden benoemd tot ingenieur bij het Mijnwezen aldaar. In Februari van het jaar 1885 begon zijn wetenschappelijk werk in Nederlandsch Indië, dat hem zoo vele jaren zou boeien, doordat hij toegevoegd werd aan den ingenieur Van Schelle, die destijds met het onderzoek der erts-, met name goudvindplaatsen, in de zoogenaamde Chineesche districten der Wester-Afdeeling van Borneo was belast. Van Schelle was in dien tijd een stoere werker en bekwaam veldgeoloog, een uitstekend man om de liefde voor geologisch onderzoek in den jongen ingenieur sterk aan te wakkeren. Reeds een jaar daarna vertrok Van Schelle naar Gorontalo en werd het mijnbouwkundig-geologisch onderzoek in de Chineesche dictricten onder de leiding van Easton voortgezet. De goudvindplaatsen, die voor exploitatie op groote schaal door Europeanen niet geschikt bleken, namen gelukkig niet al zijn tijd in beslag; voor geologisch werk in dit *terra incognita* bleef nog tijd over en zoo kwam het, dat hij in het jaar 1886 de meest westelijke voorposten van een uitgestrekte reeks van toen nog onbekende tertiaire vulkanen ontdekte, die van West naar Oost een herhaaldelijk onderbroken reeks van vulkanische gebergten vormen en in Centraal Borneo in het Müllergebergte het karakter van een aaneengesloten bergland van vrij aanzienlijke hoogte bereiken. Die voorposten waren de vulkanen Sitoeng en Panda, waarvan Wing Easton in 1889 een bericht de wereld inzond. Het zijn interessante heuvels, die duidelijk too-

nen, hoe sterke tegenstellingen in bodembouw ook in het terrein op treffende wijze te voorschijn kunnen treden.

Het landschap, waarvan men ten Zuiden van het Bajang-gebergte kan genieten, door Easton in die publicatie afgebeeld, is van ongeëvenaarde schoonheid. Levendig schetst ons de schrijver, hoe de, als bij een reuzentrap op elkaar gestapelde zandsteenbanken (de plateau-zandsteen) van het sterk beboschte Bajangtafelgebergte een treffend contrast vormen met de nauwelijks begroeide sombere bazaltstroomen langs zijn voet en de veel lichter gekleurde, ook nog bijna onbegroeide, steile koepelvormige andesietheuvels, die de plaats aangeven, waaruit eerst de dunvloeibare bazalt en later de taaie andesiet werden uitgeperst.

In 1887 werd Wing Easton naar Batavia verplaatst. Hij riep zijn prachtig arbeidsveld in Borneo niet een „vaarwel" maar een „tot wederziens" toe.

In Batavia werkend onder den hoofdingenieur G. P. A. Renaud werd hij in de geheimen der administratie ingewijd. Hij heeft toen tevens medegewerkt aan een herziening van de Indische Mijnwet; deze is weliswaar toen niet tot stand gekomen, maar dat werk heeft hem toch de gelegenheid geschonken zich een zoo helder oordeel van deze materie te vormen en er zoo in door te dringen dat later, bij de samenstelling van een nieuwe Mijnwet, die wèl in 1899 tot stand kwam, zijn medewerking in vele gevallen van beslissenden invloed is geweest.

Gelukkig werd Wing Easton gedurende de jaren 1887-1890 niet uitsluitend met administratief werk belast, maar had hij zoo nu en dan de gelegenheid in het laboratorium der geologen, de vrije natuur, onderzoekingen te doen.

Zoo kon hij in 1888 nagaan, hoe de geologische gesteldheid van de Anei-kloof en van de Branderwijnsbaai bij Padang is, in verband met den voorgenomen aanleg van de Emmahaven en van den spoorweg naar de Padangsche Bovenlanden, een hoogst belangrijke voorbereiding, zoo belangrijk als bijv. het uitzetten der fundamenten bij een bouwwerk.

In 1890 werd hem opgedragen na te gaan of te Makassar een artesische watervoorziening mogelijk zou zijn. Op geologische gronden oordeelde hij dat niet mogelijk; later heeft men door het maken van een boring van 700 M. diepte de uitspraak van Easton, waarop men zich niet wilde verlaten, op de proef willen stellen; er werd evenwel geen resultaat bereikt en het bleek daar-

bij hoe juist hij uit schaarsche gegevens de ondergrondsche waterbeweging had weten te beoordeelen.

Geen wonder, dat het Mijnwezen in 1891 Wing Easton verbond aan den dienst van het Grondpeilwezen, waaraan onder meer het eiland Java tal van artesische bronwaterleidingen te danken heeft. Hij bleef aan het Grondpeilwezen verbonden tot het jaar 1892, terwijl hij intusschen geregeld langs den ambtelijken ladder opklom en reeds in Augustus 1891 bevorderd werd tot ingenieur 1e klasse.

In 1892 werd hem een onderzoek opgedragen naar het voorkomen van bismuth op het schiereiland Samosir in het Toba-meer; op zichzelf een betrekkelijk onbelangrijk onderzoek, waarvan echter een man als Wing Easton iets heel belangrijks wist te maken. Hij bepaalde er zich niet toe de herkomst van de kleine hoeveelheden bismuth, die bekend waren geworden, na te gaan, maar vatte zijn taak veel breeder op door het geheele schiereiland Samosir en zijn omgeving topografisch en geologisch op te nemen. Samosir was toen nog politiek een onafhankelijk gebied en geologisch was er niets van bekend. Het gelukte hem het geheele terrein, topografisch-geologisch te leeren kennen en in kaart te brengen. Zonder zijn groot doorzettingsvermogen zou dat niet mogelijk zijn geweest. Hij kon vooreerst aantoonen, dat het Toba-meer, niet een krater-meer was, zooals werd vermoed, maar een tektonisch meer, een oude zeearm, door bodembewegingen afgesloten. Maar zijn helder geologisch inzicht maakte dit onderzoek ook nog in menig ander opzicht belangrijk. De kennis van Sumatra's bergland berustte destijds nog bijna uitsluitend op Verbeek's bekende onderzoekingen in de Padangsche Bovenlanden en Zuid-Sumatra. Zou het geologisch bouwplan door Verbeek in die streken waargenomen, nu ook, zoo ver van daar, aan het Toba-meer gelden? Gedeeltelijk ja, gedeeltelijk misschien niet, was het antwoord. Easton is de eerste geweest, die dat misschien ten deele niet heeft uitgesproken, een twijfel die later nog meer dan eens is geuit en tot op zekere hoogte is gebleken gewettigd te zijn geweest. Tot op dit oogenblik is echter de vraag, hoe het, op zich zelf beschouwd vrij eenvoudige bouwplan van Sumatra nu wel in werkelijkheid is, nog steeds niet opgelost is en het is te hopen dat allen, die in de toekomst, en waarschijnlijk is die toekomst zeer nabij, meer in bijzonderheden zich met de beantwoording dezer vraag zullen hebben bezig te houden, een oordeel zullen vellen

even koel en voorzichtig, en met volkomen waardeering van het werk van anderen, als Easton deed.

Intusschen had Easton nog tijd gevonden om op geheel andere wijze zijn groote kennis in wijde kringen van nut te doen zijn door het schrijven van een handleiding tot de kennis der practische mineralogie, geologie en mijnontginning, waarvan de eerste druk in het jaar 1892 te Batavia verscheen. Dit werk is voor velen, vooral voor hen wier arbeidsveld in Indië lag, langen tijd een vraagbaak geweest.

In 1893 keerde Wing Easton naar zijn vroegere arbeidsveld in Borneo terug, nadat hem was opgedragen een geologisch-mijnbouwkundige opname uit te voeren van het noordwestelijk deel van de Wester-Afdeeling van Borneo, met name van de landschappen Sambas, Mempawa, Landak en Pontianak. In het veld besteedde hij ongeveer zes jaren van zijn leven tot in 1898 aan dit onderzoek, terwijl later het uitwerken der verkregen uitkomsten nog twee jaren in beslag nam. Slechts één vakman, de ingenieur M. Koperberg, was hem tot 1895 toegevoegd; Easton nam het leeuwendeel van de taak voor zich en met bewonderenswaardige volharding heeft hij dit groote werk tot een goed einde gebracht. In 1904 verscheen het resultaat van dezen arbeid als een lijvig deel van het Jaarboek van het Mijnwezen met een daarbij gevoegde geologische kaart. Dit was de eerste eenigszins gedetailleerde kaart van een uitgestrekte landstreek buiten Java en Sumatra en dus als zoodanig reeds een werk van beteekenis. Van het vele nieuws op geologisch gebied, dat dit werk bracht, wil ik alleen aanstippen, dat de aanwezigheid van alle systemen en de meeste afdeelingen van het mesozoïsche tijdperk, dat toen nog geacht werd in den Oost-Indischen Archipel bijna niet door afzettingen vertegenwoordigd te zijn — immers men dacht zich in dien tijd een uitgestrekt land, waar thans de Oost-Indische Archipel ligt, en noemde dat het Sino-Australische continent — door de vondsten van fossielhoudende vormingen met stelligheid werd bewezen. Steeds treft ons bij de beschrijving van deze vondsten van vérstrekkende beteekenis de duidelijke en onopgesmukte wijze, waarop alles wordt medegedeeld, waardoor zelfs den meest kritischen lezer vertrouwen wordt ingeboezemd. De voor een wetenschappelijk onderzoeker meest onmisbare eigenschap, de feiten vooral te laten spreken en nimmer zich door een vooropgestelde meening te laten beïnvloeden, toont Wing Easton in dit groote werk, evenals ook elders, in hooge mate te bezitten.

Niet alleen evenwel, wat de geologie betreft, maar niet minder wat de petrographie aangaat, staat zijn onderzoek in Borneo op een hoog peil, alle gesteenten zijn zorgvuldig beschreven en afgebeeld, maar bovendien wordt de lezer hier en daar verrast door oorspronkelijke opvattingen en nieuwe inzichten, die eerst veel later algemeen eigendom zijn geworden en ten deele een groote beteekenis hebben gekregen.

Laat ik een paar voorbeelden noemen. In laat-triadischen tijd was West-Borneo het tooneel van hevige vulkanische werkzaamheid en werden groote hoeveelheden, nu eens van zeer basische, dan weer, meestal iets later, van zeer zure stollingsgesteenten aan den dag gebracht. Easton stelt de meening op, dat deze door differentiatie van een dieper liggend magna kunnen zijn ontstaan en als stollingsprodukten van complementaire magma's mogen worden opgevat. Onafhankelijk van anderen kwamen in de eenzaamheid van Borneo's oerwouden die denkbeelden bij hem op, die in dienzelfden tijd ook elders, door het werk van andere onderzoekers, zooals bijv. Brögger en Pirsson, in de petrographie ingang vonden.

Een ander voorbeeld. Easton merkte onder de effusiva van West-Borneo kwartsporphyren op, die door een reeks van steeds zuurdere tusschenvormen verbonden waren met gesteenten, die uitsluitend of bijna uitsluitend uit kwarts bestaan. Hij noemde de laatsten eruptief-kwartsieten en zag in hen differentiaten van uiterste zuurheid; ook dit denkbeeld, vroeger al wel eens geuit en ongeveer in dien tijd door Spurr meer uitgewerkt, rijpte in Easton's brein buiten invloed van anderen.

Wing Easton heeft het verstaan zijn opname van West-Borneo niet alleen te maken tot een vooraanstaand werk op het gebied der regionale geologie, maar ook tot een bron van oorspronkelijke, vruchtbare gedachten op theoretisch gebied.

Na zijn terugkeer van Borneo naar Batavia stond Easton, die inmiddels tot hoofd-ingenieur was bevorderd, aan het hoofd van het Grondpeilwezen, daarop volgde zijn verlof naar Europa en na het einde daarvan, in het jaar 1903, werd hij aan het hoofd gesteld van de mijninspectie, een nieuwe tak van dienst, die door hem werd georganiseerd. De eerste goede veiligheidsvoorschriften bij mijnbouw dankt Indië aan Wing Easton. In zijn kwaliteit van mijninspecteur bezocht hij nagenoeg alle mijnconcessies en vergunningen in Nederlandsch Indië. Zijn bezoeken aan de kolenmijnen leidden hem er toe een grondige studie te maken van het

spoelend opvullen in kolenmijnen. In het jaar 1905 heeft hij deze methode warm aanbevolen ter invoering bij de Oembilien-kolenvelden en voorspelde van die invoering een aanmerkelijke besparing der exploitatiekosten. De feiten hebben later, na invoering der methode, de juistheid zijner voorspelling bewezen.

De ervaring, door Wing Easton opgedaan bij deze officieele bezoeken aan nagenoeg alle mijn-ondernemingen in Nederlandsch Indië is hem zeer ten stade gekomen bij een andere taak, die hem iets later werd opgedragen, n.l. die der cijnsbepaling. Wat hij daarbij heeft tot stand gebracht, was — ik citeer uit een officieel stuk — baanbrekend en fundamentaal. Men denke hierover niet gering: volgens de Mijnwet van 1899 moet de cijns, die de mijnondernemingen aan het Gouvernement verschuldigd zijn, berekend worden naar de bruto opbrengst, m.a.w. naar de waarde der gewonnen producten, zoodra die aan den dag zijn gebracht. Bij mijnen, waaruit slechts een enkel terstond verkoopbaar product wordt gedolven, bijv. bij kolenmijnen, was deze regeling eenvoudig genoeg, maar bij anderen, bijv. bij de petroleumconcessies, waar een lange weg het juist gewonnen product van het verkoopbaren product scheidt, bleek de cijnsbepaling zoo gecompliceerd, dat er geen methode scheen te vinden te zijn, volgens welke een billijke en juiste cijnsbepaling mogelijk zou worden. Toch gelukte dit aan Easton, dank zij zijn groote kennis van technisch-oeconomische vraagstukken en zijn sterk ontwikkelde praktische zin. In 1905 slaagde hij er in, een methode van cijnsbepaling uit te denken die ten slotte alle partijen heeft bevredigd en in de praktijk voldoet.

In 1906 nam Wing Easton ontslag uit 's Lands dienst en trad op als technisch leider en vertegenwoordiger der Dortsche Petroleum-Maatschappij en daarmede verdwijnt hij achter den sluier, die het doen en laten der groote particuliere bedrijven aan het oog onttrekt. Maar toch vernam de buitenwereld, dat Easton in zijn nieuwe werkkring om zijn sterk persoonlijk initiatief hoogelijk werd gewaardeerd. Hoezeer hij een man van de daad is, bleek o.a. in het jaar 1908 toen hij te Tjepoe, den hoofdzetel der petroleumontginning op Java, bij een snel in hevigheid toenemende cholera-epidemie, door onverwijld maatregelen te nemen en o.a. per dag 200.000 liter gekookt water ter beschikking der inlanders te stellen, een groote ramp wist te voorkomen.

In het jaar 1911 keerde Wing Easton naar Europa terug. Niet echter om op zijn lauweren te rusten.

Integendeel, het is alsof zijn werkkracht eer nog toeneemt dan verzwakt. Allerlei problemen, zoo van technischen als van theoretischen aard, hebben zijn belangstelling en nopen tot zelfstandig onderzoek.

In de eerste plaats bleef zijn liefste arbeidsveld, Borneo, hem boeien. Hij verdiepte zijn kennis omtrent den bodembouw van dat continentale eiland en legde in 1914 zijn denkbeelden neer in een vergelijkende studie van de geologische gesteldheid van West-, Centraal- en Oost-Borneo. Dit studie-object ook daarna nog niet loslatend, kwam hij in 1917 met een geheel nieuw denkbeeld voor den dag, door als titel van een opstel de vraag te stellen: Had Borneo vroeger een woestijnklimaat? Hij beantwoordde die vraag bevestigend en meent, dat verschillende belangrijke formaties in Borneo, met name de plateau-zandsteen, als wind-afzettingen moeten beschouwd worden. Hij praeciseert zijn meening en breidt haar tevens uit, door aan het slot van dat opstel een nieuwe vraag van wijdere strekking te stellen: „Heeft Indië in het plio-plistoceen (en waarschijnlijk reeds vroeger) een woestijnklimaat gehad?"

Hij was reeds toen geneigd ook die vraag bevestigend te beantwoorden, maar deed dit eerst later, toen hij aan dat woestijnklimaat in plio-plistoceenen tijd een belangrijken invloed toeschreef bij de vorming der eluviale en alluviale tinertsbeddingen, koelit- en kollongertsen, op Banka en Billiton.

De tineilanden, met name Billiton, mochten zich trouwens in Easton's bijzondere belangstelling verheugen, en wel om meer dan één reden, vooreerst om het tinerts, en zijn wijze van voorkomen en ontstaan op die eilanden. Hieromtrent deelt hij tal van wetenswaardige bijzonderheden mede in zijn Billiton-herinneringen in het jaar 1925. Die herinneringen zijn het gevolg van een wetenschappelijke reis, die Wing Easton in de jaren 1919 en 1920 in Nederlandsch Indië deed, waarbij hij ook de tineilanden bezocht.

Het was echter niet alleen het tinerts, dat hem trok, niet minder deed zulks het raadsel van het ontstaan der zoogenaamde Billitonieten, aan welks oplossing hij door onderzoek ter plaatse wilde medewerken. Men hield deze glasachtige lichamen met hun merkwaardige oppervlakte-sculptuur tot op dien tijd nu eens voor artefacten, voor sporen van een verdwenen beschaving en industrie uit het grijs verleden, dan weer voor obsidiaanachtige uitwerpselen van aardsche vulkanen, gewoonlijk echter voor producten niet van aardschen, maar van kosmischen oorsprong. Dat laatste aannemend, zijn het dan bommen door de vulkanen van de maan

uitgeslingerd en op aarde beland, de maan-obsidianen van Verbeek, of zijn het boden, uit het heelal tot ons gekomen, meteoorsteenen van bijzonder maaksel? Krause verdedigde de laatste hypothese en F. Suess breidde haar uit. Hij plaatste de Billitonieten met verwante steenen, zooals de Moldavieten en Australieten, in een bijzondere groep, die der glasachtige meteorieten of tektieten.

Wing Easton kon zich met geen dezer zienswijzen vereenigen en stelde een geheel nieuwe theorie voor het ontstaan van de zoogenaamde tektieten op. Hij ontnam hen hun vermoedde hemelschen oorsprong en bracht ze naar de aarde terug; hij meent, dat de billitonieten ter plaatse, waar ze gevonden worden, zijn gevormd, dat zij ontstaan zijn uit gemengde solen, die hun oorsprong namen uit de humuszure verweering van granietachtige gesteenten; die producten coaguleerden dan later en werden langzamerhand tot gelglazen door afgifte van water.

Op zijn reizen in de jaren 1919 en 1924 bezocht Easton de goudmijnen op Sumatra. Reeds geruimen tijd had hij studie gemaakt van deze merkwaardige ertsafzettingen en zoo herhaaldelijk had hij op hun groote beteekenis gewezen, dat het zeker niet overdreven is te zeggen, dat de Gouvernements-mijnbouw in Benkoelen in belangrijke mate aan zijn stuwkracht haar ontstaan te danken heeft. Maar nu zijn reizen hem opnieuw naar Sumatra brachten, wilde hij zich nog eens omtrent die nu beter ontsloten ertsafzettingen op de hoogte stellen om zich een denkbeeld van hun ontstaanswijze te vormen. In het jaar 1926 publiceerde hij zijn waarnemingen en de daaruit gemaakte gevolgtrekkingen en verrijkte de literatuur met een voortreffelijk en samenhangend overzicht over de edelmetaalafzettingen van Sumatra en haar wijze van ontstaan, iets waarnaar ieder, die met de geologie en de ertsafzettingen in Nederlandsch Indië te maken heeft, reeds langen tijd te vergeefs had uitgezien.

De juist genoemde goud- en zilverhoudende ertsgangen in Sumatra staan genetisch in nauw verband met erupties van zure stollingsgesteenten, met name van lipariet en daciet. Wing Easton was juist de man om hun genese uit te vorschen, omdat hij, daarbij de voetsporen volgend van zijn groote voorgangers Junghuhn en Verbeek, zich sterk aangetrokken voelde tot de studie van vulkanische verschijnselen, waarvoor Nederlandsch Indië een ruim, bijna onvergelijkelijk schoon arbeidsveld biedt. Die studie bracht hem in 1916, op theoretisch gebied, tot een herziening van het caldeira-probleem en tot de opstelling van een oorspronkelijke ver-

klaring van het ontstaan der merkwaardige kratervormen, die caldeira's worden genoemd. Maar daarnevens leidde die studie een praktisch man als Easton ook tot praktische resultaten. Immers zijn opstel getiteld: „Wat wij van onze Indische vulkanen weten en niet weten" heeft er niet weinig toe bijgedragen, de aandacht van het Indische Gouvernement te vestigen op de mogelijkheid de gevaren, die vulkanen in een dicht bevolkt land met zich brengen, te beperken. Het juist genoemde opstel eindigt met de woorden: „Moge de Indische Regeering spoedig het groote nut van een systematische vulkanologische waarnemingsdienst inzien!"

Nu is die dienst er en heeft reeds prachtig werk verricht; een officieel schrijven van het jaar 1923 zegt daaromtrent: „uit het initiatief van Wing Easton is de vulkanologische bewakingsdienst geboren, die een zegen is voor de bevolking van deze gewesten."

Easton's krachtige geest was door zijn langdurige ambtenaarsloopbaan geenszins in een bepaalde denkrichting geleid; op alles, wat nieuw in de wetenschap was, reageerde hij snel en hij bleef ontvankelijk voor nieuwe en frissche denkbeelden. Zoo werd hij. bijv. in hooge mate bekoord en meegesleept door Wegener's bekende hypothese omtrent de horizontale beweging van continenten; hij breidde die hypothese zelfs uit en bracht op geheel oorspronkelijke wijze andere problemen, zooals die van den oorsprong en het wezen van het vulkanisme op aarde, met haar in verband. Ten slotte toetste hij de door hem uitgebreide hypothese aan den bodembouw van Nederlandsch Indië, en in een studie getiteld: „Het ontstaan van den Maleischen archipel, bezien in het licht van Wegener's hypothese" geeft hij een sterk persoonlijke visie van de ontstaanswijze van den Oost-Indischen archipel.

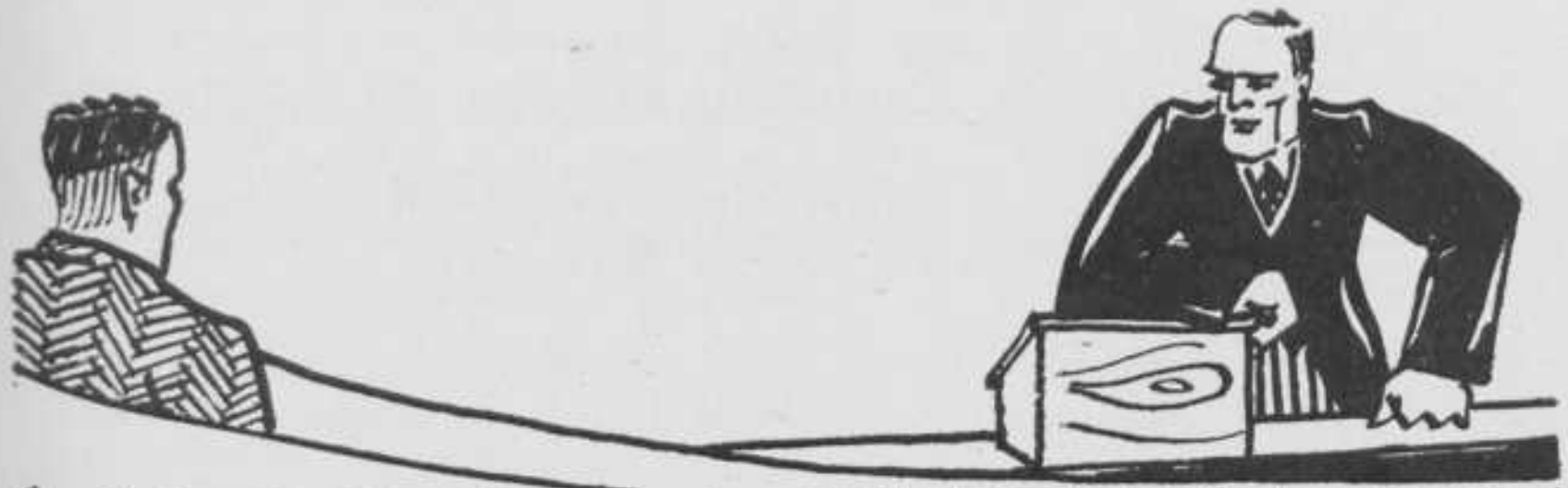
Ten slotte moge de veelzijdigheid van Wing Easton's wetenschappelijk werk U nog even voor den geest gebracht worden, door een oogenblik als met een flitslicht een reeks van namen, naast elkaar geplaatst, scherp in stralend licht te plaatsen: Artesische putten, Billitonieten, Diamant, Diëng plateau, geschiedenis van den Mijnbouw tot 1916, Koperertsen, Mangaanertsen, Modderwellen, Mijnontginning, Mijnwezen, Steenkolen en Bruinkolen, Tin en tinerts, Vulkanen, Wolframertsen, IJzererts, Zwavel. Die namen zijn de titels van even zooveel doorwrochte artikelen in de Encyclopaedie van Nederlandsch Indië van Easton's hand.

Ik heb U thans een overzicht, zij het ook een fragmentair, ge-

geven van het leven van den geleerde, dien wij hier heden eeren. Ik hoop, dat hij thans voor Uw geest staat als een man, krachtig van gestel en krachtig van geest, aan wien Nederland en Nederlandsch Indië veel te danken hebben; als een volhardend onderzoeker, die, wat de vermeerdering onzer kennis van den bodembouw van Oost-Indië betreft, naast Junghuhn en Verbeek behoort genoemd te worden; als een geoloog en mijningenieur van groote veelzijdigheid, oorspronkelijkheid en bijna ongeëvenaarde werkkracht, die tal van theoretische en praktische vraagstukken òf heeft opgelost, òf de oplossing nader heeft gebracht; en gij zult thans met mij wel willen gelooven, dat zoo iets slechts mogelijk is bij iemand, wiens leven wordt gedragen en wiens streven wordt geregeld door hooge beginselen en kostbare eigenschappen, als geestdrift, wilskracht, oorspronkelijkheid, waarheidsliefde en volharding.

Hooggeachte heer Easton,

Het is dan op grond van al wat de wetenschap aan U te danken heeft, maar meer in het bijzonder wegens Uw baanbrekend werk op geologisch en mijnbouwkundig gebied, vooral in verband met den bodembouw van Nederlandsch Oost-Indië, dat ik thans, namens den Senaat der Technische Hoogeschool, krachtens de bevoegdheid door de Wet toegekend, ten gevolge van het besluit van den Senaat, U, Nicolaas Wing Easton, verklaar te zijn Doctor in de Technische Wetenschappen, met alle rechten, die door wet of gewoonte aan dit doctoraat zijn verbonden, honoris causa.



VOORDRACHTEN EN BYDRAGEN

VERLEDEN EN HEDEN VAN HET BEGRIP „ROYALTY".

Beknopte inhoud van de Voordracht op 8 Maart 1928,
door Prof. Mr. D. van Blom.

De hedendaagsche beteekenis van het begrip „royalty" staat ietwat wankel. In Ned. Indië b.v. noemt men wel royalty-contracten die ex art. 5a der Ind. Mijnwet (die beoogen den lande meer te verschaffen uit particuliere ontginningen, dan de gewone concessiecijns zou bedragen), maar niemand minder dan Dr. Wing Easton (zie Encycl. v. N. Indië, II, blz. 841) noemt die overeenkomsten zoo niet, doch spreekt van een royalty-contract bij verkoop van ontginningsrecht door een concessionaris. De Amerikaan Van Wagener („International Mining Law", London—New-York 1918), gebruikt (zie zijn index) het woord als eensluidend met „duty".

Bruikbare omschrijving ware: uitkeering door den mijnexploitant aan dengeen, die, als eigenlijk rechthebbende op de delfstof, vergunning tot ontginning heeft te geven.

Met royaliteit (goedgeefschheid) heeft het niets te maken. Die eigenlijk rechthebbende was vroeger de koning; vandaar — want het woord is engelsch van oorsprong — het woord „royalty" ook, als thans die rechthebbende een ander is.

Het woord is te verklaren uit het engelsche recht inzake grondeigendom, teruggaande tot den tijd, toen boven- en ondergrond nog ongescheiden waren. Misschien gaat de historie terug tot de heerschappij der Romeinen in Engeland, of tot die der Saksen, of (op zijn minst) tot Willem den Veroveraar (1066-1087) aan wiens persoon, als kroon-drager, geacht werd te behooren de eigendom van alle land en alle mijnen. Royalty dus was eensluidend met koningsrecht, met wat elders de „regalia" werden genoemd (v.g.l. b.v. markt- en muntregalia). Schiep nu de koning „manors" (onze „grondheerlijkheden"), waarbij aan grootgrondeigenaren ook publiek gezag werd overgedragen, dan gingen op deze ook de, immers bij den bovengrond behoorende, rechten op

de delfstoffen over. En ook andere vormen van grondbezit belichaamden tevens rechten op de delfstof. Sporen van dat oude algemeene koningsrecht op de delfstoffen zijn in Engeland nog over: in the Forest of Dean, in 't graafschap Gloucester, in deelen van Derbyshire, van Cornwall, van Devon, van Wales, op het eiland Man, op de zeestranden en den zeebodem wordt nog heden ten dage de kroon als draagster van alle mijn-rechten beschouwd. Elders in Engeland niet meer, behalve ten aanzien van goud en zilver. Zie over een en ander Bainbridge, „A treatise on the law of mines and minerals", London, 1878, blz. 27, 35, 113. 119 v.v.

Die scherpe scheiding tusschen goud en zilver eener- en de „baser minerals" (toekomende aan den particulieren rechthebbende op den bovengrond) anderzijds kwam niet zonder strijd tot stand. Zij dateert, onbestreden, van een beroemd vonnis uit ± 1568, dat een eind maakte aan „the great case of mines", waarvan Bainbridge uitvoerig verslag geeft (blz. 119 en 122 v.v.), een proces tusschen de Kroon en den Earl of Northumberland; het vonnis maakte uit, dat de Kroon het recht had, op grond van den Earl ontginning van goud- en zilverhoudende koperertsen te vergunnen; het maakte dit uit op vierderlei grond: 1. de excellency van goud en zilver, die deze deed toekomen aan de Queen, being the most excellent person with in the realm (gelijk deze ook eigenaar was van alle steuren en walvisschen, being the most excellent fish in the sea); 2. op de Kroon rust de plicht het Rijk te verdedigen; tot dit doel zijn goud en zilver door de Voorzienigheid daar geschapen als onontbeerlijke schatvoorraad voor 's Lands defensie; 3. alleen de Kroon heeft het muntrecht; dus behoort haar alle goud en zilver; 4. ten slotte beroep op vroegere rechterlijke uitspraken. En het kopererts van Northumberland kwam de Kroon toe, omdat daarzonder goud en zilver niet konden worden gewonnen.

Nimmer heeft de wetgevende macht in deze rechtsopvatting wijziging gebracht. Sinds dat vonnis van den Lord Chief Justice Dyer geldt dus in Engeland als onbestreden recht, dat (behoudens de genoemde locale uitzonderingen en die van goud en zilver) de grondbezitter als afgeleid koningsrecht recht heeft op een deel van de opbrengst van de mijnen onder zijn grond, daar immers de delfstoffen eigenlijk van hem zijn.

Aan dezen toestand kleven twee bezwaren, een geldelijk en een technisch bezwaar.

Het minst ernstige bezwaar is dat van den geldelijken last, dien de royalty uitmaakt voor den mijnexploitant (den „mine-owner", in tegenstelling met den „mineral-owner", den grondeigenaar; aldus de thans in Engeland meest gebruikelijke terminologische onderscheiding); ernstiger is dat, voortspruitende uit het feit dat in den regel de mijnexploitant niet tevens eigenaar is van den bovengrond (dit is slechts voor $\pm$ $^1/_{12}$ der mijnvelden het geval), waardoor de mijnexploitatie zich richten moet naar de verdeeling van den bovengrond en naar soms onredelijke eischen van den bovengrondsrechthebbende.

Leerrijk zijn in dit opzicht de twee groote rapporten over de kolenindustrie van 1919 (Coal Industry Commission Oct. 1919) en 1926 (Royal Commission on the Coal Industry 1925).

Het geldelijke bezwaar komt hierop neer, dat in den detail-prijs van steenkool $\pm 1^1/_2\%$ aan royalty steekt; de engelsche grondeigenaren trekken er £ 6 millioen per jaar van; de afkoopsom werd geschat op £ 100 millioen. Men vergete hierbij echter niet, dat de marktprijs der kolen niet mede hierdoor bepaald wordt; engelsche kolen zijn niet per gulden $1^1/_2$ ct. duurder door de royalty, maar de beteekenis is deze, dat $1^1/_2\%$ van de opbrengst onthouden wordt hetzij aan de arbeiders, hetzij aan de mijnbouwmaatschappijen, hetzij aan den mijnbelasting heffenden staat, ten gunste van grondeigenaren, waaronder er zijn, die er slapende rijk van worden; vooral de mijnarbeiders voelen dit als de grootste grief; zij (met vele anderen) wenschen de royalties te zien komen aan den staat als vertegenwoordiger van het algemeen belang.

Reeds de commissie van 1919 wilde (evenals haar opvolgster van 1925) eenstemmig ontneming van de royalties; zij wilde bijna eenstemmig ontneming tegen schadevergoeding (aangezien de royalties in den loop der tijden een gewoon stuk particulier vermogen waren geworden, dat evenmin als ander particulier vermogen zonder schadeloosstelling mag worden onteigend); slechts drie der arbeiders-leden waren tegen „any compensation whatever", maar ook dezen waren niet consequent, daar zij wèl kleine royalty-owners, die zonder deze inkomst niet zouden kunnen leven, wilden schadeloosstellen. Het standpunt van deze minderheid vindt men terug in het merkwaardig wetsontwerp, afkomstig van de mijnarbeiders-organisaties (de Miners Federation Bill), dat een concrete belichaming gaf aan de denkbeelden van naasting der mijnen en der royalties en van staatsexploitatie der mijnen; het wetsont-

werp is afgedrukt bij Hodges, „Nationalisation of the mines", London 1920.

Ook Hodges erkent evenwel, dat het technische bezwaar veel belangrijker is dan het geldelijke: the principal effect of this change (de naasting der royalties) would be seen in the technical economies which could be effected, now and in the future, in the more scientific exploitation of the field (blz. 66).

De beide rapporten van 1919 en 1926 handelen uitvoerig over dit technische bezwaar. Het laat zich in hoofdzaken als volgt ontleden:

1. gemiddeld moet elke mijn het eens zien te worden met 5 bovengronds-rechthebbenden (mineral owners); in 't geheel zijn er een 4000 mineral owners in Engeland; een minderheid van hen is onhandelbaar, stelt exorbitante eischen;

2. hier en daar behoort de bovengrond aan talrijke kleine bezitters, waaronder die zoek zijn;

3. de van de bovengrondsche grenzen loodrecht afdalende denkbeeldige vlakken worden in de mijn tot „barriers left unworked" tot grooter omvang dan voor „safe and properworking" noodig is;

4. het afleiden van het mijnwater is nu te weinig gecentraliseerd;

5. de vaak grillige verdeeling van den bovengrond correspondeert in geenendeele met rationeele verdeeling der mijnvelden (zie instructieve kaartjes uit Zuid-Wales in Report 1919, vol. II, p. 111, overgenomen in Report 1926, vol. III, appendix 24).

Het wetsontwerp der mijnarbeiders had gewild (art. 4), dat alle mijnen „including all mineral wayleaves.... or other royalties" zouden worden overgedragen aan den Mining Council (rijksorgaan) en „shall for all purposes be deemed to be royal mines".

Ware aldus geschied, de kringloop van het begrip „royalty" zou dan voleindigd zijn; eens waren alle mijnen „royal", krachtens veroveringsrecht; zij zouden het opnieuw zijn geworden krachtens parlementair meerderheidsbesluit.

Maar het is niet geschied, trots den aandrang der beide commissies van '19 en 25.

Ten deele is dit toe te schrijven aan oppositie der rechthebbenden op de royalties, al zouden dezen dan ook zijn afgekocht; ten deele aan het feit, dat een wet van 1923 (the Mines Working Facilities and Support Act 1923) aan een deel der technische bezwaren is tegemoet gekomen; haar ernstigste gebrek blijft evenwel

dat zij niet mogelijk maakt wijziging in bestaande royalty-contracten (zie over deze wet Report 1926, vol. III, appendix 17 en den index); ten deele aan het feit, dat geheel verloren werd de mijnarbeidersstaking van 1926, die in hoofdzaak een anderen inzet had (niet districtsgewijs, maar nationaal onderhandelen over de arbeidsvoorwaarden) en welker mislukking ook de andere verlangens der mijnarbeiders oningewilligd deed blijven.

Niettemin zal denkelijk het vraagstuk der royalties in Engeland aan de orde blijven. Met het angelsaksisch deel van Noord-Amerika (dat het engelsche recht uit Engeland meenam) is Engeland het eenige land, waar de scheiding tusschen onder- en bovengrond nog niet voltrokken is (zie in Report 1926, app, 24, overzicht van andere landen). Voor Engeland is dit verklaarbaar m.n. uit het feit, dat bij grootgrondeigendom de technische bezwaren kleiner zijn dan bij sterk versnipperden grondeigendom. Maar ook voor Engeland zijn zij ernstig gebleken, ook omdat zij publieken wrevel wekken.

De commissie van 1925 (Report vol. I p. 78) spreekt uitdrukkelijk van „the discontent which is aroused by the system of privately owned royalties. Among the miners in particular there is resentment at a charge being levied upon the fruits of their labour for the advantage of individuals, in return for which, in their capacity as owners, neither work nor enterprise has usually been given on their part. It is unlikely that there will be lasting peace in the industry so long as this grievance continues without redress."

HET PROBLEEM DER OOST-AFRIKAANSCHE SLENKEN,

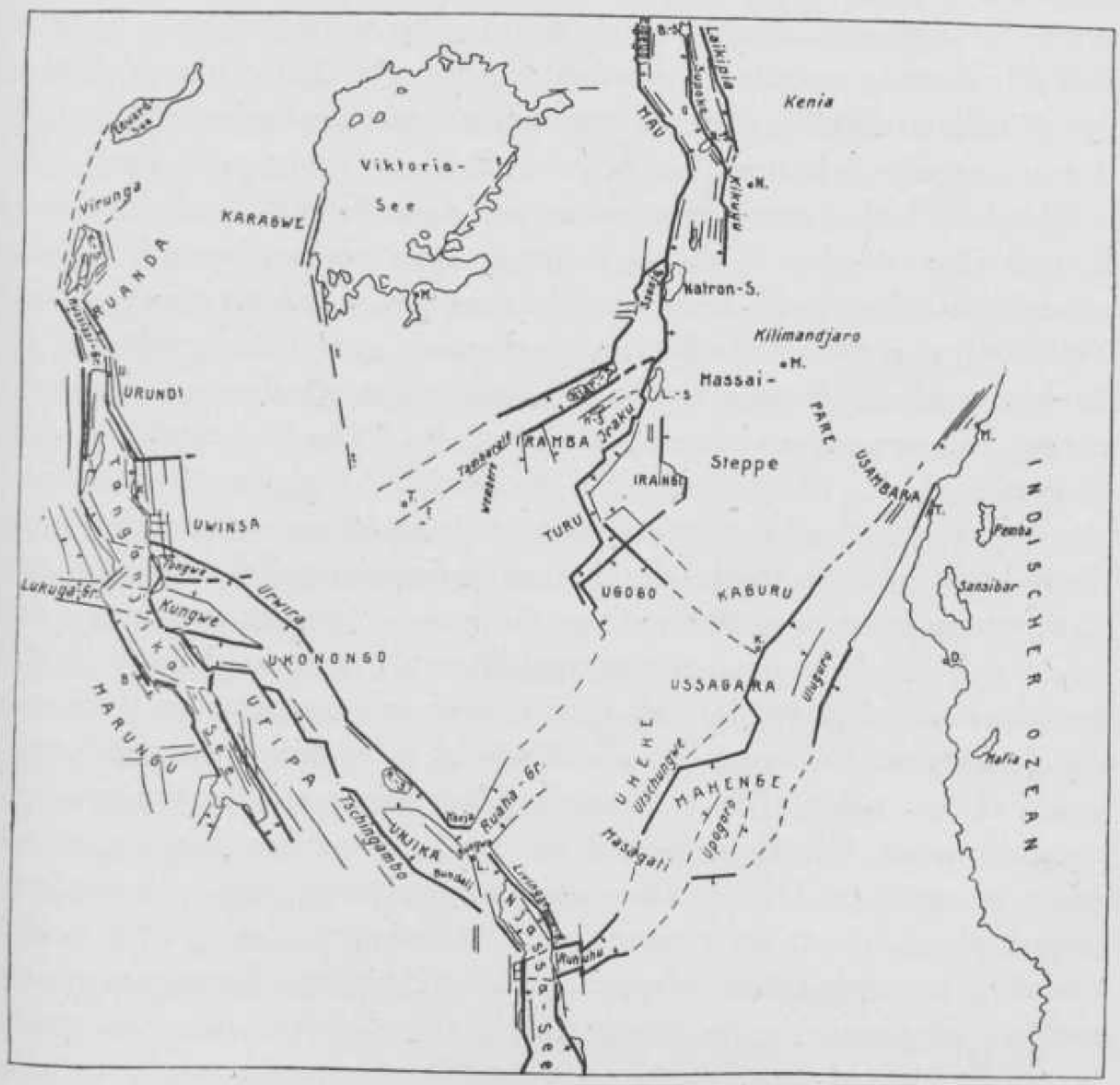
door Dr. Ir. N. H. van Doorninck.

Het geweldigst vertoont het slenkphenomeen zich in de Roode Zee: daar is de breedte het grootst; de diepte van de zee is tot over de 2000 m en de wanden gaan in Yemen tot 2000 m hoogte boven de zee, in Abessynië zelfs tot 4000 m. Tegen den kop van het schiereiland Sinai is een bifurcatie: één tak, nu veel smaller dan de Roode Zee zelf, gaat door de golf van Aqaba naar de Doode Zee en is door het Jordaandal tot in Sryië te vervolgen. De andere tak is de golf van Suez, die gewoonlijk als ouder beschouwd wordt als die van Aqaba.

Naar het Zuiden heeft de Roode Zee slechts een nauwe verbinding met den Indischen Oceaan. Maar de Abessynische bergen wijken hier terug en zóó houdt de slenk bij Aden toch haar volle breedte. De Franschman Douvillé is de eerste geweest, die deze tectonische lijn naar het Zuiden heeft willen laten vervolgen en wel door het Somalische Schiereiland naar de Oostkust van Afrika en de Straat van Mozambique. Maar toen het Rudolfmeer ontdekt was, maakte in 1891 Suess duidelijk, dat de Roode Zeeslenk met het Afrikaansche binnenland en niet met de Oostkust in verbinding staat. Ten Zuiden van de Roode Zee heeft men eerst den Abessynisch-Somalischen Driehoek, waarin zich het laagland van Afar bevindt, met sommige meertjes tot bijna 200 m onder zeeniveau; maar daarin is ook een eigenaardige secundaire horst, de Danakil-horst, eenigszins diagonaal gericht. De westelijke wand van de slenk is de Oostrand van het Abessynische Hoogland, die hier recht naar het Zuiden gaat; de oostelijke wand van de slenk komt van de kust van Britsch Somali-land. Zoo ziet men verband tusschen den Abessynisch-Somalischen Driehoek en de golf van Aden. De laatste kan dan ook als een dwarsslenk opgevat worden, maar dáárvoor is deze wel zeer breed. Tusschen Abessynië en Somaliland is de richting van de slenk meer naar het SW. In dit gedeelte zijn veel onregelmatigheden, die dikwijls opgevat kunnen worden

DE BREUKEN IN VOORMALIG DUITSCH-OOST-AFRIKA.

Schets der voornaamste tektonische lijnen.



Uit: Krenckel, „Geologie Afrika's."

als dwarsstoringen, die in de wanden doorloopen; één ervan maakt Addis Abeba gemakkelijk toegankelijk van het Oosten uit. De Abessynische slenk gaat verder langs eenige meren, waarvan het Marguerite-meer en het Stephanie-meer genoemd moeten worden. Ook treedt daarbij nog een bifurcatie op naar het Zuiden, waarvan de oostelijke tak doodloopt. Dan valt de slenk dwars in het Rudolf-meer; dit laatste meer moet men, ondanks zijn regelmatigen vorm, opvatten als een drievoudige bifurcatie naar het Noorden. Eén tak is de Abessynische slenk, die de verbinding vormt met de Roode Zee. De tweede vormt de benedenloop van de Omo-rivier en loopt dood in het zuidelijk gedeelte van het Abessynische hoogland. De derde bevindt zich tusschen deze beide in en loopt ook dood.

Met het Rudolf-meer zijn wij al in Kenya Colony, het vroegere Britsch Oost-Afrika. In dit gedeelte is de slenk het beste bekend, vooral door het werk en de publicaties van Gregory. Van de Zuidpunt van het Rudolf-meer gaat zij in een bijna rechte lijn, slechts met een flauwe bocht erin, naar het Zuiden en passeert eenige kleinere meren zooals Lake Baringo, Lake Elmenteita, Lake Naivasha, Lake Magadi en het Ntronmeer. Volgens Gregory zijn hier vooral veel verschuivingen in de slenk en wel parallel aan de richting van de slenk, die dus secundaire parallelle horsten en slenken geven, zooals de horst van Kamasia. Dwarsstoringen spelen in dit gebied slechts een ondergeschikte rol, maar ontbreken niet; voor zoover wij hier niet aan zeer breede plooien moeten denken, zijn het dwarsstoringen, die de slenk in meerendeels afvoerlooze bekkens verdeelen. Die bekkens hebben dus zout- of brakwater-meeren, zooals het Magadi-meer en het Natron-meer. Het Baringo-meer is zoet, omdat het door de poreuze lava heen een onder-grondschen uitlaat heeft naar het Rudolf-meer. Gregory heeft een dwarsstoring geconstateerd bij Lake Naivasha. Eveneens moet wellicht als dwarsstoring beschouwd worden de lijn der vulkanen: Kilima Njaro, Meru, Esimingor en vandaar naar de reuzenkraters van het Masai-land.

Hiermee hebben wij Tanganyika Territory bereikt: het vroegere Duitsch Oost-Afrika. In dat gedeelte treden veel onregelmatig-heden op. Ten eerste valt op het zigzag verloop van de slenk ten Zuiden van de reuzenkraters tot voorbij Kilimatinde aan den spoor-weg van Dar-es-Salaam naar Kigoma. Ten tweede zijn er drie doodloopende zij-armen: het Pagani-dal van de Kilima Njaro naar het Zuidoosten, de Eyasi-slenk met het Eyasi-meer en de Hohen-lohe-slenk naar het Zuidwesten. Verderop naar het Zuiden is de

geheele hoofdslenk niet meer te vinden, totdat zij als een zij-tak van de Rukwa-slenk ten Noorden van het Nyassa-meer weer te voorschijn treedt.

Ook het Nyassa-meer is een slenk: het niveau van dat meer is onugeveer 500 m boven de zee, de diepte gaat tot 700 m en komt dus tot 200 m onder zeeniveau. Die Nyassa-slenk zet zich verder naar het Zuiden voort door het Shire-dal tot aan de Zambesie. Enkele breuken in Portugeesch Oost-Afrika, ten Westen van Beira, worden er wel mee in verband gebracht. En sommige onderzoekers beschouwen ook de tectonische lijn van het Oost Transvaalsche bergland, als een met de slenken in verband staande breuk. Maar een duidelijke slenk bestaat er ten Zuiden van de Zambesi niet.

De Noordpunt van het Nyassa-meer werd vroeger wel verbonden met de Zuidpunt van het Tanganyika-meer. Tegenwoordig echter laat men de Nyassa-slenk zich vervolgen in de Rukwa-slenk. Er treedt daarbij de reeds vermelde bifurcatie op, waarin nog eenige uitgedoofde vulkaankegels aangetroffen worden. Het Rukwa-meer is afvoerloos en bevindt zich reeds dicht bij het Tanganyika-meer. Vandaar valt de slenk schuin in de Tanganyika-slenk en wel tegenover Albertville. Sommigen trekken haar door naar de Westzijde van het Tanganyika-meer, omdat zij dáár, in het Lukuga-dal een slenk meenen te zien. Maar het bestaan van een Lukuga-slenk is wel zeer twijfelachtig. Evenmin mogen de slenken in Noord-Oost Rhodesia, die van daar met de Zuidpunt van het Tanganyika-meer in verbinding zouden staan, zonder meer aangenomen worden. In den Katanga worden drie slenken genoemd. Over die van de Luapula-Moero is eigenlijk nooit een behoorlijke studie verschenen. Het bestaan van de Midden Lufira-slenk kan ik op grond van mijn eigen werk en studie ontkennen. Over de derde slenk, de Upemba-slenk, waarin de Lualaba stroomt, is een goede studie van Gornet verschenen en ook andere onderzoekers hebben er over geschreven, zoodat haar bestaan minder twijfelachtig is. Maar ook dat bestaan wordt door Behrend ontkent. Delhaye neemt van de Upemba-hlenk nog een zij-arm aan: die van de Beneden Lufira.

Het Tanganyika-meer is een gedeelte van de westelijke slenk, gewoonlijk de Centraal Afrikaansche geheeten. Deze strekt zich tot den Nijl uit. Het Tanganyika-meer zelf is met een diepte van 1400 m na het Baikal-meer in Siberië het diepste meer op aarde. Zijn waterspiegel is bijna 800 m boven zee-niveau, zijn grootste diepte, die ergens in de zuidelijke helft gelegen is, komt dus over de 600 m beneden de zee. De bergen terzijde verheffen zich op som-

mige punten tot 2500 à 3000 m hoogte. Bij Kigoma moet in het meer een drempel zijn, maar ik heb geen betrouwbare gegevens over de diepte ervan kunnen vinden. Volgens overleveringen van de inboorlingen zou die drempel in vroegere tijden nog droog geweest zijn. Zulke overleveringen schijnen mij nogal onbetrouwbaar, hoewel het natuurlijk niet onmogelijk is.

De slenk naar het Noorden vervolgend, komt men aan het Kivumeer. Dit laatste heeft een niveau van 1460 m, hetgeen een hoogte van 700 m boven het Tanganyika-meer beteekent. Eigenaardig is een dwarsdrempel, die vlak ten Zuiden van het Kivu-meer de slenk diagonaal van SW naar NE doorloopt. Als men van het Tanganyika-meer naar het Kivu-meer loopt, zooals ik in 8 dagen gedaan heb, dan klimt men de eerste 6 dagen maar weinig: Bugarama, waar men den zesden dag aankomt, is slechts 1100 m hoog. Dan stijgt men in één dag opeens tot 1700 m tegen dezen dwarsdrempel op en den achtsten dag daalt men tot 1460 m. De Rusini vormt de verbinding van het Kivu-meer naar het Tanganyika-meer en deze rivier heeft dus over een rechte afstand van 100 km een verval van 700 m. Dit verval is dus hoofdzakelijk boven Bugarama, waar zij met geweldige stroomversnellingen als een stortbeek den drempel afkomt en op één plaats zelfs een natuurlijke brug gevormd heeft. Maar ook beneden Bugarama heeft de Rusini nog een geweldig sterken stroom, wat mij in het vlakke land van de slenk op den derden dagmarsch, dus nog niet te ver van den Tanganyika, sterk frappeerde. Behalve den dwarsdrempel van Bugarama zijn er nog op enkele andere plaatsen uitloopers, sporen, die van den westelijken slenkrand uitgaan naar het NE, doch deze doorkruisen niet de geheele slenk. Als zoo'n spoor moet ook opgevat worden het schiereiland, dat in het Tanganyika-meer de baai van Burton of van Baraka vormt.

Aan de Zuidpunt van het Kivu-meer maakt de slenk een bocht en van hier af is de richting iets meer naar het NE. In het Noorden wordt de Kivu afgesneden door de Virunga vulkanen, die de hoogste drempel in deze slenk zijn en derhalve de waterscheiding tusschen Nijl en Congo vormen. Deze drempel is vulkanisch: het is dus twijfelachtig, of hij tevens een tectonische drempel is. Dit vulcanisme brengen sommigen in verband met een onregelmatige bocht in den Oostwand; ik zelf ben niet in de gelegenheid geweest die bocht waar te nemen, maar wel meen ik, toen ik op den top van de Nyamlagira stond, gezien te hebben, dat in het Westen de slenkwand naar het Noorden toe een verspringing naar het Oosten heeft.

Op de meeste kaarten komt die verspringing echter niet goed tot zijn recht. Gewoonlijk wordt aangenomen, dat vóór het ontstaan van de Virunga vulkanen het gebied van den dwarsdrempel van Bugarama af naar het Noorden afwaterde, dus naar het Edward-meer. Die vulkanen hebben toen dat dal afgedamd en zoo het Kivu-meer doen ontstaan, dat tenslotte zoo hoog werd, dat het naar het Zuiden een uitlaat vond door de Rusisi naar den Tanganyika; in haar bovenloop heeft dus de Rusisi een richting, tegengesteld aan de vroegere, hetgeen er wel aan te zien is. Ook het Kivu-meer zelf maakt sterk den indruk van een verdronken land te zijn. Bijna alle beken, die er in vallen, zijn naar het Noorden gericht en overal zijn diep in het land gaande baaien in het verlengde van die beken; daartusschen vormen de voortzettingen van de kammen der bergen steeds schiereilanden met voorgebergten en in het verlengde daarvan liggen reeksen eilandjes, die steeds lager en kleiner worden. Het niveau van het meer verschilt niet in vorm van een andere hoogtelijn en bijna overal, behalve aan den noordelijken oever, valt het land steil in het meer, dus zonder de geringste strandformatie en slechts hier en daar, aan de uiterste punten der baaien, zijn enkele moerassen. Misschien is het tengevolge van het ontbreken van strandformaties, dat in het Kivu-meer geen krokodillen aanwezig zijn en men er het, voor Afrika ongekende genot van een zwempartij kan smaken.

De diepte van het Kivu-meer ben ik niet te weten kunnen komen; ik heb wel eens vernomen, dat het 800 m diep zou zijn, maar bevestiging heb ik daarvan niet gevonden. Is dat getal juist, dan moet onder het tegenwoordige niveau van het Kivu-meer, dat een afdammingsmeer is, een echt slenk-meer verborgen zijn, want een diepte van 800 m zou een absolute hoogte van 600 m geven en het Edward-meer is al meer dan 900 m hoog. Ook de kleinere meren om de Virunga vulkanen maken den indruk van afdammingsmeren en zouden dientengevolge verdronken dalen zijn.

Naar het Noorden daalt de Centraal Afrikaansche slenk snel naar het Albert-Edward-Nyanza, kortweg het Edward-meer, dat ruim 900 m hoog is en een echt tectonisch meer van groote diepte is. Hetzelfde is het Albert Nyanza, dat in het verlengde van het Edward-meer ligt. Maar juist tusschen deze beide meren in bevindt zich het Ruwensori-gebergte, dat met toppen van over 5000 m het hoogste punt van de geheele Afrikaansche tafel is. Wel zijn Mount Kenya en de Kilima Njaro nog hooger, maar die twee zijn vulkanen en hun hoogte komt niet op rekening van de tectoniek. Wel zijn in

het Ruwensori massief vulkanen, maar deze zijn slechts van ondergeschikt belang voor den bouw: het essentiëele gedeelte zijn kristallijne schisten, die op onbegrijpelijke wijze zoo hoog gekomen zijn. Tegen het Ruwensori-gebergte bifurqueert de slenk: één arm gaat naar Lake George en verdwijnt daarna in het koninkrijk Toro. De andere volgt het Semliki dal en gaat met een boogje om den Ruwensori heen; de Westrand van de slenk is hier zeer duidelijk, zoodat men er niet aan behoeft te twijfelen, of het Semliki dal is de voortzetting van de slenk van het Edward-meer.

Het Albert-meer is dus een gedeelte van de Centraal Afrikaansche slenk, die verder naar het Noorden den Nijl af te vervolgen is tot Nimule. Daar schijnt zij te verdwijnen. Men heeft wel getracht haar met het Rudolf-meer te verbinden, maar voor die verbinding zijn toch geen goede aanwijzingen te vinden. Ook is er een geoloog, die haar als Dufile-slenk den loop van den Nijl af naar het NW tot Rejaf laat vervolgen, maar hiervan is in het terrein toch ook maar weinig te zien; bij Dufile en Nimule nog iets, bij Rejaf niets. Wel beteekent het Arabische woord Rejaf aardbeving, en zijn de omsterken van Rejaf de meeste seismische van den geheelen Sudan, maar het is toch wel zwak, om alleen op de seismiciteit een slenk te baseeren. Bovendien is de Nijl tusschen Nimule en Rejaf met zijn vele stroomversnellingen en watervallen een jeugdige rivier, hetgeen niet op een slenk wijst; het stuk tusschen het Albert-meer en Nimule, dat wel in een slenk is gelegen, heeft het uiterlijk van een oude rivier.

Dat het Nijldal ook verder naar het Noorden een slenkdal zou zijn, is ook wel eens beweerd, maar vooral de Egyptische geologen zijn van die meening teruggekomen. Verder zouden er slenken bestaan in het Sinai schiereiland; één geoloog heeft er zelfs vijf van geteld, maar ook dat berust op zwakke gronden.

Hiermede is de verspreiding van de slenken in Afrika gegeven. Geen slenk is dus Afrika's grootste meer, het Victoria Nyanza; wel valt hier en daar zijn kust met een tectonische breuklijn samen, maar in zijn geheel is het Victoria-meer een gewoon bekken. Zijn diepte is dan ook niet meer dan 80 m.

Thans kan overgegaan worden tot de bespreking van eenige der vele theorieën, die ter verklaring van de Afrikaansche slenken gegeven zijn, in de eerste plaats die van Gregory, den besten kenner der slenken of rift valleys, zooals hij ze noemt. Gregory denkt zich, dat door laterale samenpersing eerst een wijde anticli-

nale boog gevormd werd. Die boog beschouwd hij als een gewelf, gedragen door zijn twee steunpunten en volgens hem konden nu die twee steunpunten het gewelf niet meer dragen, werden zwakker enzakten weg, waardoor de sluitsteen van het gewelf inzakte en de slenk gevormd werd. Die slenk is dus aan weerszijden begrensd door afschuivingen, normal faults. Het eigenaardige van deze verklaring is, dat men eerst samenpersing heeft en daarna een weer uit elkaar gaan van de beide vleugels; de verklaring mist dus eenvoud. Maar persoonlijk heb ik een ernstiger bezwaar tegen deze theorie; die opplooiing is in haar wezen orogenese en nu ben ik het eens met het woord van Wegener: Gebirgsfaltung ist Zusammenschub unter Wahrung der Isostasie. Men kan zoo'n boog in zijn vorm wel als een gewelf beschouwen, dynamisch mag dat n.l. niet, daar het middenstuk, Gregory's sluitsteen, niet gedragen wordt door de eindpunten van den boog, maar door wat er direct onder is. Maar hier zij niet dieper op doorgegaan, daar dan het wezen van orogenese ter sprake zou komen en in dit gedeelte van Afrika orogenese juist niet veel voorkomt.

Wat Gregory's opvatting goed verklaart, is het volgende: veel van de hoogere gebieden van Afrika zijn smalle strooken hoogland juist langs de randen van de slenken, zooals op iedere hoogtekaart van Afrika goed uitkomt: zoo in Oost-Afrika, langs het Nyassa-meer, alsook langs de Centraal Afrikaansche slenk. Dat is ook te zien aan de hydrographie. De bronnen van de rivieren, die direct naar den Congo gaan, zijn tot vlak bij den westelijken slenkwand en naar de slenk toe wordt, ondanks haar diepte, slechts een heel klein gebied gedraineerd, zoowel bij het Tanganyika-meer als bij de meren Kivu, Edward en Albert. Hetzelfde ziet men ook aan de oostzijde van het Tanganyika-meer: de bronnen van de Kagera, tributair aan het Victoria Nyanza, bevinden zich vlak bij het Tanganyika-meer. In dat laatste meer komt eigenlijk geen enkele groote rivier behalve de Rusisi, die in de slenk zelve stroomt, en de Malagarasi, die een bijzonder geval is. Naar het Oosten zijn eenige afvoerlooze gebieden tusschen den Tanganyika en den Indischen Oceaan. Nu is er reden om aan te nemen, dat ook het bovengebied van de Malagarasi vroeger één of meer dergelijke afvoerlooze gebieden was; inderdaad is de verbinding gedeeltelijk ook nu nog maar gedurende de regenseizoenen; verder heeft de Malagarasi in haar benedenloop nogal jeugdige erosievormen, maar hooger op zijn groote uitgestrektheden moerassig gebied met weinig verval. Men kan dus aannemen, dat eenige afvoerlooze gebieden door de

Beneden-Malagarasi geroofd zijn en dat daardoor die rivier dien eigenaardigen loop gekregen heeft; haar voornaamste bron bevindt zich vlak bij het Tanganyika-meer en vandaar gaat zij met een grooten boog door het Oosten naar datzelfde meer toe. Een andere bron van de Malagarasi is nu vlak bij het Victoria Nyanza en dat is zeer merkwaardig, omdat de Kagera, tributair aan dat meer, vlak bij den Tanganyika ontspringt.

Bij Gregory is dus de slenk zelf door rek ontstaan. Anderen, b.v. Ball van de Geological Survey van Egypte, laten de slenk zelf ook door druk ontstaan en de geheele genese wordt nu wel eenvoudiger. De kanten van de slenk zijn hierbij opschuivingen, reverse faults. Volgens zijn zeggen, heeft Gregory overal normal faults waargenomen, maar zoo iets te constateeren is toch wel zeer moeilijk en voor discussie vatbaar. Bij Suez heeft Ball juist een opschuiving waargenomen en Gregory heeft dat toegegeven. Holmes echter heeft een verklaring gegeven, hoe het voor kan komen, dat men bij een slenk, door samenpersing ontstaan en dus met opschuivingen, toch aan de oppervlakte alleen maar afschuivingen zou kunnen vinden, n.l. wanneer na het ontstaan van de slenk de uitstekende gedeelten van de wanden naar beneden afgeschoven zouden zijn. Maar er is nog een verschijnsel, waar de verklaring door samenpersing in het voordeel is boven die door rek: dat is de Ruwensori. Daar ter plaatse is juist niet de sluitsteen van het gewelf ingezakt, maar de twee steenen aan weerszijden ervan, waarbij nu de sluitsteen rechtop bleef staan. Zijn de wanden van dien sluitsteen afschuivingen, dan staat hij zeer vreemd in de lucht; bij opschuivingen wordt die sluitsteen beter ondersteund.

Een andere verklaring is die van Moore. Moore leidde tegen het einde van de vorige eeuw twee expedities naar het Nyassa- en Tanganyika-meer. Hij nam waar, dat het land het dichtst bij de slenk het hoogst is, er heen langzamer of vlugger stijgt, maar naar den slenkbodem toe zeer plotseling daalt. Daarbij meende hij op te merken, dat ook de lagen zelf van de slenk af hellen naar de kusten van de Oceanen toe. Hij spreekt nu van een eurycolpische plooi, waarmee hij bedoelt een breede plooi van twee asymmetrische zadels, overhellend naar het midden en een symmetrischen synclinaal ertusschen. Mij is daarin niet duidelijk, waar nu toch de steilstaande of overkipte vleugels van de anticlinalen blijven: men zou die vleugels door opschuivingen kunnen vervangen en Moore spreekt dan ook van het optreden van faults en zegt, dat die vleugels naar de slenk toe opgeschoven zijn, terwijl dan het

gedeelte van de slenk niet gezakt, maar op zijn plaats gebleven is. Ook vermeldt hij duidelijk laterale compressie. Maar in zijn profielen geeft Moore de zijkanten van de slenk als afschuivingen en niet als opschuivingen. Hoe dat mogelijk is, is mij onbegrijpelijk, gelukkig niet alleen aan mij: Moore is hierover en over zijn geheele theorie van eurycolpische plooien sterk aangevallen, vooral door Blanford.

Volgens Moore is nu met zijn opvatting alles heel gemakkelijk te begrijpen en blijven er geen moeilijkheden meer over. Maar dat het probleem der slenken zoo eenvoudig niet is, is bij de beschrijving van de regionale verspreiding al wel gebleken. Het is echter nog ingewikkelder, dan men uit de daarbij vermelde onregelmatigheden alleen zou afleiden. Moore neemt zonder meer aan, dat de vorming der slenk van zeer jongen datum is en dat is de meening van iederen geoloog, die de slenken voor het eerst ziet, zoo ook Gregory, maar Gregory is later wel tot de overtuiging gekomen, dat die breuken een langere geschiedenis gehad hebben. Gregory laat zijn opplooiing beginnen in het Boven-Krijt en wel terwille van de oudste vulkanische formatie van Kenya Colony, die hij met de Deccan traps van Indië paralleliseert. De eerste slenkvorming in Kenya Colony heeft nu volgens Gregory in het eoceen plaats en wel, omdat de vulkanische afzettingen, die hij als eoceen beschouwt, nog langs de breuklijnen verschoven zijn. De volgende vulkanische gesteenten van oligocenen ouderdom zijn dat niet meer. Dien oligocenen ouderdom baseert hij op fossielen in een lacustrische afzetting onmiddellijk erboven, welke fossielen oud--mioceen zijn. Uit de verbreiding van die miocene afzettingen blijkt ook, dat de slenk toentertijd al aanwezig was. Maar tevens zijn er aanwijzingen, vooral bij de vulkanische gesteenten van Kenya Colony, dat de bewegingen langs de breuklijnen langer aangehouden hebben en gedeeltelijk zeer recent zijn, zooals het relief doet vermoeden. Uit de vondst van een oligocenen zeeëgel bij het Nyassa-meer heeft men besloten, dat in het oligoceen de slenk er al was, òf dat zij zich toen vormde. In Somaliland zijn aanwijzingen, dat de slenk post-eoceen is, omdat krijt en eoceen verschoven zijn, daarentegen ook dat de slenk in het mioceen bestond. Wat de ontstaansdatum van de Roode Zee betreft: de Egyptische geologen nemen aan, dat deze voor het oligoceen en na het krijt valt. Bijna overal blijken meerdere bewegingen te hebben plaats gehad, zoodat van een enkelvoudige slenkvorming niet gesproken mag worden, hetgeen Moore zich echter veroorlooft.

Er zijn echter nog meerdere complicaties. Bij Albertville aan het Tanganyika-meer heeft Fourmarier uit Luik verschillende verschuivingen aangenomen, die hij tot drie systemen vereenigt. Eén systeem, N-S gericht, gewoonlijk eenigszins naar het NNW, is volgens de hoofdrichting van het Tanganyika-meer. Een tweede NW-SE, is in de richting van de Rukwa-slenk en de derde is NE-SW. Fourmarier wil deze systemen over geheel Oost-Afrika uitbreiden en ziet nu in het predomineeren van één van die systemen de reden, waardoor een bepaald meer in een zekere richting een lengte-as heeft, hetgeen de meeste Afrikaansche meren ook wel laten zien. Nu ben ik bang, dat Fourmarier met het aannemen van die verschuivingen bij Albertville toch wel iets te vlug is geweest, daar er bij andere auteurs veel minder over te vinden is. Zeer gewaagd lijkt het mij echter, om zóó te generaliseeren en het bestaan van die plaatselijk waargenomen richtingen over geheel Oost-Afrika uit te breiden. Bovendien geeft Fourmarier eigenlijk geen verklaring van de genese van de slenken, maar slechts een opvatting over de natuur van de slenkwanden. Hierbij moet echter nog iets aangestipt worden. Fourmarier laat voor den mond van de Malagarasi een verschuiving loopen en daarbij veronderstelt hij, dat, wat ten Westen ervan ligt, ouder is dan wat ten Oosten ervan ligt, dus dat het westelijk gedeelte relatief ten opzichte van het oostelijke omhoog gekomen is. In dat geval wordt echter het Tanganyika-meer geen slenk, maar een horst, hetgeen voor een meer van 1400 m diepte toch moeilijk aan te nemen is.

Men zou aan de Afrikaansche slenken nog een andere uitlegging kunnen geven en wel dezelfde, die Molengraaff aan de slenken in den ondergrond van Zuid-Limburg geeft. Hij neemt daarbij aan, dat de essentieele component van de verplaatsing langs de breuklijnen de horizontale is en parallel aan de strekking ligt en dat de verticale component, die het ééne gedeelte ten opzichte van het andere doet stijgen of dalen, maar gering is in vergelijking met die horizontale. Voor Limburg heeft deze verklaring het voordeel, dat vele schommelingen, die voor de verschillende dikten der afzettingen noodzakelijk aangenomen moesten worden, kunnen vervallen en de tectoniek dus veel eenvoudiger wordt. Voor zoover mij bekend is, is een dergelijke verklaring voor Afrika nooit beproefd. Zelf heb ik daar te weinig waarnemingen gedaan, om dat aan te durven en aan de publicaties van anderen met een andere meening heeft men daarvoor niet genoeg. Maar toch zal ook deze opvatting wel moeilijkheden meebrengen. Zoo moge hierbij het bestaan van

smalle horsten parallel aan de slenken begrijpelijk lijken, inderdaad is dat toch niet het geval, daar aan de andere zijde van die horsten geen groote breuklijnen in het oog springen. Verder moet als eventueele moeilijkheid voor deze Limburgsche opvatting genoemd worden: de gebogen vorm van de Centraal-Afrikaansche slenk; dan ook het zigzag verloop bij Kilimatinde en tenslotte het Ruwensori massief, dat zich juist in het verlengde van een slenk bevindt.

De laatste opvatting, die besproken moge worden, zij die, volgens de theorie van Wegener. Over die theorie zelve behoeft hier natuurlijk niet te worden uitgeweid. Wat het ontstaan van de slenken betreft, daarvoor wordt hierbij verondersteld, dat de slenkwanden direct aan elkaar vastgezeten hebben, en horizontaal uit elkaar zijn gegaan, dus door lateralen rek, en dat tusschen die twee wanden van sialische gesteenten het simatische materiaal omhoog is gekomen. Wel vindt men ook op vele plaatsen in de slenken hetzelfde materiaal als op de zijhorsten, zoo b.v. in den dwarsdrempel van Bugarama, maar dat is geen moeilijkheid, aangezien dat uit-elkaar-gaan niet al te schematisch moet worden verondersteld: er kan daarbij gedeeltelijke slenkvorming, achterblijven van kleinere schollen, uitrekking van de sialmassa en ook wel andere onregelmatigheden optreden, zooals Wegener in zijn profielen geeft. De theorie van Wegener heeft voor het slenkprobleem toch wel eenige, niet te miskennen voordeelen. In de eerste plaats is daar het feit, dat deze opvatting der slenken in het universeele beeld der aardsche tektoniek volgens Wegener past. Geen andere compositie brengt zooveel en zoo verschillende dingen zóó goed met elkaar in verband. Gregory legt weliswaar verband tusschen zijn rift valleys en het ontstaan van den Indischen Oceaan (met inzakking van den bodem), maar bij hem blijft er toch een schril en onverklaarbaar constrast tusschen de Afrikaansche en de Amerikaansche tektoniek. Een ander sterk argument voor de theorie van Wegener is de evenwijdigheid van de beide slenkwanden, welke vooral bij de Roode Zee, het Nyassa-meer, den Tanganyika- en het Albert Nyanza goed te zien is. Voor het Tanganyika-meer heb ik gezocht naar een bathymetrische kaart om te zien, voor welk niveau speciaal de aansluiting der beide kusten het best is, maar ik heb er geen kunnen vinden. De theorie van Wegener vindt ook steun in de ongelijke diepte van den slenkbodem, waarvan ik als voorbeeld wil noemen het verschil in hoogte van den drempel van Bugarama (1700 m) met de diepte van het Tanga-

nyika-meer (600 m onder de zee). Ook andere onregelmatigheden zijn voor Wegener's theorie minder groote bezwaren; zoo de sporen aan de noordzijde van het Tanganyika-meer, het zigzag verloop bij Kilimatinde, het ontbreken van de geheele slenk ten Noorden van het Nyassa-meer en andere. Ook de bij de slenken optredende gravitatie-anomalieën dienen als een argument voor Wegener's theorie. En tenslotte het volgende: Moore heeft bij het Nyassa-meer gevonden, dat er aan de Zuidzijde van het meer aanwijzingen zijn voor een recente daling van het meer, maar aan de Noordzijde juist aanwijzingen voor het tegenovergestelde: recente stijging van het meer. Hoewel Moore dit voor zijn verklaring van eurycolpische plooien ook gebruikt, is dit met Wegener's theorie toch veel begrijpelijker. Wegener laat gedurende het jongste diluvium de Noordpool in Europa zijn; met het voortschrijden van die pool naar zijn tegenwoordige plaats moet er transgressie optreden in de Noordhelft van het Nyassa-meer en regressie in de Zuidhelft. De Tanganyika moet natuurlijk hetzelfde doen, maar daar treden complicaties op, die nog vermeld zullen worden, waardoor het verschijnsel niet goed te constateeren valt. Het Rudolfmeer is minder goed bekend en de andere meren zijn òf te ondiep, of te kort.

Om genoemde redenen geef ik persoonlijk de voorkeur aan de theorie van Wegener boven de andere verklaringen omtrent het ontstaan van de slenken. Maar het valt niet te ontkennen, dat ook de theorie van Wegener moeilijkheden meebrengt. Zoo zou men hierbij verwachten, dat daar, waar het simatisch materiaal te voorschijn treedt, geen sialisch meer aanwezig zou zijn, en nu zijn er juist bij de Virunga-vulkanen aanwijzingen, dat de ondergrond uit graniet bestaat. Belangrijker is echter het feit, dat juist aan de randen van de slenken zulke smalle langgerekte horsten voorkomen, dat dus de lippen van de slenk opgekruld zijn, alsof het negerlippen waren. Hiervoor is eigenlijk geen in het kader van Wegener's theorie passende verklaring te geven. En ook het Ruwensori-massief blijft een groot struikelblok. Volgens Wegener's theorie kunnen groote hoogten ontstaan door orogenese, maar dat hebben wij bij den Ruwensori niet. Ook kan het land omhoog komen door regressie van de zee, wat meer op poolverplaatsing teruggeleid kan worden, maar daarvoor is de Ruwensori zoowel te hoog als te weinig uitgebreid. Men kan het dus alleen beschouwen als een gedeelte, dat op zijn eigen hoogte is blijven staan, terwijl aan weerszijden een gedeelte is weggevoerd of ge-

deeltelijk weggezakt. Maar dan zou heel Afrika aan den Ruwensori afgeschoven zijn!

Op eenzame avonden van mijn reis door Afrika heb ik tengevolge van de gecompliceerdheid van het slenkenprobleem mijzelven eens de vraag gesteld, of die slenken inderdaad wel bestaan en zoo ja, of zij wel op de beschreven wijze met elkaar samenhangen en vereenigd mogen worden tot dat grootsch geheel, dat bijna geheel Afrika doorloopt. Men moet toch niet vergeten, dat geologische waarnemingen in Afrika nog maar dun gezaaid zijn en dat er over de geologie van Afrika maar al te vaak gephantaseerd wordt. Als van Europa zoo weinig bekend was, als nu van Afrika, dan zou men ook in Europa, uitgaande van de Rijnslenk tusschen Schwarzwald en Vogezen, een groot systeem van slenken kunnen aannemen op niet veel zwakker gronden, dan thans misschien voor Afrika gelden. Daarom heb ik naar bewijzen gezocht voor het bestaan van de Afrikaansche slenken en haar onderlingen samenhang. Voor het eerste heb ik veel argumenten gevonden, voor het laatste ook enkele. Maar men moet wel voor oogen houden, dat de slenken zeer gecompliceerde dingen zijn en niets zou foutiever zijn dan de meening, dat zij als in één keer aangelegde greppels heel Afrika zonder onregelmatigheid doorloopen. En verder moet niet vergeten worden, dat, hoe belangrijk de slenken als geologische lijnen ook mogen zijn, zij toch ten achter staan bij de omtrekslijnen van de Afrikaansche tafel, die zich bijna overal zonder continentaal plat uit groote zeediepten verheft.

Onder de argumenten voor het bestaan van de slenken mogen het eerst de geomorphologische genoemd worden. Maar in het algemeen is het gevaarlijk om voor de verklaring van geomorphologische abnormaliteiten tectonische gebeurtenissen aan te nemen. Echter zijn de diepten van de Doode Zee en die van de Roode Zee en ook die in verschillende slenkmeren zoo groot, dat zij moeilijk als eenvoudige erosie- of denudatieverschijnselen te begrijpen zijn. Daarbij zijn de wanden van de slenken dikwijls zeldzaam duidelijk in het terrein te zien en ook vaak over groote afstanden te vervolgen. Hem, die naar Indië gereisd is, is in de Roode Zee zeker de hoogte van de kusten opgevallen. Ook in Oost-Afrika zijn de slenkwanden zeer frappant, voor zoover zij tenminste niet door vulkanische vormen uitgewischt zijn: aan den spoorweg door Kenya Colony is zelfs een station dat Escarpment heet. Ook het Nyassa-

meer heeft zeer steile kusten en hetzelfde is het geval met het zuidelijk gedeelte van het Tanganyika-meer. Op de hoogte van Albertville en Kigoma zijn de wanden minder steil en scherp, en wel omdat hier, in tegenstelling met elders, geen kristallijne gesteenten aan den dag treden, maar onveranderde sedimenten: op den Westoever van triassischen ouderdom, op den Oostoever het Kundelungu-systeem, hetgeen wellicht van devonischen ouderdom is. Bij Albertville heb ik den slenkwand gezien, maar ik was er te dicht bij om er een goeden indruk van te krijgen. Bij Kigoma waren wel eenige kapen en bergen, maar een duidelijke lijn maakten zij niet. Aan de Noordzijde van het Tanganyika-meer ziet men weer zeer duidelijke slenkwanden, zoowel aan de Westzijde bij Uvira, als aan den Oostkant bij Usumbura. Bij de laatste nederzetting, als een vlak terrein tusschen bergen en het meer. In het dal van de Rusisi heb ik de slenk heel goed kunnen zien, waarvan de wand slechts hier en daar onduidelijk gemaakt werd door de uit het Westen komende sporen en verder door den drempel van Bugarama. Op het laatste punt verloor ik de slenk uit het oog, daar zij den indruk maakt naar het NE in een punt te eindigen. Dat kwam, omdat ik mij niet hoog genoeg bevond: was ik op de bergen ten W. van de Rusisi geweest, dan had ik ook het doorloopen van de slenk over den drempel kunnen waarnemen.

Aan het Kivu-meer ziet men van den oostelijken slenkwand niets meer. Ik heb van Kisenyi aan de NE-zijde van het meer een tocht naar het Oosten ondernomen, waarbij ik in de verte wel hooge bergen gezien heb, maar toch niet een duidelijken slenkwand. De Westoever van het Kivu-meer is de Westwand van de slenk. De wand heb ik bij Sake beklommen, waar zij zeer steil is. Even voorbij Sake krijgt men dan een vooruitspringen van dien wand naar het Oosten. Op mijn reis van de Virunga-vulkanen naar Uganda heb ik bij Kigesi den Oostwand beklommen en die is daar zeer duidelijk: zij bestaat uit kristallijne schisten en kwartsieten, die scherp tegen het vulkanisch gebied van de slenk afsteken. Men vindt bovenop den slenkwand een halteplaats, vanwaar men een prachtig panorama geniet over de slenk met zijn meertjes en vulkaantjes, gedomineerd door den geweldigen Muhavura; dat was mijn laatste gezicht op de Kivu-vulkanen. Naar het Noorden wordt deze Oostzijde minder duidelijk, maar dan is de Westwand weer zeer scherp in het terrein te vervolgen. Die bevindt zich ten SW. en ten W. van het Edward-meer en loopt door ten W. van het Semliki-dal. Ik ben daar echter niet zelf geweest, maar wel genoot ik het panorama

erop gedurende een autotocht naar het missiestation Kichwamba, iets ten S. van Kasinga aan het NW-einde van het Edward-meer. Behalve de duidelijke Westwand in de verte zag ik den Ruwensori, die echter zijn sneeuwtoppen gedeeltelijk in de wolken had en de door vulkanisme en erosie-dalen onduidelijke Oostzijde van de slenk. De arm, die naar Lake George en het landschap Toro gaat, is niet duidelijk, die van het Semliki-dal moet duidelijker zijn. Zeer frappant is weer de slenk van het Albert-meer. Den Oostwand ben ik in een geweldigen zigzag bij Butiaba afgedaald en de Westzijde maakt uit de verte een nog grootscher indruk. Hier ziet men zelfs hangende dalen aan de Oostzijde. Ten Noorden van het Albert-meer is niet veel van de slenk in het terrein te zien. Even voorbij Wadelai, het oude kamp van Emin Pasha, zijn eenige bergen, die aan een slenkwand doen denken. Maar van Rhino Camp naar Arua heb ik er niets van waargenomen.

In het algemeen, ziet men dus in het terrein scherp afgesneden wanden en hoewel Abessynië een slecht bekend land is, kan men toch zeggen, dat die wanden doorloopen van de Roode Zee tot de Zambesi, met alleen een onderbreking ten Noorden van het Nyassa-meer. Mag men nu zonder meer tot het bestaan van de slenken besluiten? Volgens Behrend mag dat niet, daar volgens hem steilranden een natuurlijke erosievorm van Afrika zijn. Maar als men nu van tijd tot tijd aan den voet van die randen breccies vindt met stukken van wrijvingsspiegels en als men een enkele maal de verschuiving zelf waarneemt, dan wordt het bestaan van de slenken toch wel hoogst waarschijnlijk. Ik zelf heb helaas nooit dergelijke waarnemingen gedaan, maar Gregory beweert, dat hij zulke herhaaldelijk gedaan heeft. Indien de profielen, die hij geeft, geheel op waarnemingen berusten, is daarmee het bestaan van de slenk ter plaatse van die profielen bewezen, want hij geeft dezelfde afzetting, die hij in de slenk op een zekere diepte vindt, in de slenkwanden in een hooger niveau. Voornamelijk zijn het vulcanische formaties, die in Kenya Colony zoo langs de wanden verschoven zijn, en wel de Kaipitian phonoliet, die hij met de Deccan traps paralleliseert en ook nog de eocene vulcanische gesteenten. Dat in de diepte jongere lagen voorkomen dan in de wanden, zonder dat die jongere lagen zich ook in de hoogten terzijde bevinden, is geen bewijs voor het bestaan van de slenk, maar wel een sterke aanwijzing ervoor. Wèl zou men een gewoon erosie-dal kunnen aannemen, waarin lagen afgezet zijn, die zich niet op de omringende

heuvels hebben afgezet. Maar nu sommige zanden en keien van de omstreken van het Albert-meer van pliocenen en oud-plistocenen ouderdom zijn, zou dus dat erosie-dal in het plioceen al bestaan moeten hebben en daarvoor is de scherpte der rand toch een àl te groot bezwaar. Behalve aan het Albert-meer komt jongtertiair ook voor aan de Roode Zee, in Abessynië en in sommige lacustrische afzettingen van Kenya Colony. Maar gewoonlijk is de slenkbodem ingenomen door alluvia, vulcanische gesteenten of meren, ook wel door dezelfde kristallijne gesteenten als diegene, die in de wanden voorkomen.

Onder de geomorphologische argumenten moet ook nog gerangschikt worden het voorkomen van onregelmatigheden in de hydrographie van Oost-Afrika, die door Gregory aangeduid zijn.

Thans gaan wij over tot de biologische argumenten voor het bestaan van de slenken. Daarbij denke men in de eerste plaats aan de eigenaardige fauna van het Tanganyika-meer. Moore heeft met zijn beide Tanganyika-expeditie's zeer nuttig werk verricht: hij verzamelde vele dieren uit het meer en bracht zelfs 200 nieuwe soorten mee terug, waarvan hij de meeste zelf determineerde. Hoewel de overeenkomst van de fauna van den Tanganyika met die van de zee vroeger al opgevallen was, heeft vooral het werk van Moore deze overeenkomst goed aangetoont. Wel zijn er in het Tanganyika-meer dieren, die in alle zoete wateren van Afrika voorkomen, maar daarnaast zijn er vele, die alleen of bijna alleen tot het Tanganyika-meer beperkt zijn. Zoo bv. twee krabben, twee garnalen, sommige sponzen, sommige protozoën en vele visschen van de familie der Cichlidae en, als nog typischer verwanten van zeedieren, verscheidene gastropoden, een enkele gymnolaemate bryozo en de kwal, geheeten Limnocnida tanganyicae. Deze dieren geven aan de fauna van het Tanganyika-meer zoo iets aparts, ook tegenover meren, die er toch genetisch mee in verband staan, zooals het Nyassa-meer en het Kivu-meer. Met zijn verklaring van deze halolimnische fauna is Moore minder gelukkig geweest. Terwille van het ontbreken van een reliktenfauna in de andere meeren nam Moore verbinding aan met den Atlantischen Oceaan door het tegenwoordige Congo-bekken. En wegens de overeenkomst, die hij meende te zien met mariene fossielen uit het Juratijdperk, dacht hij zich het contact op het einde van de Jura verbroken. Zoo sluit dus zijn reliktenfauna van den Tanganyika zich aan bij de fauna uit het oölithicum van Engeland. Hierover is Moore van vele zijden aangevallen. In de eerste plaats merkt

Cornet op, dat er van jurassische afzettingen in het Congobekken niets te vinden is en dat er verder ook geen aanwijzingen zijn voor eenige uitbreiding van den Atlantischen Oceaan zoo diep Afrika in. Huddleston de beste kenner van de jurassische fossielen in Engeland, ontkent wel het relikten-karakter van de Tanganyika-fauna niet, maar noemt de vergelijking met Jura niet gelukkig. Hij zegt, dat de Tanganyika nog een probleem blijft.

Anderen ontkennen het halolimnische karakter en de opvatting als relikten-meer, zoo bv. Cunnington, de leider der derde Tanganyika-expeditie. Na het bekend worden van andere zoetwaterkwallen in den Niger en in de Amazone, is dat ook mogelijk geworden. Stromer oppert het idee van convergentie, waaronder verstaan wordt de mogelijkheid, dat onder ongeveer gelijke omstandigheden ongeveer gelijke evolutie plaats heeft, en hij denkt zich den Tanganyika als een vroeger afvoerloos zoutmeer, dat ook in grootte aan een zee nabij kwam, waarin dus op mariene soorten gelijkende dieren ontstonden. Als we die convergentie eens even buiten beschouwing laten, dan moeten we toch besluiten, dat er veel voor te zeggen is, dat het Tanganyika-meer vroeger een ander regiem heeft gehad; ja, zelfs mag de vraag gesteld worden, of thans inderdaad het water tot op de grootste diepten wel zoet is; nergens heb ik gelezen, dat watermonsters uit de diepte genomen en onderzocht zijn. Op het oogenblik watert het Tanganyika-meer af naar den Congo door middel van de rivier Lukuga. Die Lukuga is zelf al een probleem. Zij is in 1874 door Cameron ontdekt, die echter lang getwijfeld heeft, of de Lukuga uit of in het meer stroomt en pas na een paar dagmarschen naar het Westen tot het eerste besloont. Maar later is dat weer tegengesproken op grond van een enquête onder de negers, waarbij uitkwam, dat in Cameron's tijd de Lukuga naar het meer toestroomde. Ook Stanley in 1876 heeft twee dagmarschen lang langs de Lukuga moeten reizen, voor hij haar naar het Westen zag stroomen. Het meest waarschijnlijke is wel, dat in dien tijd de stroomrichting van het bovenste gedeelte van de rivier intermitteerde met de seizoenen. Maar in latere tijden, zoo na 1880, vond men er een reusachtigen stroom uit het meer gaande, waarbij men op moest passen, dat men niet met zijn boot uit het meer, in de Lukuga, getrokken werd. In dezen toestand troffen Delcommune en Von Wissmann haar aan. Ook na dien tijd zijn er nog vele veranderingen in den toestand van de Lukuga geweest. Toen ik er was, was het

een langzaam uit het meer stroomende rivier, zoo breed als de Schie bij Delft ongeveer.

De grootte en de stroom van de Lukuga wordt, evenals bij iedere andere rivier, beheerscht door de erodeerende werking stroomafwaarts, daar rivier-erosie terugschrijdend is. Maar het bestaan van een meer is een abnormaliteit en het niveau van het meer heeft natuurlijk ook invloed op den uitlaat. Die stand nu is zeer veranderlijk, hetgeen men weet door directe waarneming, en wel niet alleen veranderlijk met de seizoenen, maar ook in grootere perioden. Zoo is de stand sinds 1880 aan het zakken. Daarvoor steeg hij echter, zooals men ook uit mededeelingen van de ouden van dagen onder de inboorlingen weet. Zelf heb ik meegemaakt, dat bij aankomst op de reede van Usumbura het meer er 10 cm lager bleek te zijn dan bij de vorige aankomst van diezelfde boot 14 dagen te voren. Ook zijn er aan het Tanganyika-meer opgeheven terrassen, en wel met dezelfde schelpen, als in het meer worden gevonden; sommige van die terrassen schijnen 350 m boven den tegenwoordigen stand van het meer te zijn. De oorzaken van de niveau-veranderingen zijn natuurlijk op de klimatologie terug te brengen: zoo de seizoenale verschillen; zoo het verschil in regenval voor verschillende jaren en verschil in bestraling door de zon; doch zoo ook de klimatologische schommelingen van grootere periode. Op meerdere plaatsen in Afrika zijn aanwijzingen, dat het klimaat er niet altijd zoo geweest is, als nu. Er zijn ook nog andere factoren, die met het klimaat niets te maken hebben. Wij hebben gezien, hoe het Kivu-meer vroeger naar het Noorden afwaterde, maar toen door de Boven-Rusisi tributair werd aan den Tanganyika; dat is natuurlijk vrij plotseling gegaan en die verandering moet een grooten invloed op den stand van het Tanganyika-meer gehad hebben. Hetzelfde is misschien het geval voor de uitbreiding van stroomgebied, die de Malagarasi ontvangen heeft. En zoo zien wij dus, dat veel verschillende en onberekenbare factoren op den stand van het meer invloed uitoefenen en men kan nu veilig aannemen, dat dit vroeger ook wel zoo geweest is. Daarmee doet zich de mogelijkheid voor, dat het regiem van het Tanganyika-meer vroeger anders was, met name dat van een afvoerloos meer, dus met zoutwater en hierdoor krijgt men de mogelijkheid voor de convergentie-verschijnselen. Maar ook al wil men de convergentie niet aannemen, omdat men het marine karakter te frapant vindt, dan nog brengen deze beschouwingen over het Tanganyika-meer het probleem iets dichter bij zijn oplossing. Er is namelijk reden om te veronderstellen, dat

de andere Afrikaansche meren zoo'n afvoerloos-zoutwater-regiem niet of veel langer geleden gehad hebben, dat zij dus al gedurende veel langer tijd tot een rivierstelsel behooren: de noordelijke meren tot dat van den Nijl, de zuidelijke tot dat van de Zambesi. Wanneer de zee dus in de slenken geweest is en wel tot het Tanganyika-meer toe, dan is het duidelijk dat na de verbreking van de verbinding met de zee in het afvoerlooze Tanganyika-meer de marine fauna beter behouden bleef dan in de andere meren, die eerder tot een rivierstelsel gingen behooren, daarbij zoet werden en waarin dus de marine fauna den strijd om het bestaan spoedig tegen de zoetwater fauna verloor. Bij den Tanganyika is die strijd eerst thans pas goed ingezet, nu de verbinding met den Congo door de Lukuga goed tot stand is gekomen. Op deze wijze worden wel niet alle moeilijkheden van de Tanganyika-fauna opgelost, maar gaan zij beter passen in het kader van het slenkprobleem. Daarbij moet nog opgemerkt worden, dat het door latere onderzoekingen gebleken is, dat 't onderscheid in fauna tusschen den Tanganyika en de andere meren minder scherp is, dan Moore veronderstelde; de zoetwaterkwal is tenslotte ook in het Kivu-meer en in het Victoria Nyanza gevonden.

Over den Nijl moet ook nog een opmerking gemaakt worden. Tusschen Nimule en Rejaf is hij een jonge rivier met veel stroomversnellingen en watervallen, maar boven Nimule niet. Met Gregory kan men dus aannemen, dat de Boven-Nijl geroofd is door den Sudanschen Nijl, maar waar heeft de Boven-Nijl dan vroeger naar toe gestroomd? Misschien door den Sobat naar het Noorden, misschien ook via het Rudolf-meer naar de Roode Zee. Nu pleit voor het laatste een overeenkomst in fauna tusschen dien Boven-Nijl en zijn meren eenerzijds en den Jordaan en andere rivieren van de Syrische slenk anderzijds, welke overeenkomst grooter is dan tusschen Jordaan en den Egyptischen Nijl. Maar het pleit tevens voor het werkelijk bestaan van de slenk als één geheel van Oost-Afrika tot in Syrië.

Een ander argument voor het werkelijk bestaan van de slenken is de seismiciteit, die vooral langs de slenken sterk is, sterker dan elders in Afrika. Ik verbeeld mij, op mijn reis tusschen Usumbura en Uganda eenige malen aardbevingen gevoeld te hebben. En op het Kivu-meer komen soms bij het helderste weer en zonder wind plotseling hooge golven opzetten, die waarschijnlijk met aardbevingen in verband staan.

Ten slotte zij als argument voor het werkelijk bestaan van de slenken genoemd de verbreiding van het vulkanisme in Afrika. Behalve in den Kamerun-berg komt actief vulkanisme slechts langs de slenken voor. In het Erythreische en Abessynische gedeelte van de oostelijke slenk zijn dubio-actieve vulkanen. Beter bekend is Kenya Colony, voor welk land Gregory een geheele vulkanische geschiedenis opgesteld heeft. Die geschiedenis begint met de phonolithen van het Kaipitian, die volgens hem Boven-Krijt en aequivalent met de Deccan traps zijn. Dan komen phonolithen en kenyiten van het Doinyan, behoorend tot het eoceen; tot deze groep behoort de Kenya-berg zelf en ook het oudste gedeelte van de Kilima Njaro. Dan volgen de gesteenten van het Nyasan, oligoceen wegens gevonden fossielen; in het oligoceen zijn de eerste bewegingen langs de slenkwanden. De bazalten en augitieten van het Laikipian zijn mioceen. Tot het plioceen rekent Gregory de nepheliniten van het Naivashan, waarvan Mount Elgon een voorbeeld is. En tenslotte zijn quaternair de phonolithen en trachiten, ook basalten van de Kilima Njaro, van de Longonot bij Lake Naivasha en van de reuzenkraters in het Masailand. Er is misschien geen gebied op aarde, waar caldeira's van zulke groote afmetingen voorkomen: de grootste Ngorongoro heeft een diameter van meer dan 20 km en is zeldzaam rijk aan wild; alleen van de gnu zijn er al meer dan 50.000 stuks! Gregory beschouwt die caldeira's als instortings-caldeira's. Zij zijn omgeven door hoogere vulkaankegels, waarvan er één nog zeer actief is. Dat is de Ol Doinyo Ngai, de Berg van God, die in 1917 gedurende den Oost-Afrikaanschen veldtocht nog een grootere eruptie gehad heeft. Behalve den Ol Doinyo Ngai is er in Oost-Afrika nog maar één andere plaats actief-vulkanisch: dat is de Zuidpunt van het Rudolf-meer met de vulkanen Teleki en Andrew's. In Oost-Afrika zien wij dus een ingewikkeld en uitgebreid vulkanisme, maar alle vulkanische gesteenten zijn er van de alkali-reeks.

Verder naar het Zuiden treft men vulkaankegels aan ten Noorden van het Nyassa-meer en ook hier en daar langs het Nyassa-meer en bij het Shirwa-meer, doch hier is het vulkanisme niet zeer belangrijk. Evenmin is dat het geval aan het zuidelijk uiteinde van het Tanganyika-meer en bij den dwarsdrempel van Bugarama, tusschen Tanganyika en Kivu. Op die laatste plaats heb ik sommige oude lavastroomen en een enkele vulkaanvorm gezien en verder treft men er als postvulkanisch verschijnsel eenige warme bronnen aan, waarvan één, die ik gezien heb, een miniatuur geisertje is met travertien-

terrasjes en kalklagen. Ten Noorden van het Kivu-meer zijn de Virunga-vulkanen, die dadelijk ter sprake zullen komen. Aan de Oostzijde van het Edward-meer zijn vele oude kraters, gewoonlijk met meertjes erin. Door postvulkanische exhalaties worden dikwijls de visschen er in gedood. Het zoutmeer van Katwe is ook van vulkanischen oorsprong; het is beroemd onder de bevolking, die van mijlen ver daar ter plaatse hun zout komen halen. Bij Port Fortal, tegen de oostelijke hellingen van de Ruwensori zijn ook eenige uitgewerkte vulkanen, maar zij vormen geen belangrijk gedeelte van het Ruwensori-massief. En tenslotte is ook onbelangrijk het vulkanisme van de omstreken van Lake Albert.

Zeer belangrijk zijn de Virunga-vulkanen, die ten Noorden van het Kivu-meer den hoogsten drempel in de Centraal-Afrikaansche slenk vormen. Delhaye neemt hier een origineelen tectonischen drempel aan, maar de argumenten ervoor zijn niet sterk. Natuurlijk is het een kwestie, waarom die vulkanen zich daar ter plaatse bevinden. Volgens sommigen moet er verband gezocht worden met een groote bocht in den Oostwand, maar ik heb die niet kunnen waarnemen. Wel meen ik van den Westwand gezien te hebben, dat hij op de hoogte van de vulkanen naar het Oosten toe verspringt. Ook in de ligging van de vulkanen onderling willen sommige onderzoekers tectonische lijnen zien, maar behalve voor de oostelijke drie, die op een rechte lijn Oost-West liggen, is dat wel phantastisch. In het geheel zijn er acht groote vulkanen, ieder van meer dan 3000 m hoogte en verscheidene kleinere. De vulkanen worden geographisch in drie groepen verdeeld.

Tot de oostelijke groep behooren de drie groote vulkanen Muhavura, Mgahinga en Syabyinyo, die, zooals reeds gezegd is, op een rechte lijn Oost-West liggen. De oostelijkste, de Muhavura, is een zeer regelmatig steil oploopende kegel van 4100 m hoog, met een klein kratertje op den top en geen zij-kraters. Deze vulkaan is ver uit het Oosten zichtbaar en zijn naam wil dat zeggen, want Kirunga (enkelvoud van Virunga) beteekent hooge berg of berg, die tot de wolken rijkt, en muhavura is „ver zichtbaar": Kirunga Muhavura is dus de van ver zichtbare, hooge berg. De Muhavura is niet meer actief, maar volgens de overleveringen van de inboorlingen is hij dat vroeger wel geweest en aan sommige van zijn lavastroomen is nog te zien, dat zij jong zijn. De tweede berg is de Mgahinga, ruim 3500 m, evenals de Muhavura een regelmatige kegel, maar met een grooter kratermeer op den top. Ik heb een poging gedaan den Mgahinga te beklimmen, maar helaas had ik slechte gidsen,

die mij in het natte bosch langs de olifantpaadjes deden verdwalen en mij te ver naar het Noorden brachten; na veel heen en weer getrek, kreeg ik tegen tien uur weer uitzicht in de richting van den top, maar deze bleek toen reeds in de wolken te zijn, zoodat ik mijn poging maar opgegeven heb en teruggekeerd ben naar mijn kamp, waarna ik ook den volgenden dag voor den Muhavura geen moed meer had. Den Mgahinga beklimt men het gemakkelijkst van den pas tusschen Mgahinga en Muhavura en niet van het Westen uit, zooals ik getracht heb. Van dienzelfden pas kan men ook den Muhavura nemen, maar dat kan men ook van het Oosten uit doen. In het Zuiden is de bevolking nog niet geheel gepacificeerd, zoodat men mij afraadde van daar uit te gaan. Muhavura en Mgahinga zijn dus vulkaankegels, en wel van trachydoleriet en leucietbasaniet. De derde vulkaan van de Oostgroep, echter is een stuk uitgeperst taaivloeibaar magma, wat de Duitschers Staukulle noemen, en bestaat uit trachyandesiet. Wegens de ver voortgeschreden erosie wordt deze Kirunga gewoonlijk als de oudste beschouwd en de weleens uitgesproken meening, dat in de Virunga-vulkanen de activiteit van het Oosten naar het Westen is gegaan, is dus onjuist. Door de erosie is de top van den Syabyinyo, welk woord getand beteekent, in een phantastische rotspartij herschapen. Zijn hoogte is 3800 m. Deze drie oostelijke vulkanen geven naar het Noorden, Oosten en Zuiden groote lavavlakten, waarvan ik alleen de noordelijke ken: het is oude lava, bijna overal met verweeringsbodem bedekt, overal door de bevolking ontboscht en dus met veel weiland voor het vee, uitgezonderd aan den voet en tegen de hellingen op van de drie groote vulkanen, die nog oerbosch, voor het grootste gedeelte van bamboe, hebben. De lavastroomen van de vlakte zijn soms in het terrein nog fraai zichtbaar en soms ook valt daarbij een eigenaardige regelmaat op in de plaatsing van de vele kleine vulkaantjes op rijen. Deze lava vult de geheele slenk tot den slenkwand bij Kigesi, waar de afscheiding met de kristallijne schisten zeer scherp is. Deze stroomen hebben in dit gebied eenige meertjes doen ontstaan, die veel overeenkomst vertoonen met het Kivumeer.

De middelste groep bestaat uit de drie groote vulkanen Mikeno, Visoke en Karisimbi, die in een driehoek gelegen zijn. Zij zijn omgeven door een groot bamboebosch, dat tegenwoordig een nationaal park is, het Parc Albert, vooral terwille van den gorilla. De Mikeno is 4400 m hoog, zeer steil en pas in 1926, na mijn bezoek aan de Virunga, voor het eerst beklommen. Hij is als de Syabyinyo

een Staukuppe, en wel voornamelijk van leucitiet, maar er zijn aanwijzingen, dat die leucietiet een jongere formatie is over een trachyandesiet heen en hiermee krijgt de opvatting steun, dat de trachyandesietische Staukuppe van den Syabyinyo de oudste Kirunga is. Ik ben de Mikeno tot ongeveer 2800 m hoogte op geweest, dat was tot in het gorillabosch, maar een gorilla heb ik helaas niet gezien.

De Visoke is een vulkaankegel met een klein kratermeertje op den top, 3600 m hoog. Hij bestaat uit leucitiet en leuciet-basaniet en is jonger dan de Mikeno. Ook jonger is de Karisimbi, bestaande uit trachydoleriet, trachyandesiet en trachiet. Het is een groote vulkaankegel zonder krater op den top, maar met twee geweldige zij-kraters op de Zuidhelling, echter niet actief, evenals Mikeno en Visoke. Het is de hoogste berg van de Virunga, 4500 m hoog. Gedurende het regenseizoen is hij vaak met sneeuw bedekt en de beteekenis van Kirunga cha Karisimbi is dan ook de hooge berg met den witten top. Eeuwige sneeuw is er echter niet, zooals men wel aantreft op de Ruwensori, op de Kenya en op de Kilima Njaro. Toch kan het er bovenop zeer koud zijn en Kirschstein, de geoloog van de expeditie van den hertog van Mecklenburg heeft er in een sneeuwstorm dan ook 11 dragers verloren. Deze middelste groep heeft een groot lavaveld naar het Zuiden, dat ik alleen uit de verte gezien heb. Men moet er echter hier en daar pegmatieten aantreffen. Met de vulkanische bommen van granietisch materiaal uit den Nyamlagira zijn deze een aanwijzing voor een granietischen ondergrond van de Virunga-vulkanen. Naar het Noorden vereenigt het lavaveld van de middengroep zich met die van de andere groepen en strekt zich uit tot aan het Edward-meer.

De oostelijke en de middelste groep zijn dus nergens meer actief. Wel is dat de westelijke groep. Dit actief vulkanisme is al daarom merkwaardig, omdat dit het verst van de zee verwijderde eruptiepunt der aarde is en derhalve een sterk argument is tegen de vroegere theorie, dat het vulkanisme in verband staat met de zee. Die westelijke groep bevat twee groote vulkanen. De oostelijkste van de twee is de Kirunga cha Nyinagongo, 3500 m hoog. Op mijn reis van het Zuiden uit was het eerste, wat ik van de Virunga-vulkanen zag, het gratieuse profiel van dezen Nyinagongo, die zich 2000 m boven het Kivu-meer verheft. Om hem te beklimmen, gaat men den eersten dag tot Kibati, de eerste pleisterplaats op den weg van het Kivu-meer naar het Noorden. Van Kibati zou men wel in één dag naar den top en terug kunnen gaan, maar men is

dan tegen het middaguur boven en dan heeft men weinig kans om niet in de wolken te zijn. Dus is het beter om met kampuitrusting, natuurlijk niet meer dan het hoog noodige, tot ongeveer 3000 m hoogte te klimmen en dan op een plateautje op de Zuidhelling te overnachten. De tocht daarheen gaat vrij steil omhoog, langs antilopenpaadjes door dicht, maar niet hoog oerwoud, waar nog wel eens wat weggekapt moet worden, tenzij kort te voren een expeditie naar boven geklommen is. Er treden geen alpinistische moeilijkheden op, maar door den plantengroei is de tocht wel vermoeiend. Den volgenden dag staat men vroeg op, zendt de dragers met de kampuitrusting naar beneden en klimt met de gidsen alleen naar den top. Spoedig wordt het bosch dunner en lager, de boomen verdwijnen en alleen mos blijft over, dat spoedig ook ophoudt en dan loopt men over de kale steenen, die dikwijls los zijn. Op den top had ik een fraai gezicht in den krater moeten hebben, maar daar steeg zooveel damp uit op, dat ik geen 5 m voor mij uit kon zien. Aangezien die damp zich ook over den kraterrand verspreidde, durfde ik er geen wandeling omheen te maken. Ik kon dus alleen het panorama naar het Oosten, Zuiden en Zuidwesten bewonderen en bestudeerde er het vreemdelingenboek, waaruit mij bleek, dat nog geen 50 expedities den tocht omhoog hebben ondernomen. Ik zette er mijn naam in en na het weer onder zijn steenhoop weggeborgen te hebben, ben ik naar Kibati teruggekeerd. Die krater van den Nyinagongo was, volgens de beschrijvingen van anderen, 1250 m in diameter, 150 m diep en had verder twee schoorsteenen, die zich nog in het solfatarenstadium bevonden. Maar ten tijde van mijn bezoek was er groote dampvorming en daarom maakten de omwonende inboorlingen en blanken zich eenigszins ongerust, dat een uitbarsting te wachten stond, hoewel van de Nyinagongo geen erupties bekend zijn. Inderdaad is na mijn bezoek de vulkaan ook een witten gloed gaan geven, maar voor zoover ik weet, heeft nog geen eruptie plaats gehad. Behalve dezen grooten krater op den top heeft de Nyinagongo twee groote zijkraters, één in het Noorden en één in het Zuiden. De Nyinagongo bestaat uit leucietnepheliniet en leucitiet.

De andere groote vulkaan van de westelijke groep is de Nyanlagira, iets meer naar het NW. Het is een zeer vlakke kegel van ruim 3000 m hoogte, die nog minder moeilijk te beklimmen is dan de Nyinagongo, maar hij is wel verder weg gelegen en door het oerwoud moeilijker te bereiken. Hoogstens 30 blanken zijn erop geweest en waarschijnlijk was ik de zevende expeditie na de eruptie

van 1912. Ik ben uitgegaan van Lulenga, het missiestation van de Pères Blancs, vanwaar ik in vier dagen uit en thuis was. De eerste dag bereikte ik een klein kratertje met een meertje aan den Zuidoostelijken voet van den berg. Dit was een veelbezochte drinkplaats van de olifanten. Den tweeden dag trok ik tot een punt op den Noordhelling, slechts eenige honderden meters onder den top, waar ik in een baranco water vond. Den derden dag trok ik alleen met de gidsen naar den krater. Deze heeft een diameter van bijna 2 km en een zeer steilen wand, in het Oosten misschien 75 m hoog, maar vandaar afnemend en met een opening in het Westen, waardoor ik, thans zonder gidsen, naar binnen trad. Zoo kwam ik gemakkelijk op het bovenste, grootste, kraterterras, dat uit vulkanisch gruis en lapilli bestaat, geheel horizontaal is en hier en daar spleten heeft, waardoor zwavelhoudende gassen en waterdamp opstijgen. In dat terras zijn twee kraters van tweede orde of schoorsteenen, waarin weer lagere terrassen. Daar ben ik niet naar afgedaald, omdat ik alleen was en gevaar, wegens plotseling omhoogkomen van gas, niet buitengesloten was. De zuidelijkste van de twee schoorsteenen geeft alleen maar gas, waarvan de zwavel hier en daar tegen den kouden wand gesublimeerd is. De andere schoorsteen had ook roodgloeiende lava, die in actie was, met geraas als van den donder, zich opheffend en terugvallend. Ik was tot ongeveer 200 m van die kokende lava. Deze lava geeft des nachts een rooden gloed aan de Nyamlagira, die door de witte gaspluim, die de vulkaan gewoonlijk heeft, teruggekaatst wordt. Na een uur in den krater rondgewandeld te hebben, heb ik hem langs denzelfden uitgang verlaten en toen den tocht rondom den krater gemaakt. Ik overnachtte op dezelfde plaats, als den vorigen nacht. Vandaar keerde ik in één dagmarsch naar Lulenga terug.

De Nyamlagira bestaat uit leucietbasaniet, maar er komen bommen voor van granietische en kwartsietische gesteenten, die gedeeltelijk verglaasd zijn; ook heeft men er wel vreemdelingen van kwarts en van orthoklaas in de lava gevonden. Tenslotte moet vermeld worden, dat sommige gesteenten er veranderingen ondergaan hebben door vulkanische exhalatie, voornamelijk van zwaveldioxyde, chloorwaterstof, kooldioxyde, zwavelwaterstof en waterdamp. Van de Nyamlagira zijn vele erupties bekend: zoo die van 1894, van 1896, van 1902 en van 1904. Bij de laatste ontstond op de Zuidhelling een zij-vulkaantje van limburgiet, die een lavastroom gaf, die het Kivu-meer bereikte en bij mijn bezoek in het terrein nog te herkennen was, tengevolge van minderen plantengroei. De

naam van dat vulkaantje is Mahimbi, maar op Duitsche kaarten heet hij den Adolf Friedrich Kegel, naar den Hertog van Mecklenburg, die leider was van de expeditie van 1907. Dien Mahimbi heb ik van tien km afstand gezien, maar helaas niet bezocht. In 1905 was er weer een uitbarsting van de Nyamlagira en daarbij ontstond aan de Oostzijde een vulkaantje, dit keer van leucietbasaniet, dien ik ook niet beklommen heb. Zijn naam is Kanamaharage bij de inboorlingen, bij de Europeanen Jubilée, vanwege het 75-jarig bestaan van België. Door den minderen plantengroei valt deze vulkaan, evenals zijn lavastroomen, duidelijk op. Over dezen berg komt een enormiteit in de literatuur voor, n.l., dat hij het geweest zou zijn, die den uitlaat van het Kivu-meer naar het Noorden afgesloten zou hebben. Nu is die afsluiting geologisch zeer zeker van recenten datum, maar dat dit in historischen tijd, laat staan in 1905 gebeurd zou zijn, is onmogelijk, daar wij het dan, zoowel van de inboorlingen, als van de toen reeds aanwezige blanken zouden weten. Maar bovendien is de Kanamaharage slechts 1800 m hoog en de pas tusschen West- en Middengroep meer dan 2200 m. Van de Nyamlagira moet verder een hernieuwe activiteit vermeld worden van 1907, juist toen Kirschstein, de geoloog van de expeditie van den hertog van Mecklenburg, ter plaatse was. De laatste eruptie dateert van 1912.

De voornaamste gebeurtenis van 1912 is echter het ontstaan van een nieuwen vulkaan dichter bij het Kivu-meer, ten Zuiden van de Nyamlagira. Volgens mijn navraag bij de inboorlingen heet die vulkaan de Lumoka, maar in de literatuur vindt men hem dikwijls abusievelijk Katerusi genoemd. De eruptie begon in het begin van December. Deze gaf geweldig veel gas, waarin zwavel te ruiken was en vormde een prachtig natuurverschijnsel voor de weinige, blanke bewoners van de omstreken. Een lavastroom bereikte het Kivu-meer juist bij den ingang van de baai van Sake en wijzigde daar de contourlijnen van het meer belangrijk: zelfs een geheelen inham verdween. 2 Januari hield de uitbarsting plotseling op en spoedig was de lava afgekoeld, maar de berg was nog niet begaanbaar door de vele zwaveldampen, die er omheen bleven hangen. Efflata waren ver weg geslingerd, naar het Westen zelfs tot 100 km ver. Tot in Februari was het weer nog erg onregelmatig tengevolge van deze uitbarsting en het meer behield nog maanden lang een hoogere temperatuur. Ook was het niveau ervan 65 cm gestegen. Menschelijke slachtoffers kwamen niet voor, daar de bevolking zich tijdig had kunnen redden, maar veel vee en bananenbeplantingen

gingen verloren. Bij het bereiken van het meer veroorzaakte de lavastroom natuurlijk een sterke stoomvorming en daarbij werden veel visschen gedood, die gretig door de bevolking verzameld werden, daar dit gedeelte van het meer niet zeer vischrijk is. Toen ik in 1926 de Lumoka bezocht, was er weinig activiteit meer, alleen uit een enkele spleet in den kraterwand kwamen warme gassen, voornamelijk waterdamp met wat zwavel, omhoog. De krater zelf was geheel uitgedoofd. Merkwaardig was, dat duidelijk was te zien, dat een instortingscaldeira zich vormde, want de wanden van de krater waren langs openstaande breuken naar den krater toe afgeschoven en toch was die krater al geweldig groot voor zoo'n weinig hoogen berg. Op den top was niet het minste leven te bespeuren. Alleen aangebakken apenfaecaliën waren het eenigste teeken, dat dieren hier wel kwamen. Om den berg waren veel kale heuvels met efflata, lapilli en gruis, ook wel vulkanisch zand, soms met zwavel. Daar omheen de verstarde lavastroomen, nog bijna geheel naakt, maar hier en daar sinds het vorig jaar al met een weinig mos bedekt. Die jonge lava is dus scherp afgeteekend tegen de oudere, die met bosch begroeid is en daardoor zijn de lavastroomen nu nog goed in het terrein te reconstrueeren. Verder is de jonge lava zeer moeilijk begaanbaar, vooral voor dragers met hun bloote voeten. De Lumoka bestaat volgens de literatuur uit leucitiet. Mijn eigen handstukken zijn helaas nooit uit Afrika gearriveerd. Hij bevindt zich dus op de zuidelijke lavavlakte van de Westgroep, welke vlakte voor het grootste gedeelte met de Nyinagongo samenhangt; voor het grootste gedeelte is die vlakte beboscht, hier en daar zijn op de vulkaantjes dorpen en daarbij bouwlanden. Van de kleinere vulkanen van die zuidelijke lavavlakte, die behalve de Lumoka allen geheel uitgedoofd zijn, wil ik nog noemen de vulkaan van N'Goma, die uit melilithbasalt bestaat, en de Kigera, die zich in het Kivu-meer bevindt en er een merkwaardig maansikkel-vormig eilandje is, eenigszins gelijkend op het Grieksche eiland Santorin.

Wat de eruptieve gesteenten van de Virunga-vulkanen betreft, zien wij dus als oudste de trachyandesieten, kort daarop de trachydolerieten, dan de leucitieten en leucietbasanieten. Finckh besluit hieruit tot een oorspronkelijk monzonitisch magma, aan welks erupties zich later, maar reeds voor diens uitdooving, die van een theralitisch magma aansloten. Tot nu toe heeft men altijd de vorming van het Kivu-meer beschouwd als een gevolg van het ontstaan der Virunga-vulkanen. De argumenten ervoor zal ik niet herhalen, maar er zij aan toegevoegd, dat het ook aan twee bijzondere beken

te zien is. Bedoeld wordt de beek, die aan de noordoostzijde van het meer naar het Noorden in een regelmatig open dal stroomt, daar tegen de lava aan stuit en zich dan plotseling met veel stroomversnellingen in het meer stort. De andere beek doet aan het noordwestelijke hoekpunt van het meer hetzelfde: deze vormt zelfs zeer duidelijk een moeras tegen de lava aan, om dan, met verandering van richting, met wel een verval van 20 m over een afstand van misschien 100 m naar het meer toe te stroomen. Bij beiden is het zeer duidelijk, dat de lava jonger is dan de rivier. Nu is het wel merkwaardig, dat twee Belgische onderzoekers, Delhaye en Salée, over het ontstaan van het Kivu-meer een andere meening hebben. Zij meenen aan sommige van de kleinere vulkaantjes gezien te hebben, dat zij sublacustrisch zijn. Zij hebben zelfs meersedimenten gevonden op sommige vulkanen aan de Zuidzijde van den Nyinagongo, zoo op dien van N'Goma, dien ook ik bezocht heb. Volgens hen heeft de barrage van de Virunga-vulkanen nu niet het Kivu-meer gevormd, maar het afgescheiden van het Edward-meer, waarmee het vroeger één geheel vormde. Mijn meening hierover is, dat het wel waar kan zijn, dat onder den tegenwoordigen Kivu een echt tectonisch meer verborgen is. Eveneens dat dat meer dan ook wel van vóór het ontstaan der Virunga kan dateeren en vroeger één geweest kan zijn met het Edward-meer. Lodingen mogen dat uitmaken. Ook mag het waar zijn, dat het Kivu-meer wel eens een hooger niveau heeft gehad dan nu, speciaal in den tijd, nadat de Virunga de afwatering naar het Noorden afgesloten hadden. Dat was dan nog vóórdat de afloop naar het Zuiden door de Boven-Rusisi tot stand gekomen was en mogelijkerwijs is door dien uitlaat de hooge stand weer verloren gegaan. Maar om de opvatting, dat het Kivu-meer in zijn tegenwoordigen stand een door de Virunga afgedamd en verdronken land is, geheel op zij te zetten, moeten toch sterkere argumenten aangevoerd worden. Hetzelfde geldt voor de kleinere meren ten Noorden van de Virunga-vulkanen.

KRITISCHE BESCHRIJVING VAN DE TIN-ASSAY LANGS DEN NATTEN WEG

door B. C. M. van der Hoop, Machacamarca, Bolivia.

Inleiding.

In de ons bekende literatuur komt geen enkele complete beschrijving voor van de tin-assay langs den natten weg, zooals die thans in vele laboratoria wordt toegepast. Omtrent onderdeelen van deze assay vindt men allerlei opmerkingen verspreid, welke soms zelfs tegenstrijdig zijn.

Naar wij meenen, wordt op de tin-eilanden van Nederlandsch-Indië een andere methode gevolgd. Een beschrijving hiervan bestaat echter, voor zoover ons bekend, evenmin.

Voor dengeen, die tin moet assayeeren en daartoe zijn kennis uit boeken moet putten, is het dus een zeer tijdroovend werk een geschikte en betrouwbare methode te vinden.

Bovendien zullen de in sommige laboratoria gebruikte methoden blijken geheel of ten deele fout te zijn.

Enkele Hollandsche mijningenieurs, waaronder schrijver dezes, ondervonden deze moeilijkheden. Wij hebben in onderstaand artikel onze ervaringen op schrift gesteld, in de hoop, dat daarmede aan anderen tijd en moeite bespaard zal worden.

Mijn dank aan den heer Barrande Hesse uit La Paz, van wien ik vele nuttige wenken kreeg en aan Ir. E. D. Cartier van Dissel en Ir. N. Verhoef, m.i., die zoo vriendelijk waren een copie van dit artikel door te lezen en mij daarover hun meening te geven.

Literatuur-opgave.

Onderstaande lijst is een opgave van verschillende geschriften, waar in de beschikbare literatuur naar verwezen wordt. Lang niet alle boeken en verhandelingen konden wij ter beschikking krijgen. Vele zullen ook wel verouderd zijn.

„Métodos para ensayar minerales de estaño por via humeda," por M. G. F. Söhnlein. Revista Minera Nr. 1. Agosto de 1926.
„The wet assay of tin concentrate," by H. W. Hutchin. Bulletin No. 149 Inst. of Mining & Metallargy.
„The wet assay of tin ores," by J. J. Beringer. Mining Magazine, Vol. I, page 231.
„Technical methods of ore analysis," by A. H. Low, 9th Ed., New York.
„A textbook of assaying," by J. J. Beringer.
„The assay of tin and antimony," by L. Parry.
„The metallurgy of tin," by Thibault.
„The assay of tin ores and concentrates',, by E. A. Wraigt & P. L. Teed. Trans. Inst. of Mining & Metallurgy, Vol. XXIII:
„The assay of tin ores," by H. W. Hutchin. Trans. Inst. of Mining & Metallurgy, Vol. XXIII.
„The assay of tin ores," by Ias. Gray. Chem., Met. & Mining Society of South Africa, March 1910.
„Die elektrolytische Zinnbestimmung aus salz-oxalsaurer Lösung," von Dipl. Ing. E. Eckert. Metall & Erz, Heft 9, Mai 1924.
„Sources of error in assaying tin ores by the Pearce-Low method," by G. E. Greene. Ing. & Mining Journal, Vol. 122 No. 16, 1926.
„Eine neue Methode der Zinntitration mit Eisenchlorid und Indigocarmin," von Dr. Ing. Willi Schluttig. Metall & Erz, Heft 24, 1926.

Andere methoden.

Tot voor kort werd de zoogenaamde droge tinassay zeer veel toegepast, welke als volgt is:

Weeg 5 gr. van het materiaal.
Oxydeer met koningswater: 20 cc. HCl + 10 cc. HNO_3.
Verdun met water en filtreer af. Wasch goed uit.
Filter drogen en verbranden in een Battersea kroes Nr. 5.
8 gr. KCN toevoegen en hiermede ± 20 minuten smelten.

Eventueel kan om spatten tegen te gaan de KCN met een 2 c.M. dik laagje van NaCl worden afgedekt. De NaCl moet dan natuurlijk goed droog en fijn zijn.

Kroes laten afkoelen, stuk slaan en tinkoning wegen.

Voor tailings is deze methode niet te gebruiken; men krijgt dan in het geheel geen tinkoning.

Door het behandelen met koningswater gaan de sulfidische tinmineralen, stannien, franckëiet en cylindriet voor een deel in oplossing als stannichloride, dat met het filtraat verloren gaat. In tegenstelling met de natte tinassay geeft de droge dus slechts het oxydische tin.

Eventueel aanwezig Sb_2O_4 is onoplosbaar in koningswater. Het komt dus bij het residu van oxydisch tin en wordt mede gereduceerd. Hetzelfde is het geval met wolfram, dat bij de koningswaterbehandeling het onoplosbare wolframzuur vormt, en met bismut, dat bij de verdunning met water oxyzouten kan vormen, die eveneens op het filter achterblijven. Ook lood kan een onoplosbaar residu geven. In plaats van een zuivere tinkoning weegt men dus een alliage van tin met eventueel antimoon, wolfram, bismut of lood en verkrijgt zoodoende te hooge resultaten.

Om deze fout te ontgaan, kan men de alliage in zoutzuur oplossen en dan daarin tin langs den natten weg bepalen, maar dan wordt deze methode te omslachtig en te kostbaar.

Reeds in 1909 schreef Parry in Mining Journal (16 Oct.) over de droge tinassay: „The reporting of dry assay buttons of metal as tin, is worse than bad; it is dishonest." Toch gebruikt men in Bolivia deze droge methode nog, niettegenstaande Sb, W, Bi en Pb veelvuldig als onzuiverheden naast het tin voorkomen.

Van de methode van Parry, zooals die door Low in zijn „Technical Methods of Ore Analysis" beschreven wordt en waarbij het tinerts, na behandeling met salpeterzuur, door verhitten in een stroom van waterstof of een ander reduceerend gas tot metallisch tin gereduceerd wordt, hebben wij geen ervaring. Deze methode is in ieder geval omslachtiger, dan de tinassay langs den natten weg.

Als voordeelen van de natte tinassay noemt Low de volgende punten:

1. Het gemak, waarmede alle tin in oplossing verkregen wordt.
2. Geen enkele filtratie.
3. Scheiding van andere metalen is niet noodig.
4. De korte duur van de assay; gewoonlijk niet langer dan $1^1/_2$ uur.

Toch is juist het in oplossing brengen van de kassiteriet één van de groote moeilijkheden geweest. Thans gebruikt men daartoe de volgende methoden:

1. Beringer gloeit het fijngepoederde monster ± 15 minuten in een porceleinen kroes met metallisch zink in tegenwoordigheid

van zinkoxyde. Er vormt zich dan een tin-zink-alliage, die in sterk zoutzuur wordt opgelost en dan na reductie getitreerd kan worden.

2. Hutchin verbeterde deze methode door het zinkoxyde bij de gloeiing te vervangen door fijngemalen (— 80 Tylerzeef) gebrande kalk. Men mengt dan $^1/_4$ gr. erts met 3 gr. kalk en 2 gr. zink. De verbrandingsgassen van de warmtebron spelen hierbij een belangrijke rol: in een niet poreuze kroes, b.v. van platina, is de aantasting van de SnO_2 niet volledig. Er vormt zich een basisch calciumstannaat, dat echter veel minder goed oplosbaar is, dan het natriumstannaat, dat bij de smelting volgens Pearce ontstaat. Bovendien is het resultaat van de gloeiing zeer afhankelijk van de temperatuur en kan men niet beoordeelen of de reductie is afgeloopen of niet.

3. Pearce smelt het monster met natriumhydroxyde, waardoordoor alle tin in natriumstannaat wordt omgezet, dat makkelijk in water oplosbaar is. De aantasting is vollediger, dan bij een der vorigen en de behandeling is veel eenvoudiger en kost minder tijd.

De vervanging van de natriumhydroxyde door natriumperoxyde is nog een kleine verbetering. (Zie Hoofdstuk Smelten).

Aan de waterige oplossing wordt zoutzuur toegevoegd, waarna gereduceerd wordt tot alle tin in $SnCl_2$ is omgezet. Dit stannochloride wordt dan jodometrisch getitreerd.

Smelten met soda en zwavel, waarbij men na opnemen in water en affiltreeren, een oplossing verkrijgt van Na_2SnS_3, Na_3SbS_4, Na_3AsS_4 en waarbij de overige metalen op het filter achterblijven, is veel omslachtiger en bovendien minder nauwkeurig dan de hydroxyde of peroxyde smelting.

Beschrijving der Pearce-Low methode.

Volgens onderstaande beschrijving worden in het laboratorium der Compañia Minera de Oruro te Machacamarca in Bolivia 30 à 35 tinassays per dag uitgevoerd.

500 mgr. van het monster worden afgewogen en in een genummerde ijzeren kroes gedaan. Met een glazen staafje mengt men het monster met ongeveer 5 gr. natriumperoxyde. Het staafje veegt men met een penseeltje schoon. Het mengsel wordt met 1—2 gr. Na_2O_2 afgedekt.

De kroesjes worden vervolgens langzaam verhit, òf boven een brander òf in de moffeloven tot ze donkerroodgloeiend zijn; zoo nu en dan wat bewogen en als gedurende een minuut de smelt dun-

vloeibaar geweest is en alle klonters geheel verdwenen zijn, uit de hitte verwijderd en te koelen gezet.

Als de kroesjes afgekoeld zijn tot ongeveer 100° C., worden ze in een hoog bekerglas geplaatst met 100 cc. water. De spatten worden opgevangen door een horlogeglas, dat het bekerglas afdekt. Zoodra de opbruising heeft opgehouden, wordt met een spuitflesch het horlogeglas schoon gespoten en terzijde gelegd; het kroesje met een tang gegrepen en eveneens afgespoten.

Uit een maatglas, dat met 60 cc. geconcentreerd zoutzuur gevuld, klaar staat, doet men enkele cc. in het kroesje en spoelt hiermede om, teneinde zekerheid te hebben, dat geen gesmolten massa in het kroesje achterblijft. Na wederom met water afgespoeld te hebben, kan men het kroesje te drogen zetten om voor een volgende smelt gebruikt te worden.

De inhoud van het bekerglas giet men daarna via een trechter in een kolf of Erlemeyer van 500 cc., waarna men schoon spoelt met de rest van de 60 cc. HCl en tenslotte met water. Het totaal volume in de kolf moet ± 250 cc. geworden zijn; zoo niet, dan vult men met water aan tot deze hoeveelheid bereikt is.

In de kolf plaatst men een glasstaaf, waaraan een rolletje nikkel hangt. Dit nikkel moet een oppervlak hebben van minstens 60 cm^2. Vervolgens wordt gekookt gedurende een uur, gerekend vanaf het moment dat de vloeistof begint te koken. Wordt het volume minder dan 200 cc., dan vult men met water aan.

Direkt na het koken doet men een stukje marmer in de vloeistof; verwijdert na afspoelen met water, het nikkel en plaatst een kurk losjes op de kolf. Dit alles om te voorkomen, dat door de zuurstof van de lucht de stannochloride geoxydeerd zou worden. Om de afkoeling niet te lang te doen duren, is een koelbak met stroomend koud water aan te bevelen.

Zoodra de vloeistof geheel is afgekoeld, moet getitreerd worden. Als indicator voegt men enkele cc. van een stijfseloplossing toe. Uit een buret van 100 cc. laat men voorzichtig jodiumoplossing in de kolf loopen. Tegen dat het eindpunt bereikt wordt, druppeltje voor druppeltje; tot de laatste druppel een definitieve blauwkleuring heeft veroorzaakt. Het aantal cc. dat afgelezen wordt, vermenigvuldigt men met de factor van de jodiumoplossing om het Sn-percentage te verkrijgen.

De jodiumoplossing wordt bereid uit 10,7 gr. jodium en 20 gr. kaliumjodide per liter. Deze oplossing moet 5—8 dagen in het donker gestaan hebben, waarna zij via een filter in een andere flesch gedaan wordt en dan voor het gebruik gereed is.

De titer wordt gesteld op zuiver tin of door middel van gesublimeerd arseentrioxyde (Zie Low of Treadwell II) of op een „standaard-concentraat". Het tin wordt opgelost door het een nacht in 80 cc. geconcentreerd zoutzuur te laten staan, waarna het op normale wijze verder behandeld kan worden.

De titer van de jodium-oplossing blijft ongeveer een week constant.

Het smelten.

Het doel hiervan is alle tin in natriumstannaat (Na_2SnO_3) om te zetten en het aldus in oplosbaren vorm te brengen.

Daar men bij de tinassay van zulke kleine hoeveelheden monster uitgaat, is het van het allergrootste belang, dat het monster goed gemaakt is. Ons is gebleken, dat zeker evenveel fouten veroorzaakt worden door een slechte monstername, als door fouten bij de analyse.

Afgezien van het feit, dat een goed monster met het oog op de verdeeling een zekere graad van fijnheid moet hebben, stelt het smelten ook eischen aan de fijnheid. Indien namelijk niet fijn genoeg gepoederd is, worden de grovere SnO_2 korrels niet voldoende door de Na_2O_2 aangetast en zal dus niet alle Sn in oplossing gaan.

Onderstaande cijfers demonstreeren de fout, die daarvan het gevolg is:

Monster:	Niet voldoende fijn:	— 150 zeef:
concentraat I	56,5 %	57,5 %
concentraat II	59,9 %	60,05 %
erts III	2,39 %	2,52 %
erts LV	8,14 %	9,10 %

De percentages zijn de gemiddelden van twee analyses. De fijne monsters passeerden geheel de 150 Tyler Standard zeef.

Men moet dus in ieder geval zorgen, dat de monsters voldoende zijn fijngewreven. Op het gevoel kan men dit leeren beoordeelen. Alle monsters de 150 zeef te laten passeeren, zou in een bedrijfslaboratorium te omslachtig zijn.

In Machacamarca werden tot voor een half jaar alle pyritische

monsters eerst afgeroost in dezelfde kroes, waarin ze na afkoelen met de Na_2O_2 gemengd en gesmolten werden. Thans worden alle monsters zonder voorafgaand roosten behandeld.

Gedurende twee maanden bepaalden we het tingehalte van het pyritisch erts, dat 30—40% zwavel bevat, zoowel met als zonder voorafgaand roosten. Zonder roosten was het gemiddelde tingehalte 3,75%; met roosten 3,69%. Wij vermoeden dat mechanische verliezen bij het roosten de oorzaak van dit verschil zijn, daar de percentages gewoonlijk gelijk waren en slechts enkele keeren het percentage na roosten lager was, tot een maximum verschil van 0,3%.

Söhnlein zegt in zijn „Métodos para ensayar minerales de estaño por via húmeda", dat monsters boven 10% S moeten worden geroost. Low in zijn „Technical Methods of Ore analysis" verkiest een koningswaterbehandeling boven afroosten, hetgeen voor vele piritische tinertsen, die dikwijls stannien bevatten, beslist fout te noemen is, omdat dan een deel van het tin in oplossing gaat en dus onbepaald blijft.

Het eenige bezwaar, dat bij niet voorafgaand roosten zou kunnen optreden, zou het spatten kunnen zijn, tengevolge van een te heftige reactie tusschen de zwavel en de Na_2O_2. Bij langzaam smelten heeft men daar geen last van. Bovendien is het eventueel te voorkomen door een kleine hoeveelheid, b.v. 1 gr., soda toe te voegen.

In plaats van met Na_2O_2 kan men, zooals Low aangeeft, met NaOH smelten. Men gebruikt dan ± 8 gr. NaOH, smelt deze eerst en laat een weinig afkoelen, zoodat het monster als het wordt toegevoegd, niet opstuift.

Om onderstaande redenen is Na_2O_2 verre boven NaOH te prefereeren. Door de droge lucht in Bolivia klontert de Na_2O_2 niet samen en kan zonder eenig bezwaar innig met het monster gemengd worden. Een tweede voordeel van de droge Na_2O_2 is, dat het bij het smelten niet spat, waardoor dekseltjes overbodig zijn. Bovendien is de inwerking van zwavel bij Na_2O_2 niet zoo heftig als bij NaOH. Door deze voordeelen is men in Bolivia in de gelegenheid veel tijd en moeite te besparen. Anders zou men de Na_2O_2 waarschijnlijk eerst moeten smelten en dan aan de smelt beetje bij beetje het monster toevoegen, waarbij daarenboven het gevaar ontstaat van verlies door verstuiven van het fijngepoederde monster.

Het smelten met Na_2O_2 brengt verder het groote voordeel mede, dat alle kiezelzuur als natriumsilikaat in oplossing gaat. Ziet men dus na het toevoegen van het zoutzuur op de bodem van de kolf

nog een residu, dan is dat een bewijs, dat de aantasting met Na_2O_2 niet voldoende is geweest. Hierdoor heeft men een waardevolle controle op het smelten.

Door Söhnlein werd het smelten in ansiedescherven (scorifiers) ingevoerd, hetgeen bij goede uitvoering volkomen voldoet. Tot Februari 1926 werden in het laboratorium te Machacamarca scorifiers van $1^1/_2''$ diameter (Battersea) tweemaal gebruikt. Het bleek ons toen echter, dat als iets langer dan noodig gesmolten werd in een reeds éénmaal gebruikte scorifier dit groote fouten kon veroorzaken, zooals uit onderstaande cijfers, welke het gemiddelde zijn van twee bepalingen, blijkt:

	Gesmolten in:	
Monster:	reeds gebruikte scorif.:	ijzeren kroes:
I	30,78%	32,00%
II	32,85%	33,63%
III	31,35%	31,80%

6 minuten gesmolten in plaats van 4 minuten.

Waarschijnlijk zuigt de scorifier dan zooveel van de smelt op, dat niet alles meer opgelost wordt.

Bovendien is het smelten in scorifiers duurder dan in ijzeren kroezen, zoodat we besloten in ijzeren kroezen te gaan smelten, hetgeen tot nu toe goed voldaan heeft.

Bij verhitten in een moffeloven kunnen de ijzeren kroesjes ongeveer 20 maal gebruikt worden vóór ze doorgesmolten zijn. Gebruikt men een brander dan doorstaan de kroesjes ongeveer 8 smeltingen. De ijzeren kroesjes hebben een diameter van 5 c.m. en zijn 3 c.m. hoog. Men kan ze zelf uit plaatijzer persen.

Van „creep", — het naar boven kruipen van de Na_2O_2 smelt, waarbij het over den rand kan komen, — waarvan sommige schrijvers gewag maken, hebben wij nooit last gehad bij de ijzeren kroezen, wel bij de scorifiers.

Wordt te lang verhit, dan sintert de smelt en lost moeilijker op.

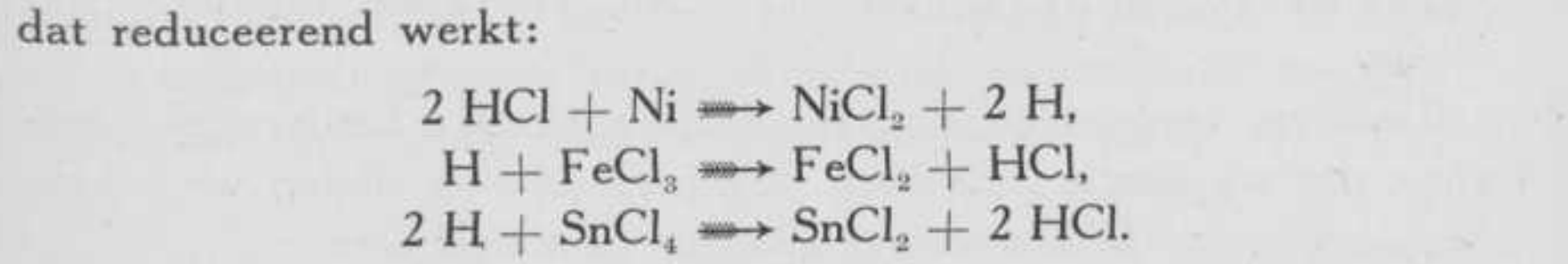
In sommige laboratoria wordt, zooals ook Low aangeeft, de smelt in een ijzeren koekenpan uitgegoten. Als reden daartoe wordt opgegeven dat de smelt dan makkelijker zou oplossen. In ons laboratorium laten we de kroesjes met inhoud niet geheel afkoelen, maar leggen ze op hun kant in het bekerglas met water, als ze nog warm zijn. ($\pm$ 100° C.). Het oplossen gaat dan minstens even

goed. De warmte, waarbij men de kroesjes in het water mag leggen, kan men makkelijk leeren schatten. Zijn ze te warm, dan heeft een te heftige opbruising plaats, hetgeen in ieder geval voorkomen moet worden. dus beter te koud dan te warm. Het warm worden van de vloeistof maakt, dat men minder lang behoeft te wachten voor de vloeistof bij het reduceeren aan de kook gaat, hetgeen ook als een klein voordeel kan worden aangemerkt.

Mocht bij het opnemen in water een enkel klontertje overblijven, dan wordt dit bij het toevoegen van de HCl opgelost. Het groote nadeel echter van het uitgieten van de Na_2O_2 smelt, behalve de meerdere bewerkelijkheid, die het vereischt, is de bron van fouten, die ermee wordt ingevoerd. Het is een prachtige gelegenheid om de nummers, de kroesjes en de koekjes door elkaar te halen en waar dergelijke verwarringen, — althans in Bolivia, — de belangrijkste bron van fouten zijn bij de analyse, die in het groot wordt uitgevoerd, is de uitschakeling daarvan van niet te onderschatten belang.

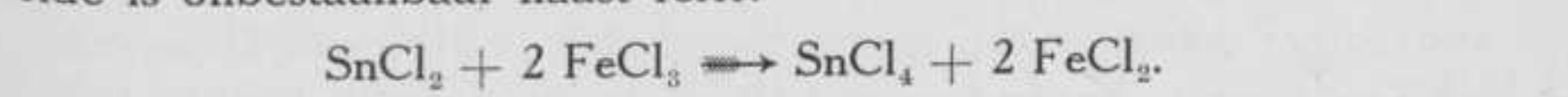
Het reduceeren.

Het nikkel geeft met het zoutzuur waterstof in statu nascendi, dat reduceerend werkt:



$$2\,HCl + Ni \longrightarrow NiCl_2 + 2\,H,$$
$$H + FeCl_3 \longrightarrow FeCl_2 + HCl,$$
$$2\,H + SnCl_4 \longrightarrow SnCl_2 + 2\,HCl.$$

Eerst moet alle ferrichloride gereduceerd zijn, want stannochloride is onbestaanbaar naast ferri:



$$SnCl_2 + 2\,FeCl_3 \longrightarrow SnCl_4 + 2\,FeCl_2.$$

Hutchin past bij voorkeur de „zink-nikkel reductie" toe. Hij voegt bij de zwakzure of neutrale tinoplossing ± 5 gr. tinvrij zinkpoeder en schudt. Dan doet hij er voorzichtig 55 cc. geconcentreerd zoutzuur bij, plaatst de nikkelspiraal in de vloeistof en kookt 10 tot 20 minuten. De nikkelspiraal wordt verwijderd en afgespoeld en na afkoelen in CO_2-atmosfeer kan getitreerd worden. Als voordeel van deze reductiemethode noemt Hutchin de geringere invloed, die titaan en verder ook wolfram, cerium en molybdeen als onzuiverheden op de resultaten uitoefenen. Ook het geringer nikkelverbruik noemt hij als een voordeel. Daar wij van bovengenoemde onzuiverheden in het laboratorium in Machacamarca geen last hebben, zou de zooveel omslachtiger reductiemethode van Hutchin weinig zin hebben.

In plaats van met nikkel kan men ook met ijzer reduceeren. Gedurende twee weken moesten wij dit, bij gebrek aan nikkel, in ons laboratorium doen. De resultaten daarmede verkregen waren onbevredigend.

In onderstaand tabelletje zijn enkele onderzoekingen vereenigd:

Monster.	Aantal bepalingen.	Fe-reductie zuiver HCl.	Ni-reductie zuiver HCl.	Ni-reductie handels HCl.	Fe-reductie handels HCl.
1	2	2,83 %	2,91 %	—	2,59 %
2	3	8,39 %	8,62 %	—	8,46 %
3	2	—	25,49 %	25,56 %	25,20 %
4	3	37,21 %	37,18 %	—	36,86 %
5	3	—	44,76 %	44,76 %	43,97 %
6	3	52,02 %	51,19 %	51,30 %	49,92 %

Reductietijd 60 min.; hoeveelheid HCl 60 cc.; totaal 250—300 cc. vloeistof.

In het algemeen gaf de reductie met ijzer te lage resultaten. Ook Greene (E. & M. J., Vol. 122, No. 16) komt tot deze conclusie.

Daar wij vermoeden, dat de onzuiverheid van het handels-zoutzuur, dat wij steeds gebruiken, van invloed was, deden we enkele bepalingen om dit met zuiver zoutzuur te vergelijken.

Bij nikkel reductie zijn de verschillen vrij laag. In ieder geval is de kostenbesparing door het gebruik van handels-zoutzuur in plaats van zuiver zoutzuur zoo groot, dat zij het nadeel van kleine verschillen opheft. Bovendien stelt men de titer met hetzelfde HCl, waardoor die fout grootendeels met de factor geëlimineerd zal worden.

Bij ijzerreductie echter blijkt de al of niet zuiverheid van de HCl een belangrijke rol te spelen. Vooral bij het monster 6, een concentraat met ruim 5% onzuiverheden (Pb, Sb, As, Cn, Zn), waren de resultaten merkwaardig.

Als ijzer gebruikten wij bij de ijzerreductie drie hoefnagels.

Uit bovenstaande cijfers en uit de ervaring in het laboratorium is ons in voldoende mate gebleken, dat de reductie met nikkel de voorkeur verdient boven die met ijzer.

Omtrent de oorzaak van de fouten bij de ijzerreductie kunnen we slechts veronderstellingen maken. Waarschijnlijk komt de na-

deelige invloed van onzuiverheden bij de ijzerreductie meer tot uiting. (Uitgezonderd als koper aanwezig is. Zie onder Invloed van andere metalen).

L o w is van meening, dat de onzuiverheden in het ijzer een bron van fouten kunnen zijn. O.i. zou ook het koolstofgehalte van het ijzer wel eens invloed kunnen hebben.

Men schijnt ook met gepoederd metallisch antimoon te kunnen reduceeren. Het komt ons echter voor, dat het antimoon, dat bij de titratie aanwezig blijft, nog wel reduceerend kan werken en dus het eindpunt onnauwkeurig doet zijn, evenals dat bij de aanwezigheid van nikkel bij de titratie het geval kan zijn.

S ö h n l e i n geeft op, dat het nikkel minstens 60 c.m². oppervlak moet hebben (3 × 20 c.m.). Bij kleiner oppervlak zou men langer moeten reduceeren. Wij gebruiken 75 cm². oppervlak (1″ × 12″).

Is naast tin ook bismut aanwezig, dan moet het oppervlak van het nikkel grooter zijn, want het bismut moet kwantitatief op het nikkel neerslaan (G r e e n e, E. & M. J., Vol. 122, No. 16).

Op de reductie heeft, behalve de grootte, ook de aard van het oppervlak van het nikkel invloed. Het nikkel kan door veelvuldig gebruik zijn activiteit verliezen. Zooals de volgende cijfers aantoonen, kan dat een belangrijke bron van fouten zijn:

	Reductie met oud Ni.	Reductie met goed Ni.
Monster 1	53,6%	58,7%
Monster 2	47,0%	51,8%
Monster 3	39,0%	42,7%

Het oude zoowel als het nieuwere nikkel was goed gereinigd en zag er volkomen normaal uit.

Een vetlaagje, b.v. bij nieuw nikkel of een vuil geworden oppervlak, — vele onzuiverheden vormen een neerslag op het nikkel, — kunnen ook de reduceerende werking belemmeren. Door te koken met sterk zoutzuur of met wat koningswater kan men het nikkel goed schoon houden.

De spiraalvorm, waarin het nikkel gewonnen wordt, kan een wat snellere reductie geven, omdat de optredende convectiestroomen de vloeistof gemengd houden.

De levensduur van het nikkel hangt geheel van de dikte af. Wij gebruiken plaatnikkel van 1,32″ dikte.

Als geschiktste hoeveelheid zoutzuur hebben we 60 cc. gevonden. Kleinere hoeveelheden geven fouten, als er andere metalen in oplossing zijn, terwijl een grooter hoeveelheid de kosten per assay, — waarbij die voor HCl de belangrijkste zijn, — direkt aanzienlijk omhoog brengt.

Söhnlein geeft op, dat de hoeveelheid zoutzuur 25—40% van de totaal-hoeveelheid vloeistof moet bedragen, hetgeen ons wel wat ruim genomen schijnt.

Een kleinere totaal-hoeveelheid vloeistof dan 250 cc. is niet aan te raden en kan ook makkelijk voorkomen worden. De kans bestaat namelijk, dat bij kleine volumina gelatineus kiezelzuur stannochloride vasthoudt, waardoor te lage resultaten zouden kunnen ontstaan. Wij nemen steeds 250—300 cc. totaal vloeistof.

60 minuten, gerekend vanaf het moment waarop de vloeistof begint te koken, is voor Bolivia de beste reductietijd.

Door de groote hoogte boven het zeeniveau (3800 M.), ligt het kookpunt van water hier omtrent 85° C., waardoor de reactiesnelheden kleiner zullen zijn, dan in lagere landen en waardoor dus een langere reductietijd noodig zal zijn.

Op den reductietijd heeft ook de heftigheid van het koken invloed. Gebruikt men een ijzeren kroes, dan gaat een deel van het ijzer in oplossing als ferrichloride, dat eerst tot het kleurlooze ferrochloride gereduceerd zal moeten worden vóór de reductie van het stannochloride begint. Hierdoor is de reductietijd bij het gebruik van ijzeren kroezen langer dan die bij nikkelen kroezen.

Theoretisch juister zou het zijn, om de reductietijd te rekenen vanaf het moment waarop de gele kleur van de oplossing verdwenen is, dus alle ferrichloride gereduceerd is en de reductie van stanni tot stanno begint. In de practijk is dit echter minder practisch.

Van zeer groot belang is het voorkómen van oxydatie van de gereduceerde stannochloride-oplossing. Beringer gebruikt een CO_2-apparaat. Het eenvoudigst geschiedt het door aan de gereduceerde oplossing enkele stukjes marmer toe te voegen. De gevormde CO_2 drijft alle damp uit de kolf en voorkomt zoodoende oxydatie tijdens de afkoeling. Bovendien plaatst men op de kolf een kurk, waarin een dun uitgetrokken glazen buisje, maar daar CO_2 zwaarder is dan lucht, is de kans reeds gering dat nog lucht zal binnen dringen. Vooral de warme stannochloride-oplossing oxydeert uiterst gemakkelijk aan de lucht en daarom behoort men het

marmer direkt toe te voegen, zoodra de kolf van de warmtebron verwijderd is, dus ook vóór het afspoelen van de nikkelspiraal.

Daarom ook is het goed zoo snel mogelijk af te koelen. In het laboratorium in Macha gebruiken we een koelbak voor 12 kolven, waardoorheen koud water circuleert. In 4 min. is een kolf daarin afgekoeld.

Het titreeren.

Bij de titratie moet kwantitatief alle stannochloride tot stannichloride geoxydeerd worden. Als oxydatiemiddel wordt jodium gebruikt:

$$SnCl_2 + J_2 + 2\ HCl \longrightarrow SnCl_4 + 2\ HJ.$$

Zoodra geen stannochloride meer aanwezig is om jodium te gebruiken, geeft de eerstvolgende, overbodig zijnde, druppel jodiumoplossing met de stijfsel de bekende blauwkleuring.

Volgens bovenstaande vergelijking moeten:

1 gr. at. Sn overeen komen met 2 gr. at. J

of 118,7 mgr. Sn overeen komen met $2 \times 126{,}92$ mgr. J.

Uitgaande van 500 mgr. monster is 5 mgr. Sn 1%.

$$5 \text{ mgr. Sn komt overeen met } \frac{5 \times 2 \times 126{,}92}{118{,}7} \text{ mgr. J} =$$
$$= 10{,}6925 \text{ mgr. J.}$$

Wil men een oplossing hebben, waarvan 1 cc. overeenkomt met 1% Sn, uitgaande van 500 mgr. monster, — dan moet 1 cc. dus 10,6925 mgr. J bevatten.

Algemeen wordt dan ook als recept voor de jodiumoplossing gebruikt: 10,7 gr. J + 20 gr. Kaliumjodide per liter. De KJ dient slechts om het jodium, dat zonder meer slecht in water oplosbaar is te doen oplossen.

De verschgemaakte oplossing moet 5—8 dagen in het donker staan om het jodium gelegenheid te geven de oxydeerbare bestanddeelen van het water te oxydeeren. Na filtratie is de oplossing dan voor het gebruik gereed en behoudt ongeveer een week haar zelfde sterkte.

De stijfseloplossing wordt bereid door 5 gr. stijfsel met koud water tot een papje aan te mengen en dit met 500 cc. water te koken. De stijfseloplossing wordt toegevoegd uit een kolfje, waarvan door de kurk een omgebogen glazen buisje steekt.

Aan te bevelen is een buret van 100 cc., verdeeld in $^1/_{10}$ cc. en waarbij elke cc. met een cijfer is aangeduid. De aanduiding met alléén even cijfers, dus 0 - 2 - 4 - 6 enz., geeft aanleiding tot foutieve aflezingen.

De makkelijkste manier van titerstellen is die op zuiver tin. Ongeveer 200 tot 250 mgr. worden afgewogen en in oplossing gebracht door een nacht te laten staan in een 500 cc. kolf met 80 cc. sterk zoutzuur. Oplossen in kokende HCl is minder goed, omdat er kans bestaat op vervluchtiging van $SnCl_4$. In dezelfde kolf kan de vloeistof op volume gebracht en gereduceerd worden. Na een kleine berekening vindt men uit het aantal getitreerde cc. de factor voor de jodiumoplossing.

Het is dikwijls moeilijk zuiver tin te verkrijgen. Van drie verschillende firma's kochten we z.g. chemisch zuiver tin, (uit de Staten, zoowel als uit Europa); twee ervan bleken minder dan 98% Sn te bevatten. Het beste is het zelf te controleeren door titerstellen met behulp van arseentrioxyde en dan het tingehalte te bepalen.

Lost men het tin op in handelszoutzuur, dan krijgt men dikwijls een bruin vlokkig neerslag. Het wordt veroorzaakt door de onzuiverheden van het handelszoutzuur, want bij oplossen in zuiver zoutzuur ontstaat het niet.

De tweede wijze van titerstellen, welke zoowel in Treadwell II als door Low beschreven wordt, geschiedt als volgt:

Men sublimeert het arseentrioxyde uit een porceleinen bakje op een horlogeglas. Van dit droge, zuivere As_2O_3 weegt men nauwkeurig ongeveer 200 mgr. en doet het in een 250 cc. kolf. Los op door verwarmen met zoo weinig mogelijk verdund NaOH, (b.v. 20 cc. NaOH $^1/_{10}$ n). Verdun tot 100 cc. met koud water, voeg enkele druppels fenolftaleïne toe en maak zwak zuur met HCl. Koel goed af en voeg 3 tot 4 gr. natriumbicarbonaat toe, daarna stijfsel en titreer.

Het gewicht aan As_2O_3 vermenigvuldigd met 1,199 geeft de overeenkomstige hoeveelheid tin, waaruit men door vermenigvuldigen met 2 (vanwege het halve gram materiaal, waarvan men uitgaat), en deelen door het verbruikte aantal cc. jodiumoplossing de factor daarvan berekent.

De chemicaliën en het gedistilleerde water moeten zeer zuiver zijn, wil men de juiste factor verkrijgen; maar dan heeft men ook de chemisch juiste waarde van de titervloeistof bepaalt, hetgeen

men van de twee andere methoden van titerstellen niet kan zeggen.

Ten derde kan men ook titerstellen op een „standaard" concentraat, waarvan het tingehalte eens en vooral met groote zekerheid en nauwkeurigheid bepaald is; liefst gecontroleerd door andere laboratoria. Men assayeert dit concentraat op normale wijze. De factor is dan het bekende tinpercentage gedeeld door het aantal verbruikte cc. der jodiumoplossing.

Het voordeel van deze methode is, dat de omstandigheden bij het titerstellen volkomen dezelfde zijn, als bij een normale tinassay.

Invloed van andere metalen op de assay.

Andere metalen, welke in het erts of concentraat aanwezig zijn, hebben soms invloed op de tinanalyse. Om deze invloed na te gaan kan men synthetisch of analytisch te werk gaan.

Langs den analytischen weg maakt men eerst een Sn-assay van het monster met de andere metalen er in; daarna één met het te onderzoeken, verontreinigde metaal er uit verwijderd. Vergelijking der uitkomsten geeft dan de invloed van het metaal te zien.

Bij synthetisch onderzoek maakt men gebruik van een standaard tinoplossing, waarvan men telkens een bepaalde zelfde hoeveelheid neemt en deze na toevoeging van wisselende hoeveelheden oplossing van het te onderzoeken metaal, op Sn analyseert.

De analytische methode is meer overeenkomstig de praktijk; de synthetische is beter geschikt om de grens vast te stellen, waarbij het metaal invloed begint te krijgen op de Sn-assay.

Aluminium, barium, cadmium, calcium, chroom, cobalt, lood, magnesium, mangaan, nikkel, ijzer en zink hebben geen invloed op de analyse.

De eventueele invloed van de andere metalen zal hieronder worden besproken.

Arseen.

Hutchin zegt op blz. 13 van zijn verhandeling: „With this impurity it is difficult to avoid low results." Hij geeft enkele cijfers en twee verklaringen voor de te lage resultaten: 1°. Het zwarte neerslag op het nikkel kan de volledige reductie tot stanno belemmeren, of 2°. Het zwarte neerslag bevat tin. Op blz. 22 echter geeft hij een tabelletje, waarbij de toevoeging van As_2O_3 te hóóge resultaten ten gevolge heeft, n.m. 68,0 en 68,4 cc. in plaats van 67,6 cc. Hij verzuimt hierbij op te geven het percentage toege-

voegde As_2O_3. Zijn onderzoekingen op dit punt geven dus verwarrende en onvolledige resultaten.

Bij 0,5; 1,0; 2,0; en 4,0% As, — omgerekend in gewichtsprocenten van het genomen monster, dat 12,6% Sn bevatte, — vonden wij geen verschillen.

Arsenigzuur verbruikt jodiumoplossing, (titerstelling met As_2O_3) echter alleen in zwakzure oplossing. Hutchin nam slechts 45 cc., wij 600 cc. HCl op 300 cc. totaal hoeveelheid vloeistof. In ieder geval wordt een eventueele schadelijke invloed van As verminderd door een voldoende hoeveelheid vrij HCl.

Het zwarte neerslag op het nikkel zal waarschijnlijk metallisch arseen zijn, dat ontstaat door de reduceerende werking van het stannochloride:

$$2\ AsCl_3 + 3\ SnCl_2 \longrightarrow 3\ SnCl_4 + 2\ As.$$

Zeer waarschijnlijk lijkt het ons, dat bij het koken gedurende de reductie veel arseen als AsH_3 of als $AsCl_3$ vervluchtigt.

Vermoedt men toch nog een schadelijke invloed van arseen op de tinresultaten, dan kan men die steeds voorkomen door het monster vooraf te roosten.

Antimoon.

Driewaardig antimoon verbruikt in zwakzure oplossing jodium. In voldoende zure oplossing, zooals we die bij de titratie van het tin hebben, is dit niet het geval en wij konden dan ook geen invloed van antimoon op de resultaten van de tinassay aantoonen. Eventueele reductie tot metallisch antimoon is evenmin van invloed.

Bismut.

Bismut slaat bij de reductie metallisch op het nikkel neer. Is veel bismut aanwezig of heeft men een bismuterts op tin te onderzoeken, dan is het aan te raden het oppervlak van het nikkel te verdubbelen, door b.v. twee spiralen in plaats van één te gebruiken.

Blijft bismut in de oplossing aanwezig of titreert men zonder het nikkel met het daarop geprecipiteerde bismut uit de oplossing te verwijderen, dan schijnt men te hooge resultaten te kunnen verkrijgen.

Het laboratorium van Patiño Mines & Enterprises te Llallagua, Bolivia, van welke maatschappij de producten tot 2% bismut be-

vatten, neemt geen speciale voorzorgen met het oog op het Bi-gehalte.

Koper.

Beringer zegt: „. . . . .and copper ores should be treated with acid before assaying for tin" en verderop: „. . . . .low results may easily be obtained by the method of nickel reduction followed by titration with iodine. . . .". Beringer heeft het oog op kopertsen en dus hooge koperpercentages ten opzichte van waarschijnlijk lage tinpercentages.

Daarentegen vonden wij, dat koper toegevoegd aan een standaard tinoplossing de uitkomst te hoog deed worden.

% Cu	cc. HCl	% Sn
0	45	12,45
0	60	12,6
0,25	45	12,5
0,25	60	12,5
1,0	45	12,7
1,0	60	12,8
4,0	45	12,7
4,0	60	12,9
6,0	60	12,95
8,0	60	13,5
10,0	45	12,95
10,0	60	13,5

Het percentage Cu en Sn is omgerekend in % van een monster. De totaal hoeveelheid vloeistof was 300 cc. Het koper werd aan de standaardoplossing toegevoegd als $CuCl_2$.

Blijkens bovenstaande tabel wordt de invloed van koper op de tinassay reeds merkbaar, zoodra het monster 1% koper bevat. Het is merkwaardig, dat een kleinere hoeveelheid zoutzuur de fout vermindert. Bij de meeste andere verontreinigingen doet juist een grootere hoeveelheid zoutzuur de storende invloed verminderen.

Ook Wraight & Teed verkrijgen te hooge resultaten bij aanwezigheid van koper, hetgeen zij toeschrijven aan oxydatie van cuprochloride door jodium, waardoor extra jodium verbruikt wordt. (Inderdaad blijkt dit het geval te zijn).

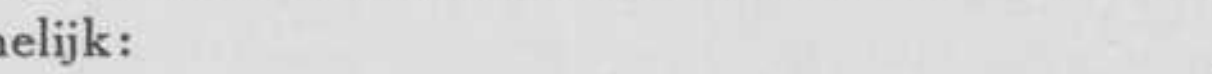
De aanwezigheid van koper is dikwijls bij de titratie op te merken. De kleuromslag is dan niet zoo gevoelig als normaal en de blauwe kleur verdwijnt na enkele minuten staan.

De invloed van koper bij de tinassay is te voorkomen door het monster vooraf met salpeterzuur te behandelen. Zijn de uitkomsten na deze behandeling verschillend van die zonder zuurbehandeling, dan zal de zuurbehandeling bij dat bepaalde soort erts steeds aan de tinassay moeten voorafgaan, tenzij het verschil te wijten is aan oplosbaar tin, hetgeen te controleeren is door het filtraat van de zuurbehandeling op tin te assayeeren, na het koper te hebben neergeslagen.

Het beste is echter om, in geval koper aanwezig is, de nikkelreductie door ijzerreductie te vervangen.

Het nikkel zal wel cuprichloride tot cuprochloride reduceeren, maar er treedt geen koperafscheiding op, zooals dat bij de ijzerreductie het geval is, omdat nikkel in de spanningsreeks dichter bij koper staat, dan bij ijzer.

Blijft cuprichloride in de te titreeren oplossing aanwezig, dan vormt dit met het kaliumjodide uit de jodiumoplossing vrij jodium, namelijk:



$$2\ CuCl_2 + 4\ KJ \longrightarrow 2\ CuJ + 4\ KCl + J_2.$$

Dit vrije jodium oxydeert ook stannochloride en het verbruik van de titervloeistof wordt dus verminderd en het resultaat daardoor te laag. De te lage uitkomsten van Beringer (zie boven) zouden wellicht te verklaren zijn door aanwezigheid van cuprichloride, doordat de groote hoeveelheid koper niet voldoende gereduceerd werd.

Hierbij dient tevens opgemerkt te worden, dat het nikkel dat voor de reductie gebruikt wordt, kopervrij moet zijn, daar anders groote fouten kunnen ontstaan. In Llallagua ontving men een partij „zuiver nikkel", die 45% Cu bleek te bevatten en daardoor volkomen onbruikbaar was. Monsters met ongeveer 1% Sn, gaven daarmede gereduceerd, 20 tot 30% Sn als resultaat.

Molybdeen.

Volgens Greene (E. & M. J., Vol. 122, No. 16) veroorzaakt molybdeen te hooge uitkomsten van de tinassay.

Titaan.

Volgens sommigen heeft titaan geen invloed op de tinassay; volgens anderen geeft het te hooge resultaten. Wraight & Teed komen op grond van degelijke proefnemingen tot de conclusie dat:

1°. de fout, die gemaakt wordt niet evenredig is met de hoeveelheid TiO_2. Het foutpercentage wisselt tusschen 0,8 en 3,8%.

2°. de fout echter steeds positief is.

3°. door langeren reductietijd de fout grooter wordt.

4°. een te groote hoeveelheid zoutzuur de fout vergroot.

Waarschijnlijk zal $TiCl_3$ ontstaan, dat een sterk reductiemiddel is en door de jodiumoplossing dus wel geoxydeerd zal worden.

Soms zal titaan te herkennen zijn aan een roodkleuring van de oplossing, welke veroorzaakt wordt door de, — uit de Na_2O_2 gevormde H_2O_2.

De beste methode om titaan te verwijderen geven Wraight & Teed aan:

„Four or five grams of bisulphate of potash were gently heated „in a platinum dish over a Bunsen burner; when fluid, a weighed „quantity of titaniferous-tin-ore was added little by little to the „fluid charge and maintained fused for about five minutes; then „the burner was removed and the dish allowed to cool. When cold „the dish was gently squeezed over a piece of glazed paper to „detach the melt, which was broken up, placed in a beaker with „about 60 cc. of water and seven or eight of sulphuric acid and „gently heated on the hot plate until the melt was dissolved....

„Titanic acid in the form of rutile, anatase or ilmenite is com„pletely dissolved by such a fusion, and it is found that if a little „sulphuric acid is added to the aqueous solution of the melt it „can be heated to boiling without any precipitation of the titanic „acid present.... The solution was filtered, the residue washed, „dried and ignited in a nickel crucible, to which sodium peroxyde „was added, (when ignition was complete), and the ordinary „method of the assay proceeded with, giving results from which „it will be seen that the separation was entirely satisfactory."

Wolfram.

Zoowel Hutchin als Wraight & Teed toonden aan dat wolfram de uitkomsten van de tinassay verhoogt, omdat het wolfram by de titratie jodium verbruikt.

Hutschin geeft de volgende cijfers:

Toegevoegde WO_3 omgerekend in % van het monster:	0 %	2,5 %	15,6 %	21,7 %	41,7%
Benoodigde hoeveelheid cc. jodium-oplossing:	71,6%	71,85%	72,25%	72,35%	72,5%
Invloed in %:	— %	+0,3 %	+0,9 %	+1,0 %	+1,2%

Hij gebruikte 45 cc. HCl op ± 250 cc. totaal hoeveelheid vloeistof.

Reductietijd niet opgegeven.

Wraight & Teed gebruikten 125 cc. HCl op een totaal hoeveelheid vloeistof van ± 400 cc. en reduceerden $1^1/_4$ uur. Zij gingen uit van 250 mgr. monster en kregen de volgende resultaten:

Toegevoegde WO_3, omgerekend in % van het monster:	7,41%	16,66%	28,57%	44,44%
Invloed in %:	nihil	+ 0,2 %	+ 0,4 %	+ 1,5 %

Wraight & Teed vinden dus bij 7,4% WO_3 nog geen invloed op de tinassay, terwijl Hutchin reeds bij 2,5% WO_3 een fout vindt. De oorzaak ligt o.i., evenals bij het arseen, in het feit, dat Hutchin te weinig zoutzuur gebruikte.

Zoolang de oplossing door het wolframzuur nog niet grijsblauw wordt gekleurd, kan men den invloed van wolfram zeker verwaarloozen.

Om wolfram te verwijderen vonden wij drie verschillende methoden opgegeven:

1°. (Holloway). Filtreer de tinoplossing na de reductie. Het precipitaat (blauw) veroorzaakt door de reductie van wolframzuur, blijft dan achter en na uitwasschen kan de oplossing opnieuw gereduceerd worden en daarin tin bepaald worden op normale wijze.

2°. (Hutchin & Tonks). „The charge is digested in a 4" porcelain dish with 20 cc. of a 25% solution of causic soda (free from chloride) on a waterbath for 30 to 45 minutes. . . ."

Na het koken wordt verdund, afgefiltreerd en gewasschen: Het residu kan op gewone wijze op tin geassayeerd worden, terwijl in het filtraat wolfram bepaald kan worden.

3°. Komen titaan en wolfram voor met tin, dan wordt het titaan eerst verwijderd door smelten met kaliumbisulfaat (zie onder titaan). Door deze smelting worden tin noch wolfram aangetast. Na filtratie wordt het residu met ammoniumcarbonaat behandeld, waarbij alle wolfram oplost. In de beide filtraten kunnen respectievelijk titaan en wolfram bepaald worden en in het eindresidu het tin.

Natuurlijk moet men steeds met de mogelijkheid rekenen, dat tin in oplosbaren vorm aanwezig kan zijn, waardoor het in de filtraten kan komen en het residu een te lage tinuitkomst zou geven.

Om de fout van titaan of wolfram te elimineeren, zou men dan een andere fout invoeren, tenzij het er om te doen is slechts de hoeveelheid onoplosbaar tin (SnO_2, kassiteriet) te bepalen.

Zwavel.

Zooals we in het hoofdstuk Smelten reeds vermeldden, oefent zwavel geen direkte invloed uit op de resultaten van de tinassay.

Volgens Greene (E. & M. J., Vol. 122, No. 16) kan zwavel echter in combinatie met lood, zink of fosfor fouten veroorzaken.

Het is onze indruk, dat ook andere onzuiverheden, in het bijzonder antimoon en arseen, in combinatie met andere metalen, fouten kunnen veroorzaken. Een onderzoek hiernaar vergt echter meer tijd dan wij er voor beschikbaar konden stellen.

Bepalen van oplosbaar tin.

Onder „oplosbaar tin" verstaat men alle tin, dat niet in oxydische vorm (SnO_2 kassiteriet) aanwezig is. Het is afkomstig van de sulfidische tinmineralen:

Stannin (S 29,9%; Sn 27,5%; Cu 29,5%; Fe 13,1%).
Franckeïet ($Pb_5 Sb_2 Sn_2 S_{12}$?).
Cylindriet ($Pb_6 Sb_2 Sn_6 S_{21}$?).
Canfieldiet ($Ag_8 Sn S_6$?).

Het wordt als volgt bepaald:

Weeg 2 gram van het materiaal in een 300 cc. kolf. Voeg 2 tot 3 gram kaliumchloraat toe; daarna beetje bij beetje, vanwege de heftige chloorontwikkeling, geconcentreerd zoutzuur. Vervolgens vult men het kolfje tot de helft aan met zoutzuur en laat een uur koken, om het kwartier voorzichtig wat kaliumchloraat toevoegend.

Na een weinig afkoelen en verdunnen filtreert men en wascht uit met warm, verdund zoutzuur. Het filtraat, dat al het oplosbare tin bevat, reduceert men met ijzer, omdat gewoonlijk koper in de oplossing aanwezig is. Op normale wijze titreert men. Daar men van 2 gr. is uitgegaan, deelt men het aantal gevonden cc. door 4 en vermenigvuldigt met de factor, aldus het percentage oplosbaar tin vindend.

Tegelijkertijd kan men de hoeveelheid oxydisch tin bepalen, door het filter in een ijzeren kroes te verbranden, waarin men daarna met Na_2O_2 smelt. Is de hoeveelheid tin te groot (uitgangsmateriaal 2 gr.), dan brengt men op maat en neemt een bepaald volume, waarin men het tin bepaalt.

Nauwkeurigheid.

De nauwkeurigheid bij het titreeren is tot op één druppel.

Eén druppel uit de buret is $^1/_{20}$ cc., hetgeen overeenkomt met 0,25 mgr. Sn of — uitgaande van 500 mgr. monster — met een nauwkeurigheid van 0,05% Sn.

De balans, waarop het monster wordt afgewogen, moet minstens deze zelfde nauwkeurigheid hebben en moet dus zeker op $^1/_{20}$ mgr. gevoelig zijn.

Twee assays, welke onder gelijke omstandigheden worden uitgevoerd, zijn dus nauwkeurig tot op 0,05% Sn. De duplos mogen dan ook niet meer dan 0,1% Sn verschillen. Alléén bij zeer onzuivere concentraten of ertsen krijgt men minder goed sluitende duplos, waarbij men als maximum verschil 0,3% Sn kan aannemen. Gewoonlijk zijn de duplos hetzelfde.

Een blanco assay op zuiver zand vereischt slechts één druppel titervloeistof voor de kleuromslag, hetgeen 0,05% Sn zou aanduiden, in plaats van 0%. Sommige laboratoria vinden echter een hoogere waarde voor een blanco assay, die dan van de tin-uitkomsten steeds afgetrokken worden.

In de praktijk, waar twee laboratoria elkaar controleeren, wordt een verschil van 1 à 2% van de uitkomst toegelaten. Bij den verkoop van concentraten van 55 tot 65% Sn bijvoorbeeld, wordt de referee ingeroepen, als de assays van kooper en verkooper 1% Sn of meer verschillen.

Heeft men failing-monsters te assayeeren, dan kan men ook uitgaan van 1 gr. monster, in plaats van $^1/_2$ gram.

„INHEEMSCHE MIJNBOUW IN INDIË"

door Ir. P. Hövig m.i.,

naar aanleiding van een lezing over hetzelfde onderwerp.
Tevens verschenen in „Bouwstoffen".

Als men als Indisch mijningenieur in Nederland terugkomt, voelt men zich altijd min of meer teleurgesteld, wanneer men in gesprekken telkens weer bemerkt, hoe weinig de gemiddelde Nederlander zich ervan bewust is, dat er in Indië nog zoo iets als mijnbouw bestaat. Er mag eens een of andere beursspeculant zijn, die in Redjangs of Boetons gokt en die er zoo'n flauw idee van heeft, dat die ondernemingen ergens in den Oost liggen, of een meer soliede belegger, die voor zijn spaarduitjes aandeelen Koninklijke Petroleum of Billiton koopt en wat beter ingelicht is, maar daar blijft het dan ook bij. Toch brengt Indië jaarlijks nog voor ongeveer 400 millioen gulden aan mijnbouw-producten voort: 265 millioen petroleum, 100 millioen tin, 25 millioen steenkolen, bijna 7 millioen goud, $4^1/_2$ millioen zilver en dan nog jodium, mangaan, cement, diamanten en zwavel.

Vierhonderd millioen is toch werkelijk niet zoo'n gering bedrag en verdient zeker wat meer belangstelling. Maar men kan dat niet dwingen. Mijnbouw is nu eenmaal den Nederlander vreemd en ik heb opgehouden mij daarover te verbazen, toen ik bemerkte, dat het bij onze naaste buren met die kennis omtrent Indië niet beter gesteld is, doordat ik eens van een zeer groote firma uit Singapore een brief kreeg, die geadresseerd was aan „The manager of the Banka tinmines, Billiton, Java".

Vroeger, in een ver verleden, is dat anders geweest. Toen was de faam van den Indischen mijnbouw wijd en zijd in, wat men toen de beschaafde wereld kon noemen, doorgedrongen.

Het was toen vooral de goudrijkdom van Indië, die de aandacht trok. En inderdaad moet het, bezien in het raam van den tijd en van de toenmalige economische verhoudingen, een zeer belangrijke industrie geweest zijn, waarvan in oude Chineesche en Hin-

doesche geschriften, meerendeels kronieken en reisbeschrijvingen. gewag wordt gemaakt.

In de middeleeuwen was die faam tot zelfs in West-Europa doorgedrongen en daar bij de ontwikkelde klassen vrij algemeen bekend. Niet weinig droeg daartoe een reisbeschrijving bij van een Engelschman, Sir John Maundeville Kt., een avonturier van het slag van den meer bekenden Venetiaan Marco Polo. Sir John, die ook wel Jean de Mandeville genoemd wordt, vertrok op St. Michielsdag (29 September) 1322 uit zijn geboorteland om een zwerftocht aan te vangen, die 30 jaar zou duren en die zich zelfs tot in China uitstrekte, waar hij den grooten Chan diende. Van zijn bevindingen gaf hij na zijn terugkomst in het vaderland een nogal phantastisch verhaal uit, in den vorm van een reisbeschrijving, die een minder vriendelijke criticus aanduidde als the most unblushing volume of lies, that was ever offered to the world. Desniettegenstaande of misschien juist daarom, want de smaak voor sensatie is niet van vandaag of gisteren, maar zoo oud als de wereld, was het in zijn tijd een van de meest gelezen boeken, wat wel daaruit blijkt, dat op de oorspronkelijke Fransche uitgave al gauw een Engelsche en een Latijnsche vertaling volgden.

In dit boekje doet Sir John ook eenige mededeelingen over verschillende eilanden van den Indischen Archipel en zoo zegt hij over Java, dat specerijen er overvloediger groeien, dan in eenig ander land en dat „gold and silver are very plentyfull." The king of that country — vervolgt hij — has a very noble and wonderfull palace and richer than any in the world; for all the steps leading to halls and chambers are alternately of gold and silver; and the pavements of halls and chambers are squares of gold and silver; and all the walls within are covered with gold and silver in thin plates, in which plates are inlaid stories and battles of knights, the crowns and circles about whose heads are made of precious stones and rich and great pearls. And the halls and chambers of the palace are all covered within with gold and silver, so that no man would believe the richness of that palace unless he had seen it.

Nu is het opmerkelijk, dat Maundeville hier juist Java

noemt als het land, dat zoo rijk is aan goud en zilver en dat bijna alle oude schrijvers dat doen.

't Begrip Java schijnt toen vaag geweest te zijn en soms meer voor den geheelen of althans een groot gedeelte van den archipel te hebben moeten dienen, zooals nu in het buitenland Nederland gewoonlijk Holland genoemd wordt of zooals wij iederen Brit voor een Engelschman houden, onverschillig of hij een Schot of een Ier, een Australiër of een Canadees is. Trouwens, „Java" wordt ook tegenwoordig nog wel zoo gebruikt. In Mekka heeten alle bedevaartgangers, die uit den Indischen archipel of van Malakka afkomstig zijn, djawi. Soms wordt door de oude schrijvers met Java ook wel Zuid-Sumatra bedoeld, meer bijzonder Palembang. Latere geschriften van oudere Europeesche reizigers spreken van Java minor en Java major: welke namen afwisselend gebruikt worden voor Java proper en voor Zuid-Sumatra en Java major bovendien nog voor Borneo.

Maundeville schijnt echter wel degelijk Java zelf te bedoelen, 't zelfde eiland, dat wij onder dien naam kennen, wat daaruit kan blijken, dat hij uitdrukkelijk opgeeft, dat het een omtrek heeft van dicht bij de 2000 mijlen, wat inderdaad ongeveer uitkomt.

En dat hij al dien goudrijkdom, waarvan hij vertelt, zelf gezien heeft, al overdrijft hij dan waarschijnlijk behoorlijk, zal men ook wel moeten aannemen, want van een ander eiland, dat hij vlak na Java beschrijft en dat hij Pathan noemt, vertelt hij dat er boomen groeien, die meel bevatten, waarvan smakelijk brood gebakken wordt, waarmede hij waarschijnlijk de sagoepalm bedoelt, en dat er aan de oevers van een bodemloos meer riet groeit van wel dertig vadems lang, waarvan de bevolking huizen en vaartuigen bouwt, en hij voegt daarbij: and let no man think that I am joking, for I have seen these reeds with my own eyes many a time, lying upon the river of that lake."

Ook een sanskriet-inscriptie, die op Java zelf gevonden is, dateerend uit het jaar 732 n. Chr., noemt dit eiland rijk aan goudmijnen. Men kan niet anders aannemen, dan dat ook in dit geval Java zelf bedoeld is en dat de auteur ervan het toch wel geweten zal hebben.

't Blijft echter merkwaardig, dat van die oude goudmijnbouw niets meer is overgebleven, dan misschien een zeer vage herinnering bij de bevolking, die dan ook wel de aanleiding geweest kan zijn,

dat de O.-I. Compagnie zich nog vrij wat moeite en kosten getroost heeft om zoo'n goudmijn in het Krawangsche op te sporen, doch met negatief resultaat.

Tot voor kort bestond dan ook vrij algemeen de overtuiging, dat op Java geen goud voorkomt, althans niet in ontginbare hoeveelheden.

Verbeek en Fennema waren daarvan zoo overtuigd, dat zij in hun standaardwerk „De Geologische beschrijving van Java en Madoera" het noodig vonden daarop bijzonder de aandacht te vestigen.

Na de vondsten, die gedurende de laatste 5 jaren door den dienst van den mijnbouw op Java gedaan zijn, is men echter geneigd die oude verhalen in een ander licht te zien en er een meer letterlijke beteekenis aan toe te kennen.

In de Djampangs, ten Zuiden van Soekaboemi, zijn in het tertiaire gebergte goudhoudende ertsgangen gevonden, niet maar een enkele, incidenteele, maar een groot aantal, zoodat men daar gerust van een ertsprovincie kan spreken, met daaraan annex stroomgoudafzettingen.

Verdere onderzoekingen, meer naar het Westen toe, in het Bantamsche, die nu nog voortgezet worden, leverden eveneens een aantal goud- en zilverertsgangen op, van het bekende type: de jonge goud- en zilverertsformatie, waarop alle thans in exploitatie zijnde goudmijnen in den archipel werken.

Die ertsgangen in de Djampangs waren ook wel reeds aan Verbeek en Fennema bekend en vóór hen aan Junghuhn, doch zij beschouwden ze als afzettingen van lood-, koper- en zinkertsen, waarvan de exploitatie niet loonend kon zijn. Dat de belangrijkste waarde wel in het gehalte aan edele metalen gezocht moet worden, is eene ontdekking van den mijningenieur C. A. de Jongh, die van een toevallig door wegaanleg ontbloote erts-lens een stuk afsloeg en daarop in enkele riviertjes monsters verzamelde, die een vrij hoog gehalte aan edel metaal bleken te bevatten. Nu zijn het daar inderdaad sterk sulfidische ertsen, die door den eenvoudigen inheemschen miner niet op edele metalen kunnen verwerkt worden, doch in de verweerde gedeelten van den dagzoom komt toch vrij goud voor en in den verweeringsgrond ernaast ook; genoeg om te ontginnen.

Bij den buitengewonen speurzin, waarvan de oude bevolking in andere deelen van den archipel, op Sumatra b.v., blijk gegeven heeft, waar het de opsporing van goudafzettingen betreft, zou het

al zeer verwonderlijk zijn, wanneer zij deze op Java ook niet zou hebben weten te vinden.

Wanneer men plaatsen als Lebong Simpang, Tambang Sawah, Lebong Soelit, Simau bezocht heeft en gezien heeft wat voor eigenlijk onbereikbare plekjes dat zijn, in de diepste wildernis, dan staat men telkens weer verbaasd en vraagt men zich af, hoe het mogelijk is, dat men in die oude tijden, toen alles nog veel wilder en ontoegankelijker moet geweest zijn dan nu, zulke plekken, waar toch werkelijk niets anders van belang te vinden is, heeft kunnen ontdekken.

Het zijn geen incidenteele en toevallige ontdekkingen geweest, doch wel degelijk de resultaten van doelbewuste, regelrechte opsporing. Dat blijkt wel uit de oude, onder de inlanders van Benkoelen nog voortlevende verhalen, die ik heb kunnen opteekenen. Daarin heet het zeer positief, dat de vorst van Pagar Roejoeng: Sultan Daula Makoeta Alamsjah aan zijn chef van het Mijnwezen Toeankoe Imbang Djaja opdracht gaf om verschillende plaatsen, die onder zijn oppertoezicht stonden, te gaan inspecteeren en tevens bergen te zoeken, die goud bevatten. Imbang Djaja trok erop uit met een eenigszins zonderlinge veld-uitrusting, want in plaats van een Molengraaf-compas, een loupe, een hamer en een microscoop nam hij een zwarten hond, een witten boschhaan en een boeroeng poejoek — dat is een soort kwartel — mee, maar hij slaagde dan toch maar, evengoed of misschien beter dan wij, met al onze moderne wetenschap en vond verscheidene afzettingen o.a. Tambang Sawah en Lebong Donok (Redjang Lebong).

Dit verhaal van den hond en de vogels van Imbang Djaja mag in onze ooren misschien grappig klinken, doch deze oude Maleiers zijn onder de mijnbouwende bevolking van onzen archipel niet de eenigen, die aan de aanwijzingen, die vogels omtrent het voorkomen van ertsen kunnen geven, waarde hechten. Ook onder de Chineesche mijnwerkers op Banka is dit geloof algemeen verbreid.

Wanneer in de nabijheid van eene in bewerking zijnde tinertsgroeve vluchten boeroeng poetih, een soort zeevogel, neerstrijken, wordt dit algemeen beschouwd als een teeken dat men verwachten mag goed en veel erts te zullen aantreffen. Ook wanneer in de nabijheid van het kongsi-emplacement — de groep gebouwen, waarin het personeel van een mijn gehuisvest is — veel boeroeng kliang of matamerah (een zwarte vogel met

roode oogen) gezien worden, is dat een gunstig teeken voor een goed productiejaar voor die onderneming. De kontool of boeroeng hok — een kleine soort reiger of ooievaar — voorspelt eveneens een rijke tinoogst. Wanneer de regentijd in aantocht is, wordt door allen, die bij den tinmijnbouw betrokken zijn, met spanning naar die vogels uitgekeken.

In de sectie Soengei Liat, op Banka, zijn twee mijnen, No. 3 en No. 36, die vrij dicht bij elkander liggen. Men verhaalt van deze mijnen, dat in een jaar, toen deze vogels bij mijn 3 gezien werden, bedoelde mijn een groote productie maakte en goede winst opleverde. Het volgende jaar werden de vogels in groot aantal bij mijn 36 gezien, wat toen voor die mijn hetzelfde resultaat opleverde. Toen kwam er echter een jaar, dat de vogels geheel uitbleven en, of het zoo moest uitkomen, beide mijnen werkten dat jaar met verlies.

Behalve op vogels letten de Chineezen ook op den plantengroei — dit laatste dan meer voor het opsporen van nieuwe afzettingen van tinerts. In valleien, waar veel gaboes en menkoeang groeit, ook rambai en klobi, verwacht hij ontginbare afzettingen; zijn de valleien echter met djeroetoe, trentang, damar of plepas darat begroeid, dan zal men slechts weinig of in het geheel geen tinerts mogen verwachten. Voor hooger gelegen terreinen kent hij weer andere planten: plawang-, reang- en idat-boomen zijn daar de aanwijzers voor de aanwezigheid van ontginbare ertsen. Een eigenaardig geval is het met het ombak-plantje. Dit plantje heet de eigenschap te hebben, daar waar het groeit, oorspronkelijk in den bodem aanwezig tin- of looderts, daaruit te doen verdwijnen. 't Komt op Banka — gelukkig maar — slechts zelden in het wild voor; alleen op het Maras-gebergte, bij Pelantja in Soengei Liat en bij Tepoes in Toboali wordt het aangetroffen.

Ter bevestiging van de wonderbaarlijke eigenschap van dit plantje wordt het volgende verhaal verteld, dat lang geleden gebeurd moet zijn, in den tijd, toen de Chineesche mijnbouwondernemingen, kongsies, nog namen droegen; tegenwoordig worden zij genummerd. De kongsie Thay Hin, zoo gaat het verhaal, in de sectie Blinjoe, wilde, nadat men zich terdege van voldoenden tinrijkdom overtuigd had, een vallei ontginnen en begon daartoe met de voorbereidende werkzaamheden: den bouw van de noodige woningen, een smelthuis, een kolenbranderij. Hierbij werden eenige aan de bevolking toebehoorende vruchtboomen omgekapt. Over

de daarvoor uit te keeren vergoeding ontstond verschil van meening; de bevolking achtte zich benadeeld. De exploitatie leverde een groote teleurstelling op: er kwam geen erts. En toch was het er geweest; dat was bij het voor-onderzoek met voldoende zekerheid aangetoond. Wat bleek later? Dat de bevolking, om zich over het omkappen van hare vruchtboomen te wreken, in de bovenloop van de vallei ombak-plantjes had uitgepoot.

Het geval staat niet op zichzelf. Later moet hetzelfde zich nogeens voorgedaan hebben met een andere vallei in Blinjoe en men weet ook te verhalen van twee zulke gevallen in de sectie Soengei Liat.

't Causale verband tusschen plantengroei en ertsen is overigens wel bekend: het galmeiviooltje, dat slechts groeit waar zinkertsen in den bodem aanwezig zijn, is er het klassieke voorbeeld van. Zulk een of een soortgelijk verband bestaat mogelijk ook tusschen tinerts en sommige planten.

Maar vogels en ertsen?

Ook dit zal men misschien niet geheel op rekening van bijgeloof kunen stellen. In een van de oudere jaargangen van de Mining and Scientific Press komt het verhaal voor, dat in Venezuela een vogeltje leeft, dat door de bevolking el minero (de mijnwerker) genoemd wordt, omdat, waar dit vogeltje wordt aangetroffen, men zeker een ertsgang mag verwachten. Ook gelooft men daar, dat, om gouderts op te sporen, men vooral moet letten op een zekere boomsoort: de mora-boom. Een Amerikaansch ingenieur heeft de moeite genomen om dit geval eens te onderzoeken en toen bleek hem, dat de mora-boom inderdaad slechts gedijen wil op sterk kiezelzuurhoudenden bodem, dus ook op dagzoomen van kwartsgangen en dat het vogeltje el minero zich voedt met de vruchten van den mora-boom.

Geheimzinniger is wat de Chineezen op Banka nyong khon sa noemen, wat letterlijk beteekent: veroorlooven het erts te zien. 't Is een lichtschijnsel, sommige zeggen zelfs een lichtzuil, die bij donkeren nacht te zien is op plaatsen, waar zich rijke tinertsafzettingen bevinden. 't Is niet bekend, dat eenig Europeaan dit verschijnsel ooit heeft waargenomen, doch de echte ouderwetsche Chinees gelooft er vast aan.

Het mijnhoofd Bong Then Djoen van Soengei Liat wandelde in een goeden nacht in 1901 eens langs het strand en had toen het geluk zoo'n lichtschijnsel waar te nemen, dat volgens zijn zeggen veel gelijkenis had met opkomende mist.

Then Djoen was hoofd van een kleine mijn met een tinprijs van *f* 19,—. [1]) Hij verplaatste zijne werkzaamheden dadelijk naar het terrein in kwestie en was daar zoo fortuinlijk, dat hij in datzelfde exploitatiejaar nog eene productie maakte van 100 smeltnachten. [2]) Bijgevolg werd zijn tinprijs eerst tot *f* 13,— en later zelfs tot *f* 9,— gereduceerd, maar zelfs ondanks dien lagen prijs bleef hij op dat terrein toch zulke goede winsten maken, dat hij in 3 jaar tijds binnen was.

't Komt echter niet altijd uit: Visschers van Soengei Liat hadden van zee uit eenige malen zoo'n schijnsel gezien in de Rebostreek. Eenige kleine mijnen, die op die aanwijzing werden geopend bij Ajer Passir Atas, Ajer Nipah Boekit Poeah, Tandjong Raja en Ajer Loeboek Pandjang, hadden echter niet veel succes; er werd geen bijzonder rijk erts gevonden. Doch dit kan wel aan onnauwkeurige localisatie gelegen hebben, want later is door boring aan het strand bij Rebo wel degelijk een rijke afzetting gevonden.

Dit nyong khon sa is misschien hetzelfde verschijnsel, waardoor de oude Palembangsche tingravers zich lieten leiden bij het zoeken naar tinertsafzettingen, n.l. opstijgende damp of nevel, zoowel boven valleien, als boven hooge gronden, in de vroege morgenuren vóór zonsopgang.

Om het verschijnsel beter te kunnen waarnemen, placht men dan in hooge boomen te klimmen, vanwaar men een goed uitzicht had over de geheele omgeving. Op de plaatsen, waar zoo'n nevelzuil gezien werd, werden dan putjes gegraven, de bekende Palembangsche putjes, die men nog veel op Banka aantreft en, naar men zegt, meestal met succes.

Doch om na deze uitweiding weer tot het goud en tot Java terug te keeren: Na de vondsten van goud- en zilverertsgangen in de Djampangs en in Bantam zal men toch aan die oude verhalen omtrent Java's goudrijkdom en de goudmijnen aldaar misschien een meer letterlijk beteekenis mogen hechten. En als onze inge-

---

[1]) D.w.z. dat hij voor elken pikol tin, dien hij produceerde en inleverde *f* 19,— ontving. De ontginning van tinerts geschiedt op Banka in aanneming volgens contract, dat telken jare met de Chineesche kongsies gesloten wordt, waarbij de prijs wordt vastgesteld, die voor elken geproduceerden pikol tin zal worden betaald. Deze tinprijs wordt voor iedere kongsie afzonderlijk bepaald door de geraamde exploitatiekosten te deelen door de verwachte productie. Een kongsie, die een rijke afzetting bewerkt, krijgt dus een lageren tinprijs, dan een, die een arme afzetting ontgint.

[2]) 1 smeltnacht is 35 pikols tin.

nieurs, gesteund door het vaderlandsche kapitaal, nu maar naarstiglijk het voorschrift volgen van het bekende Hindoe'sche heldendicht: de Ramayana: doorzoekt zorgvuldig Java dwipa, dat met 7 „Koninkrijken prijkt, het goud- en zilvereiland, rijk aan goudmijnen", dan is het zeer wel mogelijk, dat dit schoonste onzer eilanden nogeens in zijn oude glorie hersteld wordt.

Ook van Sumatra was in oude tijden reeds bekend, dat er goud gevonden en ontgonnen werd. In een ander sanskriet geschrift — de Kathasarit Sagara — is sprake van het goudeiland Suwarna dwipa, waarmede volgens prof. Kern, waarschijnlijk Sumatra bedoeld wordt. In tegenstelling met Java, waar tot nu toe geen spoor van een ouderen of jongeren goudmijnbouw is aangetroffen, is Sumatra er vol van: in Atjeh, Benkoelen, Djambi, overal treft men de overblijfselen van ouden en meer recenten mijnbouw aan. Bij de bevolking is de herinnering eraan goed bewaard gebleven. Van elke mijn en vindplaats zijn nog verhalen in omloop. De geschiedenis van Imbang Djaja is hiervoren al genoemd en hoe hij Tambang Sawah en Lebong Donok vond. Lebong Soelit van de voormalige mijnbouwmaatschappij Katahoen werd door Toeankoe Tjindoe Mato gevonden toen hij het bosch in vluchtte, nadat hij een maagd van Lebong Donok geschaakt had. Ook Lebong Simpang werd na een schaking ontdekt door het paartje, dat voor de wraak van de familie de wildernis in vluchtte. Een goede geest, in de gedaante van een witten siamang, wees hun de ertsafzetting om hen in staat te stellen de huwelijksgeschenken aan de ouders van het meisje te voldoen en te trouwen.

Een echtpaar van Pinang Berlapis, Bantammers van afkomst ditmaal, vond op een zekeren dag bij het gouddelven, een klomp van dit metaal zoo groot als een komkommer. Bevreesd, dat zij ervan beroofd zouden worden, vluchtten zij langs de beek naar beneden. De vrouw verloor daarbij een gouden ring, die tusschen de steenen in het beekbed viel en die ondanks lang zoeken niet teruggevonden werd. Men ging verder, doch het verlies liet de vrouw geen rust; 's nachts stond zij op om met een fakkel nogeens in de beek te zoeken. De ring vond zij niet, doch wel goud en zoo werd Karang Soeloeh (fakkel) ontdekt.

Pinang Berlapis en Batoe Bertoelis (beschreven steen), werden op een meer regelmatige manier met behulp van een witten boschhaan opgespoord.

Deze twee mijnen zijn, ondanks de herhaalde pogingen, die

daartoe aangewend zijn, nog steeds niet terug gevonden. Hoe moeilijk het is, in het dichte oerwoud, zelfs al weet men ongeveer waar men zoeken moet, zelf iets te vinden, blijkt wel hieruit, dat, nadat men ons te Lebong Simpang gebracht had: „hier moet het geweest zijn" — het nog weken geduurd heeft, voordat wij de eigenlijke afzetting vonden.

De mijningenieur Wertheim werd in 1905 te Tambang Sawah gebracht. Er werd in die buurt sindsdien voortdurend gewerkt, doch eerst in 1910 werd de Gedang Ilir afzetting gevonden, die nu in exploitatie is, vlak tegenover het kamp, waar het personeel al die jaren gewoond had. Ook te Lebong Tandai — (M.Mij. Simau) vond men het „juist op tijd" rif, toen men op het punt stond de exploratie op te geven en dat bleek later nog het verkeerde, althans het minst rijke deel van de afzetting te zijn. Onze nestor Verbeek is vlak langs de afzetting van Lebong Donok heen geloopen en heeft er niets van gemerkt.

De werkmethoden, die door die oude goudgravers werden toegepast, waren, dat spreekt vanzelf, vrij eenvoudig, al getuigen zij toch wel van eenige technische vaardigheid.

Om de ertslaag van placer-afzettingen te bereiken werden ondiepe putjes gemaakt, die, om instorting te voorkomen, met los op elkaar gestapelde rolsteenen werden bekleed. Zulke putten vindt men niet alleen op Sumatra, doch ook elders in den archipel, waar de bevolking aan goudwinning gedaan heeft. Men heeft daarbij dan wel dezelfde exploitatie-methode toegepast, als nu nog gebruikelijk is voor de winning van diamanten in de Z. & O. afdeeling van Borneo en die uitvoerig beschreven is door Ir. Krol in het Jaarboek van het Mijnwezen 1920, Verh. I. In Djambi is zulk een goudhoudende grintlaag — de Tambang Djaroeng — bedolven onder een jong trachytisch effusief. Deze afzetting heeft de bevolking niet alleen weten te vinden, doch ook weten te ontginnen; onder en gedeeltelijk ook door het gesteente heen, heeft men een 12 tot 15 tal hellende tunnels gedreven, die, de middelen waarover men beschikte in aanmerking genomen, van groote technische vaardigheid getuigen, met uitgehouwen treden in den vloer en met nissen op regelmatige afstanden in de wanden, om daar lampjes in te plaatsen voor de verlichting. Ook in Atjeh, aan de Woila rivier, heeft men door tunnels en galerijen een alluviale ertslaag ontgonnen. Voor de ventilatie en tevens om voor verlichting te dienen, bouwde men op de ondergrondsche

werken van afstand tot afstand schachten, die naar onder toe kegelvormig toeloopen en die met los op elkaar gestapelde steenen bekleed zijn. Elders werden uitgebreide waterwerken aangelegd om met behulp daarvan de steriele deklagen en het waardelooze materiaal van de ertslaag zelf weg te spoelen: groote reservoirs, tebats, om het water in op te zamelen en lange aanvoerkanalen, die ook weer met steenstapelingen bekleed werden. Men bepaalde zich niet alleen tot deze, wat het erts zelf betreft, gemakkelijk te verwerken alluvionen. Ook primaire afzettingen heeft men ontgonnen. Op vele plaatsen in Benkoelen treft men overblijfselen aan van mijnwerken in den vorm van soms voor het grootste gedeelte dicht gevallen of door vegetatie overgroeide tunnels en schachten of, eigenlijk zou men beter kunnen zeggen: min of meer langgerekte horizontale, schuine of verticale uitgravingen, die echter soms een vrij groote diepte bereiken. Men heeft zich blijkbaar er toe bepaald, zooals overigens wel begrijpelijk is, de zachtste en rijkste deelen, dat gaat gewoonlijk samen, weg te nemen en die tevens het gemakkelijkst en het voordeeligst te bewerken waren. Maar dat heeft men dan ook zoo grondig gedaan, dat de dagzoomen van die afzettingen letterlijk door deze oude werkers doorwoeld zijn en men langs de wanden ervan maar zelden een rijken essaai krijgt.

Voordat men het uitgebroken materiaal verwasschen kon, moest het eerst vergruisd worden. Daartoe begon men met het fijn te kloppen op een platten steen, gewoonlijk andesiet, met een steenen hamer. Door lang gebruik ontstond dan in den steen, die tot aambeeld diende, een cylindervormige uitholling. Om het aldus verkregen gruis tot poeder te vermalen, werd het op een anderen platten steen verder fijn gewreven. Men deed dit door er een zwaren steenen kogel over heen en weer te rollen, of er met een platten steen over te wrijven, min of meer op dezelfde wijze als wij nu voor hetzelfde doel in het laboratorium de bucking plate gebruiken. De onderste steen kreeg daardoor een half-eivormige uitholling; de kleinere wrijfsteen, dikwijls een stuk kwarts, een eenigszins gebogen vlakke kant.

Dergelijke oude gereedschappen komen in de afdeeling Lebong van de residentie Benkoelen veelvuldig voor. Ook in de Toradjalanden treft men dergelijke uitgeholde steenen aan, die blijkbaar eveneens gediend hebben om erts klein te maken.

Men vindt, in Benkoelen, deze gereedschappen niet alleen in de onmiddellijke nabijheid van de, in ontginning geweest zijnde afzetting, maar dikwijls ook in kampongs, die kilometers ver er van-

daan liggen. Blijkbaar loonde het de moeite en gaf men er ook de voorkeur aan om het erts zoover te transporteeren om het op zijn gemak en in alle veiligheid in de eigen woonplaats verder te verwerken. Het erts moet dan inderdaad rijk geweest zijn. Men weet nu nog te vertellen, dat een éénmansvracht, voldoende goud bevatte om daarvoor een vrouw te kunnen koopen. In mijn tijd was de prijs van een vrouw ongeveer *f* 300,—.

Voordat wij dat altemaal wisten, heeft het ons bij het begin van de exploitatie in Benkoelen heel wat hoofdbreken en vergeefschen arbeid gekost. Men toonde ons in verschillende kampongs van die oude steenen gereedschappen. Als wij dan in het voorbij stroomende beekjes keken, vonden wij daarin ook stukjes kwarts, die dikwijls een hooge waarde essayeerden en gingen wij in het beekgruis wasschen, dan kregen wij ook goud en soms vrij veel op de d o e l a n g; gingen wij dan naar de oorspronkelijke afzetting zoeken, dan vonden wij niets en bleek het beekje dikwijls geheel door jong vulkanisch materiaal te loopen zonder eenige ontblooting van vast gesteente. Tot wij eindelijk zoo'n waschmonster eens onder een microscoop legden en toen zagen, dat het niet uit pailetten en onregelmatige klompjes bestond doch geheel uit kleine bolletjes en ronde staafjes: een gevolg van de behandeling, die het erts ondergaan had voor dat het goud eruit gewasschen kon worden.

Voor het verwasschen van goudhoudend gruis maakt men algemeen gebruik van het houten waschbord, de d o e l a n g. Van kampongs, waarin men doelangs vindt, kan men vrij zeker zijn dat de bevolking zich met goudwasschen bezig houdt en het is voor den exploreerenden ingenieur een aanwijzing, die waard is er de noodige aandacht aan te besteden.

Een andere streek, waar een groote bedrijvigheid op het gebied van goudmijnbouw bestaan heeft, is de Westerafdeeling van Borneo. Hier zijn het voornamelijk de Chineezen geweest, die het bedrijf in handen hadden. Die Chineezen zijn daar in de IVe eeuw n. Chr. gekomen en hebben zich er blijvend gevestigd. Zij zijn daar in wat nu nog de Chineesche districten genoemd worden, inderdaad de bevolking geworden. In dit schaars bevolkte land maakten zij al spoedig een aanzienlijk deel uit van de bevolking en begonnen zij geleidelijk een politieke macht te worden. Zoozelfs, dat hun kongsies gaandeweg zelfstandige staatjes werden, die zich onafhankelijk wisten te maken van de Maleische vorstjes en zich zelfs zeer weinig aantrokken van het Nederlandsche gezag. Dit gaf natuurlijk aan-

leiding tot allerlei ongewenschte toestanden en verhoudingen. In 1850 besloot het N.-I. Gouvernement aan het kongsies-wezen een eind te maken, waarin het eerst in 1854, na een hardnekkig verzet slaagde.

De Chineezen van de Westerafdeeling behooren tot dezelfde stammen als die, welke in de tinmijnen van Banka en Billiton werken: Hakka's en Hoklo's uit de provincie Kwangtoeng (Kanton), die als de meest geharde, arbeidzame en krijgshaftige van geheel China worden beschouwd. Zij vestigden zich niet als kooplieden onder de bevolking, zooals de Chineezen in Indië gewoonlijk doen, maar vormden, als echte volksplanters, afzonderlijke koloniën van mijnwerkers en landbouwers.

Met zoo'n vaste bevolking van ondernemende, arbeidzame, ingenieuze lieden met een groot organisatie-vermogen in een streek, die er bijzonder toe geschikt was, kon het wel niet anders of de mijnbouw moest zich daar tot een bloeiende, geregelde industrie ontwikkelen, als een economische factor van evenveel of misschien nog grooter belang dan de landbouw. In tegenstelling met andere deelen van den archipel, waar de van huis uit zuiver landbouwende bevolking den mijnbouw meer als incidenteele seizoenarbeid verrichtte, om de middelen te krijgen om zich dingen aan te schaffen, die zij zelf niet produceerden, of om belasting en retributie, onder dwang van hun vorsten en hoofden, op te brengen.

De streek is er bijzonder voor dezen Chineeschen mijnbouw geschikt; het goud zit er primair, evenals op Banka en Billiton en op Malakka het tin, in de contactmantels van den graniet, in dunne adertjes en snoertjes, waarin hier en daar weleens een rijkere pocket of patches voorkomen, doch die over het algemeen maar arm zijn. Doch die kwalitatieve armoede wordt weer goed gemaakt door de reusachtige hoeveelheden, die aan de erosie zijn ten offer gevallen.

De Westerafdeeling van Borneo verkeert in dat opzicht in precies dezelfde omstandigheden als Banka en Billiton. De erosie heeft daar sinds het mesozoïcum ongestoord haar gang kunnen gaan, tot nu toe. Er is geen tertiair en er is ook geen vulcanisme geweest, dat het proces van vrijmaking van het goud uit het moedergesteente en de concentratie ervan in vallei-afzettingen heeft kunnen tegenhouden of de producten ervan heeft kunnen bedekken en voor een groot deel voor den toch vrij primitieven mijnbouw van de Chineezen ontoegankelijk heeft kunnen maken.

De goudmijnbouw kwam er dan ook tot grooten bloei. Volgens

een opgaaf van Raffles werd in zijn tijd (1812) voor $4^3/_4$ millioen Spaansche matten goud uitgevoerd, dat is ongeveer voor *f* 7.500.000,—.

Everwijn weet dan ook te berichten, al heeft hij het maar van hooren zeggen, van mijnen in het Mandhorsche, die met een sterkte van 100 tot 300 man werkten.

De werkmethode, die men toepaste, komt vrijwel overeen met die, welke de Chineezen gebruikten voor de ontginning van de vallei-afzettingen van tin op Banka en Billiton.

Van Schelle heeft van de ontginning van zoo'n goudmijn een beschrijving gegeven in het Jaarboek van het Mijnwezen van 1882.

Ook aan aderontginning deed men; gewoonlijk wel, als een voortzetting van de ontginning van alluviaal erts, in open groeven en men ging daarbij zoo diep als wateraandrang en ertsrijkdom het bedrijf loonend maakten.

Aan dezen bloei kwam in het midden van de vorige eeuw een vrij plotseling einde, waartoe twee omstandigheden samenwerkten: de reeds gemelde Chineesche oorlogen, die aan de machtspositie van de kongsies een einde maakten, wat met een groot verlies van menschenlevens en vernietiging van kapitaal gepaard ging en wat, zooals begrijpelijk is, de geheele industrie desorganiseerde en ten tweede de snelle daling van den prijs van het goud, die ongeveer gelijktijdig kwam.

In dien tijd vielen namelijk de groote ontdekkingen van goud in Californië en Australië, waardoor de wereldproductie van dit metaal, die tusschen 1840 en 1850 ongeveer *f* 90.000.000 per jaar bedroeg, in 1855 gestegen was tot *f* 456.000.000.

Toch werd de goudmijnbouw daardoor niet geheel vernietigd. In hetzelfde jaarboek van 1882 komt een opsomming voor van 111 mijnen, die in 1880 nog bestonden in de afdeelingen Montrado en Sambas met te zamen 753 deelhebbers en 76 koelie's, die $2289^1/_2$ thail goud opbrachten ter waarde van *f* 171.772, terwijl nog ongeveer 300 man alleen nu en dan goud waschten, wat 691 thail ter waarde van *f* 53.616 opbracht, terwijl nawasschers nog 400 thail verkregen ter waarde van *f* 31.200. Dat is te zamen nog voor *f* 250.000,—.

In 1902 bedroeg de productie over de geheele Westerafdeeling nog $1737^1/_2$ thail en daarna is het gaandeweg minder geworden. De gaandeweg veranderde economische toestanden, waardoor het de bevolking zooveel gemakkelijker viel op andere wijze in haar

onderhoud te voorzien, hebben er voor goed en einde aan gemaakt.

Van de andere eilanden van den archipel is het voornamelijk Celebes, waar ook reeds sinds eenige eeuwen aan goudmijnbouw gedaan werd.

Soemalata, Totok, Paleleh, Bwool, Pagoeat, Pagoejama, Kota Boenan, die vooral door den boom van de laatste jaren van de vorige eeuw bekend geworden zijn, zijn oude Inlandsche mijnen geweest.

Toen wij in 1904 het kleine landschap Bolaän Mongondau bereisden, werden ons daar alleen reeds 11 plaatsen, gedeeltelijk aangewezen, gedeeltelijk genoemd, waar vroeger door de inlanders goud gewonnen werd.

Op een daarvan begon de mijn Goeroepahie hare werkzaamheden.

Een ander object van inheemschen mijnbouw waren de ijzerertsen. IJzerertsen zijn over den geheelen Indischen Archipel verspreid. Van de vele en verschillende volken, die deze eilanden bewonen, zijn het slechts de meest primitieve in de meer ontoegankelijke deelen van Nieuw Guinea, die niet met het gebruik van ijzer bekend zijn. De smid is een figuur in de inlandsche samenleving, dien men overal aantreft; hij smeedt voornamelijk wapenen: zwaarden, dolken, messen, lansspitsen en soms ook eenvoudige landbouwwerktuigen en gereedschappen, als kapmessen, bijlen enz. De kunst van ijzer bewerken moet in Indië reeds zeer oud zijn en in hoog aanzien gestaan hebben. Evengoed als in Europa leven daar verhalen en legenden in den volksmond voort met wapensmeden als mythologische figuren, die door hunne bovennatuurlijke krachten aan de wapenen bijzondere eigenschappen verleenden. Een ander bewijs voor den ouderdom van de kunst van ijzer bewerken is de hooge graad van technische en artistieke vaardigheid, waartoe de smeden van vele inheemsche volken het gebracht hebben. Niet alleen die van Java, Bali en Sumatra, maar zelfs zulke volken als de Dajaks en de Toradjas, die tot voor kort nog als halve wilden werden beschouwd, geven staaltjes van smeedkunst te zien, die voor andere uitingen van kunstvaardigheid, waarvan de oorsprong zeker in een grijs verleden ligt, niet onder doen.

Niet alleen om hun uiterlijk schoon, doch ook om hun kwaliteit waren sommige producten van inheemsche ijzerwerken beroemd. De zgn. Toboengkoesche zwaarden, die in de omstreken van het Mantanameer en van Mirie in Midden-Celebes, Oostarm, gemaakt

werden, genoten in het Oostelijk deel van den Archipel een zoodanige vermaardheid, dat het voor de O.-I. Compagnie loonde hare schepen de Oostkust van Celebes te laten aandoen, hoofdzakelijk om deze wapenen op te koopen en deze dan voordeelig van de hand te doen op Noord-Celebes en in de Molukken.

Reeds in oude reisverhalen uit het begin van de 16e eeuw vindt men deze zwaarden als ruilmiddel vermeldt, zoo in dat van den Portugees Barbosa, die vertelt dat inwoners van Celebes met hunne prauwen naar de Molukken kwamen om lange, breede, éénsnijdende degens in te ruilen tegen kruidnagelen, koper, tin en kleederen. Merkwaardig dat hier koper en tin als ruilartikel genoemd worden.

Men ziet hieruit wel, dat men met een werkelijke industrie te doen heeft en niet maar met een toevallig bedrijf, naar gelang van plaatselijke of persoonlijke behoefte. En als zoodanig moet deze oude ijzerbewerking in de inheemsche bevolkingshuishouding een belangrijke rol gespeeld hebben; als economische factor is zij waarschijnlijk heel wat belangrijker geweest dan de goud-mijnbouw, die gewoonlijk, waar zij iets belangrijker was, op last van en voor rekening van den vorst gedreven werd, die zich alle baten ervan toeëigende. Overigens zorgden de vorsten er ook wel voor, dat zij van de baten van de ijzerindustrie hun deel kregen, zij het dan ook meer als retributie, cyns, belasting of hoe men het noemen wil. Zoo moest de bevolking van Billiton, die aan den sultan van Palembang schatplichtig was, jaarlijks 1000 staafjes ijzer opbrengen, benevens nog eenige artikelen van minder belang — geen tin: dat kreeg men genoeg van Banka en een grootere productie zou de markt maar bederven. Op Billiton maakte de bevolking spijkers voor den export. 't Zelfde deed men op Banka, waar nog heden de herinnering daaraan voortleeft in den naam van de kampong Pakoe, [1]) in de sectie Koba.

Hun ijzer maakten die oude smeden zelf met behulp van zeer eenvoudige oventjes, die dikwijls een dubbel doel dienden, n.l. tevens als smidsvuur. In hetzelfde vuur, waarin het erts uitgesmolten werd, werden tegelijkertijd de smeedstukken, die men onder handen had, gegloeid. Zoowel Ir. Abendanon, als de hoogleeraar Van Vuuren hebben, eenige jaren geleden, deze oventjes op Celebes nog in bedrijf gezien en er korte beschrijvingen van

---

[1]) Pakoe in het maleisch = spijker.

gegeven. Nu komen zij wel nergens meer voor en gebruiken de inlandsche smeden overal ingevoerd materiaal.

De ertsen had men op Celebes en ook elders in den regel maar voor het oprapen; maar soms moest men toch een, overigens zeer eenvoudigen, mijnbouw toepassen om aan het noodige erts te komen. Van zoo'n ijzermijnbouw door de Dajaks geeft J. Pijnappel een beschrijving, die hij ontleend heeft aan vier rapporten uit 1853 van den bekenden Von Gaffron, die wel interessant is en daarom hier moge worden aangehaald: het betreft afzettingen bij Salakan en Tandjoeng Waringin in het meest westelijke deel van de Z. en O. afdeeling van Borneo.

„In deze valleien, in den lommer van de weelderigste vegetatie „der tropenlanden, kwam vroeger het ijzererts in groote brokken „tot boven den beganen grond te voorschijn. De voortdurende „fabrikatie, al werd zij ook niet op ruime schaal gedreven, heeft „echter langzamerhand al het zichtbare ijzererts doen verdwijnen, „zoodat thans de Dajaks reeds genoodzaakt zijn het door putten „of groote gaten in den grond van 3 tot 6 vadem beneden de „oppervlakte te zoeken. . . .

„De Dajaks beweren, dat de ijzerertslaag meestal een dikte „heeft van ± 3 vademen en uit drie verschillende lagen bestaat „van welke de benedenste in kwaliteit van erts en in dikte boven „de andere uitmunt."

„De verschillende beddingen, van welke de Dajaks gewag ma„ken, zijn niet anders dan de gewone veranderingen, welke bij het „uitgraven van een ijzerertslaag worden opgemerkt en die hare „oorzaak hebben in de verschillende trappen van ontbinding der „ertsstukken. Zoo noemen de Dajaks het bovenste erts, dat ge„dolven wordt, Magahan toewah, hetwelk meestal uit kleine „ertsstukken bestaat, welker buitenzijde geheel in ontbinding is „overgegaan en die door ijzeroxydeachtig cement met elkander „verbonden zijn, waardoor het geheel een meer spons- en conglo„meraatachtig voorkomen heeft. Deze bedding of korst heeft soms „tot 1 voet dikte. Werpt men vervolgens een blik op de zoo„genaamde tweede bedding, door de Dajaks Magahan gehee„ten, zoo vindt men hierin reeds betere stukken erts, alhoewel zij „op de buitenzijde nog een vermolmd voorkomen en een donker „bruine kleur hebben en wellicht tot op ± $2^1/_2$ voet diepte onver„anderd deze hoedanigheid blijven behouden. . . .

„Het erts dat onder het magahan gevonden en marawa „genoemd wordt, bestaat uit grootere en kleinere brokken bijna

„geheel zuiver erts, dat aan de buitenzijde zwart van kleur schijnt „te zijn, weinig op de magneet werkt en bros is."

Deze beschrijving is daarom zoo interessant omdat er uit blijkt hoe die primitieve, bijna naakt loopende en koppensnellende Dajaks zich rekenschap gaven van wat zich bij hun bedrijf voordeed en er op hun manier een soort ertsleer op nahielden.

Trouwens men kan in Indië overal, waar de bevolking zich met mijnbouw bezig houdt, opmerken, dat zij over een zekere empirische wetenschap beschikt, die haar bij de uitoefening van het bedrijf van groot nut is. De inlander is een goed opmerker, niets ontgaat hem en al kan hij zich in den regel het causale verband niet verklaren, van de feiten zelf geeft hij zich terdege rekenschap.

In sommige streken van Sumatra, o.a. in Djambi, komen onder het gesteentegruis van de beekjes rolsteentjes voor, die de goudwasschers kawan emas — makker van het goud — noemen en waarin zij, zooals de naam reeds aanduidt, een zekere aanwijzing zien dat, waar zij gevonden worden, ook goud aanwezig is. Een Djambische goudwasscher, die indertijd bij de exploratie in Benkoelen werkzaam was, zocht ook overal naar kawan emas en was zeer teleurgesteld dat niet te vinden; 't onderzoek in Benkoelen zou wel niet veel resultaat opleveren, meende hij. Op de vraag wat dan toch wel die fameuse kawan emas was liet hij een paar rolstukjes van haematiet-ijzererts zien; wij werden er niet veel wijzer door, want wij wisten toen nog niets omtrent den aard en den oorsprong van de Djambische goudertsen. 't Zou wel zoo'n echt Inlandsch bijgeloof zijn, dachten wij, want, hoewel wij nergens kawan emas vonden, vonden wij toch goud. Eerst veel later is ons de zaak duidelijk geworden, toen wij wisten dat de Djambische goudafzettingen ontstaan zijn uit de contactmantels van graniet en dat daarin in den regel ook contactmetamorfe ijzerertsen voorkomen. Dit nu wist onze Djambiër niet. Had hij het geweten dan zou hij zich over de afwezigheid van kawan emas in Benkoelen niet verwonderd hebben, want het goud in de beken en rivieren heeft daar een geheel anderen oorsprong; het is daar afkomstig uit tertiaire gangen, waarmede géén ijzerertsen voorkomen.

Dat kwarts en goud samengaan weet men in Benkoelen zeer goed. Men heeft voor kwarts dan ook een eigen naam in het maleisch: batoe belangsi; graniet kent men ook, het heet daar batoe nassi (gekookte rijst) en lei (Schiefer) heet batoe lapis.

Bij de inheemsche diamant-graverijen op Borneo beschikt men over een geheele lijst van vaktermen en over een aantal kenmerken, waaraan men de goede en kwade kansen bij de exploitatie kan berekenen, al of niet met behulp van allerlei hocus pocus door helderziende orang maliem, met of zonder wichelroede. De mijningenieur L. Krol heeft van deze praktijken in het Jaarboek van het Mijnwezen 1920 een interessante beschrijving gegeven en eveneens van de techniek van de inheemsche diamantgraverij.

Men kent een groot aantal gesteenten en mineralen in de Westerafdeeling van Borneo, wel haast een twintigtal, waaraan men zien kan of men kans heeft iets of niets, veel of weinig, slechts kleine of ook groote steenen te vinden.

Areng heet het diamant-houdende gesteente-gruis; de waschrest, die op het houten waschbord achter blijft, heet poeja. Leboer zijn de rolsteenen. Vindt men daaronder batoe amperantatak (brookiet) dan is dat een gunstig voorteeken voor de aanwezigheid van diamant. Waarom dat zoo is heeft men langen tijd niet begrepen, doch door de onderzoekingen van de ingenieurs De Croes en Krol gedurende de laatste paar jaren is gebleken, dat de leboer het moedergesteente is van den diamant en dat het een contact-gesteente is, zoodat men nu een basis heeft om de primaire afzettingen op te sporen en eventueel daardoor weer te geraken tot het vinden van nieuwe stroomafzettingen. Waarom echter het voorkomen van billitonieten (boentat keloeloet) een ongunstig teeken is, is nog niet opgehelderd (Z. en O. afdeeling).

Van allen oorspronkelijken inheemschen mijnbouw is de diamantwinning de eenige, die de oorlogsjaren overleefd heeft, maar lang zal het waarschijnlijk wel niet meer duren, of het is ook daarmede voor goed afgeloopen. In 1925 werd in de Z. en O. afdeeling van Borneo nog slechts 667¼ karaat gewonnen ter waarde van *f* 52.000,—. 't Gaat hiermede al net zoo, als het met allen anderen inheemschen mijnbouw gegaan is: naarmate op de wereldmarkt de vraag toeneemt naar cultuurproducten, die alleen de tropische landen kunnen leveren, naarmate door invoering van geregeld bestuur de toestanden en verhoudingen meer gestabiliseerd worden en door aanleg van wegen het contact met de buitenwereld gemakkelijker wordt, laat men den over het algemeen moeizamen, weinig winstgevenden en onzekeren mijnbouw varen voor den teelt van cultuurproducten, waardoor op gemakkelijker wijze,

ruimer en zekerder inkomsten kunnen worden verkregen. Tegenover de geringe diamant-productie van de Z. en O. afd. over 1924 staat, dat die bevolking op de rubbercultuur, in datzelfde jaar, na aftrek van alle weelde-uitgaven als auto's, harmonica's, mooie kleeren enz. nog ongeveer *f* 20.000.000,— opgepot heeft, die in het land gebleven zijn. Tegen zulke winsten kan de mijnbouw niet op. Men kan gerust zeggen, dat de automobiel-industrie aan den diamant-mijnbouw den genadeslag heeft toegebracht.

Vroeger was het niet de Z. en O. afd. maar de Wester afd. waar de grootste bedrijvigheid heerschte. Hoe die industrie daar gekomen is en wie haar daar gebracht heeft is niet bekend. Tjerita's — overleveringen en verhalen — die daaromtrent licht zouden kunnen verschaffen, zijn onder de bevolking niet in omloop. Het is dus geen origineel bevolkingsbedrijf geweest en het is daarom ook weinig waarschijnlijk dat, zooals sommigen meenen, het de Maleiers geweest zijn, die het daar ingevoerd hebben. De geregelde mijnbouw werd daar, evenals de goud-mijnbouw ook weer bijna uitsluitend door Chineezen uitgeoefend en het lijkt dan ook aannemelijk, dat het de Chineezen geweest zijn, die bij hunne explorateies naar goud-afzettingen, die van diamant het eerst gevonden en in exploitatie genomen hebben.

Die Chineezen waren echte mijnwerkers: dat blijkt wel uit een opgave omtrent de Chineesche bevolking van Landak omstreeks 1860, waarvan er: 207 als goudgravers, 109 als diamantgravers, 22 in den landbouw, 32 als handelaars en 27 als ambachtslieden een bestaan vonden.

De diamant-mijnbouw heeft bij dien op goud niet ver tenachter gestaan. Er zijn even weinig betrouwbare opbrengstcijfers van bekend, doch een schatting uit het jaar 1738 van een uitvoer ter waarde van tusschen 8 en 12 millioen gulden, al is die dan misschien overdreven, geeft toch wel eenig denkbeeld omtrent de belangrijkheid ervan.

Hierboven is er al even op gewezen, dat de inheemsche landsgrooten en vorsten een soort mijnbouw-politiek voerden, die voor de lust tot het ondrnemen van mijnbouw nu niet juist bevorderlijk was.

Een eigenaardig staaltje vindt men daarvan ook in de Westerafdeeling weer. Daar bestond de bepaling, dat iedere steen boven 3 karaat gewicht voor een geringen prijs moest worden afgestaan aan den apanage-houder op den grond, waarop hij gevonden was en iedere steen boven 5 karaat om niet of tegen een geringe be-

looning aan den vorst. Nu moet van de groote steenen juist de winst komen. Van Schelle vertelt van een steen van 80 karaat, waarmede de vinder over de Serawaksche grens vluchtte en die daar verkocht voor *f* 30.000,—, terwijl ik een andere opgave vond van een productie over vier jaren van 26.875 steenen, die gezamenlijk slechts 5420 11/32 karaat wogen en slechts een waarde hadden van *f* 87.307,92 en waaronder er slechts één was van 23 1/8 karaat en 1 van 9 karaat. 't Is dan ook geen wonder dat alle oude berichtgevers het erover eens zijn dat de diamant-mijnbouw, hoewel naarstiglijk bedreven, weinig loonend was. De mooie steenen kwamen bij de vorsten terecht. De Panambahan van Landak had verscheidene schoone steenen in zijn bezit. De beroemdste diamant, die in Landak heet gevonden te zijn, de Danau Radja was in het bezit van den vorst van Matam; maar dat was geen diamant, ten minste niet dat wat men te Tandjoeng Poera daarvoor liet doorgaan, doch slechts een afgebroken stuk kwarts, zonder eenige waarde. Of die Danau Radja ooit bestaan heeft, of dat hij slechts een mythe is, is nooit opgehelderd.

Het belangrijkste object van den metaalmijnbouw in het Indië van tegenwoordig is niet het goud, noch ijzer of diamanten, maar het tin en daarmede rijst vanzelf de vraag of de Hindoes ook reeds met de aanwezigheid van dit metaal op Bangka bekend geweest zijn en het misschien ook ontgonnen hebben.

Reeds eeuwen voor onze jaartelling werd in het tegenwoordige Engelsch Indië, in de streek tusschen Bengalen en Burmah, tin geëxploiteerd, dat tot zelfs naar de landen om de Middellandsche Zee, naar de Phoeniciërs, Egyptenaren en Grieken werd uitgevoerd. Het Grieksche woord voor tin, Cassiteros, moet van den oud-Indischen naam voor dit metaal, Kastira, zijn afgeleid.

Toen de Hindoes naar Indië kwamen waren zij dus met tin en met de wijze van voorkomen en de ontginning van tinertsen wel bekend. En het eiland Bangka moeten zij ook gekend hebben, dat behoeft niet betwijfeld te worden. Men zal wel moeten veronderstellen, dat hunne betrekkingen met den Indischen Archipel begonnen zijn met een levendigen handel, die ten slotte met in bezit nemen en stichten van min of meer onafhankelijke rijken eindigde: net zoo, als men het in onze tijden met de Britsche dominions ziet gebeuren. Voor het verkeer met het moederland zullen zij, bij den toenmaligen stand van de navigatie en den scheepsbouw, zeker niet buiten om over den Indischen Oceaan gevaren zijn, doch den

veiligeren binnenweg door straat Malakka en straat Bangka hebben verkozen.

Op vele plaatsen langs dezen zeeweg zijn dan ook Hindoe-oudheden gevonden en zoo ook op Bangka: te Kota Kapoer aan de monding van de Mendoe-rivier.

Het zijn twee steenen met opschriften. De eene steen bevat slechts enkele letters, de andere — een zeskantige zuil van 1.77 meter hoogte — draagt in z.g.n. wenggi schrift een uitvoerigen tekst van wel ongeveer twee honderd veertig woorden, in een soort maleisch, dat thans niet meer gesproken wordt en dat doorspekt is met tal van Sanskriet woorden, die per slot van rekening nog het best te begrijpen zijn.

Professor Kern heeft getracht dit opschrift te ontcijferen en al is hij daarin niet geheel geslaagd, zooveel is toch wel duidelijk geworden dat het een edict is van den vorst Wijaja van het groote Maleisch-Hindoesche rijk van Palembang.

Bij dit edict, dat wij in de huidige terminologie van Staatsstukken misschien eerder een politiekeur zouden moeten noemen, wordt een vloek uitgesproken over verschillende soorten misdadigers: oproerlingen, die niet onderdanig aan of oprecht gezind jegens den vorst zijn, boosdoeners, bedriegers, zij die ziekten veroorzaken en menschen dol maken door het uitspreken van bezweringen, heksen en heksenmeesters, giftmengers, zij die minnedranken bereiden en zij die anderen aan hun wil onderwerpen.

Ook zij, die den opgerichten steen beschadigen, worden bedreigd.

Zegen wordt echter uitgesproken over hen, die, zegt het opschrift, „oprechtelijk onderdanig zijn aan mij en aan de door mij „aangestelden met de opdracht om datoes te wezen; moge ge„zegend zijn, wat zij verrichten met de leden van hun geslacht; „voorspoedig, welvarend, gezond, vrij van rampen, rijk in levens„middelen zullen de bewoners van Parawis zijn."

De steen draagt bovendien nog een jaartal dat overeenkomt met het jaar 686 van onze tijdrekening.

Waar men zoo'n steen opricht, moet een bevolking geweest zijn, die den tekst heeft kunnen lezen en den inhoud ervan ter harte heeft kunnen nemen. 't Moet ook een vrij groote bevolking geweest zijn, want anders zou men er de moeite en kosten niet voor over gehad hebben zoo'n uitgebreiden tekst uit te beitelen. Doch ook de inhoud van den tekst wijst op een groote bevolking, want de boosdoeners, die er in bedreigd worden, behooren allen tot een

soort, die een vrij groot arbeidsveld noodig hebben om aan de kost te komen. Bovendien was de bevolking ook zoo talrijk, dat er tal van bestuursambtenaren, datoe's staat er in het meervoud, noodig waren om het gezag uit te oefenen en de orde te handhaven.

Wat deed die bevolking op Bangka en waarom werd er door het centrale gezag, blijkens dien steen, zooveel gewicht aan dat eiland gehecht? Wat kunnen zij op dat zoo bij uitstek onvruchtbare eiland anders gedaan hebben dan tin ontginnen? Er was anders niets te halen. Peper misschien, die na tin tegenwoordig het belangrijkste uitvoer-artikel is en er toen misschien ook groeide? Peper groeit echter juist het beste op de sterk ijzerhoudende gronden in de secties, waar ook het meeste tin is.

De Hindoes waren, zooals gezegd, van oudsher met het voorkomen en de exploitatie van tinerts bekend en, om welke reden zij nu ook aanvankelijk al op Bangka gekomen mogen zijn, toen zij er waren, moet hun de afwijkende geologische gesteldheid van Bangka ten opzichte van de omringende eilanden opgevallen zijn en zal hun de mogelijkheid, dat daar tin zou kunnen voorkomen niet ontgaan zijn.

Kota Kapoer zal de stapelplaats en de uitvoerhaven van het product geweest zijn. Het is buitengewoon gunstig daarvoor gelegen.

Bangka is daar op zijn smalst. De daar in de buurt uitmondende rivieren Mendoe, Kota Waringn en Selan zijn tot vrij diep in het binnenland nog voor vrij groote prauwen bevaarbaar en voeren dicht langs en tot vlak bij de afzettingen van Penagan, Soengei Selan, Poepoet en Pangkal Pinang, terwijl die van Tempilang en die van Toboali langs de Olimrivier van Kota Kapoer uit gemakkelijk te bereiken zijn.

De waarschijnlijkheid, dat inderdaad de Hindoes het tin van Bangka, zoo niet ontgonnen, dan toch gekend hebben wordt grooter, door een mededeeling, die mij eens bij zijn bezoek aan Bangka een Deensche geleerde deed. Dr. P. Tuxen, die op weg was naar Siam om daar Hindoe-oudheden te bestudeeren, vertelde mij dat n.l. in het Sanskriet naast kastira nog een ander woord voorkomt voor tin, n.l. wanka. Bangka zou dus oorspronkelijk wanka geweest zijn, het tin-eiland. Dit nu zou een zeer aannemelijke bevestiging kunnen zijn van de geopperde veronderstelling, doch er is een bedenking tegen en dat is dat de naam Bangka in den Archipel herhaaldelijk voorkomt, ook voor plaatsen, waar van

eenig verband met tin geen sprake kan zijn. Bangka is in het maleisch ook de naam van een houtsoort, al is op het eiland zelf dit woord niet als zoodanig bekend.

De mijningenieur Thie, maakte mij later nogeens opmerkzaam op een pasage in een van de verhalen van de 1001-nacht, die zou kunnen bewijzen, dat de tinwinning op Bangka al van oude tijden dagteekent. Die 1001-nacht bestaat uit zeer oude verhalen, die oorspronkelijk in het Perzisch geschreven zijn en later vertaald, aangevuld en vermohamedaniseerd zijn door de Arabieren. De laatste Arabische tekst dagteekent van omstreeks 900 n. Chr. Uit de Arabische handschriften zijn zij in Europa bekend geworden.

Een van de verhalen, die iedereen kent, is dat van Sindbad de Zeeman. Er zijn reisverhalen in verwerkt. De vierde reis van Sindbad, zegt het verhaal, was naar de Soenda'sche eilanden. „Wij stevenden" — zoo staat er in een overigens niet geheel volledige Nederlandsche vertaling — „voorbij het eiland Nacous, tien dag-„reizen bij regelmatigen wind van het eiland Serendib (= Suwarna „dwipa = Sumatra) en zes van het eiland Kela, alwaar wij aan „land gingen. Men vindt aldaar loodmijnen, Indiaansche bamboes „en voortreffelijke kamfer."

Volgens den Franschen geleerde Langlès zou Kela het eiland Bangka zijn. Dat er loodmijnen staat is niet erg; voor lood en tin is in sommige talen slechts één woord, b.v. in het Maleisch het woord timah, dat zoowel lood als tin beteekent en ook de Romeinen noemden aanvankelijk beide metalen plumbum; dat kan in het Perzisch of in het Arabisch ook best zoo zijn of geweest zijn. Maar bij verder nazoeken is mij gebleken, dat met Kela niet Bangka bedoeld is, doch dat het in verschillende Arabische reisbeschrijvingen voorkomt, en dat het de naam is voor een rijkje op de Westkust van Malakka: Kedah, waar ook nu nog tin vandaan komt.

Het positieve bewijs van een oude tin-exploitatie op Bangka is dus nog niet geleverd. Zoo zij al bestaan heeft: er zijn geen zichtbare sporen achtergebleven. Alles wat op Bangka aan een vroeger inheemsch bedrijf herinnert is van een veel latere periode, van nadat in de eerste jaren van de 18e eeuw het tin op Bangka werd ontdekt, of opnieuw ontdekt. Deze ontdekking was het begin van het tegenwoordige grootbedrijf der Bangka tinwinning. 't Begon als een zuiver inheemsch bedrijf, waarvan de zeer interessante geschiedenis uitvoerig is beschreven door Ir. J. A. Schuurman in het Jaarboek van het Mijnwezen van 1898: technisch en administratief

gedeelte, waarnaar belangstellenden verder mogen worden verwezen.

Dat op Billiton tin voorkomt moet der bevolking reeds lang vóór de oprichting van de Billiton-Maatschappij bekend geweest zijn, althans geruchten daaromtrent bereikten de O.-I. Compagnie reeds voor het midden der 18e eeuw. Ontgonnen heeft men het blijkbaar ook, want in mijn 3 in het district Boeding vond men bij de ontginning, volgens mededeeling van den oud-Administrateur van de B.-M., de heer J. C. Mollema, op 8 voet diepte, slakken en graafgereedschap van ijzerhout. Meer is echter omtrent een ouden tinmijnbouw op dit eiland niet bekend.

't Is wel opmerkelijk, dat behalve Bangka ook nog een andere streek in Ned.-Indië een naam heeft, die in een vreemde taal tin beteekent, n.l. Siak. Siak is de naam, die de Chineezen van Bangka aan tin geven.

Siak zelf bevat geen tin, maar wèl de bovenlanden, de Lima Kota en de Rokanstreken. Dit tin werd door de bevolking ontgonnen. Over een vroegere bevolkings-tinmijnbouw is zoo goed als niets bekend, maar men moet wel aannemen dat het erts, zij het dan ook op bescheiden schaal, reeds lang door de bevolking gewonnen werd, omdat de aanwezigheid van het tin reeds in 1858 bekend was en voor den eersten mijningenieur in Indië, C. de Groot, aanleiding was daarnaar een onderzoek in te stellen (Kota Rena), wat in dien tijd een heel ding was.

Everwijn, die er in 1866 was, eveneens om een onderzoek naar het voorkomen van tinerts in te stellen, zegt dat men hem niet kon opgeven, hoe lang men daar reeds aan het winnen van tinerts gedaan heeft, maar dat hij, naar aanleiding van zekere omstandigheden, die hij niet vermeldt, gelooft dat het niet langer dan 30 jaar kan zijn. Groot schijnt de bedrijvigheid nooit geweest te zijn. Vóór Everwijn's tijd schijnt men wel gaten gegraven te hebben tot op den vallei-bodem en over de valleien van het riviertje Pingir vertelt hij, dat deze herhaalde malen werd omgewerkt en dat het beekje zelf verscheiden malen werd verlegd, maar dat men daarbij zoo slordig te werk ging, dat men op verschillende plekken nog erts heeft laten zitten. In zijn tijd verwasschte men nog slechts den lossen zandgrond in den bodem van het beekje. Goed werkende kon één persoon in een maand tijds ± 12 K.G. erts verzamelen, waarvoor hij dan van het hoofd van Kota Renah *f* 0,65 per K.G. kreeg. Dat hoofd was tevens tinsmelter. Hij gebruikte daarvoor een klein eenvoudig oventje, een gat in den kleigrond aan den hoogen kant

van den weg, van $^1/_2$ M. diepte en 0.35 cM. grootsten diameter. Als blaasinrichting dienden twee houten cylinders van 2 M. hoogte en 20 cM. middellijn, die door één man bediend werden. De wind werd door twee bamboebuisjes naar den oven geleid. Een smelting duurde 4 tot 5 uren. Er waren drie menschen voor noodig: de smelter en twee man, die elkaar aan den ventilator afwisselden. Een smelting leverde 11 tot 12 KG. tin op. Als gietvorm dienden stukken gespleten bamboe, die aan beide einden met klei waren dicht gemaakt. Een staafje woog 6 katties; de waarde was *f* 1.60 à *f* 1,70 per KG.; de uitsmelting bedroeg 60% van het opgegeven ertsgewicht. (100 erts gaf 60 tin). 't Meeste tin werd in het binnenland verhandeld.

Ondanks dit rapport van Everwijn, terwijl ook Verbeek niet veel gunstiger bericht gaf, bleven geruchten de ronde doen over grooten tinrijkdom. Men wist te vertellen, dat die rijkdom herhaaldelijk aanleiding had gegeven tot geschillen en veeten tusschen naburige landschappen. Daarbij voegden zich berichten, dat tinnen voorwerpen in die landen gebruikt werden en dat de III Kota jaarlijksche tinschattingen aan Goenoeng Sahilan had op te brengen; dat sinds jaren geen tin, doch tinerts werd verscheept en dat de oorzaak daarvan te zoeken was in het hooge goudgehalte van die ertsen, zoodat de smelterijen te Singapore eerst het goudgehalte wilden uittrekken, alvorens het erts te smelten. Bij het onderzoek, dat naar aanleiding van die geruchten in 1900 tot 1902 de ingenieur Neeb instelde, bleken die verhalen sterk overdreven te zijn. Hij vond daar niets, dat op een groote bedrijvigheid wees. Men bepaalde zich ertoe het erts te verzamelen, dat zich na zware regens en hoogen waterstand, waarbij de oevers der rivieren afbrokkelden, in de geultjes van den hoogen kant had verzameld. Een hadji kocht dat erts kattigewijs op. Inderdaad zaten er goudblaadjes in, die door den opkooper zorgvuldig werden uitgezocht. Zoodra de opkooper zooveel erts bij elkaar had, dat het de moeite loonde, verkocht hij het naar Singapore om geen andere reden dan dat zulks, tengevolge van verliezen bij zelfsmelten, voor hem voordeeliger was. Ir. Neeb heeft gegevens over de productie toendertijd kunnen verzamelen: deze bedroeg niet meer dan 46.2 picol gedurende de elf jaren van 1891—1901, dus gemiddeld slechts 4.2 pikol per jaar.

Na het onderzoek van den ingenieur Neeb werd de bepaling gemaakt, dat de bevolking het door haar gewonnen tinerts bij den plaatselijken bestuursambtenaar moest inleveren, die daar *f* 40,—

per pikol voor betaalde. Dat schijnt eenigszins als een aansporing gewerkt te hebben, want de productie nam toe, zoodat in de jaren 1903 t.e.m. 1907 ongeveer 300 pikols erts werden opgekocht. In 1906 bedroeg de productie 80.84 pic., in 1907 zelfs 97.27 pikol, doch, en dat is zeer typisch voor den echten inheemschen mijnbouw, in 1908 slechts 0.715 pikol als gevolg van den zeer gunstigen rijstoogst.

Ook hier was de mijnbouw dus slechts een pis aller. Zoodra men op een andere wijze aan den kost kan komen, laat men den mijnbouw varen. En daar de gelegenheid daartoe telken jare grooter wordt, zal de inheemsche mijnbouw in Indië, die nu al niet veel meer te beteekenen heeft, spoedig geheel tot het verleden behooren.

EENIGE JAREN MIJNBOUWKUNDIGE GEOLOGISCHE EXPLORATIE OP NEDERLANDSCH NIEUW-GUINEA.

Inleiding.

Gedurende ruim $4^1/_2$ jaar, van medio 1917 tot begin 1922, heeft de Dienst van den Mijnbouw exploratie-werkzaamheden laten verrichten langs de Noordkust van Nieuw-Guinea, van de monding der Mamberamo-rivier tot aan die der Tami en in West Nieuw-Guinea voornamelijk in het gebied bekend staande onder den naam „Vogelkop". De aanleidende oorzaak tot het onderzoek was eerder van politieken, dan van economischen aard.

Er bestond voor den Dienst van den Mijnbouw te dien tijde geen enkele reden, gezien het beperkte personeel, dat voor exploratie ter beschikking stond, om met een geologisch mijnbouwkundig onderzoek van Nieuw-Guinea te beginnen, waar in andere gebiedsdeelen van den Archipel terreinen dienden onderzocht te worden, waarvan men redelijker wijze kon verwachten, dat de economische resultaten gunstiger zouden zijn. Maar men was in oorlogstijd en de strijd was nog lange niet beslist. Er gingen geruchten, dat de geallieerden van plan waren Ned. Nieuw-Guinea aan de centralen aan te bieden in compensatie voor gebiedsafstand hunnerzijds in Europa. Men kon zulks volgens hen met een gerust geweten doen, immers Ned. Nieuw-Guinea lag braak en werd door de Ned. Indische Regeering toch niet geëxploiteerd. De geologisch mijnbouwkundige exploratie was er dus in de allereerste plaats om aan te toonen, dat wij wel degelijk van plan waren voortgang te maken met de economische ontwikkeling van Ned. Nieuw-Guinea. Toen het gevaar dan ook geweken was en de resultaten der exploratie niet dusdanig waren, dat men kon verwachten spoedig terrein van eenigszins grooter economisch belang te zullen vinden, werd de exploratie stop gezet en Ned. Nieuw-Guinea wederom aan zijn eigen lot overgelaten. Zoolang de Dienst van den Mijnbouw niet over meer exploratie-personeel beschikt, zal de toestand wel zoo blijven. Hetgeen eigenlijk te betreuren valt, want onze geologische kennis van Nieuw-Guinea is nog te gering, om nu

reeds met zekerheid te kunnen zeggen, dat er geen objecten van mijnbouwkundige economische waarde aanwezig zijn.

Toen eenmaal beslist was dat een geologisch mijnbouwkundige exploratie ingesteld zou worden, kwam men voor de vraag te staan, welk deel van Ned. Nieuw-Guinea in de allereerste plaats daarvoor in aanmerking zoude komen. Door de militaire exploraties, die van 1907 tot 1915 in Nieuw-Guinea werkzaam waren, was bericht, dat aan den middenloop der Biririvier, welke rivier gelegen is tusschen de Mamberamorivier en de Humboldtbaai, een aardoliebron gevonden was. Deze vindplaats werd nadien bezocht door een geoloog van de Kon. Petr. Mij., maar omtrent diens bevindingen kon men niets te weten komen. De geologische gegevens, die men omtrent de noordkust bezat, o.a. uit de geschriften van Wichmann en de rapporten van Hubrecht, wettigden echter het vermoeden dat de tertiaire afzettingen, die elders in den Archopel het moedergesteente van den petroleum vormen, ook hier een groote verspreiding moesten hebben. Vandaar dat men in de onmiddellijke omgeving van de aardoliebron met de meeste kans van slagen beginnen kon.

Omtrent de verkregen resultaten zijn in de Verhandelingen van het Jaarboek van het Mijnwezen twee sobere verslagen verschenen. Het eene over Noord-Nieuw-Guinea in 1927 door Dr. J. Zwierzycki en het andere over West-Nieuw-Guinea in 1924 door Ing. J. E. Loth. Ofschoon Prof. L. Rutten in zijn werk „Voordrachten over de Geologie van Ned.-Indië" van de exploratiewerkzaamheden getuigt, dat zij belangrijker en vruchtdragender zijn dan alle voordien en dat de bijgevoegde kaarten iedere vergelijking kunnen doorstaan met de mooiste, die van eenig deel van den Archipel vervaardigd zijn, zijn die verslagen, gezien den omvang van de werkzaamheden en van het verzamelde materiaal, toch nog te sober gesteld om den vollen omvang der bereikte resultaten weer te geven. De topografische beschrijving der onderzochte terreinen laat vooral wat West-Nieuw-Guinea betreft, veel te wenschen over. Het onderling verband tusschen topografie en geologie komt daardoor niet goed tot zijn recht en zulks is toch zeker van het allergrootste belang. Van de verzamelde gesteenten is slechts een klein gedeelte grondig onderzocht, o.a. een serie van het Cycloop-gebergte, petrografisch door Gisolf en eene van West-Nieuw-Guinea, paleontologisch door Rutten. Het overgroote deel is nog onbewerkt en het lijkt dringend noodzakelijk zulks alsnog te laten doen. Wanneer men bedenkt met hoeveel

geldelijke kosten, maar vooral met hoeveel physieke opofferingen van het personeel, al dit materiaal verzameld werd, dan kan men niet anders zeggen, dan dat het een gebiedende eisch is.

Om u een idee te geven hoe veel omvattend en zwaar de taak is van het personeel, ingedeeld bij den Opsporingsdienst, wil ik u hier in het kort eene schildering geven van het bedrijfsleven van den leider eener geologische mijnbouwkundige exploratie. Het spreekt vanzelf, dat de moeilijkheden groeien met den terrein- en cultuurtoestand van de te onderzoeken landstreken. Dat het heel wat aangenamer werken is op Java dan in Nieuw-Guinea, behoeft nauwelijks gezegd te worden.

Geschiedenis der geologische mijnbouwkundige exploratie.

Men kan in de geologische mijnbouwkundige exploratie vanwege den Dienst van den Mijnbouw vier perioden onderscheiden. Tijdens de eerste periode werden onderzocht terreinen der noordkust, gelegen tusschen de Verkam-rivier in het Westen en de Wirowai in het Oosten. Hiertoe behooren de stroomgebieden van de Tor- en Biri-rivieren. Als eerste leider trad in Juli 1917 Ing. G. A. Hogenraad op; hem was toegevoegd Ing. H. H. Horneman. Vermelding dient gemaakt te worden van het feit, dat de begeleidende medicus Dr. Solthez op een wreede manier midden in het oerwoud door dwangarbeiders om het leven gebracht werd. In December van hetzelfde jaar had de eerste aflossing plaats en trad ik zelf als nieuwe leider op, terwijl Ir. H. Grondijs aan mij toegevoegd werd. Laatstgenoemde moest echter al in April geevacueerd worden, aangezien hij toen lijdende was aan berri-berri.

Daarop volgde de tweede periode. Juli 1918 werden de werkzaamheden overgeplaatst naar West-Nieuw-Guinea en werd begonnen met de verkenning van terreinen gelegen langs de Oost- en Noordkust van den Vogelkop en het Horna-kolenveld. Tijdens dit onderzoek had men met vele terreinmoeilijkheden te kampen, immers het bergland is hier veel hooger en grilliger dan op de Noordkust. Als leider traden hier op Ing. H. H. Horneman tot medio 1919 en Dr. E. Hartmann tot Januari 1920. Hun waren verder geen ingenieurs toegevoegd.

In de derde periode werd opnieuw het terrein der werkzaamheden verplaatst en nu werden de landstreken langs de Zuidkust van Nieuw-Guinea onderzocht. Ook hier ondervond men groote terreinmoeilijkheden, aangezien groote gebieden uit kalksteen waren opgebouwd en karstverschijnselen hier niet zeldzaam waren.

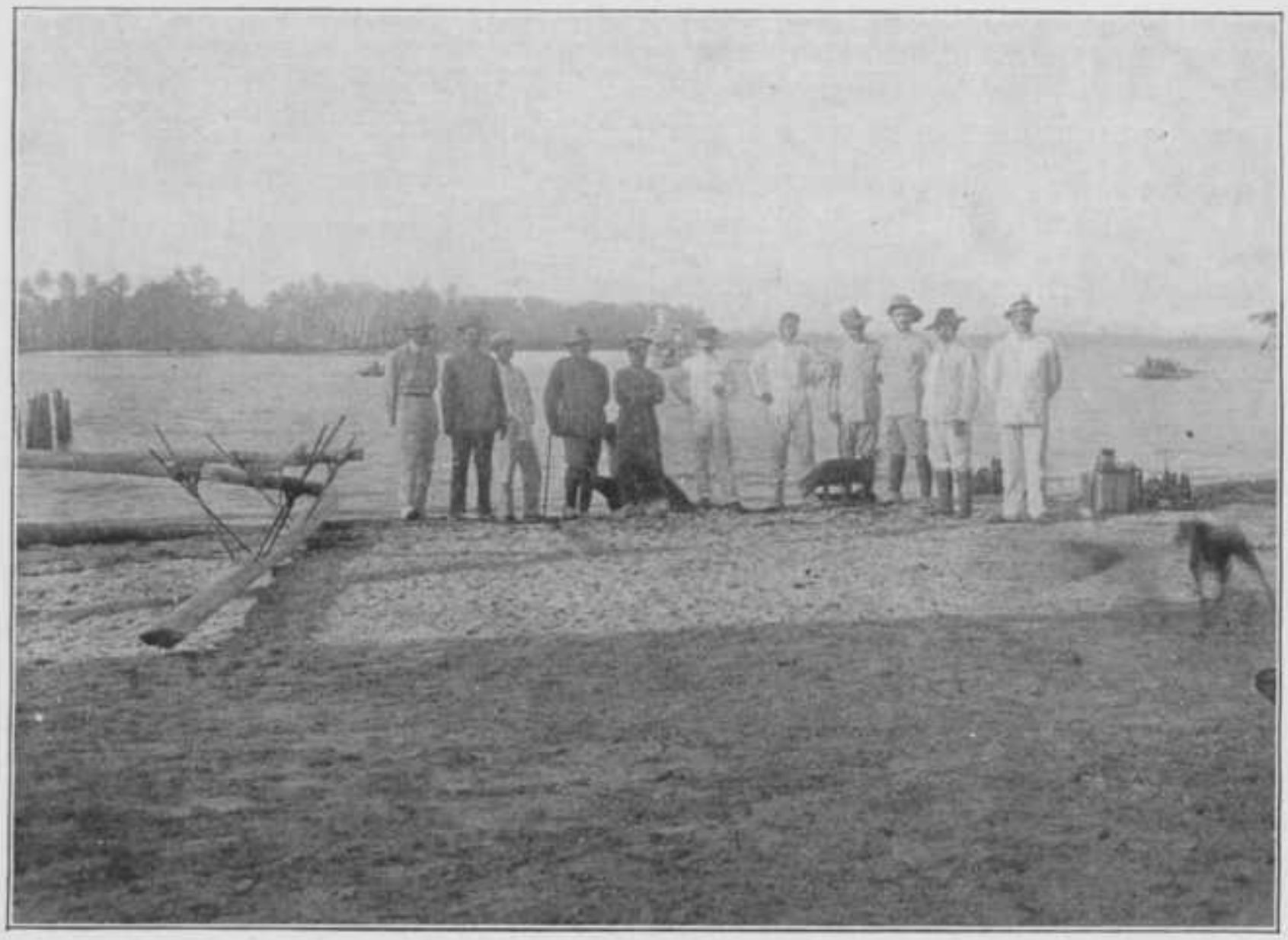


Fig. 1.

Aan het strand van het eiland Wakdé. — Aflossing: de brigade-Kemmerling is aangekomen, de brigade-Hoogenraad vertrekt.

Tot Aug. 1920 trad Ing. J. E. Loth hier als leider op zonder toegevoegde ingenieur.

Voor de vierde maal wordt een wijziging gemaakt in het exploratieplan, de werkzaamheden ter Noordkust werden n.m.l. hervat, eerst ten Noorden van de Wirowai tot en met het stroomgebied der Tami-rivier, inbegrepen het Cycloopgebergte en later de terreinen ten Westen der Torri-rivier tot aan het stroomgebied der Apauwar. Als leider trad op Dr. J. Zwierzycki, deze heeft wel het grootste physieke uithoudingsvermogen getoond, want hij bleef er van September 1920 tot Januari 1922, toen het onderzoek voor goed opgeheven werd. Toegevoegd waren tijdens de eerste helft van deze exploratie Ir. N. J. M. Taverne en tijdens de tweede helft Ir. J. B. Grandjean.

Waarom men geëindigd is daar waar men begonnen is, heeft natuurlijk een oorzaak en wel deze, dat de meeningen over den bouw en de economische waarde der terreinen gelegen langs de Noordkust bij de twee eerste leiders nogal uiteenloopend waren. Volgens den eersten waren alle bergketens ter Noordkust plooizadels van

tertiaire oliehoudende gesteenten, dus waardevolle oliereservoirs. terwijl volgens mijn meening de terreinen veel ingewikkelder van bouw waren: nml. dat de kern der bergketenen uit sterk geplooide prae-tertiaire, niet oliehoudende gesteenten bestond en het heuvelland uit sterk gestoorde neogeene sedimenten, waarvan de structuur geen aanleiding gaf om te veronderstellen, dat er grootere, exploitabele olievelden zouden voorkomen. Men wilde het geologisch mijnbouwkundig onderzoek dan ook niet beëindigen, alvorens meerdere zekerheid in deze te hebben. Dat mijn opvatting eerder met de werkelijkheid in overeenstemming was, dan die van mijn voorganger, werd door de latere onderzoekingen bewezen. „In elk geval", zegt Zwierzycki, „is de tectoniek van het Neogeen op de Noordkust van Nieuw-Guinea van dien aard, dat exploitable petroleumterreinen hier niet te verwachten zijn." Wanneer men zich afvraagt, hoe het mogelijk is, dat dergelijke geheel van elkaar afwijkende opvattingen kunnen ontstaan, dan moet zulks in het onderhavige geval vooral aan het toeval toegeschreven worden. Mijn voorganger werkte in de dalende as der plooiketenen, waar de kern niet zichtbaar was, of misschien slechts op enkele kleinere plekken, terwijl ik zelf in het culminatiegebied der plooiassen werkte, waar de kern overheerschte en de tertiaire bedekking zeer gereduceerd was. Logischer was het m.i. geweest, dat men eerst het onderzoek ter Noordkust had beëindigd, alvorens naar West-Nieuw-Guinea te gaan.

Het bedrijfsleven.

Thans zullen wij overgaan tot het eigenlijke bedrijfsleven. In een land als Nieuw-Guinea, dat in ontwikkeling nog zoover ten achter staat bij alle andere landstreken in den Ned. Indischen Archipel, wordt het bedrijfsleven zeer gecompliceerd, omdat men in alles moet voorzien, wat men elders ter plaatse verkrijgen kan. Men moet dus zoo onafhankelijk mogelijk wezen van de plaatselijke omstandigheden, wil men kans op slagen hebben. Zulks geldt nog te meer wanneer men bedenkt dat, toen het onderzoek begon, er in het geheel geen telegrafische gemeenschap bestond tusschen Nieuw-Guinea en de overige eilandengroep. Eerst tijdens de laatste periode werd een radio-telegrafische afdeeling aan het onderzoek toegevoegd. Overigens was men afhankelijk van de stoomboot-verbindingen met de buitenwereld. U weet dat de Kon. Pak. Mij. daarvoor zorgt en wel in den geheelen Archipel. Toen ter tijde geschiedde de verbinding met Noord-Nieuw-Guinea slechts

eens in de maand en moest men wel 16 tot 18 dagen reizen, al naar gelang men de Urapia-eilanden aandeed of niet, alvorens de Humboldtbaai te bereiken. De reisroute ging van Soerabaya over Makassar naar Ambon en Ternate, van daar om de Noord van Halmaheira naar het Zuiden van dit eiland, om dan pas over te steken naar de Noordkust van Nieuw-Guinea. Het spreekt van zelf, dat een rechtstreeksche verbinding veel korter zou zijn, maar uit een economisch oogpunt voor de Mij. natuurlijk niet zoo voordeelig. U begrijpt, dat wanneer er iets haperde in de dienstregeling, zulks van grooten invloed kon zijn op de voedselvoorziening van het onderzoek. Toen dan ook het bericht kwam, dat de K.P.M.-booten, gezien de requisitie van diverse booten der Mij. door de geallieerden, hunne regelmatige vaartbeurten op Nieuw-Guinea zouden moeten staken, moest de leider van het onderzoek de rantsoeneering van rijst verminderen. Na 6 weken kwamen de booten echter weer terug en had men alleen een klein voorproefje gekregen van wat kan gebeuren, wanneer de K.P.M. haar bedrijf moet stop zetten. Maar ook in dat geval is men niet van alle hulp verstoken, want het Gouvernement van Ned. Indië beschikt over een vloot van gouvernementsvaartuigen, meestal zeer geriefelijk ingericht, die er voor zorgen, dat in dergelijke gevallen de communicatie tusschen de eilanden onderling verzekerd is. De Residenten in de Buitenbezittingen krijgen een dergelijk vaartuig toegewezen, om plaatsen die niet door de K.P.M.-booten aangedaan worden, te kunnen bereiken en ook om ten allen tijde hulp te kunnen bieden, waar zulks noodig mocht zijn.

Als uitgangspunt voor onderzoekingen zal men in de allereerste plaast een kustplaats moeten kiezen waar de K.P.M.-booten aanleggen. Dat was tijdens de eerste periode het eiland Wakdé, daarna Ménokwari, Kokas en tenslotte Demta. Maar dan doet zich de vraag voor: hoe nu verder, want het terrein der onderzoekingen strekt zich langs de geheele kust uit en, ofschoon de papoeas met hun zeilprauwen groote bravoerstukken op zee uithalen, kan men zich toch niet op hen verlaten, wanneer een geregeld vervoer ingesteld moet worden. Vandaar dat de leider van het Onderzoek de beschikking kreeg over een min of meer zeewaardig zeevaartuig, bemand met inlandsch personeel, staande onder een inlandschen gezagvoerder. Nu was echter ook de eerste nevenfunctie van den leider geschapen: Beheerder over een Gouvernementsvaartuig. Dit brengt verantwoordelijkheid mee, administratie, onderzoek naar misdragingen van het perso-

neel, enz. Maar toch konden ook de papoeas niet geheel en al gemist worden, want op vele plaatsen der kust stond een zoodanige deining, dat alleen papoeas met hun daarvoor speciaal gebouwde prauwen de verbinding tusschen onze boot en den vasten wal tot stand konden brengen. Menig keer sloegen deze prauwen om en velen die daarvan het slachtoffer werden, hebben angstige momenten doorstaan.

Men staat dan eindelijk aan het strand en moet dan zien hoe men verder het binnenland inkomt. De rivieren met de stoombarkas opvaren ging niet (ik spreek van de Noordkust), want de meeste mondingen waren door een strandwal afgesloten.

Groote verbindingswegen bestaan er in heel Nieuw-Guinea niet, wel paden, maar ook weer niet overal. Men is dus hoofdzakelijk aangewezen op loopen en voor het vervoer op draagkoelies. Om onafhankelijk te zijn van de papoea-bevolking werden aan het onderzoek dwangarbeiders toegevoegd, hun aantal wisselde tusschen 150 en 200. Maar hierin lag de aanleiding dat de leider met een tweede nevenfunctie belast werd: Waarnemend Directeur van het Gevangeniswezen, want het was immers noodzakelijk, dat de leider ieder vergrijp, dat een bepaalde grens niet overschreed, onmiddellijk straffen kon. Iedere correspondentie daarover met het centrale beheer op Java zou een bespotting zijn en de discipline ondermijnen. Maar dat ambt bracht ook verantwoordelijkheid mede, administratie en wederom onderzoek naar misdragingen. Wel is waar stond een Europeesche cipier den leider, in deze voor hem ongewone functie ter zijde, maar de verantwoordelijkheid rustte toch op hem. Het een brengt echter het andere mede, want zonder politioneele bescherming kan men met dwangarbeiders niet werken. Ook kan men de papoeas niet altijd vertrouwen en het is inderdaad een keer tot een minder aangename ontmoeting gekomen, gelukkig zonder opening der vijandelijkheden. Vandaar dat de leider beschikte over ± 90 man gewapende politie onder aanvoering van een, met europeanen gelijk gestelden onderofficier. In het algemeen hebben deze beschermgeesten meer last dan voordeel bezorgd. Zij waren eigenlijk een remmend wiel aan den wagen, want met hun voorschriften moest rekening worden gehouden en het was soms heel moeilijk voor den leider om daar steeds aan te kunnen voldoen. Ofschoon niet in facto kwam het er toch op neer, dat de leider tevens Hoofd der Gewapende Politie was.

Op die manier groeide het aantal bij het onderzoek te werk

gestelden aanzienlijk, gemiddeld waren het er driehonderd. Al deze menschen waren bij het onderzoek in voeding. Ter plaatse was zoo goed als niets verkrijgbaar, dus alles moest aangevoerd worden. De voedselvoorziening kostte dus veel hoofdbrekens. Er moesten op verschillende plaatsen depôts opgericht worden, waar de onderzoeking-brigades nieuwen voorraad konden krijgen. Dit bracht een geweldige administratie mede en alhoewel de leider de bschikking had over een administratieve ambtenaar, had hij toch veel bemoeienis daarmede en was de administratie een belangrijke nevenfunctie, vooral daar ook het geheele geldelijke beheer door zijn handen ging (ruim *f* 45.000,— per kwartaal) en hij voor ieder tekort persoonlijk verantwoordelijk was. Menig leider voelt het aan zijn eigen portemonnaie, wanneer hij niet voldoende aandacht schonk aan de administratie.

Een belangrijke factor voor het welslagen van een dergelijk onderzoek is de gezondheidstoestand van het te werk gestelde personeel. Nieuw-Guinea staat nu niet bekend vanwege zijn gezond klimaat! Enkele expedities, die de Mamberamo opgingen hadden ontzettende verliezen te boeken aan zwartwaterkoorts en berri berri. Aangezien geneeskundige hulp op de Noordkust ver te zoeken was (alleen op Ménokwari was een Indisch arts gestationneerd) kreeg het onderzoek de beschikking over een militaire geneesheer. Maar zonder goede samenwerking met den leider kon ook hij niet veel bereiken. Voorgeschreven werd het prophylactisch innemen van kinine, het nuttigen van ongepelde rijst, kadjand idjoe (een erwtensoort) en goelah djawa (bruine suiker). In het centraal bivak aan de Tor-rivier werd onmiddellijk na aankomst een groententuin aangelegd, zoodat reeds na 1 maand, aan allen dagelijks versche groenten kon verstrekt worden. Ik schrijf het dan ook aan al deze maatregelen toe en de goede keuze van de plaats van het centraal bivak (een uitlooper van een zandsteenheuvel aan de rivier; het terrein was daardoor droog en muskieten waren een zeldzaamheid) dat het aantal zieken en sterfgevallen bijzonder gering was. De dwangarbeiders kwamen, ofschoon zij het zwaarste werk te verrichten hadden, er het beste af, omdat zij onder de strengste contrôle stonden. Daarentegen kwamen bij de gewapende politie meerdere gevallen van zwartwaterkoorts voor en bleek dat zij de voorgeschreven maatregelen niet in acht namen. Helaas moest mijn collega Grondijs zijn nalatigheid in dit opzicht met berri-berri beboeten.

Maar nog zijn de bemoeienissen van den leider voordat hij aan

zijn eigenlijke taak kan denken niet alle opgesomd. Ook moet hij zorgen dat het moreel onder het personeel en ook zijn eigen moreel niet gaat verzwakken. Zulks is geen gemakkelijke taak in een landstreek, waar men alles missen moet wat het leven veraangenaamd. Slechts door rechtvaardige strengheid kan men dan veel bereiken. Doet men zulks niet, dan kunnen er wantoestanden ontstaan, die in zelfmoord en doodslag eindigen. De overheidsbemoeienis met het onderzoek is in het algemeen gering. Vooral waar men landstreken bezoekt, waar de ambtenaren van het Binnenl. Bestuur nog niet geweest zijn. Aangezien de leider voor wat de exploratie betrof slechts verantwoording af te leggen had aan zijn onmiddellijken dienstchef en zelfs omtrent de resultaten van het onderzoek geen enkele mededeeling mocht doen aan het Bestuurshoofd, toen ter tijde de Resident te Ternate, is het begrijpelijk, dat een zekere wrijving niet achterwege kon blijven.

Het geologisch werk. Eindelijk iets omtrent het geologisch werk. Den leider werd soms of soms ook niet, een ingenieur toegevoegd, meestal een drietal Europeesche opzichters, een viertal Inlandsche mantri's en eenige leerling-mantri's. Het gebeurt dikwijls, dat een deel van het personeel nog nooit met opsporingswerkzaamheden belast is geweest en dan heeft men meer last dan hulp. Dat is steeds een der hoofdgrieven van de leiders geweest tegen het Bureau van den Opsporingsdienst. Wanneer de door het ondergeschikte personeel verzamelde gegevens niet betrouwbaar zijn, dan wordt de efficientie van het onderzoek daardoor zeer gedrukt. Het is ondoenlijk, dat de leider al het veldwerk contrôleert: hij moet zich op het werk der anderen kunnen verlaten.

Wanneer men in een streek komt, waarvan geologisch nog weinig bekend is, dan kan men het eerste veldwerk slechts tasten noemen. Het spreekt vanzelf, dat ieder volgend onderzoek profiteert van de gegevens van het vorige. Wanneer er niet veel ontblootingen zijn en goede profielen ontbreken, dan is het ontwarren der stratigrafie en geologische structuur dikwijls zeer lastig. De dalen loodrecht op de asrichting der gebergten geen meestal het meeste kans op ontblootingen. Het werken in laagland en laag heuvelland levert de meeste moeilijkheden op, omdat men de asrichtingen van eventueele plooien eerst na langdurige onderzoekingen ontdekken kan en eerst nadien men met de stratigrafie reeds vertrouwd geraakt is. Men zal dan ook van al deze onderzoekingen niet mogen verwachten, dat zij een goed inzicht geven in de structuur van het

laagland, waarom ik niet iedere kans op het vinden van exploitabele petroleumterreinen in Ned. Nieuw-Guinea buiten gesloten acht.

De plaats van het bivak. Aangezien achter den kustwal overal een breede moerasstrook aanwezig is, werd besloten meer in het binnenland een centraalbivak op te richten, omdat men dan dichter bij het terrein der werkzaamheden was en niet telkens door de onaangename moerassen behoefde te trekken. Zoo werd tijdens het eerste onderzoek bivak betrokken aan de Biri-rivier, tijdens het tweede aan de Tor-rivier, beide nagnoeg 50 K.M. van de kust.

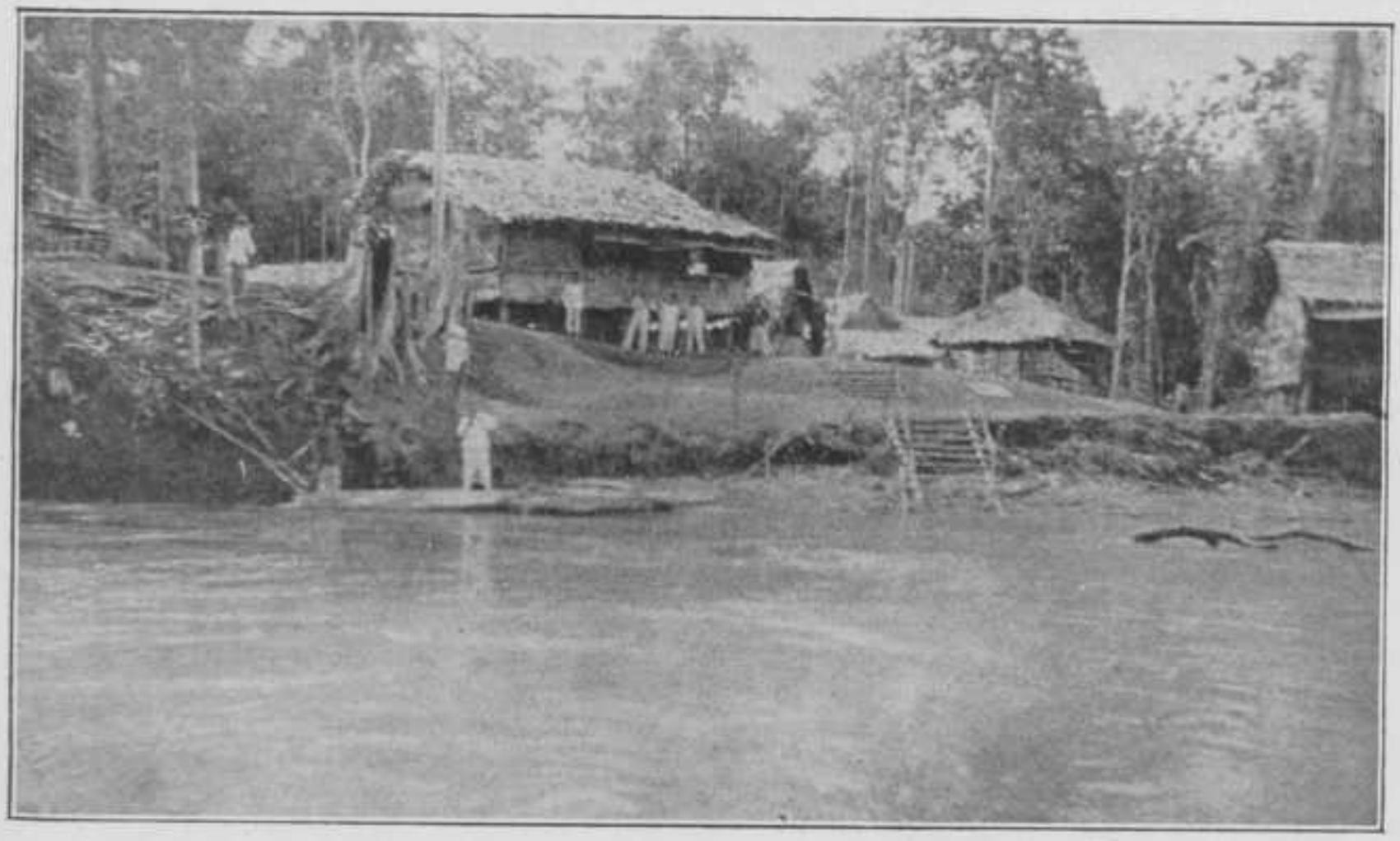


Fig. 2.
De aankomst in het Tor-bivak.

Het nadeel was, dat men van de kust steeds groote hoeveelheden vives naar het binnenland moest transporteeren. Meestal lukte het wel om voor het vervoer een groot aantal papoea's aan te werven. Zij deden er meestal $2^1/_2$ dag over, maar toch werd de aanvoer in het Tor-bivak eerst geregeld, toen door dwangarbeiders bemande prauwen voor het transport zorgden. Het duurde dan wel wat langer, vooral wanneer het banjirde, $\pm$ $4^1/_2$ dag, maar men kreeg een grootere hoeveelheid te gelijkertijd en was onafhankelijk van de papoea's.

Vanuit het centrale bivak gingen de onderzoekingsbrigades het terrein in; zij bestonden meestal uit 1 opzichter of mantri, 10 dwang-

arbeiders en 7 man gewapende politie. Langer dan 14 dagen bleven zij meestal niet weg, want dan was de medegenomen voorraad opgeteerd. De radius van onderzoek was dus steeds beperkt, de verste afstand die naar het binnenland werd afgelegd, bedroeg 40 K.M.

Kaarteeren. Een voornaam onderdeel der werkzaamheden, was het kaarteeren. Wanneer men in een landstreek komt, die in het geheel nog niet in kaart gebracht is en zulks is bij de geologisch mijnbouwkundige exploraties veelal het geval, dan is het kaarteeren een voornaam onderdeel der werkzaamheden. Zulks neemt veel tijd in beslag en gaat natuurlijk ten kosten van de geologische exploratie, die toch eigenlijk het hoofddoel der verkenning is. Het valt dan ook te betreuren, dat het door geringe samenwerking van verschillende takken van dienst herhaaldelijk gebeurt, dat een bepaald gebied meerdere malen in kaart gebracht werd. Zulks is ook het geval geweest met de landstreken, die door het geologisch mijnbouwkundig onderzoek in Ned. Nieuw-Guinea verkend werden. Wanneer men bijv. het verslag van de militaire exploratie van Ned. Nieuw-Guinea in de jaren 1907—1915, uitgegeven in 1920 doorleest en daarin een vrij goede kaart van het door het geologisch mijnbouwkundig verkende gebied aantreft, dan kan men een gevoel van wrevel niet onderdrukken, wanneer men bedenkt hoeveel kostbaren tijd voor geologisch werk is verloren gegaan.

In een land, waar nog geen driehoeksnet bestaat (en zulks is ook met Nieuw-Guinea het geval) moet men beginnen met eenige punten vast te leggen door astronomische plaatsbepaling. De hoofdtochten worden dan met behulp van de boussole tranche-montagne opgemeten, waarbij men natuurlijk moet zorgen voor sluitende rondmetingen. De daar tusschen liggende tochten worden door middel van rotangmeeting met het handcompas ingeschetst. Men krijgt op die manier een allerszins betrouwbare basis voor het inteekenen der geologische gegevens. Het spreekt vanzelf, dat al het beschikbare personeel op de hoogte moet zijn met dit soort van meetwerk, wat ook meestal het geval is. De leider en de ingenieurs moeten in staat zijn, zoowel het veld- als bureau-werk te controleeren. Het is mijn persoonlijke ervaring, dat daaraan niet genoeg aandacht kan besteed worden.

Wat het eigenlijke geologische werk betreft, dat komt natuurlijk in hoofdzaak op den leider en den toegevoegden ingenieurs neer. Al het andere personeel beschikt in den regel over te weinig

geologische ervaring om een eenigszins bruikbaar rapport te kunnen uitbrengen. In het algemeen kan men zich wel verlaten op de juistheid der vindplaatsen, waarbij er steeds de nadruk op gevestigd wordt, dat er slechts gesteente van vaste rots wordt medegebracht en ook de gemeten hellingen en richtingen kloppen meestal. Slechts zelden echter krijgt men goed waargenomen profielen, want de gegevens beperken zich meestal tot de geologie der meetlijn. Het gebeurt herhaaldelijk, dat rots, die op eenigen afstand van de meetlijn prachtig ontbloot is, niet vermeld wordt. Ook aan de terreinmorfologie links en rechts der meetlijn wordt te weinig aandacht besteed. Het ideaal zoude natuurlijk zijn, dat al deze meetlijnen door een geoloog gecontroleerd werden. Waar het geologisch mijnbouwkundig onderzoek meestal slechts over een geoloog beschikte, die tevens leider was en wij hebben reeds gezien wat zulks beteekent, was daar natuurlijk geen sprake van. Uit de verhalen van het ondergeschikte personeel moest men zich zoo goed als het kon, aan de hand van de eigen ervaring bij het veldwerk opgedaan, een voorstelling maken van wat met de meeste waarschijnlijkheid de geologische structuur van de onderzochte terreinen kon zijn. Een der grootste fouten door den Dienst van den Mijnbouw in vroegere jaren begaan was steeds het te werk stellen van te weinig technisch geschoold personeel bij dergelijke onderzoekingen. De kosten daardoor zouden niet veel hooger zijn geworden, de uitkomsten daarentegen zouden vele malen de verkregene in belangrijkheid overtroffen hebben.

Aanraking met de papoea's. Er rest mij nog het een en ander over onze aanraking met de papoea's te zeggen. Men moet natuurlijk een verschil maken tusschen de kustbewoners, die in geordende kampongs wonen en reeds onder invloed staan van zending en bestuur en die in het binnenland leven, in nagenoeg hun oorspronkelijken natuurstaat. Betrouwbaar waren zij geen van alle: het gebeurde herhaaldelijk, dat zij onze brigades, zonder voor ons begrijpelijke motieven in den steek lieten. Kon men eerstgenoemde er wel eens toe overhalen om voor het onderzoek transportdiensten te bewijzen, laatstgenoemde waren er zelden toe te vinden. Dit bleek niet steeds onwil, maar ook onkunde te zijn. Zij waren niet geschikt voor dergelijke werkzaamheden, omdat zij die in den natuurstaat bijna nooit verrichten. Soms ziet men de vrouwen sago transporteeren, de algemeene voeding van den papoea. De mannen doen geheel andere diensten; zij gaan op jacht of vischvangst, het-

geen steeds met behulp van de bekende pijl en boog geschiedt, of zij staan op wacht om vrouw en kroost tegen vijandige aanvallen te beschermen. De lust tot snellen is erg levendig bij dit volkje en typisch was in dit opzicht de uitspraak van papoea's, die dichtbij het centraal bivak woonden. Toen wij hun streek zouden verlaten kwamen zij bij ons en zeiden: „eindelijk kunnen wij nu weer eens

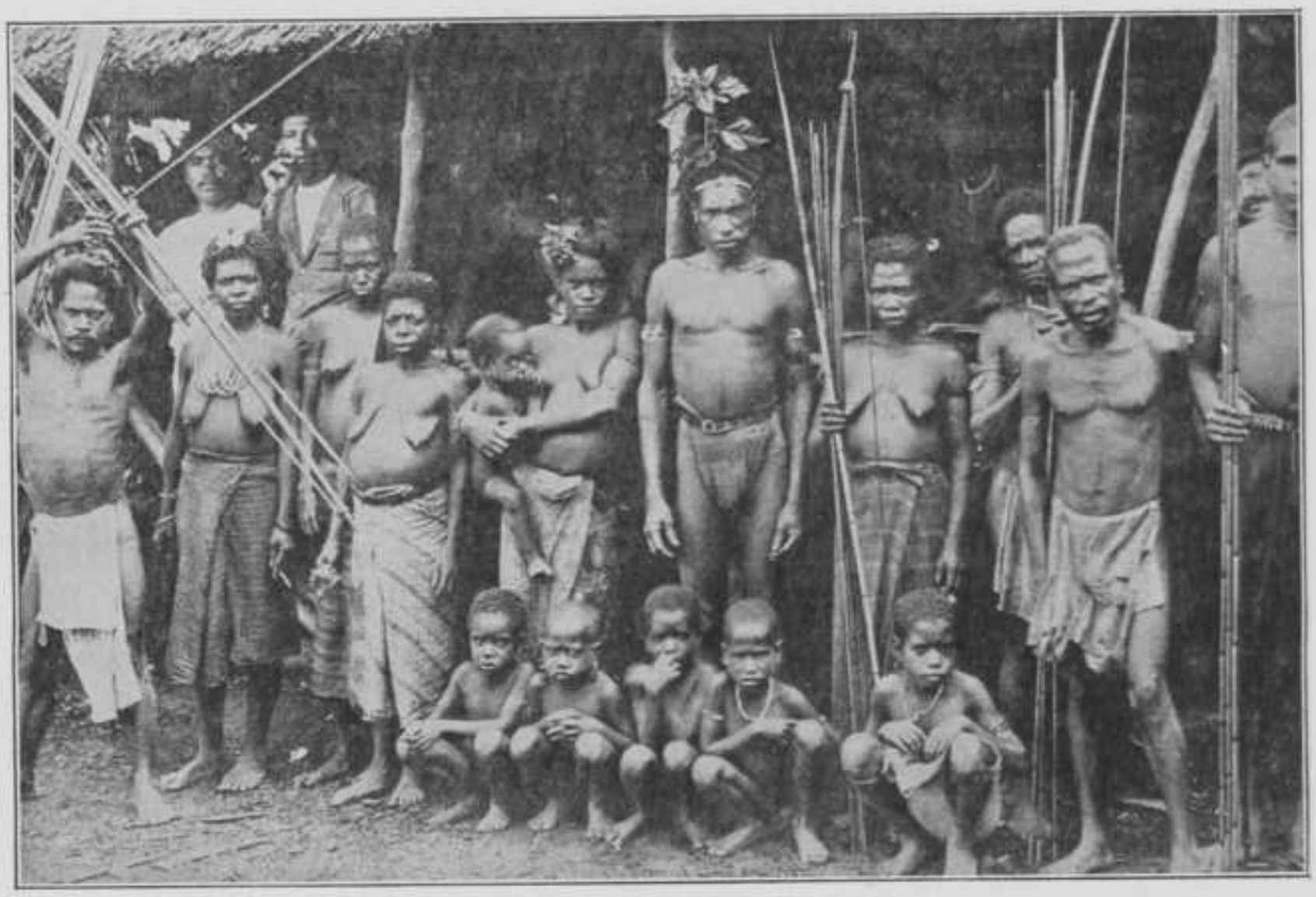


Fig. 3.

Papoeas op bezoek. — Thans vriendelijk, maar het kan ook anders. De man links laat de vijandelijke houding zien.

een sneltocht organiseeren" en zij glunderden van blijdschap. Het is begrijpelijk, dat zoo'n natuurvolk in een voortdurende angst leeft, waarbij nog komt de zieleangst voor booze geesten. De meening, die men wel eens verkondigd vindt, dat de natuurvolken gelukkiger leven dan zij, die tot een hoogeren trap van beschaving geraakt zijn, kan ik dan ook niet deelen. In het algemeen waren de kust-papoea's veel vroolijker en zachter van aard, dan die in het binnenland leefden, hetgeen ik toeschrijf aan hun grootere gemoedsrust. Dat het zich veilig voelen ook een prikkel is tot bezitvorming is duidelijk. Wat heeft een natuurmensch aan bezit wanneer er groote kans bestaat, dat het hem toch weer afgenomen wordt. Vandaar dat men in de binnenlanden zelden groote kampongs of tuinen aantreft. Vele stammen leven zwervende. Maar

dan is het ook begrijpelijk, dat zij zich ontdoen van alle overbodigheden en daartoe kan men in de allereerste plaats te veel kinderen rekenen. Meestal treft men er niet meer dan drie per gezin aan, de overigen worden levend begraven en de ouden van dagen worden, wanneer zij niet meer kunnen werken, afgemaakt en opgegeten. Rekent men daarbij nog het aantal volwassenen, dat gesneld wordt, dan behoeft het geen verwondering te baren, dat de binnenlanden schaarsch bevolkt zijn. Daarentegen ziet men, dat de kustbevolking sterk in aantal toeneemt en daardoor noodgedwongen meer werk maakt van bodemcultuur.

In het algemeen is het daar anders droevig mede gesteld. Van uitvoer van cultuurproducten, behalve copra (en die schijnt goed te willen langs de betrekkelijk smalle kustwal) is geen sprake. De sagopalm groeit overal in de moerassen, zoodat de bevolking zich met den aanplant niet behoeft te bemoeien. Ik heb wel eens hooren zeggen: men kan den Papoea slechts opheffen door alle sagopalmen uit te roeien. Vruchtboomen treft men ook maar weinig aan. Inderdaad is het bosch schriel en verschilt daardoor aanmerkelijk van de oerbosschen van Borneo en Sumatra. Er is weinig klein hout, zoodat men soms groote afstanden zonder kappen kan afleggen. Ook zijn flink ontwikkelde boomen vooral in het gebied waar de tertiaire mergels overheerschen, vrij zeldzaam. Ik moet dan ook volkomen onderschrijven wat ik in No. 27, jaargang 1928, van den Indischen Verlofganger over Nieuw-Guinea las: „Deze kleisteen vormt een vasten dichten onvruchtbaren bodem, waarin de hoofdwortels der boomen niet kunnen doordringen, zoodat ze langs den bodem voortkruipen. Reeds bij eenigen krachtigen wind vallen de boomen om en vormen dan een waren chaos." Typeerend was het, dat zelfs de Djambiërs onder de dwangarbeiders verklaarden, zelden zoo'n schrielen bodem gezien te hebben en ook vroegere exploraties hebben zich in dienzelfden geest geuit. Toch is het lastig stelling te nemen in een kwestie als deze: Heeft Nieuw-Guinea toekomst als cultuurland?

Eene door de Ned.-Indische Regeering ingestelde commissie, die nog niet lang geleden terugkwam van Nieuw-Guinea, uitte zich zeer gunstig in dat opzicht. Degenen echter, die jarenlang op Nieuw-Guinea vertoefden en daar veel rondtrokken, zijn daarentegen zeer pessimistisch. Mijns insziens is het gewaagd om een oordeel uit te spreken over Nieuw-Guinea in zijn geheel. Dat alle landstreken onvruchtbaar zouden zijn, lijkt mij al te boud gesproken, dat er vele zijn, lijkt mij waarschijnlijk. Het zal dus zaak zijn om aan het

in cultuur brengen van gronden in de allereerste plaats een grondig bodemonderzoek te doen voorafgaan. Waar men echter te weinig afweet van de klimatologische omstandigheden, die in vele deelen van Nieuw-Guinea zeer verschillend zullen zijn, waar men met geïmporteerde werkkrachten zal moeten ontginnen en waar de transportmoeilijkheden zoo vele zijn, lijkt mij alsnog het in cultuurbrengen van gronden in Nieuw-Guinea een groot vraagstuk toe.

Over de raseigenschappen der papoea's en hunne zeden en gewoonten wil ik hier verder niet uitwijden, ook niet over fauna en flora, noch over de ontdekkingsreizen. Voor dengene, die daar belang in stelt, kan ik in de allereerste plaats verwijzen naar het verzamelwerk Novo Guinea, waarin in den breede over al deze onderwerpen is geschreven. Slechts enkele grepen, die op persoonlijke ervaring berusten, wil ik hier doen. In het bovenstroomgebied van de Tor werd een groep trekkende papoea's ontmoet, waarbij naast groote en stevige figuren ook volwassen kleinere voorkwamen, die bepaald tot de dwergstammen van Centraal Nieuw-Guinea behooren. Het schijnt, dat zij elkaars gebied wel kennen. Of hun omgang echter vriendschappelijk is, mag betwijfeld worden. De mogelijkheid bestaat, dat zij wel ruilhandel met elkaar drijven en aangezien de bewoners van de Torrivier op hun beurt met kustpapoea's en vogeljagers in aanraking komen, behoeft de vondst van werktuigen van europeesch maaksel bij de papoea's van Centraal Nieuw-Guinea niet te bevreemden. Langzamerhand zal het steentijdperk dan ook voor Nieuw-Guinea afgedaan hebben.

Een ander merkwaardig feit is de algemeene verbreiding der tabaksplant tot zelfs in Centraal Nieuw-Guinea. Vermoedelijk is zij reeds lang geleden geïmporteerd en op dezelfde wijze als de andere ruilartikelen van de kust het binnenland langzamerhand binnengedrongen. Tot in de verst afgelegen oorden aan de boven-Torrivier werden kleine zorgvuldig aangelegde tabakstuintjes aangetroffen. Zoowel de mannen, als de vrouwen zijn fel op tabak en ik geloof, dat zij nog meer genieten van hun ruw gepraepareerde fakkels, dan wij van de beste havana. Wat dies ook zij, in alle geval tabak regeert de wereld.

Dames en Heeren, ik hoop dat ik er in geslaagd ben, om U het bedrijfsleven van den geoloog-leider van een geologisch mijnbouwkundig onderzoek in een cultureel weinig ontwikkelde streek van den Ned.-Indischen Archipel te schetsen. En wanneer men zich dan afvraagt: staat het loon in evenredigheid tot de opofferingen, dan

moet men helaas ontkennend antwoorden. Ook heeft het Ned.Ind. Gouvernement nooit op eenige andere wijze al diegenen, die bij deze onderzoekingen werkzaam waren en hunne gezondheid en moreel veil hadden voor de wetenschap, zijnen dank weten te betuigen. Alleen hij, die over een sterk gestel beschikt en niet ziek wordt en die de bevordering der wetenschap, uit een ideaal oogpunt beschouwd, tot levenstaak gekozen heeft, zal met zekere bevrediging terugdenken aan den tijd op Nieuw-Guinea doorgebracht.

Topografie van Nieuw-Guinea.

Nieuw-Guinea is een langgerekt eiland, gelegen in eene richting W.N.W.—O.Z.O. De grootste lengte komt ongeveer overeen met den afstand Londen—Constantinopel en is ± 2810 K.M. Het eiland is op zijn breedst langs den 141sten lengtegraad ± 730 K.M. overeenkomende met den afstand Triëst—Dresden. Deze lengtegraad is tevens de grens tusschen het Nederlandsche en Australische gebied. De westhelft, ongeveer 48% van het geheel, is Nederlandsch. Het oppervlak van dit deel beslaat bijna 390.000 K.M^2., d.i. ongeveer 12 maal dat van Nederland.

Wanneer wij ons tot het Nederlandsche gedeelte beperken, dan wordt het eiland in het Zuiden bespoeld door de ondiepe Arafoera en Koraalzee (gemiddelde diepte tot 200 M.), in het Westen door de Ceram- en Halmaheira-zeeën, waarin diepere gedeelten voorkomen (2571 m. resp. 2039 m.) en de zeer diepe, Stille- of Groote Oceaan in het Noorden (met diepten tot 4800 m. niet ver van de kust). Op enkele plaatsen dringen zeeboezems tot ver het land in, o.a. de Geelvinkbaai in het Noorden en de Mac Cluer Golf in het Zuiden. Eerstgenoemde snoert West-Nieuw-Guinea, naar den vorm ook wel „Vogelkop" geheeten, van het hoofdeiland af, laatstgenoemde het noordelijk deel van West-Nieuw-Guinea van het zuidelijk, hier is Nieuw-Guinea op zijn smalst ± 25 K.M.

Sedert het verslag van de militaire exploratie van Ned. Nieuw-Guinea (1907—1915) in 1920 verscheen, weet men van de bodemgesteldheid belangrijk meer af dan voordien. Wanneer men de daarbij behoorende nieuwste kaart van Ned. Nieuw-Guinea, schaal 1 : 5.000.000, nader beschouwt, dan blijkt daaruit het volgende. Oost-Nieuw-Guinea vormt een groote aaneengesloten landmassa, die van het Westen naar het Oosten geleidelijk in breedte toeneemt. Men kan in dit deel van Nieuw-Guinea twee geheel en al van elkaar afwijkende landschapsvormen onderscheiden: de

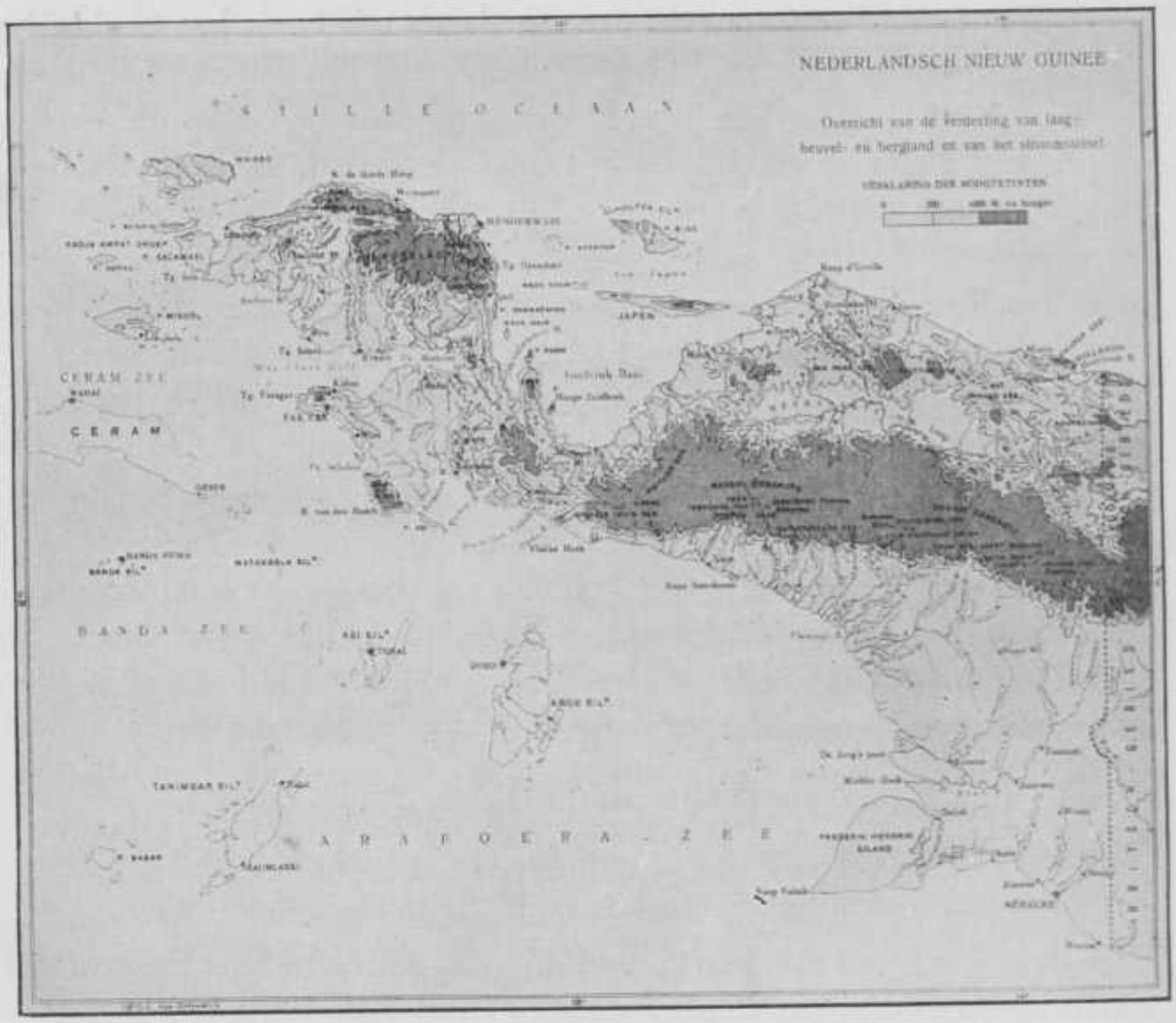


Fig. 4.

groote aaneengesloten laagvlakte van Zuid-Nieuw-Guinea en het, in hoofdzaak bergachtige, terrein van Noord-Nieuw-Guinea.

De laagvlakte neemt van den Vlakken Hoek, waar de uitloopers van het Sneeuwgebergte zeer dicht de kust naderen, naar het Oosten allengs aan breedte toe en beslaat aan de grens met Engelsch Nieuw-Guinea meer dan de helft van het eiland. Het is een geweldig monotone vlakte, die nergens in den Archipel in uitgestrektheid geëvenaard wordt.

Bijna zonder heuvelland als overgang rijst het Centrale Bergland steil uit deze vlakte op en bereikt snel de kamlijn, waarvan vele toppen zich boven de sneeuwgrens verheffen 4 à 5000 M. Dit „Sneeuwgebergte" in de aequatoriale zone gelegen, mag zeer zeker tot een der grootste merkwaardigheden van Ned. Indië gerekend worden. Of de sneeuwbedekking werkelijk continu is, mag, gezien de ervaringen door Dr. Hubrecht bij de tweede beklimming van den Wilhelmina-top opgedaan, betwijfeld worden. Immers het

Firnveld tijdens den eersten tocht ontdekt, was vrijwel in zijn geheel verdwenen. Ook werden tot nu toe nergens gletschers gezien.

De hoofdrichting van het „Centrale Bergland" is nagenoeg W.O. met een lichte ombuiging voorbij het Oranje-gebergte naar Z.O. Het beslaat bijna de helft van de breedte van Noord-Nieuw-Guinea, in luchtlijn ongeveer 150 K.M. Waar de kamlijn nagenoeg vlak langs de Zuidgrens van het gebergte loopt, moet de opbouw wel asymmetrisch zijn. Naar het Noorden worden de bergketenen steeds lager, maar toch worden ten Zuiden der „Meervlakte" nog hoogten aangetroffen van ruim 4000 M. en geschiedt ook hier de overgang naar het vlakke terrein vrij plotseling.

In het Westen is het bergland van Centraal Nieuw-Guinea door een groote depressie, die ongeveer N.Z. gericht is van het bergland van West-Nieuw-Guinea gescheiden. De laagvlakten van de Ombarivier en van het Jamoer-meer, die deze depressie beheerschen, verheffen zich slechts tot 38 M. boven zee. Wel is waar is er ook nog een zichtbaren schakel voorhanden in den vorm van een lagen smallen bergrug langs de Zuidkust der Geelvinkbaai, maar deze terreinplooi is zoo weinig markant, dat men haar zeer zeker nog tot de depressie rekenen mag.

Beter verkend is de eveneens zeer merkwaardige „Meervlakte", die het gebergte der Noordkust van het centrale bergland scheidt. Zij is parallel, dus W.O., aan de bergketenen gericht, heeft een lengte van ± 400 K.M., is op sommige plaatsen wel 75 K.M. breed en verheft zich slechts 50 M. boven zeeniveau. Een dergelijke enorme vlakte, overal door bergland ingesloten, zal men elders tevergeefs in den Archipel zoeken. In de lengterichting stroomen de Rouffaer- en Idenburgrivieren, die na samenvloeiing als Mamberamo-rivier dwars door de Noordelijk voorgelegen ketenen doorbreekt en na een enomen delta gevormd te hebben den Stillen Oceaan bereikt.

Deze bergketenen staan bekend onder den naam: van Rees-, Gauthier- en Foja-gebergte en loopen evenals de Meervlakte evenwijdig aan het Centrale Bergland. Bergtoppen van meer dan 1000 M. hoogte komen in dit gebergte der Noordkust maar weinig voor. Een der hoogste is die van het Foja-gebergte, 2055 M., die op een van spreker's tochten naar het bovenstroomgebied der Torrivier gezien werd. De vele parallele bergketenen, die men in het Noorder kustgebergte aantreft worden naar het Noorden steeds lager, met uitzondering van het Cycloopgebergte, dat hoog boven het Zuidelijk gelegen bergland uitsteekt tot ± 2160 M. boven zee,

en door de zee bespoeld wordt. Overal elders treft men langs de Noordkust moerassen aan, die echter, met uitzondering van de Mamberamo-delta, meestal slechts smalle strooken vormen en bijna steeds door een goed ontwikkelden strandwal van zee gescheiden zijn, waardoor lagunenvorming geen zeldzaamheid is. Niet ver het binnenland in, duikt het heuvelland al uit de moerassen op, eerst als eilandjes, later als een aaneengesloten geheel. Een en ander heeft tengevolge, dat de rivieren der Noordkust, met uitzondering van de Mamberamo niet zoo goed bevaarbaar zijn, als die van de Zuidkust.

Het bergland der Noordkust is ten Westen der Meervlakte door een lagen bergrug, die de waterscheiding vormt met de kustvlakte der Geelvinkbaai, met de uitloopers van het Centrale Bergland verbonden. In het Oosten geschiedt dien overgang door een breed bergland, vrij ingewikkeld van bouw en waarin de waterscheiding tusschen de Meervlakte en Keizerin Augusta-rivier gelegen is, op enkele plaatsen vermoedelijk nog lager dan 200 M.

Ten slotte dient nog gewag gemaakt te worden van een reeks kleine eilanden, die zich niet ver van de Noordkust van Kaap d'Urville tot het Cycloopgebergte uitstrekt. Enkele daarvan, o.a. de Koemamba-eilanden, bereiken een hoogte van 170 M.

De topographie van West-Nieuw-Guinea is veel ingewikkelder en minder duidelijk dan die van Oost-Nieuw-Guinea. Het Noordelijk en Zuidelijk deel van den „Vogelkop" door een groote W.O.-gerichte depresie, „de Mac Cluergolf", van elkaar gescheiden, en slechts door een lagen smallen bergrug verbonden, geven voor zich zeer afwijkende structuurbeelden te zien. In het Noordelijk deel treft men evenals in Oost-Nieuw-Guinea in het Zuiden een groote aaneengesloten vlakte aan en ten Noorden daarvan een hoog ketengebergte. De overgang geschiedt echter niet plotseling, maar geleidelijk door middel van een breeden gordel van lager berg- en heuvelland. Men kan in het bergland twee groepen onderscheiden, een Noordelijken en een Zuidelijken, door een depressie, die evenals de Mac Cluergolf W.O. gericht is, gescheiden. De Noordelijke is veel smaller dan de Zuidelijke en bestaat in hoofdzaak slechts uit een bergketen, die zich in het Tamraugebergte tot 3000 M. verheft. Deze keten rijst steil uit den Stillen Oceaan op, breekt in het Westen steil af, maar wordt in Oostelijke richting geleidelijk lager. De morfologie van den Zuidelijken berggroep is veel ingewikkelder en minder goed verkend. Vermoedelijk heeft men met meerdere terreinplooien te doen, die alle, dat is vrij zeker, naar het Oosten

steil afbreken en naar het Westen geleidelijk lager worden, dat is dus juist het omgekeerde van wat de Noordelijke keten te zien gaf. In het Arfak-gebergte verheffen zich de bergketenen tot 2940 M., in het Lina-gebergte tot 2870 M. Deze bergkammen zijn door een hooggelegen depressie, waarin de Anggi-meren, van elkaar gescheiden. Uit de richting der rivierdalen zoude men mogen afleiden, dat ook deze depressie W.O. gericht is. De veel verbreide meening, dat de bergketenen van het Noordelijk deel van den „Vogelkop" een naar het Zuidwesten geopenden boog vormen, mag gezien de nieuwere bodemkaart, betwijfeld worden. Men krijgt veeleer den indruk met vele W.O. gerichte bergketenen te doen te hebben, door parallel gerichte depressies gescheiden.

De rivieren die uit het bergland naar het Zuiden naar de Mac Cluergolf stroomen, eindigen, evenals in Zuid-Nieuw-Guinea, in een trechtervormige monding. Zij zijn veel verder en beter bevaarbaar dan de weinige, die naar het Noorden naar den Stillen Oceaan stroomen, want die zijn praktisch gesproken eigenlijk niet bevaarbaar.

Een totaal afwijkend structuurbeeld geeft het Zuidelijk deel van den Vogelkop te zien. Voor het eerst treedt ook langs de Zuidkust van het eiland, onmiddellijk bespoeld door de zee, een bergland op, dat zich in het Schiereiland Onin tot 1450 M. en in het Schiereiland Koemawa tot 1490 M. verheft. Vele inhammen en fjorden geven aan deze kust een geheel ander aanzien dan overal elders. Naar alle waarschijnlijkheid vormt dit kustgebergte inderdaad een naar het Zuidwesten geopenden boog. In het Schiereiland Onin schijnen W.O.-richtingen te overheerschen, in dat van Koemawa bijna N.Z.-richtingen. Breekt dit bergland naar het Westen vrij steil af, naar het Oosten gaat het geleidelijk over in lager heuvelland en ten slotte in moerasland, dat het scheidt van het bergland van den eigenlijken hals van den „Vogelkop". Tusschen de laagvlakten langs de Mac Cluergolf en die in het Zuiden langs de Kamraubaai ligt echter nog een waterscheiding van ± 60 M. op het laagste punt, zoo dat de verbinding tusschen het Wester- en Ooster-bergland niet geheel en al verbroken is. Breede trechtervormige riviermondingen dringen hier ver het binnenland in.

Tusschen de Geelvinkbaai en de Zuidkust ligt een gebied waarvan de morfologie het minst duidelijk is: het is het overgangsgebied van het bergland van Centraal Nieuw-Guinea naar dat van Noord-West-Nieuw-Guinea. De twee reeds eerder vermelde groote depressies, de O.-W. gerichte van de Mac Cluergolf in het Noorden en

de nagenoeg N.-Z. gerichte van de Omba-rivier en het Jamoermeer in het Oosten, snoeren, op twee lagen smallen verbindingsruggen na, dit overgangsgebied bijna geheel en al van het overige bergland af. Wat het meest opvalt is, dat zoowel langs de Zuid- als de Noordkust het berg- en heuvelland onmiddellijk uit zee oprijst en dat laagvlakten en moerassen hier ontbreken. De Zuidkust heeft geheel en al het karakter van die der Schiereilanden Onin en Koemawa. Ook hier dringen diepe inhammen ver het binnenland in. Er zijn er die W.O. gericht zijn als de Etna-baai, andere N.Z. als de Argoeni-baai en daar tusschen N.W.—Z.O. gerichte als de Bitsjaroe- en Tritonbaaien. Behalve door deze baaien, wordt het bergland ook nog door een groot aantal lengtedalen in vele bergketenen onderverdeeld, wier richting daarmede parallel is. Wanneer men uit al die richtingen een boog zou willen construeeren, dan zou die in tegenstelling met het Onin-Koemawa-gebergte naar het Noordoosten geopend zijn. De hoogste top van dit bergland verheft zich slechts 1306 M. boven zee, de gemiddelde hoogte der kamlijnen is beneden 1000 M.

Het bergland der Noordkust, langs de Geelvinkbaai, wordt door een groote depressie in twee bergreeksen onderverdeeld, die alle een naar het Noordoosten geopenden boog beschrijven. De Zuidelijke begint als voortzetting van de uitloopers van het Centrale Bergland van Oost-Nieuw-Guinea, heeft eerst nagenoeg O.W.-richting, buigt daarna om en eindigd in de Wandammen Schiereilanden en het eiland Roon met N.-Z. richting. Deze bergketen neemt van Zuid naar Noord geleidelijk in hoogte toe en bereikt in het Wandammen Schiereiland 2080 M. hoogte. De voorheen genoemde depressie begint bij het Jamoermeer en zet zich via de lengtedalen van de Oerama en Wosimi voort naar de Wandammenbaai. Ten Noorden van het Z.W.-N.O. gerichte dal der Wonggaima-rivier begint de Noordelijke bergreeks met Z.O.-N.W.-richting en buigt in het Masikerigebergte, de schakel tusschen Zuid- en Noord-West-Nieuw-Guinea, in zuivere N.-Z.-richting om. De lengtedalen, die dit gebergte naar het Westen begrenzen, vertoonen eenzelfde richtingswijziging. Dit bergland verheft zich slechts in een top boven 1000 M. en wel nabij het Oostelijk einde van de Mac Cluergolf, waar 1135 M. vermeld staat. De Oostkust van den Vogelkop, bespoeld door de Geelvinkbaai, is lang zoo grillig niet dan de Zuidwestkust.

Omtrent het tusschenliggende bergland weet men zoo goed als niets. Een belangrijke depressie schijnt te loopen door het dal der

Wonggaimari-rivier (reeds eerder vermeld) en via een 650 M. hoog zadel naar het dal der Orema-Oerera (in den benedenloop Lenggoeroe geheten). De richting dezer depressie is Z.W.-N.O., d.w.z. loodrecht tot die der bergketenen en lengtedalen, het is de derde belangrijke dwarsdepressie in dit gebied.

Nog een enkel woord over de eilandengroepen die tot Nederlandsch Nieuw-Guinea behooren. In de allereerste plaats dient gewag gemaakt te worden van de eilanden ten Westen van den „Vogelkop", ook wel Radja Ampat-groep genoemd en waarvan de voornaamste zijn: Waigeo, Batanta, Salawati en Miscol. De beide eerste worden geheel en door berg- en heuvelland ingenomen, de beide andere slechts ten deele. Op Salawati is het Zuidoosten vlak en moerassig gelijk het kustland van den overliggenden vasten wal. Miscol vertoont een omgekeerde volgorde, het Noorden is vlak, het Zuiden daarentegen bergachtig, hetgeen zou overeenkomen met het structuurbeeld van het Onin-Koemawa-Schiereiland. De richting der bergketen is op al deze eilanden nagenoeg W.-O., hetgeen overeenkomt met de heerschende richtingen in het Noordelijk deel van den „Vogelkop", waarvan zij klaarblijkelijk morfologisch de voortzetting zijn. Op Waigeo loopt de kamlijn met den hoogsten top 940 M. aan den Noordkant van het eiland. Merkwaardig is een N.W.-Z.O. gerichte baai, die dit eiland nagenoeg in tweeën deelt. Misschien loopt aan den Oostkant van het eiland een parallel gerichte keten, zoodat naast de W.-O.-richting, ook deze richting voor de morfologie van het eiland van belang schijnt te zijn. De kamlijn van Batanta met 1010 M. als hoogsten top loopt ongveer door het midden van het eiland, terwijl op Salawati evenals op Waigeo de kamlijn langs de Noordkust 905 M. loopt. Miscol schijnt meerdere ketens te hebben, met een parallel gerichte depressie. De hoogste kam, 990 M., loopt ongeveer door het miden van het eiland. Naar het Oosten buigen deze ketenen eenigszins in Zuidoostelijke richting om.

Een tweede groep van belangrijke eilanden ligt in de Geelvinkbaai: hiertoe behooren de Schouten-eilanden en Japon. Ook deze eilanden zijn berg- en heuvelachtig zonder groote vlakten. In het Westelijk deel van Biak is de richting der bergketenen evenals in Oost-Waigeo N.W.-Z.O., hoogste top 780 M. Het Oostelijk deel daarentegen heeft in het Noorden zijn hoogsten kam, 600 M., naar het Zuiden neemt de hoogte geleidelijk tot 250 M. af. Japon heeft een bergkam die midden door het eiland parallel tot de asrichting W.O. loopt. Enkele toppen verheffen zich

boven 1000 M. Deze eilanden vormen morfologisch den overgang van het gebergte van Noord-West-Nieuw-Guinea naar dat van Noord-Oost-Nieuw-Guinea.

Geheel afzonderlijk liggen ten Noorden van Menakwari de Mapia-eilanden, vlakke koraal-eilanden, die zich uit 4000 meter zeediepte even boven zeeniveau verheffen.

De geologie van Nederlandsch Nieuw-Guinea.

Onze kennis van de geologische gesteldheid van Nederlandsch Nieuw-Guinea was voor de instelling van het geologisch mijnbouwkundig onderzoek nog zeer gering. Van een doelbewust geologisch onderzoek kon men voordien dan ook niet spreken. Een uitzondering maken eenige verkenningen door de geologen Hirschi en Van Holst Pelikaan verricht, maar omtrent de resultaten, gebonden als deze heeren waren door hunne contracten met Aardolie-Maatschappijen, is slechts weinig naar buiten uitgelekt. De andere geologen, die aan militaire of wetenschappelijke expedities deelnamen, waren meestal niet vrij in hunne verrichtingen en moesten genoegen nemen met hetgeen zij toevalligerwijze op de gevolgde route konden waarnemen. Hunne ontberingen en physieke opofferingen staan meestal niet in evenredigheid tot de verkregen resultaten.

In de allereerste plaats dient vermelding gemaakt te worden van de expeditie Wichmann in 1903 langs de Noord- en Zuidwestkust. Ver is deze expeditie echter niet het binnenland ingedrongen. Toen volgden drie expedities, die den weg van de Zuidkust naar het sneeuwgebergte verkenden, in 1907 en 1909 de expedities Lorentz, waarbij van Nouhuys geologische gegevens verzamelde en in 1912 die van Franssen Herderschee, waaraan Hubrecht als geoloog toegevoegd was. Heldring was langen tijd werkzaam als geoloog bij de militaire exploraties in Zuid-Nieuw-Guinea en Moerman maakte een geologische verkenningstocht beoosten de Etnabaai. Wat de exploratie van het overige deel van Nieuw-Guinea betreft, ook hier zien wij wederom de naam van Hubrecht verschijnen. In 1911 nam hij deel aan de duitsch-nederlandsche grensexpeditie en verkende hij het gebied langs de Noordkust tot aan de Tor en in 1920 was hij toegevoegd aan de expeditie, die ten doel had de verkenning van het Sneeuwgebergte, maar thans van de Noordkust, zoodat hij de eenige Europeaan is die dit gebergte, zoowel van het Zuiden, als Noorden bereikte. Jammer genoeg laat de uitwerking van de door hem ver-

zamelde gegevens nog steeds op zich wachten en heeft men nog geen goed inzicht verkregen in de structuur van het centrale bergmassief van Nederlandsch Nieuw-Guinea.

Aan vroegere expedities ter verkenning van het stroomgebied der Mamberamo namen deel Van Gelder en Feuilleton de Bruyn, die omtrent hunne bevindingen het een en ander berichten. Laatstgenoemde, die als Officier ook in andere deelen van Nieuw-Guinea werkzaam was, heeft later geoloog zijnde, alle door hem verzamelde gegevens in eene dissertatie verwerkt.

Over de geologie van de groote vlakte van Zuid-Nieuw Guinea behoeven niet veel woorden verspild te worden: overal wordt de bodem door kwartair gevormd, zeeklei, kustzand, rivierklei, riviergrint, maar geen koraalriffen en in de iets hoogere terreinen zeer jonge tertiaire afzettingen. Van het Centrale gebergte weet men reeds iets meer af, maar de gegevens zijn toch nog zeer fragmentair. Onder de rolsteenen door Heldring in de rivieren, die van de Zuidflank afstroomden verzameld, werden vele sedimentgesteenten en maar weinig stollingsgesteenten aangetroffen. Martin determineerde de fossielen die hij in de sediment-gesteente aantrof, waaruit bleek dat in het centrale bergland de volgende formaties moesten voorkomen:

Jong Palaeozoïcum gekenmerkt door Orthis en Proëtus of Phillipsia;

Jura gekenmerkt door canaliculate Belemnieten, Inoceramus en verschillende ammonieten;

Tertiair voor een deel Paleogeen met Nummulina Alveolina, Lacazina, Heterostegina;

voor een ander deel oud-Neogeen met Lepidocyclina en Cycloclypeus.

De resultaten van de expedities naar het Sneeuwgebergte en van enkele militaire exploraties aan den voet van het gebergte bevestigden volkomen hetgeen de rolsteenvondsten deden vermoeden.

Feuilleton de Bruyn vond langs de Zuidrand sedimentgesteenten, bevattende boven-devonische fossielen als Phacops, Spirifer en Atrypa.

Hubrecht vond op den weg naar het Sneeuwgebergte, zandsteenen met brachiopoden van vermoedelijk jong-palaeozoïschen en belemnieten zandsteenen van jurassischen ouderdom, terwijl Bullen Newton uit het gebied der Carstenz-toppen Lias beschrijft met Lima Terquemi. Van het allergrootste belang is het

echter, dat men van de allerhoogste toppen eocene Alveolina-Lacazina-kalk en oud-neogene Lepidocyclina-kalk en bruinkool beschrijft. Het moeten dus wel zeer jonge plooiingen geweest zijn, die dit gebergte zijn tegenwoordigen vorm gegeven hebben, in vele opzichten te vergelijken met de Alpenplooiing. Dat er zeer belangrijke discordanties zijn, die op nog oudere plooiingen wijzen, wordt door waarnemingen van Hubrecht waarschijnlijk gemaakt. Van belang is, dat in het Zuidelijk deel van het centrale gebergte bijna overal Noordwaartsche hellingen schijnen voor te komen; alleen dicht bij den Wilhelmine-top keeren deze hellingen om. Uit deze waarnemingen zoude men kunnen afleiden, dat er een schuifdruk van het Noorden naar het Australische vasteland heeft plaats gevonden.

Zeer merkwaardig is het feit, dat beide expedities geen enkel spoor van eruptiefgesteenten, zij het in den vorm van rolsteenen gevonden hebben. Onder de enkele, die door Heldring in de vlakte aangetroffen werden, zijn zoowel zuurdere vertegenwoordigers, graniet, als basische, gabbro en een enkele andesiet.

Van de Noordflank van het centrale bergland weet men nog minder af. Toch wijzen de enkele vondsten, die vermeld worden op een groot kontrast met de Zuidflank. Want zoowel de rolsteenen, als de vaste rots, o.a. die van den Doormantop door Gisolf beschreven, wijzen op de groote verspreiding van basische eruptiva aan dezen kant, waaronder peridotiet, gabbro, serpentijn, benevens chloriet- en amphiboolschisten.

Dan volgt de groote „Meervlakte", waarin alleen recente rivierafzettingen aangetroffen werden.

Over het gebergte en heuvelland ten Noorden der Meervlakte is men thans, vooral dank zij het geologisch mijnbouwkundig onderzoek, reeds veel beter ingelicht.

Wichmann bezocht de omgeving van de Humboldtbaai en vond ten Zuiden van het Sentani-meer, sterk geplooide jongtertiaire lagen en andesiettuffen. Van het Cycloopgebergte beschreef hij, kristallijne schisten en verschillende eruptiva, serpentijn, diabaas, porfieriet en melaphyr. Ook een vindplaats van chloromelaniet, die de Papoea's voor de vervaardiging van hun steenen bijlen gebruiken. In de Tawarin-rivier vond hij rolsteenen met fossielen van jurassischen ouderdom (ammonieten, belemnieten en inoceramen) benevens veel tertiaire kalksteen.

Rutten onderzocht de fossielen uit de gesteenten van tertiairen ouderdom door Wichmann en geologen der Bataafsche

Petroleum-Maatschappij langs de Noordkust verzameld en kwam tot de overtuiging, dat eogene vormen hoogst zeldzaam waren, dat neogene afzettingen een buitengewoon groote verspreiding moesten hebben en dat er ook veel jonge rifkalken moesten voorkomen. Hubrecht, die vele rivieren der Noordkust bezocht, Kaiserin Augusta-rivier, Tami, Tawarin, Moaif, Sermowai, Tor, Foein, etc., trof in alle neogene afzettingen aan tot zelfs ver het binnenland in, meestal waren het conglomeraten, glimmerzandsteenen, globigerinenmergels, kalksteenen en koraalkalk. De gesteenten toonden veelal sterk gestoorde ligging, waarvan de richting niet juist meer te bepalen was. Ook werden door hem op meerdere plaatsen rolsteenen aangetroffen, waarin jurassische fossielen, ammonieten en belemnieten. In de bovenstroomgebieden der rivieren, die van het Gauthiergebergte afkomstig waren, vond hij rolsteenen van gabroïdische gesteenten, diabaas, mandelsteen, hoornsteen, roode kalksteen en schisten. Daardoor werd het vermoeden, dat het Gauthiergebergte ongeveer van gelijke samenstelling zou zijn dan het Cycloopgebergte, en niet zooals in de militaire verslagen beschreven staat uit tertiaire sedimentgesteenten zou zijn opgebouwd, bevestigd. Dit laatste gold toen wel voor het voorland tot aan de kust.

Verder naar het Westen gaande, was uit de rapporten van Van Gelder en Feuilleton de Bruyn bekend geworden, dat het Van Reesgebergte uit sterk geplooide neogene lagen is opgebouwd, die veel vulkanisch materiaal bevatten. Op meerdere plaatsen schijnen deze lagen door andesietische en bazaltische gangen doorbroken te zijn. Uit de rolsteenvondsten, ook in die van de zijrivieren van de Mamberamo, werd geconcludeerd, dat in het Van Reesgebergte ook gabbroidische gesteenten en diabazen moeten voorkomen. Ook ontbraken de rolsteenen met fossielen van jurassischen ouderdom niet. Vlak voordat men de groote vlakte van de Idenburg-rivier bereikt heeft, ziet men in de tertiaire lagen richting en helling voortdurend sterk verschillen, men is in een breukzône aangekomen, de Noordelijke begrenzing van de groote centrale terreininzinking der meervlakte.

Van de Westelijke uitloopers van het Van Reesgebergte naar de Geelvinkbaai weet men slechts, dat door Hubrecht in de Wapoga-rivier werden gevonden: kiezellei, waarin ammonietfragmenten, mandelsteen, hoornblende andesieten en bazalten en donkere kalksteenen.

Thans de resultaten van het geologisch mijnbouw-

kundig onderzoek ter Noordkust. Duidelijk is komen vast te staan, dat het Neogeen een groote verbreiding heeft en dat het transgredeert over oudere gesteenten. Het transgressie conglomeraat bevat serpentijn, gabbro, diabaas, diverse schisten, hoornrots en kwartsiet; naar het Westen toe komen daarin ook zwarte kiezellei met ammonieten, paarsche en groene mergelschalies en in enkele gevallen ook dioriet en garniet voor. In dit transgressie conglomeraat werden lensvormige inschakelingen van Lepidocycline-kalk aangetroffen, die soms in den vorm van huisgroote blokken uit de formatie uitgeprepareerd in de rivierdalen liggen. Gezien de fossielen moet men dit transgressie conglomeraat tot het oud Mioceen rekenen.

Men kan dus als vrij zeker aannemen, dat alle gesteenten, waarvan deze rolsteenen afstammen, ouder zijn. De verbreiding van deze gesteenten is in de onderzochte gebieden grooter dan men uit de beschrijving van Zwierzycki en dus ook uit die van Rutten zou opmaken. Zij werden het beste verkend in het Cycloopgebergte, waar Zwierzycki aangetoond heeft, dat de gabbro's jonger zijn dan de diabazen, deze weer jonger dan de serpentijnen, die voor een deel zeker weer jonger zijn dan de schisten. Volgens de onderzoekingen van Gisolf zijn de meeste schisten zoogenaamde epischisten, regionaal metamorph veranderde sedimentgesteenten, waarin de metamorfose nog niet zoover voortgeschreden is, dat zij aan de schisten een homogeen karakter geeft. Plaatselijk echter is de regionaal metamorphose door contact-metamorphose gesuperponeerd. De aldus veranderde gesteenten bleken zeer pyrietrijk te zijn en plaatselijk een niet onaanzienlijk goudgehalte te bevatten. Uit de vondst van granietrolstukken in de nabijheid dezer dagzoomen wordt vermoed, dat de verwekker der contactmetamorfose een graniet laccoliet of batholiet is.

Tijdens de onderzoekingen, die spreker leidde, werd voor het eerst aangetoond, dat deze gesteenten ook elders den kern van verschillende bergruggen vormen, o.a. in het gebied tusschen de Biri, Tor en Verkam-rivieren. Behalve basische eruptiva werden evenals in het Cycloopgebergte ook rolblokken van graniet en granodioriet aangetroffen. Tevens moet ik er op wijzen, dat in dit gebied een sedimentserie gevonden werd bestaande uit zwarte kleischalies, kwartszandsteenen, kiezelleien met mangaanknollen, kwartsieten en kalksteenbanken, sterk geplooid en discordant door Neogeen bedekt. Misschien, dat door een zorgvuldige bewerking van het materiaal den juisten ouderdom zou kunnen vastgesteld

worden. Zwierzycki meent, dat dergelijke kernen van oudere sedimenten met magma-intrusies ook verondersteld moeten worden in die plooien, waar de conglomeraatzône van het Neogeen als oudste lagen dagzoomen. Het is spreker's overtuiging, dat men bij zorgvuldig kaarteeren in het gebied dier plooien op meerdere plaatsen vensters van den ouden kern zal aantreffen. Nog moet gewezen worden op de groote verbreiding van bonte schalies in het bovenstroomgebied van bijna alle rivieren. Zwierzycki vermoed dat zij tot het Palaeogeen behooren, gezien de vondst van orthophragmina-kalk in de nabijheid dier ontblootingen.

Fig. 5.

Heuvellandschap langs het Sentani-meer. Op den voorgrond diabaas eiland, op den achtergrond het neogene landschap.

Het Neogeen begint overal met een transgressie conglomeraat bestaande uit breccien, conglomeraten, tufzandsteenen en grof of fijnkorrelige zandsteenen, die uit serpentijnen en chlorietische bestanddeelen zijn opgebouwd. Daartusschen vindt men lagen of lenzen van kalksteen of kalkzandsteen met lepidocyclinen. De tufzandsteenen, waarin lepidocyclinen, en het veelvuldig voorkomen van andesiet en bazaltblokken in de conglomeraten, o.a. op de Koemamba-eilanden, wijzen op een periode van vulkanische werkzaamheid in dit tijdperk. Dit is te meer opvallend, waar tegen-

woordig in Nederlandsch Nieuw-Guinea geen sporen van vulkanisme meer aanwezig zijn. De samenstelling en dikte dezer zone varieert binnen ruime grenzen.

Dan volgt als een algemeen dek de globigerinen-mergelzône. Het zijn blauwgrijze mergels vol kleine globigerinen. Soms zijn globigerinen kalksteenbanken tusschen geschakeld of zandige mergels en mergelige zandsteenen. In vele gevallen is tufachtig materiaal bijgemengd. De dikte varieert tusschen 400 en 850 m. en is het grootst in het Oosten.

Op de globigerinen mergelzône volgt de zandsteenzône, waarin het tufogeenmateriaal schaarsch wordt, meestal zijn zij kwartshoudend. Er komen natuurlijk in deze zône ook conglomeraten, kleizandsteenen, zandige kleisteen en mergels voor. De fossielen beperken zich tot een weinig schelpgruis en bladafdrukken. De dikte door lagen wordt 700—1150 m. geschat.

De volgende zône is daarentegen weer fossielrijk, voornamelijk mollusca en wordt door Zwierzycki fossielhorizont genoemd. Er bestaat groote overeenkomst tusschen de fauna dezer zône en die van de boven-neogene lagen van Java. Overigens verschillen de sedimenten petrografisch niet veel van die der oudere neogene zônes. Wanneer de sedimenten van den fossielhorizont dan ook weinig fossielen bevatten, is het moeilijk uit de handstukken de verschillende zônes te onderscheiden. Voor de dikte van dezen horizont wordt 750—900 m. aangenomen.

Daar waar het gehalte aan plantaardig materiaal in deze lagen belangrijk toeneemt en de eerste dichtere koolbanken voorkomen, werd de benedengrens van het allerjongste Neogeen aangenomen. Met de bruinkoolzône heeft de neogene sedimentatie opgehouden. Hoeveel van de oorspronkelijke dikte overgebleven is, is moeilijk vast te stellen. In het gebied tusschen de Biri en Tor was deze zône meestal zonder bruinkolenlagen ontwikkeld. Wel kwamen daarin overal zoet of brakwaterschelpen voor, zoodat men mag aannemen, dat deze zône in landmoerassen is afgezet. De neogene geosynklinaal was klaarblijkelijk geheel met sedimenten opgevuld en is in de bruinkoolzône een typische landformatie. Voor de dikte van deze horizont wordt op vele plaatsen 1000 m. aangegeven. De bruinkoollagen zijn soms 1 tot 2 m. dik, maar zijn vanwege de onzuiverheid der kool zeer inferieur.

De neogene serie, die op vele plaatsen wel duizenden meters dik is werd zeer intensief geplooid. Noordwaarts overhellende plooien en dito gerichte opschuivingen en transversale verschuivingen zijn

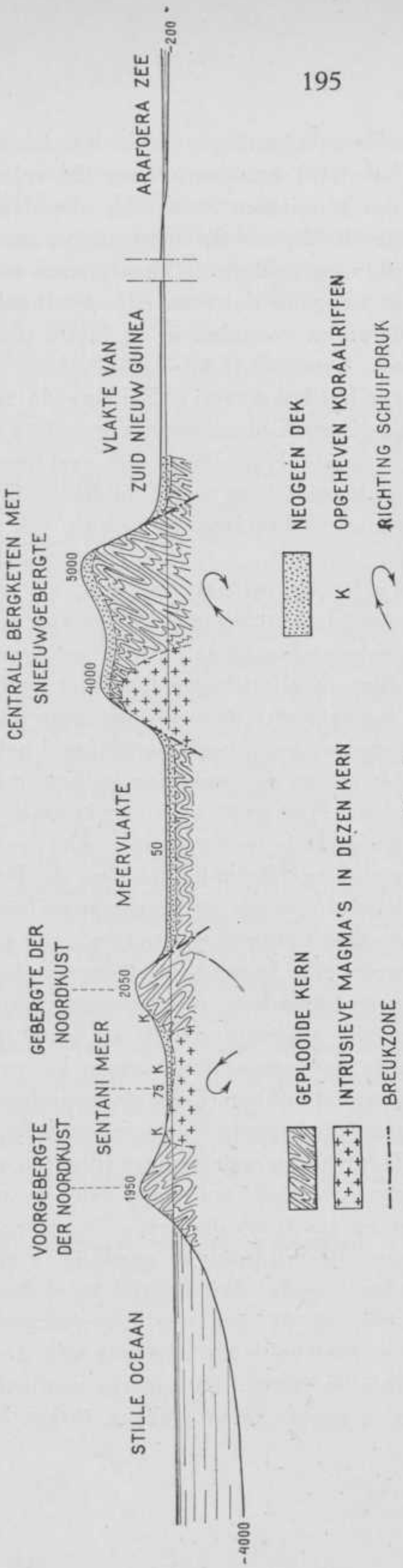


Fig. 6.

geen zeldzaamheid. Dit heeft Zwierzycki geleid tot de aanname, dat de plooiingsdruk in het geheele onderzochte gebied uit het Zuiden is gekomen en dat de plooien tegen een stootblok in het kustgebied werden aangeperst. Het Bougainville-gebergte in het voormalige Duitsch Nieuw-Guinea en het Cycloopgebergte van het Nederlandsche gebied zouden de zichtbare vertegenwoordigers van dezen stootblok zijn, terwijl er naar het Westen toe aanwijzingen zijn, dat soortgelijke massieven thans nog in den Stillen Oceaan ondergedompeld zijn. Uit de verspreiding der conglomeraten meent Zwierzycki te mogen concludeeren, dat ook zij slechts afkomstig kunnen zijn van een Noorder kustgebergte, want ten tijde hunner vorming was in het Zuiden, waar thans het Sneeuwgebergte ligt, een open zee aanwezig, waarin neogene kalksteen tot afzetting kwam.

De subrecente en recente koraalafzettingen denkt hij zich op de toppen van het zinkende bergland ontstaan. Voor de vele veranderingen in de richting der plooiassen maakt hij eilanden van oud kernmateriaal aansprakelijk, die uit de neogene zee omhoog staken en die bij de latere plooiing in de antiklinaalkernen werden geperst. Zij verhinderen het neogene dek om zich onafhankelijk van den ondergrond te plooien en vormden in de latere plooiing een storend element.

Een enkel woord nog over het kwartair. Behalve de zee en rivierafzettingen, die in Zuid-Nieuw-Guinea geweldig groote vlakten vormen, maar die hier op de Noordkust een veel geringer oppervlak innemen, komen in tegenstelling met Zuid-Nieuw-Guinea langs de Noordkust in groote verbreiding recente tot subrecente koraalriffen voor.

Zij kwamen zoowel tot afzetting op het Neogeen, als op de oudere kern der jonge plooien. In het Sidoasgebergte zijn zij opgeheven tot 650 m. De koraaleilanden langs de kust getuigen van de voortzetting dezer opheffing in allerjongste tijd. Het heeft mij steeds verbaasd, dat mijn voorgangers deze grillige koraalrifvormingen boven op de bergruggen niet als zoodanig herkend hebben, maar inderdaad dachten, dat zij tot de geplooide kalksedimenten van het Neogeen behoorden. Recent vulkanische verschijnselen zijn op Nederlandsch Nieuw-Guinea niet bekend, maar wel in het aller Oostelijkste Nieuw-Guinea en de Noordwaarts daarvan liggende eilanden. Zooals uit de samenstelling van het oudere Neogeen blijkt, moet er toen wel een tijdperk van groote eruptieve werkzaamheid geweest zijn. In het bovenNeogeen daarentegen is daarvan niets meer te bemerken. Als bewijzen van posthume eruptie-verschijnselen zijn enkele andesiet- en bazalt-intrusies bekend geworden, die de neogene sedimenten in hunne omgeving contactmetamorf beïnvloed hebben. Dikwijls verraden warme bronnen en zwavelwaterstof-emanaties hunne aanwezigheid o.a. aan den voet van G. Tidar en op vele andere plaatsen meer.

Olie-indicaties zijn er maar weinige, wel zeer vele en merkwaardige zoutwaterbronnen en moddervulkanen, die echter volgens Zwierzycki niets met de vorming van aardolie te maken hebben. Volgens hem moet men eerder denken, dat zij verbonden zijn aan lensvormige fossiele, in de neogene lagen ingesloten modderreservoirs en dat hun gasgehalte afkomstig is van de chemische omzetting van organische resten. De meeste zoutbronnen en moddervulkanen komen in groote open plekken in het bosch

voor, waardoor zij hun aanwezigheid reeds uit de verte verraden. Enkele bereiken een hoogte tot 12 M. en kunnen soms onder hevige knallen uitbarsten.

Gezien de ingewikkelde structuur van het tertiair wordt algemeen aangenomen, dat het tertiair van de Noordkust niet gunstig is voor olie-accumulatie.

De geologie van West-Nieuw-Guinea „De Vogelkop".

Door Wichmann's onderzoekingen was bekend geworden, dat tertiaire gesteenten langs de Westkust een groote rol moesten voorkomen met kontaktgesteenten, die de aanwezigheid van dieptegesteenten deden veronderstellen. Bovendien ontdekte hij in het Westelijk kustgebied van de Geelvinkbaai jurassische kleischalies, waarin belemnieten gevonden werden en in rolsteenen talrijk goedbewaarde ammonieten en andere fossielen. Op Mios War vondt hij prae-tertiaire leien en kwartsieten, op Roon gneisen, in de omgeving der Oemarbaai hoornrotsen en sterk geplooide kwartsieten. Ten slotte op een tocht van de Zuidkust der Geelvinkbaai naar het Jamoermeer eveneens prae-tertiaire afzettingen, lei en kwartsiet en wederom jurassische kleischalies met ammonieten. Ook bezocht Wichmann het Horna-kolenveld, maar hij hield dit voor carboon. Hirsch ontdekte, dat het tertiair zeer groote oppervlakten bezuiden de Mac Clurgolf inneemt en vond een nieuw voorkomen van jura-ammonieten. Moerman toonde de aanwezigheid van Tertiair, waaronder ook Eoceen langs de Etnabaai aan en in het binnenland tertiaire kalk- en zandsteenen, doorbroken door andesiet met kontakt-verschijnselen. Oostwaarts werden in het gebied der Westelijke uitloopers van het centrale bergmassief van Oost-Nieuw-Guinea leien aangetroffen, soms met kwartsgangen doorregen en meestal van phyllitischen habitus. Deze gesteenten bleken door een fossielvondst van jurassischen ouderdom te zijn. Deze jura-afzettingen hebben dus een lichte regionale metamorfose ondergaan; als losse stukken werden gevonden dioriet en hoornrots.

De resultaten van het geologisch mijnbouwkundig onderzoek.

Evenals in Oost-Nieuw-Guinea kan men ook in West-Nieuw-Guinea onderscheiden gesteenten, die tot een ouderen kern behooren en andere tot het neogene dek. Voorloopig kon men vaststellen, dat tot den ouderen kern moeten gerekend worden in de allereerste plaats zwarte, grijze en paarse vaak phyllitische klei-

schalies en leien met kwartsieten en kalksteenbanken. In deze serie werden in een klein gebied in het Noordwesten permocarbonische fossielen gevonden en overigens in vele rivieren rolsteenen, bevattende fossielen die voor Callovien en Oxfordien kenmerkend zijn. Van deze laatsten is het gelukt enkele in situ aan te treffen, wat van groot belang is, omdat men tot nu toe de meesten slechts uit rolsteenen verzameld had. Ook neemt men een aequivalent der Krijtformatie gevonden te hebben, als zwarte kleischalies, kwartszandsteenen en kalksteen, waarin als eenig fossiel een stuk van een winding van een Hoplites aangetroffen werd. [1])

Een groote verbreiding van deze formatie is bekend geworden uit het Noordergebergte, m.n. het Tamrau- en Arfak-gebergte. Tevens dagzoomen hier over groote uitgestrektheid, zoowel basische eruptiva, diabaas, periotiet en serpentijn, als zuurdere, voornamelijk graniet. Deze eruptiva zijn voor een deel of alle, jonger dan de palaeo-mesozoïsche afzettingen, die door de intrusies kontaktmetamorf veranderd werden in schisten, hoornrotsen, enz. Het microscopisch onderzoek van deze gesteenten laat nog op zich wachten. Het zal echter wel niet gewaagd zijn te veronderstellen, dat de uitkomsten verkregen in het Cycloopgebergte met deze overeenstemmen.

Ook de bergketen, die ten Zuiden van de Geelvinkbaai door een smalle rug met de uitloopers van het Sneeuwgebergte verbonden is en die in het schiereiland Vandammen en het eiland Roon, bestaat uit gesteenten behoorende tot den ouderen kern. Terwijl in den daaropvolgenden keten, die langs de Westkust der Geelvinkbaai tot voorbij het eiland Roemberpon doorloopt, de oudere kern slechts als vensters uit het neogene dek opduikt. Rutten wijst er op, dat het voorkomen van oudere formatie langs de Etnabaai niet juist kan zijn, omdat door Moerman aldaar tertiair werd aangetoond, zoodat de oudere kern eigenlijk nergens langs de Zuidkust van West-Nieuw-Guinea te voorschijn komt.

Het tertiair.

Gedeeltelijk in synclinalen tusschen de oudere gesteenten ingeplooid, maar vooral ten Zuiden van het noordergebergte en ten Westen van het gebergte der Geelvinkbaai komt het Tertiair in

---

[1]) Het zijn vermoedelijk dezelfde gesteenten, als door mij in het Sidoas Dabe-gebergte in Noord-Oost-Nieuw-Guinea aangetoond.

zeer groote verbreiding voor. Volgens Rutten behooren de tertiaire sedimenten, door het onderzoek aangetroffen, hoofdzakelijk tot het Neogeen en zijn van het Eoceen, evenals in Oost-Nieuw-Guinea slechts enkele vindplaatsen bekend. Misschien dat langs de Argoeni en Etna-baaien een breedere zône voorkomt (er komt dus veel minder Eoceen voor, dan op de kaarten staat aangegeven). De détailstratigrafie van het Neogeen van West-Nieuw-Guinea is minder uitvoerig behandeld, dan in het oostelijk deel van het eiland. Waar het Neogeen over den ouderen kern heengrijpt, treft men, evenals overal elders, een transgressie aan: zandsteenen en kalkzandsteenen. In tegenstelling echter met Oost-Nieuw-Guinea heeft de marine facies hier een veel grootere verbreiding, dan de limnische, waarin bovendien minder tuffogeen materiaal bijgemengd is. Groote gebieden, o.a. de bergruggen van het schiereiland Onin en van Koemawa, bestaan uitsluitend uit neogene kalksteen en typische karstverschijnselen zijn hier geen zeldzaamheid.

Op meerdere plaatsen en in verschillende niveau's van het limnische Tertiair werd kool ontdekt. Die van het Hornaveld, waarover in het verslag uitvoerig bericht wordt, is vermoedelijk Eoceen en bevat nog geen 3% water. De kans een voor exploitatie veel belovend koolveld te vinden, wordt echter gering genoemd. Behalve kool werden in de neogene sedimenten ook olievindplaatsen aangetoond. Volgens verslaggever is het niet buitengesloten, dat in de minder sterk geplooide lagen ontginbare hoeveelheden zullen worden aangetroffen, alhoewel hij niet verwacht, dat hier evenrijke accumulaties aanwezig zijn, als in het westelijk deel van den Archipel.

Het Kwartair komt overeen met dat van Z.-O. Nieuw-Guinea. Slechts langs de Noordkust treft men opgeheven subrecente koraalriffen aan.

Door gemis aan profielen kan men zich over de tektoniek van West-Nieuw-Guinea een minder goed structuurbeeld vormen. Alles wijst erop, dat men evenals in Oost-Nieuw-Guinea te doen heeft met een intensieve voorplooiing van den kern voor de afzetting van het neogene dek en dat nadien in den allerjongsten tijd beide tezamen opnieuw sterk geplooid werden en dat die plooiing, gezien de opgeheven rifkalken der Noordkust, nog niet beëindigd is. De intensiteit dezer plooiing was echter niet overal even krachtig en neemt van den rand der gebergten naar het Zuiden en Westen af. Alleen in het schiereiland Onin en het Koemawagebergte schijnt ook in dit gebied een eenigszins sterkere ontplooiing plaats ge-

vonden te hebben. In de randgebergten ontbreekt het neogene dek op vele plaatsen of is slechts in de synclinalen terug te vinden, terwijl de zadels door kerngesteenten gevormd worden. De gegevens over de plooirichting zijn te gering om daaruit conclusies te trekken. Aan den rand van het noordergebergte schijnen vele locale opschuivingen noordwaarts gericht te zijn, wat op een plooiingskracht van uit het Zuiden zou wijzen, evenals in het gebergte der Noordkust van Oost-Nieuw-Guinea.

Elianden benoorden Nieuw-Guinea in de Geelvinkbaai.

Voor zoover bekend, bestaan volgens Hubrecht de Schouteneilanden en volgens Zwyerzycki het eiland Japen uit een kern van oudere gesteenten, schisten en serpentijn; ook schijnt geplooid Neogeen aanwezig en zijn duidelijk twee boven elkaar liggende koraalterrassen te onderscheiden. Dit alles wijst op groote overeenkomst met den geologischen opbouw van zoowel de Noordkust van West- als Oost-Nieuw-Guinea.

Eilanden bewesten Nieuw-Guinea. De Radja Ampat-eilanden.

De gegevens over deze eilanden zijn van Wichmann, Verbeek, Brouwer en het Geol. Mijnbouw-onderzoek. Voor zoover bekend, is ook hier een ouderen kern, gabbro's, peridotiet, serpentijn en diabaas en een deels tuffogene sterk geplooide neogene formatie aanwezig. Door Brouwer werden ook diorieten, microdiorieten en dioriet-porfyrieten beschreven, die vermoedelijk genetisch met de peridotieten samenhangen. Treffend is het ontbreken van zure diepte-gesteenten, als granieten. Het schijnt, dat deze gesteenten, te beginnen met den Banggai Archipel, naar het Oosten afnemen, de basische daarentegen toenemen. Ook werden er oudere sedimenten gevonden, door Brouwer op Waigeoe Eoceen en Mesozoïcum en door het Geol. Mijnb. Onderzoek op Batantà vermoedelijk Jura. Volgens Brouwer is de plooiingsrichting van het jong plioceen-gebergte zoowel op Halmaheira als in de Radja Ampat Groep N.N.W.—O.Z.O.

Misool is vrij goed bekend, vooral door de onderzoekingen van Wanner. Men treft in het Noorden en Noordoosten opgeheven naar Zuid hellende subrecente koraalkalken aan en in het Zuiden:

Oud-Neogeen met Lepidocyclinen.
Eoceen: Alveolina-kalkzône.

GEOTECTONISCHE STRUCTUURKAART VAN NED. NIEUW GUINEA EN NAASTE OMGEVING.

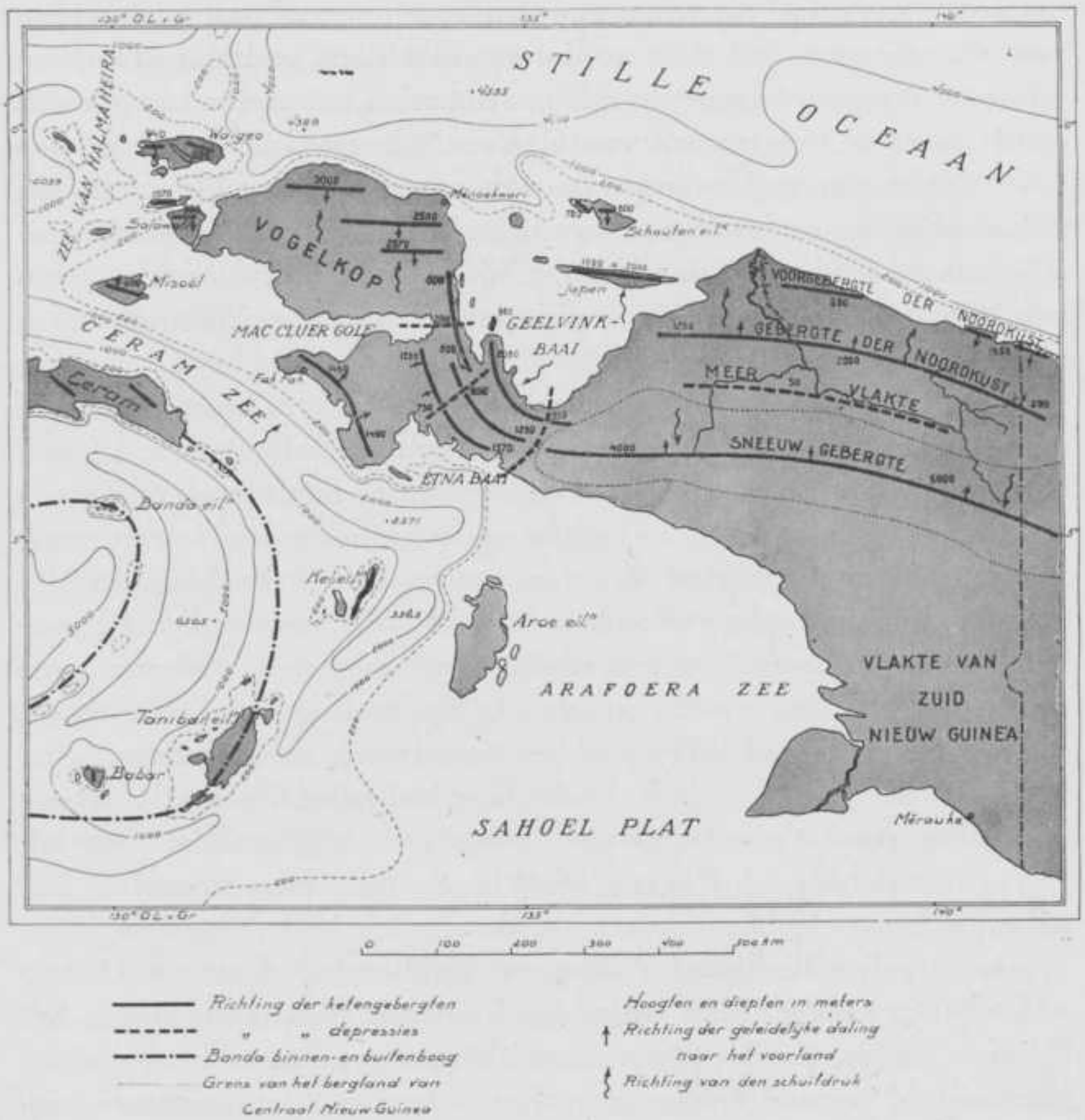


Fig. 7.

Boven-Krijt: Inoceramus, Rudisten-mergels.
Boven-Jura: Dogger, Malm, Trias.

Het Zuiden heeft een dalingskust, het Noorden wijst op heffing.

De Aroe-eilanden zijn plateauvormige eilanden met horizontaal liggende opgeheven koraalriffen en ongeplooid Neogeen. Het Neogeen behoeft dus niet altijd geplooid te zijn.

Recapitulatie.

Beschouwt men de geologische gegevens tot nu toe over Nieuw-Guinea verkregen in hun geheel, dan zijn de volgende momenten

van belang. Men kan thans in bijna alle gebergten onderscheiden: een ouderen plooikern, door een transgressie conglomeraat, waar het erosie-materiaal van dien ouderen kern in voorkomt, gescheiden van een neogeen dek. Dit werd later met dien ouderen plooikern opnieuw intensief meegeplooid, zoodat men het thans terug vindt op de hoogste bergtoppen van Centraal Nieuw-Guinea.

In den ouderen plooikern werden aangetoond sedimenten van palaeozoïschen ouderdom: Devoon en Permocarboon, en van mesozoïschen ouderdom: Trias, Jura, Krijt. Verder intrusies van voornamelijk basische eruptiva, epidotiet, diabaas, serpentijn, maar ook van zuurdere als graniet.

De schisten, die aangetroffen werden, wijzen v.n.l. op regionaalmetamorfose, maar ten deele ook op contactmetamorfose of een combinatie van beide. Omtrent discordanties in de oudere formaties is nog niets bekend, zij zullen er wel zijn en een later onderzoek zal in de opsporing daarvan nuttig werk verrichten. In alle gevalle wijst de oudere plooikern op een zeer gecompliceerd verleden. Het Eoceen is vermoedelijk nog met den ouderen kern meegeplooid. Men vindt het slechts op weinige plaatsen terug, soms ook wel als rolstukken in het transgressie-conglomeraat.

In de neogene syncline heeft langdurige sedimentatie plaats gevonden, zoodat plaatselijk een geweldig dikke formatie ontstond. De terrestrische en tuffogene afzettingen treft men vooral in het gebergte langs de Noordkust aan, de marine kalkafzettingen over groote uitgebreidheid ten Zuiden en Zuidwesten daarvan. Hieruit volgt dat in het Noorden langer land geweest moet zijn, dan in het Zuiden. Tijdens het Neogeen moet het oppervlakte-vulkanisme een grootere rol vervuld hebben dan thans, daarop wijst de groote verbreiding van het tuffogene materiaal en het voorkomen van andesietische en bazaltische effusiva in het benedenste Neogeen.

Vermoedelijk reeds tijdens het Neogeen, maar vooral op het einde daarvan, heeft een geweldige plooiing het tegenwoordige Nieuw-Guinea in ongeveer zijn huidigen vorm geschapen. Dat er toen intensieve drukverschijnselen in het leven geroepen werden, bewijst niet alleen de schepping van ketengebergten gevoeglijk met de Alpen te vergelijken, maar ook de breuken en overschuivingen op vele plaatsen in het geplooide gebied waargenomen.

Ook de sterk verwonde foraminiferen, dikwijls gebroken of totaal veranderd, wijzen op den geweldigen druk, die in het gesteente geheerscht moet hebben. Het is begrijpelijk, dat prae-existeerende breuken en verschuivingen en verscheidenheid in de dikte

der afzettingen, het algemeene structuurbeeld sterk beïnvloed hebben.

Hoe de meer gedetailleerde structuur der groot-plooien is, daaromtrent weet men nog niet veel. Waar men het over de structuur van zeer nauwkeurig onderzochte ketengebergten meestal nog niet eens is, mag men het zeer praematuur noemen een vooropgezette meening over die van Nieuw-Guinea te hebben. Er zijn enkele aanwijzingen, o.a. de richting der overschuivingen, die in de Noordelijke plooi een schuifdruk uit het Zuiden waarschijnlijk maken, in de Zuidelijke uit het Noorden. Door de steile hellingen en diepe dalen maakt het Centrale Bergland van Oost-Nieuw-Guinea den indruk van nog in een jeugdig erosie-stadium te verkeeren, de niveleerende werking is daar nog niet ver gevorderd. In het bergland der Noorderplooi daarentegen zijn vele zadelplooien reeds tot op den ouderen kern gedenundeerd en zijn de rivierdalen breed en moerassig. Dit alles wijst er op, dat de opplooiing van de Zuiderplooi belangrijk later inzette, dan die der Noorderplooi. In het Noorden schijnt een tendeele ondergedompeld kristallijn massief als stootblok voor den Z.-N. gerichten schuifdruk gediend te hebben, in het Zuiden moet het Australische continent een geweldigen weerstand geboden hebben aan den N.-Z. gerichte schuifdruk, want pal rijst de Zuidflank van het Sneeuwgebergte, uit de vlakte van Zuid-Nieuw-Guinea op.

De structuur der gebergten, gelegen tusschen de Mac Cluergolf, Geelvink- en Etna-baai is zichtbaar beïnvloed door de tektoniek der Bandabogen. De naar Zuid gerichte schuifdruk der Zuidelijke plooi ontmoette hier geen star voorland, maar een gebied dat zelf sterk onder plooiingsinvloed stond met een tegengestelden schuifdruk ongeveer N.O. gericht. Vandaar de ombuiging der Zuidplooi van de O.W. richting in Z.N. en de dwarsbreuken loodrecht daarop. De plooiboog Onin—Koemawa staat nog onder invloed der Banda-plooiingen. Ook de minder hooge opplooiing der bergketenen van den hals van den „Vogelkop" is door de gelijktijdig heerschende tegengestelde schuifdruk-bewegingen verklaarbaar.

Wanneer men de Noordelijke plooi in haar geheel beschouwd, dan schijnt ook zij in West-Nieuw-Guinea beïnvloed te zijn door de Banda-tektoniek, want de bergketenen beginnen daar veel Noordelijker dan in Oost-Nieuw-Guinea. Vermoedelijk is het Westelijk deel ten opzichte van het Oostelijk naar het Noorden verschoven en ligt de Westkust der Geelvinkbaai ten Zuiden van Ménoekwari in de richting dezer schuiflijn. Dat de plooiassen van

de Noordelijke plooi herhaaldelijk dalen en stijgen is uit de verdeeling der hoogten duidelijk. Het dal der Mamberamo-rivier is vermoedelijk in een asdepressie gelegen, die de geheele Noordplooi getroffen heeft, want het is de eenige rivier, die dwars door het ketengebergte der Noordkust heengaat. De insnijding moet gelijken tred gehouden hebben met de opwelving.

Dat de plooibewegingen, evenals in het aangrenzende gedeelte der Molukken, nog niet tot stilstand gekomen zijn, getuigen de vele tot 650 m. hoog opgeheven koraalriffen langs de Noordflank der Noordelijke plooi en de vele tektonische aardbevingen, die hier geregistreerd worden. Zuid-Nieuw-Guinea schijnt daarentegen onder invloed te staan van een dalende beweging.

Tenslotte een woord over de toekomst van Nederlandsch Nieuw-Guinea, als mijnbouwkundig object. De mijnbouwkundige waarde van de terreinen, die tot nu toe onderzocht werden, wordt voorloopig niet groot geacht. Toch moet men niet te voorbarig zijn in conclusies over Nieuw-Guinea. Want wat weten wij er tenslotte nog van af. Van enkele landstreken is de algemeene geologische structuur beter bekend dan vroeger, maar aan de details hapert er nog veel. Andere gebieden zijn nog totaal onbekend. Voor olieexploratie komt het Zuidelijk- en Zuidwestelijk deel van West-Nieuw-Guinea eerder in aanmerking, dan Oost-Nieuw-Guinea. De tertiaire kolen, die tot nu toe aangetroffen werden zijn van inferieure kwaliteit. Het is echter mogelijk, dat lagen van betere samenstelling toch aanwezig zijn. Zeer waarschijnlijk zijn er meer ertsvormingen aan de intrusies verbonden, dan tot nu toe aangetoond kon worden. De mogelijkheden voor Nieuw-Guinea zijn nog groot. Maar wie bezit er genoeg durf om in een zoo onherbergzaam en uitgestrekt eiland op groote schaal te gaan exploreeren.

Delft, 26 Maart 1928. Dr. G. L. L. KEMMERLING.

EEN EN ANDER UIT DE GESCHIEDENIS VAN HET TIN EN VAN DE TINERTSWINNING OP BILLITON.

Dit artikel beoogt niets anders te geven, dan wat de titel vermeldt, het maakt geen aanspraak op wat ook maar zweemt naar volledigheid, terwijl bekendheid met de techniek der tinertswinning bij de lezers bekend wordt geacht.

Sinds de mensch de metalen, zijn vrienden en vijanden, leerde kennen, hoorde het tin daaronder. Volgens tinenthousiasten kenden Tubal-Cain „een leermeester voor allen, werker in koper en ijzer" en Huram-Abu, Salomo's bouwmeester, het tin; Plinius vermeldt het vertinnen van ijzer en koper; in opgegraven Egyptische en Assyrische gereedschappen trof men 10% tin aan.

De Phoeniciërs haalden het uit Cornwallis, het einde der wereld, het „Katseh" der Grieken, waarvan de naam „Kassiteritos" stamt en waarmede nu het SnO_2, cassiteriet, is gedoopt.

Na Tyrus, werd Rome de stapelplaats van tin; in bikkels gegoten kon het gemakkelijk op de flanken van een paard worden gebonden en langs den heirweg door Frankrijk en Italië worden vervoerd.

Cornwallis produceerde in de middeleeuwen jaarlijks drie- tot vijfhonderd ton, gedurende de nieuwe geschiedenis tusschen twaalfhonderd en drieduizend ton en behaalde zijn record in 1871 met tienduizend ton, daarmede 40% van de wereldconsumptie in dien tijd dekkend. Zijn glorie is in het heden getaand door een inzinking tot vijfentwintig honderd ton, zijnde 2% der wereldproductie.

Een Cornischer ontdekte de primaire afzettingen van het Ertsgebergte, de Boheemsche in 1240; de Saksische zijn in 1458 aangetroffen.

Uit deze rijke ertsen (Sn 12—20%) zijn enkele eeuwen lang vijfhonderd tot achthonderd ton gewonnen, doch tegen het einde der zeventiende eeuw was de productie reeds onbeduidend geworden.

In Saksen zijn de stampbatterij en de fabricage van blik uitgevonden.

Yarranton keek den Sakser zijn geheim af en begon de vervaardiging van blik in 1670 in Engeland, waar zij na de uitvinding van het plaatwalsen in 1728, tot grooten bloei kwam.

Banka verscheen in 1711 op het tooneel en verzorgde in den tijd der Oost-Indische Compagnie de markten in het verre Oosten.

Na de vestiging der Engelschen in Malaka kwam dit enorme tingebied tot ontplooiing. Billiton volgde in 1851, Singkep in 1890.

Inmiddels telde sinds 1870 Australië mede; reeds in 1874 produceerde dit land zesduizend ton, maar „labour-trouble" bracht de productie terug op ongeveer drieduizend ton.

In den jongsten tijd veroverde Bolivia eenzelfde hooge plaats in de ranglijst der producenten als Nederlandsch-Indië, terwijl Negerië sinds 1910 van zich doet spreken.

Uit onderstaande tabel blijken de „mutaties" op de ranglijst der voornaamste produceerende gebieden:

Tinproducenten.	% aandeel in de wereldproductie.		
	± 1897	1912	1927
Maleische Staten, Siam, Burma .	60.5	48	41.2
Nederlandsch-Indië	19	18	21.7
Australië	8	3	1.8
Cornwallis	6	4.5	1.4
Bolivia	6	17	23.3
China	?	7	3.2
Negerië	—	1.5	4.9
Diversen	0.5	1	2.5

Hoewel het tin steeds als alliage of als beschermende laag is gebruikt, vond het tot in het begin der negentiende eeuw toch voornamelijk toepassing voor den aanmaak van solied vaatwerk. De nu „antieke" pullen, schotels, kannen en kandelaars werden in de herbergen, keukens en aan boord der schepen gebruikt.

Het gebruik van zuiver „tin als tin" is practisch ter ziele en denkelijk uitsluitend tot de pijpen der kerkorgels beperkt.

Nevenstaande tabel geeft een overzicht van zijn moderne toepassingen:

Toepassingen van tin.	%	Toepassingen van tin.	%
Blik.	36.2	Wit metaal	2.3
Soldeer	22.3	Vertinningen.	2.5
Babbith	14.2	Nieuw zilver.	1.3
Messing en brons . . .	6.3	Chemicaliën	2.2
Tubes	2.8	Diversen	4.7
Stanniol	5.2		

Deze toepassingen bewijzen, dat de ontplooiing der techniek op elk gebied ongekende aanwendingen schiep en de productie dus sterk moest stimuleeren. Het tin profiteerde van de groeiende belangstelling en steeg in prijs, zij het dan ook niet langs „lijnen van geleidelijkheid".

De wereldproductie bedroeg in 1860 ongeveer 17.000 ton en rees, behalve gedurende den wereldoorlog, vrijwel ononderbroken tot 150.000 ton in 1926.

De gemiddelde rijzing van den jaarmarktprijs vertoont een grilliger beeld. Hij bedroeg in 1800 per ton £ 94, na sterke schommelingen in 1823 zelfs £ 150, maar verontrustend lage cijfers werden behaald in 1843 (£ 61), in 1878 (£ 66) en zelfs nog in 1896 (£ 63).

Sindsdien steeg de barometer, zij het dan ook volgens het beeld van den barograaf onder den indruk van een typhoon.

De top staat op 1920 met £ 419½ (de gedaalde valuta van het pond sterling buiten beschouwing gelaten), maar werd gevolgd door een depressie tot £ 160 in 1922, terwijl momenteel de markt na een rijzing tot ongeveer £ 300, is ingezakt tot £ 230.

In hoeverre de Nederlandsch-Indische producenten de wereldtinbeweging hebben gevolgd, blijkt uit de volgende gegevens.

Banka begon sinds 1888 buitengewoon snel te klimmen, van 68.000 pikols (16 pikols = 1 ton) tot 350.000 pikols in 1927, zij het dan ook, dat tusschen 1900 en 1905 en tusschen 1910 en 1918 inzinkingen voorkwamen.

Billiton vergrootte vrij regelmatig zijn productie tot 1892, kon echter het in dat jaar behaalde record van 106.000 pikols niet volhouden en geraakte eerst sinds de modernisatie van het bedrijf op sterk verarmde reserves (1913) in staat om zijn tot 60.000 pikols geslonken jaarproductie krachtig op te voeren tot 186.000 pikols tin in 1927.

Singkop's aandeel schommelde steeds om 10.000 pikols 's jaars, doch dit eiland zal eerlang meer opleveren.

Billiton, gelegen onder de felle aequatorzon, lag overigens in de schaduw van den grooten en rijken broeder Banka. De Oost-Indische Compagnie kreeg van daar tin genoeg door bemiddeling van den Sultan van Palembang.

„Hongi-tochten" naar Billiton waren onnoodig, het tinerts bloeit niet als een notenmuskaatboom en hield zich goed verscholen in den bodem.

Desondanks zag de geniale gouverneur-generaal G. W. Baron van Imhoff in, dat volle zeggenschap over een tingebied den handel op solider basis brengen kon dan een leveringscontract met een wispelturig Inlandsch potentaat.

In 1746 stelde hij voor, Billiton eens „nader te bezigtigen". Het was een slechte tijd voor Hollandsche geniale menschen; het vaderland eischte van „den Heer Generaal", dat hij een slim koopman in ongeregelde goederen en een reeder van een groote zeilvloot was, terwijl Van Imhoff organiseeren, pionieren en scheppen wilde.

Zoo duurde het tot 1759 voor de resident van Palembang met twee scheepjes „het eylandt vol met klippen beset — van dangereus abord" — waar „allerly geboefte van zeeschuimers schuylplaats en protectie" genoot, Billiton, bezocht.

Hij rapporteerde, dat de bodem wel tin zou bevatten, maar vond het oord te luguber om er Europeanen aan te wagen.

De mislukte poging van Raffles om Billiton uit te zonderen van de teruggave van ons koloniaal gebied, noopte de Regeering er een militaire bezetting onder kapitein de la Motte te leggen in 1821, gevolgd door de instelling van civiel bestuur in 1823, onder den assistent-resident J. W. Bierschel.

Deze beide mannen zochten en vonden tinerts, alluviaal- zoowel als primair erts. Zij hebben gebieden geëxploreerd, waar later zeer belangrijke producties uit gewonnen zijn, doch geloof en waardeering vonden zij niet.

De bezuinigingswind, die onder du Bus de Gesignies over Indië woei, vaagde in 1826 bestuur en bezetting, op tien invaliden onder een korporaal na, weg.

Het is wel zeer merkwaardig, dat een dominé, de stijdlustige Dr. W. R. Baron van Hoëvell, die na de Februari-revolutie van 1848 zulke liberale dingen had gezegd, dat hij zijn Indisch

ambt kwijt raakte, de aandacht op Billiton's mineralenschat heeft gevestigd.

Hij maakte V. G. Baron von Tuyll van Serooskerken warm voor een exploratie op Billiton, die op zijn beurt Prins Hendrik geestdriftig stemde voor zulk een plan.

Zij legden de hand op een uitstekend kenner van Indië en „de rimboe", J. F. Loudon, die zich eerlang bij hun belangengemeenschap aansloot.

Tengevolge van hun concessie-aanvraag was de Nederlandsch-Indische Regeering verplicht (Kon. Besluit 24 Oct. 1850) zelf een vóór-onderzoek in te stellen, niet alleen naar den mineralogischen rijkdom van het eiland, maar ook naar de rechten der bevolking op de aangevraagde gronden.

Bij gebreke aan deskundigen zond men een natuurkundige, die bij aankomst van Van Tuyll en Loudon zijn onderzoek beeindigd had en tot de ontmoedigende conclusie was gekomen, dat Billiton geen tinerts voerde.

Loudon had „de feeling", dat er iets aan het onderzoek haperen moest.

Met den ingenieur C. de Groot, die zelf geen mijningenieur, de mentor der eerste mijningenieurs geweest was tijdens hun detacheering in Engeland, en met een dezer jongelieden, den ingenieur Huguenin, scheepten de concessionarissen zich in en zetten 27 Juni 1851 voet aan wal te Tandjong-Pandan.

Men had op reis Banka aangedaan om iets van de tinertswinning te zien en was daar koel ontvangen, maar legde er de hand op J. F. den Dekker, een Indo-klerkje, maar een man uit het echte pioniershout gesneden aan wien de onderneming zeer veel te danken kreeg.

In het bestek van dit artikel kan bezwaarlijk een groote plaats worden ingeruimd aan het relaas der energieke worsteling tegen klimaat en toestanden, welke in dit onbekend gebied heerschten, waar zeeroovers getemd en onrecht en knevelarij moesten worden uitgeroeid.

In den aanvang had men geluk; die gunstige psychologische factor gaf den pioniers de kracht om ondanks alles door te zetten.

Reeds den eersten dag vond den Dekker tinerts!

In Augustus was de eerste exploitabele ertsafzetting aangeboord; in Mei 1852 vond den Dekker in het Noord-Westen (Sidjoek) de rijke laag, waar Billiton jarenlang op heeft kunnen teren.

Er werd dus spoedig genoeg tin gemaakt, maar tijdens het

zakken der markt, met het uitschot van koelies en zonder deugdelijke werktuigen.

De mortaliteit door dysenterie, malaria en beenwondeninfectie was 62% in 1852; van de twaalf Europeanen, die tusschen 1852 en 1855 op Billiton vertoefden, stierven zeven.

Chronisch geldgebrek verhinderde alle ontplooiing van het bedrijf en krachtige exploratie op rijke gebieden, die den Dekker in het Oosten (Manggar) bereids had ontdekt.

Onder die omstandigheden moesten de concessionarissen den strijd opgeven. Bewezen was, dat er volop tinerts op Billiton was en ondanks negen ton schuld zagen goede financiers genoeg toekomst in het bedrijf om de stichting eener N.V., de „Billiton Maatschappij", in 1860 mogelijk te maken, welke het bedrijf voortzette.

De geschiedenis van dit lichaam, dat herhaaldelijk in den politieken strijd werd gemoeid, kan een boekdeel vullen.

Hier wordt volstaan met de vermelding, dat sinds 1924, Billiton ontgonnen wordt door de Gemeenschappelijke Mijnbouw-Maatschappij Billiton, waarin het Ned. Ind. Gouvernement voor $^5/_8$e participeert, terwijl de Billiton-Maatschappij voor $^3/_8$e aandeelhouder is.

In 1860 waren alle tinzônes, dat zijn de gebieden, welke exploitabel tinerts voeren, reeds bekend, al tastte men wat hun kwaliteit betreft nog in het duister.

Ook is het zeer merkwaardig, dat de pioniers voornamelijk hebben gewerkt in zônes, welke nimmer tot de rijkste van het eiland hebben behoord. De twee tinzônes, waarin de concessionarissen voornamelijk werkten, brachten gedurende de geheele mijnbouwgeschiedenis van Billiton slechts 50.000 en 120.000 pikols tin op, terwijl intact bleven de zônes van Manggar, waarvan de twee rijksten in 75 jaren 600.000 en 1.200.000 pikols opleverden.

Nog merkwaardiger is het, te constateeren, dat de eigenlijke stoot tot de oprichting der Billiton-Maatschappij werd gegeven door een schijnbaar prachtig..... primair ertsvoorkomen, waar eerst in den jongsten tijd enkele kleine ontginningen met succes op arbeiden.

„Mining is a chance!"

Met de nieuwe geldmiddelen toog den Dekker naar het Oosten, de zon tegemoet; in 1863 was de jaarproductie van 4000 pikols reeds meer dan verdubbeld; in 1872 bedroeg zij reeds 54.000 pikols.... het leed was geleden!

Billiton, een land zoo groot als Noord-Brabant, bevat in 96 K.M².. of 2.8% van zijn oppervlakte, exploitabel tinerts.

Daaruit zijn in den loop van 75 jaren ruim 5.000.000 pikols tin gewonnen, en daarvan de helft alleen in het kleine district Manggar, dat 30 K.M². tinzône bevat.

Merkwaardigheidshalve heeft steller dezes uitgecijferd, dat de H.A. tingebied in dat district jaarlijks gemiddeld *f* 1235,— bruto (en *f* 542,— netto) heeft opgebracht.

De ontwikkeling der geologie moet in dit artikel onbesproken blijven. Voor de praktijk der ontginning kan volstaan worden met de vermelding van twee belangrijke feiten: de tinertsgangen zijn er ontstaan op de wijze, als de overige afzettingen ter wereld en billijken dus exploratie in de diepte, en de kaksa der kollongontginningen is residuair, ligt dus boven primaire afzettingen, voor zoover deze niet geheel „veralluviaald zijn" en missen dus, de op Billiton reeds lang niet bestaande gebleken homogeniteit, welke men van stroomtinerts veronderstellen moet.

Hier wordt verder volstaan de ertsafzettingen te verdeelen in: het primair erts; het erts uit de verweringskorst, de koelit, dat onberoerd door branding of rivierwerking, daarin vrij regelmatig verspreid in zeer arm concentraat voorkomt op de oevers der valleien en het kollong- of kaksa-erts, dat in rijk concentraat op het moedergesteente, in de bodemplooien is afgezet, plooien, die den weg wezen aan de valleien der beken en rivieren.

Waar kaksa-concentratie op den hoogen grond voorkwam, spreekt men op Billiton van koelit-kollong-afzettingen, welke steeds kaksa, doch niet steeds een bedekking van koelit vereischen om met dien combinatienaam te prijken.

In den aanvang bemoeide de onderneming zich vrijwel uitsluitend met koelitverwassching, hoewel een tijdens en door deze bewerking aangetroffen koelit-kollongterrein en een kollonkje in een ondiep valleitje niet werden versmaad.

Een koelitafzetting was gemakkelijk op te sporen, en te waardeeren door een eenvoudig putjesonderzoek. De ontginning was goedkoop; met het water uit een opgestuwde beek kon onder gebruikmaking der terreinhelling een koelitveld snel verwerkt worden (1000 M³. per man per jaar).

Een kollongafzetting eischte een onderzoek door middel van boren, waar men geruimen tijd tegen op zag; zij lag in een vallei, eischte dus bemalingsmiddelen en bovendien moet een steriele dek-

laag afgegraven worden, voor er kwestie is van eenige productie.

De intieme vriend en meedogenlooze vijand der ouderwetsche alluviale ontginning, het water, beheerschte geheel het succes van de ontginningen, koelit zoowel als kollong. De moessons zijn grillig; in een droog jaar kwamen de stuwen niet vol, het slagwater voor de Chineesche kettingpompen bleef weg, doch het grondwater in de groeven kwelde immer op. In zeer natte moessons schoot het koelitwerk prachtig op, maar in de kollongs konden de zwakke pompen het grondwater niet aan, terwijl de taluds herhaaldelijk nastortten.

Vandaar de voorkeur voor koelit, zoowel bij het beheer als bij de Chineesche mijnwerkersgemeenschappen, de z.g. kongsies.

Met hun voorkeur moest terdege worden rekening gehouden, want de onderneming fungeerde uitsluitend als opkooper van hun tin, zij droegen dus het risico der ontginning mede.

In dit verband was de exploratie, het grondonderzoek genaamd, ook uitsluitend gespitst op het verkrijgen van kwalitatief en niet op kwantitatief resultaat.

Wanneer een terrein een hoofdelijke productie van 14 pikols tin kon opleveren, aanvaardden de kongsies een ontginningscontract. Hun tin werd met *f* 20,— per pikol betaald, hun jaarprestatie dus met *f* 280,—. Daarvan ging voor levensonderhoud *f* 150,— à *f* 180,— af, zoodat ruim honderd gulden spaarduit overbleef.

Het kwam natuurlijk herhaaldelijk voor, dat veel hoogere producties voorkwamen. Dit heette „de foek" (veine) van de kongsies, die ondanks het rijkste terrein een dobbel bleef, want zonder regen was er immers toch niets mee te beginnen.

Aan het uitsluitend koelitwerken kwam in 1871 een einde. Enorme lappen waren uitgewerkt (een arbeider verzette gemiddeld 1000 M^3. koelit per jaar) en daarbij was slecht gelet op nauwkeurige uitwerking, terwijl de tailings in de valleien boven op de kollongafzettingen waren gespoeld.

Het entameeren der kollongs eischte verbetering der exploratie door de invoering van boren. De tot nu toe gebruikte Chineesche „Tsjam", een hol kegeltje aan een stang, dat opgevuld met een lappendot, in den grond gewerkt werd tot de kaksalaag was bereikt, waarna het lapje uitgetrokken werd en kaksa in het kegeltje dringen kon, was voor richtig onderzoek onbruikbaar.

De winning van kollong-erts werd dan ook eerst technisch verantwoord toen de boor van ingenieur J. E. Akkeringa, meer bekend onder den naam van Bankaboor, werd ingevoerd.

Met deze boor is op Billiton decennia lang gewerkt met bevredigend resultaat. De ervaring leerde, dat als regel op de boorresultaten een meevallers-coëfficiënt moet worden toegepast van 1.8. De oorzaak daarvan is, dat niet de geheele boorkern boven gebracht kan worden, omdat het naar boven vernauwend binnenverloop van den snijschoen de kern wringt, zoodat zij bij het zakken der buis over een deel terzijde gedrukt wordt buiten de buis.

In Banka bestrijdt men sinds jaren dit euvel door met de schroefboor tot een klein eindje onder de buis de kern te vernielen, zoodat zij williger binnen kan dringen, maar op Billiton kon men zijn afkeer tegen het oncontroleerbare werken onder de buis niet overwinnen.

Aldaar draaide men het binnenverloop der snijschoen om, zoodat de binnendringende kern direct in een verwijding kwam. Het buitenverloop werd daardoor kegelvormig met de punt naar beneden.

Daar bovendien de lepels afgeschaft werden om de kern in één stuk, ongemolesteerd boven te te krijgen, moest het indrijven der buis door middel van heien geschieden.

Op deze wijze werden prognosen verkregen, die gemiddeld weinig afweken van het ontginningsresultaat.

Daar het materiaal slecht bestand bleek tegen het heien op groote diepte, is men weer overgegaan tot het gebruik van lepels en heeft nu buizen in gebruik met zoowel inwendig als uitwendig cylindrisch beloop. Ook daarmede wordt wringing der kern voorkomen en de prognosen vallen evengoed uit.

Een andere hoogst merkwaardige afwijking tusschen boorprognose en ontginningsresultaat bleek op Billiton, sinds de exploitatie te maken kreeg met zeer arme kaksa-afzettingen.

Daar rees de meevalscoëfficiënt tot exorbitant hooge bedragen, 4 en nog hooger. De oorzaak kan zijn, dat hoe armer de afzetting is, hoe onhomogener zij is. Het elimineeren van dezen factor werd bereikt door een ertsafzetting in haar geheel te waardeeren; strooken lang enkele K.M.'s en breed gelijk aan de breedte der vallei werden, instede van kleine brokstukken, voldoende voor een ploeg voor enkele jaren, becijferd.

De periode der kollong-ontginning werd tot ongeveer 1885 besteed aan de bewerking van koelit-kollongs. Deze lagen hoog en konden grootendeels op natuurlijke wijze afwateren; als regel waren zij gemiddeld niet dieper dan 4.5 M.

Enkele cijfers in dien tijd per kop behaald, geven een denkbeeld van de rijkdommen, welke Billiton's bodem bevatte.

De mijn No. 3, Damar in Manggar leverde 27 jaren achtereen met gemiddeld 95 man, 75.880 pikols tin of hoofdelijk 30 pikols. Er zijn hoofdelijke producties gemaakt van 39, 50 en 76 pikols, één kongsie bracht het zelfs tot 123 pikols per hoofd.

Neemt men aan dat in dergelijke groeven het jaar-man-grondverzet ongeveer 500 M^3. bedroeg, dan hadden dergelijke klassieke afzettingen, tinrijkdommen van het dubbele der hooger genoemde getallen per 1000 M^3.

Daartegenover worden de tinrijkdommen van het jong verleden en het heden gesteld:

Tusschen 1912 en 1917 was de tinrijkdom gemiddeld 22.

Tusschen 1917 en 1921 was de tinrijkdom gemiddeld 18.

In de daarop volgende jaren daalde hij geregeld: 13.1, 11.7, 11.5, 11.—, 8.5 en 8.2.

Een dergelijke verarming moest tengevolge hebben, dat de onderneming haar standpunt als opkooper moest verwisselen met dat van technisch organisator, die oeconomie en effeciency had te betrachten.

De eerste poging daartoe werd aangewend na de uitputting der koelit-kollongs, toen de diepe kollongs in waterrijke valleien moesten worden geëntameerd. Technisch kreeg Billiton toen zijn machinale groevebemaling, organisatorisch zijn quantumstelsel. Dit laatste ging er van uit, dat nu een hoofdelijke productie van 14 pikols illusoir werd, dezelfde basisbetaling ook gegeven kon worden bij lager hoofdelijke producties; de tinmarkt billijkte zulks.

De grens der ontginbaarheid was dus geen functie meer van de noodig geachte mijnwerkersbetaling, maar kreeg verband met de tinmarkt.

Met een kongsie werd bijvoorbeeld een contract gesloten om op een bepaald terrein 8 pikols per man te winnen. Werd dit z.g. quantum behaald, dan toucheerde de kongsie per man 8 × *f* 20,— = *f* 160,—, benevens een toeslag van *f* 280,— min *f* 160,— = *f* 120,—.

Had de kongsie „foek" en maakte zij bijv. 4 pikols per kop meer, dan kreeg zij per man 4 × *f* 20,— = *f* 80,— extra. Had zij, ondanks ijverig werk, tegenslag, dan paste de onderneming bij tot het standaardloon bereikt was.

Het stelsel bracht dus het ontginningsrisico op de schouders der onderneming en daartegenover wilde zij natuurlijk de hoofdleiding

der werkzaamheden in handen hebben om het risico zooveel doenlijk te beperken. Technisch hielp daarbij de stoompomp, aanvankelijk de pulso (1886), een eenvoudig, onvernielbaar instrument, dat nog bij schachtafdiepen, goede diensten bewijst. In diepe kollongs faalde echter zijn capaciteit, zoodat in 1904 overgegaan werd tot het gebruiken van 6″ centrufigaalpompen, door locomobielen van 20 P.K. aangedreven.

Deze pompen gaven 4 à 6 M^3. water per minuut, drie maal meer dan een pulso, tienmaal meer dan een Chineesche kettingpomp.

Zij leerden den ontginners, dat zij iets meer waren dan gewone grondwaterpompen.

De ontginning van een kollong geschiedde n.l. in secties. De eerste sectie werd uitgegraven, de arbeiders pikelden mandjesvrachten aarde, langs in boomstammen uitgehakte treden naar het maaiveld.

Na het lichten der kaksa werd de aanliggende sectie door middel van sterk hellende waterstroomen voor een groot deel in de leege groeve gespoeld (khotten), een werkmethode, waarbij een arbeider 40 M^3. per dagtaak kon verzetten.

Het benoodigde water was groevewater, circuleerend gebruikt.

Het behoeft geen betoog, dat als in den natten tijd 1 M^3. opwelt en de pulso $1^1/_2$ verzetten kon, er voor het khotten slechts $^1/_2$ M^3. over bleef, terwijl de centrifugaalpomp 3 à 5 M^3. overhield en dit khotten dus tot een ononderbroken vreugde maakte.

Indirect werd de centrifugaalpomp dus een grondverzetmachine.

In denzelfden tijd begon men ernstig te denken over direct machinaal grondverzet. In 1905 kwam een kettingtransportinrichting, waarmede mijnwagentjes uit de groeve werden getrokken en in 1908 kwamen transportband-installaties in bedrijf.

Beide methoden werkten duurder dan het handgrondverzet, het tijdverlies bij verplaatsing, verzwolg de voordeelen van het uitschakelen van het verticale grondverzet door arbeiders.

Maar de transportbanden leerden Billiton iets nieuws. De met den band opgevoerde kaksa kon niet als weleer op een hoop gestapeld worden, maar werd van den band gespoeld en direct in lange, breede waschgoten (tailraces) verwasschen.

Daarbij bleek, dat het waschrendement verbluffend veel hooger uitviel, dan vroeger bij het werken in de korte, smalle gootjes, langs den kaksahoop getrokken. Wat in den ouden tijd in de tailings is verdwenen moet zeer veel zijn — het allerwege voor de tweede en

derde maal herbewerken van oud terrein spreekt ten deze boekdeelen.

Toen dan ook in 1909, op de machtige 30 M. diepe reserve van de mijn No. 30, Bangkoeang in Manggar, een Spuitbaggerinstallatie werd aangeschaft en de kostprijs per M^3. verzetten grond veel hooger uitviel, dan bij het handgrondverzet, kon zulks geen argument meer zijn om op dien grond het machinaal grondverzet te veroordeelen, want de Spuitbagger deed „afgedane zaken" op zijn terrein en bracht de oplossing van het vraagstuk van oeconomische uitwerking der ertsreserve nader.

Overigens, alles moet geleerd worden, de kostprijs per M^3. van de Spuitbaggers werd geleidelijk van *f* 1,25 op *f* 0,50 gebracht.

Sinds 1911, doch vooral sinds 1914 kregen de Spuitbaggermoeders vele baby's in den vorm van kleinere baggerinstallaties, welke op minder diep terrein het verticale handgrondverzet uitschakelden.

Dus niet het horizontale, dat bij een spuitbagger door hydraulische kracht geschiedt, want het spuiten kan op ondiep terrein den handenarbeid niet met vrucht vervangen.

De taak der arbeiders in de z.g. Pompbaggerontginningen bepaalt zich tot het losmaken van den grond met aardbeitels en het trekken der aarde met patjols in langs het werkfront snel stroomende watergoten, welke de modder naar den zuigput voeren. Dit op het oog hoogst eenvoudig werk groeide uit tot een bepaald vak.

De aard van het werk voert naar lijntrekkerij, wanneer de arbeider geen voordeel bij een groot grondverzet heeft.

Het water stroomt immers vanzelf en ziet vuil, of het mengsel dik of mager is, de pomp slikt even gretig brei als dunne soep, ja overmaat van grond doet de tailrace overloopen en bezorgt den wasschers grijze haren.

Met veel zorg en ijzeren wil is het zeer moeilijke en oogenschijnlijk toch zoo eenvoudige vraagstuk opgelost om:

Een pomp te verkrijgen van groot rendement en zoover doenlijk „foolproof".

Die pomp te voeden met het zwaarst mogelijk grondmengsel, regelmatig en zonder schokken.

De arbeiders er toe te brengen hieraan hun volle medewerking te geven.

Samenwerking tusschen technici en de leiders van het werkvolk, Europeanen zoowel als Chineezen, bracht het gewenschte resultaat,

blijkend uit een rijzing van het jaar-man-grondverzet van 1240 M³. in 1916/17, tot 2000 M³. in het afgeloopen jaar.

Diep kan hier op de ontwikkeling van het pompbaggerbedrijf niet worden ingegaan; de werktuigkundigen construeerden in samenwerking met den leverancier, de Pape-pomp, een werktuig van sterken bouw en uitstekend rendement, de bedrijfsleiding haalde een streep door de laatste restjes van het aloude opkoopers-standpunt.

Sinds jaar en dag genoot de kongsie voordeelen van een geslaagd ontginningsjaar, maar „de foek" lag uitsluitend in de toevallige meevallers op de ertslaag. De voordeelen van een groote hoofdelijke productie zijn gehandhaafd, zij zijn zelfs progressief gemaakt, maar nu.... moeten zij een functie van den ijver zijn. Er komt nog wel eens een extra meevaller voor, al mindert zulks bij de steeds doorzettenden verarming der ertsafzettingen, doch men gunt dien de kongsies, zij doen de werving, die nimmer een moeilijk vraagstuk was op Billiton, deugd.

De laatste stap op den weg der moderniseering gezet, was de invoering der emmerbaggermolens in 1920, waarvan er nu een zevental op Billiton werken.

Zij verzetten per jaar ongeveer 1.000.000 M³. en wroeten door de oude valleien, waar vroeger kettingpomp en pulso heerschten.

Behoorend tot het jonge heden, hebben zij nog geen „historie gemaakt" en het ziet er naar uit, dat de geschiedenis van deze uitstekend functioneerende installaties eene van geleidelijke verbetering van details zal worden.

De ontwikkeling van het bedrijf op Billiton blijkt uit onderstaande tabel:

%	1908/09	1911/12	1914/15	1919/20	1924/25	1926/27
Productie uit zuiver handgrondverzet	92.—	78.—	46.—	10.—	—	—
Productie door Pompbaggers. . .	—	8.3	22.4	53.—	44.—	42.4
Productie door Spuitbaggers. . .	—	6.3	17.4	17.6	22.5	9.2
Productie door Emmerbaggers . .	—	—	—	—	5,—	16.2
Productie uit primair erts	2.5	0.2	3.5	7.5	6.8	11.7
Productie der Part. Leverantie [1]) en Diversen	5.2	7.2	10.7	11.9	21.7	20.5

[1]) Het product der particuliere leverantie wordt gewonnen uit terreinrestanten, welke te klein zijn voor groote ontginningsinstallaties.

Het behoeft geen verwondering te wekken, dat de winning van primair erts, een droombeeld blijven moest, zoolang de onderneming technisch gebrekkig geoutileerd was.

Toch raakte menigeen, ook onder de ouderen, meermalen onder de bekoring van de in de gesteentespleten besloten rijkdommen.

Koelit van $1^1/_2$ honderdste procent tin is ontginbaar; primair erts met ettelijke procenten tin werd herhaaldelijk aangetroffen.

De pioniers en de nog jeugdige Billiton-Maatschappij zwichtten voor de verleiding en ontgonnen van 1859 tot 1863 primair erts, doch zij kregen deerlijk de kous op den kop.

Toch bleef het primair erts lonken. Bij de verwerking der alluviale afzettingen werd zulk een groot bedrockoppervlak blootgelegd, dat tallooze gevulde spleten werden gevonden.

De „outcrops" dezer aders waren als regel fabuleus rijk en bovendien nauwelijks verontreinigd door hinderlijke bijmineralen.

De kongsies volgden hen de diepte in, in open bouw of met primitieve schachtjes en galerijen. Werd het erts hard, dan stampten en zeefden zij een beetje, maar als op een niveau van ongeveer 20 M. de arbeid gevaarlijk begon te worden, het erts te hard werd, en de ader versmalde, riep doorgaans ook het pyriteus worden van de spleetvulling de verdere bewerking een halt toe.

Het is al weder een merkwaardig feit in den Billitonschen ertsmijnbouw, dat men eerst het armste erts, de koelit, daarna de bij gelijke ontginbaarheid tienmaal rijkere kaksa, en tenslotte de honderdmaal rijkere primaire afzettingen entameerde.

Zulks demonstreert wel, dat de mijnbouw zonder uitstekende outilage en moderne technische middelen op teleurstelling uit moet loopen.

Eerst in 1907 kregen de aders, wat een ader toekomt.

Daarvoor is leergeld betaald.

Het mijnwater was overdadig en meermalen ontzettend zuur. Het gesteente bleek meermalen onbetrouwbaarder dan het leek, maar vooral het vraagstuk der ertsseparatie bood weerstand aan tallooze pogingen tot eene bevredigende oplossing.

In 1921, toen exorbitante materiaalprijzen samenvielen met een lagen marktprijs, moest de diepbouw worden gestaakt.

In enkele zeer floreerende openbouw-ontginningen werd echter doorgewerkt en rusteloos gearbeid om de separatie onder de knie te krijgen.

Zulks is gelukt en sindsdien zijn heropend de oude diepmijnen

Klapa-Kamuit, Garoemedangen Seloemar en als voortzetting van den open-bouw Klapa-Kampit, de diepmijn Rajah.

In openbouw en in diepbouw werden in 1925/26 ongeveer 19.000 pikols, in 1926/27 ongeveer 21.000 pikols tin uit primair erts gewonnen.

Ondanks alle moderniseering is op Billiton het oude, hetzij in gewijzigden, hetzij in rudimenteelen vorm, blijven bestaan, maar daarop is één uitzondering. Het zeer belangrijke onderdeel der exploitatie, het smelten, is verdwenen.

Daaraan was vroeger een goed deel van de taak der employé's gewijd, teneinde de reputatie van Billiton's tinschuitjes, onder eigen vorm, naam en stempel in den handel gebracht, te handhaven.

Aanvankelijk smolt elke kongsie haar eigen productie, later elke mijn (een mijn was een verzameling van kongsies); weer later werd het bedrijf in enkele centrale smeltinrichtingen geconcentreerd, eindelijk werd ongeveer de helft der productie in Singapore, in de Poeloe Brani smelting works gesmolten en werd de andere helft gereduceerd in de moderne smelterij te Manggar. Deze werkte van 1910 tot 1921 en heeft 356.000 pikols tin opgeleverd, zijnde een opbrengst van 72.8% Sn uit het versmolten erts.

De oude smelterijen gebruikten, sinds Dr. Vlaanderen, een hoofdadministrateur der Billiton-Maatschappij, in 1877 den Chineeschen oven verving den naar hem genoemden oven, welke zich tot in den modernen tijd heeft kunnen handhaven.

Met dezen open oven werd direct een groot deel zuiver handelstin verkregen, maar aan het reductieproces zat een zeer rijke slak vast.

De moderne smelterij op Billiton was ingericht met vlamovens, waarbij dus het smeltproces in een gesloten ruimte plaats greep.

Men kreeg daarmede in eersten aanleg geen zuiver tin, zoodat alle blokken geraffineerd moesten worden, maar de uiteindelijke slak was arm, het rendement dus belangrijk beter.

In 1921 werd de smelterij gestopt om de bekende redenen en zij is niet meer herboren op Billiton, omdat een oeconomisch smeltbedrijf veel meer erts eischt, dan Billiton's productie leveren kan.

De historische ontwikkeling der technische outilage, van de hulpbedrijven, als de electrische centrales, de ateliers, de telefoon, den autodienst, het scheepvaartbedrijf, den wegenaanleg en den huizenbouw, van de geneeskundige voorziening, de assainaties en de

waterleidingen zal worden voorbij gegaan, evenals de buitengemeen merkwaardige arbeiders-organisatie.

Zulks uitsluitend met de bedoeling, om niet te veel stof in één artikel op te hoopen en zeer zeker niet, omdat alles niet inhaerent zou zijn aan den mijnbouw. Want streeft de leiding van een mijnbouwonderneming niet naar perfectie in haar hulpbedrijven, bepaalt haar intense belangstelling zich slechts tot het specifieke vak, dan blijven oeconomie en efficiency holle frazen. Wanneer belangstelling voor onderwerpen als bovengenoemde, steller dezes blijken mocht, buiten den kring der „tinduikers", dan zal hij daar gaarne op reageeren. In het bestek van dit artikel zal echter worden volstaan met het geven van enkele data.

Na de Chineesche kettingpomp, kreeg Billiton behalve de pulso, twee merkwaardige machines: de noria, door wind of water gedreven, zijnde een verticaal geplaatste Jacobsladder met emmertjes (1900) en de greindelpomp (1890), een pomp, waarin twee tandwielen tegen elkaar inliepen, welke het water als het ware opschoven van de zuigzijde naar de perszijde.

Populair werden deze instrumenten niet, wel de pulso's, waarvan een vijftigtal, decennia lang, dienst deed.

De water-centrifugaalpompen van 1894 groeiden uit tot baggerpompen, de grootsten van 12″ en 15″, welke aangedreven door machines van 400 tot 550 P.K., 120 tot 170 M^3. grond per uur oppompen, de kleinen van 5″, 6″ of 8″, die aangedreven door 20 tot 100 P.K., 26, 34 en 44 M^3. per uur verzetten.

De Stannumpomp, de gewijzigde Stannum en de daaruit geboren Papepomp waren het resultaat van de op het terrein bestudeerde mogelijkheden.

De plannen tot gedeeltelijke electrificatie van het bedrijf dateeren van 1906.

Men dacht oorspronkelijk aan een centrale in het Westen, om de daar zeer ver uit elkaar gelegen ontginningen van kracht te voorzien, maar prefereerde terecht het Oosten, waar de machtigste reserves lagen.

Daar verrees in 1914 een Dieselcentrale, bevattende drie zescylinder diesels, elk van 1200 E.P.K.

In 1917 kwamen er twee soortgelijke bij, in 1921 werd zij verrijkt met één 4-cylinder Sulzer van 1400 E.P.K. en drie M.A.N. zes-cylinders, elk van 800 E.P.K., terwijl in 1926 nog twee Sulzer 6-cylindermotoren elk van 2100 E.P.K. zijn aangeschaft.

De centrale leverde in 1914/15, $4^1/_2$ millioen K.W.U., in 1925/26,

22 millioen K.W.U. en is na de laatste uitbreiding in staat 44 millioen K.W.U. af te geven.

Uit de ééne pulso van 1886 en acht locomobielen met centrifugaalpompen van 1904 groeide een machine-voorziening van 97 locomobielen, 53 stoomketels, 18 diesels, 20 andere ruwolie-motoren, 450 electromotoren, ongeveer 400 centrifugaalpompen, gezwegen nog van talrijke kleinere machines en aggregaten.

Die materie groeide uit de ééne pulso en geeft in cijfers aan, met hoeveel recht de groote pionier der Billitononderneming J. F. Loudon zijn lijfspreuk voerde:

„Tout homme devrait s'efforcer de laisser quelque trace honorable de son existence."

J. C. MOLLEMA,
Oud-hoofdadm. der Billiton-Mij.

HET KOPERLAND KATANGA

door Ir. H. J. Schuiling.

Met zeer veel genoegen heb ik aan het vereerend verzoek van de afdeeling voor Mijnbouwkunde van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs gevolg gegeven om U hedenavond het een en ander mee te deelen over het Koperland Katanga. Ik stel het zeer op prijs, dat deze afdeeling ook aan den leden van de Geologische Sectie van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap en genoodigden introductie heeft verleend.

Tot mijn spijt moet ik meedeelen, dat ik niet over al de, door mij verzamelde, gegevens vrij kan beschikken, omdat de Maatschappij in wier dienst ik nog ben, tegen het publiceeren van enkele hiervan bezwaren heeft. Daardoor bestaat de mogelijkheid, dat ik op vragen, die U me eventueel zoudt willen stellen, geen antwoord zal kunnen geven. Dit is bovendien gemakkelijk voor mij, wanneer U me iets vraagt, wat ik niet weet.

Alvorens over te gaan tot m'n eigenlijke onderwerp, zou ik toch even uw aandacht willen vragen voor enkele algemeene beschouwingen over de geheele Congo, waarvan de Katanga de uiterstzuidelijke punt uitmaakt.

De Belgische Colonie ligt tusschen 5° N. en 13° Z. en beslaat een flinke lap van Centraal Afrika. Merkwaardigerwijs ligt deze kolonie maar voor zoo'n klein gedeelte aan zee: bij de mond van de rivier de Congo, waarvan alleen de rechter oever Belgisch is.

Het heele gebied ligt in het stroomgebied van deze rivier, behalve een zeer smalle strook in het N.O. en het vroeger Duitsch Oost-Afrika Ruanda en Urundi, dat na de vrede als mandaat van de Volkerenbond aan België is toegewezen, evenals het Tanganjika Malakaran meer. In het Zuiden wordt de grens gevormd door de Loekoega, de waterscheiding van de Congo en de Zambesi en het is daar, bij de drie bronrivieren (Loeafaba, Lofira, Loapola) van de Congo, dat de Boven-Katanga ligt: het land met z'n geweldige ertsrijkdommen.

Het is nog niet zoo heel lang geleden dat een groot gedeelte

van Centraal Afrika nog op de kaart voorkwam als een witte vlek; „Terra incognita" was 't en de Katanga behoort tot die gedeelten, die hun onbekendheid het langst bewaard hebben. Het is wel aardig even in het kort na te gaan, hoe het komt, dat men in deze gebieden, toch verre van onherbergzaam, zoo laat is doorgedrongen.

Van uit het Noorden van het continent als basis, waar al sinds heel lang vrij groote gebieden bekend waren, vormde de woestijngordel een onoverkomelijke hindernis. Wel was de Nijl een toegangsweg, maar zelfs in 1858 was men daar pas tot 4° N.B. doorgedrongen en het groote merengebied aan de bronnen van de Nijl is ten slotte via de Oostkust ontdekt.

Over de kusten van Afrika ten Z. van de Sahara wist men tot voor de ontdekking van de mond van de Congo in 1484 niets.

In 1487 omzeilde Diaz de Kaap de Goede Hoop en in 1498 ontdekte Vasco de Gama de havens van Z.O. Afrika en ontmoette daar de Arabieren, die uit het N.O. kwamen. Wel werden door de Europeesche mogendheden overal stations gesticht aan de kust, als etappeplaatsen op den weg naar Indië, maar in het binnenland drong men niet door, d.w.z. er is nooit iets van bekend geworden, maar vooral van de Portugeezen, die het diepste stilzwijgen omtrent hun handelstochten bewaarden, vermoedt men dat ze het wel deden. Veel goeds haalden ze er niet vandaan.

Door de ontdekking van het rijke Amerika geraakte Afrika voor langen tijd in het vergeetboek. Bovendien is daar het binnendringen langs rivieren, in tegenstelling met Amerika, moeilijk. Van de vier groote rivieren van Afrika zijn de Nijl, Niger en Zambesi wel ver stroomopwaarts bevaarbaar, maar bij alle drie stuit men toch op plaatsen, waar ze van het Afrikaansche plateau afvallen en waar men dus door watervallen of stroomversnellingen niet verder kan.

Bij de Congo is het zelfs na 150 K.M. al mis, want bij Matadi begint de machtige barrage van 400 K.M. lang tot aan de Stanley Pool, Leopoldville, Kin.

De Portugeezen, die het eerst den mond in bezit hadden, trokken zich in 1627 terug tot St. Paul de Loanda.

Eerst in 1816 kwam er een behoorlijke expeditie, onder den Engelschman Turkey, die trachtte de groote barrage van Mutadi te omtrekken, maar hij moest het opgeven. Sindsdien is er geen aanval meer gedaan op dit front, maar ten slotte is de Congo in den rug aangevallen. Sinds vele eeuwen hadden de Arabieren de Oostkust bezet: er was een Sultan in Zanzibar, en er bestonden al

karavaanwegen tot aan het Tanganyka meer. Op zee werden hun ontdekkingstochten begunstigd door de moessons: de winter-moesson blies hen naar Zanzibar en de zomer-moesson blies hen naar huis terug, zoodat een levendige handel bestond, vooral in wit en zwart ivoor.

Het is nu door gebruikmaking van die bestaande karavaarwegen en door het sluiten van vriendschap met de Arabieren, dat verschillende expedities erin slaagden tot de kern van Afrika door te dringen.

Ik noem U slechts de namen Livingstone, die in 1868 de Luapula ontdekte, met de meren Moero en Banguoelo, die hij hield voor de Nijl, wat ook zeer voor de hand lag, en de Odysseé van Stanley, wien het gelukte, na in 1874 van de O.-kust vertrokken te zijn, in 1877 aan de mond van de Congo, in Borna aan te komen. Toen volgden vele andere expedities, ook weer van Stanley, uitgestuurd en gefinanceerd door Koning Leopold II, en hierdoor ontstond eerst de Association Internationale du Congo, en later, bij verdrag van Berlijn den 26en Februari 1885: l'Etat indépendant du Congo, een echte staat dus en op 1 Augustus van dat jaar werd Leopold II souverein van de Congo-vrijstaat.

15 Nov. 1908 nam België de souvereiniteit van de Congo van haar Koning over. U begrijpt wel, dat dit niet maar zoo gegaan is, maar ik kan er niet verder over uitwijden en het is een feit, dat België toen de Congo als kolonie kreeg.

Over het klimaat van de Congo wil ik in het algemeen een enkel woord zeggen.

Wanneer we het klimaat beoordeelen naar de temperatuur, als zijnde een der voornaamste factoren, dan moeten we de geheele Congo rekenen tot de landen met een tropisch klimaat, waaronder dan wordt verstaan een gemiddelde jaartemperatuur van boven de 20° C. De jaarlijksche verschillen in temperatuur zijn in Nederland veel grooter, n.l. 16° verschil tusschen de gemiddelde koudste en warmste maandtemperatuur, dan daar, waar dat slechts 5° is; in de Katanga is dat iets meer, n.l. 7 à 8°.

De dagelijksche schommelingen echter, die bij ons niet ver van 7° C. liggen, zijn daar grooter, n.l. 8^{5}° en in de Katanga meer dan 10°. Vastelandsklimaat-invloeden doen zich reeds gelden.

Verder is de regenval zeer belangrijk. In de Katanga is deze 110—120 cm., in de Beneden-Congo meer dan 150 cm.

Vooral hoogte-invloeden geven de Katanga een goed klimaat.

Wel komen er hooge temperaturen voor: vooral in de overgangen van de seizoenen, speciaal in de overgangstijd van het droge in het natte seizoen en zoo kwam verleden jaar, eind October, in Elisabethville, een max. luchttemperatuur van 38° C., d.i. 100° Fahrenheit, voor.

Ik heb zelf temperatuur-waarnemingen gedaan, waaruit bleek, dat de temperatuur 's nachts nooit boven de 20° C. of 70° Fahrenheit stijgt. In het droge seizoen, vooral in Juli, komen zeer lage minima voor en toen ik verleden jaar in die maand in de brousse was, d.w.z. het binnenland in met een tent, hebben we eenige nachten vorst gehad; alles was 's morgens wit gevroren en we hadden het in onze tropentent bitter koud.

Nu volgt nog de geschiedenis van de Katanga zelve. Deze geschiedenis echter valt samen met de ontdekking van het koper, voor zoover hier van ontdekking sprake is, want dit was bij de inboorlingen al lang bekend. Zelfs had onder de negerbevolking van Centraal-Afrika de Zuid-Oosthoek van den tegenwoordigen Belgischen Congo een vermaardheid om zijn koperrijkdom, reeds jaren voor de eerste Europeanen er in doordrongen.

De eerste exploitatie is er reeds eenige eeuwen geleden geschiedt en wel waarschijnlijk door de Balunda, een volk dat nu hoofdzakelijk in het tegenwoordige dictrict Lulua leeft, een der districten van de provincie Katanga.

Vele oude werken (travaux indigènes), ronde kuilen van een diameter tot 10 Meter, dateeren van deze periode.

Een tweede periode van exploitatie begint dan eenige tientallen jaren vóór de komst der blanken, d.w.z. zoo ongeveer in 1850, en wel door een volk de Basanga, die vermoedelijk de Balunda verdrongen.

Wat we zeker weten is, dat de Basanga op hun beurt onderworpen zijn door de Bayeka. Deze kwamen uit het Noord-Oosten, waarschijnlijk uit de buurt van het Victoria-Nyanza meer, onder hun Koning M'sidi. Deze overheersching, die dus van verre kwam, over dit rijke ertsland, is eenigszins vergelijkbaar, op kleinere schaal natuurlijk, met die van de Spanjaarden over Mexico en Peru.

De mijnwerken uit de Bayeke-periode zijn te onderscheiden van die der vorige, doordat zij verder waren in de mijnbouwkunde. De Bayeke n.l. maakten al ronde schachten tot 12 M. diep, soms zelfs al met galerijen, echte ondergrondsche werken dus. Deze exploitatie heeft nog lang voortgeduurd en zelfs tot in het jaar 1920 werd

nog veel in het geheim kopererts door negers gewonnen en versmolten; daarom in het geheim, omdat door de exploiteerende Maatschappij de negerhoofden, die aanspraak meenden te kunnen maken op het bezit van kopermijnen, waren uitgekocht.

Slechts enkele families van inlanders kenden het smeltprocedé; het harden van het koper is een kunst, die bij hen is uitgestorven. Het koper werd gesmolten in den vorm van een Maltheser kruis of in een H en gold vroeger als geliefd ruilmiddel. Veel ceremoniën hadden bij het smelten plaats.

In 1924 heeft men eenige zwarte deskundigen hun kunsten laten vertoonen, bij welke gelegenheid dit op een film vereeuwigd is.

Livingstone had op z'n expedities al gehoord van het voorkomen van rijke koperertsen en hij was op weg er naar toe, om zich van het bestaan ervan te overtuigen, toen hij in 1873 aan het Bangweolomeer gestorven is. Maar de eersten, die het hof van Koning M'sidi te Bunkeya bezochten en tevens de koperafzettingen te zien kregen, waren de Duitschers Böhm en Reichard, waarvan alleen de laatste terug keerde en slechts korte beschrijvingen gaf, o.a. van de mijn Luushia, die thans nog in volle exploitatie is. Dan in 1885 komen de Portugeesche ontdekkingsreizigers Capello en Ivens, op hun doorreis van de West- naar de Oostkust. Ook zij bezoeken het koperland en doen eenige mededeelingen, o.a. over de mijn Kalabi, die thans door de Union Minière, de exploiteerende Maatschappij, verlaten is en bekend was door het hooge Cobaltgehalte.

De Engelsche zendeling Arnot, die van het Zuiden kwam, had een langer verblijf in M'sidi's land. Hij vertelt slechts weinig over het koper in zijn boek, evenmin als zijn opvolgers onder de Scottish Brothers.

Daarna komen in 1890 en volgende jaren de expedities, die dit gebied aan de toenmalige Congo-vrijstaat brachten. In den beginne lukten de onderhandelingen met de machtige M'sidi niet, maar in 1892 werd M'sidi vermoord door een van de leiders van de expeditie van Marquis de Bonchamp en Capt. Bodson. De laatste meende n.l. bij de begroeting met M'sidi, deze een verdachte beweging te zien maken en daar hij blijkbaar geen risico wilde loopen, schoot hij M'sidi à bout portant dood, waarna hij zelf oogenblikkelijk door de hofhouding des Koning's met lansen werd doorboord.

Ik weid hier even over uit, omdat ik dadelijk een plaatje zal laten zien van de zoon van M'sidi, die ik ontmoet heb en foto-

grafeerde. Zooals ik U verteld heb, was M'sidi de Koning der Bayeke, die het land veroverd hadden.

De vader van M'sidi was een halfbloed, d.w.z. half Arabisch, die al veel vroeger handel dreef en koper haalde uit de Katanga. Hij was bevriend met een negervorst M'Pande, die woonde bij de tegenwoordige mijn Kambove, waarvan dan ook vermoedelijk die serie resten van oude ovens aldaar dateeren. Na de dood van M'sidi's vader werd zijn hulp door hem ingeroepen in een oorlog, en na de dood van M'Pande verklaarde M'sidi zich eenvoudig koning van het land en vermoordde iedereen, die hem mogelijk in den weg kon staan. Hij was berucht om z'n wreedheden, zoodat de angst van die Belgische Capt. Bodson, die een verdachte beweging meende te zien, niet geheel ongegrond was. Er bestaat een foto van hem, die z'n zoon me vol trots liet zien bij ons bezoek aan Bunkeya, de negerstad, waar M'sidi's residentie was en ook die van z'n zoon M'ivenda. Een goeden weg leidt er heen.

Nog moet ik vermelden de tocht van een Engelschman Sharpe, die uit Nyassa-land kwam, zonder gevolg.

Van de expeditie onder Delcommune met de wetenschappelijk geschoolde deelnemers Briart en Diderich is slechts weinig geologisch werk gepubliceerd. Des te vruchtbaarder was het werk van Cornet, die als geoloog deelnam aan de expeditie Bia-Franqui. Hij bezocht verscheidene kopermijnen en deed verder ook veel geologisch werk. Hoewel veel meeningen van Cornet niet meer houdbaar zijn, is het toch bewonderenswaardig, dat hij vele dingen onder ongunstige omstandigheden zoo juist heeft ingezien.

Het land Katanga ontleent z'n naam aan een dorp en een Koning van dien naam. Deze naam is uitgebreid tot de heele Z.O.-provincie van de Congo-staat met vier districten, waarvan in het Zuidelijkste deel het kopergebied ligt en thans de naam draagt van Haut Katanga.

Intensieve prospectie had pas na 1900 plaats.

Er had zich een maatschappij gevormd: de „Compagnie du Katanga", die later samen met het Gouvernement een semi-officieel lichaam vormde: het „Comité spécial du Katanga, C. S. K.". Deze C. S. K. droeg de prospecties op aan de „Tanganyika Concessions Limited" onder den financier Robert Williams. Kapitaal O.M. 30% Robert W. Later vormen deze beide lichamen tezamen, dus de C. S. K. en Robert William, met een bank: de „Société Génerale de Belgique", de nu exploiteerende Maatschappij:

de „Union Miniere du Haut Katanga". Dit geschiedde in 1906. Deze Maatschappij, de U. M., staat dus onder de C. S. K., en draagt dan ook jaarlijks een groot bedrag van de winst aan de C. S. K. af. Deze C. S. K. heeft een geologische en topografische dienst, die bezig is een topografische kaart te maken 1 : 200.000 in bladen van een vierkante graad en waarvan er nu 4 klaar zijn.

Uit de eerste jaren van de Union Minière zijn verschillende rapporten gepubliceerd over de mijnen en prospecties, waarbij George Grey moet worden genoemd.

Voor de geologische beschrijvingen van de Cu-afzettingen en vooral voor hunne mineralogische waarnemingen zijn uit dezen tijd interessant de publicaties van Buttgenbach, die zich ook later aan de beschrijving van mineralen uit de Katanga bleef wijden en nog in 1925 een samenvattend werk schreef.

Studt, een verengelschte Duitscher, in dienst van Robert Williams, gaf een samenvattend werk over de geologie van het geheele gebied, met kaarten, tot drie maal toe, n.l. in 1908, 1909 en 1913, met groote verschillen in de publicaties.

Verder volgen nog eenige Belgen en Duitschers, met wier namen ik U niet wil vermoeien. In den oorlog en ook daarna, is over de Katanga zelve niets meer gepubliceerd. Wel vertelt Robert, chef van de geologische dienst van de C. S. K., in zijn „Congo Physique", uitgekomen in 1923, iets over de Katanga, maar hiervan is al veel door hem zelf herroepen. Dan volgt nog een geologische kaart met tekst van Prof. Fourmaries uit Luik. Robert heeft aangekondigd de uitgave van een boek „de Katanga physique", maar het is nog steeds niet verschenen en dan last not least, zullen we tegen September zien verschijnen de dissertatie van collega Van Doorninck, handelende over de geologie van de Katanga, waarin de laatste gegevens van de Service Geologique van de Union Minière vervat zijn.

Algemeene geologie.

1. Gaande van W. naar O. zien we:

Een smalle kuststrook, met zwak hellende of horizontale lagen, behoorende tot het tertiair of boven-krijt. Deze zetten zich in Angola voort naar het Z., terwijl zij naar het N. zich aansluiten bij afzettingen van dezelfde ouderdom in de Sahara en de Sudan, die op hun beurt aansluiten bij een kuststrook langs de Indische Oceaan.

2. Volgen naar het O. de Monts Cristal, waardoor de rivier de

Congo heen breekt en de boven besproken barrière vormt, die hinderlijk voor de navigatie is.

Hier hebben we te doen met oude gesteenten, meer of minder geplooid en gemetamorfoseerd, die zich naar het N. voort zetten in de scheiding tusschen de Congo en het Tschad-gebied en in het Oosten in de hoogten van Ituri, de hooge streken rond het Tanganyika-meer en zich verder uitstrekken tot in de Hooge Katanga. Ten slotte wordt de keten gesloten door de rug van Benguella.

Deze keten sluit een soort van kom in met platte bodem, die wel ongeveer het hydrographisch systeem van de rivier de Congo omvat.

Inderdaad is op de bodem van deze kom, waarin zich ééns een binnenzee bevond, een laagpakket afgezet, waarvan het bovenste gedeelte overeenkomt met het Rhät, d.i. dus bovenste Trias volgens de fossiele fauna, die er in voorkomt.

Tevens dringen uitloopers van deze afzettingen in de oudere randformaties door, waar ze voor de erosie gespaard zijn gebleven, omdat ze tusschen breuklijnen gezakt zijn.

Men heeft deze triassische afzettingen gedoopt: de serie Lualaba-Lubilashe, waarvan de dikte zoo ongeveer één K.M. bedraagt.

In de zooeven genoemde randafzettingen van oudere gesteenten, komen uitgestrekte massieven voor van weinig geplooide lagen.

Men noemt dit laagpakket Kundelungu, naar het plateau van dien naam in de Katanga en noch in dit systeem, noch in al wat eronder ligt, is ooit één fossiel gevonden.

Daaronder komt dan een pakket van geplooide, nog oudere lagen voor, volgens de getoonde kaart, van F o w i n a r i e s, weer discordant onder de voorgaande. Dit pakket van wat in de legende genoemd wordt „formations plissées", is nog weer onderverdeeld in drie seriën, door discordanties gescheiden. De oudste van deze drie, die vermeld staat als „serie crystallophylienne" bestaat uit gneisen, micaschisten, quartsieten en kristallijne kalken. Ze worden door granietmassieven doorbroken, vergezeld van pegmatieten. Deze gesteenten nu zijn door ons, en daarmee bedoel ik de geologen van de Service Geologique van de Union Minière, nog zeer weinig onderzocht. Ze schijnen vooral goed ontwikkeld te zijn als vele intrusies in het tingebied, waar het tin dan ook in verband met de pegmatieten voorkomt.

De hoogere serieën van die formations plisées heeten de serie metamorfique et de serie schisto calcaire.

Zooals ik al zeide, komen in de serie: Lualaba-Lubilashe wel

fossielen voor en wel van boven-Trias. Men wilde nu paralleliseeren met de stratigrafie van Zuid-Afrika en heeft:

1°. de serie Lualaba-Lubilashe met de Boven-Karroo vergeleken;

2°. het Kundelungen-systeem met het Dwyka Ecca, onder-Karroo vergeleken, omdat er wel eenige lithologische overeenkomst is, bijv. is er in beide aan de basis een conglomeraat.

Het is vooral Mr. Robert, de chef du Service Geologique van het Comité Special, schrijver van de Congo physique, die deze parallelisatie voorstaat.

De volgende argumenten pleiten daartegen:

1°. het ontbreken van fossielen in de Kundelungen, die in de onder-Karroo wel voorkomen;

2°. verderop in het Tanganiyka-gebied komen wel fossielen voor in lagen, die wèl tot het beneden-Karroo hooren;

3°. is het heelemaal niet bewezen, dat het conglomeraat van de basis van de Kundelungen glaciaal is;

4°. volgt later.

Prof. Fourmarier houdt het geplooide substratum in de Congo voor niet jonger dan siluur en de plooiing voor prae-boven-Carboon, want in het boven-Carboon begon zich de Karroo te vormen en hij houdt het geplooide voor ouder dan Karroo.

Wij weten nu uit onze observatie het volgende:

Er is een algemeene plooirichting in de Boven-Katanga Z.O. ⟹ N.W., die naar het Westen toe meer O.W. wordt, genoemd: de plissement Lufilien; we kennen een andere plooirichting in Z.W. ⟹ N.O.: de plissement Lualabien, waardoor volgens deze kaart ook vele breuken in de plooirichting ontstaan zijn.

Het gebied van de laatstgenoemde plooiing is het tingebied, en is door ons nog weinig bezocht.

Het koper komt nu voor in het eerstgenoemde, Lufilisch geplooide gebied en we weten dat de stratigrafie in elk geval hier veel eenvoudiger is, dan op deze kaart is aangegeven.

Alles wat op de kaart in blauw staat aangegeven (serie schisto-calcaire) en waarvan dus wordt aangenomen, dat het ouder is dan Kundelungen (oranje) en er zelfs door een discordantie van zou zijn gescheiden, is Kundelungen, maar sterk geplooid.

Het paars gekleurde, aangegeven als serie metamorfique, ligt

wel is waar onder de Kundelungen, is dus waarschijnlijk ouder, maar ligt er concordant mee.

Door de sterke plooiing van dit heele pakket zijn in de anticline de oudere lagen door de erosie aangesneden en bloot gelegd. Nog ten Zuiden hiervan staat aangegeven de serie cristalline et crystallophylliene, waarvan het mogelijk is, dat het tenminste ten deele ook nog Kundelungen is, maar dan sterk gemetamorfoseerd.

Nu volgt dan het 4°. argument tegen parallelisatie d.v., n.l. dat dus hier het Kundelungen-systeem sterk geplooid is.

Wat hebben we nu in het kopergebied?

Een laagpakket van 4 tot $4^1/_2$ K.M. concordant, of met hoogstens enkele stratigraphische hiaten, sterk geplooid in plooien, die soms naar het N., soms naar het Z. overhellen.

Longitudinale breuken treden veel op en we weten nog niet of ze ontstaan zijn mèt de plooiïng en dus geen echte breuken, doch uitgewalste vleugels van liggende plooien zouden zijn, overgaande in plooi-overschuivingen, òf wel, dat het echte breuken zijn, ontstaan doordat de druk, die de oorspronkelijke plooiïng tengevolge had, doorduurde toen het gesteente op te geringe diepte lag om nog te kunnen plooien. Dit laatste lijkt mij het waarschijnlijkst.

Hier ziet U de stratigrafie van het kopergebied, zooals wij die nu kennen:

1. Arkose, rose kwarts, veldspaat, gekaoliniseerd aan de oppervlakte.
2. Eentonige serie kalkschalies. Goede gidslaag ontbreekt.
3. Kleine conglomeraat + calcaire rose, geëxploiteerd.
4. Weer serie kalkschalies, dikwijls wel te herkennen door fijngelaagdheid in de buurt van het groote conglomeraat, waarin de kalksteen van Kakontwe geëxploiteerd, overgang zeer geleidelijk.
5. Het groote conglomeraat, Tilliet van den Katanga, rolsteenen tot kopgrootte 30% elementen, matrix grondmassa, kleiachtig, tot schalies geworden. Rolsteenen nooit gekrast gezien, wel met driekanters; soms ook koolschalies met pyriet. Ook kalkbanken komen voor, eerst fijne, dan grover.
6. Overgang onmerkbaar naar de onderliggende serie van N. Guya, 500 tot 100 M. dik, van Oost ⟶ West; het meest typische pakket uit deze serie zijn de z.g. schistes charbonneux, koolschalies, waar de kool door metamorfose, waarschijnlijk belastingsmetamorfose (denk aan het pakket erop) in grafiet is veranderd. Verliezen aan de oppervlakte door oxydatie,

hun zwarte kleur, zijn soms bijna wit, meestal geband (schistes rubanées), soms zeer moeilijk te herkennen, hetgeen trouwens met vrijwel alle gesteenten het geval is.

Boven in die serie komen nog 2 horizonten van een arkose voor, onder in de serie komt een vrij constante doorloopende ijzerlaag voor (haematiet en magnetiet), die op enkele plaatsen geëxploiteerd wordt voor de kopersmeltovens. Het is wel waarschijnlijk, dat deze ertsen ontstaan zijn door metamorfose van sedimentaire ijzerafzettingen.

Verder komen onder dit ijzer pisolieten en oölieten voor, ook hoornsteenen en ten slotte ook dolomitische kalken, die wederom een onmerkbare overgang vormen met de onderste ons bekende serie, de:

Serie des Mines.

Dit is een dik pakket van dolomieten, min of meer schalieachtig, min of meer kiezelig met eenige horizonten, die aan de oppervlakte door verwering elk een duidelijk eigen karakter krijgen.

In het sterk geplooide gedeelte, waar dus de kern der anticlinalen ontbloot is, staat deze serie veelal recht op. Laat ik dadelijk zeggen, dat wij van wat onder de serie des Mines voorkomt, eigenlijk niets met zekerheid weten. In verreweg de meeste gevallen is deze serie aan beide zijden begrensd door een breccie, een breukzone dus en we weten er te weinig van om er iets met zekerheid over te kunnen zeggen.

Mineralisatie.

Deze speelt zich eigenlijk in het geheele pakket van die 4 à $4^1/_2$ K.M. af, maar is toch het intensiefst in de onderste serie, de serie des Mines; onbelangrijk is zij echter in de serie de N'Guya, evenals in het conglomeraat, maar daarboven wordt het weer beter, want vooral de calcaire de Kakontwe speelt een belangrijke rol en ook de omstreken van het kleine conglomeraat zijn op meerdere plaatsen bekend als goed gemineraliseerd.

We zullen ons hoofdzakelijk tot de serie des mines bepalen. Van de primaire mineralisatie weten we nu door de ontsluitingen in de mijnen en ook uit boringen al wel het een en ander: n.l. de dolomietische kalken zijn door ascendente oplossingen volgens zeer kleine barstjes en ook wel wat grootere gangetjes gemineraliseerd, vooral met chalcopyriet en blende, waarbij ook vervanging van de kalken optreedt. Zichtbaar verband met het magmatisch

substratum is nog nergens waargenomen. Behalve Cu, hebben deze oplossingen ook kiezelzuur en ijzer gebracht. In hoeverre bij die primaire Cu-mineralisatie de groote longitudinale breuken een rol hebben gespeeld, is niet zeker, wel hun rol bij de secundaire verrijking. In elk geval is het verband met de vele, kleinere dwarsbreuken duidelijker.

Merkwaardig is nu, dat in de Katanga kopermijnen de gewone sulfidische cementatie-zone vrijwel ontbreekt en dat eigenlijk al het erts in den vorm van carbonaten in de oxydatie-zone voorkomt, die niet dieper is dan een 40 Meter.

Vermoedelijk staat dit in verband met het klimaat en de denudatie-snelheid.

Wat zeker een groote rol heeft gespeeld is het feit, dat, zooals ik U al zeide, in bijna alle mijnen, de lagen verticaal staan, want waar deze dan ook min of meer horizontaal liggen, is de secundaire mineralisatie arm. Dat sterk „opgericht" zijn van de lagen heeft natuurlijk tengevolge gehad, dat de descendente oplossingen zich weinig lateraal verplaatsten. Bovendien fungeerden daarbij de breccies, zoowel de longitudinale als de transversale als reservoirs, en zijn dan ook vaak zeer goed secundair gemineraliseerd.

Gezien het geringe gehalte aan Cu van het primair gemineraliseerde gesteente, moeten we dus, met het oog op de groote rijkdom van het secundair verrijkte gedeelte aannemen, dat òf een geweldige hoogte gedenudeerd is en het erts daaruit geconcentreerd, òf wel, dat het bovenliggende primair rijker gemineraliseerd was.

Dat de contacten van de verschillende horizonten van de serie des Mines goed secundair gemineraliseerd zijn, spreekt vanzelf.

Behalve Cu, komen als metalen voor in mijnen met de serie des Mines: Uraan met Radium, Vanadium en ook Palladium.

Het normale gehalte van de rijkere mijnen gaat van 10 tot 20%; het blijkt wel eenigszins uit de bij de prospecties aangenomen schaal: (3-5) : 10 (pauvre, moyen).

Het grootste gedeelte van het erts is dus carbonatisch: vooral malachiet, zeer weinig azuriet, vrij veel chrysocol, cupriet en ten slotte toch ook nog wel wat, door cementatie gevormde, sulfide, maar weinig verder komt in enkele mijnen soms veel Co voor, vooral in Kalabi en Luushia.

Als meer zeldzame Cu-mineralen in de Cupriet: connelliet, gerhardiet, melanocalciet en verder gedegen Cu en Ag. Ook zijn er

mijnen, waar de mineralisatie heeft plaats gehad in de calcaire de Kakontwe: te Tantara met dioptaas en planchéité.

De mijn Chinkolobwe, de fameuse Radiummijn, ligt ook in de serie des Mines, waar dus behalve Cu, veel Uraanpeckerts met Radium voorkomt.

Als verweringsproducten van de peckblende zijn nieuwe mineralen, waarvan vele door Prof. Schoep beschreven, bepaald en gedoopt:

Kasoliet	Kiezel-uranaat van Pb.
Curiet	uranaat van Pb.
Dewindtite	phosphaat Pb en U.
Stasite	idem.
Soddite	uranyl silieaat.
Becquerelite	uraan-oxyde, waterhoudend.
Parsonsite	phosphaat Pb en UO_2 hydraat.

Vele andere mineralen komen voor, maar daarmee wil ik U niet vermoeien.

Zooals ik U al zeide, komt de serie des mines als onderste pakket alleen in de diep geërodeerde anticlinen te voorschijn. Doordat de dolomieten kiezelig zijn en wel vooral de roches cellulaires, geven deze relief in het terrein en steken als heuvelruggen uit en wel bijna zonder uitzondering zonder boomen, zoodat de afzettingen niet moeilijk te vinden waren. Het is nu niet altijd zoo, anders zou de geologische dienst voor de Maatschappij een overbodige luxe zijn.

In de eerste plaats zijn er de geologen met de algemeene geologie belast. Dat dit werk, ik bedoel het algemeen geologisch karteeren voor de U. M. economisch belang heeft, behoeft geen betoog, alleen al het opsporen der anticlinen, waar dus de serie des mines kan ontbloot zijn.

Er bestaat dan ook van een groot stuk van het Cu-gebied thans een goede geologische kaart en dat dit werk met zoo'n goed resultaat is bekroond, is zeker wel in de eerste plaats te danken aan de scherpe blik en de sympathieke leiding van de chef van de geologische dienst, Mr. du Trim de Terdonck en ik kan er nog met trots bijvoegen, dat een zeer belangrijk deel van het veldwerk en karteeren op rekening komt van m'n collega Van Doorninck.

Een ander gedeelte van de geologen deed meer prospectors werk. Ik zelf heb dat ook een tijd gedaan.

De prospectie van een ontdekte of bekende mijn, die goede oppervlakkige aanwijzingen gaf, begint met loopgraven en ronde

schachtjes tot 10 M., waaruit monsters genomen worden. Werd hierdoor een voldoende hoeveelheid erts gedeveloppeerd, dan werd tot boren overgegaan. Met het boren zelf was belast de U welbekende Maatschappij „de Foraky". Geven ook deze boringen een voldoende tonnage in de diepte, dan wordt de mijn geopend, alles in dagbouw.

Erts van 5—13% gaat naar Panda, waar de concentratie door middel van flotation enz. geschiedt.

Nog moet ik vermelden, dat er één mijn bestaat, pas eenige jaren geleden als zoodanig bekend, de Kipushi-mijn (bij het bezoek van den prins verleden jaar in „Mine Prince Leopold" herdoopt) die de rijkste Cu-mijn van de wereld is en eerst verlaten was. Deze nu is een echte gang.

Zeer belangrijk is natuurlijk voor de U. M. het vraagstuk van de arbeidskracht, de „main-d'oeuvre indigène". Daarvoor worden negers gebruikt en de Maatschappij heeft er ongeveer 30.000 noodig.

Vroeger werden zij door Robert Williams in N.O. Rhodesia gerecruteerd, want in Katanga is de bevolking onvoldoende en bovendien niet van de beste soort; sinds dit jaar is de recruteering door de U. M. zelf ter hand genomen in Rhodesia. Het zijn boys uit het Engelsch gebied, doch zij gaan meest na 6 maanden terug en hebben gauw klachten. Nu worden pogingen gedaan om in het territoire occupé negers te krijgen, want dat is een dicht bevolkt land. Proeven worden in de Kipushi gedaan met z.g. geschoolde boys.

Deze werkkracht is in 't algemeen duur en de prestatie gering. Bovendien zijn de kosten enorm gestegen: in 1924 3 frs per dag, thans 20 frs. Ze worden goed verzorgd. Men tracht nu zooveel mogelijk alle handenarbeid door mechanische arbeid te vervangen, waartoe ook de rivieren Lufira en Lualaba gecaptiveerd worden.

Een neger heeft een kinderlijk karakter, met alle voor- en nadeelen ervan; ze zijn vroolijk, lui natuurlijk, niet haatdragend en passen zich snel aan. Deugen eigenlijk niet erg voor mijnwerk; ze zijn beter als dragers.

Hun zwakke punt is de maag. Die moet goed verzorgd worden. Dit wordt door de U. M. goed ingezien, zoodat ze erg verwend worden. Ik zelf heb het meest met negers te maken gehad als dragers. Men reist n.l. buiten de spoorwegen en de groote autowegen altijd in karavaan, wat in heel Oost-Afrika „safari" heet.

Het hangt nu heelemaal van de behandeling van zoo'n troep af,

of ze slecht of goed is. De neger is van nature aan tucht gewend: het ontzag voor hun chefs of koningen was geweldig; toch is het de kunst om zooveel mogelijk zonder lijfstraffen het prestige op te houden. Met een beetje tact en handigheid is dat wel mogelijk.

Men reist er dan in een safari met al zijn hebben en houden en het land is er uitstekend voor geschikt, want het is een parklandschap. Het kampleven is er zeer geriefelijk, vooral in een permanent kamp. Natuurlijk heeft de „brousse" zijn gevaren, als b.v. slangen.

Ten slotte nog enkele algemeene dingen over de Katanga en de Union Minière.

Toegangswegen:

1. Bas Congo: 14 dagen boot, 6 weken Congo, 2 dagen vliegen;
2. Lotsito bay, spoorweg in constructie, $4^1/_2$ week, Mei-October auto;
3. Kaap;
4. Beira, transporten;
5. Dar-es-salaam.

Het hoofdbureau van de U. M. is nog in Elisabethville.

Het voornaamste centrum der Maatschappij is Panda (1500 blanken, uitsluitend U. M.); het is verbonden met Elisabethville met een zeer geriefelijke spoorweg.

Verder een fraaie autoweg, die doorloopt tot Bukama, met verschillende zijwegen, zoodat het bezit van een auto tot een genot wordt.

Door goed klimaat en fraaie boschrijke omgeving is Katanga een prettig land om te wonen.

„EENIGE GREPEN UIT DE PRAKTIJK VAN HET OLIEWINNINGSBEDRIJF IN NEDERLANDSCH-INDIË".

Verslag van de voordracht, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging, op Dinsdag 8 Febr. 1927, 's avonds 8 uur, in zaal 96 van het Instituut voor Mijnbouwkunde,

door Ir. J. H. Steggewentz m.i.

Petroleum komt in Ned.-Indië meestal voor als opvulling van poriën van zanden en zandsteenen. De zanden bevatten vaak kleibandjes en glaukoniet.

Deze zandlagen zijn oorspronkelijk nagenoeg horizontaal afgezet en hadden misschien slechts een betrekkelijk klein gehalte aan organische stof. Doordat deze lagen later door kleibanken werden overdekt en meer naar de diepte zakten, veranderde de organische bijmenging, waarbij o.a. water, methaan (moerasgas) en petroleum ontstond. Toen de zandlagen geplooid werden, ontstonden hierin anticlinalen en troggen of synclinalen.

Onder invloed van de zwaartekracht kon zich nu het gas en de olie in opwaartsche richting, dus naar de toppen der zadels en het water in dalende beweging, dus naar de troggen bewegen, zoodat hierbij een concentratie van het petroleum en het gasgehalte plaats vond.

Onder de, in de laag heerschenden druk, welke ik hierbij om de gedachte te bepalen eens op 30 atm zal aannemen, loste het methaangas soms gedeeltelijk, soms geheel in de olie op. In verband hiermede vinden we op den top van sommige zadels wel en van andere zadels geen gasputten (putten welke nagenoeg uitsluitend gas leveren).

Het spreekt vanzelf, dat de oliedeeltjes op hun weg naar den top van het zadel wel eens hindernissen kunnen ontmoeten. Breuken en verschuivingen, flauwe afwijkingen in de plooiing (flexuren) kunnen eveneens aanleiding geven tot ophooping van olie en zijn dus voor den geoloog van veel belang.

Op sommige terreinen bestaan er geen doorloopende zandlagen, doch bevinden zich in het zadel vele zandlenzen, welke de plooiing

hebben medegemaakt. Opmerkelijk is hierbij, dat de lenzen op den top van het zadel geen water bevatten, waaruit blijkt, dat de olie en het water door de, de lenzen insluitende lagen van grooten weerstand zijn heengedrongen, òf omdat de lenzen door dunne zandsnoeren met elkaar verbonden zijn.

Een zeer merkwaardig verschijnsel is, dat de grens tusschen olie en water in een doorloopende zandlaag niet horizontaal verloopt, doch dat de olievoering op de neuzen (onderduikende anticlinaalgedeelten) dieper zit en belangrijk dieper dan op de flanken. De verklaring van dit verschijnsel volgt op ongedwongen wijze uit de daareven genoemde wijze van concentratie der olie. Het verzamelgebied der neuzen omvat n.l. veel grooter hoek van het terrein dan het verzamelgebied der flanken en het is dus begrijpelijk, dat de olie op deze wijze bij het zadel samenkomt. Als we uitsluitend letten op de werking der zwaartekracht, zou zich daarna de grenslijn tusschen olie en water in de zandlaag horizontaal moeten instellen. Dat dit niet geschied is, zou te verklaren zijn door aan te nemen, dat het evenwicht zich nog niet heeft ingesteld, dat het zich nu nog aan het instellen is. Persoonlijk gevoel ik veel meer voor de opvatting, dat het evenwicht bereikt is en zich andere krachten tegen een verder verplaatsen van de olie verzetten.

Op één boorterrein bevinden zich in den ondergrond verscheidene olielagen, welke door kleibanken, kleihoudende zandlagen, watervoerende zandlagen, koollagen, enz. gescheiden zijn. De vraag doet zich dus direct voor, op welke wijze men deze olielagen van elkaar kan onderscheiden, m.a.w. hoe men zich stratigraphisch kan oriënteeren.

De olielagen worden onderscheiden door hun stratigraphischen afstand tot andere olielagen en hun stratigraphischen afstand tot bepaalde koollagen. Deze koollagen herkent men soms aan hun bijzondere dikte of een bijzonder tusschenmiddel, doch meestal door hun stratigraphischen afstand tot andere koollagen. Een voorbeeld van een zeer belangrijke gidskoollaag is de „Mangoes", een ongeveer 20 m. dikke koollaag, welke in het midden een speksteenband bevat, welke soms 2 m. dik is. Op sommige gedeelten in Palembang komt deze koollaag aan de oppervlakte, alwaar de kool verbrokkelt en onder invloed van den speksteen geheel verkiezeld en door kiezels omkorst wordt.

Op Borneo is getracht de bruinkoollagen te onderscheiden naar het watergehalte, onder aanname, dat de dieper gelegene ouder en

dus armer aan water zouden zijn. Het is echter niet gelukt een afdoend verband te brengen tusschen watergehalte en diepte.

Even teleurstellend waren de onderzoekingen van één-cellige fossielen, afkomstig van de terreinen op Borneo. Het lukte niet hierbij slechts één gidsfossiel te ontdekken en van vele fossielen bleken zelfs de soorten nog heden te bestaan.

Alleen op het boorterrein Kloeang scheen men met gidsfossielen gelukkiger te zijn. Aangezien ik te vroeg uit Indië vertrok om hierover mijn oordeel te willen uitspreken, werd op Kloeang toch zeker bewezen, dat men door aanhoudend zoeken wel iets kan bereiken.

Als merkwaardigheid zij hier vermeld, dat in boring No. 103 te Soeban Djerigi op ± 100 m. beneden maaiveld aan den top of in het bovenste gedeelte van een koollaag fossiele rubber werd aangeboord. Prof. Brouwer zal uitmaken, of men hier werkelijk met een fossiele rubber, dan wel met één of ander ozokerietvariëteit te doen heeft.

Voor het maken der putten worden droogboorsystemen en spoelboorsystemen toegepast. Van de eerste komen het Canadeesche stangensysteem en het Californische kabelsysteem het meeste voor. De gebruikte spoelboorsystemen onderscheidt men in:

1°. het K.N.P.M.-systeem, het systeem der Kon. Ned. Mij. tot Expl. van Petroleumbronnen in Ned.-Indië (spudding);
2°. het K.N.P.M.-systeem met dubbele spoeling;
3°. een roteerend systeem met holle stangen met een „vischstaartbeitel" of een onderruimende vischstaartbeitel;
4°. een roteerend systeem met getande staalkroon, dat alleen gebezigd wordt voor het uitboren der cementkernen na cementeeren;
5°. Rotary-systeem.

Naar de dikte van de spoeling onderscheidt men spoeling en dikspoeling. Meestal wordt voor ééne boring één boorkraan benut, doch soms, vooral bij Rotary, gebruikt men voor eene boring meerdere boorkranen van verschillend systeem, haaks op elkaar staand, en op Djambi slaat men twee putten van uit een boortoren met een boorkraan. Alvorens van dit onderwerp af te stappen zou ik even enkele bijzonderheden omtrent instrumentaties willen behandelen.

Is het boorgereedschap vastgeraakt, dan bereikt men door spoelen in de zandige formaties vaak veel meer dan met hard trekken.

Een perforator met een sleepbeugel is veel beter, dan één met veeren, aangezien bij het inlaten de beitel hierbij niet sleept langs de boorbuiswanden. Voor de buizensnijders worden tegenwoordig meestal beiteltjes gebruikt, welke veel beter voldoen, dan de ouderwetsche discusvormige mesjes.

Voor het ontschroeven van boorbuizen is een speciale ontschroever geconstrueerd, welke zeer goed voldoet, hetgeen vooral daaraan te danken is, dat deze de boorbuizen niet boven de elasticiteitsgrens belast.

Instrumentatie in de lucht.

Voor het maken van een put zijn verscheidene boorbuisseries noodzakelijk, zoodat men hierbij een telescopische verbuizing krijgt. De wrijving van den buitenwand der boorbuis met het gebergte toch maakt, dat de boorbuis na het bereiken van een bepaalde diepte vastloopt. Hierna wordt een kleinere boorbuis in de voorgaande ingelaten, welke dus tot aan den schoen van de voorgaande serie tegen den druk van het gebergte beschermd is. Wanneer deze serie over een zekeren afstand in het gebergte reikt, loopt ook deze serie vast, waarop dan weer een kleinere serie moet worden ingebouwd.

Meestal echter komt het niet tot vastloopen, doch wordt de serie voor dien tijd in een kleilaag vastgezet, teneinde te voorkomen, dat water van boven die kleilaag in den put kan dringen. Dit vastzetten kan gebeuren door in de kleilaag een gat te boren, dat nauwer is dan de buizenserie en deze laatste daarna in dit nauwe gat te laten zakken, waarbij de schoen de wanden nasnijdt, zoodat de klei hermetisch om den buitenkant van den schoen afsluit. Wil de serie niet uit eigen gewicht zakken, dan „drijft" men deze, door het slaan met een groot houten blok of met de van drijfklemmen voorziene zwaarstang. Is de kleibank te brokkelig voor deze bewerking of moet de afsluiting bijzonder soliede zijn, dan boort men in de kleibank een gat al of niet grooter dan de boorschoen van de serie en cementeert daarna deze serie met Padang-cement. Ik vestig speciaal de aandacht daarop, dat dit cement niet met zand of grind wordt vermengd.

Het zetten of cementeeren van een serie wordt toegepast voor het afsluiten van waterlagen of verwaterde olielagen, het isoleeren van productieve olielagen, het kwijtraken van sterk navallend gebergte, enz. Aan het isoleeren van produktieve olielagen gaat bij

voorkeur het dichtsmeren van deze olielagen met zeer dikke dikspoeling vooraf (mudding off).

Het wordt den laatsten tijd gebruikelijk, zoowel in Amerika als in Ned.-Indië, de laatste serie van alle putten boven een belangrijke olielaag te cementeeren.

Aangenomen, dat de laatste serie vastgezet of gecementeerd is in de kleibank, welke het dak van de olielaag vormt, wordt de put met een dunnere serie, genaamd spuitserie, afgewerkt. Dit afwerken kan op velerlei wijzen, afhankelijk van den aard van het oliezand, geschieden, te weten:

a. De spuitserie wordt neergezet op den bovenkant van de olielaag, hetgeen natuurlijk alleen geschieden kan bij zandsteenlagen.
b. De onderste, of de onderste twee pijpen worden geperforeerd.
c. De onder b beschreven pijpen worden omwonden met draad (dit geschiedt op de draaibank).
d. De onder b beschreven pijpen worden omwonden met draad, nadat eerst langsdraden op de buizen zijn gesoldeerd.
e. De perforaties der schoenpijpen worden voorzien van koperen zeefdoppen.
f. De schoenpijpen zijn in langsrichting voorzien van dunne sleuven.

De perforaties van zeefdoppen en de wijdten der sleuven worden zoodanig gekozen, dat ze ± 30% van het oliezand terug houden, waardoor ze zelve een zandmantel van grof zand om zich heen vormt.

Bij de laatste vijf systemen kan een houten of gietijzeren bodemplug of een bodemklep worden toegepast.

Een druk van 30 atm. is in een olielaag absoluut geen uitzondering. Onder dezen druk is een enorme hoeveelheid gas in deze olie opgelost. Op het oogenblik van aanboring treedt op het punt van aanboring een plotselinge drukvermindering op, tengevolge waarvan het gas uit de olie gaat ontsnappen en olie en zand met zich medesleept. Is de put aan de oppervlakte geopend, dan wordt de olie vaak 20 m. hoog geslingerd. Tegen den tijd, dat men de olie aan wil boren, moet de put dan ook voorzien zijn van een afsluiter en zijdelingsche uitlaten, waarop olieleidingen aangesloten zijn.

Het spreekt vanzelf, dat het aanboren van olie op deze wijze niet van olieverlies en gevaar voor brand vrij is. Daarom wordt op sommige boorterreinen de olie veelal met dikspoeling aangeboord; met behulp van een grondmonstertrekker gaat

men na, of men de olielaag diep genoeg ingeboord heeft, laat hierna een 3″ of 4″ trechter in en laat in deze een swab aan een $^5/_8$″ kabel (zandlijn) zakken. Deze laatste wordt daarna snel opgetrokken en werpt dus een kolom dikspoeling uit. Door de plotselinge drukvermindering ontsnapt gas uit de olie, die zich onder den dikspoeling in de olielaag bevindt. Dit gas werpt de dikspoeling verder uit. Gedurende dit laatste sluit men den putafsluiter dicht en laat de dikspoeling door de zij-uitlaat ontsnappen. Zoodra de dikspoeling door olie gevolgd wordt, verstelt men de kranen en spuit de put direct in de olieleiding.

Van een pas productief geworden put ga ik U nu de ideale geschiedenis mededeelen, d.w.z. ik laat dezen put zooveel mogelijk chronologisch op elkaar volgende stadia doorloopen en kom hierdoor tegelijk tot een beschrijving van de meest gebruikte wijzen van olieopvoer. In het eerste stadium spuit de put door eigen kracht en wordt dus een spuiter genoemd. Gaat de put door weken- of maandenlang produceeren in productie en gasgehalte achteruit, dan gebeurt het vaak, dat de put niet meer continu spuit, doch intermitteerend en is dus dan in het tweede stadium getreden en wel dat van intermitteerende spuiter. Dit intermitteerend spuiten gaat soms zeer regelmatig. Put 96 te Soeban Djerigi spoot gedurende 5 minuten en wierp in dezen tijd ongeveer 4000 liter uit. Hierna trad gedurende precies 1 uur en 15 minuten rust in, waarbij slechts geringe hoeveelheden gas uit den put ontsnapten, waarna weer een eruptie volgde.

Dit intermitteerend spuiten is minder gewenscht, daar het ten koste gaat van de olieproductie en ongewenschte schokken in het oliezand veroorzaakt. Teneinde de put weer regelmatig te laten spuiten wordt later een trechter van 4″, 3″, 2″ of $1^1/_2$″ pijpen ingelaten, waardoor de put in den regel weer continu spuit. Dit stadium noemt men trechter.

Is het gehalte aan gas voor deze productiewijze ook niet meer voldoende, dan kunnen we dit natuurlijk gemis aan gas op kunstmatige wijze aanvullen. Hiertoe behoort als vierde stadium de trechter met lucht, als vijfde stadium de Russische windschoen en als zesde stadium de Mammoethschoen.

In deze drie laatste stadia wordt in de praktijk de put tot de met gas of lucht gepompte pompputten gerekend.

Het zevende stadium, dat ook hiertoe behoort, is de luchtbailer, welke soms als gecombineerde luchtbailer kan worden

uitgevoerd. Als achtste stadium kan de putpomp (working barrel) worden beschouwd, welke soms als differentiaal putpomp (differentiaal working barrel) is uitgevoerd.

De uit eigen kracht produceerende en de met lucht of gas gepompte putten kunnen soms plotseling weigeren te produceeren; ze zijn afgeslagen. De zaak is dan de putten zoo spoedig mogelijk weer productief te maken. Het makkelijkst geschiedt dat door het z.g. laten schrikken.

Uit een afgeslagen put toch ontsnapt meestal een weinig gas. Men sluit nu den put gedurende eenigen tijd, b.v. een uur of korter, geheel dicht, tengevolge waarvan dit gas niet meer ontsnappen kan en dus de druk in den put geleidelijk oploopt, tengevolge waarvan minder gas uit de olie ontsnapt. Zetten we daarna plotseling alle kranen open, dan begint het gas in de olie plotseling te ontsnappen en veroorzaakt een opbruisen, tengevolge waarvan in de geheele kolom olie drukvermindering plaats heeft, waardoor op alle diepte tegelijk gas ontwikkeld wordt, hetgeen vaak een eruptie tot gevolg heeft. Lukt dit, dan is de put ook meteen weer productief.

Het spreekt vanzelf, dat we hetzelfde effect ook kunnen bereiken door kunstmatig gas tot den put toe te laten, zoodat dit in de olie oplost en daarna door plotseling aflating van den druk een opkoken teweeg te brengen.

Lukt dit alles niet, dan laten we in een spuiter, trechter, Mammoethschoen of luchtbailer, een Russische windschoen in en laten den put tijdelijk met behulp van deze produceeren. Slaat een R.W.S. af, dan hangt men de $^1/_2$" pijpjes tijdelijk iets hooger en de put produceert.

Een typisch voorbeeld hiervan is put 1 te Soeban Boerang (Palembang), welke een krachtige spuiter was van ongeveer 80 m^3. per etmaal. Af en toe, ongeveer eens in het jaar, weigerde de put plotseling. In den put nu hing door toevallige omstandigheden een putpomp. Eén slag van deze putpomp was voldoende om den put weer voor geruimen tijd te laten spuiten.

De verklaring van dit verschijnsel is heel eenvoudig. Nemen we bijvoorbeeld aan dat een put 400 m. diep is en in de laag een druk van 30 atm. heerscht, dan is bij een s.g. van de olie 0.8 deze druk in staat een kolom olie van $\frac{30 \times 10}{0,5} = 375$ m. te dragen.

Aangezien de put 400 m. diep is, is een toestand van rust mogelijk, waarbij de put niet productief is. Het ontstaan van het geringste luchtbelletje kan in de omgeving meerdere luchtbelletjes

doen ontstaan, waardoor het s.g. van het mengsel lichter wordt en de kolom langer, zoodat een overstroomen mogelijk is, waarna een plotselinge gasontwikkeling den put voor korteren of langeren tijd tot spuiten brengt.

Gedurende een van de hierboven beschreven stadia treedt meestal in den put water naast de olie op. Dit water kan zijn: bovenwater, vleugelwater of bodemwater. Het bovenwater is daarvan afkomstig, dat de afsluiting boven de laag op den langen duur ondicht wordt en water doorlaat. In verband hiermede wordt tegenwoordig boven belangrijke olielagen de laatste serie van alle putten gecementeerd. Het vleugelwater treedt meestal op, en bij een ideale wijze van ontginning uitsluitend aan de randen van een productief gebied. Het bodemwater ontstaat, indien zich direct onder de olielaag een waterlaag bevindt, al of niet gescheiden van de olielaag door een dunne kleibank. Het behoeft geen betoog, dat het vaak zeer moeilijk is uit te maken op welke wijze een bepaalde put aan het verwateren is en meestal geeft alleen de vergelijking van de gedragingen van vele naburige putten een goed inzicht.

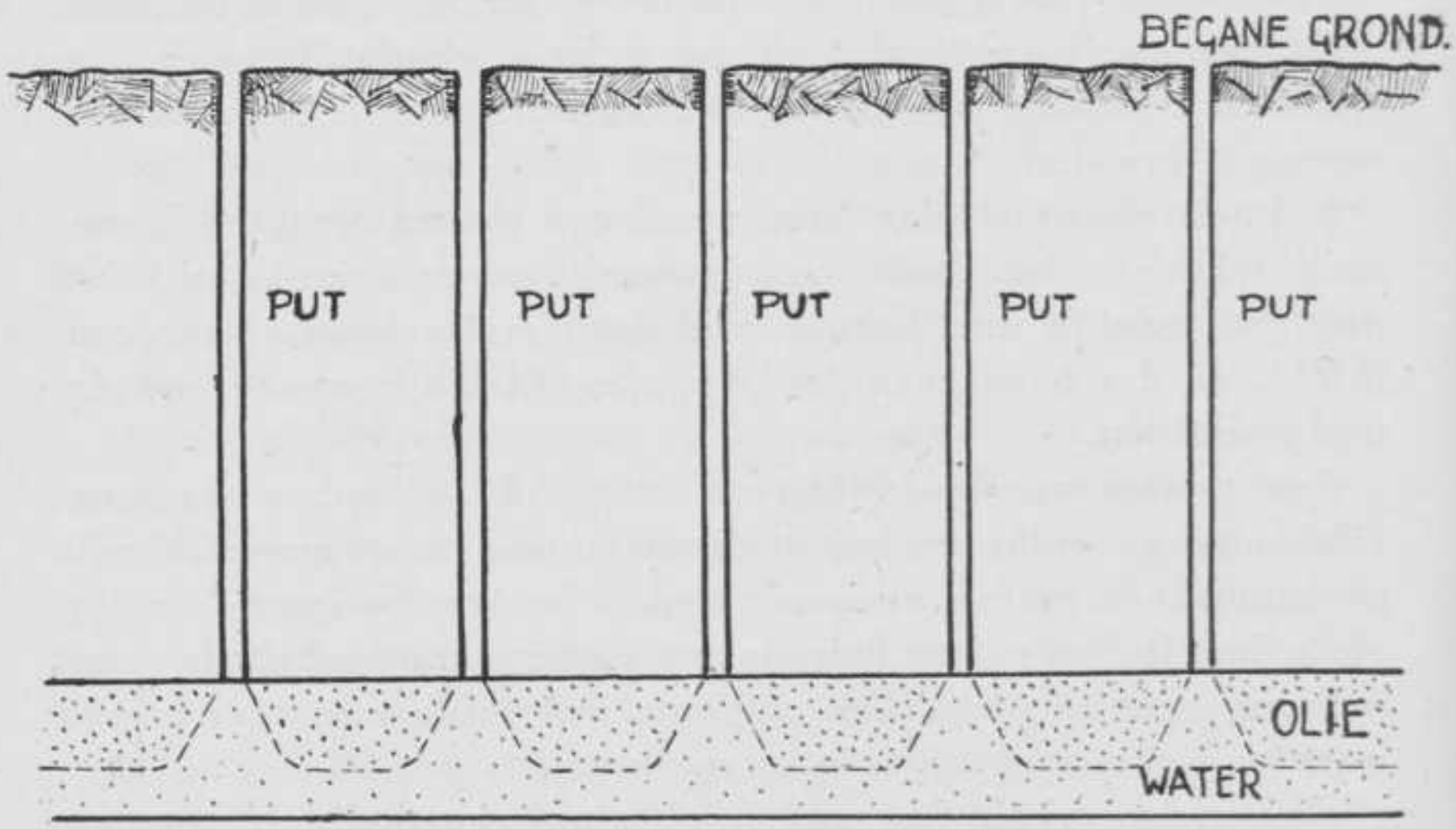


Fig. 1.

Een voorbeeld van bodemwater geeft bovenstaande figuur, waarbij tusschen totaal verwaterde putten aanboring van schoone olie zonder water hier mogelijk is. Tengevolge van deze verwatering is het ook theoretisch onmogelijk met behulp van een enkelen put de olie uit een geheele anticlinaal te winnen. Heeft de put

eenige jaren geproduceerd, dan is in dezen tijd het watergehalte geleidelijk toegenomen en heeft tenslotte praktisch 100% bereikt. De put heeft slechts over een bepaalde invloedssfeer de olie aan het gebergte onttrokken. Over de grootte van deze invloedssfeer zijn noch de geleerden noch de practici het met elkaar eens. Nauw verwant met deze kwestie is de beïnvloeding van twee putten onderling, d.w.z. dat de productie van den eenen put plotseling vermindert, zoodra de andere put wordt aangeboord, voor zoover dit alleen het gevolg is van ondergrondsche oorzaken.

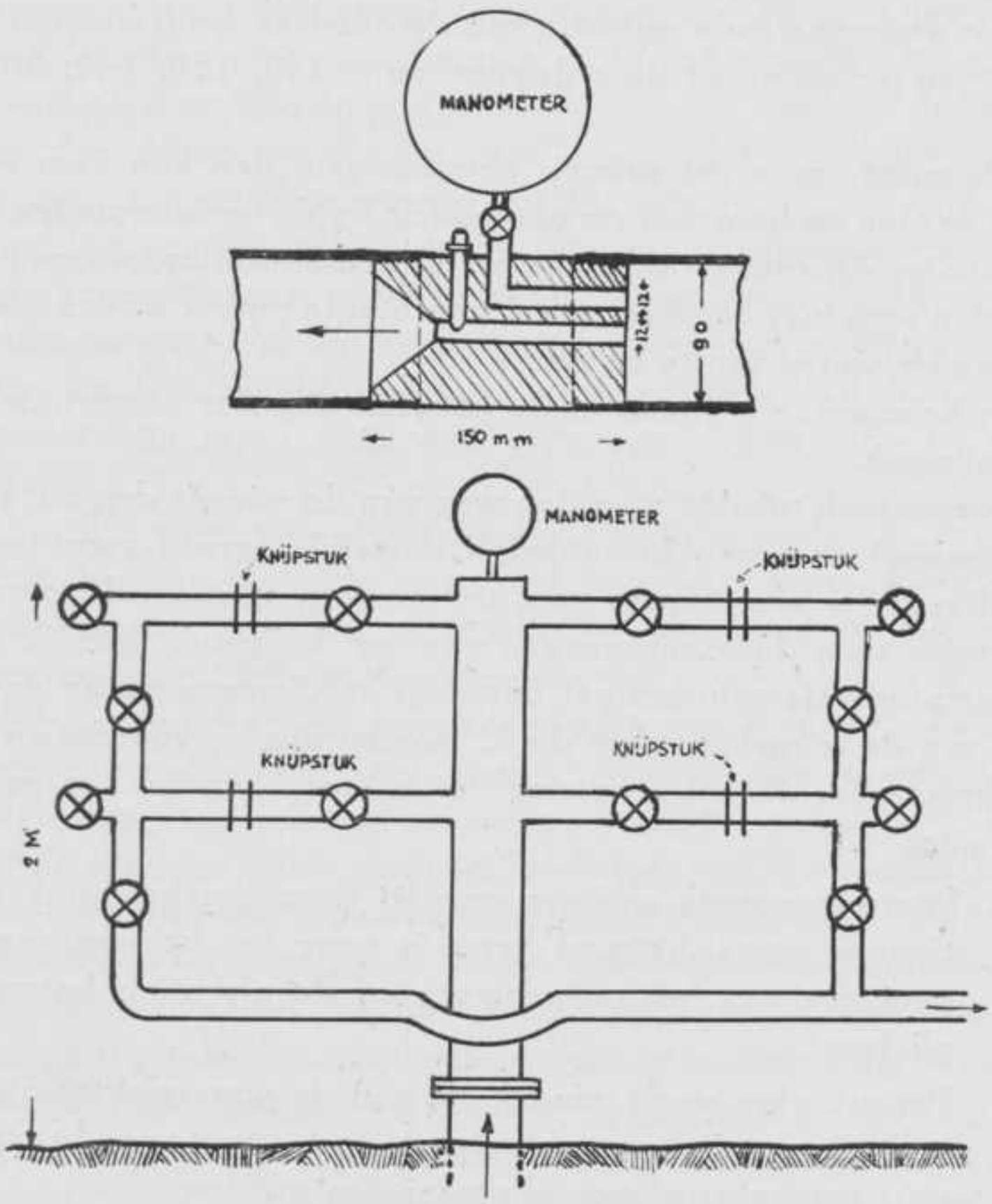


Fig. 2.

In sommige gevallen bleek, dat op 150 m. afstand geen beïnvloeding plaats had, in een ander geval bleek de beïnvloeding op 1 km. afstand zeer zeker te bestaan. In de meeste gevallen zijn

de aanduidingen zeer vaag en alleen aanhoudende opmerkzaamheid kan hier eenige zekerheid verschaffen. De afstand van beinvloeding toch is afhankelijk van de afmetingen der poriën van het oliegesteente, van het gasgehalte en de dunvloeibaarheid van de olie, het gedrag van het in de laag aanwezige water, enz., welke factoren voor verschillende terreinen ongelijk zijn. Tengevolge hiervan zijn de afstanden der putten, welke tezamen de put-netten vormen, verschillend. Deze put-netten bestaan uit een aaneenschakeling van gelijkzijdige driehoeken, waarvan de hoekpunten de plaatsen aanwijzen, welke achtereenvolgend afgeboord zullen worden, totdat men het watervoerende gedeelte van de olie-laag heeft bereikt. De lengte van de zijde van deze driehoeken is 250, 150, 120, 80 en 60 m.

Is eenmaal zoo'n net primair aangenomen, dan kan men later in een verder stadium van de ontginning op de zwaartepunten der gelijkzijdige driehoeken weer nieuwe putten aanzetten, waarbij het meer dan eens lukt tusschen totaal verwaterde putten weer schoone olie zonder water aan te boren.

Een belangrijke mijlpaal in de ontwikkeling der olietechniek is het knijpstuk.

Vroeger toch maakte men den weg van de olie uit den put naar den gasafscheider zoo gemakkelijk mogelijk, terwijl men tegenwoordig dezen weg expres van een grooten weerstand voorziet. Aangezien men door aanbrengen van een knijpstuk tijdelijk veel minder productie van den put ontvangt en dientengevolge dus de rente van de te maken winst derft, moeten dus de voordeelen wel heel groot zijn, die tot invoering der knijpstukken hebben geleid. Deze zijn:

1°. Intermitteerende spuiters worden door het knijpstuk continue spuiters, hetgeen beter is voor het behoud van de structuur van het oliegebergte en de afsluiting boven de olielaag;

2°. Per m^3. olie treedt minder gas aan de oppervlakte; dit gas is dus in de olielaag gebleven en doet dienst voor het transport van verafgelegen olie naar den put toe;

3°. Het opdringen van vleugelwater heeft gelijkmatig plaats;

4°. Men meent, dat de totale productie van den put grooter wordt;

5°. Het spuiterstadium verlengt zich ten koste van het pompstadium.

Wordt het knijpstuk niet geplaatst en laat men de put vrij uitspuiten, dan heeft over den geheelen invloedssfeer van den put in de olielaag gasontwikkeling plaats. Dit gas haast zich naar den put en voert slechts op zijn weg betrekkelijk geringe oliehoeveelheden mede. De ontgaste olie blijft op de plaats zelve in de laag achter en, gasarmer, raakt deze dientengevolge buiten de invloedsfeer van den put. Doch het vleugelwater zal zich door plotselinge drukvermindernig in de laag naar den put bewegen en hierbij de meer grofkorrelige gedeelten van het zand uitkiezen. Hierbij ontstaan dus kanalen tusschen het vleugelwater en den put en aangezien het water zich gemakkelijker door het oliezand beweegt dan de, bovendien nog ontgaste olie, is de put ontijdig verwaterd. In een Amerikaansch tijdschrift sprak onlangs iemand de meening uit, dat alleen hierdoor, terwijl alle andere omstandigheden i d e a a l aangenomen werden, slechts een gering gedeelte van de op de anticlinaal voorkomende olie zou worden gewonnen.

Behalve olie, gas, water en zand leveren de produceerende olieputten meestal ook grootere of kleinere hoeveelheden emulsie van water en olie. Emulsie drijft op water en zinkt in de olie, waaruit het ontstaan is en geeft aan deze een koffiekleurig en troebel aanzien.

Emulsie werd vroeger in emulsiestills door verhitting tot $\pm 90°$ C. op benzine en lichte petroleum verwerkt. Tegenwoordig heeft men hiervoor apparaten met hooger rendement, welke evenwel lang niet voor alle emulsies geschikt zijn.

Bij de emulsies heeft men alle graden van hardnekkigheid. Laat men een emulsie lang staan, dan scheidt zich olie en water af; het restant wordt hierbij meestal steeds hardnekkiger.

Alle emulsies zijn te ontleden door toevoeging van vast keukenzout. Sommige reeds door toevoeging van keukenzoutoplossingen. De emulsies van Pangkalan Soesoe liet men vroeger ontleden door toevoeging van zeewater. Ook bestaan er emulsies, welke bij elkaar gemengd, plotseling ontmengen in olie en water. Electrolyse doet eveneens vele emulsies ontleden.

De emulsiekwestie is nog geenszins opgelost. Aangezien echter aan dit probleem veel geringer financieele belangen verbonden zijn, dan aan andere, nog niet opgeloste problemen, verwacht ik een afdoende oplossing nog niet binnen korten tijd.

In verband hiermee is het eenvoudiger en economischer emulsievorming te voorkomen. Ik heb de volle overtuiging, dat emulsie als regel niet in de aardlagen voorkomt, doch bij de verschillende

productiemethoden tengevolge van heftige roeringen uit olie en water ontstaat.

Putpompen toch, welke als regel olie en water produceeren met slechts een gering gehalte aan emulsie, leveren een veel hooger percentage aan emulsie, zoodra de putpompzuiger lek gaat worden en dus niet alleen pompt, doch tegelijk de vloeistof karnt.

Bij spuiters tracht men soms de emulsievorming tegen te gaan door een naar beneden toe steeds nauwer wordende (zich verjongende) trechterbuis. Bij spuiters met knijpstuk heeft het soms een gunstigen invloed, indien men het knijpstuk niet direct aan den put koppelt, doch achter den gasseparator in de leiding plaatst.

Ook schijnt een bedervingsproduct van de ricinusolie emulsieontmengend te werken en plaatst men deze stof in een lubricator op de spuitleiding.

Gastransport.

Op sommige terreinen wordt geen olie, doch uitsluitend gas aangetroffen en op andere terreinen bevinden zich tusschen de olielagen lagen, die uitsluitend gas bevatten. Vroeger liet men de putten van deze lagen door een betrekkelijk korte leiding vrij uitstroomen en verbrandde het gas in permanente gasvlammen, in de hoop dat te eeniger tijd met het gas olie of benzine medegevoerd zou worden; hetgeen dan ook werkelijk wel plaats vond, doch nooit in groote hoeveelheden.

Men moet hiermede niet verwarren gasputten op de toppen van olielagen, welke vroeger eveneens op dezelfde wijze produceerden, doch betrekkelijk spoedig veel olie gingen geven. Dergelijke putten sluit men tegenwoordig dicht en boort dezelfde olielaag in het oliehoudende gedeelte aan.

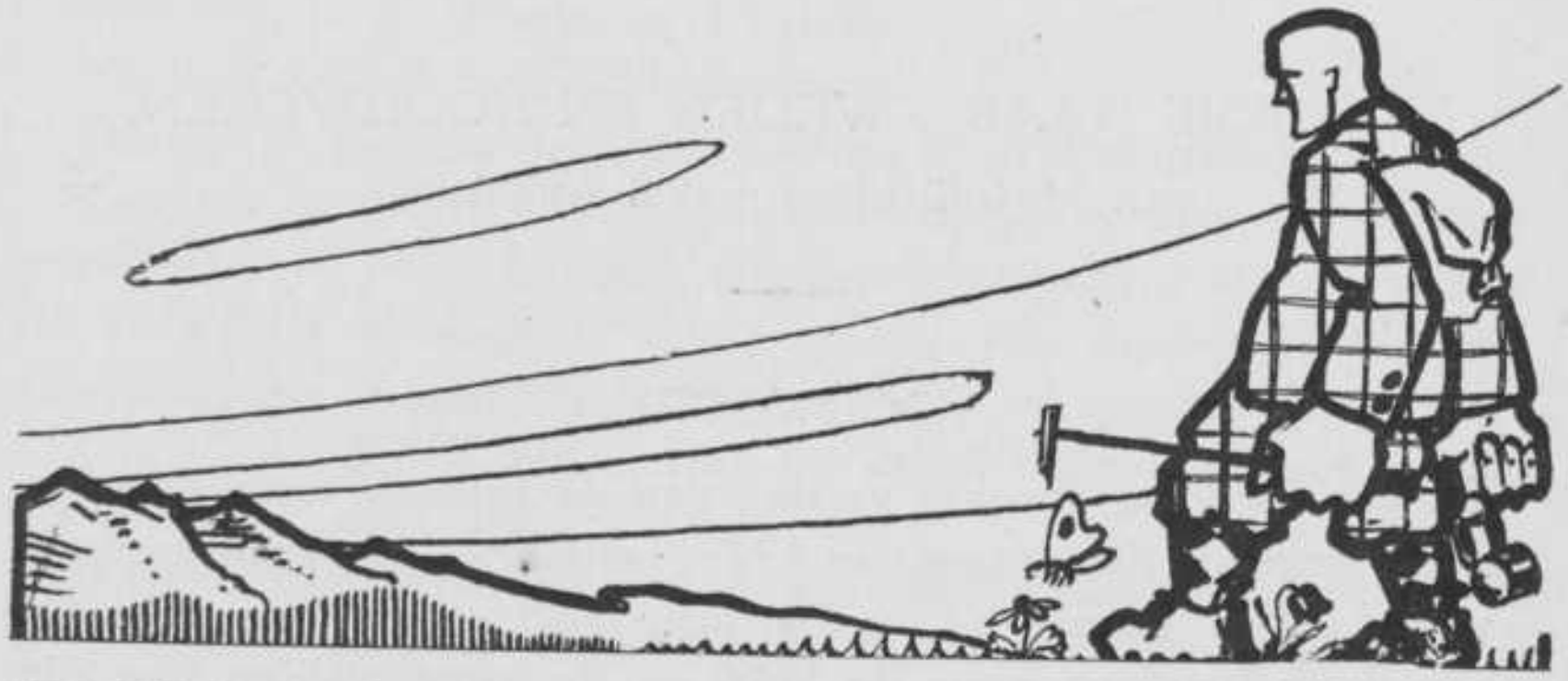
Het eerste voorbeeld van een intensief benutten van het gas van uitsluitend gashoudende anticlinalen is de gasleiding van Loentar naar Pladjoe. De gasputten in Loentar hebben een druk van 20 à 25 atm. Bovendien staat er een compressie-installatie om de druk kunstmatig op te voeren tot 25 à 30 atm. Onder dezen druk stroomt het gas door een 6″ gasleiding naar Pladjoe waar het onder ± 2 atm. aankomt en benut wordt. Deze drukvermindering is een gevolg van de wrijving van het gas in de buizen en van gasverlies. Het is n.l. niet mogelijk bij dergelijk gas een leiding volkomen gasdicht te schroeven. Tegenwoordig schroeft men deze leidingen zoo vast mogelijk en lascht daarna de verbindingen autogeen dicht. De leiding, waarvan de ontwerpen in 1922 gereed

waren, is meer dan 100 km. lang en kost 3 millioen gulden. Hiertegenover staat, dat de raffinaderij te Pladjoe nu met gas, inplaats van met residu gestookt wordt en bovendien dit residu thans verkocht kan worden. Nemen we aan, dat te Pladjoe 1000 kgt. per dag geraffineerd wordt (deze hoeveelheid is grooter) en nemen we verder aan, dat het brandstofverbruik 6% bedraagt, dan wordt dus door het gas per dag 60 kgt. residu bespaard; dit tegen een prijs van *f* 50,— per kgt. maakt *f* 3000,— per dag uit of 1 millioen per jaar. Men ziet dus dat de installatie in 3 jaar zichzelf betaald heeft.

Op dezelfde wijze en met hetzelfde doel is op Borneo een leiding van Louise (bij Samarinda) via Sambodjo naar Balik Papan geschroefd en autogeen gelascht. De afstand van Louise naar Sambodjo bedraagt naar ik meen 70 km, die van Sambodjo naar Balik Papan 30 km.

Benzinewinning.

In den aanvang van het Indische aardoliebedrijf, toen de lampolie nog hoofdzaak was, werd de benzine als waardeloos en gevaarlijk bijproduct op grooten afstand van de raffinaderijen verbrand. Tegenwoordig wordt zelfs zeer zuinig omgegaan met het gelijktijdig met de olie door de bronnen geproduceerde gas, aangezien men hieruit benzine kan winnen. Er zijn twee wijzen van benzinewinning uit dit gas. De oude wijze met absorptie-installaties heeft voor het benzine-rijke Indische gas een te laag rendement en is daarom opgegeven. Men wint de benzine door compressie van het gas. Vroeger vloeide de gewonnen compressie-benzine boven in de tank, waarbij groote verdampingsverliezen optraden. Later werd de compressie-benzine onder grooten druk in de ruwe olie geïnjecteerd, waardoor minder groote verdampingsverliezen optraden. Op het boorterrein Pangkalan Soesoe wordt op deze wijze Miri herdestillaat, afkomstig van Britsch-Noord-Borneo, door injectie van compressie-benzine tot direct verkoopbare benzine veredeld. De ideale scheiding van gas en benzine heeft plaats in de rectificeerinstallaties, waarbij de verdampingsverliezen tot een minimum zijn gereduceerd: reden, waarom dit systeem thans overal wordt ingevoerd.



EXCURSIEN

EXCURSIE NAAR ZWEDEN EN NOORWEGEN,

van 11 Juli tot en met 2 Augustus.

VOORWOORD.

Bij den aanvang van het verslag van de excursie naar Zweden en Noorwegen in den zomer van 1927, wilden wij den hoogleeraren Grondijs en Van Nes en den heer Schouten onzen hartelijken dank betuigen voor de hulp bij de samenstelling van dit verslag, en mede namens alle deelnemers voor de voortreffelijke leiding en administratie. Een woord van hulde voor de zorgvuldige voorbereiding, welke het mogelijk heeft gemaakt, om in korten tijd buitengewoon veel te zien. Deze reis door Scandinavië zal steeds in de herinnering, van hen die er aan deelnamen blijven, als een leerrijke tocht met zeer welkome afwisselingen.

Ir. J. M. W. DE QUARTEL.
L. VAN HOUTEN.
H. H. BOURDREZ.
L. L. J. VAN LOENEN.

PROGRAMMA.

Eerste dag. Maandag 11 Juli.

Ieder zorge zijn paspoort bij zich te hebben en brood voor lunch. Eerst om 21 uur wordt warm eten verstrekt in Hamburg. De deelnemers moeten zich verzamelen uiterlijk 11.20 op Stationsplein in Amersfoort.

Vertrek uit Amersfoort 11.42. In Osnabrück 14.28 (M.E. tijd). In Osnabrück overstappen. Uit Osnabrück 15.58. In Hamburg 20.27. Avondeten in **Hamburg.** Overnachten en ontbijt in Hamburg.

Tweede dag. Dinsdag 12 Juli.

Vertrek uit **Hamburg** 8.45. In Warnemünde 12.07. Uit Warnemünde 12.55 (bootdienst). Middageten aan boord. In Gjedser 15.05. Uit Gjedser 15.23. In Kopenhagen 19.05 (overstappen). Uit Kopenhagen 19.20 (bootdienst). Avondeten aan boord. In Malmö 21.20. Uit Malmö 21.50 of 22.05, slaapwagen 3e klasse.

In Mjölby 3.36 of 4.27 (overstappen). Uit Mjölby 5.23. In **Mariendam** 6.57.

Derde dag. Woensdag 13 Juli.

Per auto of kar naar **Zinkgruvan.**

Ontbijt in Mariendam aan 't station of in Zinkgruvan.

Om ± 8 uur bezoek aan de ondergrondsche werken van de zinkertsafzettingen bekend onder den naam **Åmmeberg** van de Société de la Vieille Montagne, onder leiding van mijn-ing. Müller, Ontginningsmethoden, algemeene geologie en ertsgeologie.

Om 12 uur à half één vertrek per spoor naar de wasscherij van Åmmeberg. Lunch aldaar.

's Namiddags bezoek aan de wasscherij onder leiding van Ir. Stollenwerk. Na bezichtiging der wasscherij avondeten in Åmmeberg en Askersund. Een deel der deelnemers overnacht in **Åmmeberg,** de rest vertrekt per auto naar **Askersund** en overnacht in Stadshotellet.

Vierde dag. Donderdag 14 Juli.

De deelnemers, die in Åmmeberg overnacht hebben, ontbijten aldaar (zeer vroeg) en vertrekken per auto naar Lerbäck.

De deelnemers, die in Askersund overnacht hebben, ontbijten aldaar (zeer vroeg) en vertrekken per auto naar Lerbäck.

Vertrek uit Lerbäck 7.18. In Hallsberg 7.40. In Västansfors 10.52 (overstappen). Uit Västanfors 10.58. In Ludvika 12.01. Uit Ludvika 12.15. In **Grängesberg** 12.39. Lunch aldaar, aangeboden door Trafiaktiebolaget Grängesberg—Oxelösund, Stockholm.

's Namiddags bezichtiging der mijnkaarten en van de bovengrondsche installatie onder leiding van ing. Andersson.

Avondeten, overnachten en ontbijt in Grängesberghotel.

Vijfde dag. Vrijdag 15 Juli.

Na ontbijt bezoek ondergrondsche werken van **Grängesberg** onder leiding van Ir. Andersson. Lunch aangeboden door de Maatschappij. 's Namiddags geologie van de omgeving in verband met de ertsafzetting en bezoek aan de concentratie-inrichting.

Vertrek uit Grängesberg 18.21. In Daglösen 20.53 (overstappen). Uit Daglösen 20.45. In **Filipstad** 21.00.

Avondeten en overnachten in Stadshotellet.

Zesde dag. Zaterdag 16 Juli.

Ontbijt in Stadshotellet 8.00. Lunch meenemen. Per auto naar **Persberg.** Bezoek aan de ondergrondsche werken en de concen-

tratie-inrichting van „Filipstads Bergslags Gemensamana Förvaltning" te Persberg onder leiding van Ir. G. Wallroth. Lunch.

Na lunch wandeling, om de geologie van de omgeving en het verband van erts en nevengesteente te bestudeeren onder leiding van staatsgeoloog Dr. N. Magnusson. Per auto terug naar Filipstad. Avondeten en overnachten in Stadshotellet.

Zevende dag. Zondag 17 Juli.

Ontbijt in Stadshotellet te 8 uur. Vertrek per auto naar **Långban.**

Bestudeering van de geologie van het district onder leiding van staatsgeoloog Dr. N. Magnussen. Met auto terug naar **Filipstad.** Lunch aldaar in Stadshotellet.

Vertrek uit **Filipstad** 14.15. In Daglösen 14.30. Uit Daglösen 15.08. In **Falun** 19.15. Avondeten en overnachten in Falun in Centralhotellet en Nya Hotellet.

Achtste dag. Maandag 18 Juli.

Na ontbijt (8 uur) naar het bureau der Stora Kopparberg Bergslags Aktiebolaget. Bezichtiging van mijnkaarten en van het museum. Lunch aangeboden door de Maatschappij. Na de lunch bezoek aan de ondergrondsche en bovengrondsche werken onder leiding van den ingenieur der mijnen. Avondeten aangeboden door de Maatschappij. Overnachten in Centralhotellet en Nya Hotellet.

Negende dag. Dinsdag 19 Juli.

Ontbijt te 9 uur. Vertrek uit **Falun** 10.20. In **Domnarfvet** 10.48.

Bezoek aan de krachtinstallatie en papierfabriek. Lunch aangeboden door de Maatschappij Stora Kopparberg Bergslags Aktiebolaget in het Järnvägshotellet te Borlänge.

Na lunch bezoek aan het staalwerk.

Vertrek uit Domnarfvet 18.48. In **Falun** 19.15. Avondeten aangeboden door de Maatschappij. Overnachten in Central- en Nya Hotellet.

Tiende dag. Woensdag 20 Juli.

Ontbijt om 7.30. Vertrek per auto naar **Svärdsjö.**

Bezichtiging van de lood-zinkmijnen, concentratie-inrichting (schuimscheiding), omgeving en halde van de „Aktiebolaget Zinkgruvor" onder leiding van Ir. Axel Westlund.

Lunch in Falun of Svärdsjö. Dan per auto naar **Kalvbäcken,** waar een lood-zinkmijn en concentratie-inrichting (schuimscheiding) van dezelfde maatschappij worden bezocht.

Per auto terug naar **Falun** om ± 21 uur. Aankomst in Falun ± 22 uur. Avondeten en overnachten in Central- en Nya Hotellet.

Elfde dag. Donderdag 21 Juli.

Ontbijt om 7.45. Vertrek uit **Falun** 8.45. In Storvik 10.07. Lunch in Järnvägshotellet. Uit Storvik 14.01. Avondeten in den trein. In Bräcke 19.28. Uit Bräcke 19.42, slaapwagen 3e kl.

Twaalfde dag. Vrijdag 22 Juli.

Aankomst in Bastuträsk 5.14. Ontbijt aldaar in Järnvägshotellet. Uit Bastuträsk 6.45. In **Skellefteå** 9.10. Bagage naar Centralhotellet.

Per auto naar de koper-goud-arseenmijnen in **Boliden** van de Skellefteå Gruvaktiebolaget. Bezoek aan de ondergrondsche werken en demonstratie van geophysische opsporingsmethode.

Lunch in Boliden aangeboden door de Skellefteå Gruvaktiebolaget. Per auto terug naar **Skellefteå.**

Avondeten en overnachten in Centralhotellet.

Dertiende dag. Zaterdag 23 Juli.

Ontbijt in Centralhotellet te 8.30. Vertrek uit **Skellefteå** 10.05. In Bastuträsk 11.38. Lunch in Järnvägshotellet. Uit Bastuträsk 12.03. Eten in restauratiewagen. In Bräcke 22.34. Overnachten in Järnvägshotellet.

Veertiende dag. Zondag 24 Juli.

Ontbijt in Järnvägshotellet. Vertrek uit Bräcke 5.53. Aankomst in Östersund 7.25. In Storlien 12.00. Middageten in Järnvägshotellet. Uit Storlien 12.40. In Trondhjem 15.30. Uit Trondhjem per auto om ± 17 uur. In **Lökken** ongeveer 20 uur. Avondeten en overnachten in Orkla-hotel.

Vijftiende dag. Maandag 25 Juli.

Na ontbijt bezoek aan de bovengrondsche installaties van de kopermijnen en pyriet van de Maatschappij Lökken Werk.

Lunch in Orkla-hotel.

Na lunch bezichtiging van de ondergrondsche werken onder leiding van Ir. Arne Okkenhaug.

Avondeten en overnachten in Orkla-hotel.

Zestiende dag. Dinsdag 26 Juli.

Ontbijt in Orkla-hotel 6.30. Lunch meenemen. Per auto om 7.15 naar Berkåk. Per trein uit Berkåk 9.34. Avondeten in trein (restauratiewagen). Aankomst in **Oslo** 22.15. Overnachten in Missionshotellet, Kirkegaten.

Zeventiende dag. Woensdag 27 Juli.

Ontbijt in Missionshotellet 7 uur. Uit Oslo 8.00 (Östbane). In **Grua** 9.43.

Wandel-excursie onder leiding van Prof. Goldschmidt. Contactverschijnselen en ertsvormingsprocessen. Bezichtiging van kalkgroeve, andradiet-gangen en -platen in kalksteen ten Z.O. van het station. Dan naar Nysaetergruben, waar de contactmetamorfoze van kalk, mergel, lei, skapolietgangen bezichtigd worden. Van boven naar onderen: skapolietgangen, liparietgangen, epidootalbietgangen uit skapoliet gevormd. Skarnvorming uit kalksteen. Skapolietimpregnatie in kalksteen. Op den terugweg halde van een galerij. Impregnatie van molybdaeniet in skarn en vesuviaanhoudende gesteenten. Middageten in Grua-hotel.

Namiddags bezoek aan Skjarpemyr en Mutta, ten W. van Grua. Avondeten in Grua. Vertrek uit Grua 20.50. Aankomst in **Oslo** 22.15. Overnachten in Missionshotellet.

Achttiende dag. Donderdag 28 Juli.

Ontbijt in Missionshotellet 7.00. Uit Oslo 8.00 uur per auto naar **Drammen.** Excursie onder leiding van Prof. Goldschmidt. Onderweg contact-metamorfoze, kontaktmarmer en mergel-hoornrots bij Svinesjö. Bij Kjenner uitstappen, oude bismutmijnen, profiel in contactmetamorfoze, vorming van andradietskarn, impregnatie met bismuterts en contactijzererts.

Dan met auto verder naar **Gjaelleboek** en vandaar naar marmergroeve. Daarna met auto naar Drammen. Lunch aldaar. Na lunch naar **Konnerudkollen.**

Eerst onderweg granietontsluiting en bij Konnerudkollen de Oranmijn. Aan de westkant contactmetamorfe Downton-zandsteen, aan de oostkant bovensilurische kalksteen. Hydrothermale afzetting. Dan wordt de verschuiving gevolgd naar het noorden, waar sleuven gemaakt zijn met zinkertsen, als impregnatie in kalk met andradiet. De verschuiving valt later in een net van kleine spleten uiteen. Hierna naar de oude mijn bij Konnorudkollen. Vele verschuivingen met verertsing op de verschuivingen. Contactmetamorfoze. Naar Sanatorium van Konnerudkollen. Lunch.

Na lunch naar Dale-mijn, waar kwarts-porfiergangen in zandsteen brokken van de eronder liggende contactafzetting in kalk hebben meegesleurd. De zink- en loodertsen komen alleen in de brokstukken voor.

Met auto terug naar **Drammen.** Avondeten aan het station.

Vertrek uit Drammen 0.49. In **Kongsberg** 1.47. Overnachten in Kongsberg.

Negentiende dag. Vrijdag 29 Juli.

Na 't ontbijt door de tunnel „Underberget" met een mijntreintje naar de zilvermijnen Samuelsmijn en Kongensmijn door den berg heen naar de wasscherij. Lunch in „Saggrenda". Na lunch over den berg heen wandelende naar Kongsberg terug.

Deze excursie naar Kongsberg onder leiding van den mijningenieur R. Stören en den geoloog Arne Bugge. Directeur is de heer Dalset, bedrijfsleider de heer Holter.

Avondeten aan 't station. Uit **Kongsberg** 20.07. In Oslo 22.29. Vestbane station. Per auto naar Östbane station. Bagage grootendeels hier achterlaten. Vertrek van Östbane station 23.00, slaapwagen 3e kl.

Twintigste dag. Zaterdag 30 Juli.

Aankomst in **Finse** 6.16. Ontbijt aan 't station.

Na 't ontbijt geologische wandeling onder leiding van geoloog T. Barth, assistent van Prof. Goldschmidt. Gletschervorming, moraine enz. Middageten en avondeten in Finse.

Uit Finse 0.13, slaapwagen 3e kl. In **Oslo** 6.45.

Een en twintigste dag. Zondag 31 Juli.

Ontbijt in Missionshotellet 9.30. Na 't ontbijt bezoek aan het mineralogisch en geologisch museum van Prof. Goldschmidt.

Lunch in Missionshotellet. Na lunch thee, aangeboden door den Nederlandschen gezant, den heer Van Ketwich Verschuur.

Vertrek uit **Oslo** 18.04, slaapwagen 3e kl. Eten in restauratiewagen. In Kornsjö (grens) 21.39. Uit Kornsjö 22.06. In **Malmö** 7.42.

Twee en twintigste dag. Maandag 1 Augustus.

Uit Malmö 7.53. In **Trälleborg** 8.26. Bootdienst, overstappen. Uit Trälleborg 9.00. Ontbijt op boot. In **Sassnitz** 13.10. Middageten in trein. In **Hamburg** 20.18.

Avondeten, overnachten en ontbijt in Hamburg.

Drie en twintigste dag. Dinsdag 2 Augustus.

Uit **Hamburg** 11.00. In trein middageten. In **Amersfoort** 20.25.

LIJST VAN DEELNEMERS

aan de Excursie naar Zweden en Noorwegen
van 11 Juli tot 3 Augustus 1927.

Prof. Ir. H. F. Grondijs, m.i.
Prof. Ir. C. L. van Nes, m.i.
Dr. Ir. R. W. van Bemmelen, m.i.
Ir. C. Schouten, m.i.
Ir. A. L. Bouwens, m.i.
Ir. G. ter Bruggen, m.i.
Ir. J. ten Hagen, m.i.
Ir. W. T. B. Reimering, m.i.
G. L. Blokhuis, cand. m.i.
A. L. J. Bogaers, ,,
E. F. Bouman, ,,
H. H. Bourdrez, ,,
H. J. W. ten Broeke, ,,
A. G. J. van Damme, ,,
G. W. van Dedem, ,,
H. H. Duurentijdt, ,,
L. van Houten, ,,
W. M. Kersten, ,,
J. C. Klinkert, ,,
C. van Kooten, ,,
P. H. Lefebvre, ,,
L. L. J. van Loenen, ,,
C. J. A. van Lummel, ,,
E. L. Meyjes, ,,
H. G. A. Potjes, ,,
H. J. M. W. de Quartel, ,,
C. H. van Raalten, ,,
J. Raeds, ,,
H. R. Schutte, ,,
J. H. Westerman, ,,
J. Westerveld, ,,
G. van Willigen, ,,
P. J. C. de Wijkersloot de Weerdesteyn, ,,
P. H. A. Zaalberg, ,,
H. L. J. Zermatten, ,,

GEOLOGISCH OVERZICHT VAN SKANDINAVIË

door Ir. P. H. A. Zaalberg.

Skandinavië maakt een deel uit van het gebied, dat in geologische kringen tegenwoordig meer en meer bekend wordt onder den naam Fennoskandia.

Fennoskandia wordt begrensd door de Poolzee, de Atlantische Oceaan, waarbij de grens eigenlijk bij de —400 m lijn ligt, het Kattegat, Schonen en Bornholm en vandaar de verbindingslijn naar Leningrad, verder de Z.-kant van Lagoda- en Onegameer tot de Witte Zee.

Het kontinentale gebied, waarvan Fennoskandia de kern vormt, is aan vele en verschillende, tektonische en denudeerende invloeden onderhevig geweest.

Prekambrische tijd.

Noch de mate, waarin de gesteenten gemetamorfoseerd en met graniet geïntrudeerd zijn, noch de overeenkomsten in aard, sterkte en richting der plooiing, noch overeenkomst in petrografisch karakter zijn zekere gronden om de formaties in ouderdom te paralleliseeren, zoodat bij de geologie van het aller-oudste archaeïkum, dat als Katarchaeïkum wordt aangeduid en waarop het archaeïsche Ladogien en Botnien volgen, misschien slechts sprake is van petrografische en tektonische groepeering van de gesteenten en niet van chronologische parallelisatie.

De uitvloeiings- en andere gesteenten onderscheiden zich naar hun primaire eigenschappen in geen enkel opzicht van vulkanische produkten van jongere periodes. De studie van archaeïsche formaties heeft de Noorsche geologen tot de aktualistische opvatting gebracht van het grondgebergte, dat de geologische krachten destijds dezelfde orde van grootte hadden, als tegenwoordig. De gewonnen ervaring, dat dezelfde formatie in vele gevallen in groote verbreiding door granietintrusiva tot onherkenbaar wordens toe gemetamorfoseerd werd onder vorming van gneis en migmatiet voert er toe in de gneis- en migmatietgebieden sterk gemetamorfo-

seerde gesteentekomplexen te zien, welke oorspronkelijk hetzelfde karakter hadden, als de minder gemetamorfoseerde gesteentekomplexen.

Voor het algonkium heeft men wel een chronologische indeeling van de formaties kunnen maken.

Chronologisch schema voor prekambrische vormingen in Fennoskandia.

(Kambrium).
Subkambrische diskordantie en denudatievlak.
Epijotnische verschuivingen (en diabaasintrusies).

Jotnien-zandsteenformatie (Sevegroep in het hooggebergte).
Subjotnische diskordantie en denudatievlak Rapakiwigraniet.
Epijatulien plooiing.

Jatulienformatie.
Subjatulische diskordantie.
Serarcheïsche granieten.

Kalevienformatie in Westerwik, Westanå, Åmål, Bamle.
Subkalevische diskordantie (zelden te zien).
Archaeïsche plooiingen.

Archeïsche granieten en granietgneisen.

Porfier-leptietformatie in Midden-Zweden.

Oudste gneisformatie (en sterk metamorfe jongere archeïsche vormen).

Mogelijke parallelisatie met de Noord-Amerikaansche prekambrische vormingen:
Jotnien = Keweenawan.
Jatulien + Kalevien = Huroon.
Porfier, leptiet enz. = Keewatin.
Arch. graniet en gneis = Laurentian.

Te zamen vormen de Arch. en Alg. gesteenten het grondgebergte van Fennoskandia.

Behalve in het gebied van het hooggebergte van Skandinavië hielden plooiingen op in voor-jotnische tijd. In dat gedeelte liggen dus de jotnische gesteenten en ook de subjotnische eruptiva evenals de jongere (Paleoz. e.d.) derhalve nog horizontaal. Niet alleen de jotnien-zandsteenen, maar ook de subjotnische eruptiefgesteenten zijn door zulke tektonische storingen niet getroffen. Daarentegen hebben horst- en slenkvor-

ming de jotnienzandsteen in voorkambrische of epijotnische tijd getroffen, waardoor deze gedeeltelijk in de slenken voor denudatie gespaard is gebleven. Deze denudatie was in kambrische tijd reeds zoover gevorderd, dat de silurische en kambrische formatie in de regel niet deze zandsteenen, doch het grondgebergte tot vloer gekregen hebben.

Palaeozoïsche tijd.

De op deze subkambrische denudatie-periode volgende transgressie heeft bijna geheel Fennoskandia getroffen. De gelijkvormigheid van de onderkambrische sedimenten en de aard van het subkambrische denudatievlak in geheel Fennoskandia, behalve zekere deelen van het hooggebergte, maken het waarschijnlijk, dat in het begin van het paleozoïkum geen groote niveau-verschillen aanwezig waren.

Het Kambrium en Siluur komen in twee facies voor, een normale of oostelijke en een hooggebergte- of westelijke facies.

De normale begint in het Onder-Kambrium met een 30—50 m dikke zandsteen met trilobieten, brachiopoden, hyolieten, ostrakoden, medusieten en kruipsporen. Het Midden- en Boven-Kambrium vormen een tot 75 m dik complex van zwarte, bitumineuze schalies (aluinleien enz.) met stinkkalk, waarin concreties voorkomen en tevens vele fossielen en vuursteen-aders. De afzettingen van Ordovicien en Gotlandien wisselen nog al sterk van facies in de verschillende Skandinavische gebieden, zoodat deze onderling niet gemakkelijk te paralleliseeren zijn. In Schonen komen veel Graptolietenleien voor, elders fossielrijke kalksteen.

De westelijke facies heeft geen fossielen, is in diep water afgezet en vormt een bathyale facies. Door de Caledonische plooiing, welke in het laatste deel van het Siluur merkbaar werd en het aanzien gaf aan het Caledonische gebergte, is het W. gedeelte vna het tegenwoordige Skandinavië, sterk geplooid en daarbij werden gesteenten, behoorende tot de bathyale facies geschoven over die van de oostelijke facies. Door deze orogenetische bewegingen is de westelijke facies sterk gemetamorfoseerd. Resten er van zijn bewaard gebleven voor erosie, in een ± N.Z. gerichte depressie, of doordat ze door eruptiva of overschoven schollen van harde leien en kwartsieten werden bedekt. Kleine antiklinalen vormen tektonische „vensters".

Het grondgebergte tusschen Bergen en Trondhjem is ook eigen-

lijk zoo'n venster, want de hooggebergte-formatie lag daar vroeger overheen en is aan de kust hier en daar nog bewaard. Ten O. van de bergkam heerschen overschuivingen, de plooien loopen evenwijdig aan de keten: Z.Z.W.—N.N.O. met enkele kleine afwijkingen. De overschuivingsrichting was naar 't Z.Z.O. in tegenstelling met Schotland, waar de overschuiving naar het N.W. plaats had. Deze overschuivingen bereikten bedragen van 140 K.M., zooals in het gebied dat we passeeren van Ostersund naar Trondhjem. Bij de Areskutan etc. bevinden zich bijv. gneisen en kristallijne gesteenten, soms met kambrium en siluur der westelijke facies, geschoven over kambrium en siluur der O. of „normale" facies.

Er is nog een zwakke plooiing van de hooggebergte-formatie aan de O.-kant van de bergketen, loodrecht op de hoofdplooiing. In het W.-deel van het hooggebergte komen veel eruptiva voor.

Met de regressie aan het eind van het Siluur en in het Devoon begint de lange kontinentale periode van Fennoskandia, die, met uitzondering van kleine transgressies in perifere deelen, tot in de tegenwoordige tijd voortduurt. Dat er van Silurische en Cambrische gesteenten nog resten bewaard zijn gebleven, is te danken aan bijzondere omstandigheden, als verschuiving en bedekking door jongere gesteenten.

Van de ouderdom van de tektonische gebeurtenissen van het hooggebergte kan men slechts zeggen, dat ze in paleozoïsche tijd vallen. In hoever de groote breuken van het Osloveld en Westergötland met de hun begeleidende intrusies in oorzakelijke samenhang staan, laat zich niet vaststellen.

De paleozoïsche geschiedenis van Fennoskandia sedert het eind van het siluur, is in werkelijkheid de geschiedenis van de vorming van de Caledonische bergketen, van de horst- en slenkbewegingen, van de met deze verschijnselen verbonden eruptieve intrusies en van de ontwikkeling van het landoppervlak.

Mesozoïkum.

In deze tijd hadden korte en plaatselijke onderbrekingen van de paleozoïsche denudatie-periode plaats, en wel zeker in Jura en Krijt. Het mesozoïcum was een rustige tijd, er zijn geen vulkanische verschijnselen gekonstateerd. De oppervlaktevorm naderde die van een peneplain. Aan het eind begonnen orogenetische werkin-

gen, het gebied werd sterk opgeheven, er had dus een groote regressie plaats. Dit is het begin van het

Tertiair.

In het tertiair zette een nieuwe erosie-cyclus in, waarbij de rivieren zich diep in de oude peneplain insneden. Deze rijzing van Fennoskandia in het tertiair gaat met breuken gepaard, zooals langs de N.W.-kust van Noorwegen, het Kattegat en de verschuivingen van Schonen (de zuidpunt van Zweden). Het is mogelijk dat ook het centrale deel van Fennoskandia door tertiaire verschuivingen getroffen is, maar de afwezigheid van jongere afzettingen maakt het onmogelijk de ouderdom van de verschuivingen aldaar te bepalen.

Kwartair.

In het kwartair was Fennoskandia door een ijskap bedekt, welke plaatselijk meer dan 1000 meter dikte bereikt moet hebben. De glaciale erosie-vormen beheerschen thans nog het landschapsbeeld. Doordat het grondgebergte vaak met een grondmorainelaag van eenige tientallen meters dikte bedekt werd, is men tot een uitgebreide toepassing van de geophysische opsporingsmethoden overgegaan, waarvan wij te Boliden (bij Skellefteå) een voorbeeld zullen zien.

HET ERTSGEBIED VAN MIDDEN-ZWEDEN

door L. van Houten.

Alle ertsen worden gevonden in prae-cambrische gesteenten: het „Grundgebirge". Men onderscheidt hierin een oudere en een jongere archaeïsche groep; de ertsen komen uitsluitend in de jongere groep voor.

Het oudste archaeïcum bestaat uit de zoogenaamde „oergraniet", die bijna geheel in gneiss is omgezet. Het is zelfs zelden met zekerheid uit te maken, of men met een orthogneiss, dan wel met een paragneiss te doen heeft.

Bij de jongere archaeïsche groep kan men een onderscheid maken tusschen de supercrustale formaties en de granitische intrusies, die jonger zijn.

De supercrustale formaties bestaan voornamelijk uit gesteenten, die eveneens van vulkanischen oorsprong zijn, n.l. de voor Zweden zoo karakteristieke leptieten en hälleflinta, die regionaal-gemetamorfoseerde en doorgaans ook zeer gedrukte extrusiva zijn, althans supercrustale eruptiva. Het zijn lavastroomen en porfyren, tuffen en asch; meestal zijn zij submarien tot eruptie gekomen.

Hälleflinta zijn grijze, of bruine, of roode, of groenige tot zwartachtige, min of meer gebande gesteenten met splinterigen breuk. Ze bestaan in hoofdzaak uit zeer fijnkorrelige kwarts-veldspaatmengsels met weinig glimmerschistjes en andere donkere mineralen. De gelaagdheid is meestal onduidelijk.

Men onderscheidt:

1. Porfyrhälleflinta, vaak met veldspaateerstelingen en gecorrodeerde kwarts. Ook kan men nog resten van sphaerolitische en fluïdaal-structuur waarnemen. Het waren oorspronkelijk kwartsporfyren en kwartskeratofyren.

2. Tufhälleflinta; zij zijn vaak geband; de aschstructuur is nog niet geheel uitgewischt. Soms zijn er dunne kalkbanken tusschen afgezet.

Het verschil tusschen hälleflinta en leptieten, die later nog uit-

voeriger besproken zullen worden, komt in hoofdzaak in de korrelgrootte tot uiting. Leptieten zijn grofkorreliger.

Alle gesteenten, hetzij dieptegesteenten, hetzij uitvloeiïngsgesteenten, zijn zure alkaligesteenten, die een K-gehalte hebben, dat dikwijls overheerscht over het Na-gehalte. Zij zijn overigens gekenmerkt door de geringe hoeveelheid femische mineralen.

Naast de uitvloeiïngsgesteenten treffen we in de jongere archaeische groep ook sedimentaire gesteenten aan. Gedeeltelijk wisselen zij met de leptieten af. Het zijn voornamelijk kalken en dolomieten, en verder grauwacken en schisten. Nu zijn er wel geologen (o.a. Johansson), die meenen, dat alle gesteenten uit dit gebied, dus ook de kalken, door magmatische differentiatie zouden zijn ontstaan. Maar dat is, wat betreft de kalk, al zeer onwaarschijnlijk. In de eerste plaats kennen we vrijwel geene anorganogeene kalken — waar dit het geval schijnt te zijn, hebben toch organismen indirect aan de vorming ervan meegewerkt, en is de kalk toch in ieder geval door bacteriën neergeslagen — maar bovendien lijkt het feit, dat de kalklagen dikwijls maar dun zijn en zich over grooten afstand met constante dikte voortzetten, terwijl zij volkomen de strekking van het gebergte volgen, hiermee geheel en al in tegenspraak.

Ongetwijfeld zullen de kalken en dolomieten en schisten van sedimentairen oorsprong zijn.

De ertsen komen zoowel in leptieten, als in kalken voor; het schijnt, dat de kalken het gunstigst waren voor de ertsafscheiding. De ertsen volgen de gelaagdheid volkomen, zoowel in de kalk als in de leptiet.

Na deze gesteenten zijn de erupties der oudere granieten gekomen. Dan volgt de plooiïng, die de lagen in verticalen stand gebracht heeft. Vervolgens kwamen de jongere granieten. Voor en na de leptietvorming hebben er ook nog instrusies van basische gesteenten plaats gehad.

De strekking der plooiïng varieert nogal eens. In N.-Zweden is deze O.—W.; bij Falun heeft men N.O.—Z.W.-strekking; in Centraal-Zweden N.—Z.; daarentegen in Åmmeberg weer O.—W. Na deze plooiïng heeft dit gebied, dat tot het groote Baltische schild behoort, zich steeds als star massief gedragen.

De ouderdom der ertsen is archaeïsch, want men treft er vele pegmatietaders en „trapps" aan, die zeker archaeïsch zijn en die de ertsen doorbreken onder verschijnselen van contactmetamorfose.

Het zink-erts voorkomen van Åmmeberg.

Dit ligt in een zuidelijken uitlooper van de Centraal-Zweedsche ertsprovincie en evenals elders in Centraal-Zweden komt het erts hier voor in de leptietformatie, waarvan het de strekking volkomen volgt. Evenals elders bestaat de leptietformatie uit grijze, fijnkorrelige leptieten of granulieten, waarin kalkbanken van verschillende dikte voorkomen, die over zeer groote lengte zijn te vervolgen. Verder treft men in de leptiet gabbrodiorieten, „greenstones" en andere gesteenten aan.

In deze leptietformatie komt het erts voor in den vorm van zeer goed gemarkeerde „Lagergangen" en vaalbanden. [1])

De leptietformatie is betrekkelijk smal en wordt in het Zuiden begrensd door grijze gneizen. In het Noordoosten treft men dezelfde gneiss aan en verder wordt de leptietformatie in het Noorden nog begrensd door een uitgestrekte oppervlakte van roode granulieten.

Het gebied is geplooid en de lagen staan in het algemeen zeer steil: meestal 70°—80°. De strekking is O.—W., maar juist in het ertsdistrict is er een groote complicatie. De leptietformatie maakt hier tusschen de gneisszônes een groote lus naar het Noorden, die door alle gesteenten, zoowel de kalken, de ertsvoerende lagen, als de leptieten zelve, wordt meegemaakt.

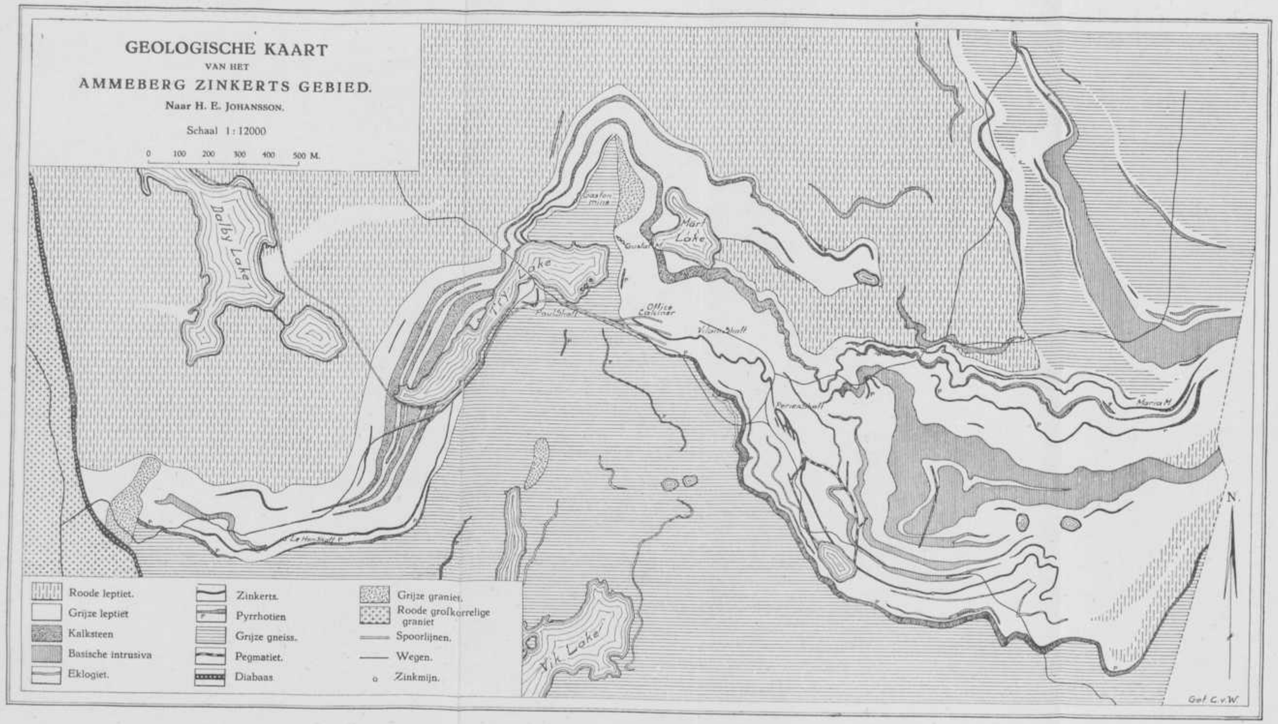
Het erts wordt voornamelijk ontgonnen in één groote laag, de hoofdlaag, gemiddeld 2—7 m dik. die te vervolgen is over een lengte van ± 5 KM. Echter wisselen hierin armere en rijkere gedeelten af en de hoofdlaag is volstrekt niet over den geheelen afstand ontginbaar.

In het Noorden van de leptietformatie is nog een tweede voorkomen, dat van veel minder belang is. Het is niet onmogelijk, dat dit ertslichaam de N.-vleugel is van de syncline, waarvan de hoofdlaag de Z.-vleugel zou zijn. Bewezen is dit echter volstrekt niet en men neemt verder ook geen symmetrischen bouw waar. Alleen in het westelijk gedeelte van de lus heeft men het erts zoo diep vervolgd, dat men een synclinale ombuiging aantrof. Maar hoewel men in het oostelijk veld de hoofdlaag tot nog veel grooter diepte heeft vervolgd, heeft men nergens iets van een ombuiging gevonden, noch in het tweede ertslichaam.

In het Westen worden alle gesteenten afgesneden door een gra-

---

[1]) Een vaalband is een, de gelaagdheid volgende, niet zeer rijke impregnatie van sulfiden in kristallijne, schisteuse gesteenten.


GEOLOGISCHE KAART
VAN HET
AMMEBERG ZINKERTS GEBIED.
Naar H. E. JOHANSSON.
Schaal 1:12000
0 100 200 300 400 500 M.
Dalby Lake
Vik Lake
Roode leptiet.
Grijze leptiet
Kalksteen
Basische intrusiva
Eklogiet.
Zinkerts.
Pyrrhotien
Grijze gneiss.
Pegmatiet.
Diabaas
Grijze graniet.
Roode grofkorrelige graniet
Spoorlijnen.
Wegen.
Zinkmijn.
N.
Gef. C. v. W.

niet. Deze is door een verschuiving — gemarkeerd door een diep dal — van de leptietformatie gescheiden. Verder is er langs dit verschuivingsvlak een diabaasgang ingedrongen. Omtrent ouderdom en relaties van deze graniet t.o.v. de andere gesteenten vermelden de onderzoekers niets.

Allereerst volge hier een korte bespreking der afzonderlijke gesteenten:

De noordelijke roode granulieten.

Deze gesteenten, bijna zuivere mikrokliengesteenten met weinig kwarts en weinig pyroxeen, vormen een zeer monotone formatie. In het Westen zijn ze wat biotietrijker en overigens treft men er hier en daar nog kwarts- en biotiet-rijkere variëteiten in aan. Ze zijn alkalirijk (bevatten 10—15% K_2O). Er komen „greenstones" in voor, die veel overeenkomen met de later te beschrijven gabbrodiorieten en die de granuliet doorsnijden. In het westelijk district is een bijzondere variëteit „greenstone", die vergezeld is van een knebeliet-pyroxeen-granaat-gesteente (eulysiet). Deze greenstone bevat eenige magnetietafzettingen met een zeer hoog Mn-gehalte.

De centrale grijze leptietformatie.

Deze gesteentenserie vertoont een zeer groote verscheidenheid.

Grijze granuliet.

Deze leptiet gelijkt op alle andere leptieten van Zweden en op de bovengenoemde roode granuliet, doch is kwartsrijker en verder gekenmerkt door een kokosnootkleurige biotiet, waaraan de grijze kleur van het gesteente te danken is. In het Oosten neemt dit biotietgehalte af — een verschijnsel, dat men in alle gesteenten van deze streek waarneemt — en is het gesteente lichter van kleur. Het bevat daar meer mica.

Gewone accessorische mineralen zijn grijsgroene pyroxeen, donkere amfibool en roode granaat. Vooral deze twee laatste bestanddeelen kunnen sterk in hoeveelheid toenemen, daar, waar de leptiet een meer eklogitisch karakter aanneemt, hetgeen voornamelijk het geval is nabij de belangrijkste „greenstones" en ertsvoorkomens.

Een ondergeschikt bestanddeel is basische plagioklaas. Fijn verdeeld treft men ook nog pyrrhotien, sfaleriet en calciet in de grijze leptiet aan. In enkele meer gneissachtige variëteiten ook cordieriet en sillimaniet. Deze variëteiten gaan onmerkbaar in de gewone grijze leptiet over; zij zijn grofkorreliger, meer gestreept; de veldspaat is meer perthitisch.

De grijze leptiet is duidelijk geband, vooral nabij de ertsvoorkomens en de kalksteenbanken. We onderscheiden dan donkere, zeer biotietrijke granulietbanden; witte, van bijna zuivere mikrokliengranuliet en zachte kalkbanden, of zulke van harde, grijsgroene pyroxeenkarn en ook roode en groene banden van eklogietisch en pyroxeen-amfibolitisch karakter, en tenslotte roestige, sterk geïmpregneerde ertsbanden. In het klein vertoont de leptiet dus hetzelfde uiterlijk, als de geheele grijze leptietformatie in het groot. Johansson vindt dit een sterke aanwijzing voor zijn magmatische differentiatietheorie.

De twee voornaamste Zink-voorkomens zijn reeds vermeld. De hoofdlaag wordt langs de vloer begeleid door een pyrrhotienband. En langs de vloer van de geheele leptietformatie komt ook een 20—30 m dik pyrrhotienlaag voor.

De kalk.

Deze vormt vele horizonten. De onderste bevindt zich juist boven het dak van de groote pyrrhotienlaag. Het is een onzuivere kalksteen, ongeveer 1 m dik. De voornaamste kalkband ligt langs de Noordgrens van de leptiet, beneden het tweede ZnS-voorkomen. In het Oosten is deze kalk goed ontsloten. Het is een witte, fijnkorrelige, iets dolomitische kalk. In de Westelijke lus is deze kalkbank in meerdere parallele banden gesplitst, die minder goed ontsloten zijn, maar toch door verhevenheden in het terrein aangeduid worden. Deze kalkbanden bestaan uit grover en zuiverder kalksteen. Er komt overigens een beetje serpentijn en mica in voor. Ondanks deze verontreiniging schijnen de kalken — dit moet men tenminste uit de beschrijving opmaken — geene contactmineralen te bevatten. Deze komen in de gesteenten alleen langs de ertsen en de pegmatieten voor.

Pyroxeenrots.

Dit gesteente is te vergelijken met de pyroxeenskarn elders in Zweden, maar er zit basische plagioklaas (of daaruit ontstane zoïsiet en epidoot), kwarts en mikroklien in. De pyroxeen is voornamelijk diopsied. De pyroxeenrots komt vooral voor langs het ertslichaam en op één plaats is ook een deel van de kalk erdoor vervangen.

De „greenstones".

De greenstones zijn middelmatig-korrelige gesteenten van gabbroïdisch-dioritische samenstelling. Zij bestaan uit plagioklaas,

bruingroene hoornblende, biotiet, en, curieus genoeg, wat toermalijn. Ze komen vooral in het Oosten van de leptietformatie voor. Het zijn drie conforme banden van aanzienlijke lengte en van 16—400 m dik. Ze wiggen uit in Westelijke richting.

In het Westen ontbreken dus de greenstones. Het schijnt, dat deze gesteenten alleen daar in de leptietformatie voorkomen, waar de kalken ontbreken, of nog slechts flauw ontwikkeld zijn.

De greenstones zijn aan de randen fijnkorreliger en duidelijker schisteus gestreept. De biotiet neemt daar toe evenals de pyroxeen en mikroklien, zoodat de gesteenten meer monzonitisch worden. Ook zijn er overgangen naar de leptiet via eklogiet (of eulysite, als er veel knebeliet in voorkomt) en pyroxeen-amphiboliet. Omgekeerd vertoont de leptiet wel eens een meer eklogitisch uiterlijk nabij de greenstones.

Hebben we hier nu te maken met intrusies of met slieren in de leptiet? Dit is moeilijk te zeggen. De fijnkorrelige, schisteusere randfacies van veranderde samenstelling en de veranderingen in de leptiet wijzen op intrusie.

Eklogietbanden.

Hier en daar komen fijne eklogietbanden in de leptiet voor: vooral, waar deze wat meer geband is. De twee voornaamste banden komen echter langs de voornaamste ertsvoorkomens voor. Ze zijn nooit meer dan een halve m dik en ze zijn allen steeds sterk met erts geïmpregneerd; ze zijn steeds een goede aanwijzing bij het prospecteeren.

Er zijn eenige variëteiten, die rijk zijn aan granaat en biotiet, andere bevatten daarentegen meer granaat en kwarts, terwijl in de eklogiet ook meer leptitische plekken voorkomen.

Uit deze beschrijving zou men kunnen concludeeren, dat de ertsvorming en de eklogietvorming in de leptiet hand aan hand zijn gegaan. Boven zagen we dat ook langs de greenstones de leptiet in eklogiet is omgezet. Er zijn wel meer ZnS-vaalbanden in kristallijne schist bekend, die langs en in de vaalband een belangrijke toename in granaatgehalte vertoonen.

Niet overal echter vertoont de ertshoudende leptiet in Åmmeberg een bijzondere samenstelling. Op vele plaatsen is de leptiet, op de verertsing na, geheel onveranderd.

De Zuidgneiss.

Dit gesteente is een gneissachtige granuliet, grofkorreliger dan

de leptiet. Er is evenwel biotiet in en men treft er meer, en zuurdere plagioklaas in aan (oligoklaas). In mindere mate komen perthitische kaliveldspaat, andalusiet en cordiëriet voor.

In zijn geheel beschouwd, is het een tamelijk monotone formatie, maar in detail is het aspect vrij heterogeen. Vaak krijgen we uitscheiding van lichtere bestanddeelen in onregelmatige banden en aders, met een min of meer pegmatisch of granitisch karakter. Plaatselijk zien we de gneiss de structuur van een massieve micasyeniet aannemen.

De gneiss is van de leptiet gescheiden door een 20—30 m dik „pyrrhotienlager" met 15—30% FeS. Dit ligt ten deele in de gneiss, ten deele in de leptiet. Het is vaak door eklogietbanden begeleid.

In de gneiss ingesloten vindt men vele scherphoekige fragmenten van vreemde gesteenten: biotietamphiboliet, biotiet-mikroklien-syeniet, roode eklogitische kwarts-granaat-pyroxeen-rots, granuliet enz. [1]) Over groote oppervlakken maken de gneizen zelfs den indruk van eruptieve breccies. Vaak zijn de fragmenten langs bepaalde horizonten in de gneiss gedistribueerd. Op sommige plaatsen zijn die horizonten aangeduid door meer continue banden van dezelfde gesteentesoorten, die we in de fragmenten aantreffen; bijv. een band van biotietdiorietgabbro, een eklogietband en een pyrrhotienband.

Johansson vraagt zich af, of deze fragmenten niet eerst doorloopende banden gevormd hebben in de gneiss, evenals de ertslagen en de eklogietbanden in de leptiet. Bij de latere plooiing zouden deze banden gebroken zijn, terwijl de gneiss meer plastisch op de deformatie reageerde.

Het is een feit, dat deze brecciestructuur alleen in de groote slinger naar het Noorden voorkomt; in het Zuiden is de gneiss een gewone granietgneiss.

In de gneiss komen kleine massa's fijnkorrelige graniet voor. Zij schijnen differentiates te zijn van de gneiss en bevatten, als insluitsels, dezelfde fragmenten die in de gneiss voorkomen. Zij gaan geleidelijk in de gneiss over; daarentegen is de grens tegen de leptiet scherp en de leptiet is daar dooraderd met pegmatiet.

Noordgneiss.

Hier komen voor sillimanietgneiss en biotiet-mikroklien-gneiss,

---

[1]) Sommige, zooals de eklogiet en granuliet, zijn sterk met pyrrhotien geïmpregneerd.

die heel veel lijken op de Zuidelijke gneiss en op de gneiss-achtige leptiet.

De Zinkertsvoorkomens.

Er zijn zes blenderijke horizonten, waarin men gewerkt heeft:

1. De noordelijke eklogietband met alleen sporen blende.
2. De noordelijke zinkblendelaag. Deze is, hoewel op vele plaatsen slechts flauw ontwikkeld, van de Oostgrens 1300 m ver westwaarts te vervolgen. Flauwe indicaties ervan treft men aan in de Westhelft van het veld.
3. Een impregnatie-zone met gemende sulfides, goed gemarkeerd aan de Zuidzijde van het hoofdkalkvoorkomen. In het Oosten is deze zone wat eklogitisch. In het Westen is zij aangeduid door een roestig band in een smalle greenstonezone.
4. Een smalle en discontinue blendezone met vrij wat galeniet, ten Z. van het voornaamste greenstonevoorkomen.
5. Een onbeduidende, gemengde zone westelijk van de voornaamste greenstone in kwartshoudende labradoriet-zoïsiet-pyroxeenrots.
6. In de middelste greenstone.
7. De Hoofdlaag.
8. In de zuidelijkste eklogiet komt zinkerts voor.
9. De hoofdpyrrhotienlaag.

In het Oosten van het veld is het ertslichaam, dat 70°—80° helt, heel regelmatig en het wordt naar het Westen breeder en geleidelijk aan rijker.

Maar vanaf de Perierschacht naar de Vilainschacht is het niet meer constant in strekking en breedte, maar verandert in een reeks onregelmatige, minder uitgestrekte, veel rijkere, min of meer lensvormige lichamen, soms tot 16 m dik. Deze lichamen zetten zich voort in, en hangen samen door zones, die veel minder sterk geïmpregneerd zijn, zoodat het dikwijls moeilijk is om er de juiste voortzetting van te vinden.

In de scherpe noordelijke ombuiging en in het Westelijke gedeelte van de lus zijn slechts kleinere, thans verlaten voorkomens. Vanaf de St. Paul's schacht tot de Lehonschacht, waar de strekking weer O.—W. is, is het voorkomen juist als bij de Vilainschacht.

Het ganggesteente is een mengsel van mikroklien en kwarts, verder van pyroxeen, granaat en calciet. Het Zn-gehalte kan in de grofkorrelige gedeelten tot 50% stijgen. Het fijngebande erts in het

Oosten heeft 21% Zn. De sfaleriet is licht van kleur en ijzerarm. [1]) De heele hoofdlaag is in den vloer begeleid door een wollastonietband, waarin ook nog zoïsiet, granaat en vesuviaan voorkomen.

Men vindt in het erts een galenietgehalte van 3%, n.l. in afzonderlijke banden langs het dak. Langs den vloer komt een pyrhotienband voor, waarin eveneens wat galeniet, sfaleriet en pyriet zit. Onder de pyrrhotien bestaat het gesteente uit mikroklien met variëerende hoeveelheden kwarts, biotiet, calciet en vooral Ca-silicaten, zooals pyroxeen, licht gekleurde granaat, zoïsiet, vesuviaan en het reeds genoemde wollastonietbandje. Waarschijnlijk was het gesteente hier ter plaatse kalkrijker, of is hier zelfs een kalkband geweest, die, gelijk bijv. in Persberg gebeurd is, geheel door skarn en erts is vervangen.

Fig. 1.
Oude dagbouw te Åmmeberg.

[1]) Wel is de sfaleriet zelve ijzerarm, maar soms is dit mineraal met magnetiet vergroeid, wat moeilijkheden in de wasscherij veroorzaakt.

Op spleten vindt men wel eens gedegen zilver, maar slechts in zeer kleine hoeveelheden.

Tenslotte zijn er vele granitische en pegmatitische intrusies.

Genese.

Hierover zijn de meeningen zeer uiteenloopend. Lindgren geeft er geen meening over. Hij gelooft, dat erts en nevengesteente syngenetisch zijn en dat de ontstaanstemperatuur hoog geweest moet zijn. Dit laatste wordt ten duidelijkste door begeleidende mineralen, als wollastoniet, aangetoond.

Vrijwel alle onderzoekers meenen, als Lindgren, dat erts en nevengesteente syngenetisch zijn; overigens zijn de meeningen uiteenloopend omtrent de vraag, of we hier met een sedimentaire afzetting, dan wel met een magmatische afzetting te doen hebben.

Tegen de theorie van de magmatische differentiatie is vroeger reeds een en ander gezegd. Het is ondenkbaar, dat een dergelijk gecompliceerd gesteentecomplex met zijne lange kalkbanken en zijne afwisseling van andere gesteenten een differentiatieprodukt zou zijn.

Aan den anderen kant zijn de leptieten zeer zeker geen sedimentair gesteente en zijn ook verder geene soortgelijke sedimentaire zinkvoorkomens op aarde bekend.

Het is dan ook zeer waarschijnlijk, dat de zinkblende, of de ertsen in het algemeen (en misschien de greenstones) epigenetisch zijn en wel producten van selectieve metasomatose. De veranderingen van de leptiet in en langs de ertsband, die bij hooge temperatuur moeten hebben plaats gehad; verder het wollastonietbandje; de afwisselende rijkdom en armoede van de ertsafzetting; het voorkomen van vesuviaan; de pyrrhotien, die voornamelijk langs metasomatischen weg ontstaat; het feit, dat ook elders in de gesteenten fijn verdeeld erts voorkomt, maar daar niet toegenomen is, omdat de aard van het gesteente zich daar vermoedelijk minder toe leende; het feit, dat de leptietformatie alleen langs de ertsstrooken is veranderd en dat bijv. de zoo gevoelige kalksteenen op betrekkelijk geringen afstand geen contactmetamorfose vertoonen; dit alles wijst erop, dat eerst na de vorming der leptietformatie oplossingen van hooge temperatuur in deze formatie hebben gecirculeerd en daarbij aan speciale lagen de voorkeur gaven. Tijdens die circulatie losten die oplossingen op en vervingen het primair aanwezige door erts.

Het ertsdistrict van Filipsstad.

1. **Persberg.**

Het ertsgebied van Persberg ligt in de provincie Wärmeland. Er wordt al sinds eenige eeuwen in gewerkt en het is voor het eerst beschreven door niemand minder dan Linnaeus. Tot 1910 hebben de Persbergmijnen ongeveer 4.000.000 ton ijzererts geleverd.

Oorspronkelijk werden de ertsen, die in kalk en leptiet voorkomen, voor sedimentaire afzettingen aangezien (o.a. door Holmquist en Tornebohm). Deze sedimentaire formaties zouden in granitisch magma weer ten deele zijn ingesmolten, waarbij de contactmineralen gevormd werden. Later leerde men de contactafzettingen van de Banaat en vele andere Noord-Amerikaansche contact- en metasommatische afzettingen kennen. De groote overeenkomst in vorm en mineralisatie tusschen deze voorkomens viel op en thans wordt ook voor Persberg algemeen aangenomen een ontstaanswijze door metasomatose.

De gesteenten van het Filipsstaddistrict bestaan, behalve uit de intrusieve granieten, die verreweg de grootste oppervlakte innemen, uit leptieten en kalken, waarop discordant nog een serie rust, bestaande uit grauwacke (ten deele conglomeratisch) en grijze leien. Ook deze gesteenten zijn nog door de granietintrusies gemetamorfoseerd tot hoornrots en nopjeslei. Zij liggen ten O. van het voornaamste ertsgebied en bevatten zelve geen erts.

Alle gesteenten zijn sterk geplooid en hebben een N.N.W.—Z.Z.O. strekking.

De leptieten en halleflinta zijn gemetamorfoseerde lava's en tuffen, waarin nog grondmassastructuren gevonden zijn met phenokristen. Verder sphaerolithen, mikropoikilitische, fluïdale en granophyrische structuren. Het is duidelijk, dat we met uitvloeiingsgesteenten te doen hebben. Ze bestaan voornamelijk uit kwarts en albiet, weinig biotiet en amfibool en zijn zeer homogeen en frisch. Volgens Magnusson zijn ze later langs metasomatischen weg ten deele sterk veranderd in kwartsitische leptieten, die cordieriet, gedriet, cummingtoniet, andalusiet, granaat, biotiet en muscoviet bevatten.

Het bovenste deel van de leptietformatie bestaat niet uit Na-rijke, doch uit kaliumleptieten. Het is merkwaardig, dat alleen in deze K-leptieten de Mn-ertsen voorkomen. IJzerertsen komen in beiden voor, maar toch voornamelijk in de Na-leptiet.

Kalk en dolomiet.

De kalk en dolomiet van Persberg komen alleen voor in de benedenste leptietformatie. Ze zijn hier sterk gedolomitiseerd, wat misschien in verband staat met de skarnvorming: want rondom de skarn blijkt het Mg-gehalte doorgaans het hoogst te zijn. Doch dikwijls is de grens kalk—dolomiet scherp en Magnusson meent hier en daar te kunnen aantoonen, dat er tusschen sommige kalken en dolomieten ouderdomsverschillen bestaan. Maar meestal hebben we toch met een diagenetisch of metasomatisch verschijnsel te doen, hetgeen door onveranderde kalk in de dolomiet of dolomietfragmenten in de kalk aangetoond wordt.

Dikwijls is de kalk of dolomiet geband door silicaten, als olivijn, chondrodiet, diopsiet, tremoliet, phlogopiet, serpentijn, spinel en andere. Aan de contacten met graniet is de kalk zeer sterk veranderd: wollastoniet, vesuviaan, granaat, diopsied, skapoliet en veldspaat treden op. Nabij Filipsstad bezochten wij in het Gåsgruvafältet een zeer fraai contact in de dolomiet, dat een zeer groote gelijkenis vertoonde met het beroemde contact van Canzacuoli bij Predazzo (predazziet).

Ook aan het contact met de leptiet zit de kalk vol skarn; het is niet altijd te zeggen of deze contactmetamorfose door de leptiet veroorzaakt is, dan wel door de ertsbrengende oplossingen, die later langs het contactvlak zijn binnengedrongen, hetgeen ook veel gebeurd is.

De granietintrusies.

1. De Horrsjöngraniet.

Dit is de oudste graniet, de oergraniet. Het gesteente is gneissachtig en bestaat uit kwarts, sterk perthitische mikroklien, een weinig plagioklaas en verder biotiet. De graniet vertoont sterk de gevolgen van dynamometamorfose. Het alkaligehalte is volkomen gelijk aan dat van de leptiet en er zijn overgangsvormen naar de leptiet, waardoor de groote verwantschap tusschen beide gesteenten duidelijk aangetoond wordt. Beide zijn waarschijnlijk uit hetzelfde magma afkomstig. Maar de Horrsjöngraniet is jonger en intrusief, gelijk uit granophyrische structuren nabij het contact met de leptieten en contactmineralen in deze laatsten en in de kalken blijkt.

2. De jongere granieten.

Deze begrenzen de ertshoudende, supercrustale formaties bijna naar alle zijden. Slechts door drie, betrekkelijk smalle, bruggen

wordt de supercrustale formatie verbonden met het overige ertsgebied van Midden-Zweden.

In geen van die granieten, ook niet in de Horrsjöngraniet, komt erts voor. Maar vele onderzoekers meenen toch, dat zij de brengers van het erts geweest zijn.

Men kan er fijnkorrelige oudere (Hyttsjögraniet) en grofkorrelige jongere intrusies onderscheiden. Deze laatsten zijn allen nauw verwant aan elkaar, hoewel er nooit overgangen zijn waargenomen en de smalle grenszônes een gecompliceerd mengsel van beiden te zien geven; er zijn echter ook scherpe grenzen, waaraan men kan zien, dat het toch onafhankelijke intrusies waren en waaraan men de ouderdomsverschillen kan bepalen. De eruptievolgorde was: Kristinehamngraniet, Filipsstadgraniet, Järnagraniet, de roode middelmatigkorrelige graniet. De eerste en derde hebben de meeste donkere mineralen. De Filipsstadgraniet is min of meer porphyrisch, met groote elliptische perthietische mikroklienoogen. Er is ook wat amfibool in. Deze graniet gelijkt wel eenigszins op Rapakiwigraniet.

Andere intrusies.

Er zijn nog intrusies bekend van meer basische gesteenten, die ten deele ouder, ten deele jonger dan de plooiïng zijn: o.a. kwartsmonzoniet, pyroxeniet, peridotiet, „greenstones" etc. En verder 50—1000 m breede diabaasgangen met N.N.W.—Z.Z.O. strekking, waarvan Magnusson meent te kunnen aantoonen, dat ze silurisch zijn.

Ertsen en skarn.

De ertsen komen, omringd door skarn, bijna uitsluitend in kalk of dolomiet voor. Vroeger meende men (o.a. Törnebohm), dat de ertsen en skarn stratigrafische horizonten volgden, maar de vreemdsoortige windingen der skarnmassa's toonen duidelijk aan, dat deze meening verkeerd is. Ook blijkt, dat vele skarnvoorkomens met elkaar verbonden zijn, waarvoor men vroeger een geïsoleerde ligging aannam.

Al naar gelang men met skarn in kalksteen, in dolomiet of in leptiet te doen heeft, treft men aan Ca-rijke, Mg-rijke en Ca-arme skarn. Hiermee wisselt natuurlijk ook de mineralogische samenstelling. Het meest komen voor: hedenbergiet, diopsied, [1]) andradiet

---

[1]) Varieteit malakoliet.

(en grossulaar, almandien of spessartien), anthophylliet, cummingtoniet, serpentijn, olivin, chondrodiet, biotiet, chloriet, phlogopiet en tremoliet. Vele skarnmineralen zijn later in talk omgezet. Andere secundaire veranderingen zijn van mechanischen oorsprong: de zoogenaamde „skölar". Epidoot komt ook vaak voor, als secundair mineraal.

SCHETSKAARTJE VAN HET VOORNAAMSTE ERTSLICHAAM TE PERSBERG.

(Uit: Beyschlag. Krusch. Vogt. „Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine").

Fig. 2.

Licht gestippeld: leptiet. Zwart: ijzererts.
Donker gestippeld: skarn. Wit met streepjes: kalksteen en dolomiet.

De skarn heeft eigenlijk heelemaal geen structuur. Soms is er skarn met nevengesteente, soms alleen skarn en dan met of zonder erts. Maar zelfs dan is aan de skarn nog wel te zien, al is de kalk ook heelemaal verdwenen, dat zij de plaats inneemt van wat eens een kalksteenmassa was. De skarn- en ertslichamen zijn zeer variëerend in grootte en zeer groot in aantal. De ertslichamen in de leptiet hebben vaak weinig skarn.

Menigmaal schijnen de oplossingen langs de grensvlakken tusschen leptiet en kalk binnengedrongen te zijn. De skarn strekt

zich dan voornamelijk langs de leptiet uit. Doch in dat geval is de leptiet ook veranderd: er komen dan groene pyroxeenbanden in voor, afwisselend met granaatbanden. Vanaf het grensvlak neemt het leptietmateriaal weer geleidelijk toe; maar vaak ook zijn de overgangen scherp en dringt de skarn duidelijk in de leptiet binnen, zooals dat ook bij de kalk het geval is. Het is duidelijk, dat de skarnvorming jonger zijn moet dan de kalk en jonger dan de leptiet.

Een belangrijk iets is de observatie van Sjögren over de volgorde, waarin de mineralen gekomen zijn. Deze is volgens Sjögren: malacoliet, magnetiet en daarna granaat. Het toont ons, dat erts en skarn gelijktijdig gevormd zijn, hetgeen men trouwens reeds uit hun innigen samenhang zou mogen concludeeren. Deze gelijktijdige vorming, het binnendringend karakter van de skarn in de leptiet, het volgen van de reeds in de leptiet bestaande gelaagdheid door skarn en erts, etc., toonen ons aan, dat het erts epigenetisch is ten opzichte van de leptiet. Dit is in tegenspraak met de meening van Magnusson, dat de ertsen door de leptiet gebracht zijn; dat leptiet, erts en kalk voortbrengselen zouden zijn van één en dezelfde eruptieperiode (de kalk zou dan een soort travertien zijn), en dat de skarn een product van de latere contactmetamorfose rondom de granietintrusies zou zijn. Een argument voor Magnusson's meening, dat erts en leptiet nauw verwant zouden zijn, is het schijnbare gebonden zijn der ijzerertsen rond Persberg aan Na-rijke leptiet en der Mn-ertsen van Langban aan K-rijke leptiet. Echter komen bij Langban in deze K-rijke leptiet wel degelijk ook ijzerertsvoorkomens zonder Mn voor. Waarschijnlijker is het, dat de Mn-rijke oplossingen slechts een locaal verschijnsel waren, gebonden aan intrusies in de streek van Langban, waar toevallig de K-rijke leptieten een grootere uitgebreidheid hadden.

We komen dus tot deze conclusie: de skarn- en ertsvorming zijn contemporair en epigenetisch t.o.v. de leptiet. Zij zijn ontstaan door vervanging van kalk, doch zelden door vervanging van leptiet — door middel van heete oplossingen, die vermoedelijk uit de granietintrusies afkomstig waren. Het zijn dus metasomatische afzettingen; of, zoo men wil, zijn het contactafzettingen in den meest uitgebreiden zin van het woord. Want tusschen de begrippen contactmetamorfose en metasomatose bestaat in het geheel geen scherpen grens en in de natuur overlappen zij elkaar meestal.

Långban.

We treffen hier volkomen dezelfde gesteenten aan, als in Persberg.

Alleen overheerscht hier de K-leptiet (7—10% K_2O). Er is een zeer groot dolomietlichaam, 4 K.M. lang, 1 K.M. breed, waarin de ertsen voorkomen. Nog sterker dan in Persberg valt hier de onregelmatige vorm op en vooral de groote hoogte der ertslichamen ten opzichte van hun lengte en breedte. Als er iets voor metasomatische en tegen eenige andere ontstaanswijze pleit, is het wel dit. De hoogte is menigmaal veel grooter dan iedere andere afmeting.

„De ijzerertsvoorkomens en de mangaanertsvoorkomens zijn oogenschijnlijk volkomen onafhankelijk van elkaar", zegt Sjögren. Daarentegen zegt Magnusson, dat ze wel is waar gescheiden voorkomen, maar dat ze „closely associated" zijn.

Een groote overeenkomst bij beiden is, dat ze magnetiet (Fe_3O_4) resp. hausmanniet (Mn_3O_4) in de peripherie, daarentegen haematiet resp. brauniet in het centrum bevatten. [1])

Het ijzererts heeft de gewone pyroxeen-granaat-amphibool skarn, waarin de mineralen dezelfde volgorde hebben, als in Persberg. Ook hier zijn het klaarblijkelijk heete oplossingen geweest, die op spleten, spleetjes en haarspleetjes binnendrongen. Aan de randen der ertslichamen, waarin de kalk nog niet volledig vervangen is, heeft het gesteente hierdoor een schijnbaar breccieus uiterlijk gekregen.

De mangaanertsen hebben als skarn de overeenkomstige Mn-silicaten: schefferiet, richteriet, rhodoniet, Mn-granaat, manganophylliet, tephroiet en vele zeldzame mineralen. Verder treft men nog Pb-silicaten, arsenaten, arseniten, antimoniaten, antimoniten, gedegen lood, MgO, MnO, bariet, calciet en andere mineralen aan. Ook ijzerhoudende kwarts komt als ganggesteente voor.

Het district van Langban levert weliswaar Mn-erts, maar in hoofdzaak produceert het ijzererts; n.l. 75% van de heele ertsproductie is ijzererts.

Nergens ter wereld zijn zooveel zeldzame mineralen gevonden, als in Langban. Er zijn er zelfs nog een paar honderd, die nog beschreven en van een naam voorzien moeten worden.

Grängesberg.

Het ertsgebied van Grängesberg ligt in het Z.W. gedeelte van de provincie Dalekarlië, n.l. in het gouvernement Kopparberg. Een deel ervan ligt al in de provincie Westmanland.

We hebben hier weer te doen met één van de typische Centraal-

---

[1]) Dit komt misschien door de reduceerende werking der pegmatieten.

Zweedsche ertsvoorkomens. Als gewoonlijk komen de ertsen voor in de leptietformatie, die een lange smalle strook tusschen twee gneissgebieden vormt. Deze leptietformatie is even gecompliceerd als die te Persberg of Åmmeberg etc., en maakt in het uiterste Noorden van ons gebied een soortgelijke slingering—hoewel minder sterk, als die van Åmmeberg. Een verschil met Persberg en Åmmeberg is, dat de kalklichamen slechts een zeer ondergeschikte rol spelen en dat, in overeenstemming daarmede, ook de skarn van bescheidener afmetingen is. Leptiet leent zich immers minder tot skarnvorming dan kalksteen. Het is natuurlijk niet uitgesloten, dat er kalklichamen door erts en skarn geheel vervangen zijn — het is op sommige plaatsen zelfs waarschijnlijk — maar het kunnen toch nooit kalksteenlichamen geweest zijn van afmetingen, zooals we die in Persberg kennen.

Naast de gneissgebieden en de leptietformatie treffen we weer de jongere granieten aan; verder diabaasgangen van ongetwijfeld post-archaeïschen ouderdom met N.N.W.—Z.Z.O.-strekking.

De strekking der gneizen en leptietformatie is N. 30° O. en de helling 70°—75°. Plooien kent men niet. De verschillende gesteenten zijn parallel gerangschikt volgens lenzen: een soort „flaser"-structuur in het groot.

Gneiss.

Er komen eenige variëteiten gneiss voor: een roode gneiss van de samenstelling van een aplitische alkaligraniet; een roode biotiethoornblendegneiss en dan nog een zeer alkalirijke, grijze gneiss. In de gneiss komt geen erts voor.

Leptiet.

De vroeger gegeven leptietbeschrijvingen zijn weer volmaakt van toepassing op die van Grängesberg. Het zijn sterk gemetamorfoseerde uitvloeiingsgesteenten, waarin de vroegere structuren nog meer of minder goed bewaard gebleven zijn. We onderscheiden weer K-leptieten en Na-leptieten. In de leptietformatie komen vele amphibolieten voor, die er blijkbaar intrusief in zijn.

Men onderscheidt een zestal variëteiten. De porphyrische leptiet in het Westen, met andesieneerstelingen, bevat heelemaal geen erts en evenmin is de roode K-leptiet, waarin nog al wat granaat en epidoot voorkomt, van practisch belang — al komen er wel enkele, kleinere afzettingen in voor. Maar dan komt iets verder Oostwaarts de grijsroode kaliumleptiet, waarin de magnetiet en de

schalie-achtige, kwartsvoerende haematietertsen van het Ormbergveld gelegen zijn, dat na het Exportveld het voornaamste ertsvoorkomen is. Het belangrijkste is natuurlijk de grijze biotietplagioklaasleptiet, waarin de ertsen van dit laatstgenoemde veld aangetroffen worden. Deze leptiet is zeer natronrijk.

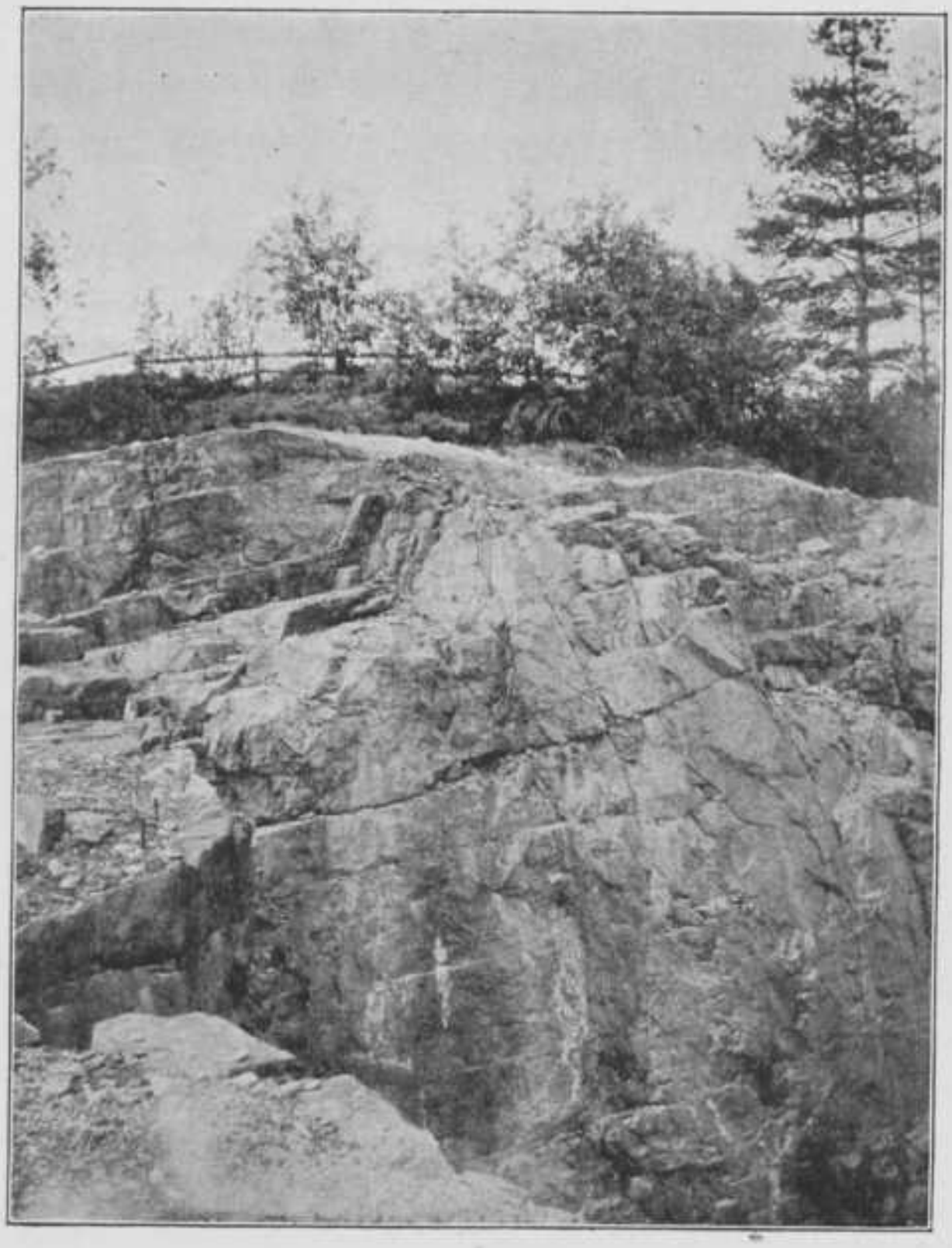


Fig. 3.
Grängesberg. — Oude exploitatie.

Ondergeschikt worden nog een tweetal leptietvariëteiten aangetroffen, die in meer of minder skarnachtige gesteenten zijn omgezet. Zij hebben daarbij dikwijls een eenigszins breccieus uiterlijk gekregen en bevatten doorgaans ijzererts. Overigens zijn alle ijzerertsen in de leptietformatie skarnertsen.

„Greenstones" en amphibolieten.

Deze gesteenten komen weer in rijkelijke hoeveelheden in de

leptietformatie voor. De „greenstones" zijn dioritisch. Tusschen Grängesberg en het Hörkenmeer is een greenstonemassa, waarin pyrrhotien gevonden is.

De amphibolieten doorbreken de leptiet en ook de gneiss, in alle richtingen en zijn klaarblijkelijk intrusief. Zeer fraai zagen wij ze in de dagbouw als scherpe graten uit het groote gat omhoog steken. De amphibolieten vormen met leptiet en erts vaak een grillig netwerk. De amphibolieten zijn altijd scherp tegen het nevengesteente begrensd.

Fig. 4.

Grängesberg. — Afgebouwde dagzoom van het Exportveld. De grillige graat met zijne rotstorens is een amphibolietgang, die men heeft laten staan.

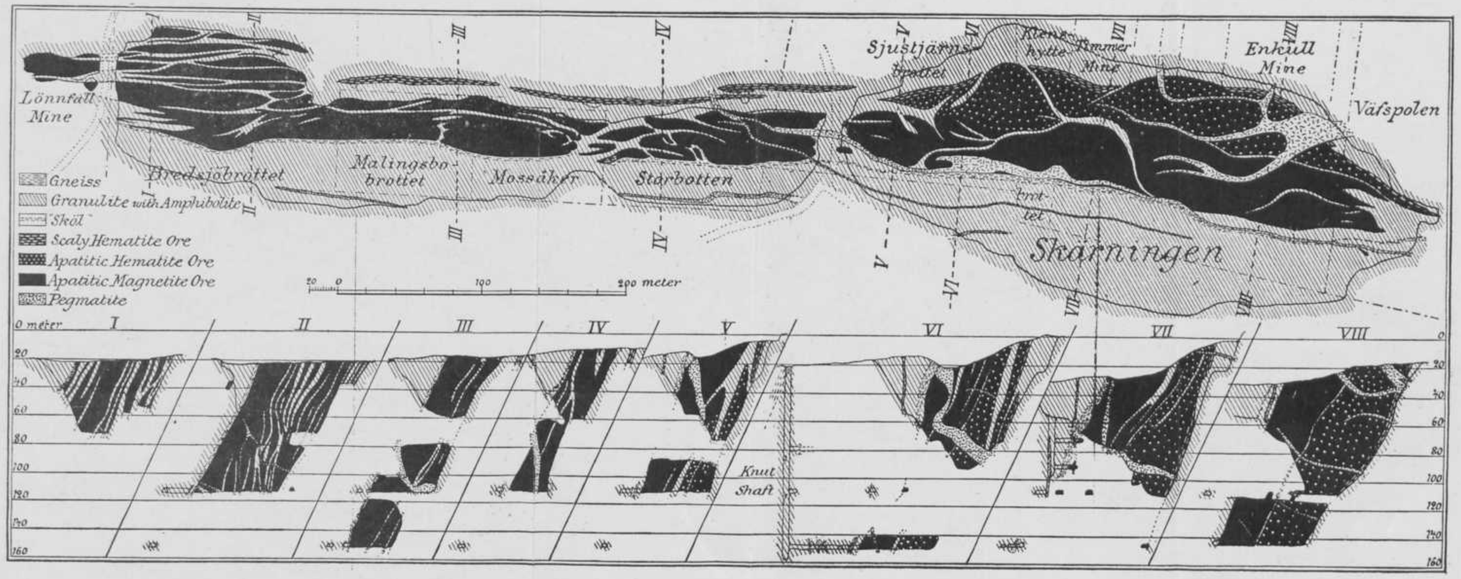
Skarngesteenten.

Hierin overheerscht hoornblendeskarn. Daarnaast zijn ook granaat en pyroxeen van belang, evenals donkere biotietbanden.

IJzerertsen.

Hiervan kent men in Grängesberg een viertal soorten. Het ijzererts bij uitnemendheid is het apatietijzererts, dat we in het Exportveld bezocht hebben en dat sterk aan het erts van Gellivare doet denken. Ook in Blötberget komt het voor, het noordelijkste ertsveld van het Grangesberg district. Dan zijn er nog de kwartshou-

GEOLOGISCHE SCHETSKAART EN PROFIELEN VAN HET EXPORTVELD GRÄNGESBERG.



dende haematietertsen met concentrische schaalachtige structuur, soms naast kwarts ook gemengd met veldspaat en mica. Dit erts treedt vrij weinig op en dan voornamelijk in het Ormbergveld. Evenmin zijn belangrijk — deze worden zelfs niet meer gewonnen — de ijzerertsconcentraties in de skarnleptiet en de kalkhoudende ertsen, waarbij als ganggesteente calciet en serpentijn optreden.

Economisch is dus eigenlijk maar één van de vier ertsen van belang: het apatietijzererts van het Exportveld. Het is een lang en smal ertslichaam, niet breeder dan 100 m (in de open dagbouw 60—100 m) en ongeveer 900 m lang. Op de breedste plek stijgt de breedte tot 170 m, waarvan 90 m erts.

Dit ertslichaam is niet compact, maar bestaat uit een groot aantal lensvormige platen of ovale ertslichamen, variëerend in grootte en in elkaars nabijheid sterk in dikte wisselend. Deze lenzen worden door een netwerk van leptiet en amphiboliet gescheiden. (Zie Plaat).

Het erts zelve bestaat uit afwisselende lagen haematiet en magnetiet, beiden gemengd met een weinig kwarts, hoornblende en veel apatiet. Het magnetiet-apatieterts bevat 59—64% Fe en 1% P, doch in het noordelijk gedeelte van de mijn neemt het apatietgehalte toe, ten koste van de amphibool. Langs het dak wordt het door een apatietband van het nevengesteente gescheiden. Het apatietgehalte neemt naar de diepte af — in één mijn is het op 580 m diepte reeds zoo gering, dat deze daardoor niet meer ontgonnen wordt.

Het haematiet-apatiet-erts bestaat uit 60—63% Fe en 1—2% P. Dat treedt in het oostelijk gedeelte van den mijn meer op den voorgrond. Soms ziet men in het erts groote magnetietkristallen liggen, terwijl men in de magnetietlichamen het omgekeerde wel ziet. Wanneer nu de haematiet door de pegmatietgangen gekruist wordt (en hoeveel hebben we er gezien!) heeft er een reductie tot magnetiet plaats gehad. Onder langs het haematiet-apatiet-erts komt overigens nog een phosphaatloos bandje voor van concentrisch schaalvormige kwartshaematiet.

De leptiet is de reeds genoemde grijze natronleptiet. Hierin komen nog vele andere gesteenten voor, zooals de reeds genoemde amphibolieten, aplitische roode gesteenten, hoornblendelenzen, porphyrische variëteiten, etc.

Het ertslichaam is tot 600 m diep vervolgd, maar er is nog geen enkele aanwijzing, dat men zijn einde zou naderen.

Doorgaans bevatten de ertsen nog 5% SiO_2, 1—2% Al_2O_3, 1,5—2% MgO en 0,1—2% MnO, echter geen zwavel. Er is één

betrekkelijk klein voorkomen, in de Hammarmijn, dat uit twee schoorsteenachtige lichamen bestaat, en dat 5—8% P bevat. Verder malacoliet, hoornblende, granaat, een weinig titaniet en orthiet in een zeer heterogeen gesteente. Deze mijn is op 100 m diepte echter reeds uitgeput.

In het algemeen is de leptiet rondom de ertslenzen meer of minder met erts geïmpregneerd.

Wat de genese betreft, is het moeilijk, om een conclusie te trekken. Er zijn drie theoriën, namelijk: magmatische differentiatie, contactafzetting of metasomatose en de keuze tusschen de eerste of de twee laatste theoriën wordt bepaald door het feit, of het erts gelijktijdig met, of nà de leptiet gevormd is. Nu is wel de mogelijkheid dat het erts epigenetisch is, 't grootst, — gezien de skarn, die het erts vergezelt, en de wijze waarop de leptiet rond de ertslichamen geïmpregneerd is, — en dat het dus metasomatisch of contact-metamorf gevormd is, — maar het is allerminst met zekerheid te zeggen. Naar analogie met de vorige beschreven voorkomens lijkt de onderstelling, dat het erts metasomatisch is, of zoo men wil, door contactmetamorfose in de meest uitgebreiden zin van het woord, het meest aantrekkelijk, maar hier in Grängesberg zijn ook de argumenten voor een magmatische differentiatie vrij sterk, en het zal vermoedelijk wel heel lang duren, eer men het hierover eens is.

De kopermijn te Falun.

Als er ooit eene mijnbouwonderneming een domineerende rol heeft gespeeld in de staathuishouding en de geschiedenis van een land, dan is het wel de groote, oude kopermijn der „Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolaget" te Falun geweest, die reeds uit de eerste helft der dertiende eeuw dateert en, eens in Zweden als het ware een staat in den staat vormende, er zelfs een eigen leger op na hield!

Ook thans nog is deze onderneming in het economische leven van Zweden geweldig machtig, al heeft de historische mijn te Falun veel van hare beteekenis verloren, sinds het kopererts is uitgeput en er alleen pyriet gewonnen wordt. Maar talrijk zijn de andere ertsmijnen, fabrieken, bosschen, boerderijen, hoogovenbedrijven, electrische centrales e.d., die deze maatschappij in Zweden bezit en exploiteert.

De totale hoeveelheid koper, die men in Falun gewonnen heeft, bedraagt 600.000 ton. Daarbij komen 1000 K.G. goud, 15.000

K.G. zilver, en zeer vele chemische producten, als zwavelzuur, zwavel, vitriool, oker, enz. Globaal geschat, bedraagt de gezamentlijke waarde daarvan bijna 800 millioen gulden.

Het kopergehalte is echter tegenwoordig zeer gering en, aangezien de koperbereiding in de Middeleeuwen bijzonder primitief was, dringt zich vanzelf aan ons de conclusie op, dat het vroeger ontgonnen erts zeer veel koperrijker geweest moet zijn en dat men derhalve vroeger de cementatiezone heeft afgebouwd.[1]) Inderdaad nemen we ook nu nog waar, dat boven in de mijn het kopergehalte hooger wordt.

Het gebied rond Falun — het wordt langzamerhand een oude geschiedenis — bestaat uit gneiss en leptiet, geïntrudeerd door een tot gneiss geworden graniet. Daarop volgde de plooiing, dan intrusie van jongere granieten, waarvan de jongste de serarcheïsche Stockholmgraniet is, welks talrijke pegmatietgangen rijk zijn aan zeldzame aarden, als orthiet en gadoliniet. Tot slot is er een zeer lange olivijndiabaasgang in gekomen, die alle andere gesteenten doorsnijdt en verreweg het jongste blijkt te zijn. Overigens komen er in de leptiet dioritische massa's voor, die er in leeftijd weinig mee schijnen te verschillen en waarvan het moeilijk te zeggen is, of het basische uitscheidingen, dan wel intrusies zijn.

De verertsing had ongeveer ten tijde van de plooiing plaats. Hierbij werden de „skölar" gevormd en door deze sköls zijn de ertsvoerende oplossingen aangevoerd. De verertsing gaat steeds van deze sköls uit en de ertslichamen zijn grootendeels door deze sköls begrensd. Vanuit de sköls is de verertsing doorgaans begonnen bij kalk- en dolomietlichamen, die zich in de leptietformatie bevonden, en waarvan men de resten nu nog in het ertslichaam vindt. Waren deze kalkmassa's ongeveer volledig vervangen, dan ging de verertsing door in de omringende leptiet en gneiss, die daarbij zelve sterk gewijzigd werden, indien zij niet geheel door het erts vervangen zijn. Het is een metasomatische verandering, die ook elders, bijv. in het Noorden van het Filipsstaddistrict is waargenomen, en die een zekere overeenkomst vertoont met de greisenvorming bij de tinertsafzettingen. De veldspaat werd daarbij grootendeels opgelost, het kwartsgehalte verhoogd en het gesteente ging over in een meer of minder glimmervoerende kwartsiet, waarin rijkelijk

---

[1]) Maar er zijn ook aanwijzingen, dat het primaire erts boven in de afzetting zelve rijker geweest moet zijn.

anthophylliet en cordieriet [1]) voorkomen en accessorisch mineralen als faluniet, andalusiet, magnetiet. Om het erts heen vindt men dan nog menigmaal anthophylliet- of malacolietskarn.

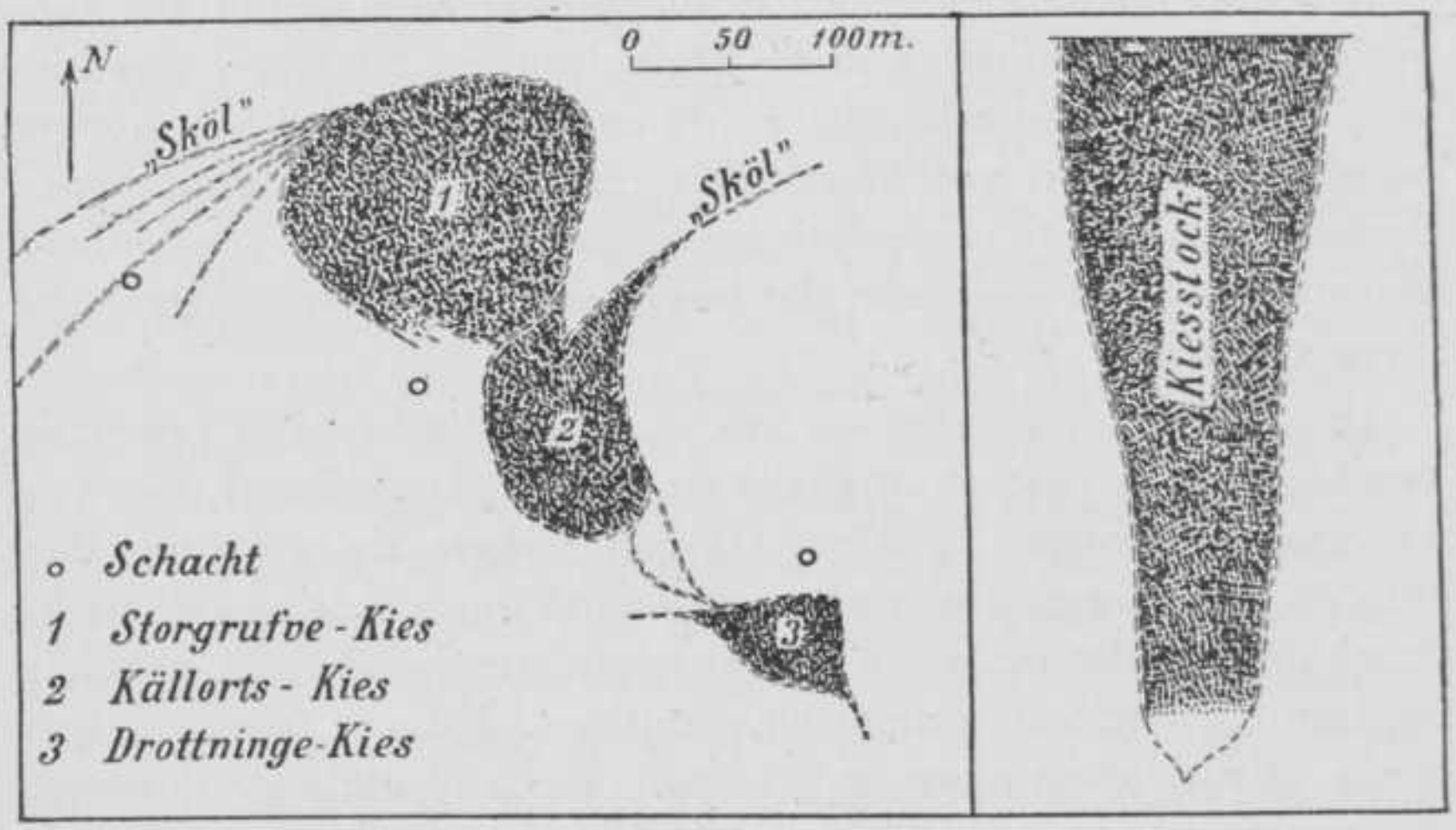


Fig. 5.

De ertsafzettingen van Falun. — Platte grond en verticale doorsnee.
(Uit: Beyschlag, Krusch, Vogt).

Het belangrijkste bestanddeel dezer ertsen is pyriet. De pyriet komt voor in zeer hooge lichamen, omgekeerde suikerbrooden gelijk, in welks centrum de pyriet compacter is, dan aan de peripherie, waar het oorspronkelijk gesteente meer de overhand neemt — tenzij de grens een sköl is, van waaruit de verertsing begonnen is. Anders treffen we dikwijls pseudobreccies van erts en kwartsiet aan en dikwijls komen rondom het compactere lichaam nog 250—300 m breede zones van veel minder rijk met erts geïmpregneerde kwartsiet aan, die zijn structuur nog goed behouden heeft. Dit erts is dan echter meestal rijker aan koper; door toename van het pyrietgehalte gaan deze lichamen over in de eigenlijke pyrietmassa.

Uit alles, wat hierboven omtrent de pyrietmassa's is opgemerkt, mogen we zonder eenigen twijfel concludeeren, dat het erts epigenetisch is. De ertslichamen zijn door metasomatose ontstaan en klaarblijkelijk bij hooge temperatuur.

Het grootste omgekeerd-conische ertslichaam is dat van Storgrufvan, dat 332 m diep is en welks doorsnee aan den bovenrand

---

[1]) Heeft doorgaans reeds secundaire veranderingen ondergaan.

van den dagbouw 200 m is. Het is een vrijwel zuivere pyriet met een gering kopergehalte (niet meer dan 0,3%), dat aan de bovenzijde van de afzetting en langs de sköls hooger wordt. Ten deele is het dan een mengsel van kwarts, ijzerpyriet en koperpyriet.

Om de pyrietmassa van Storgrufvan heen bevinden zich nog een tweetal galenietvoorkomens en één van sfaleriet. Zij zijn vooral door skarn begeleid.

Het spreekt overigens vanzelf, dat de skarn het rijkelijkst optreedt in de overblijfselen der vroegere kalk- en dolomietlichamen.

Sinds 1881 wordt er in Falun ook wat goud gewonnen, dat voorkomt in spleetvullende kwarts. Hierin vindt men tevens galenobismuthiet, vergezeld van gedegen bismuth. Het goudgehalte kan oploopen tot 300 gr per ton. Overigens is er ook een weinig seleenerts met 10 gr. goud per ton en een kopererts met 3 gram goud. Goud vindt men niet beneden 200 m en het meeste op een diepte van 40—100 m.

Het is duidelijk, dat de mijn, d.w.z. het ertslichaam, eens nog veel hooger geweest moet zijn. Maar de ijzeren hoed en misschien ook ten deele de cementatiezone, zijn in het diluvium door het ijs weggenomen. Het is moeilijk te schatten, hoeveel er is meegevoerd.

Nog rest ons het veelvuldig optreden van felsietgangen te vermelden, waarin vermoedelijk meer dan eens injectie heeft plaats gevonden. Zij zijn doorgaans onsymmetrisch gebouwd en langs één van de zijden is naast de felsiet, die de voornaamste gangvulling is, nog amphiboliet geïnjiceerd, die scherp tegen de felsiet begrensd is. Zij staan waarschijnlijk in geenerlei verband met de ertsvorming; misschien zijn ze zelfs jonger.

Svärdsjö.

Het recept is weer volkomen hetzelfde. We hebben een 300—400 m breede leptietzone, waarin een drietal kalklichamen. Verder granietintrusies. Door metasomatose zijn de ertsafzettingen gevormd, allereerst natuurlijk in de kalk. De leptiet is weer in kwartsiet veranderd, met glimmer en cordieriet, terwijl er in de kalklichamen belangrijke skarnvorming plaats vond en tevens werd de kalk gedolomitizeerd. De verertsing is van sköls uitgegaan.

Het erts is zeer arm en in twee etappes gekomen: het eerst kwam een donkere, ijzerrijke (6—7%) sfaleriet, begeleid door een weinig chalkopyriet en galeniet. Later kwam de rest van de galeniet en licht gekleurde, ijzerarme sfaleriet. Ten minste, dit was de meening van den ingenieur van Svärdsjö.

De voornaamste skarnmineralen zijn tremoliet, malakoliet en ijzerrijke amfibolen. Andere mineralen, die men aangetroffen heeft, zijn chloriet, toermalijn, pyriet, aktinoliet, arsenopyriet en fluoriet. In holtes treft men wel ,,Bergöl" aan, een bitumineuze stof.

Nya Kalvbäcken.

Hier hebben we te doen met een 10—15 m dikke en 40—50 m lange kalklens in zeer gedrukte leptiet, waarvan de strekkingsrichting N.W.—Z.O. is en de helling 60° Z.W. Door sköls zijn de ertsoplossingen aangevoerd en deze hebben de kalk volkomen omgezet in erts en skarn; de leptiet is in granaatvoerende kwartsiet omgezet. Het voornaamste skarn-mineraal is tremoliet. Fluoriet is ook belangrijk (pneumatolyse?).

Sfaleriet, chalcopyriet en pyriet zijn de voornaamste sulfides. Het is om de twee eerstgenoemden te doen. Beneden 100 m neemt het pyrietgehalte zeer toe en is beneden 140 m zoo hoog geworden, dat daar de ontginning van het toch al arme erts niet meer loonend is.

BOLIDEN.

Gedurende het laatste decennium heeft men in het stroomgebied van de Skellefte-elf in het Norrland een bijzonder rijk ertsgebied gevonden, waarvan de ontdekking alleen mogelijk is geweest, dank zij het gebruik van geophysische opsporingsmethoden; in het bijzonder de equi-potentiaalmethode en ook de electromagnetische methode.

Dat er in dit gebied ertsen zouden voorkomen, was sinds het jaar 1900 reeds bekend. Men vond glaciale rolblokken, die soms zeer rijk erts bevatten, en, daar deze ertsbrokken, hoewel zeer gemakkelijk vergruisbaar, nog intact waren, begreep men, dat de ertsvoorkomens ook niet veraf zouden kunnen zijn. Men stelde ijverig nasporingen in, die slechts tot de ontdekking van eenige kleinere gangen en lenzen leidden. Deze echter waren voor afbouw ongeschikt, en omdat het land overigens geheel bedekt is door morainemateriaal, moeras en meren, en ontsluitingen van vast gesteente uiterst schaarsch zijn, gaf men in 1908 deze onderzoekingen weer op.

Tijdens deze onderzoekingen was men nog vele nieuwe ertsindicaties tegengekomen, van zeer verschillende ertssoorten. Er waren merkwaardig rijke goudertsen bij. Toen tijdens den oorlog de metaalprijzen ook in Zweden bijzonder hoog waren, werd het onderzoek opnieuw opgevat, maar nu met behulp van de bovengenoemde geophysische opsporingsmethoden. Men ging uit van ertsrijke erratische blokken en, daar de bewegingsrichting van het ijs bekend was, wist men tevens de richting, waarin men moest exploreeren. Steeds kreeg men dan op weinige kilometers afstand dezer indicaties aanwijzingen voor het „moederertslichaam", waarna boringen, etc. er werkelijk de aanwezigheid van aantoonden. Vele van deze ertslenzen waren niet alleen zeer rijk, wat qualiteit, maar ook wat quantiteit van het erts betreft.

De geologie van het Skellefte-gebied is als die van alle Zweedsche ertsvoorkomens, en is vooral met die van het Filipstad-district te vergelijken. Het oudste gesteente is weer de leptiet, een super-

crustaal archaeïsch eruptief gesteente, dat sterk gemetamorfoseerd is. Men kent er zoowel lava's, als breccies en asch in. De leptiet is zuur en een weinig alkalisch. Boven in de leptietformatie treffen we eenige kalklagen en schalies aan.

Iets jonger is de „zwarte lei-serie"; het zijn donkere schisteuse hälleflinta, zwarte pyritische en graphitische schalies [1]), grauwackes en greenstones. Ook komen er eenige conglomeraatlaagjes in voor, waarin nog geene granietrolsteenen aangetroffen werden. De overeenkomst met Filipstad is treffend.

Als in Filipstad kwam nu de plooiing en de granietintrusie. Het is de Järngraniet, die de ertsen gebracht heeft en sterke veranderingen [2]) over zeer groote uitgestrektheden in de leptietformatie teweeg bracht. In de graniet zelve komen ook nog ertsen voor.

Onmiddellijk na deze orogenetische en vulkanische phase kwam het tot afzettingen van de conglomeraten en grauwackes der Vargforsformatie, waarin men wèl rolsteenen van de Järngraniet aantreft.

In het Zuiden van ons gebied kwam het nu opnieuw tot vulkanische werkzaamheid en de intrusie van de Revsundgraniet, die overeenkomst met de serarchaeïsche granieten van M.-Zweden, volgde. Ook deze graniet veroorzaakte sterke metamorfoses. De Skellefte-graniet is er een aplitische phase van. Het is niet onmogelijk, dat de Arvidsjaur-graniet in het N.W. van gelijken ouderdom is. In ieder geval gelijken Arvidsjaur- en Revsundgraniet zeer op elkaar. In de Vargforsconglomeraten treft men geene rolsteenen van deze granieten aan.

De ertsen komen voor zoowel in de leptiet, als in de „zwarte lei formatie". In beide formaties zijn het meestal groote, langs metasomatischen weg gevormde lenzen van sulfiden. Verder komen in het Skellftegebied chalkopyritische vaalbanden voor en zeldzamer kwartsaders met goudhoudende arsenopyriet en calcietaders met galeniet en fluoriet.

Het door ons bezochte voorkomen van Boliden is wel het grootste uit de streek. Het is sinds 1921 bekend. Er waren nog nooit rolsteenen van gevonden. Bij het zoeken naar den oorsprong van rolsteenen van een ander erts, die men ten Z. van Boliden gevonden had, vond men $2^1/_2$ K.M. ten Noorden van Boliden deze reusachtige ertslens, dus eigenlijk geheel bij toeval.

---

[1]) Dit zijn goede geleiders, wat moeilijkheden bij de exploratie oplevert.

[2]) Als in Filipstad waren deze van metasomatischen aard; de leptiet werd in schisten en kwartsieten omgezet.

De lengte van deze lens is 600 m, de breedte 3—35 m; de oppervlakte, waarmee de lens aan den dag komt (de glaciale bedekking weggedacht), is 10.000 m². De strekking is O.—W. [1]), de helling 85° Z. Het nevengesteente is leptiet, ten deele in sericietkwartsiet veranderd en ook is amphiboliet wel eens nevengesteente. In het algemeen is het nevengesteente iets minder sterk veranderd, dan we tot nu toe in Zweden gezien hebben. Skarn is er weinig; dit zal ook wel in verband staan met het feit, dat hier geene kalklichamen zijn vervangen.

Het ertslichaam, dat dus door metasomatische vervanging van de leptiet ontstaan is — de bewijzen hiervoor zijn dezelfde, als degene, die vroeger reeds zoo vaak zijn opgenoemd — bestaat grootendeels uit pyriet, die goudhoudend is. Maar de groote rijkdom van de lens is toch de arsenopyriet, die langs het dak ligt en een goudgehalte van 60 gram, soms 100 gram, per ton heeft. Het goud is zoo fijn in de arsenopyriet verdeeld, dat men het onder de microscoop niet eens schijnt te kunnen zien. Ook in het nevengesteente van de arsenopyriet komt een weinig goud voor. Het gemiddelde goudgehalte van de geheele mijn is 15 gram.

De arsenopyriet is het oudste ertsmineraal. Vervolgens kwam de pyriet, die de hoofdmassa van de lens uitmaakt en het onderste ligt, en de pyrrhotien. Tusschen pyriet en arsenopyriet ligt een zone van chalkopyriet.

De vervanging is vrij volledig geweest, maar men kent natuurlijk in het ertslichaam nog vele onvolledig of in het geheel niet vervangen partijen leptiet

De arsenopyriet bevat 200 gram zilver per ton, geen Se, weinig Ni en Co en 0,1% Sb. In de pyriet wordt nog 0,003% Se gevonden.

In de vloer van het pyrietlichaam zijn nog kleine massa's sfaleriet en magnetiet bekend en soms wat kopererts.

Het heele gebied rond Boliden is bedekt met een eenige tientallen meters dikke (boven de lens 10—20 m) laag morainemateriaal. Nabij het Casino vonden we nog een postglaciale marine afzetting, die thans 239 m boven zee ligt. Het Skelleftegebied ligt zeer nabij het centrum van de postglaciale verheffing in Skandinavië.

---

[1]) Dit is een plaatselijke afwijking. De heerschende strekking in het Skellefte-gebied is N.W.—Z.O.

KONGSBERG, NOORWEGEN.

De zilvermijnen van Kongsberg behooren tot de beroemdste en oudste mijnen ter wereld. Zij hebben, hoewel niet in die mate als de Kopparberg te Falun, een zeer belangrijke rol gespeeld in de geschiedenis van hun land. Sinds hunne ontdekking, in 1623, hebben zij meer dan 1.000.000 K.G. zilver geleverd ter waarde van ruim 120.000.000 gulden. Ter vergelijking diene echter de beroemde zilverberg van Potosi in Bolivia, die voor meer dan 4.000.000.000 gulden aan zilver leverde.

Tegenwoordig werken de mijnen van Kongsberg met aanzienlijke verliezen.

We bevinden ons in Kongsberg weer in het „Urgebirge". Ten W. van Drammen is het palaeozoïcum van het Christianiagebied door een groote verschuiving begrensd en alleen veel verder Westwaarts, in de Telemarkformatie van Telemarken, treffen we, behalve de graniet, nog silurische zandsteenen en conglomeraten aan, die echter grootendeels reeds zijn weggeërodeerd. De eenige palaeozoïsche gesteenten zijn diabazen, die in verband staan met het postcaledonische vulkanisme in het Christianiagebied.

Het Kongsberger mijnbouwrevier is zeer uitgestrekt; het is 30 K.M. lang en 5—10 K.M. breed. De mijnen zijn zeer diep. „Gabe Gottes" en „Gottes Hilfe in der Not" meer dan 700 m, „Overberget" zelfs meer dan 900 m. Er zijn 150 mijnen in bedrijf geweest.

De oudste gesteenten zijn sterk geperste en gemetamorfoseerde gneizen, amfibolieten en hoornblendeschisten, phyllieten of glimmerschisten, die in hun genese sterk doen denken aan de Zweedsche leptietformatie. Het zijn n.l. meerendeels sterk veranderde effusiva van ten deele dacitische (de oudste, de Barlindals-groep), ten deele andesitische (de amfibolieten en gneizen der jongere Oldenberggroep) samenstelling. Er zijn breccies, die aantoonen, dat laatstgenoemde groep de jongste is. Ook is er een zeer gedrukte grijze gneiss, die de samenstelling van een Na-graniet heeft. Zeker

sedimentaire gesteenten zijn er in dit complex maar weinig. De strekking is N. 10° W. en de helling 70°—80° O.

In dit complex komen nu intrusies voor van eveneens zeer gedrukte en veranderde stollingsgesteenten, die oorspronkelijk gabbrodioriet, kwartsamfibooldioriet en kwartsmicadioriet waren. Zij zijn tengevolge van metamorfose onder andere namen (amfibolieten, flasergabbros etc.) bekend. De zuurste zijn het jongst. Zij zijn archaeïsch en hebben een laccolitisch uiterlijk. Zooals gezegd, zijn zij veranderd tot amfibolieten e.d. en de oorspronkelijke structuren zijn vaak geheel uitgewischt. Toch vertoont o.a. een olivinhyperiet nog duidelijk een ophitische structuur.

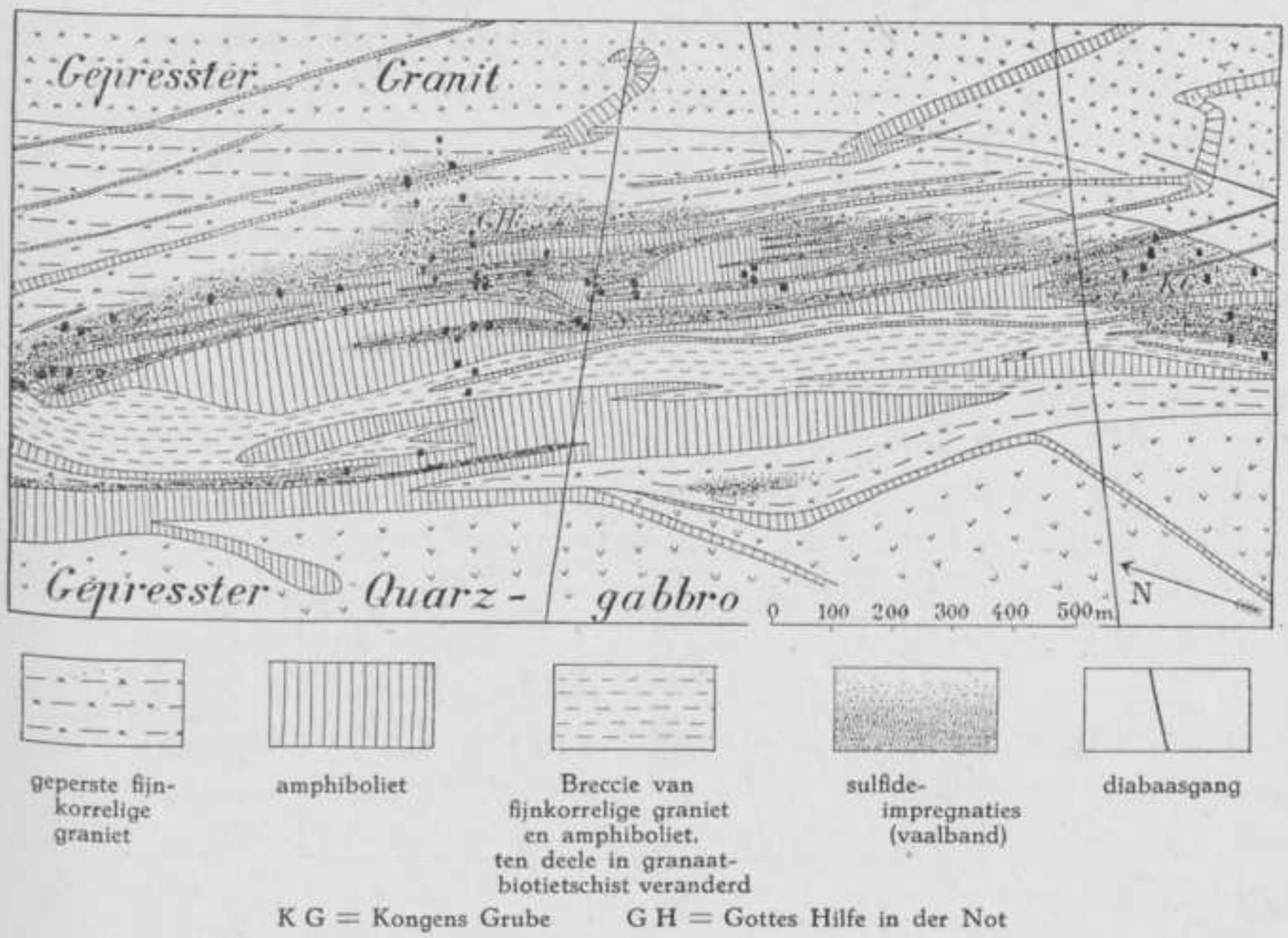


Fig. 6.

Geologische Kaart van een deel van Overberget Kongsberget (naar C. Bugge).

Hierna zijn geïntrudeerd de Kongsberggraniet, als onsamenhangende gangen en kleinere massieven, en de *Vinordiabaas*, die belangrijk is voor de ertsgenese. De Vinordiabaas is een amfibolitisch geworden diabaas, bestaande uit plagioklaas, donkergroene en lichtgroene hoornblende, weinig kwarts, weinig biotiet, epidoot en zoïsiet, accessorisch granaat, titaniet, apatiet en erts.

Overal, waar de Vinordiabaas schisteuse gesteenten doorsnijdt, heeft hij aanleiding gegeven tot het ontstaan van vaalbanden. De

naam vaalband is van Kongsberg afkomstig en daar door de eerste Duitsche mijnwerkers gegeven aan kristallijne, schisteuse gesteenten, die met een arme — althans niet zeer rijke — hoeveelheid sulfidische ertsen geïmpregneerd zijn en wel zoodanig, dat deze in hoofdzaak langs de laagvlakken optreden. Het sulfidegehalte is slechts één of eenige procenten en stijgt bij uitzondering wel tot eenige tientallen procenten. In Kongsberg treden voornamelijk als sulfidische impregnatie (een metasomatose) op: pyrrhotien, pyriet en chalkosien, weinig galeniet en sfaleriet. De Kongsberger vaalbanden zijn volkomen zilvervrij.

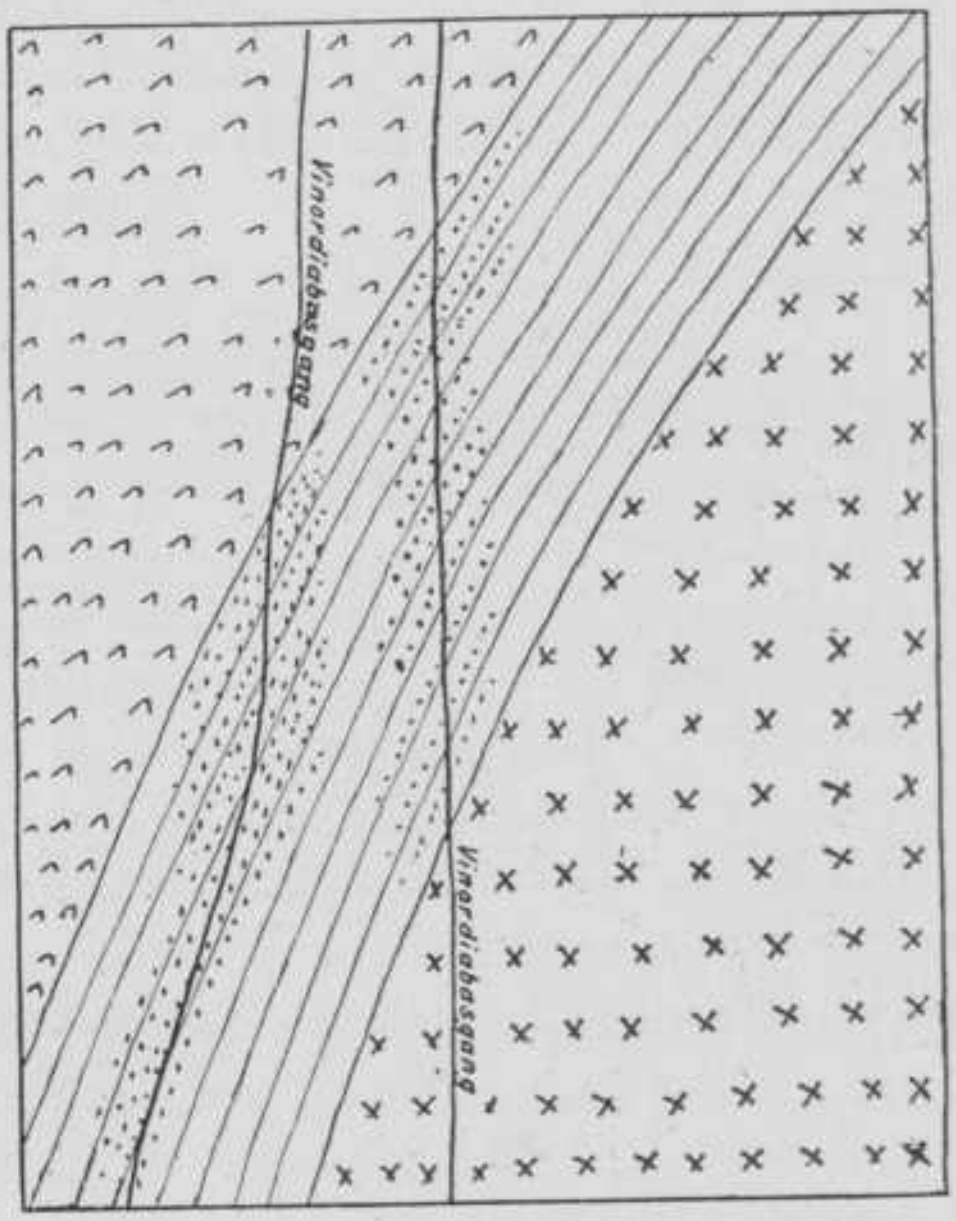


Fig. 7.
Verband tusschen Vinordiabaas, vaalband en gelaagde en ongelaagde gesteenten, te Kongsberg
naar C. Bugge, Kongsbergfeltets Geologi.

De vaalbanden zijn het sterkst geïmpregneerd langs en nabij de Vinordiabaas en de hoeveelheid sulfiden neemt gaandeweg af, als men zich daarvan verwijdert. Doorsnijdt de Vinordiabaas massieve gesteenten, bijv. graniet, dan treden daarin geene vaalbanden op, tenzij er een uitgesproken cleavage is. Dan treft men ze er bij uitzondering in aan. Blijkbaar zijn de sulfidische ertsen uit deze diabazen afkomstig.

Er waren onderzoekers, die meenden, dat in de vaalband erts en gesteente gelijktijdig gevormd waren. Want men ziet in slijpplaatjes wel pyriet binnen in kwarts- of granaatindividuen. De vaalbanden komen echter ook voor in de gneissgraniet, die zeker jonger is dan de Knute-formatie en ze vormen in deze graniet vaak zoo'n grillig netwerk, dat het niet twijfelachtig is, of zij zijn ook jonger dan deze graniet.

Van silurischen en oud-devonischen ouderdom zijn de Telemarkgraniet (een intrusie verder westwaarts, van batholitische afmetingen) en de jongere diabazen. Eveneens de zilvergangen, die een W.Z.W.-strekking hebben en loodrecht staan op de strekking der andere gesteenten en vaalbanden. De zilvergangen (Bugge spreekt van aders, maar „gangen" is misschien beter) komen in twee generaties voor. De *gangen der eerste generatie* (men kent er 21) bestaan uit kwarts en fragmenten van verschillende vreemde gesteenten (w.o. palaeozoïsche) en vooral uit calciet. Verder nog vloeispaat, pyriet, galeniet, sphaleriet, chalkopyriet, pyrrhotien en magnetiet. In deze gangen komen geen gedegen zilver of zilvermineralen voor. Zij worden niet ontgonnen. Maar het zilver in de gangen der tweede generatie is uit deze gangen afkomstig. Want de sulfiden in deze oudere gangen houden zilver opgelost, tot 0,3%.

De *hoofdgangen der jongere generatie* bestaan uit calciet en verder gedegen zilver en argentiet. Zeer zelden vindt men pyrargyriet en stephaniet. Het zilver komt voor als draden, mos of platen. Het grootste stuk zilver, dat ooit gevonden is, woog 500 K.G. Het primaire zilvermineraal is vermoedelijk argentiet geweest, waaruit gedegen zilver ontstaan is. Aan de einden der draden komen nog wel eens argentietkorrels voor. Deze omzettingen waren volgens Vogt, Bischoff e.a. hetzij oxydaties door zuurstof of waterdamp, hetzij reducties door waterstof of koolwaterstoffen, hetgeen ook mogelijk is, omdat de gangen wel eens rijk aan bitumen zijn.

De hoofdgangen zijn van 10—50 cm dik. Behalve uit calciet en zilver (300—400 gram per ton) bestaan zij uit kleine hoeveelheden sulfiden (vrijwel zilvervrij), kwarts, bariet, bariumveldspaat, axiniet, albiet, chloriet, zeolithen, etc.

Naast de hoofdgangen kennen we nog de papierdunne „normal calcite veins", die uit dezelfde mineralen bestaan en ook wel eens aanmerkelijke hoeveelheden zilver bevatten. Zij zijn niet dikker dan 3 cm.

In de hoofdgangen zit echter niet overal zilver. Het komt slechts op die plaatsen voor, waar ze de vaalbanden snijden en dan verder

nog tot op geringen afstand van de vaalbanden, doorgaans niet meer dan 10—20 m, bij uitzondering tot 80 m.

Er zijn nog eenige andere gangen: de „rotten veins", die uit een kleiïge substantie bestaan van calciet, kwarts, muscoviet, chloriet en gesteentefragmenten: een soort „skölar" dus. Zij zijn aan bewegingen te danken en oefenen vaak ook een Ag-precipiteerende invloed uit op de zilvergangen. Tenslotte zijn er nog de „striking calcite veins".

De ertsgenese geschiedde volgens Bugge en Vogt als volgt: Tijdens de vulkanische werkzaamheid in het Christianiagebied werden overal gangen en contactafzettingen met sulfidische ertsen gevormd. Bijv. in de nabijheid, tusschen Kongsberg en Drammen, op Konnerud. Deze sulfidische ertsen bevatten altijd vrij wat zilver, zoodat in Konnerud nog 10.000 K.G. zilver geproduceerd zijn. De Kongsberger-gangen der eerste generatie zijn gevormd ten tijde van, en staan in verband met de erupties in het Christianiagebied.

Toen kwamen de heete carbonaat-oplossingen der tweede periode. Zij circuleerden langs cleavage- en laagvlakken en langs de „striking" en „rotten veins". Zoo kwamen zij langs en in de gangen der eerste generatie, waar zij mineralen oplosten, w.o. zilver. Zij circuleerden verder, hetzij in de gangen der eerste generatie, waarin zij omkristallisaties teweeg brachten [1]), hetzij in nieuwe spleten en spleetjes. Passeerden zij de vaalbanden, die de electriciteit geheel anders geleiden (Vogt) en waarin bovendien oplossingen van ijzer- en andere sulfaten en zuren circuleerden, dan moesten er wel chemische werkingen plaats hebben. Met de carbonaten, de zuren en het reduceerende ijzersulfaat zal er H_2S zijn gevormd, dat het opgeloste zilver als sulfide neersloeg. Bovendien is ijzersulfaat zelve in staat, zilver uit zilveroplossingen gedegen neer te slaan.

De „rotten veins", en soms alleen al de snelle wisseling der gesteenten, schijnen ook gunstig te zijn voor de zilverprecipatie.

De zilverhoeveelheid in de zilvergangen is volkomen onafhankelijk van de hoeveelheid sulfide in de doorbroken vaalbanden. De zilverhoeveelheid in de zilvergangen overtreft verre het eigen sulfidegehalte der zilvergangen.

Als merkwaardigheid zij nog vermeld, dat het zilver eenig kwikzilver bevat. Meestal 0,5% of minder en nooit meer dan 2%.

---

[1]) Deze veranderde, oude gangen worden in dat geval ook maar gangen der tweede generatie genoemd.

LÖKKEN.

Het Lökkensche voorkomen behoort tot een groep van sulfidische ertsafzettingen, die, gerangschikt volgens de as van het Caledonische gebergte, allen liggen in de cambrische en silurische sedimenten van dit gebergte. [1]) Zij schijnen in onmiddellijk verband te staan met intrusies — voornamelijk gabbroïdische —, die plaats hadden tijdens en aan het eind van de hoofdphase der orogenese: dat is dus aan het eind van het siluur of nog in het begin van het devoon.

Deze reeks van afzettingen begint in het hooge noorden bij Birtavarre en den Sulitjelma en verder behooren ertoe de ertslichamen van Gdong, Ytterö, Meraker, Lökken, Killingdal, Kjöli, Röros, Röstvangen, Foldal e.a. Vooral het gebied van de Trondhjemer Mulde is gekenmerkt door het voorkomen van deze sulfidische ertsen. Dit was tevens 't gebied, waar het vulkanisme het hevigst en de plooiïng 't meest intensief was, zoodat het Caledonisch gebergte hier, volgens B r ö g g e r, tot $^{3}/_{7}$ van zijn oorspronkelijke breedte ineengeschoven werd.

De Trondhjemer Mulde is een groote, langgestrekte syncline, in welks midden nog een anticline opgeplooid is. De westelijke grens van deze trog wordt gevormd door den heuvelrug ten Westen van de Orkedalsfjord en de Oostvleugel ligt ongeveer ter hoogte van de rijksgrens bij Storlien; d.i. een afstand van omstreeks 100 K.M. De trog bestaat geheel uit de sterk gemetamorfoseerde cambrische en silurische sedimenten der Caledonische geosynclinaal en slechts op enkele asculminaties treedt in vensters het grondgebergte aan den dag, dat sterk gedeformeerd en gemetamorfoseerd is, in tegenstelling met het grondgebergte aan de randen der trog, dat veel minder van de bergvorming te lijden heeft gehad.

Inderdaad is de bergvorming hier zeer hevig geweest. Niet alleen is het gebergte sterk geplooid, maar er zijn ook — en wel in oostwaartsche richting — geweldige overschuivingen gevormd. Ten

---

[1]) Geen enkel ertslichaam wordt in het grondgebergte aangetroffen.

Z.O. van Storlien strekt zich o.a. de Areskutanoverschuiving over een afstand van liefst 140 K.M. uit.

Hand in hand met deze bergvorming werkte het vulkanisme. Niet alleen zijn er vele intrusies, meest van gabbroïde gesteenten — een enkele maal ook van zuurdere (tot graniet toe) of van meer basische (tot peridotiet) — maar temidden der sedimenten bevinden zich ook effusiva: submarien uitgevloeide lava's en tuffen zijn het, wier samenstelling overeenkomst vertoont met de gewone gabbroïde gesteenten. Zij zijn iets vroeger tot eruptie gekomen dan deze gabbro's, n.l. reeds bij het begin der bergvorming, maar het is niettemin waarschijnlijk, dat zij er toch de uitvloeiingsphase van zijn.

Later, tijdens de bergvorming, zijn deze effusiva aan sterke regionaal- en dynamometamorfose onderhevig geweest en daarbij zijn zij tot amphibolieten en prasinieten, tot serpentijnen en chlorietschisten omgevormd en de sedimenten zelve zijn veranderd in phyllieten en glimmerschisten, met kenmerkende mineralen voor de meso- en epizones, die Grubenmann voor de metamorfose heeft aangegeven.

Het is duidelijk, dat we hier in een geheel ander gebied zijn, dan in het Centraal-Zweedsche ertsgebied. Daar waren we op het starre continent, hier zijn we in de beweeglijke geosynclinaal. Verschillende geologen vergelijken de Trondhjemer Mulde met de penninische geosynclinaal in de Alpen en in sommige opzichten is er inderdaad groote overeenkomst. Weliswaar speelt kalk een meer ondergeschikte rol, maar overigens hebben we ook hier te doen met eene monotone, dikke, uitgesproken marine sedimentserie (de schisten der Rörosgroep en der Bymarkgroep [1]), resp. cambrium en siluur), blootgesteld aan dezelfde metamorfose. Vooral is de overeenkomst der Noorsche „Grüngesteine" met de ophiolithen in de schistes lustrés der Alpen treffend, die in de Alpen het begin van het eigenlijke paroxysme inluiden, gelijk hier de amphibolieten het begin der Caledonische orogenese. Zoowel petrografisch als chemisch zijn deze gesteenten in Noorwegen volkomen ononderscheidbaar van de ophiolithen der Alpen.

---

[1]) Carstens meent hier zelfs radiolariengesteenten in aangetroffen te hebben, waarvan hij het ontstaan met behulp van het vulkanisme verklaart, zonder er een vele duizenden meters diepe zee voor te moeten aannemen. Door het vulkanisme zou er zooveel kiezelzuur in het zeewater gebracht zijn, dat kiezelorganismen er een schitterend voedingsgebied vonden en zich in uitbundige hoeveelheden gingen ontwikkelen.

De jongste silurische gesteenten in ons gebied zijn de kleileien, zandsteenen en conglomeraten — veel minder sterk gemetamorfoseerd — van de Hovingroep. Carstens wijst erop, dat de wisseling van grof- en fijnklastische sedimenten op sterke orogenese tijdens de afzetting ervan duidt en hij trekt een parallel tusschen deze gesteenten en de flysch en molasse in de Alpen: het zijn de afbraakproducten van het wordende gebergte.

Na deze korte uiteenzetting van den bouw van het Trondhjemer gebied volge hier eene bespreking der ertsafzettingen zelve.

Het spreekt vanzelf, dat er over de genese van de ertsen weer verschillende meeningen zijn. Carstens heeft twee onbelangrijke kleinere voorkomens, die van Skjödskift nabij Lökken en van Leksdalen, beiden gelegen in de Bymarkformatie (ordovicien), nauwkeurig onderzocht en hij komt daarbij tot de conclusie, dat het gemetamorfoseerde biochemische afzettingen zijn, ontstaan uit een soort rottingsslib in een afgesloten zeebekken, dat rijk was aan H_2S en NH_3-verbindingen en waarin geen zuurstof aangevoerd werd. Processen dus, die zich heden in de Zwarte Zee afspelen. Zelfs ziet men dat hier en daar in de fjorden gebeuren, waar de drempel zuurstofcirculatie uitsluit en waar ook zulk een H_2S-rijk rottingsslib bezinkt. In den tijd, dat de Bymarkformatie afgezet werd, zou dit H_2S-gehalte van het water door de vulkanische exhalaties nog verhoogd zijn. Zulk een ontstaanswijze is nu misschien wel mogelijk voor de twee bovengenoemde voorkomens en het is begrijpelijk, dat Carstens nu ook andere voorkomens op deze wijze tracht te verklaren, maar deze twee lichamen staan geheel op zichzelf. En voor de andere, vaak zeer groote ertslichamen, waarvan dat van Lökken het voornaamste is, mag men met zeer groote zekerheid aannemen, dat zij epigenetisch zijn en dat zij in nauw verband staan met de gabbro-intrusies van ons gebied. Zij worden trouwens aangetroffen in alle mogelijke horizonten van siluur en cambrium en niet uitsluitend in de Bymarkformatie met de Grüngesteine. Maar wel komen zij slechts voor in de onmiddellijke nabijheid der gabbro's.

Deze gabbro's zijn dikwijls sterk veranderd, vooral tot saussurietgabbro. Het zijn laccolithische inpersingen, onder hoogen druk tijdens de bergvorming geïnjiceerd.

De ertsen zijn bijna uitsluitend pyriet, soms met een gering gehalte aan chalkopyriet af sfaleriet. Er zijn voorkomens, waarin bovendien vrij wat kwarts en hoornblende aangetroffen worden en ook zijn er afzettingen, die uit pyrrhotien bestaan met wat

chalkopyriet en kwarts. Er is heelemaal geen As, zeer bijzonder weinig Au en Ag. In sommige sulfidelichamen bevindt zich binnenin een kern, die uit magnetiet bestaat.

De verweeringszone is zeer ondiep, want het ijs is er ook nog maar kort weg. Soms komt daaronder wel eens een cementatiezone.

De voornaamste bijmengsels zijn kwarts, hoornblende, biotiet, chloriet, talk en soms granaat. Bij uitzondering pyroxeen, epidoot, zoïsiet of carbonaten; zeldzaam zijn distheen, titaniet en toermalijn. Maar doorgaans zijn dit geene nieuwvormingen, geene skarnmineralen, doch slechts de nog niet vervangen resten van het oorspronkelijke gesteente.[1]) Meestal is dit compact vervangen, hoewel het erts dan nog in den regel een bandstructuur heeft. Maar op verschillende punten in de ertsmassa treft men nog niet, of nog onvolledig vervangen partijen, schollen of kleinere snippers van de kristallijne schist aan, die naar de buitenzijde rijkere impregnatie vertoonen

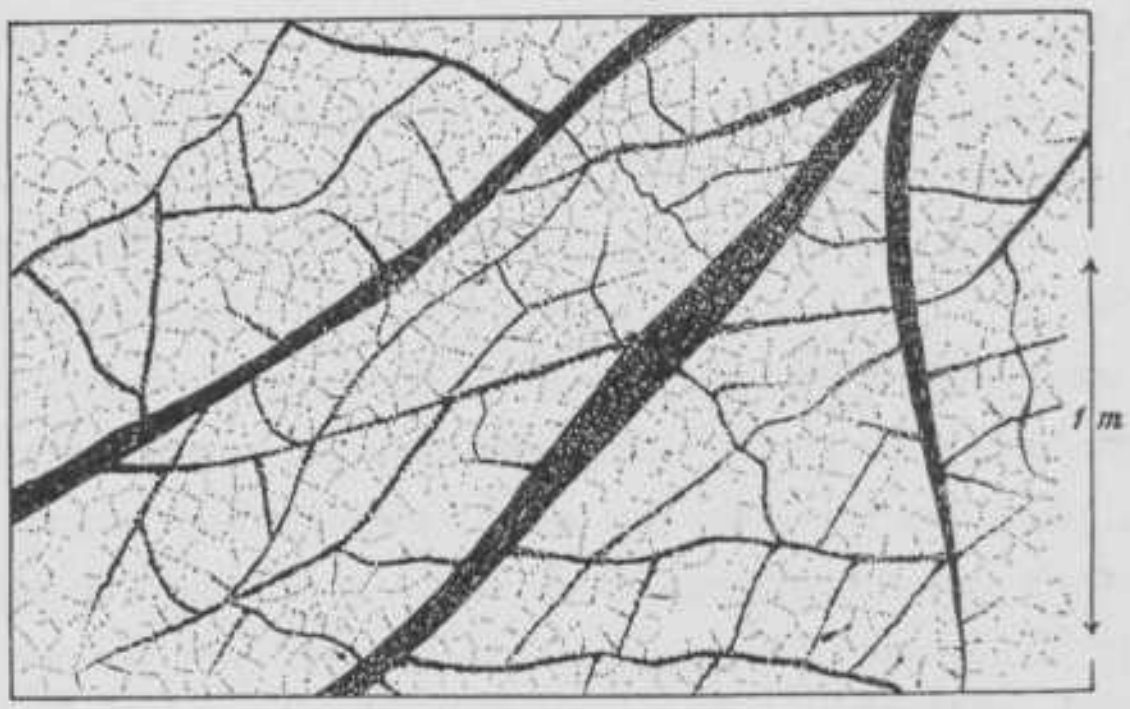


Fig. 8.
Ertsbreccie in het dal van het ertslichaam te Lökken
(uit B, Kr, V.) zwart: erts.

en dikwijls zeer geleidelijk in het ertslichaam overgegaan. Aan de peripherie van het ertslichaam zien we de compacte ertsmassa in armer, minder geïmpregneerd gesteente overgaan. We zien het erts vaak op grillige wijze in het nevengesteente binnendringen. En tenslotte zien we pseudobreccies (o.a. in het dak van de Lökkensche afzetting) of overgangen tot vaalbandzones.[2]) Uit dit

---

[1]) Of jongere secundaire veranderingen in het gesteente.
[2]) Zie voor vaalbanden de beschrijving van Kongsberg.

alles blijkt ten duidelijkste, dat het erts epigenetisch is; dat het later in het gesteente is binnengedrongen en dit vervangen heeft. Uit het innige verband, dat er bestaat tusschen deze ertsen en de belangrijke gabbro-intrusies (er is geen enkele sulfiedlens bekend, in welks onmiddellijke nabijheid zoo'n intrusie ontbreekt), kunnen we niet anders concludeeren, dan dat de ertsen door het gabbromagma aangevoerd zijn.

Een andere vraag is nog, of het inpersingen zijn van een vloeibare sulfiedmassa in de schisten, dan wel, of de lenzen langs metasommatischen weg zijn gevormd. Vogt concludeert tot het eerste. Maar uit de afbeeldingen, die hij geeft van ertsen uit Röros en Killingdal en Meraker en uit de boven gegeven beschrijving, die grootendeels ook aan Vogt ontleend is, zou men wel geneigd zijn, tot metasommatose te besluiten. De concordantie, de overgangen van ertslichamen via pseudobreccies en vaalbanden naar steriel gesteente, de onvolledig vervangen resten van het oorspronkelijk aanwezige gesteente en — waar we met meerdere ertsmineralen te doen hebben — de rangschikking in breede banden boven elkaar van de ertsmineralen, dit alles zijn toch wel heel sterke argumenten vóór de theorie van de metasommatose. In dit verband zij er aan herinnerd, dat het ertsvoorkomen van Lökken steeds met de pyrietlenzen van Rio Tinto is vergeleken, waarvoor ook steeds inpersing na magmatische uitscheiding gold. Welnu, de bekende ertsgeoloog Bateman geeft in Economic Geology van 1927 een beschrijving van Rio Tinto naar aanleiding van onderzoekingen, tijdens het Geologencongres in Spanje te Rio Tinto gedaan, waarin hij zich ook voor deze ertslichamen tot de metasommatose bekeert. Overigens is het niet altijd gemakkelijk, tusschen beide processen een scherpe grens te trekken en het kan voorkomen, dat wat de één metasommatose noemt, de ander nog injectie zal willen noemen.

De ertsen liggen dikwijls juist beneden een zeer dicht en hard gesteente in een zachter en splijtbaarder gesteente. Een enkele maal treffen we zelfs erts in de gabbro zelve aan: op glijvlakken of uitwalsingszones in het eruptiefgesteente. Blijkbaar is het erts pas tegen het einde der vulkanische werkzaamheid gekomen. Maar het is er nog niet de laatste uiting van. Dat zijn de diabaasgangen, die hier en daar (o.a. ook in Lökken) de ertslichamen doorbreken.

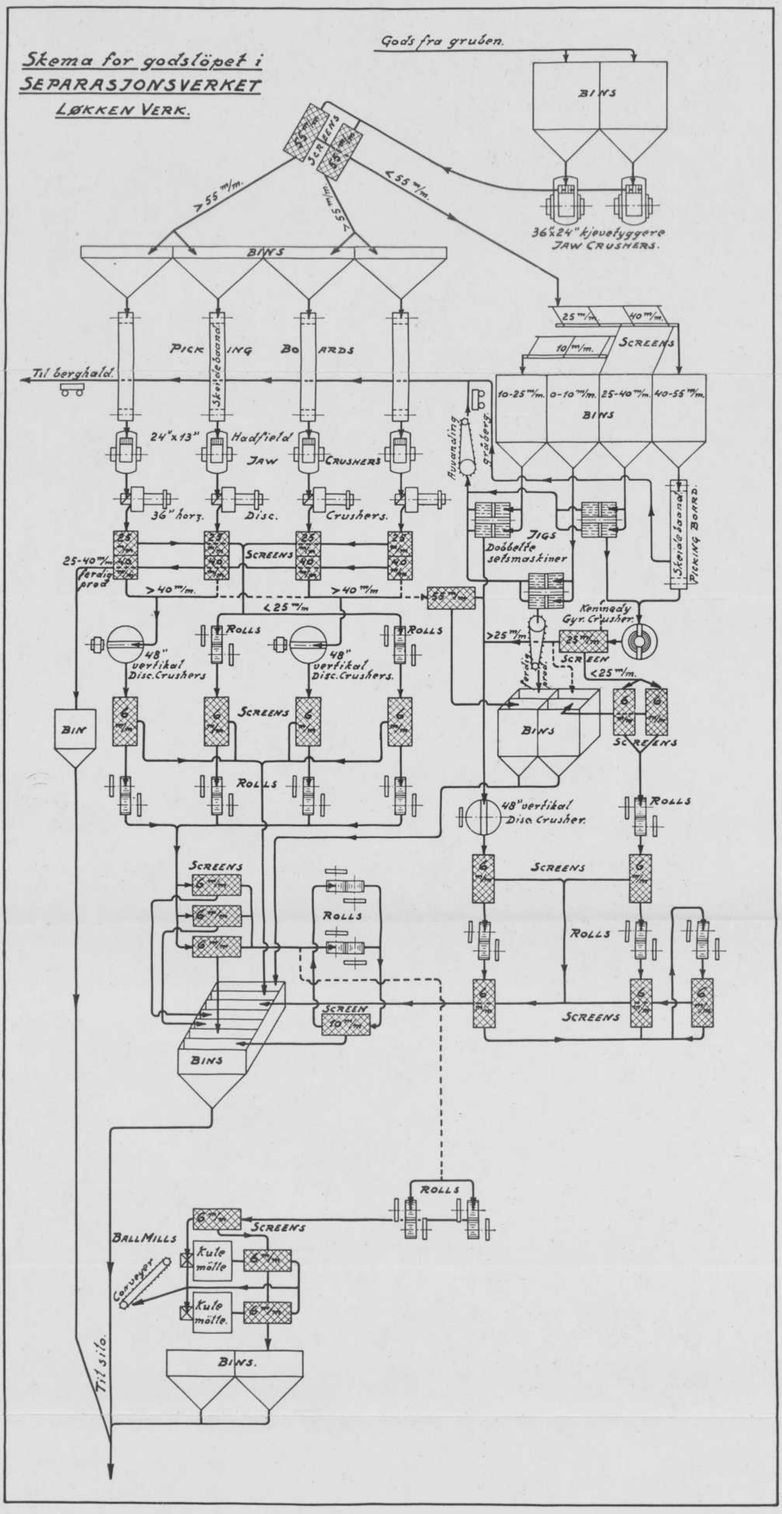
Thans rest nog een en ander over de lens in Lökken te zeggen. Deze bevat 16.000.000 ton erts. Het is zuivere pyriet, die echter zeer fijn vergroeid is met kwarts (14% SiO_2). Overigens is er

slechts 2% aan andere silicaten. [1]) In de breccie in het dak bevindt zich wat magnetiet en op sommige plaatsen is er wat chalkopyriet gevonden. Ook is de pyriet wel met pyrrhotien vergroeid. In de vloer van het ertslichaam komt jaspis voor, maar het is twijfelachtig, of deze iets met de verertsing te maken heeft. Carstens beschrijft n.l. verschillende jaspislagen uit het ordovicien.

De vorm van het ertslichaam is minder die van een lens dan wel die van een platte lineaal, die concordant in de schist ligt. Deze lineaal is O.—W. gestrekt, heeft een westelijke asduiking van 5° en is 2 K.M. lang en 10—35 m, soms tot 50 m dik. De helling is 45° N., doch deze neemt af naar de diepte. In de nabijheid is nog een kleinere lineaal, 5—10 m dik, die echter nog niet afgebouwd wordt, omdat men voorloopig nog meer voorraad heeft, dan men verkoopen kan. Het groote voorkomen van Lökken is de grootste pyrietafzetting van geheel Skandinavië.

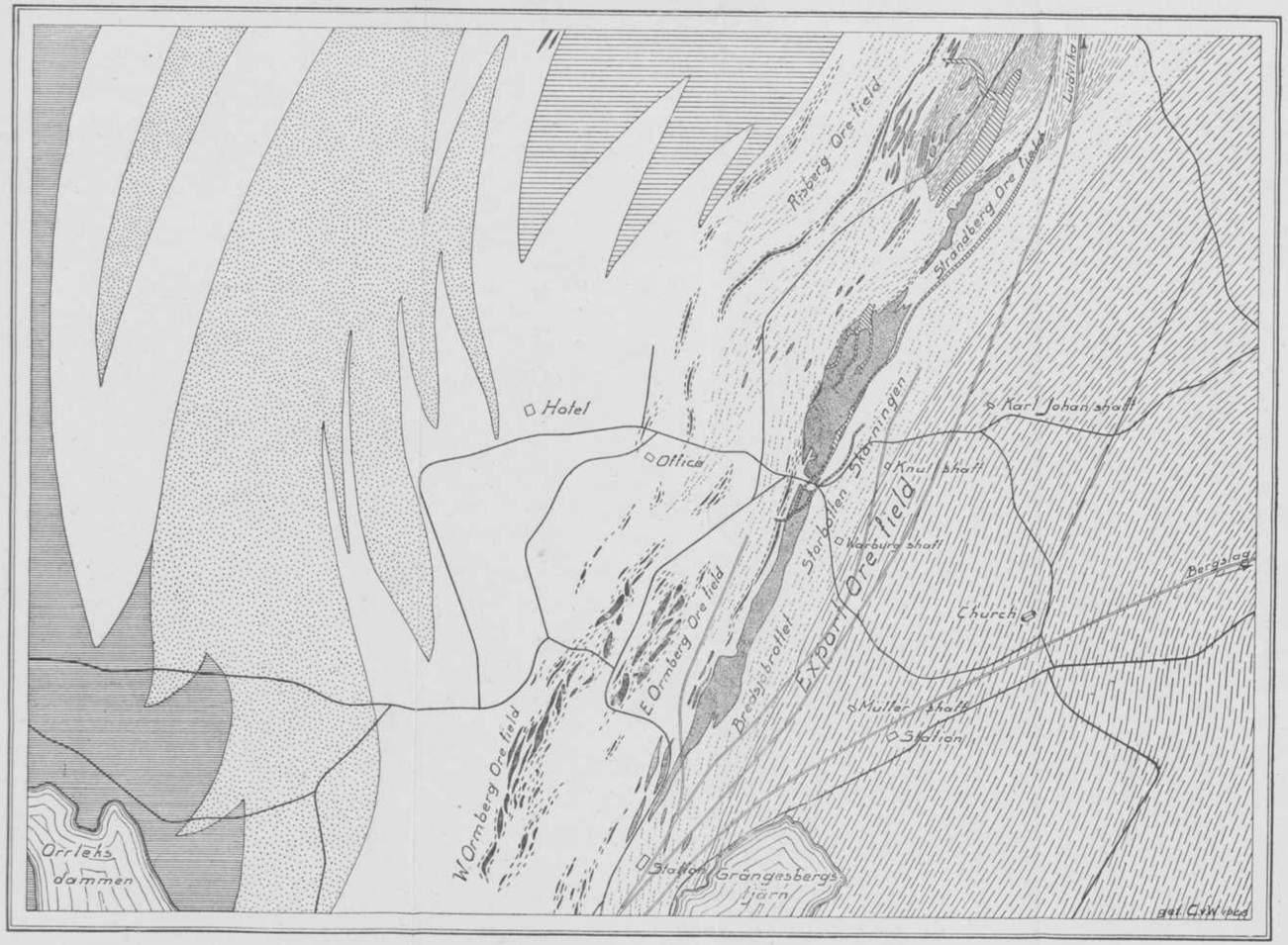
---

[1]) Albiet, titaniet, epidoot, toermalijn, een paragenese, die wel doet denken aan het voorkomen van Kimberley, Br. Columbia, dat een contactafzetting is.


Skema for godsløpet i
SEPARASJONSVERKET
LØKKEN VERK.
Gods fra gruben.
BINS
SCREENS
36"x24" kjevelyggere
JAW CRUSHERS.
PICKING BOARDS
Skeidebånd
Til berghald
24"x13" Hadfield JAW CRUSHERS
36" horz. Disc. Crushers.
25-40 m/m
Ferdig prod
48" vertikal Disc. Crushers
ROLLS
BIN
Fluvasling
Grøsberg
JIGS
Dobbelte setsmaskiner
Picking Board
Kennedy Gyr. Crusher
48" vertikal Disc. Crusher.
BALL MILLS
Kule mølle
Cerusyer
Til silo

GEOLOGISCHE KAART VAN DE GRÄNGESBERGER IJZERERTSAFZETTINGEN.

VEREENVOUDIGD, NAAR H. E. JOHANSSON.



pegmatiet.

roode biotiet- hoornblende-gneiss.

roode salische gneiss.

fijnkorrelige roode salische gneiss met amphiboliet.

K-leptiet.

grijsroode porphyrische K-leptiet.

grijze Na-rijke biotietleptiet.

Na-leptiet, met skarn en amphibolieten.

apatietijzererts.

kwartsrijk ijzererts.

spoorlijnen.

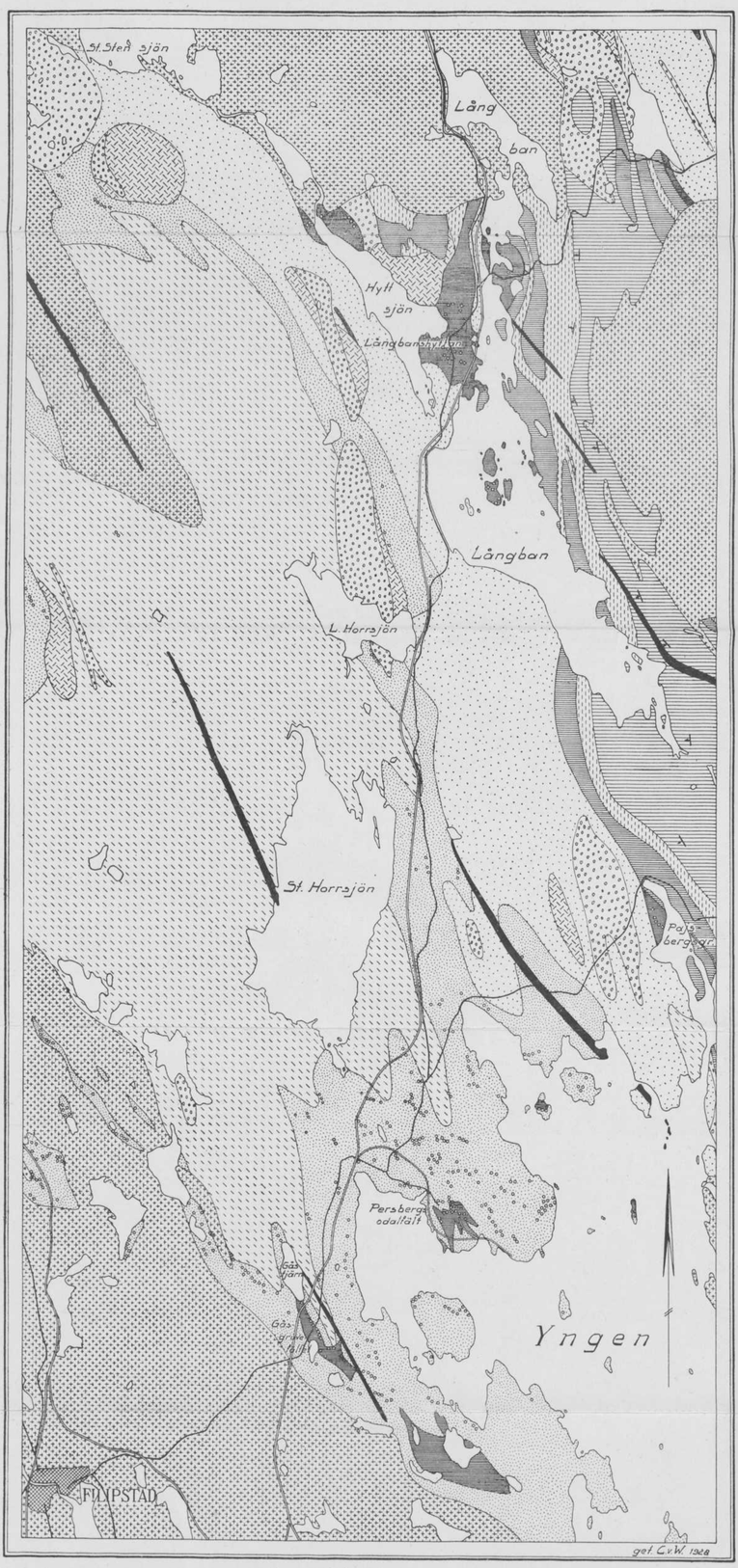
wegen.

0 500 1000 M.

Schaal 1 : 10.000.

GEOLOGISCHE KAART VAN HET ERTSGEBIED VAN FILIPSTAD.

Naar NILS H. MAGNUSSON.



Post-ardhaeische diabaas.

Jonge intruties.

Filipstadsgraniet.

Hyttsjo graniet.

Kwartsmonzoniet en gabbro.

Oergraniet.

Horrsjögraniet.

Supercrustale formaties.

Grijze en Zwarte leien.

Grauwacke en hälleflint.

Groensteen.

K-leptiet.

Na-leptiet.

Kalksteen.

Ertsafzettingen.

Helling der lagen.

Spoorwegen.

Wegen.

Schaal 1 : 50.000.

Voor een uitvoerige beschrijving der afbouwmethoden zij verwezen naar het handboek van Young, „the Working of Unstratified Mineral Deposits".

Åmmeberg.

De dikte der ertslens varieert van 2—16 M., helling 75°, hangende en liggende goed. De ontginning, die in 1857 met 6 schachten plaats had, geschiedt thans met twee schachten, één voor het Oostelijk en één voor het Westelijk deel der ertsafzetting. Eén dezer schachten, de Vilain XIV, was afgediept tot een diepte van 400 M. Men was thans met de voorbereiding op het 340 M. niveau en de afbouw eenige jaren vooruit. De voorbereiding bestaat uit het afdrijven van kleine hellende schachtjes op afstanden van 50—100 M., in het ertslichaam vanuit de laatste verdieping

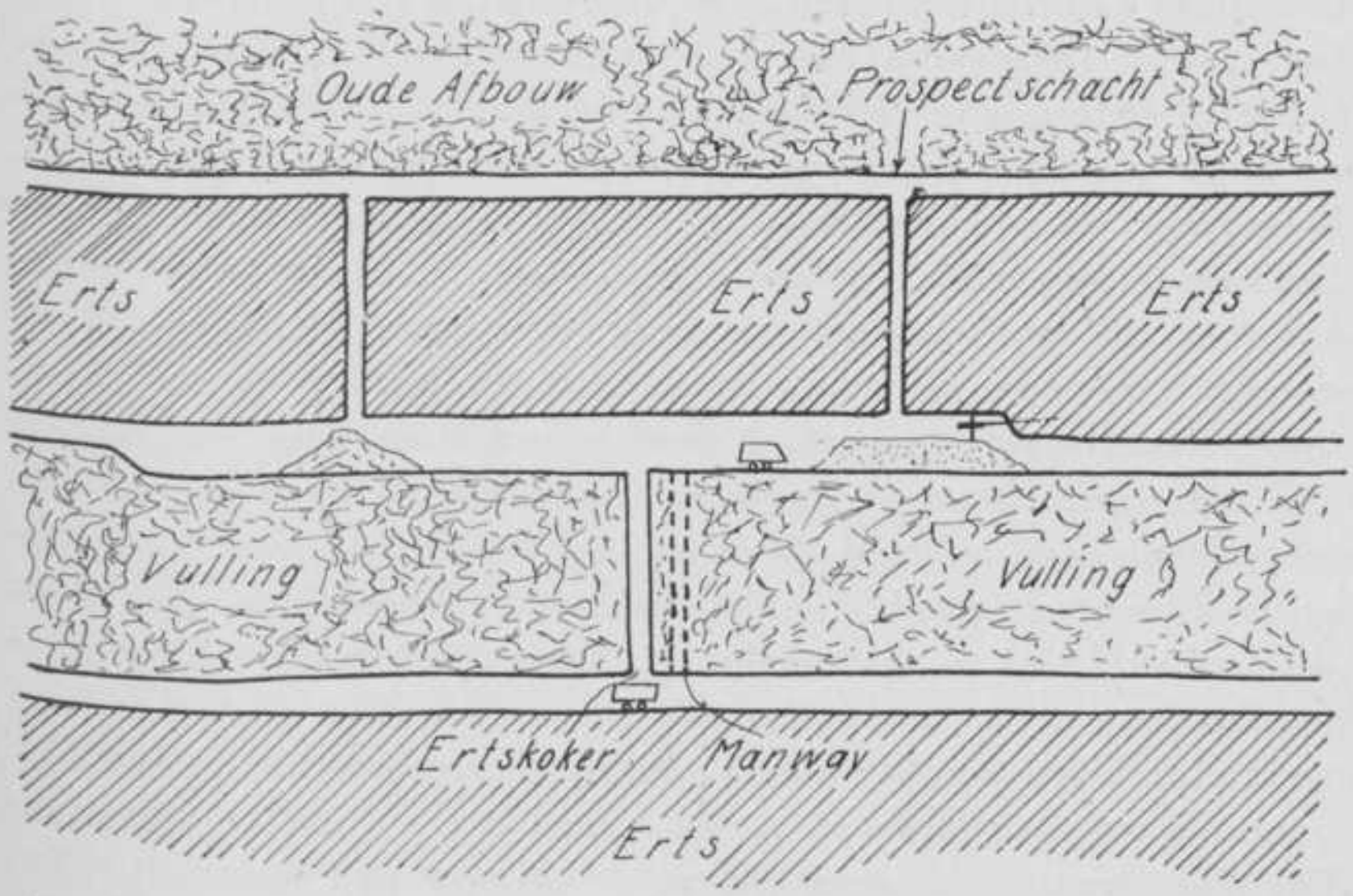


Fig. 9.
Overhand stoping met vulling.

tot op een diepte van 50 M. verticaal, alwaar een nieuwe transportverdieping wordt aangelegd. De transportgalerijen waarin deze schachtjes uitkomen worden enkelsporig gedreven met een helling van 3 : 1000, en bemetseld met een 0.25 M. dik baksteenen gewelf, zoodat de afmetingen der galerij worden 1.50 M. breed en 2.20—3 M. hoog. Dank zij het goede nevengesteente is het mogelijk in dunne deelen van het ertslichaam het liggende onbekleed te laten staan, zoodat men daar met een half gewelf kan volstaan en in steriele deelen in het geheel geen bekleeding noodig heeft. Vanuit de nieuwe verdieping bouwt men de boven gelegen 50 M. erts van beneden naar boven af met flat-back **overhand stoping** met vulling (fig. 9). Shrinkage stope zou teveel verdunning van het erts geven, daar het hangende zich in groote platen afzet. Vanuit de prospectschachtjes schiet men in horizontale richting een ertsstrook van 3 M. dikte af, met horizontale gaten van 2 M. diepte, geladen met 0.7 K.G. dynamiet. Het neergeschoten erts blijft over een 10 M. liggen, om als werkvloer te dienen. Men gebruikte een Atlasdrifter, gemonteerd op een verticaal statief, dat tusschen het dak en de ertshoop vastgezet werd, met 6-tandige boorkroon (roset) en waterspoeling. De praestatie der hamerboor was 16 cm/min. of 15—22 M. per dienst ($5^1/_2$ uur nuttige werktijd); het luchtverbruik 1—$1^1/_2$ M^3. aangezogen lucht per minuut; bediening 1 man; handomzetting van het boorijzer. Het losgeschoten erts werd met krabber en blik (praestatie 12—16 ton/man/dienst) in wagentjes geladen van 1 ton, aan één kant open en draaibaar om een vertikale as. Deze werden leeggekipt in stortkokers die om de 50 à 100 M. halverwege 2 prospectschachten met de vulling werden opgetrokken en van binnen gecementeerd waren. Daar waar een stortkoker in de vervoergalerij uitmondt, was langs het liggende een doorgang voor de arbeiders en het materiaalvervoer in de vulling opengehouden. Het materiaal werd in een slede langs een houten glijbaan opgetrokken en afgelaten (handliertje). Deze doorgangen waren met hout bekleed. Was een geheele strook van 3 M. tusschen 2 prospectschachten afgebouwd en vervoerd, dan werd door de (onbekleede) oorspronkelijke prospectschacht de vulling ingebracht, in wagens van 1 ton inhoud verladen en door de stope verdeeld. Tusschen het vaste erts en de vulling liet men 2 M. open. De vulling bestond uit waschproduct of oude vulling van hoogere niveau's en werd tijdens de afbouw niet afgedekt. Men werkte in twee 8-urige diensten per dag van 5—13 en van 13—21 uur; acoordloon 9—11 Kr., tijdloon 6 Kr. Op vele ver uiteen-

gelegen posten werd afgebouwd om voor de wasscherij erts van een constante gemiddelde waarde te krijgen. Gemiddelde afbouwkosten *f* 2,50 per ton.

Het machinaal transport in de transportgalerij geschiedde met twee kleine Nife-accumulatorlocomotieven, (een Zweedsch fabrikaat), voor iedere schacht één. Iedere locomotief had twee batterijenkasten (batterijen met kaliloog), vervoerde ± 100 ton over 500 M. per dienst. Na elke dienst werden ze bovengronds opnieuw van een bijgeladen batterijenkast voorzien.

Het schachtvervoer geschiedde met kooien, gedreven door een oude cylindrische trommel gelijkstroommachine met Leonardschakeling; snelheid 2 M/sec. Dagelijksche productie 260—270 ton, voor beide schachten te zamen.

Het mijnwater werd naar het Westen afgevoerd, 50 M. opgepompt en in een dieper gelegen vallei geloosd. Twee kleine Ingersoll-Rand compressoren van 55 P.K. (10 M^3. aangezogen lucht/min) en een groote van 175 P.K. (30 M^3.), alle electrisch aangedreven, leverden de benoodigde perslucht van 7 atm abs.

De stroom werd betrokken van een waterkracht-installatie op 6 à 7 mijl afstand als draaistroom van 2000 V., gebracht op een spanning van 380 V. Stoom werd niet gebruikt.

De ventilatie was een natuurlijke.

Grängesberg.

Deze 5 K.M. lange reeks van haematiet-magnetiet lenzen is in 1896 met de magnetometrische opsporingsmethode nauwkeurig nagezocht en in kaart gebracht, zoodat het aantal lenzen en de plaatsen waar zij het best toegankelijk zijn, zeer goed bekend zijn. Verschillende ertsmassieven zijn reeds afgebouwd tot 500 M., op welke diepte de qualiteit van het erts minder werd en de afbouw gestaakt. Thans heeft men in dit gebied een intensieve ontginning vanuit vele ontginningszetels, waarvan de excursie het z.g. Exportveld bezocht. Van de andere maatschappijen, die in dit district werkzaam zijn, zij alleen de Stora Kopparberg genoemd, wier hoofdzetel te Falun bezocht werd.

Behalve eenige der oude exploitaties (fig. 3) en een nog onaangetaste outcrop (fig. 10 mooi golvend oppervlak tengevolge van gletschererosie), bezocht de excursie de exploitatie van twee groote lenzen, door een smalle zone onderling verbonden, strekking N.O. —Z.W., helling 65° naar het Oosten. Ze vormen samen een ertsvoorkomen van 900 M. lengte en 70—75 M. breedte op de dikste

Fig. 10.

Grängesberg. — Dagzoom van een magnetietlens.

plaatsen. Op 750 M. diepte vond men nog hetzelfde erts, zoodat men een ertsreserve van 180 millioen ton als zeker aanneemt.

In 1882 is de exploitatie begonnen vanuit de dagzoom. Men kon met dezen dagbouw ongestoord doorgaan, zoolang het hangende niet dreigde na te storten. Hierdoor ontstond het diepe gat, dat in fig. 10 is te zien. De alleenstaande rots is een in het erts aangetroffen pegmatietgang vanuit het liggende, die nog tot heden is blijven staan.

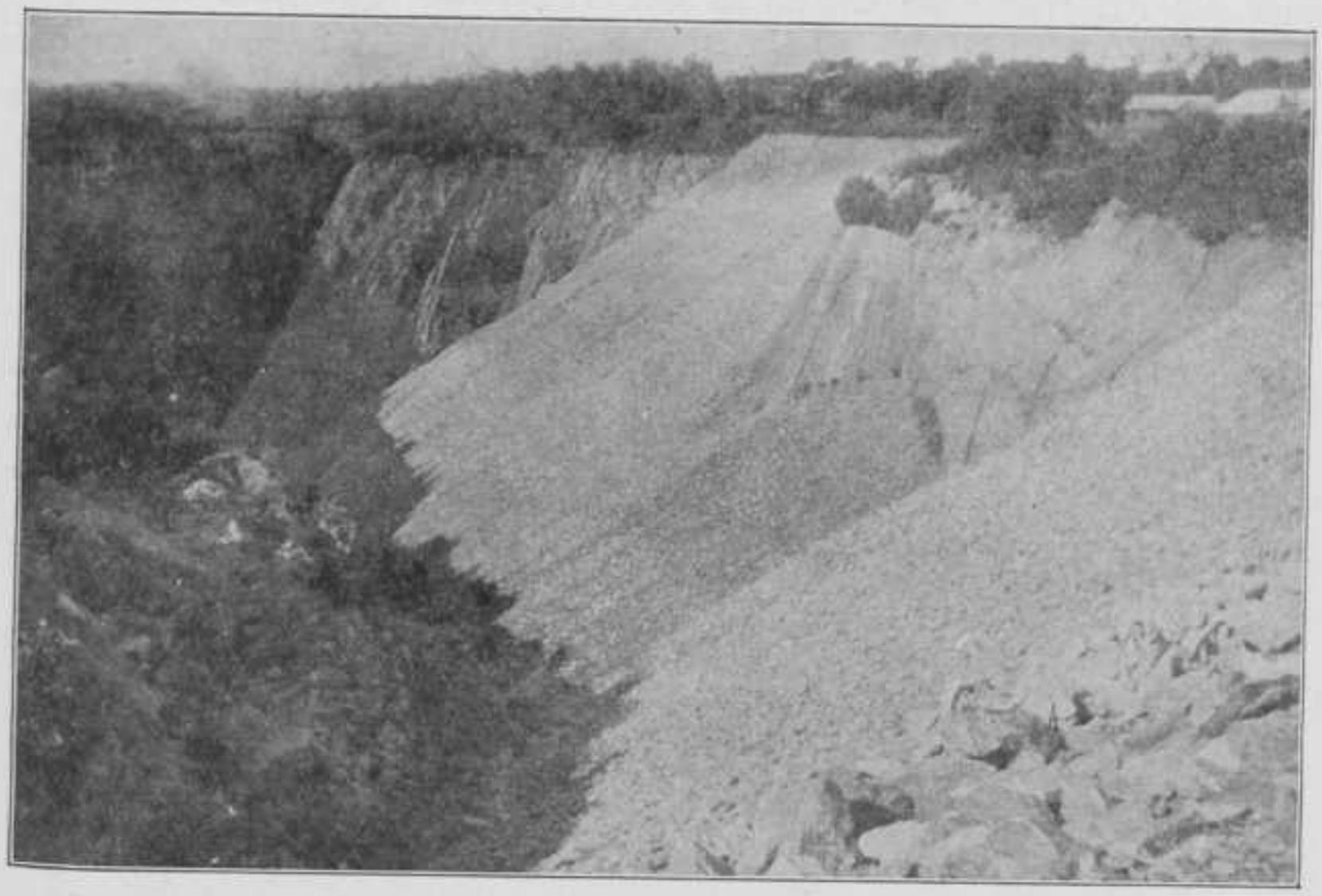


Fig. 11.
Grängesberg. — Oude dagbouw.

Toen men omstreeks 1900 op deze wijze een diepte van 110 M. had bereikt, maakte het gevaar voor instorten van het hangende het noodzakelijk tot diepbouw over te gaan met opvoer door schachten. In de gneiss van het hangende werden twee schachten afgediept, voor iedere lens één, onderling verbonden door een steengang van 4.8 M. breed en 2.7 M. hoog. Door het instorten van het hangende zijn deze schachten al onbruikbaar geworden en twee nieuwe afgediept, de Karl Johann- en de Müllerschacht, verder van het ertslichaam af. Doch ook deze worden reeds door de beweging van het hangende bedreigd, zoodat men nu in het liggende twee hellende schachten heeft afgediept tot 400 M., waarvan één reeds het vervoer van één der vertikale schachten heeft overgenomen. Van de andere werd de bovengrondsche afwerking

bezocht. De nog in gebruik zijnde schachten zijn 230 M. diep, ingericht voor skiptransport en voeren 6000 ton per dag op.

Toen de schachten waren afgediept, bereikte men de ertslenzen met een dwarsgang van 3 × 3 M²., die in het erts drie meter hooger werd doorgedreven, tot aan het liggende en naderhand verwijd naar beneden en opzij tot 6 M. hoogte en 8 M. breedte. Aldus werden op het 150 M. niveau vanuit de dwarsgang verschillende van dergelijke galerijen naast elkaar gedreven in het erts met 12 M. tusschenruimte. In het verbreede gedeelte werd een galerij van 2 × 2 M². opengehouden en de rest opgevuld tot op 2 M. onder het dak. In de vulling werden om de 9 M. stortkokers opgetrokken. De bovengelegen verticale ertsschijf van 8 M. breedte, 40 M. hoogte en ter lengte van de lensbreedte, werd van beneden naar boven in horizontale strooken van 3 M. dikte neergeschoten. Tengevolge der verruiming van gebroken erts tot 2 × het oorspronkelijk volumen, moet de helft van het losgeschoten erts door de ertstrechters afgetapt worden om ruimte te houden om in te werken. Is de geheele schijf afgebouwd, dan wordt alle erts uit de stope (magazijn) getrokken en vervangen door vulling, die vanuit de oude dagbouw wordt ingelaten.

Tusschen twee stopes bleef een peiler staan van 12 M. dikte, die

Fig. 12.
Müllerschacht te Grängesberg.

echter de druk der wanden niet voldoende kon opnemen, en gekraakt werd. Hierdoor werd de afbouw van die peilers bemoeilijkt en de ertsverliezen, die daardoor geleden werden, zijn de reden dat dit klassieke voorbeeld van **shrinkage stoping** of **magazijnbouw** slechts matige resultaten opleverde. De peilers werden aanvankelijk gewonnen met **sub-level caving,** waarbij van boven naar beneden in horizontale platen van 5 M. dikte 2 M. hooge dwarsgangetjes gedreven werden vlak naast elkaar, waarbij telkens het 3 M. dikke dak van het vorige dwarsgangetje neergeschoten wordt, met het daaropliggende steriel. Hierbij had men echter een ertsverlies van 27 à 28%, dus op de geheele afbouw 16 à 17%. Ten tijde van het bezoek paste men de **sub-level slicing** toe (fig. 13 en 14), waarbij

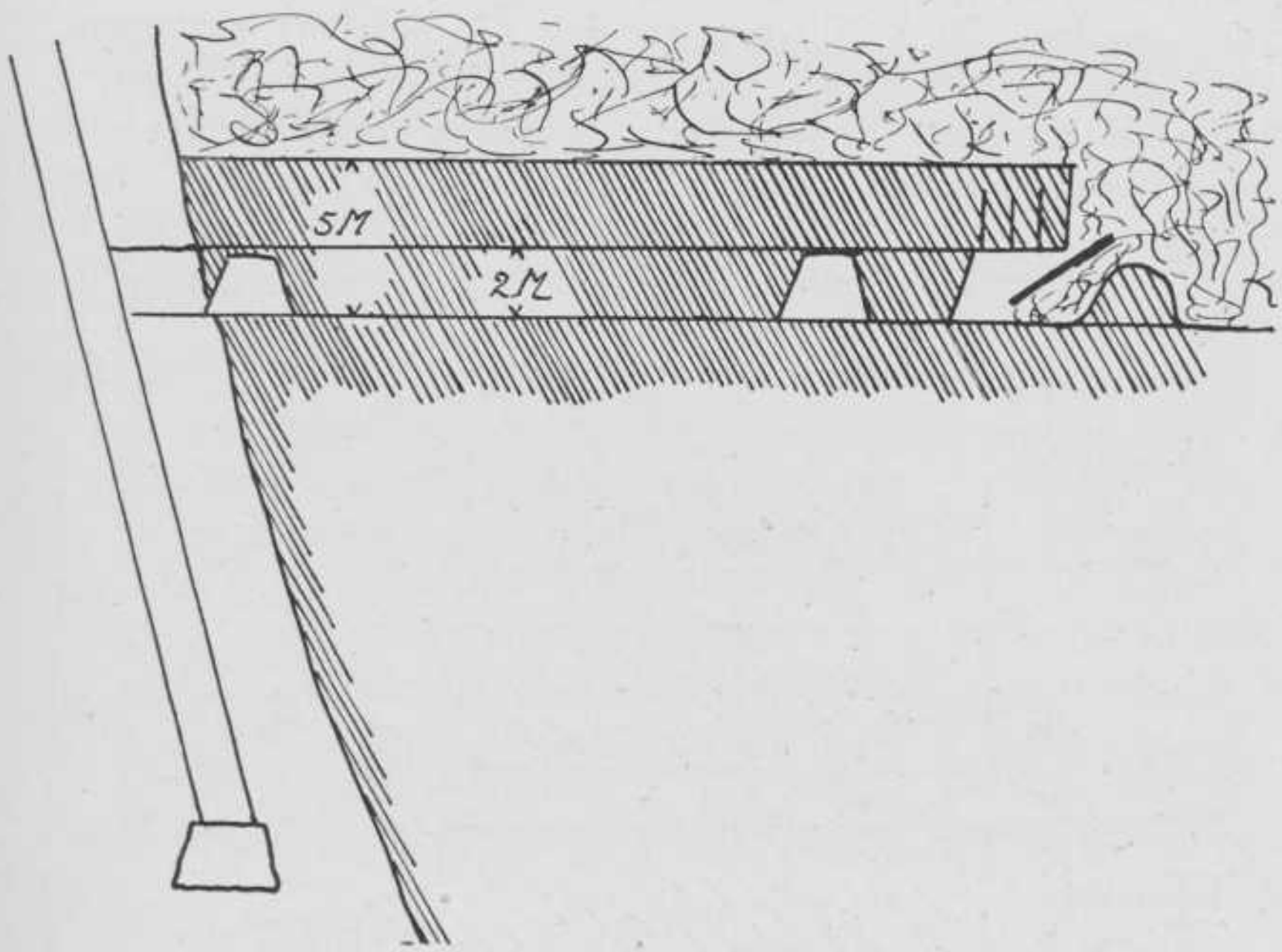


Fig. 13.
Sub-level-slicing. Dwarsdoorsnede.

vanuit de stortkokers, die om de 40 M. paarsgewijs op 3 M. afstand van de lens in het liggende waren gedreven vanaf de 190 M. verdieping, over de volle breedte van de lens galerijen werden gedreven op 20 M. onderlinge afstand, 2 M. hoog en 3 M. onder de bovengrens van het erts. Vanuit deze galerijen werden aan het eind zijgalerijtjes in de tusschengelegen 20 M. gedreven, waardoor een

peilertje vrij kwam te staan waarop de bovengelegen plaat van 3 M. als een luifel rustte. Deze plaat werd neergeschoten op een hellende vloer van planken, in wagentjes (type Åmmeberg) verladen en naar de stortkokers vervoerd. Zoodra te veel steriel tusschen het erts kwam werd opgehouden en een eindje terug dezelfde bewerking herhaald. De peilertjes werden bij de winning van de ondervolgende strook van 5 M. gewonnen. De vulling (steriel) zakte regelmatig mede en werd in het gat van de dagbouw bijgestort (fig. 11). Deze methode gaf een ertsverdunning van 7—8% en eenige verliezen. De praestatie per man/dienst (= één boormachine) was 20 ton (12—18 ton per K.G. dynamiet). De boormachines waren van hetzelfde type als in Åmmeberg (praestatie 20 M. boorgat/dienst). De winningskosten bedroegen ongeveer *f* 2,40 per ton. Op deze wijze werden 500 à 700 ton per dag (2 diensten) gewonnen. Op iedere post werkten 2 man. De stortkokers waren 2 aan 2 gedreven, de eene voor zuiver erts, de andere voor meer verdund erts. Hier en daar was tusschen 2 stortkokers een „manway" aanwezig.

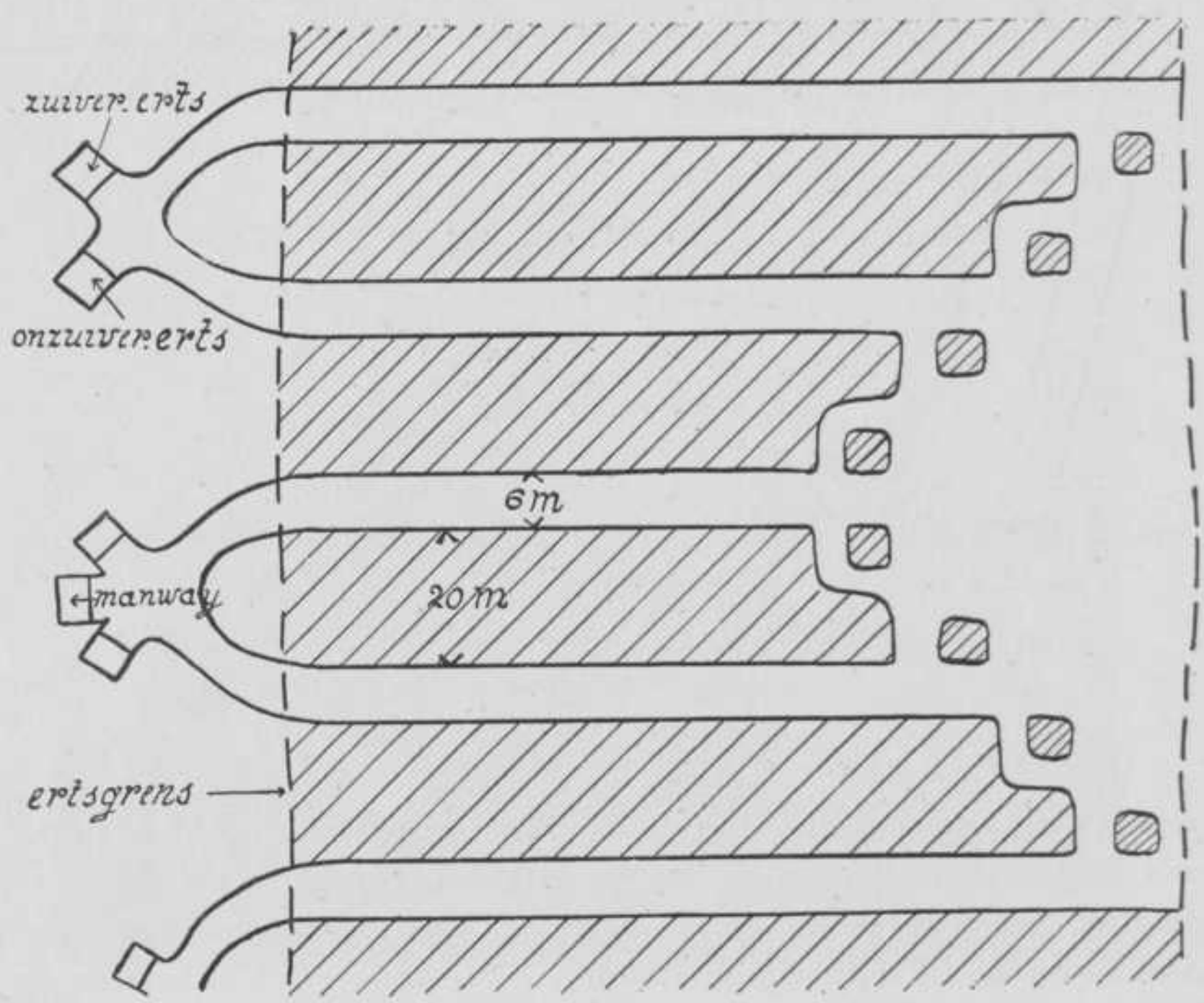


Fig. 14.
Grängesberg. — Sub-level-slicing (grondplan).

De stortkokers mondden uit op de hoofdtransportverdieping, het 190 m niveau, afgesloten door met perslucht bewogen afsluitkleppen. Het erts werd in 3 tons wagens afgetrokken en door electrische locomotieven (500 V, trolly en draad) in treinen van ± 10 wagens naar de skipbunker vervoerd. De wagenbak werd met behulp van een persluchtcylinder omgetrokken en viel vanzelf weer terug. De bunkers lagen tusschen de 190 en 230 m verdieping en hadden een inhoud van ± 3000 ton. De te groote stukken gleden langs een staafrooster in een aparte ruimte om nader bewerkt te worden. Op de 230 m verdieping mondde de bunker uit in meetbunkers, met een inhoud gelijk aan die van de skip, n.l. 6 ton. Op deze wijze waren voor het schachtvervoer slechts 2 à 3 menschen noodig per schacht (ondergronds).

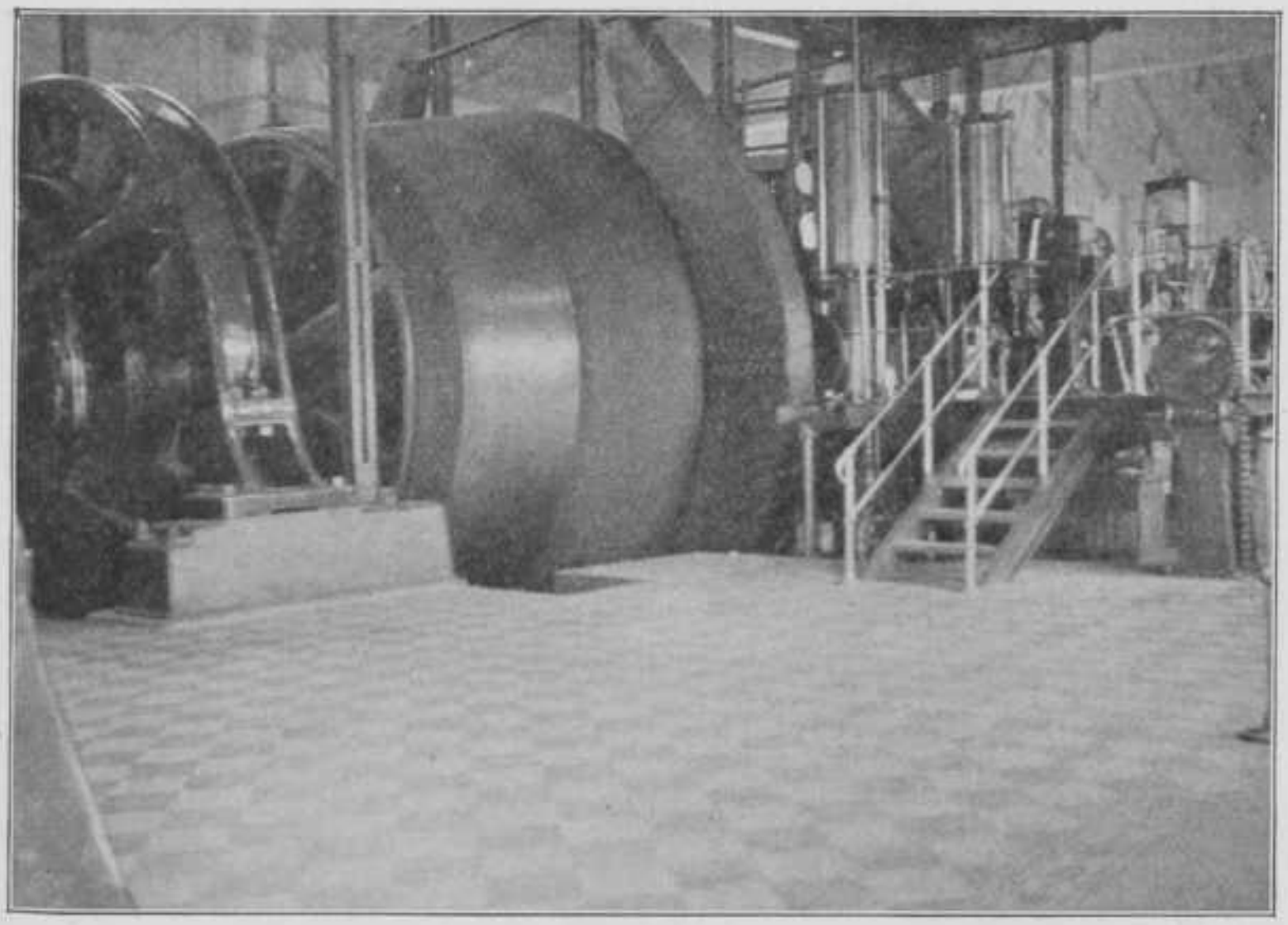


Fig. 15.
Ophaalmachine van de Müllerschacht Grängesberg.

Beneden het 190 m niveau was men weer met **magazijnbouw** bezig bij wijze van proef. De afmetingen en breekarbeid in de stopes waren dezelfde. Alleen liep de galerij onder de stope in het vaste erts, waarin ook de ertstrechters om de 5 meter waren uitgeschoten. De afstand tusschen het dak van de galerij en den vloer van de stope was 3 m. De peilers echter had men 18 m dik genomen. Men wilde deze, nadat de naastgelegen stopes afgebouwd

en met steriel gevuld waren, in twee deelen afbouwen, ieder van 20 m hoogte. Eerst zou men in de bovenste helft een shrinkage stope van 8 m afbouwen, om daarna met sub-level slicing de twee overgebleven peilertjes van 5 m dikte weg te nemen en op gelijke wijze de onderste helft.

Het mijnwater werd opgevoerd door 2 electrische centrifugaalpompen (Siemens Schuckert) met een capaciteit van 5000 L./min.

Voor het scherpen der boorkronen was op het 230 m niveau een z.g. „drill shop" aanwezig. De boorkronen werden electrisch verhit door ze te klemmen tusschen twee roodkoperen polen, waar doorheen een stroom gestuurd werd van 3 Volt en 8000 Ampère (de warmte-ontwikkeling is evenredig met de weerstand en het kwadraat van de stroomsterkte). De boren werden verder machinaal gescherpt. Evenals in Åmmeberg werden hier gladde holboren gebruikt met zestandige boorkroon (Atlas-fabrikaat).

Bovengronds werd nog de ophaalmachine van de Müller-schacht bezichtigd (fig. 15), die geen aanleiding tot nadere bespreking geeft, en de installatie voor de perslucht.

Persberg.

Behalve **magazijnbouw** en **sub-level-slicing,** werd hier toegepast de **underhand stoping**-methode. Men drijft eerst een stortkoker van de eene verdieping naar de andere, vanwaaruit men het omliggende erts trapsgewijs wegschiet van boven naar beneden en door de stortkoker aftrekt. Aldus ontstaat een groote amphitheatervormige ruimte, die hier, dank zij de goede kwaliteit van het nevengesteente, geheel onbekleed kon blijven staan.

Een hellende schacht (55°), ingericht voor skiptransport, voerde per achturige dienst 350 ton erts op vanaf de 129 m verdieping.

De ondergrondsche werken te **Långban** werden niet bezocht.

Falun.

De geschiedenis der stad Falun hangt ten nauwste samen met die van de grootste industrieele onderneming in Zweden, Stora Kopparbergs-Bergslags Aktiebolaget, dateerend uit de eerste helft der dertiende eeuw. Deze maatschappij, die zeven eeuwen in zijn huidigen vorm heeft bestaan, exploiteerde oorspronkelijk het kopererts dat daar ter plaatse aan den dag kwam doch naar beneden toe overging in een groot pyrietlichaam. Ook vele andere ijzerertsafzettingen worden geheel of gedeeltelijk door deze maat-

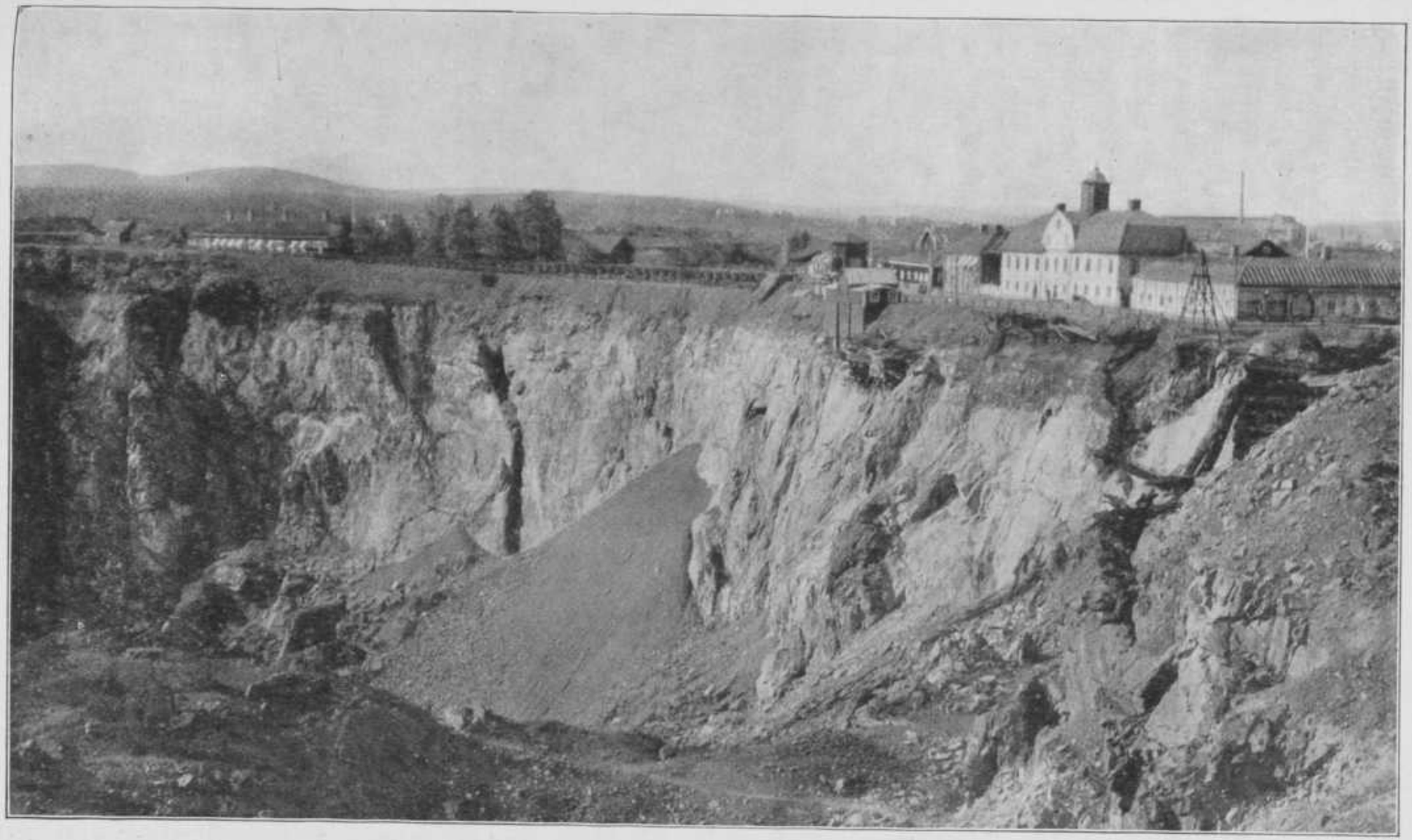


Fig. 16.
Falun. Stora Kopparbergs-Bergslags Aktiebolaget. — Oude dagbouw met museum.

schappij ontgonnen, o.a. een deel der Grängesberg-afzetting, terwijl bovendien tot de maatschappij behooren een groote papierfabriek, 4 waterkrachtwerken, een wals- en een staalwerk en verschillende farms, die voor de houtaanvoer moeten zorgen, die natuurlijk een zeer belangrijke factor in het bedrijf is. Het zure mijnwater maakte het noodzakelijk alle mogelijke machinerieën, zooals pompen enz. uit hout te vervaardigen. Pas een jaar geleden is men overgegaan

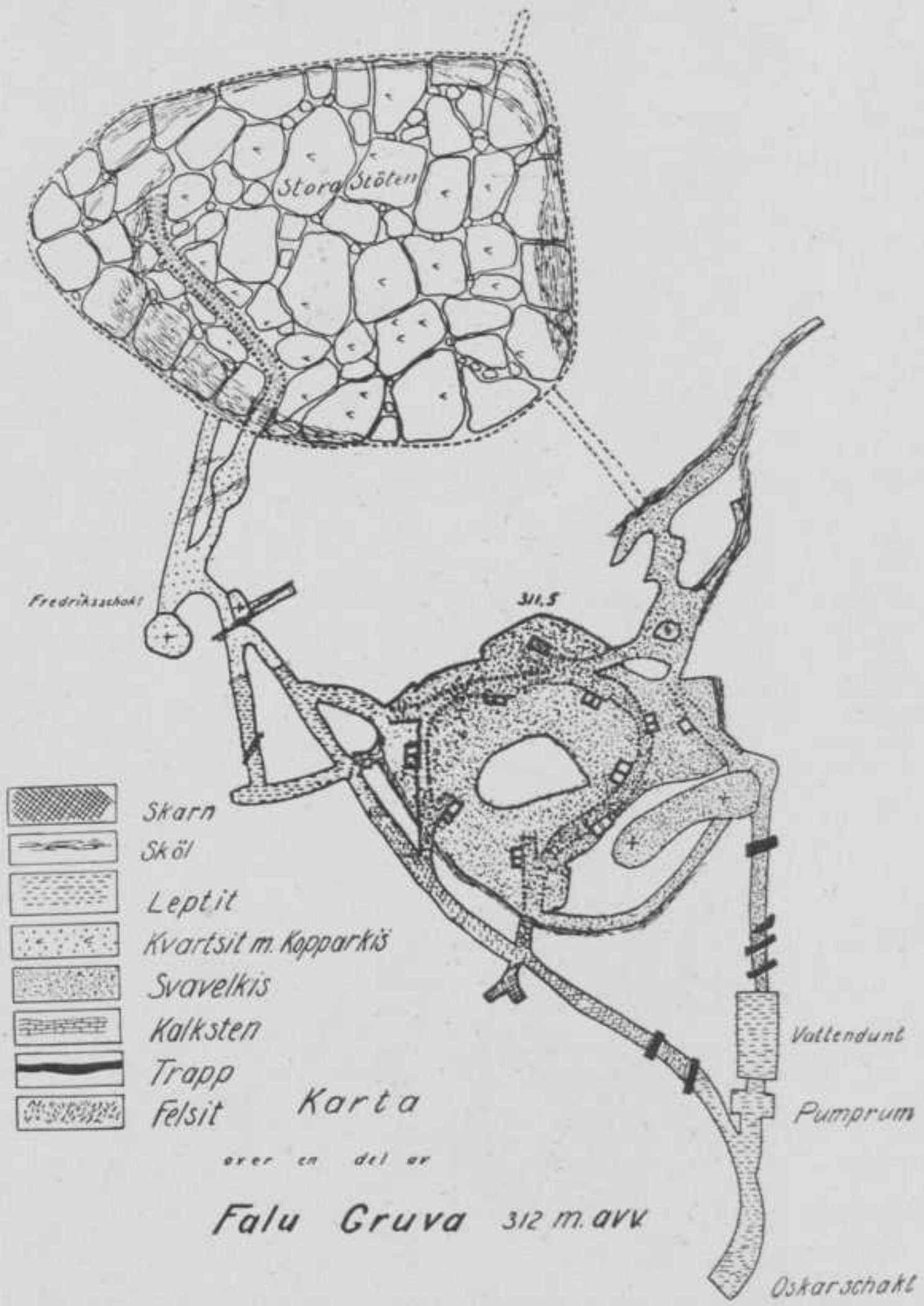


Fig. 17.
Kaart der 312 m. verdieping der Falun-mijn. Schaal 1 : 20.0000.

tot het gebruik van anticorrosif-steel (eigen fabrikaat). In het zeer interessante museum, waarin met de geschiedenis der maatschappij tegelijk die der mijnontginning is vastgelegd, zijn van alle oude werktuigen modellen aanwezig. Is men na een rondgang door dit museum reeds getroffen door de grootsche geschiedenis van deze maatschappij en haar economische beteekenis voor het land, bij een bezoek aan het hoofdgebouw, met zijn vorstelijken ontvangzaal, in Falun, beseft men ten volle, welk een invloed de Stora in Zweden steeds heeft gehad.

Er is in totaal 600.000 ton fijn koper geproduceerd; thans zijn de producten der maatschappij: 62.000 ton pyriet, 9072 ton zwavelzuur; Fe_2O_3, dat met water gekookt in heel Zweden als verfstof wordt gebruikt voor de huizen en daardoor een integreerende factor in het Zweedsche landschap is; Cu, dat thans als $CuSO_4$ wordt verkocht; en als bijproducten Ag, Au en Bi.

De uitvoerhaven voor deze producten is Gäfle.

Bij het ondergrondsch bezoek werden eerst eenige oude mijnwerken bezocht, waarin men thans nog bezig is de peilers, die men vroeger had moeten laten staan bij gebrek aan betere afbouwmethoden, terug te winnen. Met vuur en water gedreven gangen waren hier nog te zien.

Met den stelselmatigen afbouw was men thans bezig op de 312 M. verdieping (fig. 17). De gevolgde methode is **overhand stoping** met opvulling. Over een hoogte van 40 M. werd een cylindrische stope gedreven, met een diameter van 40—50 M., in het midden waarvan een peiler van 10—20 M. diameter bleef staan. Onder de stope loopt een galerij, waarin het erts door trechters werd afgetrokken. Een en ander is op bijgaand plan der 312 M. verdieping duidelijk te zien. Het dak schiet men meer in schijven van 3 M. dik. Per M. boorgat werd 2—$2^1/_2$ ton losgeschoten terwijl een boormachine 24 M. per achturigen dienst praesteerde. De vulling is zeer vast door een juiste verhouding tusschen fijnere en grovere stukken, die bovendien door ijzervitriool aaneengekit worden. Hierdoor is het mogelijk, naderhand de peiler op gelijke wijze af te bouwen. In de vulling spaart men stortkokers uit, waardoor het erts afgetapt kan worden.

Ten Noorden van de hier beschreven afbouw ziet men op de kaart een deel van het ertslichaam, dat volgens de oude methode is afgebouwd.

Behalve de boven beschreven afbouwmethode worden ook

shrinkage stope en **querbau** toegepast, die echter geen nadere beschrijving behoeven.

De mijn leverde 180 L. mijnwater/minuut, rijk aan Al- en Fe-sulfaat. Om persluchtleidingen e.d. tegen aanvreting te beschermen worden ze met pek en teer bestreken. De perslucht werd door een hydraulischen compressor geleverd, waarvoor één der schachten werd gebruikt. Uit een nabij gelegen meertje werd water afgetapt en tot boven de schacht gevoerd, door een buisleiding, die in een trechter uitmondde. In deze trechter zoog het water de lucht mede

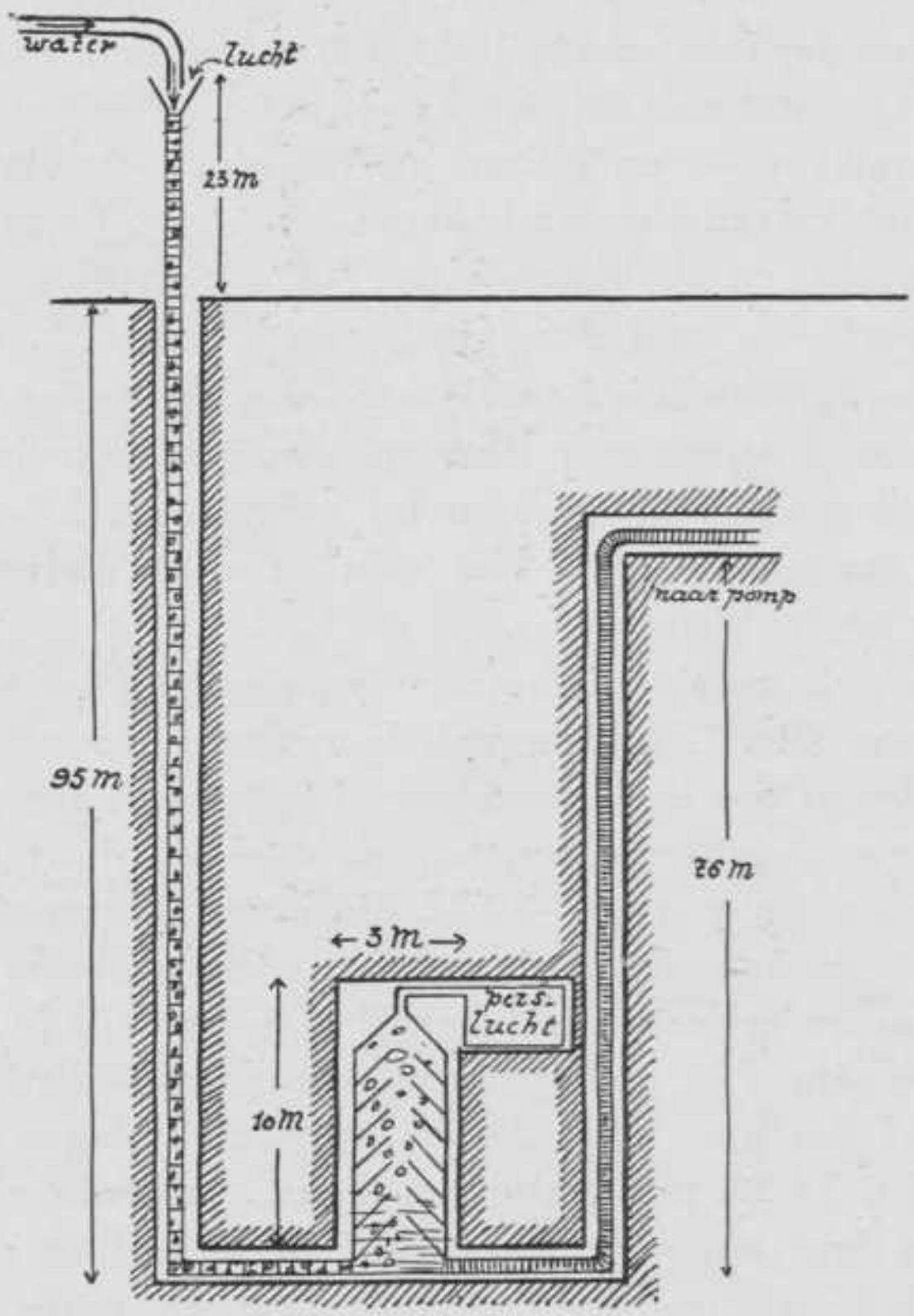


Fig. 18.
Falun. — Hydraulische compressor.

in de vertikale buisleiding tot onder in de schacht, in totaal een verval van 118 M. Het mengsel van lucht en water komt beneden in een ruimte waarin de lucht van het water wordt gescheiden. De lucht heeft dan 7 atm. druk en wordt in een reservoir geleid, het water stijgt echter weer op tot 76 M. en behoeft slechts over 19 M.

opgepompt te worden. Deze compressor voorziet de mijn gedeeltelijk van perslucht (fig. 18).

Domnarfved.

Hier is sinds 1873 het hoogovenbedrijf der Stora Kopparberg gevestigd, dat vnl. apatiet-houdend Grangesberg-erts (60% Fe) versmelt in 4 electrische- en 4 cokes-hoogovens. Een electrische hoogoven is in fig. 17 schematisch voorgesteld. De voeding geschiedt continue van bovenaf, het ijzer wordt om de zes uur met 12—14 ton tegelijk afgetapt. Iedere oven heeft 8 electroden, be-

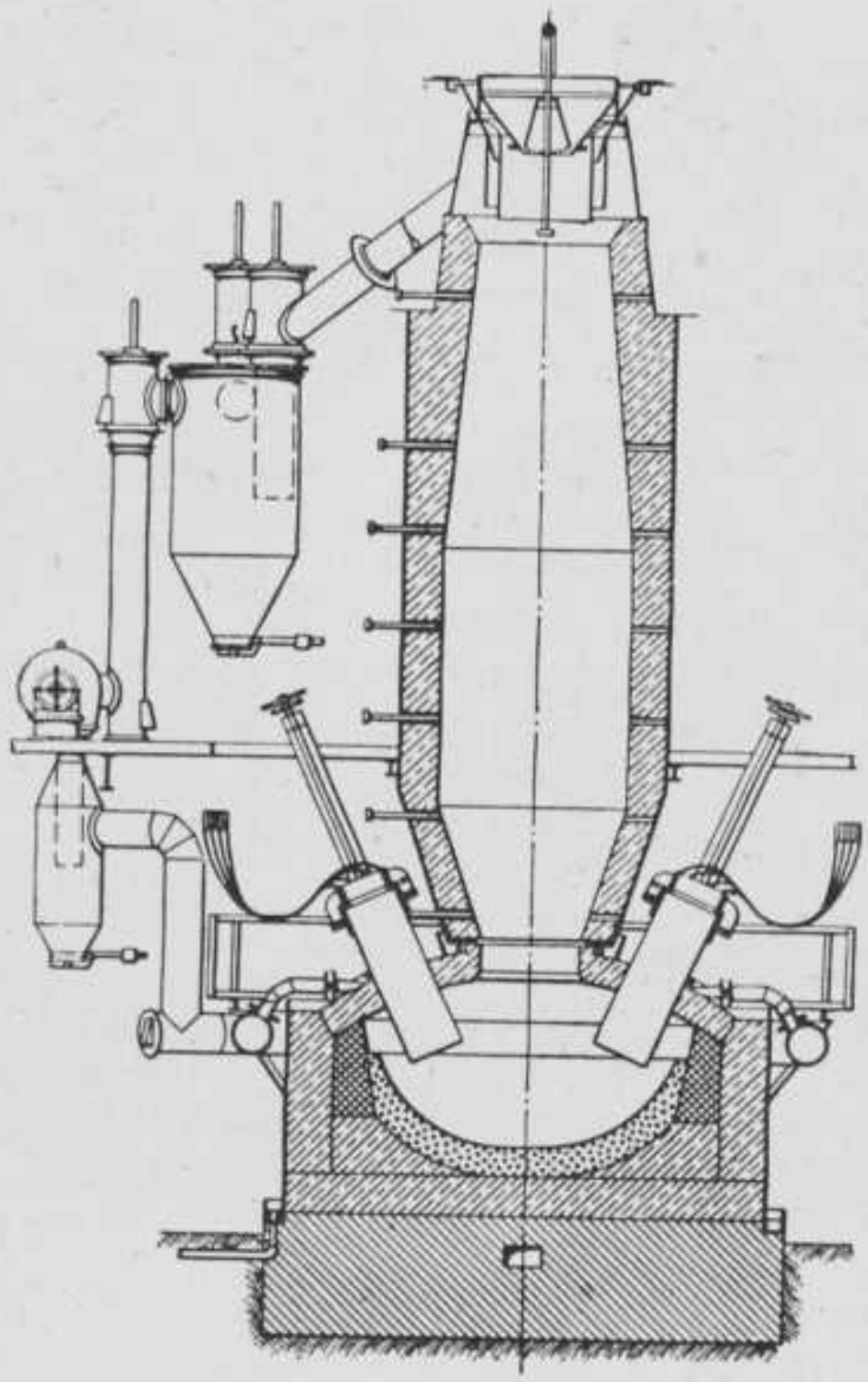


Fig. 19.
Electrische hoogoven, Zweedsch type.

staande uit een ijzeren buis (700 mm ∅), gevuld met een aangestampt mengsel van cokes, ijzer, blik, teer en grafiet, dat regelmatig wordt bijgevuld. Het erts is vermengd met kalk en houtskool (350 K.G. houtskool per ton Fe). De stroom, die geleverd wordt met een spanning van 10.000 Volt, wordt getransformeerd op

80—90 Volt en 18 à 20.000 ampère, zooals voor de hooge warmtewerking noodig is. Twee electroden staan in serie geschakeld. Het krachtverbruik van iedere oven beloopt 6000 K.W. of ± 8000 P.K. Berekend naar de productie wordt dit 2500 K.W.U. per ton Fe en 3,2 ton gietijzer per K.W.-jaar. De productie is 1500 ton ruw ijzer per week. Het hoogovengas, dat voor 60% uit CO bestaat en een verbrandingswaarde van 2600 Cal. per m^3 bezit, is

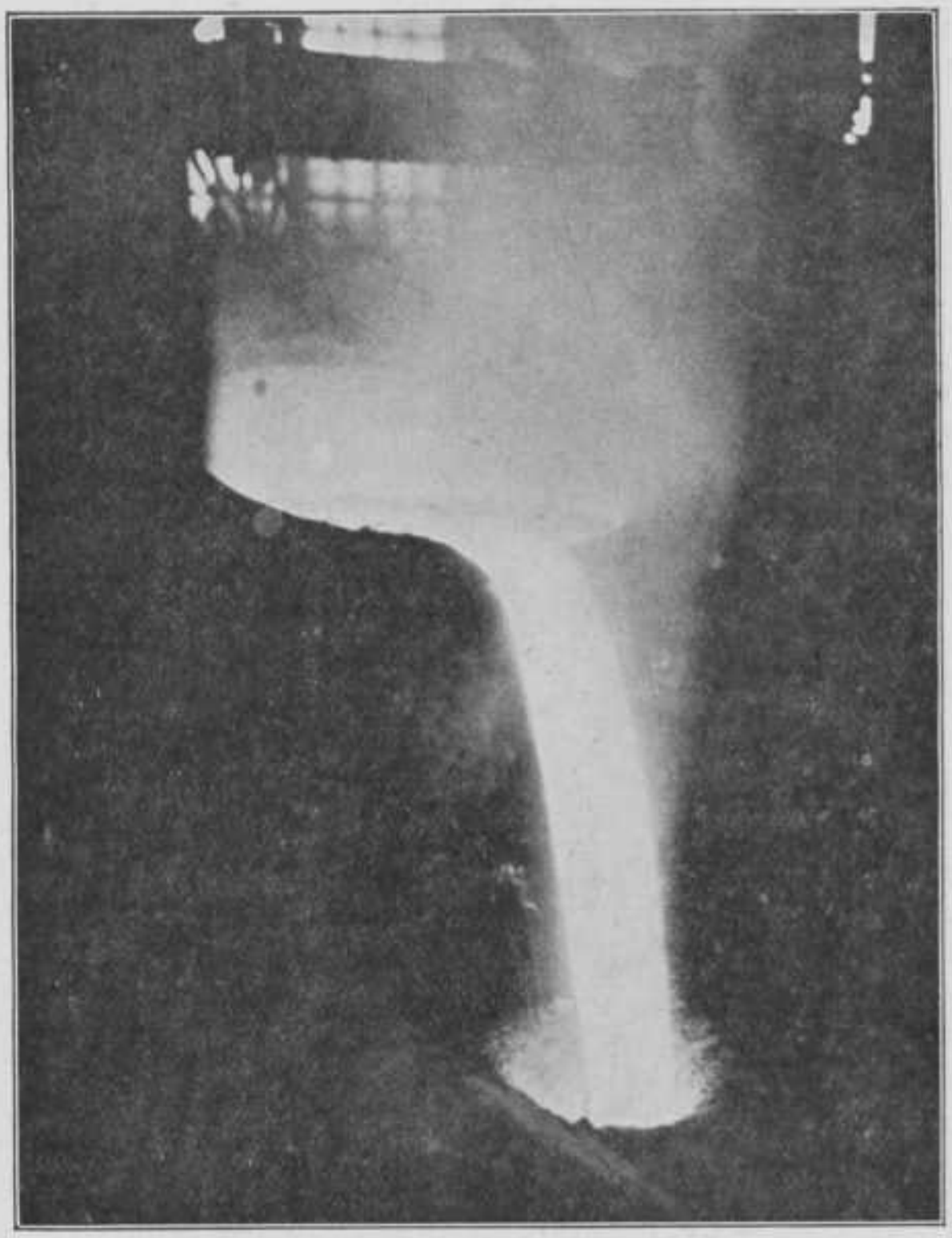


Fig. 20.
Uitgieten van het gesmolten ijzer in de menger.

zeer zuiver, doordat geen lucht wordt doorgeblazen, doch het gas met ventilatoren afgezogen wordt en gedeeltelijk weer in de oven verbruikt, hetgeen een belangrijke besparing aan houtskool beteekent; de rest van het gas wordt gebruikt voor het verwarmen der mengers, waarin het ijzer, na aftappen, bewaard wordt. Met het aftappen van het ijzer wordt tevens de slak afgetapt. De wand der aftapgoot is juist zoo hoog, dat de slak erover heen loopt, ter-

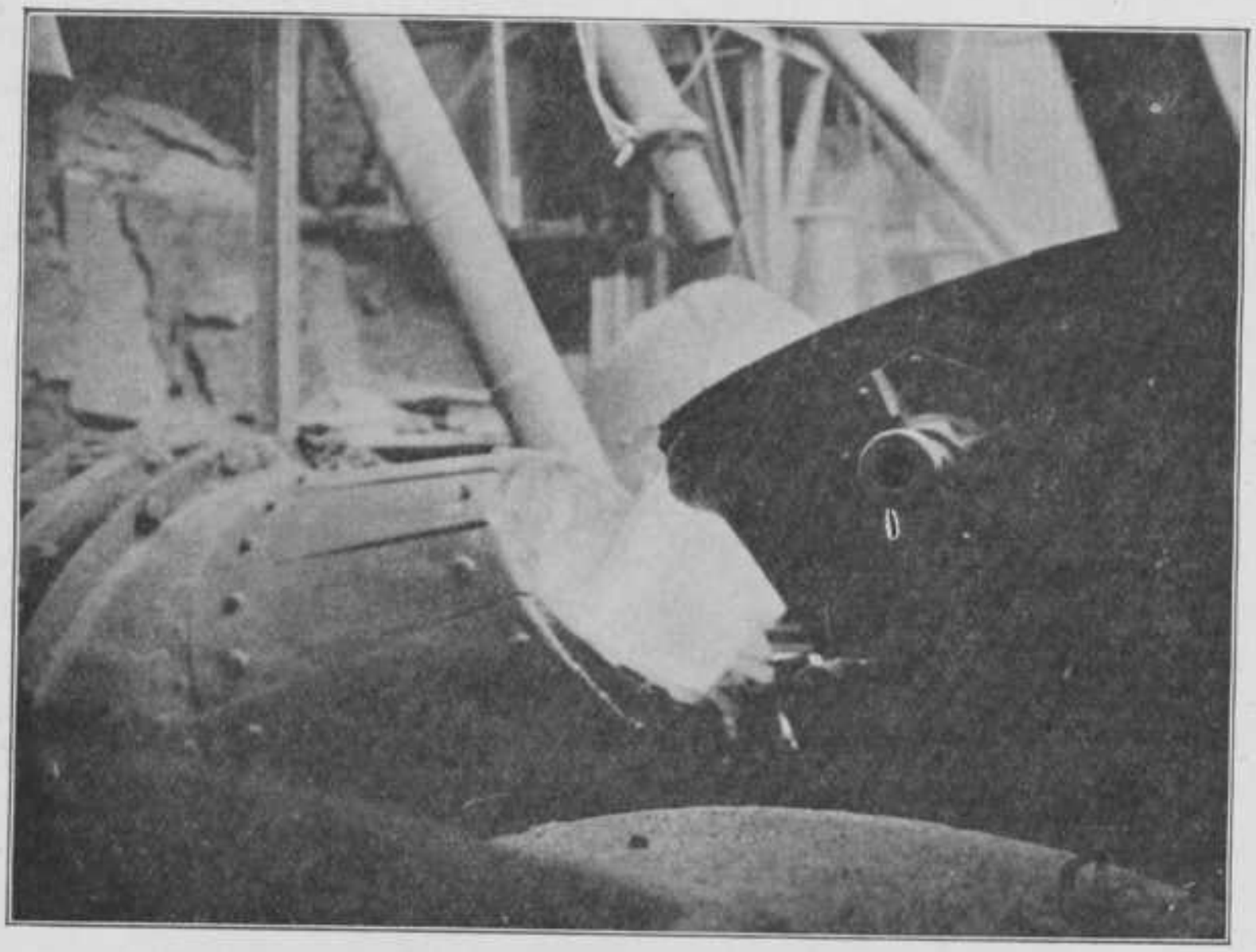


Fig. 21.
Vullen van een Bessemer-peer.

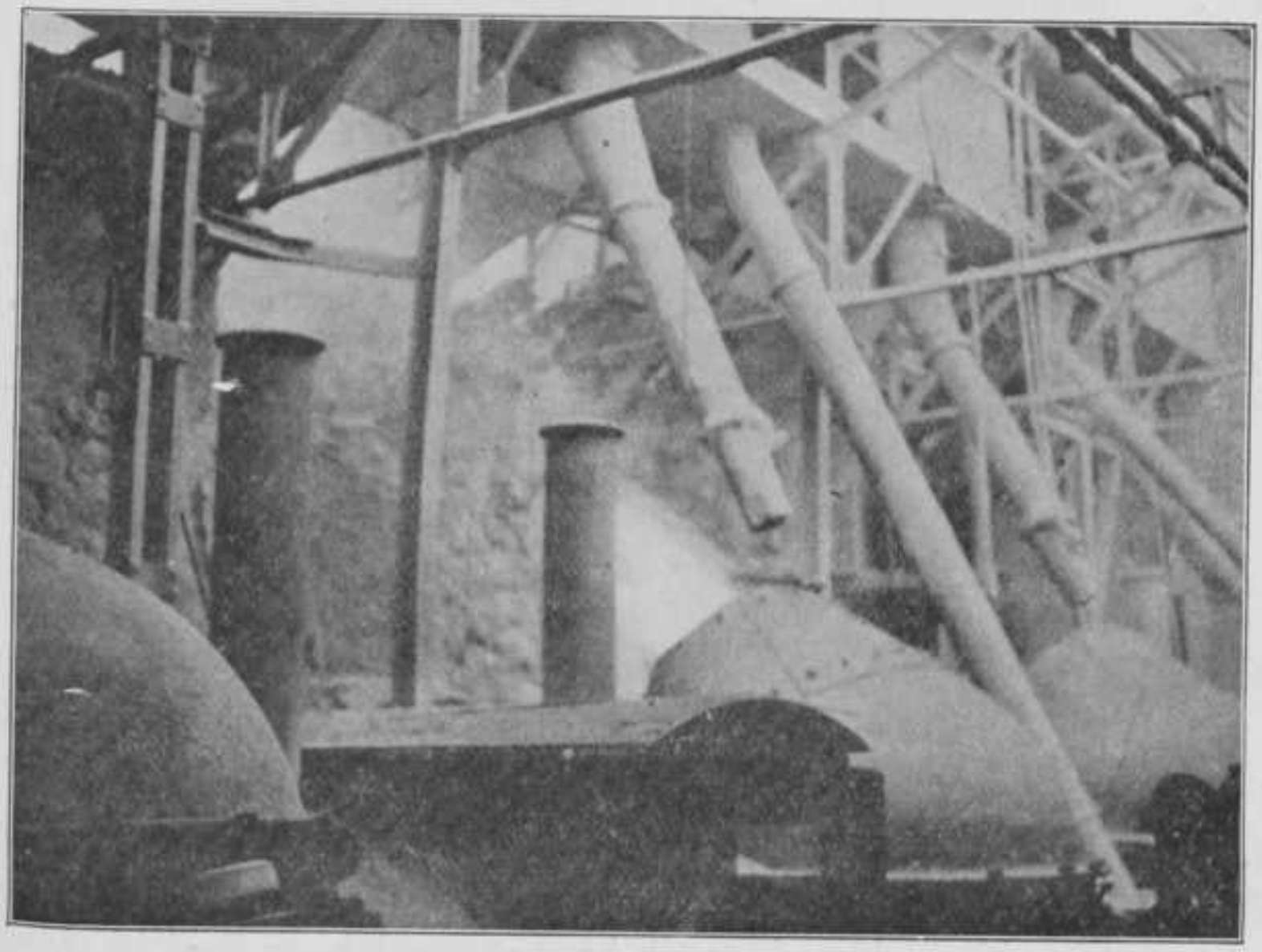


Fig. 22.
Bessemer-peer in werking.

wijl het ijzer in het vat loopt, waarmee het naar de mengers wordt getransporteerd. Fig. 20 geeft het ledigen van het vat in den menger, fig. 21 het vullen eener Bessemer peer.

In den menger wordt 155 K.G. kalk per ton ijzer toegevoegd; het ijzer bevat dan 2% phosphor en 4% C. Een deel van het ijzer wordt in 2 Thomas-Martin-ovens gezuiverd tot het zg. zachte Thomas-staal (0.05%), gegoten in staven van $2^1/_2$ ton. De eene oven had 20, de andere 30 ton inhoud.

Fig. 23.
Kipbare electrische staaloven.

Een ander deel van het ruw-ijzer werd in Bessemer-peeren van 13 ton inhoud (lucht van 1700 mm overdruk, 20 min. blazen) gezuiverd tot Bessemer-staal met 0.003% P. Vóór het blazen worden een paar stukken staafijzer toegevoegd om de temperatuur wat te verlagen, die anders door de bij het verslakken van Si, Mn, S en Fe vrijkomende warmte te hoog op zou loopen. Het ijzer wordt weer in een vat vervoerd en uitgegoten in vormen waarin het als

blokken op een temperatuur van 1100°—1200° bewaard blijft totdat het gewalst wordt. Eenige walsen en een draadtrekkerij werden bezichtigd.

Voor het opsmelten van oud ijzer had men een kipbare staaloven (fig. 23) met 4 electroden van 300 mm ∅, verder evenals de andere ingericht, die een eindproduct leverde met 0.02—0.05% C.

Papierfabriek te **Karnsveden.** Om de boschbouwproducten geheel te benutten werd tusschen 1897 en 1900 een groote papier- en pulpfabriek te Karnsveden gebouwd. Het hout, in blokken gezaagd, wordt in molens onder hoogen druk tegen een roteerende schijf tot pulp fijngewreven, die deels gebruikt wordt voor de fabricage van krantenpapier en pakpapier, deels voor dakbedekking, isolatiemateriaal enz. Na eenige voorbereidingen komt de pulppap op een linnen band waarover ze zich gelijkmatig uitspreidt. Het water wordt afgezogen, aan het eind het afgezogen pulpvel even opgeblazen van de band en over talrijke rollen verder

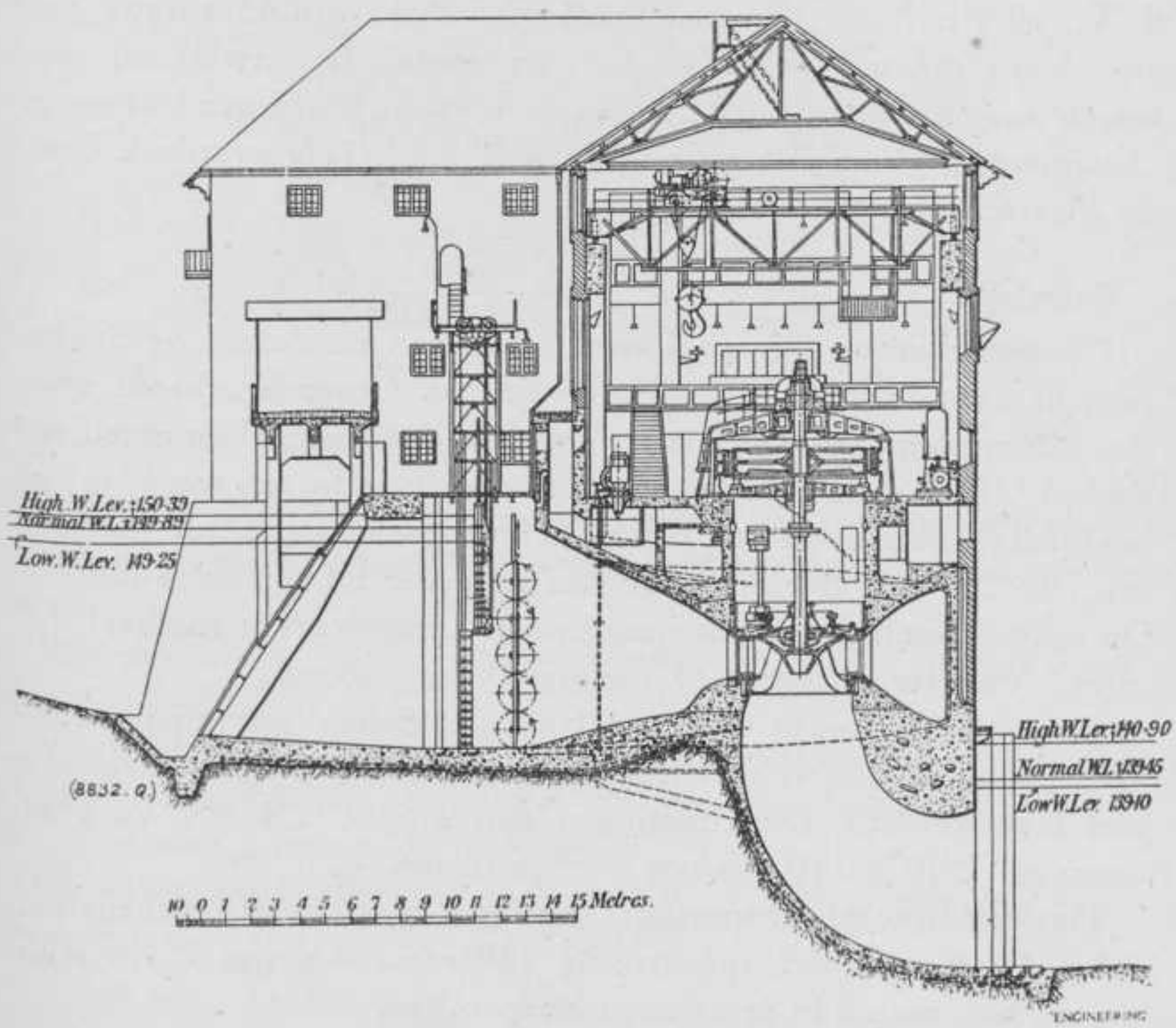


Fig. 24.
Waterkracht installatie te Forshuvud.

geleid om gedroogd en geglansd te worden. Deze fabriek produceert 45.000 ton krantenpapier en ongeveer 3000 ton pakpapier per jaar.

Een waterkracht in de Dal Elf, annex aan de fabriek, voorziet in het krachtverbruik en heeft een capaciteit van 20.000 K.W. (gebouwd 1907—1910).

De Maatschappij bezit een aantal watervallen, die gezamenlijk 200.000 P.K. kunnen leveren, waarvan reeds 107.000 P.K. wordt gebruikt. Behalve bovengenoemde centrale werd nog het waterkrachtwerk te **Forshuvud** bezocht, waarvan fig. 24 eene afbeelding is. Deze installatie is 5 K.M. boven Domnarfved, eveneens in de Dal-elf gebouwd. Juist beneden de waterval is in de rivier een dam gelegd, die de waterspiegel 10 M. verhoogde. De centrale staat aan het eene einde van de dam en verbruikt al naar behoefte 50—2000 M^3. water per secunde. Het surplus stroomt door de sluisopening (17 m breed) in den dam. De centrale biedt plaats voor 3 generatoren, waarvan slechts 2 geplaatst, ieder van 5200 K.W., 10,3 m hoog, een omwentelingssnelheid van 83,3 omw. per min. Voor een uitvoerige beschrijving van dit waterwerk zij verwezen naar het artikel Hydro-electric Plant at Forshuvudforsen in „Engineering" van Januari en Februari 1925 (als overdruk door de Maatschappij verstrekt).

Svärdsjö.

De ertslichamen zijn door twee schachten ontsloten, de Svabsschacht voor de Svartviksmijn, en de z.g. Centrale schacht voor de midden-mijn. De eerste is 168 m diep en in gedeelten afgediept sinds 1720, in welk jaar hij tot 40 m diepte gedreven werd; in het begin der 20ste eeuw tot 108 m. Het vervoer geschiedt met een ton (fig. 25) met geleidingsslee van ongeveer 1,1 ton netto-inhoud. De ophaalinstallatie wordt met riemen aangedreven; snelheid 1,7 m/sec. Vervoercapaciteit 75 ton per 8-urige dienst.

De centrale schacht werd tot 100 m afgediept en was ingericht voor personenvervoer met tegengewicht en skiptransport eveneens met tegengewicht. De afmetingen zijn 2,5 $\times$ 5,4 m^2. Vervoercapaciteit 200 à 250 ton per 8-urige dienst.

Het ondergrondsch transport geschiedt met kipbare wagens van 1,1 à 1,2 ton inhoud, spoorwijdte 780 mm, rails van 7 à 8 K.G. per m. Een man kan één wagen sleepen.

De maandproductie is ongeveer 900 m^3 leeserts en 400 m^3 wascherts, s.g. $\pm$ 2.75, gewonnen met **magazijnbouw** in 10 m breede

stopes. Men gebruikte de Atlas boormachine M.A.H. met perslucht van 7 atm. overdruk, geleverd door een Ingersoll-compressor. Het erts wordt in horizontale schijven van 1 à $1^1/_2$ m dikte neergeschoten met een praestatie van 12 m^3 per man dienst en een dynamietverbruik van 0,25 K.G. per m^3. Het boorstaal was hol en zeskantig; merk Sandvikens No. 11 Speciaal met 0,65% C, waarmee men de beste resultaten heeft verkregen van alle geprobeerde typen. Bovendien is het zeer gemakkelijk te scherpen en te harden. De boorschacht wordt in olie, de kroon in water gehard. Over de $^1/_4$ duims Cordrick-Commander boorslang was men buitengewoon tevreden. In den laatsten tijd probeerde men een Atlas-machine

Fig. 25.
Svärdsjo. — Schachtvervoer met ton.

Bob-10-U met automatische omzetting van het boorijzer en pneumatische voortschuifinrichting en verkreeg met dezen drifter goede resultaten.

Bij het verladen werd een praestatie bereikt van 20 ton per man/dienst.

Voor de wateropvoer heeft men een half-automatische centrifugaalpomp van 600 L. per minuut. De watertoevloed is 100—150 L. per minuut, al naar het jaargetijde.

De exploitatiekosten waren Kr. 3,19 of *f* 2,12⁵ per ton erts, berekend als volgt:

Afbouw (breekarbeid)	Kr. 0,72	*f* 0,47⁵
Hout voor ondersteuning	„ 0,27	„ 0,17⁵
Laden en galerijtransport	„ 0,50	„ 0,35

Schachttransport.	„ 0,23	„ 0,15
Electrische kracht	„ 0,39	„ 0,25
Gereedschap en schietmiddelen. .	„ 0,66	„ 0,45
Algemeene onkosten	„ 0,42	„ 0,27⁵
Totale mijnkosten per ton.	Kr. 3,19	*f* 2,12⁵

Kalvbäcken.

Deze mijn is sinds het begin der 16de eeuw in exploitatie. Men won toen Ag- en Cu-ertsen, die deels in St. Klingsbo, deels in Falun versmolten werden.

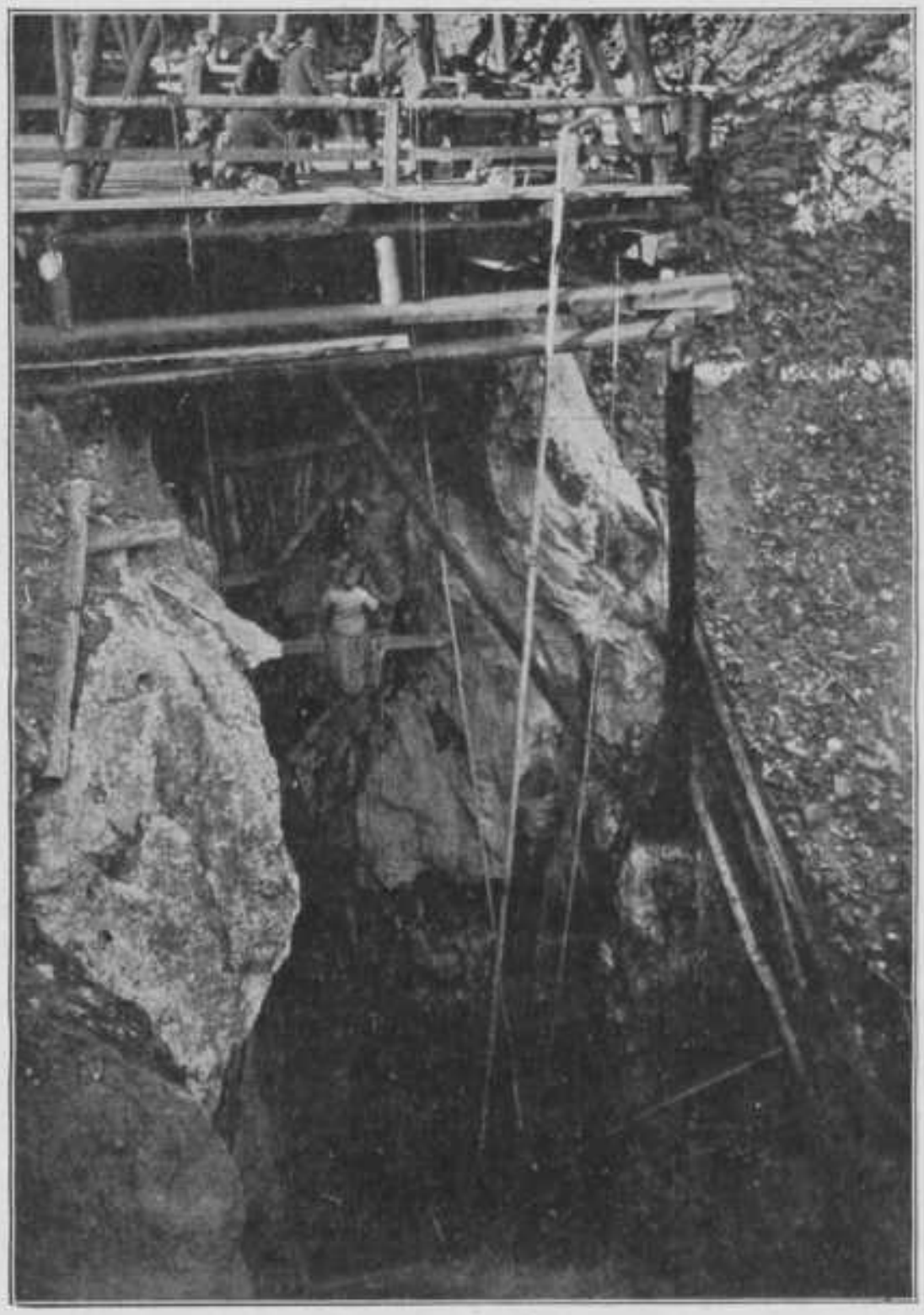


Fig. 26.
Nya-Kalvbäckgruvan. — Schachttransport.

De afbouw van het zinkerts begon pas omstreeks 1900 en duurde tot 1924, in welke tijd 2000 ton 35%-ig zinkerts gewonnen werd. In 1915 werd de Nya-Kalvbäcksgruvan ontsloten en leverde in de

volgende vijf jaar 14.000 ton 28%-ig zinkerts, 300 ton 3.5%-ig Cu-erts, 1800 ton pyriet met 35% zwavel en 10.000 ton wascherts.

Thans wordt geen stukerts meer gewonnen en de ertsscheiding omvat slechts de winning van ZnS. Tegenwoordig is de jaarproductie ong. 15.000 ton wasscherijerts met ± 8% Zn en 3% Pb.

De opvoer geschiedt evenals in Svärdsjö met een ton van ca. 1 ton inhoud (fig. 24), waarmee eene productie van 70 ton in twee 8-urige diensten is te bereiken (opvoersnelheid 0.75 M./sec.). Het galerijtransport geschiedt met sleepers en kipkarren (met S.K.F.-kogellagers). De galerijen hebben eene helling van 1 : 150.

Oorspronkelijk werd met **firstenbau** afgebouwd, doch op grooter diepte was men tot **magazijnbouw** overgegaan. Tengevolge van de ontwikkeling der verwerkingsmethoden is het loonend gebleken de **sub-level-slicingmethode** toe te passen, die ook met het oog op de slechte gesteldheid van het hangende beter is. Deze afbouwmethode wordt nu in de geheele mijn toegepast.

Boliden.

Reeds lang had men aanwijzingen voor de aanwezigheid van erts in dit gebied door het voorkomen van sulfidebrokken tusschen het glaciaal erosiemateriaal. Daar echter deze morainen met een 20—40 M. dikke laag het geheele land bedekken, dat daardoor zeer moerassig is en bezaaid met meren, was het vrijwel uitgesloten de plaats van herkomst vast te stellen voordat men over de huidige indicatie-methoden beschikte. Wel heeft men de bewegingsrichtingen der gletschers kunnen vaststellen en uit het feit, dat groote stukken van het brokkelige erts nooit ver vervoerd kunnen zijn, de plaats van herkomst geprobeerd te bepalen, doch dit liet te veel aan het toeval over, dat den zoekers niet gunstig is geweest.

Pas in de laatste 10 jaar zijn exploraties verricht met de moderne **geophysische opsporingsmethoden,** aanvankelijk met **galvanische stroomen,** die echter niet door de deklaag heen kwamen en niet in bevroren grond wilden doordringen. Men is toen overgegaan tot de **aequipotentiaalmethode,** d.i. het vaststellen van het verloop der stroomlijnen tusschen twee in de grond gegraven lijnelectroden.

Afwijkingen in het ideale verloop wijzen op een verschil in geleidbaarheid van den ondergrond. Aldus heeft men vele K.M^2. systematisch afgezocht langs lijnen op 40 M. afstand van elkaar en vond 50 plaatsen, waar de stroomlijnen afwijkingen vertoonden. Bij boren bleken slechts 7 afwijkingen veroorzaakt te worden door de aanwezigheid van erts, de andere echter door een

grafiethoudende lei, die in dit gebied veel voorkomt en door zijn grafietgehalte eveneens geleidend is. Men werkte 's winters, omdat het moerassige terrein op ski's beter toegankelijk is.

Behalve het ertslichaam in Boliden vond men nog een lens van 500 × 80 M. wasscherijerts (pyriet, arsenopyriet en chalcopyriet) bij Hakkejärn, een lens bij Kristineberg, een sfalerietlens van 500 M^2. oppervlakte bij Vindel, een ertslichaam van 250.000 M^3. en een van 500.000 M^3. Zn-houdende pyriet, en bij Hölmtjärn een uitgetrokken plooi van arsenopyriet van 2 M^2. opp., tot 29 M. diepte te vervolgen en rijk aan goud.

Deze vondsten werden vervolgens nauwkeuriger verkend met de **electromagnetische exploratie**; ook zwaartekrachtmetingen (torsiebalans) werden hiertoe verricht en de dikte der deklaag bepaald

Fig. 27.
Electromagnetische opsporingen.

met de seismische methode van Mintrop. De excursie woonde echter alleen eene demonstratie bij van de electromagnetische detailmeting, waarom slechts deze methode van Sundberg even besproken zal worden.

Zendt men door een gesloten geleider een wisselstroom, dan

wordt om dezen geleider een electromagnetisch krachtveld opgewekt, het z.g. primaire krachtveld, waarin de krachtlijnen volgens cirkels verloopen. Bevindt zich binnen dit krachtveld een tweede geleider, dan wordt hierin een stroom geïnduceerd, die op zijn beurt om den tweeden geleider een electromagnetisch krachtveld, het z.g. secundaire veld, opwekt, welks krachtlijnen veranderingen zullen veroorzaken in het verloop der primaire krachtlijnen en in de sterkte van het primaire veld. Deze veranderingen nu worden opgemeten. Voor het opwekken van het primaire veld legt men op den grond een goed geïsoleerde kabel in een vierkant met 100 M. zijde, waar doorheen een wisselstroom gaat van 60 Volt, 1,25 amp. en 500 perioden (het periodental wordt bepaald door de gevoeligheidsgrens van het gehoor). De daardoor opgewekte krachtlijnen hebben een ideaal verloop en in ieder punt van het krachtveld kan men helling en richting t.o.v. het vlak van den geleider en de N.Z. meridiaan berekenen. Bevindt zich in de ondergrond op niet al te groote diepte of afstand van de primaire geleider een geleidende stof (b.v. magnetiet, haematiet, pyriet) dan wordt hierin een stroom geïnduceerd, die zich voornamelijk langs de omtrek van het geleidend lichaam beweegt en zelf een krachtveld opwekt. Deze secundaire krachtlijnen zullen met de primaire resulteeren en de richting en sterkte van de laatste veranderen. Door controle van het primaire krachtveld met twee raamantenne's, een versterker en een koptelefoon kan men deze veranderingen vastleggen en wel in een horizontale en een verticale ontbondene. Men heeft voor deze meting 2 vierkante raamantennen (zijde 50 cm.), waarvan het aantal windingen echter niet met zekerheid kan worden genoemd. Het eene raam (I) was draaibaar om een horizontale as gemonteerd op een stok (fig. 27) en verbonden met versterker (6 volt accu) en koptelefoon. Het andere raam (II) werd steeds horizontaal genomen. Nu is de geluidsterkte afhankelijk van het aantal krachtlijnen dat door het raam gesneden wordt, dus bij constante wisselstroom van de stand van het raam t.o.v. de krachtlijnen. Men stelt nu raam I vertikaal en draait om de vertikale as (= stok) tot minimum geluid. Dan staat dus het raam in het vert. vlak der krachtlijnen, dat met een op de stok aangebrachte équerre t.o.v. de omgeving wordt vastgelegd. Nu stelt men raam I $\perp$ op de eerste stand door draaiïng om de vert. as (dus maximum geluid) en draait het om de hor. as tot minimum geluid. Dan weet men dus helling en richting der krachtlijnen op die plaats. Bovendien kan men nog de verhouding vinden tusschen de veldsterkte op de ver-

schillende meetplaatsen met behulp van het horizontale raam. Men stelt nu raam I (opp. = O) verticaal en in de richting der krachtlijnen (H = aantal horizontaal ontbondenen der krachtlijnen per opp. eenheid, F = dat der vertikale) en verbindt het met het 10 M. verder horizontaal (doosniveau) gehouden raam II (F_1 = aantal vertikaal ontbondenen per opp. eenheid daar ter plaatse), dat aan I tegengesteld is gewonden en dus tegenwerkt. Draait men nu om de horizontale as tot minimum geluid over een hoek α t.o.v. de verticaal, dan is:

$$OF \cos \alpha = OF_1. \quad F_1 = a_0 F.$$

Hoek α meet men met een aan het raam bevestigde gradenboog. Daarna wordt raam I 90° gedraaid en weer om de horizontale as op minimum geluid ingesteld. Men meet dan hoek β en heeft:

$$OH \sin \beta + OF \cos \beta = OF_1, \quad \text{of:} \quad H = \frac{\alpha_0 - \cos \beta}{\sin \beta} F = b_0 F.$$

Nu plaatst men raam I op de oude plaats van raam II, dat in een rechte lijn 10 m verder komt te staan. Men krijgt dan:

$$OF_1 \cos \alpha_1 = OF_2 \quad \text{of:} \quad F_2 = F_1 \cos \alpha_1.$$

$$F_2 = \cos \alpha \,.\, \cos \alpha_1 F = \alpha_1 F.$$

$$H_1 = \frac{\alpha_1 - \alpha \cos \beta_1}{\sin \beta_1} \,.\, F = b_1 F.$$

Men meet langs lijnen, loodrecht op de primaire geleider met om de 10 M. een waarnemingspunt. Voor een zeker waarnemingspunt x op zoo'n lijn heeft men dus:

$$F_x = a_x F \quad \text{waarin} \quad a_x = \cos \alpha \times \cos \alpha_1 \times \ldots\ldots \times \cos \alpha_x$$

en

$$H_x = b_x F \quad \text{waarin} \quad b_x = \frac{a_x - a_{(x-1)} \cos \beta_x}{\sin \beta_x}.$$

De langs één waarnemingslijn gevonden waarden kan men grafisch uitzetten (fig. 18). De aanwezigheid van een secundair veld geeft een onregelmatigheid in het verloop van die lijn te zien. Het is dus een relatieve meting. Bij voorgaande berekening is het aantal windingen voor beide ramen gelijk genomen (draaddikte 0,25 mm).

Twee jaren heeft men naar het ertslichaam in Boliden gezocht; Kerstmis 1924 is het gevonden. De lens is 600 m lang, 35 m breed, helling 85° Z., strekking O.—W. Met diamantboringen vond men op 128 m diepte nog dezelfde afmetingen. Vanaf het liggende, dat

hier en daar pyrrhotien bevat, bestaat de lens uit pyriet, die naar het midden toe steeds meer Cu-houdend wordt en overgaat in chalcopyriet; waarnaast scherp gescheiden een zone van 5 m arsenopyriet voorkomt, die ook tegen het hangende scherp begrensd is. De arsenopyriet bevat 35% As, 0,1% Sb, 50—60 gr Au en 200 gr Ag per ton, en nog wat Ni en Co; de pyriet bevat 0,03% Se. De ertslens bevat gemiddeld 2 à 3% Cu en 10 gr Au per ton (s.g. 4,3). Bij den afbouw worden de 3 mineralen echter scherp

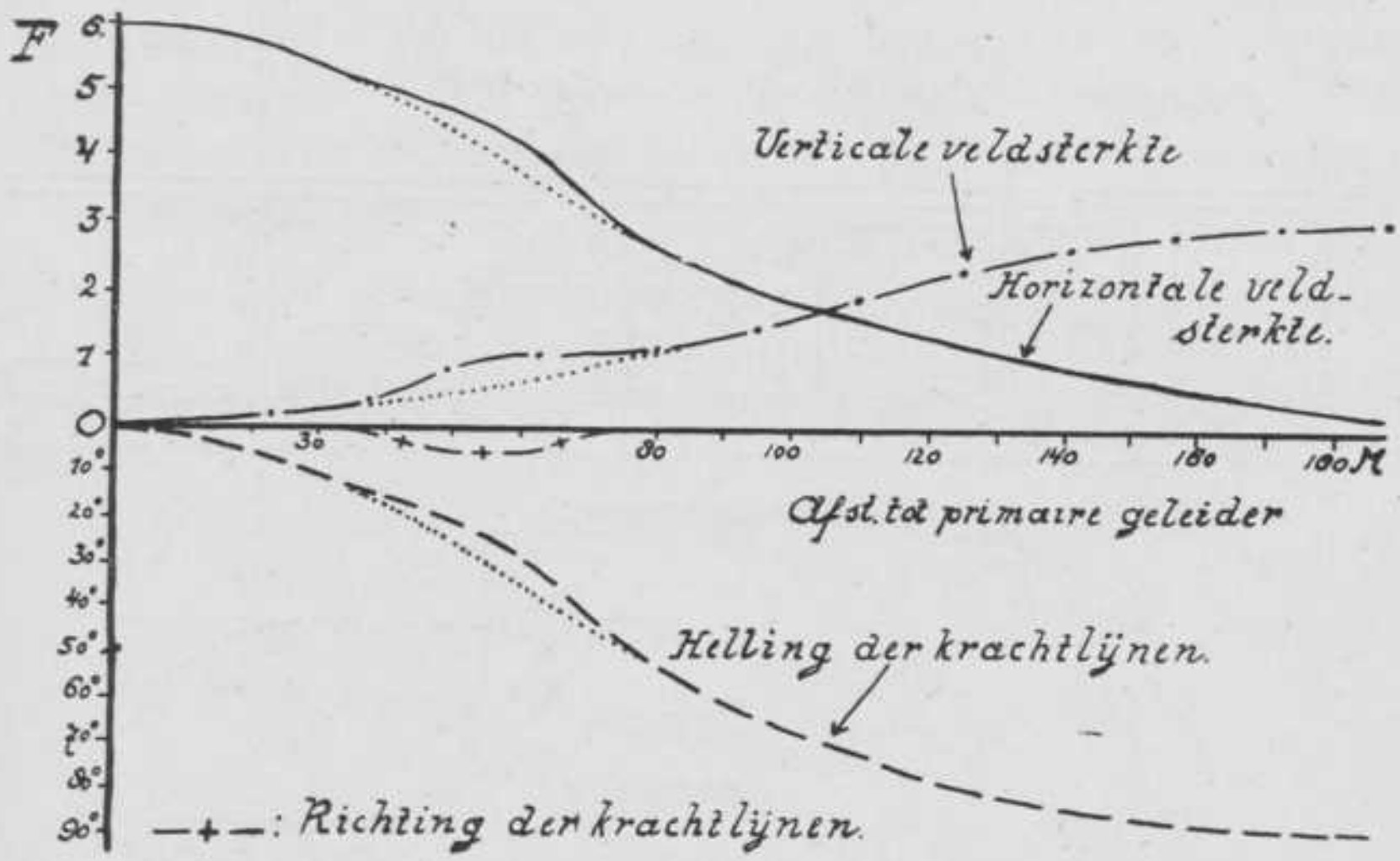


Fig. 28.

Grafische voorstelling der electromagnetische metingen langs één lijn.

gescheiden gehouden. In den zomer van 1927 had men reeds 2 schachten afgediept en een aanvang gemaakt met den afbouw der goudhoudende arsenopyriet, het meest waardevolle product, van welks opbrengst de mijn thans juist kan bestaan. Deze arsenopyriet werd met vrachtauto's vervoerd naar den mond van de Angerman Elf aan de Botnische golf en vandaar naar Freiburg in Saxen, waar door vervluchting van het As, het Au wordt gewonnen. Zoodra de 30 K.M. lange spoorweg daarheen gereed is, wordt de productie (thans 50.000 ton) op volle capaciteit, n.l. 240.000 ton per jaar, gebracht. Men stelde zich voor, de lens tot 55 m diepte met **dagbouw** te ontginnen, waaraan het wegruimen van de 20 à 30 m dikke deklaag over een oppervlak van 10.000 m² vooraf moet gaan. Dieper durft men met het oog op het slechte hangende niet te gaan. Per jaar zal een laag van 6 m afgebouwd worden. Den

diepbouw is men van plan als **magazijnbouw** in te richten over een verdiepingsafstand van 40 m. [1])

[1]) Heine, Elektrische Bodenforschung.
Sundberg, Lundberg, Eklund. Electrical Prospectung in Sweden.

Lökken.

Men ontgint hier o.a. een ertslineaal van 2 K.M. lengte en 50 M. breedte, strekking O.—W., helling 45° N. De helling neemt naar de diepte toe af. Op 80 M. afstand van deze lineaal loopt een

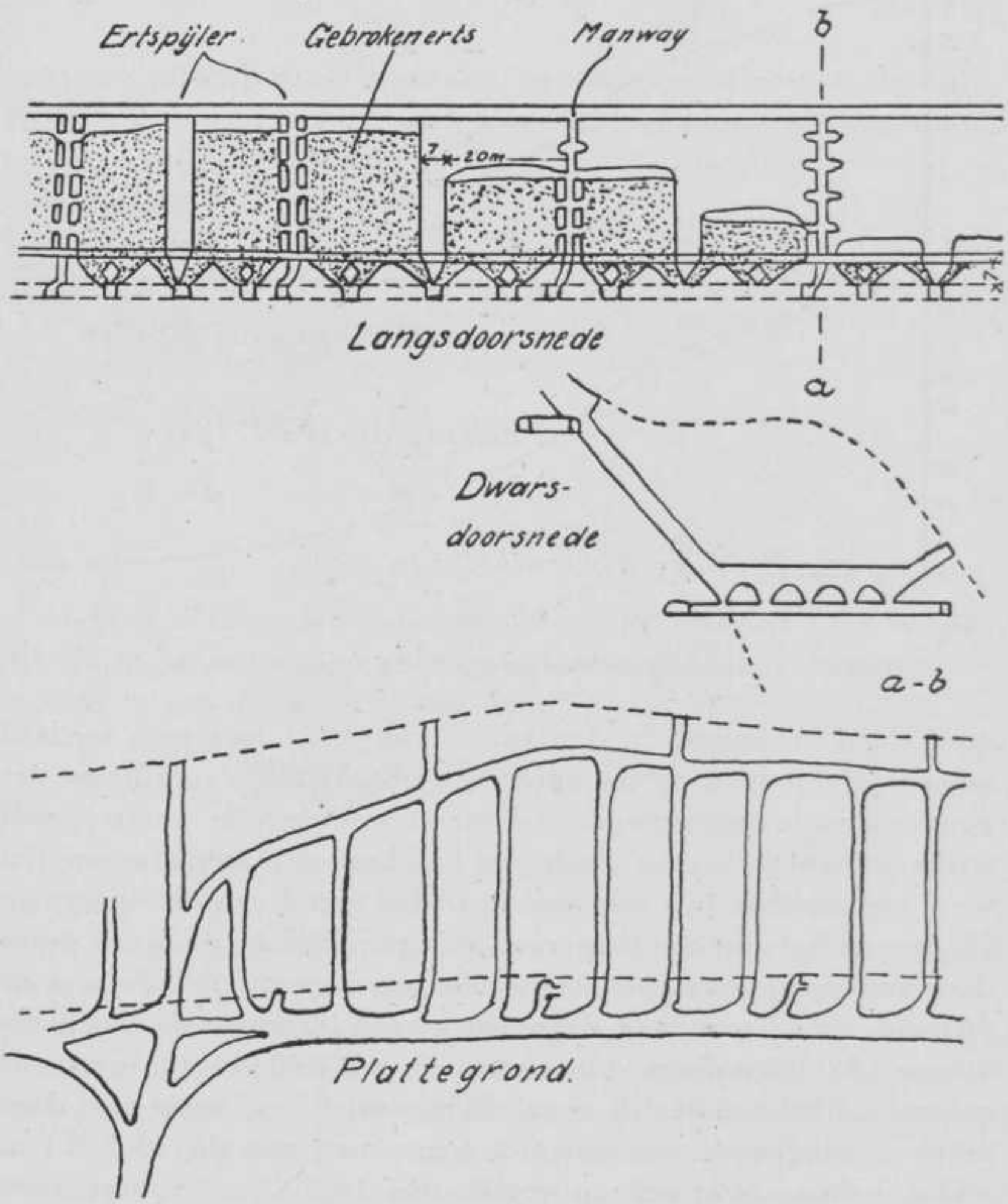


Fig. 29.
Lökken. — Magazijnbouw boven het 300 M. niveau.

kleinere lineaal van 5—10 M. dikte, die echter nog niet afgebouwd wordt, omdat de productie hoog genoeg is. Onder in de lens bevat het erts 1% Cu; het S-gehalte is 38%. Een boring 1 K.M. ten Westen van Wallenberg heeft nog erts aangetroffen, zoodat een ertsreserve van 16 millioen ton vaststaat. Vanuit de oude schacht heeft men de groote ertslens met een 400 M. lange steengang ontsloten op het 300 M. niveau. Men ontgint met **magazijnbouw** in stopes van 20 M. breedte, waartusschen peilers van 7 M. Daar echter onder dit niveau de helling der lineaal niet groot genoeg meer is om het erts langs het liggende te laten afglijden, heeft men daar in het liggende een stelsel van aftaptrechters gedreven, uitkomende in een hellende centrale stortkoker welke in de steengang uitmondt.

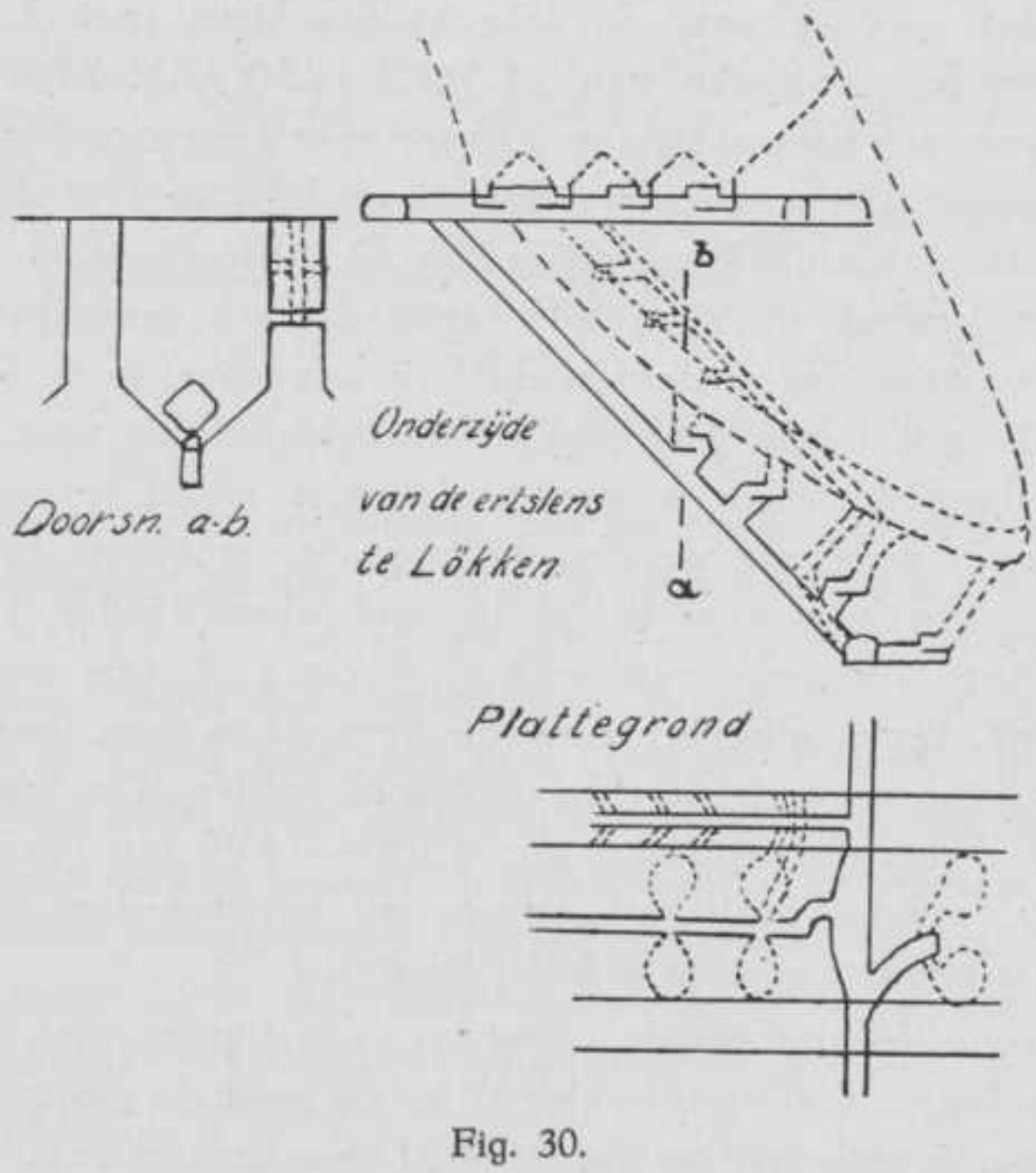


Fig. 30.

Lökken. — Magazijnbouw beneden het 300 M. niveau.

Uit de fig. 29 en 30 is de afbouw voldoende duidelijk.

De praestatie per man/dienst is 50 ton. Boorgaten 4 M. diep. Is de pyriet zeer hard dan is de praestatie van één boorijzer niet meer dan $^1/_2$ duim; gewoonlijk echter kan met één boorijzer 20—30 cm. geboord worden, voordat de kroon bot is. Per 60—70

M^3. erts worden 8 K.G. dynamiet verbruikt. In de magazijnen heeft de mijn 800.000 ton gebroken erts als reserve.

Uit de stortkokers wordt het erts afgetapt in ijzeren wagens, bestaande uit een rechthoekigen bak, draaibaar om zijn lengte-as, waarvan de lange zijkanten aan de bovenkant scharnierend zijn. Men streeft naar steeds grooter inhoud der wagens. Met de drie in gebruik zijnde maten van 3, 3.5 en 4.5 ton vervoert men resp. 50, 70 en 100 ton per dag uit één stortkoker. (Men werkt slechts 1 dienst van 10 uur per dag, anders overproductie).

De afsluiter der stortkokers is de z.g. Chinamanshoot; deze bestaat uit een met perslucht op en neer bewogen schuif, waarvóór nog een soort vork is aangebracht die met een contragewicht ook op en neer beweegbaar is en moet voorkomen, dat ontijdig komende groote stukken de wagen zouden overladen. Bediening 2 man. Het vervoer naar de schacht geschiedt met 2-motorige gelijkstroom locomotieven van 24 P.K. (250 V.). Men bereikte in het vervoer een praestatie van 530 ton met 2 man en één locomotief per dienst. De wagens werden leeggekipt in een skipbunker van 1200 ton inhoud (Wallenbergschacht) door losslaan der klinken van wagenbak en zijkant, waarna de bak omgeduwd werd door een wieltje, dat onderaan de bak bevestigd is en langs een oploopende rail loopt. De zijkant klapt onder uit weg. De bak werd op dezelfde wijze in zijn horizontale stand teruggebracht. Evenals in Grängesberg werden de te groote stukken afgezeeft en in twee kaakbrekers van 42″ × 36″ gebroken (ieder 150 P.K., capaciteit op voorgebroken erts (14 cm.) 1 ton per minuut Blake-type). De skipbunker mondde weer uit in twee meetbunkers van 3 ton, van waaruit de skip in 2 sec. volliep. De Wallenbergschacht, had een dagproductie van 1300—1500 ton (skipsnelheid 6 M./sec.), die tot 3000 ton opgevoerd kan worden. Het opgevoerde erts bevatte slechts 2 à $2^1/_2$% steriel.

Het zure mijnwater wordt in buizen (van binnen met phosphorbrons, van buiten met lood bekleed) geleid naar de pompenkamers. De grootste is gelegen op de 300 M. verdieping met 2 Sulzercentrifugaalpompen van 500 L./min. (draaistroom van 15.000 Volt, getransformeerd op 230 V.) die slechts 8 uur werken en het water oppompen naar de 120 M. verdieping, vanwaar het verder door een stollen in het dal geloosd werd. Op het 340 M. niveau bevondt zich een installatie van dezelfde capaciteit, waarvan slechts één pomp noodig was om het water op de 300 M. ver-

dieping te brengen. Ook de pompen waren inwendig van phosphorbrons.

Op de 380 M. verdieping werd de voorbereiding bezichtigd. Voor het boren gebruikte men de Denver-Rock-drill 339 en voor het laden een verlaadmachine volgens constructie van een ingenieur der mijn. Uit de schematische voorstelling in fig. 31 is te zien dat een scraper wordt opgetrokken langs een rijdbare hellende baan, aan het eind waarvan de bak in de wagen leeggekipt wordt. De installatie wordt bediend door 2 man, één voor de lier en één voor het sturen van de skraper en verlaadt ongeveer 80—100 ton per dienst. Met handarbeid was de praestatie slechts ± 16 ton per man/dienst. In de voorbereiding werd met 2 diensten van 8 uur gewerkt.

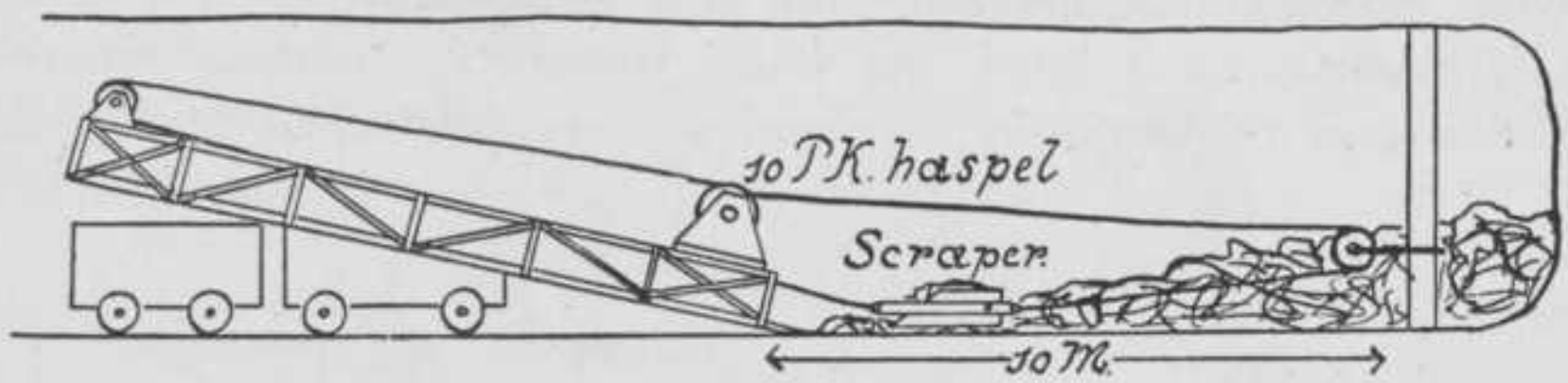


Fig. 31.
Verlaadmachine te Lökken.

Voor de persluchtvoorziening had men turbo-compressoren van de Aktieselskabet Hamar Jerntöben & Mek. Verksted, ieder met een capaciteit van 75 M^3. aangezogen lucht per minuut, 147 omwenteling per min., overdruk 6 atmosferen. Krachtverbruik 470 eff. P.K.

Evenals in Falun had men hier in vroeger tijden de Cu-houdende pyriet, waarmede de breccieuse randzone was geïmpregneerd, gewonnen met vuur en water, waardoor een geheel complex van holruimten was gevormd. Het is begrijpelijk, dat deze methode van breekarbeid aan zeer veel arbeiders het leven heeft gekost door rook- en zwaveldampverstikking.

LITTERATUUR.

δ_1) Tidsckrift for Kerni ag Berg vasen. Oslo.
Jahrg. 1924, November Heft.
Abbau bei Lökken Grube (von Berging J. D. Jensen).

δ_2) Engineering and Mining Journal. Vol. 102, No. 19.
Sinking the Wallenberg shaft Lökken.
By Lloyd. D. Cooper.

Kongsberg.

In de Okerbergs-Fahlband is een stollen gedreven van 5100 M. lengte, van Kongsberg naar Saggrenda, daar overal, waar de Fahlband door de diabaasgangen gesneden wordt, het Ag voorkomt. Deze stollen werd door de excursie per mijnspoor afgereden, waarbij op verschillende plaatsen de afbouw werd bezichtigd. Sinds 1623, toen het Ag ontdekt was, is men bezig met strossen- en firstenbau. De beide oude afbouwmethoden bleven voldoen, daar het erts zeer onregelmatig voorkomt. Eenige jaren geleden had men rijker erts en kon men met een jaarproductie van 7 à 8000 ton volstaan. Thans is de jaarproductie 25.000—30.000 ton, of wel 100—130 ton per dag (10-urige dienst).

Voor het personentransport naar een dieper gelegen niveau werd nog gebruik gemaakt van een hydraulisch aangedreven „Fahrkunst".

CONTACTMETAMORPHOSE IN HET „KRISTIANIAGEBIED".

Woensdagmorgen 27 Juli. — Vertrek per trein van Oslo naar Grua.

Tijdens de reis naar Grua gaf Prof. V. M. Goldschmidt een inleidende voordracht over de contactverschijnselen in het „Kristianiagebied". Op deze plaats aan Prof. Goldschmidt onzen hartelijken dank voor de boeiende voordrachten en aangename leiding!

Geologie van het Oslogebied.

Op een peneplain, bestaande uit archaeïsche gesteenten, werden cambrische-, silurische- en devonische sedimenten afgezet. Na de vorming van de Old-red sandstone begon een periode van vulkanische werkzaamheid.

De oudste eruptiva in dit gebied zijn basische essexieten, steeds gevolgd door zuurdere gesteenten. Een deel der uitvloeiïngsgesteenten bereikte de oppervlakte, vormde een dikke bedekking op de devonische zandsteen, of groote tufophoopingen.

Een ander deel bereikte de oppervlakte niet en werd als lakkoliet ingeperst tusschen de sedimentgesteenten, waarbij een intensieve contactmetamorphose plaats vond.

Gelijktijdig met de intrusies van deze dieptegesteenten daalde het geheele Kristianiagebied door de vorming van een groote slenk. In deze slenk zijn de palaeozoïsche sedimenten en de eruptiefgesteenten voor vernietiging door erosie gespaard gebleven.

De sedimentgesteenten.

Bijna alle belangrijke groepen der sedimentaire gesteenten zijn hier vertegenwoordigd, alleen dolomieten heeft men tot nu toe nog niet aangetroffen.

Stratigraphie.

Cambrium en onder-Siluur (inclusief de Phyllograptus-leien, etage 3b).

Donkere, dikwijls bitumineuse kleileien, die overigens een zeer zuivere kleilei-samenstelling bezitten. (De contactproducten zijn andalusiet-cordieriet-hoornrotsen). Dikwijls zijn de leien rijk aan pyriet (Alaunschiefer). In deze leisteenen vindt men in verschillende horizonten lenzen en samenhangende lagen van kalksteen.

Een belangrijke kalkhorizont is de Ceratopygenkalk, Etage 3a γ.

Onder-Siluur (bovenste deel van etage 3).

Een laagcomplex met dikke, zuivere kalksteenbanken, waarin ook kalkrijke leien voorkomen.

Etage 4.

Dit is het dikste laagpakket in het onder-Siluur ($\pm$ 300 M.). De gesteenten zijn leisteenen, afwisselend met mergelige kalksteenen (als mergelknollen).

Ook zandige lagen komen voor.

Etage 5.

In de omgeving van Oslo als kalkzandsteen, in het Noordelijk gedeelte (Hadeland) als dikke kalksteenbanken voorkomend. (Gastropodenkalk).

Boven-Siluur.

Sterk wisselende facies der gesteenten. Dikke afzettingen van zuivere kalksteen komen voor.

De Ludlowkalk bevat, vooral in de omgeving van Drammen, talrijke contactmetasomatische ertsafzettingen.

Devoon.

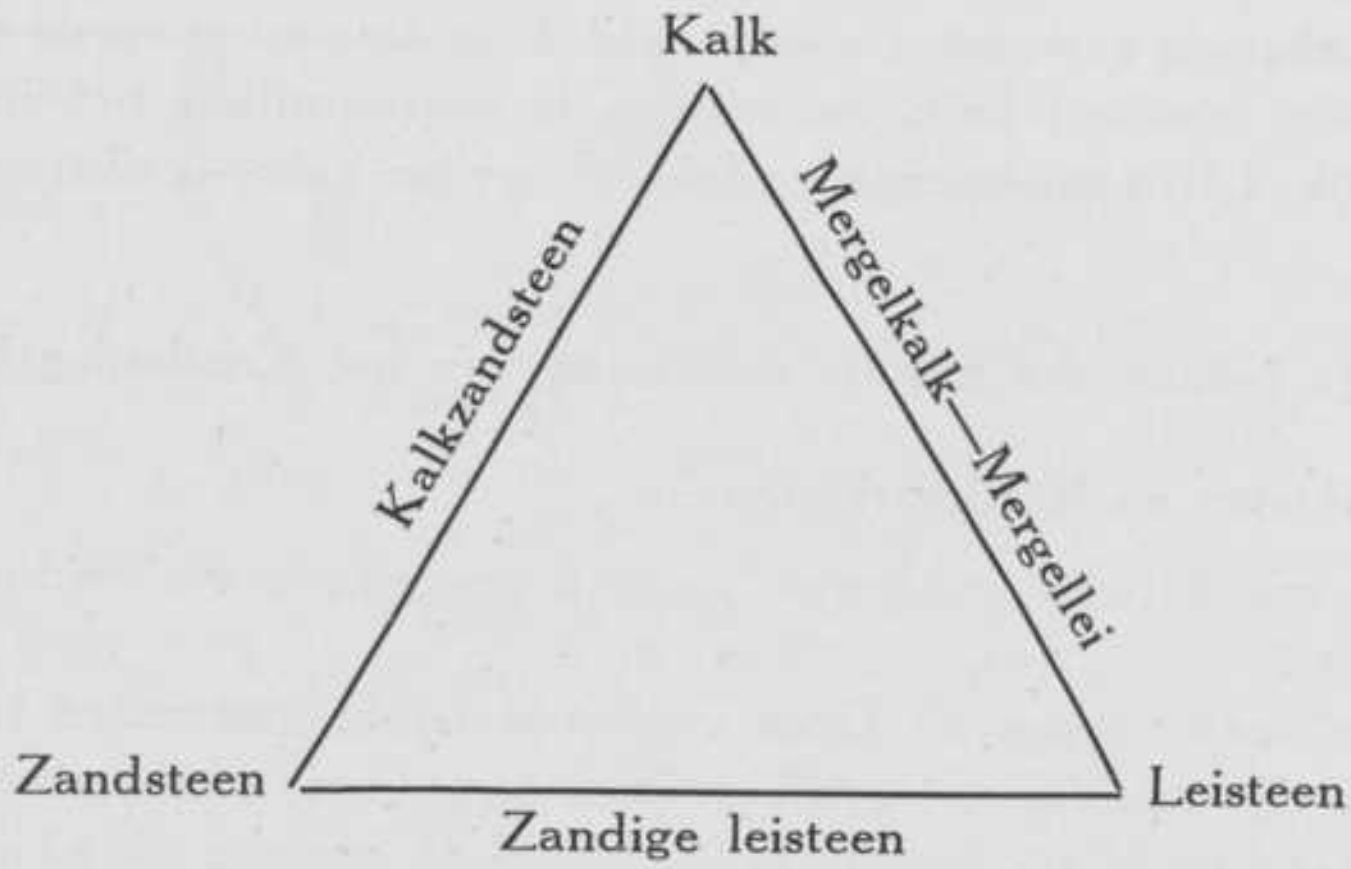
Op het Siluur volgt concordant de devonische zandsteen. (Old red sandstone). Het gesteente nadert tot een leisteen en is plaatselijk soms zeer rijk aan veldspaatkorrels, zoodat men het zelfs een arkose noemt.

In de onderste horizonten komen leisteenen voor.

Classificatie van sedimentgesteenten.

De meest voorkomende sedimenten kan men volgens onderstaand schema aangeven, wanneer we afzien van dolomieten,

welke in dit gebied ontbreken. (Uitgezonderd zijn ook conglomeraten en arkose).



Als hoekpunten van een driehoeksprojectie kiest Prof. Goldschmidt:

als eerste: zuivere kwartszandsteen;
als tweede: zuivere kalksteen;
als derde: een typische kalkarme leisteen.

De samenstelling van marine leigesteenten is, afgezien van het watergehalte, zeer constant.

Berekend op watervrije leisteen is de normale samenstelling als volgt:

SiO_2	63%
Al_2O_3	20%
Fe_2O_3 / FeO	7%
CaO	1%
MgO	2%
Na_2O	1%
K_2O	6%
	100%

Langs de driehoekszijde tusschen zandsteen en kalk, vallen de projectiepunten van **alle** zuivere kalkzandsteenen en zandige kalksteenen. Bevatten de kalkzandsteenen bijmengingen van mergelig materiaal, dan liggen de projectiepunten **in** de driehoek.

De driehoekszijde tusschen zandsteen en leisteen geeft alle over-

gangen tusschen beide: zandsteen met een zuiver kleiachtig bindmiddel.

De reeks van gesteenten voorgesteld door de punten op de driehoekszijde tusschen kalk en leisteen is petrografisch het meest belangrijk. Leisteen—mergelige lei—mergelige kalk—kalksteen.

Eenige belangrijke eruptiefgesteenten van het Kristianiagebied.

Pulaskieten en Nordmarkieten.

Deze syenietische gesteenten hebben een groote verbreiding in dit gebied.

In de contactzones bij **Grua** vinden we deze gesteenten terug.

Beide zijn middel- tot grofkorrelige, hypidiomorphe gesteenten met grijsachtig of roodachtig grijze kleur. Ze bestaan uit alkaliveldspaat (microklien-microperthiet, microperthiet, Na-orthoklaas, soms albiet) met geringe hoeveelheden biotiet, soms idiomorphe helgroene diopsietzuiltjes (meest alleen in pulaskieten) en wat aegirien.

Kalknatronveldspaten ontbreken meestal geheel.

Onderscheid tusschen pulaskiet en nordmarkiet:

Nordmarkiet heeft meestal een vrij groot gehalte aan kwarts.

Textuur vaak granietisch, soms trachytisch.

Ook komt porphyrische structuur voor.

Granitiet.

Dit gesteente vinden we in de contactzones van Konnerud, ten Zuiden van Drammen en in het gebied van Gjellebäck, ten Oosten van het Lierdal.

Granitiet of **biotietgraniet** heeft een groote verbreiding. Soms is de biotiet voor een deel door een Li-glimmer vervangen. Treedt ook hoornblende op dan kan men spreken van een biotiet-hoornblende graniet of hoornblendegranitiet.

Is het gesteente pyroxeenhoudend (diopsiet), dan spreekt men van een biotiet-diopsietgraniet of diopsietgranitiet.

De onderzoekingen in de contactgebieden hebben getoond, dat de contactverschijnselen onafhankelijk zijn van de samenstelling der eruptiefgesteenten.

Hieronder volgt een schets van het middengedeelte van het Kristianagebied.

Het middengedeelte van het Contactgebied van Oslo.

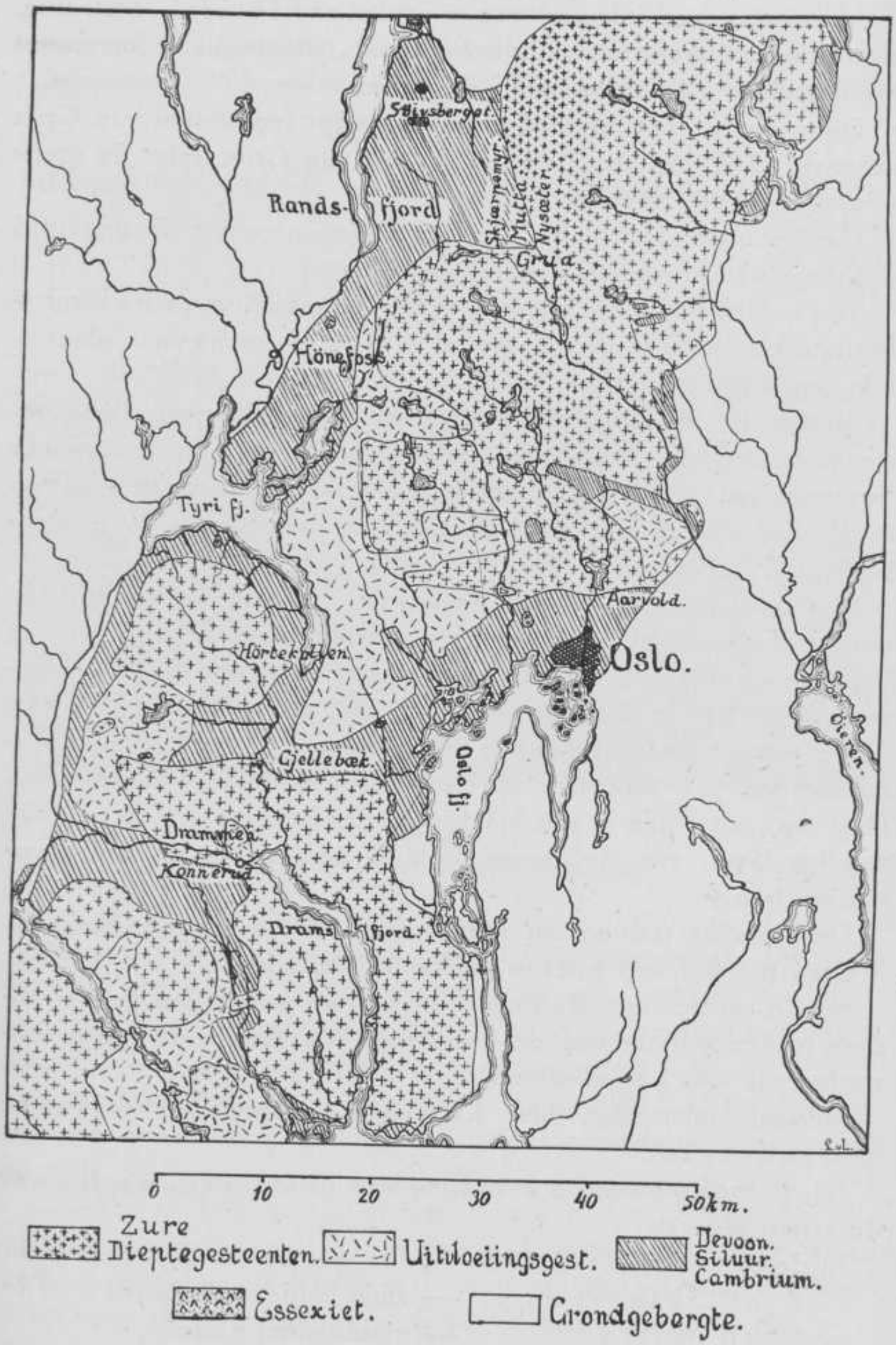


Fig. 32

De contact-afzettingen in de omgeving van Grua.

Aan weerszijden van het station Grua (Hadeland) liggen, bij de grens van een intrusief van nordmarkietisch gesteente, contact-afzettingen met sulfidische ertsen. Plaatselijk is op uitgebreide schaal zinkblende gewonnen.

De grens van het intrusief gesteente loopt ten westen van Grua in zuiver O-W.-richting, iets ten Oosten van Grua buigt de grens scherp naar het Noorden om.

Het grootste deel van de intrusiefgesteenten wordt gevormd door basische nordmarkieten en pulaskieten.

Ten westen van Grua ligt nog een klein gebied van zure kwartsnordmarkiet. Ook toonen de pulaskieten op de grens vaak plaatselijke kwartsrijke facies.

Bij Grua grenzen de nordmarkieten aan midden-silurische gesteenten. Een zeer belangrijke rol bij de erts-afzettingen vervulde een complex van kalksteenbanken, hetwelk zeer arm aan fossielen is. Professor Kiaer paralelliseerde deze lagen met de Gastropodenkalk. (Etage 5).

Ten noorden van de scherpe ombuiging vinden we naast de nordmarkiet ondersilurische- en cambrische lagen. Van belang voor de ertsvorming is hier de kalkhorizont van etage 3c γ geweest. (Orthocerenkalk).

De contactmetamorphose is zeer intensief geweest. De alaunschiefer van het cambrium zijn omgezet in andalusiet-hoornrotsen. De leien van etage 4 werden biotietrijke-hoornrotsen, terwijl de zandige lagen van de etages 5 en 6 veranderen in zandsteenhoornrotsen.

De kalkrijke sedimenten (orthocerenkalk en gastropodenkalk) hebben meestal een marmorisatie ondergaan.

Bij de contact-ertsafzettingen vinden we echter een geheel andere metamorphose van de kalksteen. We vinden daar een omzetting tot kalk-ijzersilicaten.

Meestal ontstonden hier andradietrotsen, en plaatselijk hedenbergiet.

Bij de metasomatische omzetting van de kalksteen werden ook de ertsen afgezet.

In de contactzone van **Grua** vinden we:

bij Skjaerpemyr — zinkblende, galeniet,
bij Mutta — zinkblende, galeniet,
bij Grua — magnetiet,
bij Nysaeter — zinkblende.

Nysaeter.

Zeer belangrijke zinkerts-afzettingen. De ertsen worden daar gevonden in een kalkbank, die ongeveer 80 M. dik en 300 M. lang is. De helling der lagen is ca. 70° Zuid. Onder de kalk (Gastropodenkalk-onder Siluur) vindt men zandsteen-hoornrotsen.

Fig. 33.
Contactkalk van Nysaeter (bij Grua).

De contactmetamorphose is hier buitengewoon sterk. De kalksteen is op groote schaal omgezet in een hedenbergietgesteente, of een epidoot-albiet-hedenbergietgesteente, dat met bruine sfaleriet geïmpregneerd is.

De zinkblende komt in de kalk voor, parallel met de gelaagdheid, samen met wat pyrrhotien, pyriet, magnetiet, haematiet en fluoriet.

Galeniet en koperertsen komen slechts ondergeschikt voor.

De zinkblende komt in ongeveer 5 impregnatie-zones voor, welke paralel aan de strekking verloopen. Het erts wordt zoowel in groeven als door ondergrondsche werken gewonnen.

De kwartsnordmarkiet is verantwoordelijk te stellen voor de vorming van het erts. In het Zuiden, het Oosten en het Westen

grenst de nordmarkiet aan de kalk. Vooral aan de Zuidzijde is het contact zeer fraai te zien.

Vanuit de fijnkorrelige kwarts-nordmarkiet gaan apophysen van enkele meters breedte in de kalksteen, welke in gangen van sferolietrots of in dikke skapolietgangen overgaan.

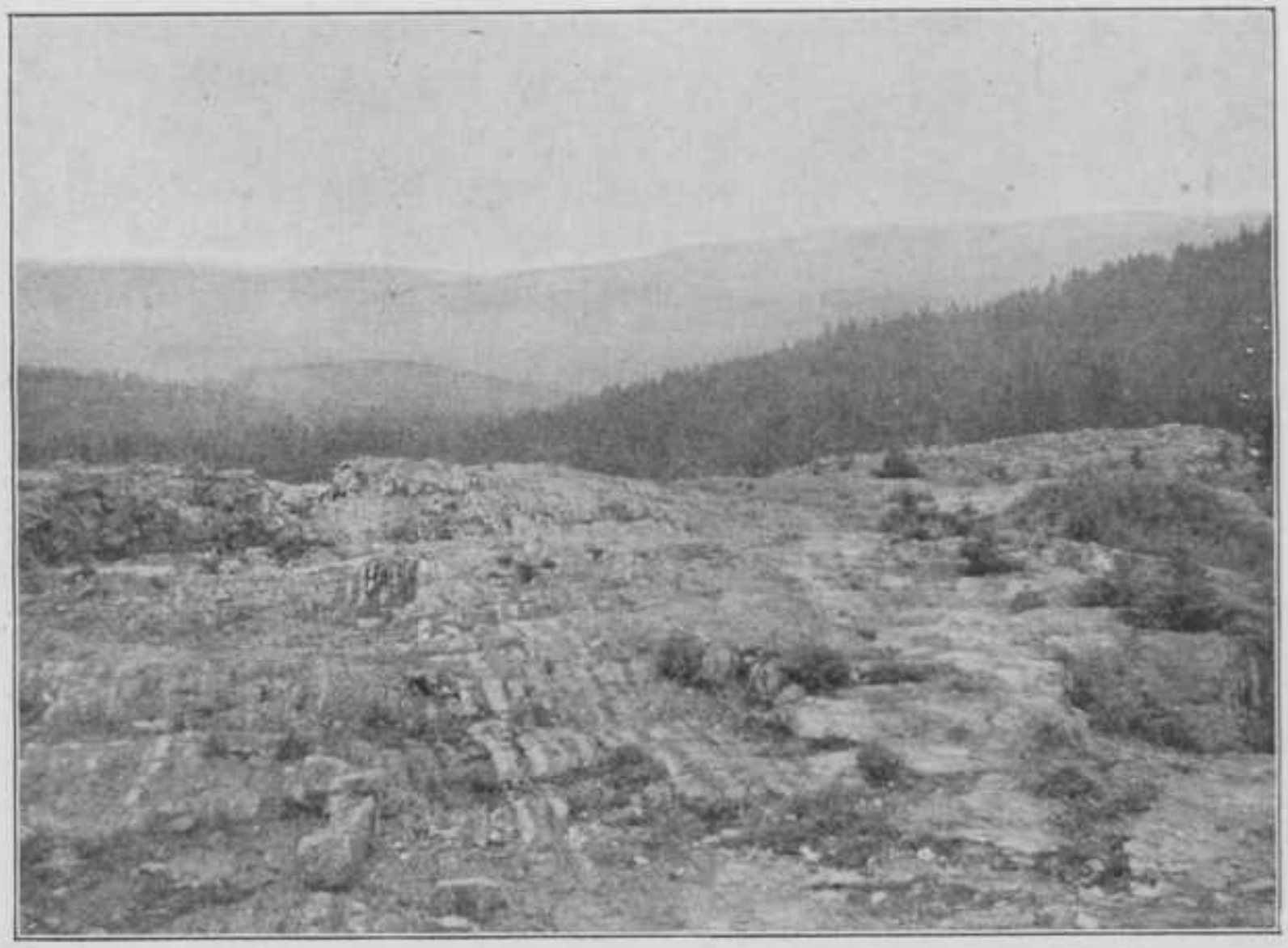


Fig. 34.
Contactkalk van Nysaeter.

Andere apophysen breken dwars door het kalksteencomplex heen als sferolietrots en kruisen oude diabaasgangen, welke tendeele geskapolitiseerd zijn.

Weer andere gangen gaan over in epidoot-albiet-gangen en zijn fluoriethoudend. (Ook in het nevengesteente worden deze gangen door fluoriet begeleid).

In één der zones is een kwartsmassa, ongeveer 50 M. lang en enkele meters dik, tusschen de steilstaande kalksilicaten geïnjecteerd. De kwartsmassa komt hier voor samen met de gewone bruine zinkblende. Naar het Oosten toe gaat de kwartsmassa over in kwarts-nordmarkiet met veel granaat-insluitsels.

De normale kwarts-noriet van het contact bevat bijna steeds muscoviet, wat een bewijs is voor pneumatolyse. Fluoriet komt

alleen in betrekkelijk geringe hoeveelheden voor (Chloorpneumatolyse).

In het voorkomen van **Nysaeter,** waar de pneumatolytische gangen de kalksteen in alle richtingen doorkruisen, zien we een zeer duidelijk verband tusschen het intrusieflichaam, de pneumatolytische gangen en de ertsen.

Fig. 35.
Het contact aan de zuidzijde (Nysaeter).

De ijzergroeven van **Grua.**

Tusschen de ontsluitingen van Mutta en de kalkgroeven ten oosten van Grua ziet men op vele plaatsen, dat de kalk in grofkorrelige massa's van andradiet is omgezet.

Bij het Grua-hôtel vonden we in een groeve nog verschillende vuistgroote andradietkristallen. Nog grootere kristallen zijn gevonden, waarvan enkele door het ijs waren afgeschuurd. Deze zijn echter niet meegenomen.

Indertijd heeft men de spoorweg met dit materiaal opgehoogd.

In de andradiet-skarnmassa liggen verschillende oude magnetietgroeven, welke sinds lang niet meer ontgonnen worden.

Dicht bij de Grua-tunnel is een groote kalksteenschol in de pulaskiet gezonken en sterk gemetamorfoseerd.

Direct ten Oosten van de Grua-tunnel begint de kwarts-nordmarkiet.

Na de lunch bezochten wij de contacten bij Mutta en Skjaerpemyr.

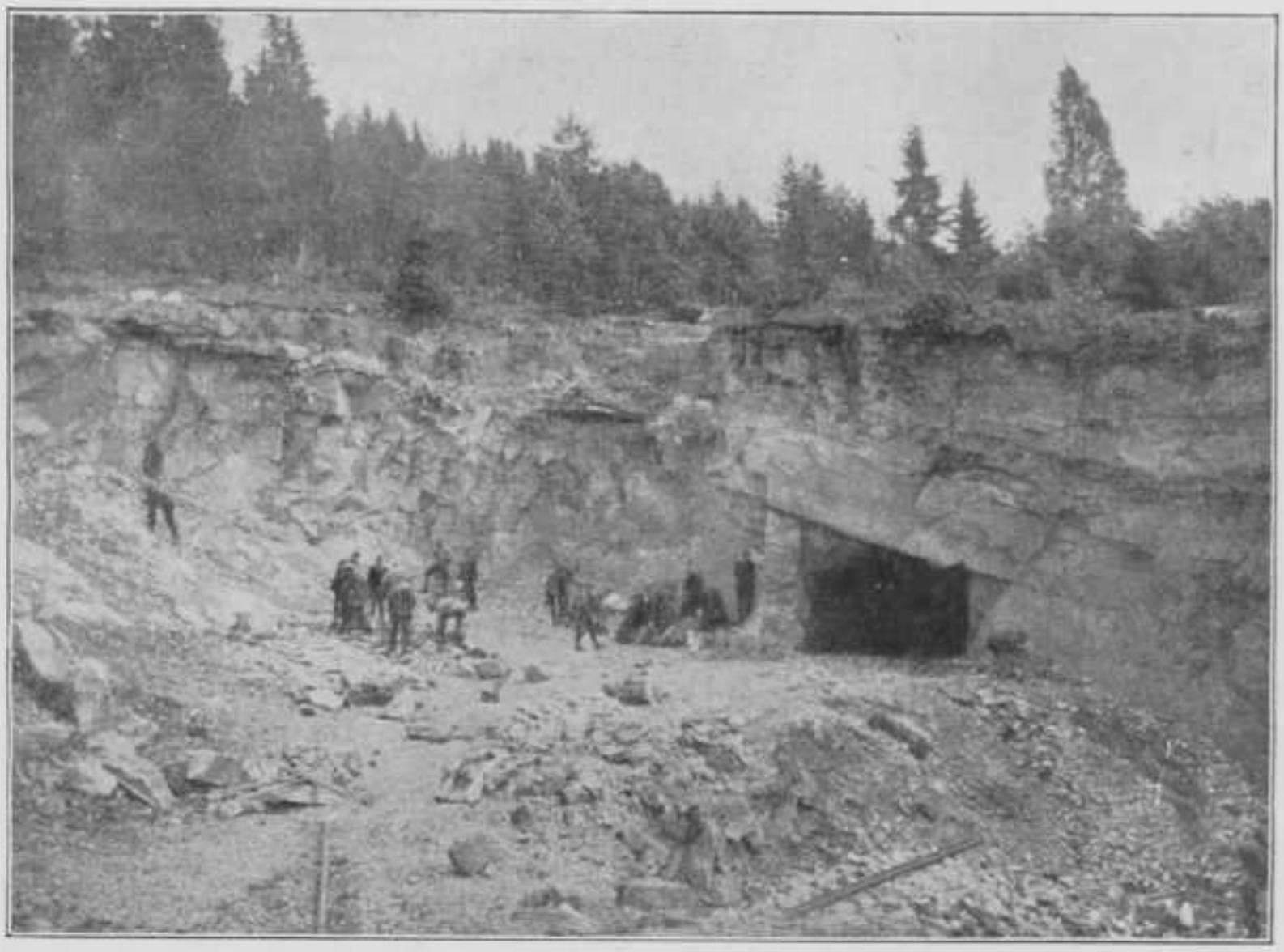


Fig. 36.
Zoeken naar andradietkristallen in de groeve achter het Grua-hotel.

Mutta.

De erts-afzettingen komen ook hier weer voor in de Gastropodenkalk. De granaatvorming treedt op den achtergrond. De erts-impregnaties worden gevonden langs een gang van nordmarkiet. Het erts wordt niet meer ontgonnen.

Aan den West-oever van een klein meertje (Muttatjern) ligt een groeve in de horizontale oppervlakte van een kleine nordmarkietkoepel.

Waarschijnlijk heeft men hier te doen met de bovenkant van het intrusieflichaam.

De grofkorrelige nordmarkiet is rijk aan kwarts. Op de grens van nordmarkiet en kalk ligt een plaatvormige massa van galeniet en donkere pyroxeen.

Skjaerpemyr.

Reeds lang geleden heeft men deze contactafzetting, welke zilverhoudende galeniet bevat, ontgonnen. Pas later heeft men de zinkblende ontgonnen.

Langs een groote gangmassa van kwartsvrije nordmarkiet zijn de kalklagen met zinkblende en galeniet geïmpregneerd.

De vervanging is selectief geweest, waardoor we het erts vinden in verschillende zones boven elkaar. De ertsmassa's verminderen sterk in rijkdom naarmate we ons van het contact verwijderen.

Steeds vinden we granaat samen met het erts; een zwavelgele granaatrots bleek uit andradiet te bestaan. Verder vinden we pyroxeen, soms gedeeltelijk geuralitiseerd.

De nordmarkietgang is een apophyse van een pulaskitische nordmarkiet, welke een paar honderd meter Zuidelijk te vinden is.

De gang is waarschijnlijk gevormd op een verschuivingsspleet, want ten Zuiden hiervan vinden we de kalksteen niet meer terug, wèl hoornrotsen.

De afzettingen van Skjaerpemyr zijn na de ertstoevoer nogmaals gemetamorphoseerd. Kwartsgangen doorbreken de ertsafzettingen en hebben zinkblende omgezet in calamien (smithsoniet). Ook is liëvriet in de kwarts gevonden.

De tweede metamorphose houdt misschien verband met de vorming van de jongere kwartsnordmarkieten bij Grua.

De eerste contactmetamorphose en metasomatose is door de pulaskiet veroorzaakt.

Donderdag 28 Juli, per auto van Oslo langs Kjenner, Gjellebaeck en Drammen naar Konnerudkollen. Van hier per auto naar Kongsberg.

Op de autotocht werd het eerst gestopt bij een pentameruskalk, waarin ook favosites gevonden werd. Dit was bij Svinesjö.

Contactmetamorfose met marmorisatie en vorming van mergelhoornrots (Grossulaar-diopsiet).

Oude bismuthmijnen van Kjenner.

Het voorkomen ligt ten Zuiden van den straatweg bij Kjenner. De bismuthien komt voor in granaatrots vlak bij de grens van de granitiet. De granaatrots bestaat uit zuivere andradietkristallen, met veranderde mergel, wat blijkt uit het Al-gehalte in de analyses.

De lagen van de granaatrots hellen 30—45° naar het noorden. Een groot aantal kleine, verticale verschuivingen in de granaatrots is karakteristiek voor dit voorkomen. De vele spleten boden een weg voor de oplossingen, die het erts brachten, en tevens voor

DE CONTACTGEBIEDEN AAN WEERSZIJDEN VAN HET LIERDAL.

(Overgenomen uit: „Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet" von V. M. Goldschmidt).

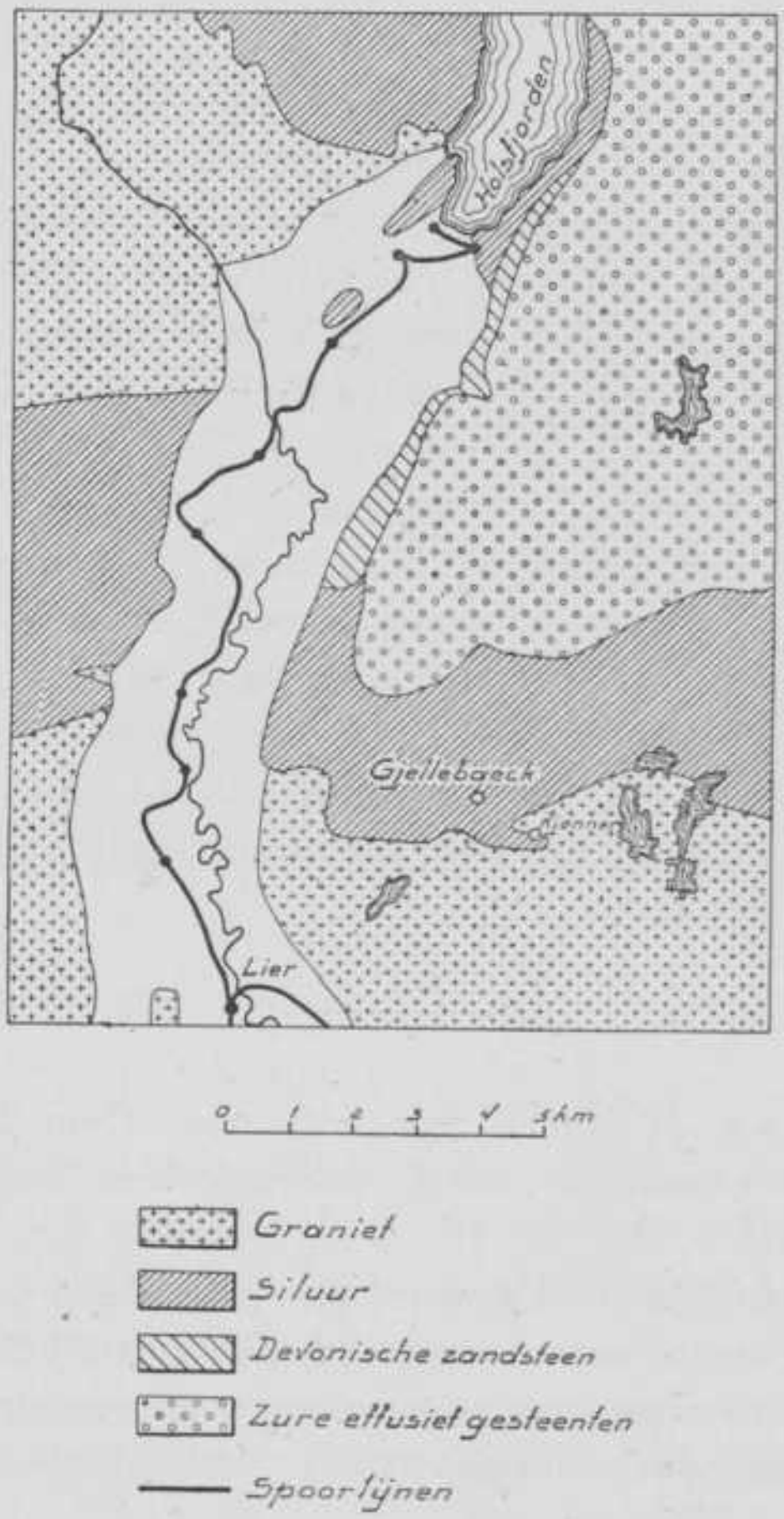


Fig. 37.

de opdringende eruptiefgangen van het granietmassief. Als ganggesteenten vinden we hier kwartsporfieren en jongere diabasen.

De grootste rijkdom der ertsen vinden wij steeds bij de spleten. De granaatrots is in hooge mate met bismuthien geïmpregneerd. Het bismuth-sulfide komt als fijne naaldjes voor en is in rosetvorm gegroepeerd. De kristalletjes zijn idiomorf ten opzichte van de granaat, zijn dus eerder gevormd, iets wat alleen waargenomen werd voor ijzerertsen. Sfaleriet en galeniet zijn steeds jonger dan de granaat.

Magnetiet is ook aangetroffen, evenals enkele sulfidische ertsen van ondergeschikt belang, waaronder chalcopyriet, sfaleriet en een Bi-houdende galeniet. Deze galeniet valt op door een octaëdrische splijting, waarschijnlijk het gevolg van een vergroeiing met bismuthien.

Op holruimten treft men kristallen van kaliveldspaat, fluoriet en geelgroene helvien.

De vorming van bismuthien heeft plaats gevonden mèt stoftoevoer. Eigenaardig is het, dat het arseen- en antimoongehalte niet toegenomen is.

Plaatselijk is de bismuthien omgezet in gedegen bismuth, de rosetvorm van de bismuthien is bewaard gebleven. Waarschijnlijk is dit gebeurd door de jongere diabaasgangen.

De toename van bismuth in bepaalde contact-afzettingen is zeer opvallend. In alle groeven van het gebied bij Gjellebaeck is het een veelvuldig voorkomend mineraal, maar in de andere afzettingen van het Kristiania-gebied speelt het vrijwel geen rol.

Het erts werd ter plaatse verwasschen en geconcentreerd op 42.4% Bi. De productie metallisch bismuth was 6 ton.

De omgeving van Gjellebaeck.

Hier vinden we een betrekkelijk dun dek van sedimenten boven een laccolitische granitiet-intrusie, welke waarschijnlijk samenhangt met de granitiet van Röken in het Zuiden en met de granitiet van Drammen in het Westen.

De sedimenten zijn waarschijnlijk boven-silurisch, waarin veel kalkrijke lagen voorkomen. De ouderdom is moeilijk vast te stellen door de sterke contactmetamorfose.

De zuivere kalksteenen zijn omgezet in grofkristallijne marmer, welke zeer zuiver is.

Een analyse geeft het volgende:

CO_2	43,47
CaO	55,48
MgO	0,54
FeO	0,01
	99,50

De kalkrijke mergellagen zijn ten deele omgezet in grossulaarrots, anderdeels in kalk-ijzersilicaathornrots (Grossulaar-diopsiethoornrots).

De sedimenten hellen zwak naar het Noorden.

De grens van het contact is in het Lierdal gemakkelijk te vervolgen.

Op verschillende plaatsen vinden we kleine erts-afzettingen (magnetiet, chalcopyriet, bismuthien, galeniet, sfaleriet).

Op de grens tusschen marmer en granitiet zijn plaatvormige andradietmassa's gevormd, welke magnetiet en sulfidische ertsen bevatten.

Concentraties van het erts vinden we bij voorkeur op die plaatsen in de sedimenten, waar deze doorschoten zijn met kleine verticale verschuivingen.

De pneumatolytische contactmetamorfose is echter **niet beperkt** tot de contactzone, maar is ook langs verschuivingsspleten te vinden, welke tot vèr in het nevengesteente zijn te vervolgen.

Zeer fraai is dit te zien in de marmergroeven aan weerszijden van den straatweg bij Gjellebaeck.

Gewoonlijk is de silurische kalksteen hier tot een zuivere marmer omgezet met sporen van silicaatkorrels.

Op enkele plaatsen echter vindt men verticale spleten, welke in verbinding staan met de onderliggende granitiet. De spleet is dan gevuld met een samenhangende plaat van donkergroene andradiet. De gangvormige andradietmassa zendt nog enkele korte apophysen in het nevengesteente.

Aan beide zijden van de gang vinden we in de marmer kleine granaatkristallen, kleine aggregaten van Mn-houdende wollastoniet, kwartskorrels, en diopsiet. Langs de spleet vond dus toevoer van ijzer-, mangaan- en kiezelzuur plaats. De andraditiseering, uitgaande van kleine spleten, wijst op pneumatolyse.

Op vele plaatsen wordt de marmer door epidoot-aders doorsneden.

Een ander profiel toont ons veranderde mergellagen. Ze zijn

HET CONTACTGEBIED TEN ZUIDEN VAN DRAMMEN.

(Overgenomen uit: „Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet", von V. M. Goldschmidt).

Plaat I. 1.

omgezet in grossulaar-diopsiet-hoornrotsen of grossulaar-rotsen. De kleur is lichtgeel.

De contactzônes in de omgeving van Drammen.

Ten Zuiden van het dal van de Dramselven is de sedimentaire bedekking van een granitiet-laccoliet op verscheidene plaatsen goed ontsloten. Een zeer sterke contactmetamorphose heeft plaats gevonden in de silurische- en devonische sedimenten, welke horizontaal rusten op de laccoliet. Een profiel van Noord naar Zuid toont ons zeer duidelijk de bouw.

Men ziet hier boven-Siluur, bedekt door devonische zandsteen, zwak trogvormig op de granitiet-laccoliet.

In de sedimenten zijn duidelijk drie groepen te onderscheiden.

Van onderaf vinden we:

a. Kalksilicaathoornrotsen van het boven-Siluur (Wenlock). Kleur, groen of violet, naast biotiet ook diopsiet en plagioklaas. De bovenste lagen rijker aan grossulaar.

b. Contactmetamorfe kalksteenen van het boven-Siluur (Ludlow). In het Konnerudgebied als grofkorrelige marmer. Een fossielrijke horizont is gevonden (koralen etc.).

c. Zandsteenhoornrots (Devoon).

Deze hoornrots is een groenachtige, contactmetamorphe zandsteen en is alleen microscopisch te onderscheiden van mergelhoornrots.

De veranderde devoon-zandsteen behoort tot de buitenste contactzône en bevat dus amfibool inplaats van pyroxeen.

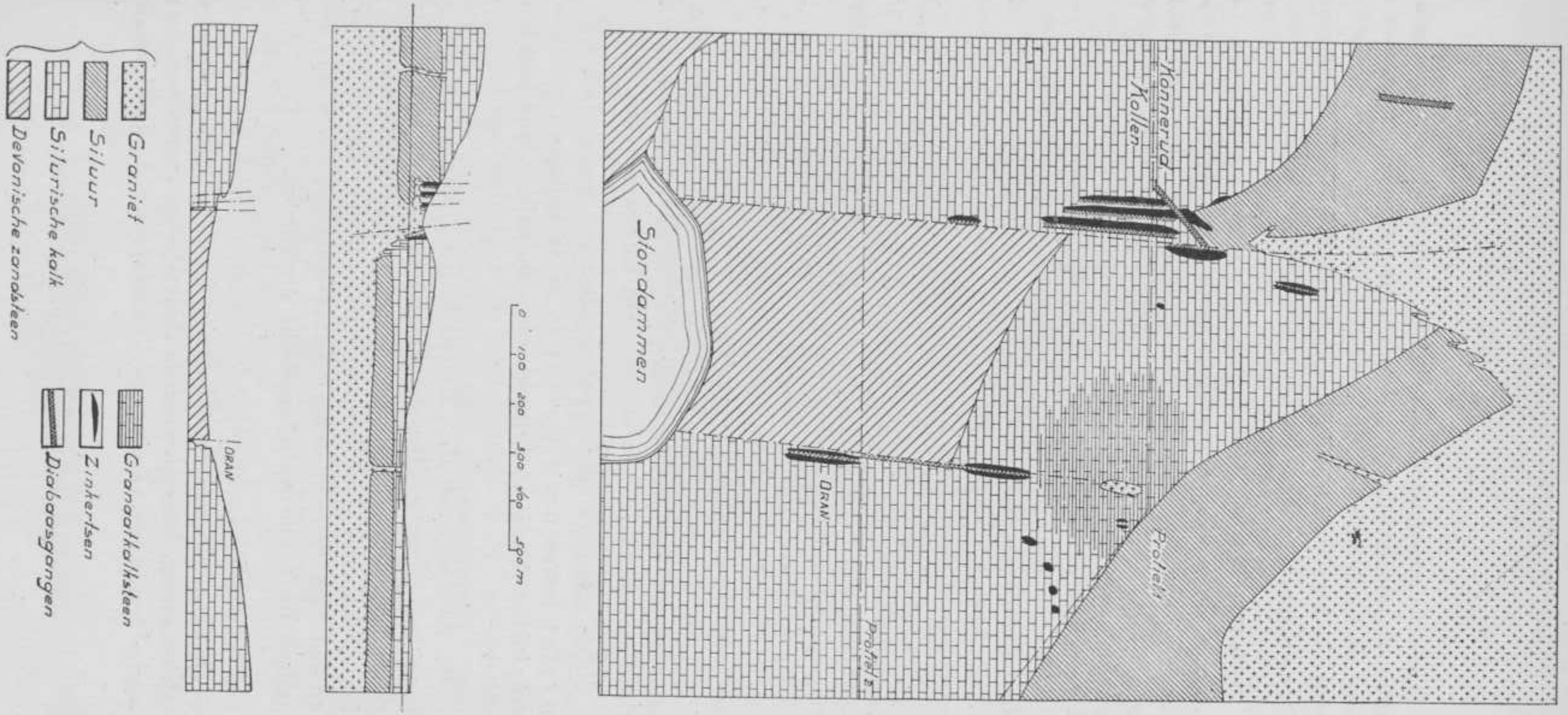
De ontsluitingen van Konnerudkollen en van de Oran-mijn.

Bij Konnerudkollen vinden we direct op de granitiet de Wenlocklagen met koralen. Deze sedimenten zijn veranderd tot plagioklaas-diopsiet-hoornrots.

Daarop volgen de dikke Ludlow-kalksteenbanken, waarin zeer vele contactmetasomatische erts-afzettingen gevonden worden. De kalksteen in de omgeving van deze ertsvoorkomens is veelal in een andradietrots verandert (een Mn-houdende andradiet: „Allochroiet"). Op de kalk volgt devonische zandsteen, waarvan de onderste lagen mergelig zijn. In een slenk tusschen Konnerudkollen en Oran-mijn vinden we deze lagen terug (Amfibool-hoornrots).

SCHETS VAN DE CONTACTAFZETTINGEN BIJ KONNERUDKOLLEN.

(Overgenomen uit: „Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet", von V. M. Goldschmidt).



Plaat I. 2.

In de sedimentbedekking zijn vele verticale verschuivingen. De contact-afzettingen in dit gebied hangen ten nauwste samen met deze verschuivingsvlakken. Langs de Westelijke spleet vinden we de groeven van Konnerud, langs de Oostelijke, die van de Oranmijn en enkele ten Noorden daarvan.

Konnerudkollen.

Langs de verschuivingsspleten zendt de granitiet kwartsporfier- en diabaasgangen uit, welke het erts brachten. Op grootere diepte bestaat de kern van de gangen uit grofkorrelige granitiet met een buitenkant van diabaas. Hoogerop is de kern kwartsporfier met aan beide zijden diabaas.

Ook aan de oppervlakte vinden we in de diabaas nog vele slieren van kwartsporfier.

Ten Noorden van de mijn zien we kwartsporfiergangen met een zoom van diabaas, als apophysen van de granitiet.

Aan weerszijden van de zône van paralelle verschuivingen van Konnerudkollen vinden we de Ludlowkalken. Dit is echter bij de Oranmijn niet het geval. De kalksteenen tusschen twee verschuivingsspleten zijn het sterkst met ertsen geïmpregneerd.

Wij vinden hier twee vormen van erts-impregnatie's:

1°. De vrijwel **verticale ertszônes,** die in de onmiddellijke nabijheid van de verschuivingen gevormd zijn;

2°. en de **vlak liggende ertszônes,** welke gevormd zijn, uitgaande van een verschuivingsspleet, door een vergaande selectieve metasomatose van een bepaald kalksteenniveau.

In de ertszônes vinden we: sfaleriet, galeniet, chalcopyriet samen met fluoriet en in de kalksteen ook kwarts en albiet. De andraditiseering van de kalksteen is zeer karakteristiek.

Bij de zoogenaamde „Kontaktstollen" vinden we een dikke gang van kwartsporfier-sferolietgesteente, met aan de randen fluidaalstructuur. Apophysen in het nevengesteente wijzen op het intrusiefkarakter. Het kwartsgehalte is hooger dan in de normale graniet. Deze verschijnselen vindt men terug bij vele zure eruptiefgangen uit contactmetasomatische afzettingen.

Oran-mijn.

De Oostelijke verschuivingsspleet is bij de Oran-mijn zeer duidelijk ontsloten. Hier grenzen de onderste horizonten van de devonische zandsteen (amfibool-hoornrots) aan de Ludlowkalk. De

sleuring langs de verschuiving is zichtbaar aan de naar boven gebogen lagen van de zandsteen. In de spleet zijn diabaas- en roode kwartsporfier-gangen omhoog geperst. De afbouw volgt de verschuiving. Het verschuivingsvlak is op sommige plaatsen gepolijst en vertoont verschuivingskrassen en groeven.

Fig. 38.
Oran mijn (rechts verschuivingsvlak).

Het erts werd ten deele in de calciet-kwarts-gangmassa gevonden, voor een ander deel als impregnatie's in de Ludlowkalk.

Fluoriet treedt niet zoo op den voorgrond, als bij de afzettingen van Konnerudkollen.

Het erts is in hoofdzaak chalcopyriet en sfaleriet. De oplossingen hebben de Ludlowkalken alleen metasomatisch vervangen. De zandsteen bevat geen spoor van sulfiden. De gewone contactsilicaten worden hier in veel geringere hoeveelheid aangetroffen dan bij Konnerudkollen.

Volgen we de verschuiving naar het Noorden, dan vinden we enkele ontsluitingen in kwartsporfier. Hier komt bijna uitsluitend een lichtgroene zinkblende voor in marmer of andradietrots, ontstaan door contactmetasomatose uit de Ludlowkalk.

Het bedrag der verschuiving wordt naar het Noorden toe steeds geringer. We vinden dan geïsoleerde voorkomens van ganggesteente, met dezelfde zinkblende in marmer of andradiet.

De ouderdom der breukvorming kan alleen bepaald worden ten opzichte van de granitiet. De slenkvorming had plaats vóór dat de granitiet geheel vast was geworden, hetgeen blijkt uit het voorkomen van eruptiefgangen in de verschuivingsspleten en het ontbreken van verschuivingen in de granitiet. We vinden echter in de korst eenige kwartsgangen met een Noord-Zuid-strekking, waaruit blijkt dat het buitenste deel al gekristalliseerd was.

De pneumatolytische ertstoevoer had plaats vóórdat de vastwording van de granitiet begon, want de buitenkorst van de granitiet vertoont geen pneumatolytische grensfacies.

Voor een deel vallen dus de breukvorming en de granitietintrusie samen.

De magmatische gassen ontweken langs de verschuivingsspleten. In kalklagen had een verrijking van sommige bestanddeelen plaats door metasomatose.

De eruptiefgangen werden in deze zelfde spleten gevormd.

Hier bij Konnerudkollen vinden we tusschen het ertsbrengende dieptegesteente en de kalksteen een complex van leigesteenten (Wenlock).

We vinden derhalve de erts-impregnaties vlak bij de spleten, welke de verbinding vormen tusschen kalk en granitiet.

Bij de afzettingen van Nysaeter (bij Grua) grenst de kalk direct aan het ertshoudende dieptegesteente, doch ook hier gaat de ertsvorming bij voorkeur uit van spleten in de kalksteen.

Een overgang tusschen deze beide vormen vinden we bij Skjaerpemyr.

De voornaamste ertsen in Konnerudkollen zijn: Sfaleriet, zilverhoudende galeniet en chalcopyriet.

In geringer hoeveelheden vinden we nog haematiet, borniet, bismuthien en molybdeniet.

In den ijzerenhoed werden de volgende mineralen gevonden: calamien, ijzeroker (haematiet), cerussiet, malachiet, lazuriet en aurichalciet.

De groeve van Dalen.

Deze groeve ten Zuiden van Konnerudkollen is door ons niet bezocht. De lood-, zinkerts-afzetting ligt ongeveer 1 K.M. ten Zuiden van Stordammen. Een dikke kwartsporfiergang heeft hier

de devonische zandsteen doorbroken, welke veranderd is in een amfiboolrijke zandsteen-hoornrots.

Het erts wordt gevonden in albietrijke slieren van de kwartsporfiergang.

In de kwartsporfier vinden we steeds samen met de ertsen brokken van granaat, doch deze kan niet uit de devonische zandsteen gevormd zijn. De eenige mogelijkheid is, dat deze brokstukken oorspronkelijk gevormd zijn met het erts in de onderliggende Ludlowkalk en later meegesleurd zijn door de kwartsporfier.

Galeniet en sfaleriet zijn de belangrijkste mineralen, daarnaast vindt men nog wat pyriet en molybdeniet, samen met fluoriet.

De contactgesteenten.

Gedurende de metamorphose zijn de sedimenten niet gesmolten geweest. De primaire gelaagdheid en enkele zeer goed bewaarde resten van fossielen in verschillende contacthoven zijn hiervoor een overtuigend bewijs.

De rekristallisatie bij de contactmetamorphose is dus geheel zonder smelting verloopen. Gassen uit het magma, waaronder in de eerste plaats waterdamp, kunnen echter een belangrijke rol gespeeld hebben bij de vorming van de contactmineralen. Toch moet men de werking van die gassen uit het magma niet overschatten. Het watergehalte van de sedimenten kan ook primair zijn.

Toevoer van waterdamp en andere gassen zal zeer zeker de kristallisatie van contactmineralen en de vorming van buitengewoon grofkorrelige gesteenten bevorderen.

Het tijdstip van contactmetamorphose.

Zonder uitzondering zijn de karakteristieke mineralen van de hoornrotsen steeds gevormd, voordat het dieptegesteente geheel vastgeworden was, veelal zelfs vóór het begin van vastwording.

Men vond scherphoekige stukken hoornrots in het stollingsgesteente en vaak zelfs kleine kristalletjes uit de hoornrots.

De pneumatolytische contactmetamorphose, met toevoer van ertsen in de kalksteen, is steeds jonger dan de normale contactmetamorphose, welke **zonder** [1]) stoftoevoer verloopt.

De pneumatolytische stoftoevoer begint pas, wanneer de nor-

---

[1]) Velen ontkennen dit en meenen, dat er toch steeds kiezelzuur (en alkalien) toegevoerd worden (Niggli).

male contactmetamorphose beëindigd is en hangt samen met de kristallisatie van het magma.

Bij de voortschrijdende kristallisatie worden de gassen geconcentreerd in het nog vloeibare deel van het magma, tot de spanning zóó groot wordt, dat de gassen in het nevengesteente ontwijken moeten.

De temperatuur gedurende de contactmetamorphose.

Binnenste contactzône.

De normale contactmetamorphose heeft in vele gevallen al plaats gehad, vóór dat de kristallisatie van het dieptegesteente begon.

De temperatuur op het contact is identiek aan het eutectisch punt van alle mineralen, waaruit het dieptegesteente is opgebouwd.

Bij temperaturen hooger dan 1180° is pseudo wollastoniet stabiel. Daar beneden wordt wollastoniet gevormd. Men heeft nog nooit pseudowollastoniet in contactzônes gevonden. De temperatuur is dus beneden 1180°. De temperatuur van het contact ligt ongeveer tusschen 1000° en 1200°. We vinden hier pyroxeen-contactgesteenten en geen amfiboolgesteenten.

Buitenste contactzône.

Verwijderen we ons in het contacthof van de grens van het dieptegesteente, dan wordt de contactwerking steeds geringer, om eindelijk geheel op te houden.

In de buitenste contactzône vinden we amfibool, inplaats van pyroxeen. De omzetting heeft plaats bij 450° en 200 atmosferen druk.

Het is niet onwaarschijnlijk, dat deze overgangstemperatuur bij hooge druk ook stijgt tot ± 1000°.

We kunnen dan amfibool vinden in de binnenste contactzône.

De grens tusschen binnenste en buitenste contactzône ligt bij 550°.

Metasomatische pneumatolyse.

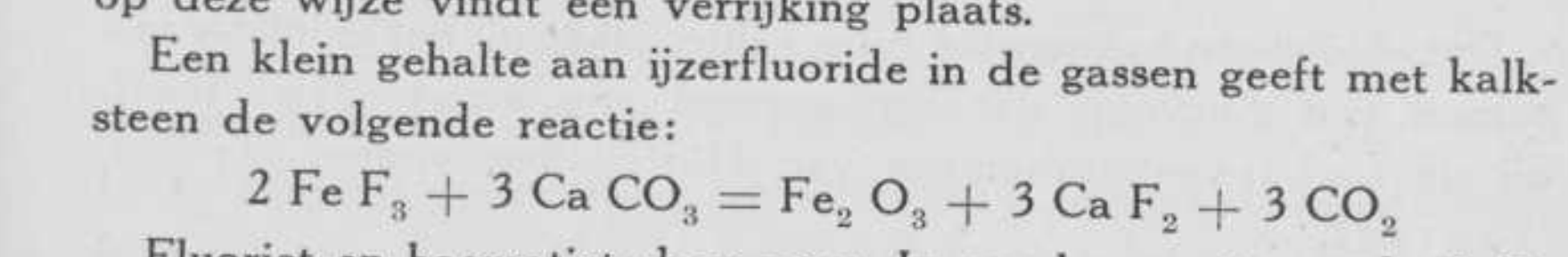
Topaasgesteenten en toermalijnhoornrotsen worden gevormd door pneumatolyse van leisteenen. Alleen de laatste worden in geringe hoeveelheden aangetroffen in het contactgebied van Oslo.

De kalksteen is op zeer veel plaatsen in hooge mate gemetamorphoseerd door pneumatolyse, in tegenstelling met de leien en

zandsteenen, welke alleen de normale contactmetamorphose vertoonen.

We hebben hier te doen met een metasomatische pneumatolyse van de kalksteen door gasvormige stoffen uit het magma. Deze ontwijkende gassen worden door het carbonaatgesteente a.h.w. geabsorbeerd. Bepaalde stoffen worden dan chemisch gebonden en op deze wijze vindt een verrijking plaats.

Een klein gehalte aan ijzerfluoride in de gassen geeft met kalksteen de volgende reactie:



$$2\,FeF_3 + 3\,CaCO_3 = Fe_2O_3 + 3\,CaF_2 + 3\,CO_2$$

Fluoriet en haematiet slaan neer. In een hoornrots wordt FeF_3 niet vastgehouden.

Skarngesteenten.

De meest voorkomende vorming is die van kalk-ijzersilicaten uit kalksteen. Dergelijke silicaatgesteenten zijn sinds lang bekend.

Alle skarngesteenten zijn door pneumatolytische contactmetamorphose ontstaan. (Prof. Goldschmidt staat zeer sceptisch tegenover de opvatting, dat granaat- en pyroxeenskarn magmatische differentiatie-producten zouden zijn).

Dat andradiet- en hedenbergietgesteenten in het contactgebied van Oslo ten koste van kalksteen gevormd zijn blijkt duidelijk uit het geologisch voorkomen.

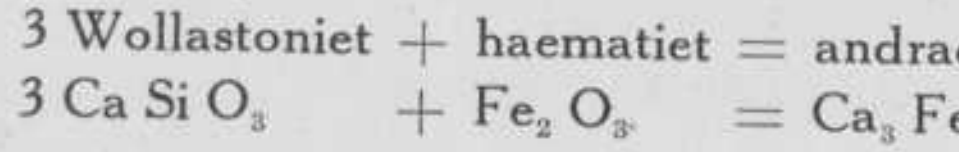
a. Afwisseling van andradiet- en hedenbergietrotsen met dunne lagen van mergelhoornrots.

b. Beginstadia van veranderingen tot andradiet- of hedenbergietgesteenten.

c. Plaatvormige andradietlichamen in breuken van de kalksteen, zonder scherpe begrenzing tusschen beide.

De skarnvorming uit kalksteen geschiedt door toevoer van kiezelzuur en ijzer uit het magma, waarschijnlijk als halogeenverbinding.

Is bij de stoftoevoer de verhouding $\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$ grooter dan 3, dan ontstaat een andradiet-wollastoniet-gesteente, is die verhouding kleiner dan 3, dan wordt een andradiet-haematiet-gesteente gevormd. Een rest van carbonaat kan in beide gevallen voorkomen.



3 Wollastoniet + haematiet = andradiet.

$$3\,CaSiO_3 + Fe_2O_3 = Ca_3Fe_2Si_3O_{12}.$$

In het contactgebied van Oslo komt de andradiet het meeste voor. Naast hedenbergiet vinden we ook vaak epidoot.

Behalve ijzer en kiezelzuur wordt ook nog wat mangaan meegevoerd, hetgeen vastgelegd wordt in de skarnsilicaten. (Mangaanwollastoniet van Gjellebäck en liëvriet van Grua).

$$Mn\ Cl_2 + Ca\ CO_3 = Mn\ O + Ca\ Cl_2 + CO_2.$$

Dat chloor een belangrijke rol speelde, blijkt uit het axiniet-voorkomen van Aarvold, dat een aureool van skapoliet heeft. Bij de helvien-voorkomens van Hörtekollen vinden we veel fluoriet.

Evenals de Skarngesteenten worden de erts-afzettingen gevormd door een selectieve, pneumatolyitsche metasomatose. De kalksteenen zijn bij voorkeur aangetast. Er is een nauw verband tusschen skarn en erts. Langs dezelfde spleten naast elkaar gevormd.

Haematiet, bismuthien en molybdeniet zijn ouder dan de silicaten; magnetiet en sulfidische ijzerertsen voor een deel ouder, voor een ander deel jonger dan de skarnsilicaten.

Sfaleriet, galeniet en chalcopyriet zijn alle jonger dan de silicaten.

(Aan de hand van: „Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet", von V. M. Goldschmidt).

L. L. J. VAN LOENEN.

VERSLAG DER ZWEEDSCHE EXCURSIE (WASSCHERIJEN).

Åmmeberg.

De beide mijnen Sincay en Vilain XIV leveren tezamen dagelijks ± 260—270 ton zinkerts. We bezochten de mijn Vilain XIV en werden na de bezichtiging van de ondergrondsche werken in de gelegenheid gesteld ook den gang van het erts bovengrondsch na te gaan.

De mijn levert 2 soorten erts, n.l.: rijk erts en arm erts.

Rijk erts wordt gestort op een staafzeef met 10 cm. openingen. Wat op de zeef achterblijft, wordt met de hand uitgelezen, waarbij een prestatie wordt bereikt van 7 ton per man per dienst en voor de rest klein geslagen met zware hamers totdat het door de zeef valt. Hetgeen door de staafzeef gevallen is, wordt door een

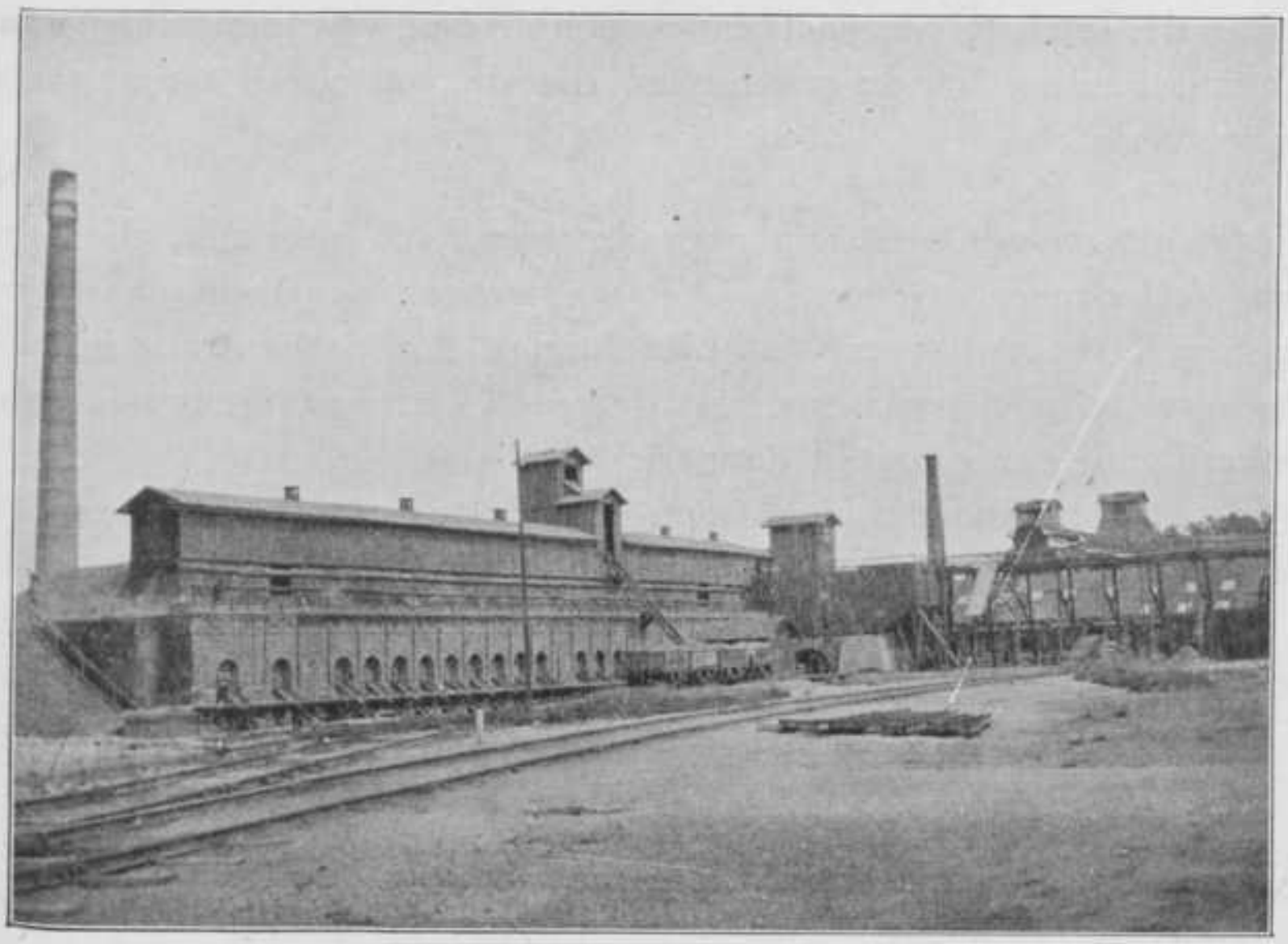


Fig. 39.
Åmmeberg. — Ertsbranderij.

trommelzeef met 20 m.M. openingen behandeld. Het erts van 20—100 m.M. komt nu op een leestafel met 3 verdiepingen en er wordt $2^1/_2$ ton per man per dienst uitgelezen.

Arm erts wordt op een dergelijke wijze afzonderlijk behandeld.

Jaarlijks wordt er in 't geheel ongeveer 9000 ton 38% Zinkerts uitgelezen en daar verscheept naar België. Het uitgelezen steriel gaat naar de mijn terug.

De rest van het rijk-erts wordt alvorens naar de wasscherij te gaan gebrand onder toevoeging van $^1/_2$% kool, terwijl ook wel iets sulfide verbrandt. Dit branden heeft de volgende voordeelen:

1°. het erts is gemakkelijker te breken;

2°. men krijgt in de wasscherij een betere scheiding, want bij het branden treedt zooals gezegd, een geringe roosting op en wel het minst bij sfaleriet; de door de roosting aangetaste sulfides worden poreus, wat een betere scheiding door verschil in s.g. tengevolge heeft;

3°. het slik slaat in de bassins beter neer.

De volgende nadeelen staan hiertegenover:

1°. de dure installatie;

2°. de later te verwachten moeilijkheden bij toepassing van schuimscheiding op de producten, die de wasscherij nu nog als steriel verlaten.

Het erts wordt per trein naar de wasscherij gebracht, die aan het Wetter-meer gelegen is. Ook wij werden per trein daarheen vervoerd, maar alvorens tot bezichtiging der concentratie-inrichting over te gaan werd ons, met de reeds van 's morgens bekende gastvrijheid, een maaltijd aangericht.

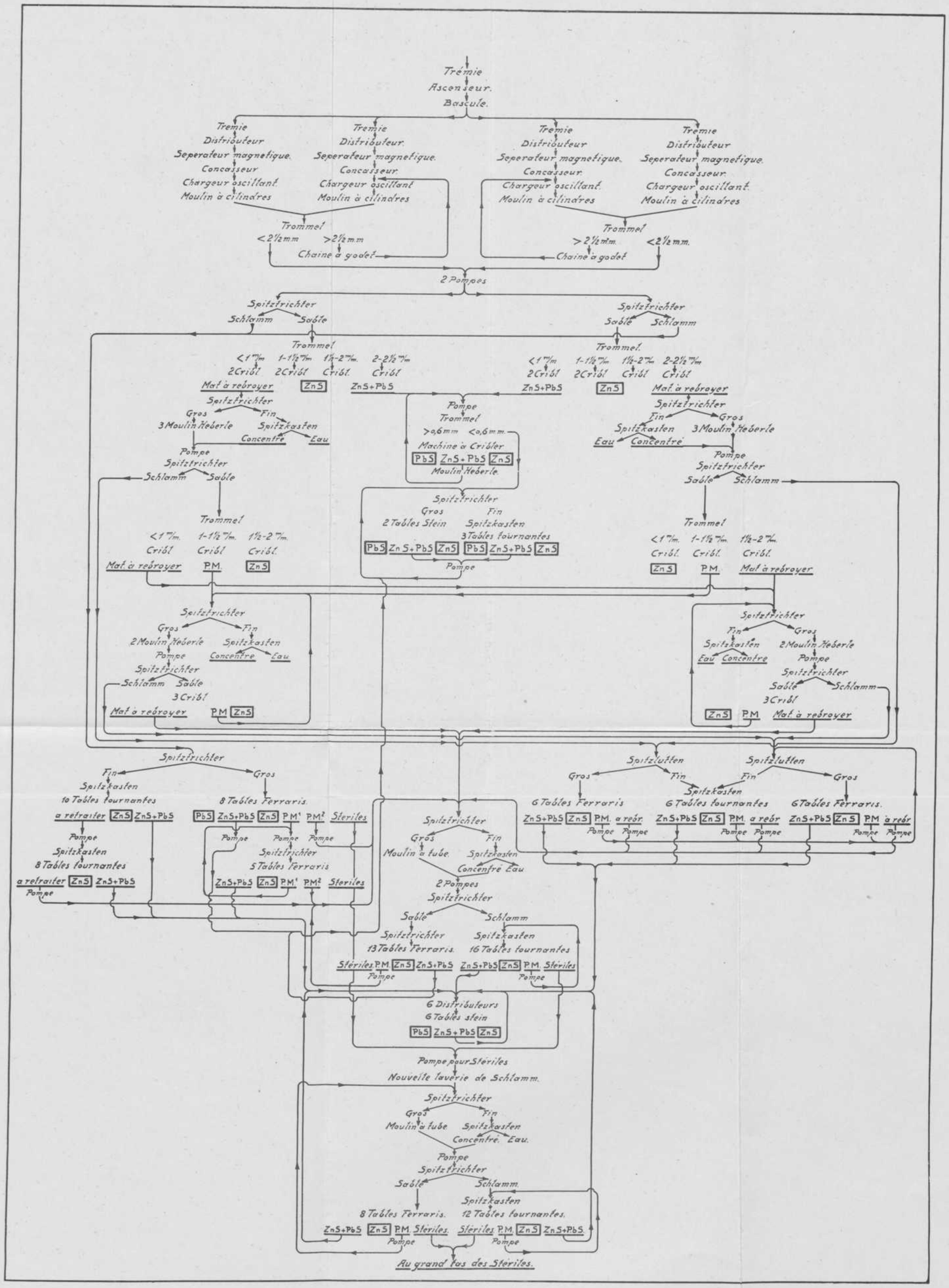
Ir. Stollennurk hield toen een korte voordracht over het bedrijf als geheel en de wasscherij in 't bijzonder.

Daarna werd er een bezoek aan de wasscherij gebracht, die een buitengewoon zindelijken indruk maakte.

Naar de wasscherij gaat jaarlijks ongeveer 45.000 ton erts met 19—20% Zn en 2% Pb en zij levert de volgende producten:

± 22.000 ton	zink-concentraat	met	38% Zn,
2—3.000 ton	,,	,,	26% Zn,
900 ton	lood-concentraat	,,	72—73% Pb en 1 K.G. Ag per ton.

SCHEMA VAN DE CONCENTRATIE-INRICHTING TE ÅMMEBERG.



Het steriel bevat 4,5—5% zink, welk verlies door later in te voeren schuimscheiding wel te verminderen is.

Voorts krijgt een kleine wasscherij arm-erts te verwerken met 14—15% zink, waarbij een verlies aan slib optreedt van 9—10%.

Men heeft hier nog waterconcentratie, maar plannen om schuimscheiding te gaan toepassen worden overwogen.

Het schema der wasscherij is duidelijk genoeg, dus volgen hier nog slechts eenige aanvullingen.

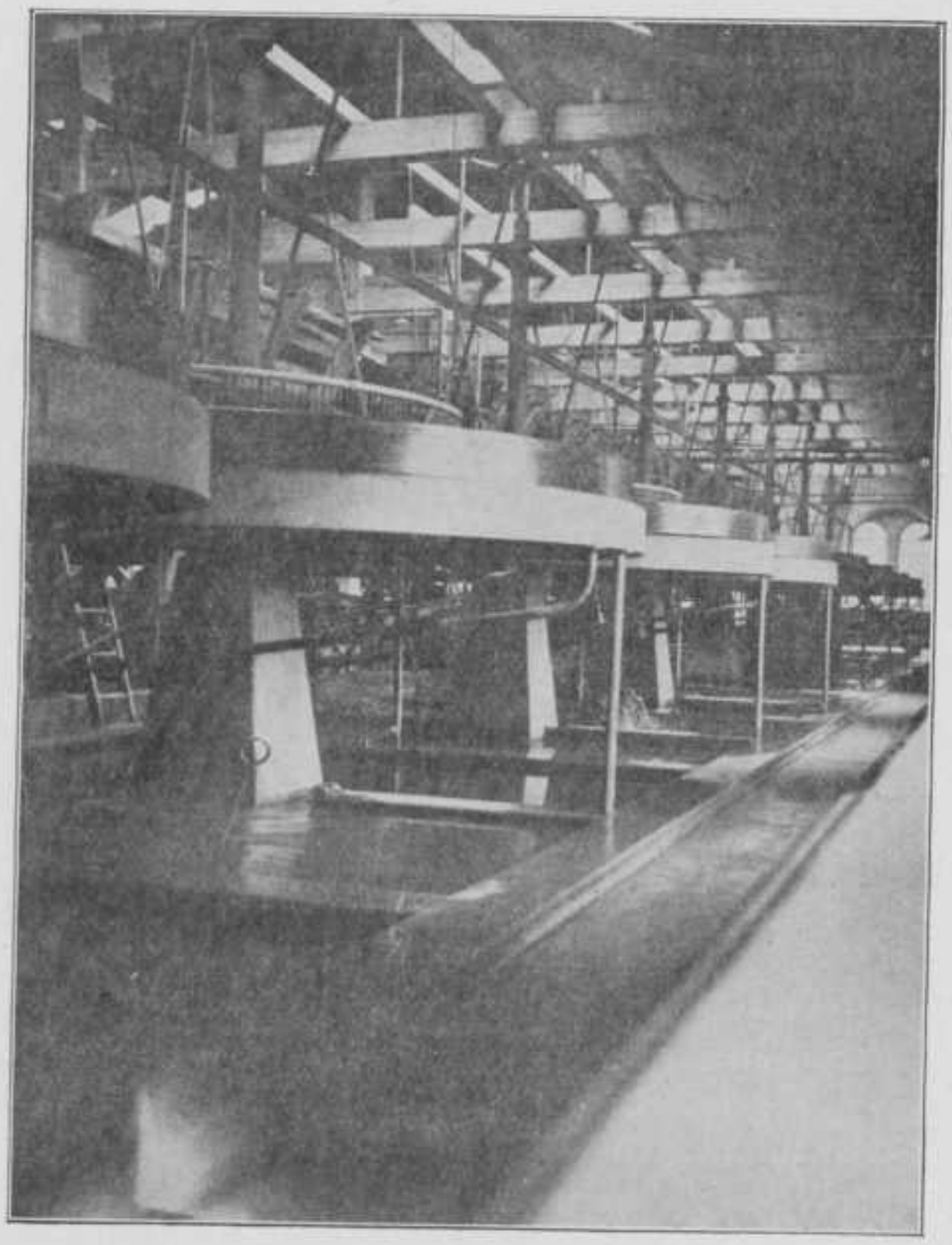


Fig. 40.
Åmmeberg. — Rondtafels.

Om te beginnen was maar één van de vier in het schema aangegeven parallelgangen in bedrijf. Voordat het erts in de brekers komt, worden eventueele ijzerdeelen, die in de mijn of elders in

het erts gekomen zijn, met een magneet verwijdert. De kaakbrekers verkleinen het toegevoerde erts van kleiner dan 10 cm. tot beneden $2^1/_2$ cm, en twee opeenvolgende walsen brengen het achtereenvolgens tot beneden 10 mM. en ten slotte tot kleiner dan 2,5 m.M.

Door plungerpompen wordt het gebroken materiaal omhoog gebracht.

Als merkwaardigheid zij nog vermeld, dat voor de hermaling o.a. Heberle-molens worden gebruikt, die bijna nergens meer toegepast worden. Verder zij naar het schema verwezen. (P.M. beteekent „produits mixtes").

In de wasscherij werken 12 arbeiders in drie diensten.

De gewonnen producten moeten gedroogd worden en ook worden de zinkconcentraten geroost, om de transportkosten te verminderen. We krijgen hierdoor een gewichtsverlies van 16—17%, terwijl er nog ± 1,6% S inblijft.

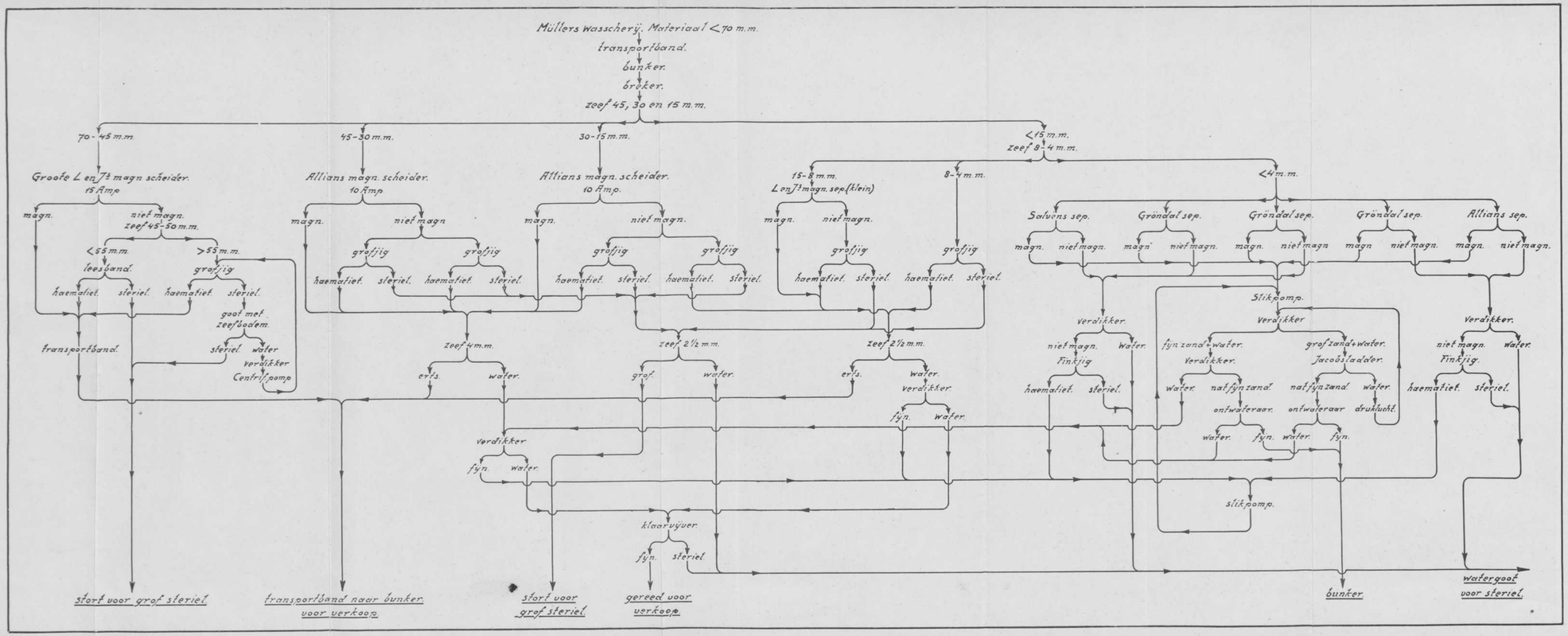
Het roosten geschiedt in handroost-ovens met vier verdiepingen die een groote oppervlakte beslaan. De voortbeweging van het erts geschiedt half mechanisch, wat wel een minder goede roosting tengevolge heeft. Per man per dienst wordt zoo 1200 K.G. concentraat verwerkt. De SO_2-rijke gassen worden door een 75 M. hooge schoorsteen afgevoerd, waardoor geen nadeelige gevolgen voor de omgeving optreden.

Vanuit de oven wordt het afgerooste erts door middel van een met de hand voortbewogen luchtbaantje naar een groote opslagruimte gebracht, waar een „Sauermann scraper" het materiaal op een stalen transportband stort, die het vervoer van het roostproduct via een automatisch weegtoestel naar de verlaadinrichting verzorgt. Het roostproduct wordt naar België verscheept. De „scraper" heeft een capaciteit van 25—30 ton bij een af te leggen weg van 70 M.; bij een weglengte van 25 M. steigt de capaciteit tot ± 40 ton.

Nu was het moment aangebroken, dat we van onze gastheeren afscheid namen, wien we grooten dank verschuldigd zijn voor hun vriendelijk onthaal en de bereidwilligheid, waarmede verschillende inlichtingen werden verstrekt. In 't bijzonder mag ik hier nog in herinnering brengen den grooten steun, die bij de voorbereiding der excursie, van Ir. Müller werd ondervonden.

Tenslotte vormde de tocht op een boot der Maatschappij naar Askersund een waardig slot aan dezen aan ervaring zoo rijken dag.

SCHEMA VAN DE CONCENTRATIE-INRICHTING TE GRÄNGESBERG.



Grängesberg.

Grängesberg is de grootste ijzermijn van Centraal Zweden. Het Exportveld, dat op 't oogenblik alleen in exploitatie is, levert ongeveer 6000 ton erts per dag, terwijl de geschatte productie voor 1927 1,2 millioen ton bedraagt.

Het is voornamelijk apatiet-erts met een oorspronkelijk gehalte van ± 60% Fe en 1—2% P. Een apatietrijk gedeelte met 8—9% P wordt apart gewonnen; eveneens ondergaat een 3—5 M. dik haematiet-erts met 0,1—0,2% P een afzonderlijke behandeling.

Men heeft hier twee concentratie-inrichtingen, waarvan we er één bezochten. Door de Müller-schacht wordt in twee diensten ± 4000 ton erts met ongeveer 42% Fe in stukken met een maximale grootte van 20 cm. aan de oppervlakte gebracht. Het wordt onmiddellijk op een leesband gebracht, waar er 39% steriel wordt uitgelezen, terwijl dezelfde leesband over een magneetscheider gaat, die de magnetiet verwijdert. Deze laatste wordt echter alleen voor bezoekers gedemonstreerd. Het erts wordt nu gebroken tot beneden 7 cm. en door zeven in zes klassen verdeeld. De verdere gang van zaken is nu zeer eenvoudig. Uit iedere klasse wordt de magnetiet met een magneetscheider verwijdert, terwijl het niet-magnetische deel door deintoestellen in haematiet en steriel gescheiden wordt. Alleen het niet-magnetische deel der grofste korrelklasse (70—45 mM.) wordt nog door een zeef met 55 mM. opening gescheiden. Het grofste deel (55—70 mM.) wordt op een leesband gebracht en hieruit ongeveer 13% steriel met de hand verwijdert. Dat er zooveel steriel uitgelezen kan worden, komt door de methode van afbouwen, waardoor het erts sterk verontreinigd wordt.

De korrelklasse van 45—55 mM. wordt als boven geschetst met een deintoestel (slaglengte 7"!) gescheiden in haematiet en steriel. Verdere details vindt men in het schema.

Het totale concentraat is voor 60% magnetiet en voor 40% haematiet. Het ijzergehalte bedraagt 58—60%.

Het voor de wasscherij benoodigde water krijgt men uit de mijn.

Het krachtverbruik is gering en bedraagt ongeveer 0,15 P.K. per ton.

Na de bezichtiging der concentratie-inrichting was ons bezoek aan Grängesberg weer ten einde. In den namiddag vertrokken we per trein naar Filipstad met een aangename herinnering aan de gastvrije ontvangst, die ons ook hier ten deel viel.

Persberg.

Na een bezoek aan de ondergrondsche werken geleidde Ir. Walroth ons in de concentratie-inrichting.

Men heeft hier mangaan-arm magnetiet-erts, waarvan de mijn dagelijks 700 ton levert met 35—40% Fe.

Fig. 41.
Magneetscheider te Persberg.

De scheiding is hier zeer eenvoudig. Het erts uit de mijn komt in een voorraadsbak, wordt gebroken en vervolgens op verschillende korrelgrootte afgezeefd. De zeefklassen worden ieder met een magneetscheider (2—7 P.K. per stuk; spanning 110 V.) (fig. 41) behandeld, die de magnetiet er uit haalt, terwijl de rest voor zoover grooter dan 15 mM. over een leesband loopt, waar steriel uitgelezen wordt.

Het slib, dat de magneetscheider behandelt heeft, wordt in kleine omkiepbare klaarbekkens verdikt en opnieuw over een magneetscheider gebracht. De klaarbekkens krijgen kleine schokken, waardoor het slib beter verdikt.

Het hermalen geschiedt met een breker en twee kogelmolens.

De kogelmolens zijn 75 P.K. Gröndalmolens met 8′ diameter. Ze hebben een normale capaciteit van 120 ton per dag, maar, wanneer het erts zeer hard is, verkleinen ze slechts 50 ton per dag van 5 cm. tot 2 mM. Ze bevatten elk 1600 K.G. kogels, die met een diameter van 17.5 cm. geladen worden; iedere maand wordt er één kogel bijgevoegd om de slijtage te compenseeren. De bekleeding bestaat uit stalen platen, die om de beurt een doorsnede van $3^1/_2 \times 7^1/_2''$ en $3^1/_2 \times 5''$ hebben, waartusschen dunne plankjes worden aangebracht.

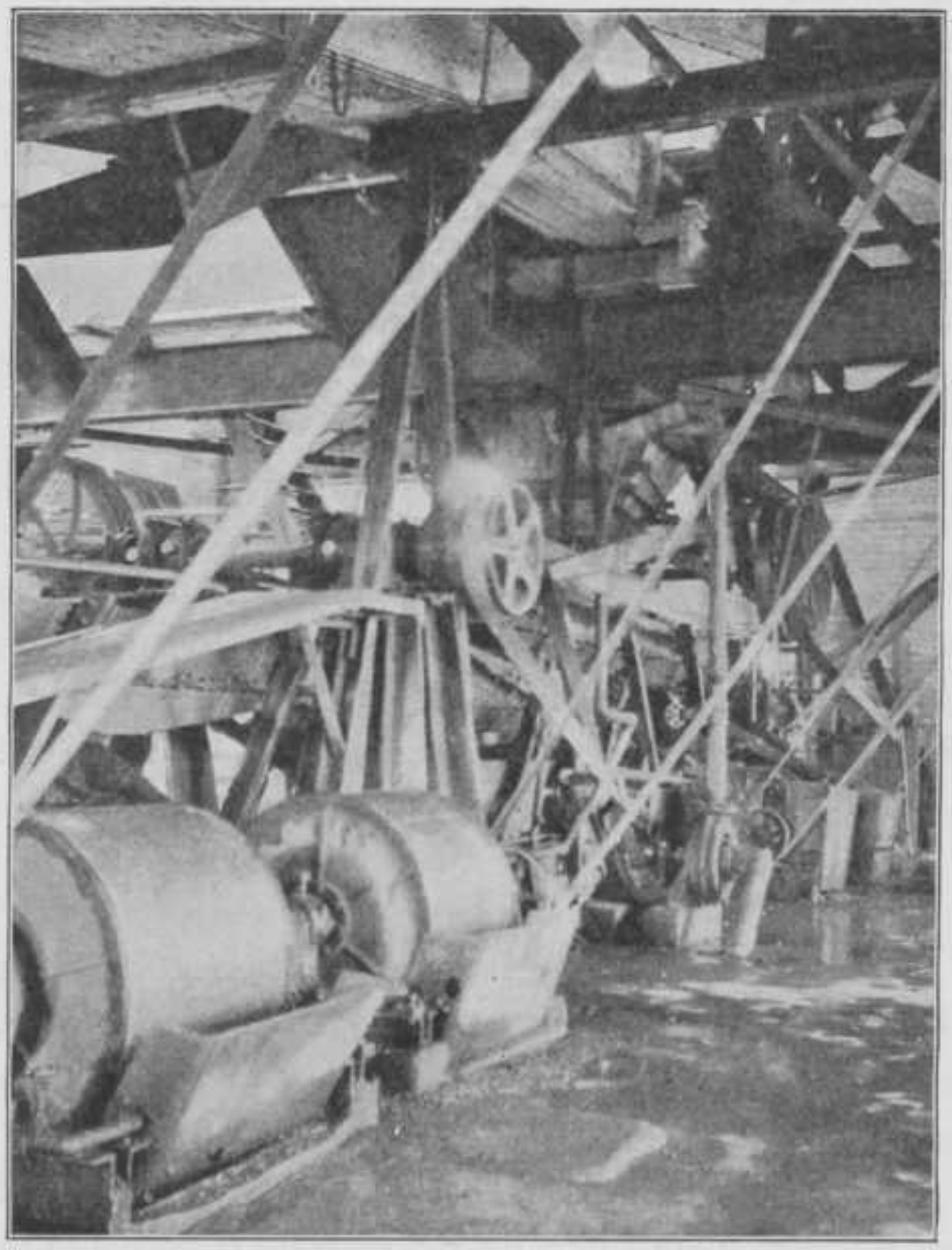


Fig. 42.
Magneetscheiders te Persberg.

Het product van de kogelmolens wordt weer gezeefd en met magneetscheiders behandeld.

De wasscherij heeft een capaciteit van 350 ton in 8 uur en levert concentraat met 53—56% Fe, 0,005—0,4% Mn en 0,01% P.

Na afloop van ons bezoek aan de wasscherij werd ons door de directeur van „Filipstads Bergolags Gemensamana Förvaltning" een keurige lunch aangeboden in de tuin van zijn schitterend verblijf aan een der vele meren, die zooveel tot de schoonheid van het Zweedsche land bijdragen.

Långban.

Na de lunch ten huize van onzen hartelijken gastheer, den heer Westlund, brachten we een bezoek aan de concentratie-inrichting. Even zij nog vermeld dat ons bezoek op Zondag plaats vond en het bedrijf dus stilstond.

Men heeft hier zoowel ijzererts met weinig mangaan als mangaan-erts met weinig ijzer. De ijzerertsen zijn haematiet en magnetiet, de mangaanertsen brauniet en hausmanniet.

De mijn levert jaarlijks 14.000—15.000 ton ruw erts, waarvan 30—35% uit zuiver erts bestaat.

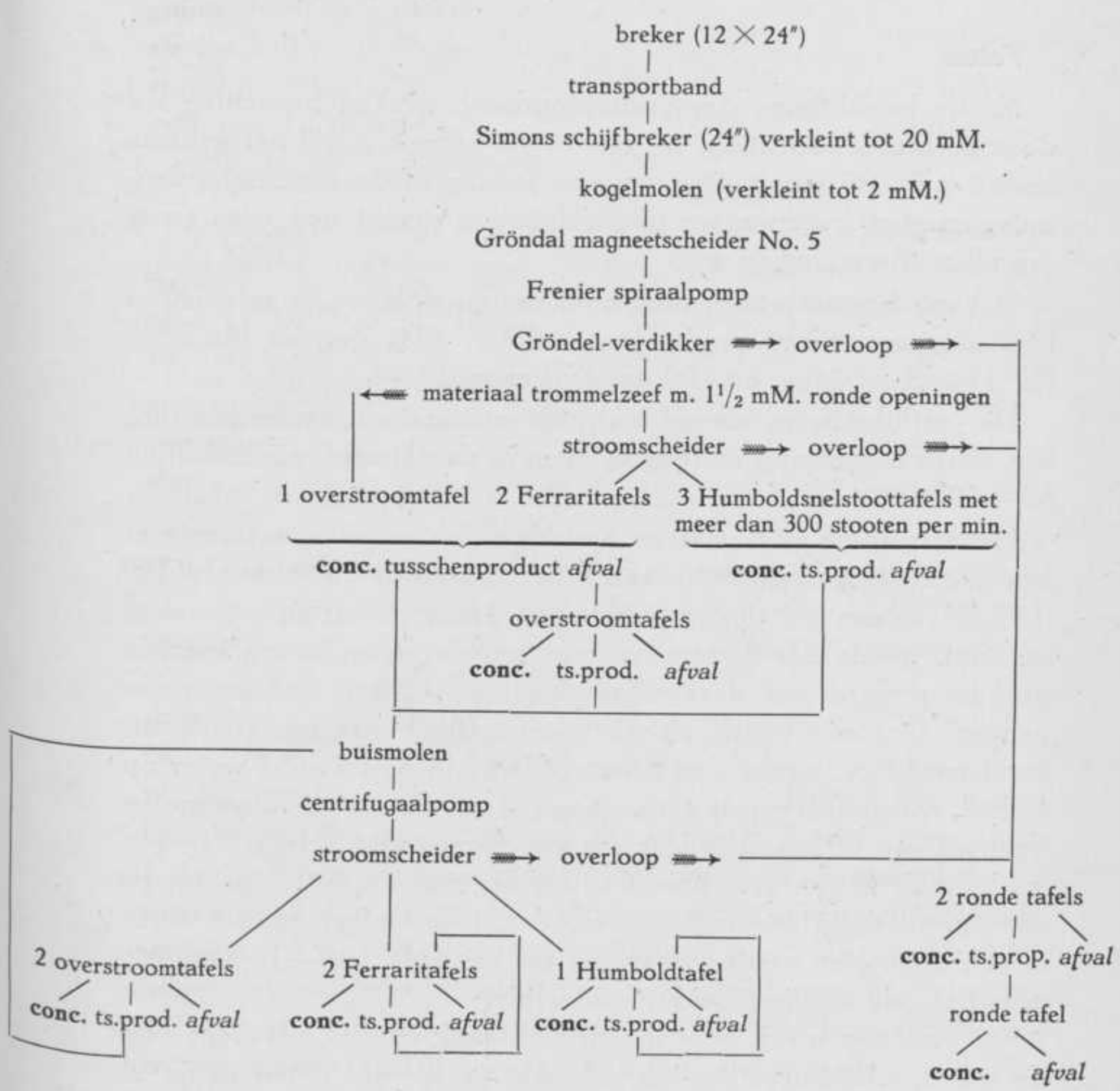
Het schema der wasscherij behoeft geen verdere verklaring.

De wasscherij levert jaarlijks ± 3000 ton ijzerconcentraten met 63% Fe en 2% Mn, die een waarde hebben van 11 Zweedsche kronen per ton, en ongeveer evenveel mangaanconcentraten, die met minstens 56% Mn en minder dan 3% Fe, 120 Zweedsche kronen per ton opbrengen in 't binnenland en 107 kronen bij export. Wanneer het mangaanconcentraat 3—20% Fe bevat en 40—50% Mn, dan wordt het voor de fabricatie van ferromangaan gebruikt. De waarde-berekening geschiedt dan met een basisprijs van 48 kr. per ton met 50% Mn en een aftrek van 2 kr. per procent Mn, dat minder aanwezig is. Hier komt dus duidelijk uit, van hoeveel belang het is om concentratie met hoog Mn-gehalte en laag Fe-percentage te verkrijgen.

De concentratiekosten bedragen ongeveer 3 kr. per ton ruw erts, zoowel voor ijzer- als mangaan-erts. Hierbij komen nog de kosten voor drogen der concentraten en de verpakkingskosten.

Na het bezoek aan de concentratie-inrichting namen we weer afscheid van den vriendelijken directeur dezer bijzondere mijn en

Concentratie-schema Långban.



trokken in het bezit van verschillende zeldzame mineralen per auto naar Filipstad, waar ons een tweede afscheid wachtte.

Dr. Magnuson en Ir. Wallroth, die ons gedurende twee dagen op zoo'n aangename wijze vergezelden en leerrijk bezig hielden, lieten we hier achter om onze reis naar Falun te vervolgen.

Falun.

Na de bezichtiging der ondergrondsche werken bezochten we de concentratie-inrichting. Bij ons eerste bezoek stond het geheele bedrijf juist stil tengevolge van een storing in de electrische centrale, daarom kwamen we den volgenden avond nog eens terug om alles in werking te zien.

Het erts bestaat voornamelijk uit pyriet, sfaleriet en galeniet en heeft ongeveer de volgende samenstelling: 10% Zn, 4% Pb, 38% Fe, 33% S, 15% gg. en 100 gr. Ag per ton.

De jaarlijksche productie bedraagt normaal ongeveer 100.000 ton, thans in verband met wijzigingen in de concentratie-inrichting 50—60.000 ton.

Het erts uit de mijn passeert brekers en walsen en komt dan met een maximale korrelgrootte van 5 mM., waarbij 20% kleiner dan 0,1 mM., in een 180 ton groote ertsbak. Het stof, dat bij het breken ontstaat, wordt met $^2/_3$ atm. vacuum afgezogen en in een speciale stofkamer wordt op deze wijze dagelijks 12 ton stoferts opgevangen. Ons erts wordt uit de voorraadsbak met een transportband naar een kogelmolen gebracht, waarin ook 1 deel water op 1 deel vaste stof wordt toegevoegd. Het verlaat de kogelmolen weer als een 80-zeef product om vervolgens met behulp van een trechterbak in een grof product, dat onderaan wordt afgetapt en een fijn overloop gescheiden te worden. Het spuigatproduct wordt in een buismolen verder verkleind tot beneden 100—150-zeef en gaat naar de schuimscheidingsafdeeling.

De overloop wordt eerst in een Dorr-tank verdikt, alvorens naar de schuimscheidingsafdeeling gebracht te worden. Men denkt er over de trechterbak te laten vervallen.

Het erts komt met een zoodanige verdunning in de schuimscheidingsafdeeling, dat het s.g. 1,3 bedraagt. Wanneer we van bovengenoemde samenstelling van het erts uitgaan, is het s.g. daarvan ± 5,2 en zou dus de verdunning 1 erts op 13 water bedragen. Prof. Grondijs meent, dat de verdunning wel zal blijken te groot te zijn.

De schuimscheiding is hier nog pas sedert kort ingevoerd en de gebruikte recepten worden nog voortdurend gewijzigd.

Men maakt eerst een scheiding tusschen een gemengd galeniet-sfalerietconcentraat en pyriet met ganggesteente.

Voor deze scheiding wordt per ton erts toegevoegd:

T en T 10 cc.
Soda 300 cc 10% opl.
$CuSO_4$ 350 cc 10% opl.
Pijnolie 10 druppels.
Xanthaat 20—25 druppels.

Per apparaat wordt nog 60—70 cc $CuSO_4$ 10% opl. gebruikt, terwijl in de buismolen reeds 300 cc 10% soda was toegevoegd.

De scheiding tusschen galeniet en sfaleriet werd ook door schuimscheiding verkregen en wel na toevoeging van $ZnSO_4$ en KCN.

Men heeft reeds zinkconcentraten met 45% Zn verkregen, de loodconcentraten zijn echter nog niet bevredigend.

De schuimscheidingstoestellen zijn van het type Gröndal, waarbij de lucht uit pijpen met 20 mM. opening op ± 20 cM. boven de zwak hellende bodem uittreedt.

De scheiding tusschen pyriet en ganggesteente wordt tot stand gebracht door middel van tafels (systeem Krupp en Humboldt).

Voorts heeft men Dorr-verdikkers en Oliver-filters voor verwijdering van water uit de concentraten.

Svärdsjö.

Onder leiding van Ir. Axel Westlund brachten we na de bezichtiging der ondergrondsche werken van de Maatschappij „Svärdsjö Gruvor Talkverk" ook een bezoek aan de concentratie-inrichting.

Het erts uit de mijn heeft een gemiddeld metaalgehalte van ongeveer 4%, n.l. 2,5—3,5% zink, 0,5—1,0% Pb en 0,3—0,8% Cu. Het wordt tot 10 cm gebroken met een Arboga kaakbreker (mondopening 600 × 350 mM.) en vervolgens per transportband in een voorraadsbak gebracht. Hieruit komt het erts door middel van een voeder op een zeef met 25 mM. openingen. Hetgeen op de zeef blijft liggen wordt door een kaakbreker (mondopening 400 × 200 mM.) verkleind, totdat alles door de zeef gaat.

Nu brengt een transportband het erts in voorraadsbakken, die weer met een voeder voor de toevoer aan de kogelmolen zorgen.

Het is een kogelmolen van het Gröndal-type met 2 M. diameter en 1 M. lengte. Ze bevat 3500 K.G. 3—6″ kogels of 2800 K.G. 2—6″ kubi van mangaanstaal, gebruikt 50—60 P.K., maakt 30—40 omwentelingen per minuut en maalt 40—60 ton per dag tot 80% kleiner dan 200-zeef.

Een „Dorr-classifier" scheidt nu grof en fijn. Het fijn gaat na in een „Dorrtank" verdikt te zijn naar de schuimafscheidings-afdeeling, terwijl het grof in een 5 M. lange buismolen met 0,80 M. diameter wordt hemalen en naar de „Dorr-classifier" wordt teruggevoerd. De buismolen bevat 3000 K.G. steenen, die er met 5″ diam. ingebracht worden; zij gebruikt 40 P.K., maakt 38 omw. per min. en levert per dag 100—120 ton gemalen erts af, waarvan 60% kleiner dan 200-zeef.

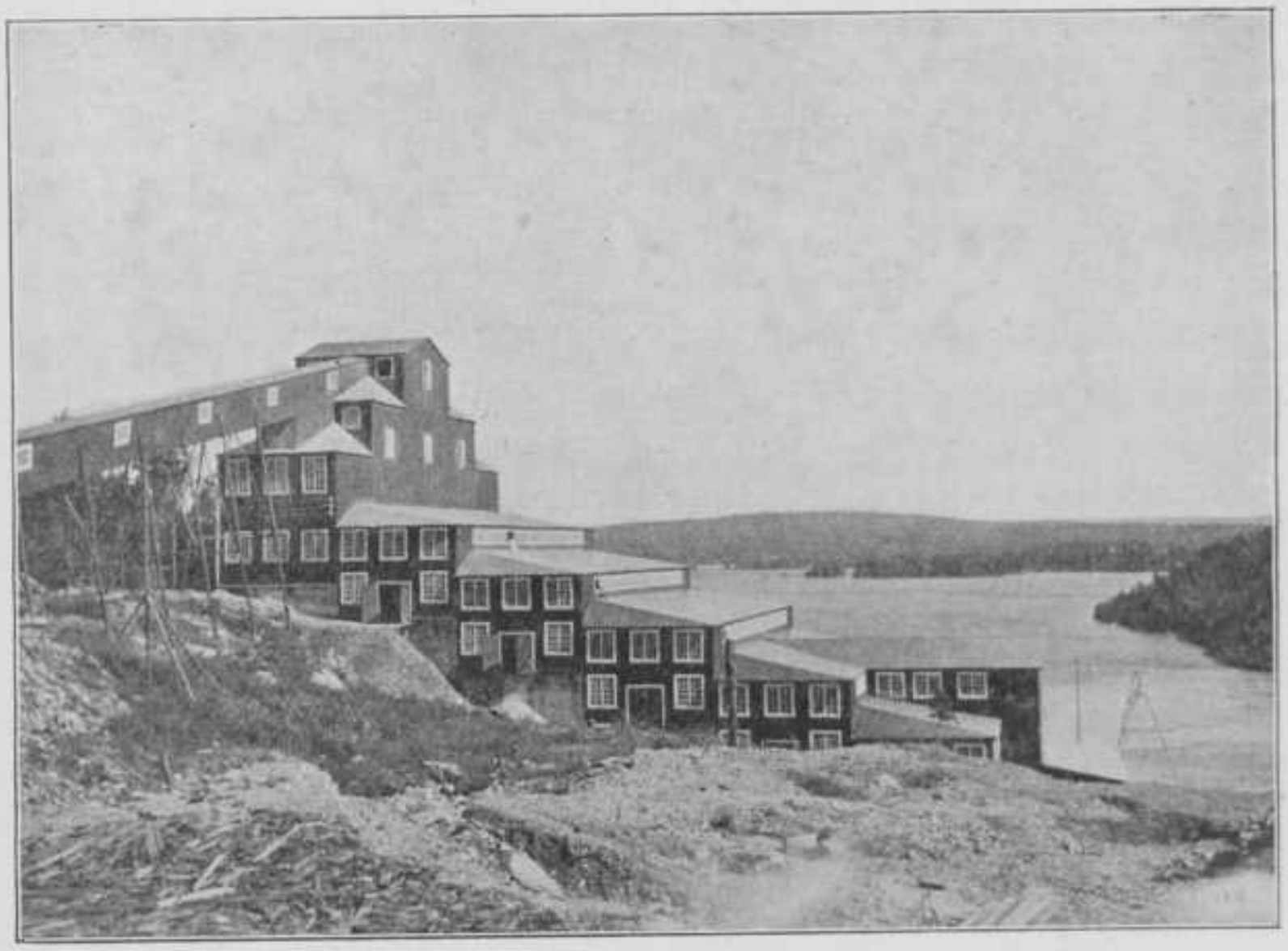


Fig. 43.

Ertswasscherij te Svärdsjö.

Vroeger paste men water-concentratie toe, daarna kreeg men een vereeniging van water-concentratie en schuimscheiding, tenslotte volgde het uitsluitend gebruik van het schuimscheidingsproces.

In den beginne werd met differentieele schuimscheiding gewerkt, maar tegenwoordig maakt men een mengconcentraat met 25—30%

Zn, 4—5% Cu, 7—8% Pb en ± 300 gr. Ag per ton. De productie bedraagt 3—12 ton concentraat per dag.

De schuimscheidingstoestellen gelijken veel op de Gröndal-apparaten en hebben een capaciteit van ongeveer 140 ton per dag.

Zij gebruiken 90 M^3. aangezogen lucht per minuut en wel met 1700 mM. waterdruk. Het krachtverbruik bedraagt 60 P.K.

Van de schuimscheiding wordt in de kogelmolen reeds 0,4 K.G. Na_2CO_3 en 2,3 K.G. CaO per ton toegevoegd, terwijl in het eerste toestel nog 0,16 K.G. pynolie, 0,80 K.G. $CuSO_4$ en 0,04 K.G. Xanthaat per ton wordt verbruikt.

Bij het schuimscheidingsproces heeft men hier voornamelijk twee moeilijkheden:

1°. de uiterst fijne verdeeling van de sulfiden in de talk;
2°. een gedeelte van het erts bevat een soort olie.

Hieraan is het dan ook toe te schrijven, dat het afvalproduct nog ongeveer 0,5—0,6% Zn, 0,08% Pb en 0,05% Cu bevat.

Voor het transport van het concentraat worden Landsverk-centrifugaalpompen gebruikt uit Landskrona, voor het uitgangsmateriaal en de afval der schuimscheiding Wilfley-pompen. Voor het verwijderen van water uit het concentraat gebruikt men achtereenvolgens een „Dorrtank" en een Oliverfilter. Dit laatste heeft een capaciteit van 2 ton per uur en levert een filterkoek met 10—12% water.

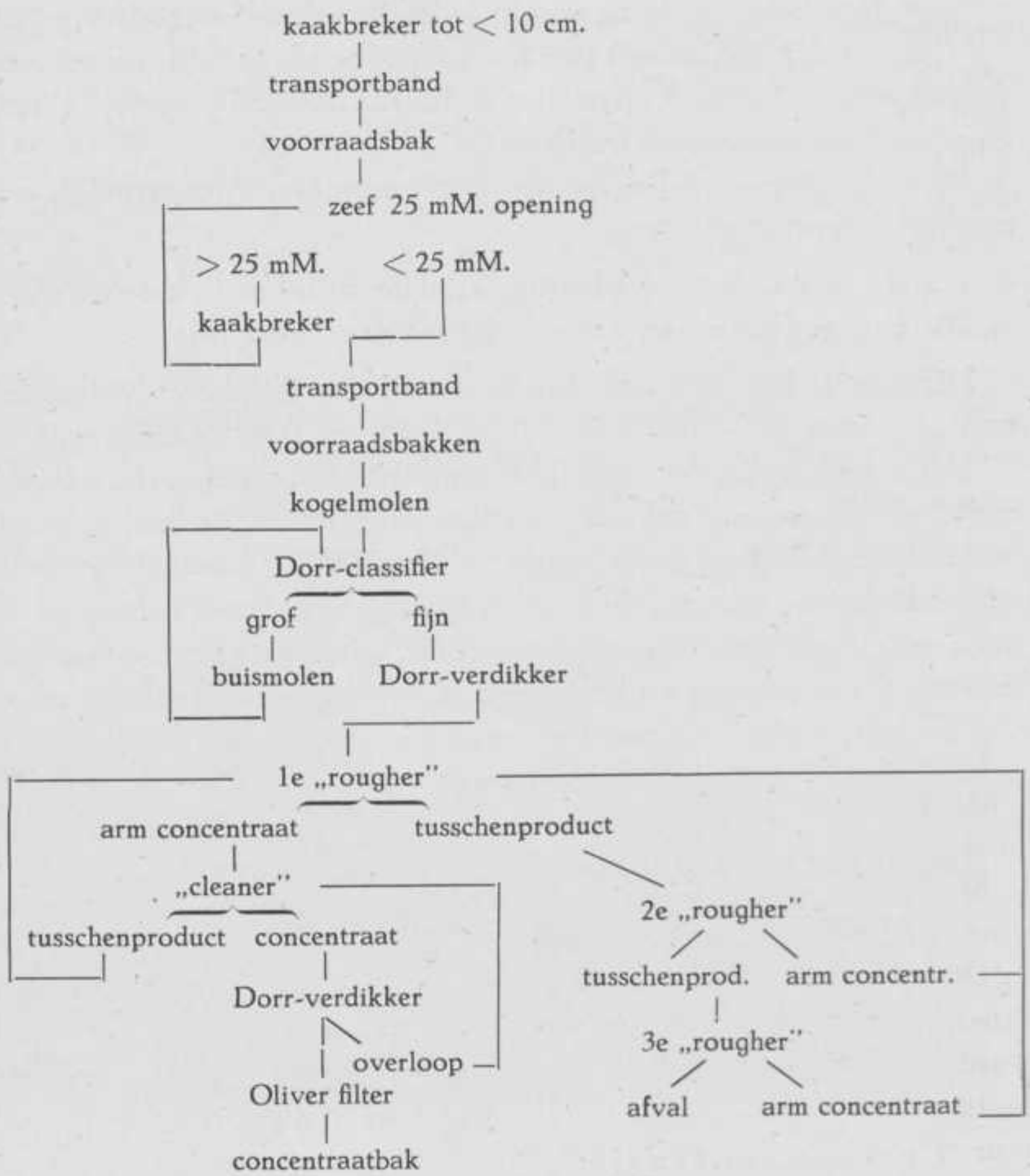
Tenslotte volgt nog een overzicht van de concentratiekosten en een schema.

Kosten per ton erts. Svardsjö Gruvor & Talkverk.

Breken:	Kr.		$	
Arbeidsloon	0,20		0,05	
Benoodigdheden	0,10		0,03	
Electrische kracht	0,14		0,04	
	Kr. 0,44	0,44	$ 0,12	0,12
Ertsconcentratie:				
Arbeidsloon	0,68		0,16	
Chemicaliën	0,73		0,19	
Verdere benoodigdheden	0,73		0,19	
Electrische kracht	1,14		0,31	
Algemeene onkosten	0,21		0,06	
	Kr. 3,09	3,09	$ 0,93	0,93
Totaal	Kr.	3,53		$ 1,05

Na de bezichtiging der concentratie-inrichting volgde een genoegelijken maaltijd in de open lucht, aangeboden door de Maatschappij, na afloop waarvan we per auto naar Kalvbäcken vertrokken.

Concentratie-inrichting Svärdsjö.



Kalvbäcken.

Ook hier werd de concentratie-inrichting bezocht na bezichtiging der ondergrondsche werken, slechts werd een korte pauze ingelascht, waarvan een dankbaar gebruik gemaakt werd om een wedstrijd in het kogelstooten te houden.

Deze mijn levert jaarlijks ongeveer 15.000 ton erts met 8% Zn

en 3% Pb. Het erts wordt in een voorraadsbak voor 50 ton gebracht en gaat daarna achtereenvolgens door 2 kaakbrekers met een mondopening van resp. 600 × 485 mM. en 400 × 300 mM., om hierna weer in een 50 tons voorraadsbak terecht te komen die de kogelmolen van erts voorziet. De kogelmolen is van het Gröndaltype (lengte 1 M., diam. 2 M.) en bevat ± 1000 K.G. 6″ mangaanstalen kogels. Ze gebruikt 50 P.K. en heeft een capaciteit van 65 ton per dag. Uit het product van de kogelmolen wordt door een klassificator het gedeelte, dat nog te grof is voor de schuimscheiding, verwijdert. Dit wordt nu in een buismolen verder fijn gemalen. De buismolen is van Smidt & Co. in Köpenhamn (lengte 5 M., diam. 1.45 M.) en wordt gevuld met ± 2 ton 4 × 6″ kwartsiet of porfiersteenen. Het krachtverbruik bedraagt ca. 30 P.K.

Voor de gang der schuimscheiding wordt naar het concentratieschema verwezen. Het komt in hoofdzaak daarop neer, dat eerst een gemengd concentraat van Pb en Zn gemaakt wordt, waarvoor men in toestel 1 toevoegt:

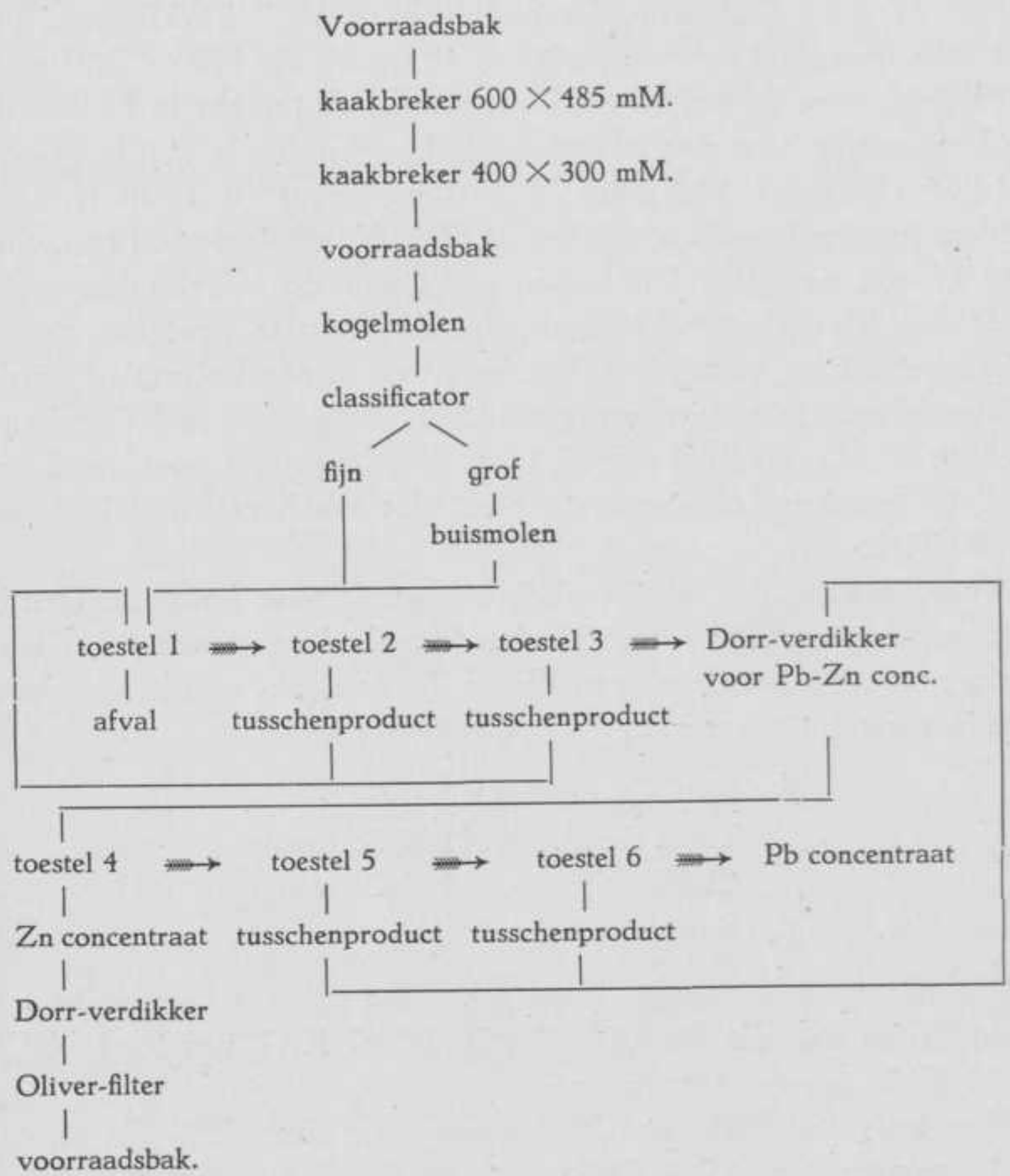
Na_2CO_3 of CaO	1 K.G./ton.
T en T-opl.	0.45 K.G./ton.
$CuSO_4$	1 K.G./ton.
Pijnolie	

Daarna wordt in toestel 4 een scheiding tot stand gebracht tusschen Pb en Zn met Na_2CO_3, $ZnSO_3$ (0,45 K.G. per ton) NaCN (0.13 K.G. per ton) en pijnolie.

Men krijgt tenslotte een Zinkconcentraat met 45% Zn en een loodconcentraat met 7% Pb.

Ons bezoek aan Kalvbäcken was na de bezichtiging der wasscherij weer teneinde en we vertrokken per auto naar Falun. Hier werd ons door de Stora Kopparberg Bergslags Aktiebolaget een laatste diner aangeboden, waar we afscheid namen van den directeur Söderquist en de ingenieurs der Maatschappij, waarvan we zooveel gastvrijheid en voorlichting hebben genoten.

Schema Kalvbäcken.



Boliden.

Jaarlijks levert de mijn momenteel ongeveer 50.000 ton erts en wel voornamelijk arseno-pyriet erts en wat Cu-houdende pyriet. Het arsenopyriet-erts vormt 40% van het totaal en bevat 3—34% As, gemiddeld ± 17%, voorts 0,1% Sb, 200 gr. Ag en 50—60 gr. Au per ton.

Een eigenlijke concentratie-inrichting is hier niet aanwezig, het erts wordt slechts gebroken, gezeefd en uitgelezen. Dezelfde toestellen worden afwisselend voor arsenopyriet-erts en de Cu-houdende pyriet gebruikt.

Het erts uit de mijn wordt gestort op een staafzeef met openingen van 10 cm. De stukken grooter dan 10 cm. worden door een

voeder met harken in een Blake-breker gebracht, die ze tot beneden 10 cm. breekt. Nu wordt zoowel het materiaal, dat door de staafzeef gevallen is als dat, wat uit de breker komt, door een transportband in een voorraadsbak gestort. Een voeder zorgt dan weer voor het transport naar eenige zeven. Het materiaal grooter dan 25 mM. wordt dan met de hand uitgelezen, waarbij een prestatie van 2—5 ton per man per dienst werd bereikt. Het loon per dienst bedraagt ± 7 kronen.

Het erts wordt nu per vrachtauto naar Skellefteå gebracht. Wanneer de spoorlijn klaar is wil men de producten van de mijn tot 240.000 ton per jaar verhoogen.

Het erts wordt nu in Freiberg gesmolten.

Bij wijze van proef is ook een lading arsenopyriet naar West-Amerika verscheept.

In het erts biedt de arseen de grootste moeilijkheden, men weet niet goed wat men er mee moet beginnen. Voor zulke enorme hoeveelheden is geen markt te vinden en hoe men zich er ook van tracht te ontdoen, steeds ontmoet men gevaar voor vergiftiging. Men zoekt vermoedelijk thans de oplossing door versmelten van het erts, waarbij men tracht het As op een of andere manier in de slak te krijgen, zoodanig, dat zich een voor de atmosferiliën onaantastbare silicaatverbinding vormt.

Lökken.

Het erts is hier pyriet met wat Cu en het S-gehalte bedraagt 38%. Het komt met weinig nevengesteente uit de mijn, zoodat er maar 2—2½% steen uit verwijdert behoeft te worden. We hebben hier dan ook in hoofdzaak een breking, waarin het erts, dat voor de zwavelzuurfabricatie dient, op de door de koopers gewenschte grootte wordt gebracht. Gewoonlijk vraagt men naar 4 soorten, n.l.: 0—6 mM., 0—10 mM., 25—40 mM. en 40—55 mM., terwijl niemand erts van 10—25 mM. verlangt.

De productie van de mijn bedraagt 1300—1500 ton in 10 uur terwijl ze tot 3000 ton per dag kan worden opgevoerd. Ongeveer de helft, dus ± 700 ton is grooter dan 15 cm. en wordt reeds ondergrondsch door twee brekers (42 × 36″), type Blake, ieder van 150 P.K. tot beneden 15 cm verkleind. De capaciteit van deze brekers is veel grooter en bedraagt ± 1 ton per minuut.

Voor de breking bovengrondsch kan naar het bijgevoegde schema verwezen worden, zoodat we hier met enkele aanvullingen kunnen volstaan.

Op 't schema ziet men onderaan links een reserve-installatie, die in gebruik genomen wordt, wanneer er te veel erts is voor de gewone installatie.

De pyriet, die zeer hard is, stelt natuurlijk hooge eischen aan de breektoestellen.

Het materiaal van de kaken der brekers is zoodanig verbeterd, dat ze tegenwoordig een levensduur bezitten van 150—160 breekuren, terwijl ze vroeger slechts 80—90 uur gebruikt konden worden.

Voor de walsen heeft men mangaanstalen geribde mantels, waarvan de ribben al spoedig vervlakken. De oorspronkelijke dikte van de mantel is ± 6 cm. en men kan ze voor 60% laten afslijpen, voor vernieuwing noodig is. Voor het walsen van het fijne materiaal gebruikt men ook wel gladde mantels.

Bij de vertikale schijfbreker maken de schijven 125 omwentelingen per minuut en de excentriek 375.

De deintoestellen (type „paddle jig") worden gebruikt voor korrelgrootten tot 40 mM. De gemiddelde capaciteit bedraagt 20 ton per uur.

De installatie levert een product met 42% S en ongeveer $2^1/_2$% Cu.

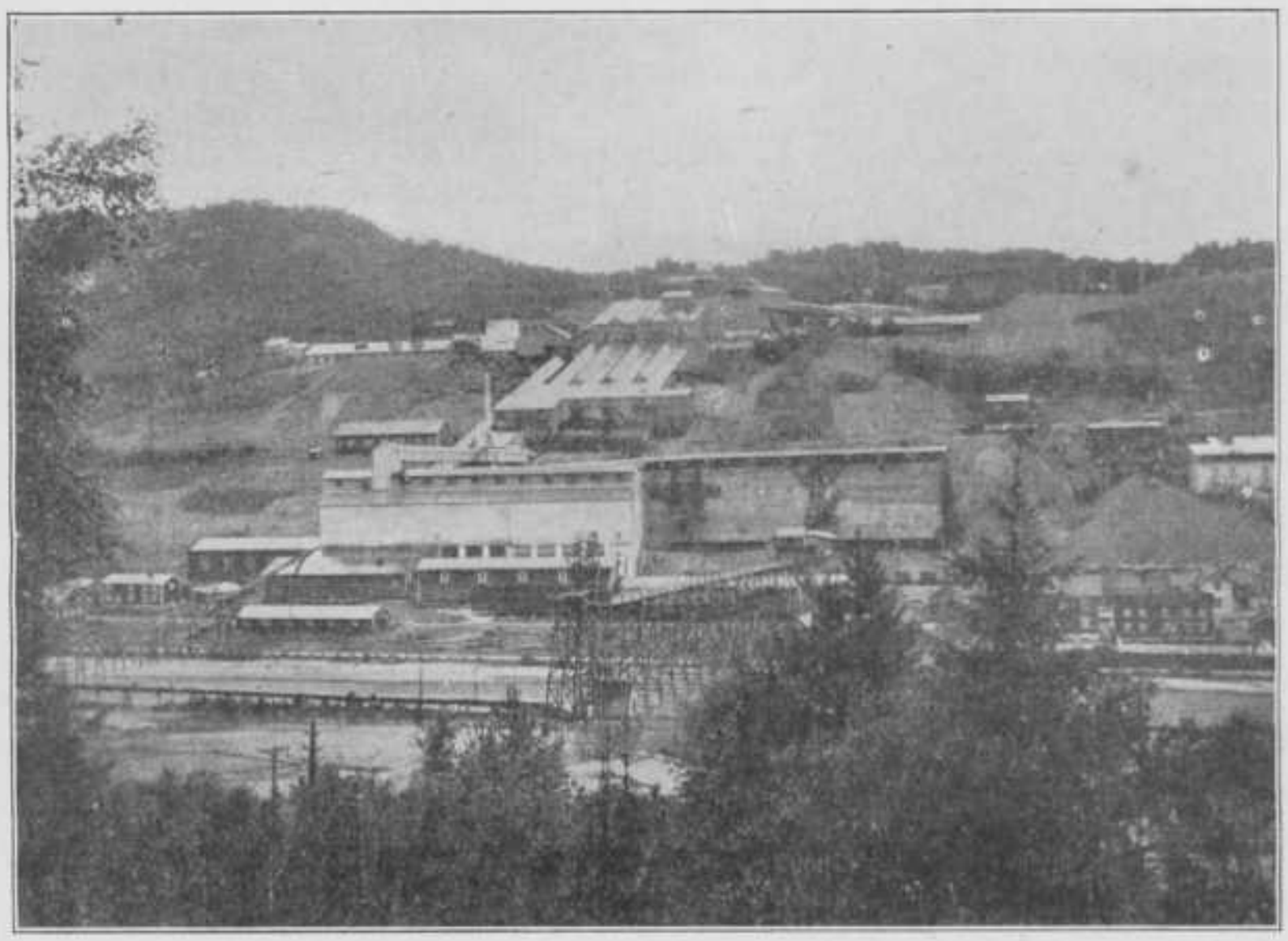


Fig. 44.
Ertsconcentratie te Lökken.

Het erts uit schacht Wallenberg levert een eindproduct met 4—5% Cu.

De pyriet wordt gebruikt voor H_2SO_4-bereiding.

Na roosting wordt het Cu verwijdert en de rest als ijzererts verkocht. De waarde van 1 ton erts is ongeveer 34 cent per % S, dus bij 40% is de waarde per ton alleen aan S al *f* 14,—.

Het eindproduct bestaat voor $^1/_4$—$^1/_3$ deel van het volume uit gesteente, dat zeer fijn met de pyriet vergroeid is en dit zou dan ook slechts met zeer veel moeite en kosten verwijderd kunnen worden.

Het breken en malen geschiedt geheel droog en hierbij treedt dan ook een sterke stofvorming op, zeer tot schade van de arbeiders, niettegenstaande hier en daar stof afgezogen wordt.

Kongsberg.

Na de lunch, die ons aangeboden werd door de directie der mijn, hield de mijningenieur R. Stören een voordracht over de concentratie-inrichting, die we daarna bezochten.

Men onderscheidt hier twee soorten erts en wel:

1°. Rijk erts, dat ± 10% Ag bevat, maar waarvan gemiddeld slechts 25 ton per jaar gewonnen wordt; en

2°. Hoofderts met 300—400 gr. Ag per ton, waarvan nu jaarlijks 25.000—30.000 ton gewonnen wordt.

Voor eenige jaren was het hoofderts van hooger gehalte en werd ook maar 7000—8000 ton per jaar hiervan gewonnen. De verarming van het erts heeft ertoe geleid, dat de wasscherij belangrijk moest worden uitgebreid.

Men verwerkt in de wasscherij per 10-urige arbeidsdag 100—130 ton erts, dat op een $3^1/_2$″ staafzeef gebracht wordt, waarbij er ± 40% op de zeef blijft liggen. Hiervan wordt met de hand ± 30% als steriel uitgelezen (4—5 ton per man per dienst van 10 uur) en naar de steenstort gebracht met 30—40 gr. Ag per ton, terwijl de rest via een magneetscheider, die eventueele ijzerdeelen verwijdert, in een Hadfieldbreker (24 × 15″) komt die het erts van ± 12″ tot $3^1/_2$″ verkleint en in een voorraadsbak aflevert.

Het erts bevat nu ongeveer 500—600 gr. Ag jer ton. Dit $3^1/_2$″ product gaat nu weer over een leesband waar er 10—12% steriel wordt uitgelezen en wel ± $2^1/_2$—3 ton per man per dienst van 10 uur.

Fig. 45.
Slikloogerij te Kongsberg.

Het overblijvende erts wordt eerst door een Hadfieldbreker gebracht op 2″ en vervolgens door twee opeenvolgende brekers, resp. op 1″ en $^1/_2$″. In een stroomscheider wordt het van slik bevrijd, dat naar de slikwasscherij loopt, terwijl de hoofdmassa naar twee trommelzeven gaat met openingen van 5 en 2 mM.

Het product boven 2 mM. wordt in deintoestellen behandeld, waaruit men 10—20% als concentraat aftapt, dat weer hermalen wordt in kogelmolen en buismolen. Het grofste wordt opnieuw behandeld en alles wat kleiner is dan 2 mM. gaat naar de slikwasscherij. Het product beneden 0,5 mM. wordt nog door een trechterbak gescheiden in zand en slik. We krijgen in de slikwasscherij voor 60% zand en 40% slik.

Het zand gaat naar 5 Ferraritafels, waarvan het concentraat 1—2% Ag bevat, terwijl 10% van de voeding als tusschenproduct wordt afgetapt en opnieuw over de tafel gaat.

Een bezwaar is, dat het zilver, dat door de kogelmolen geplet wordt op de tafel niet goed te verwasschen is.

Het zandconcentraat wordt nu 40 ton tegelijk gedurende 10—12 dagen geloogd, waarbij een extractie wordt bereikt van bij de 90%. Het slik wordt met 150—250 gr. Ag per ton door centrifugaalpompen in de slikloogerij gebracht, die uit 6 Pachuca's bestaat, en in 12 uur tijd ongeveer 40 ton verwerkt met een extractie van 70%.

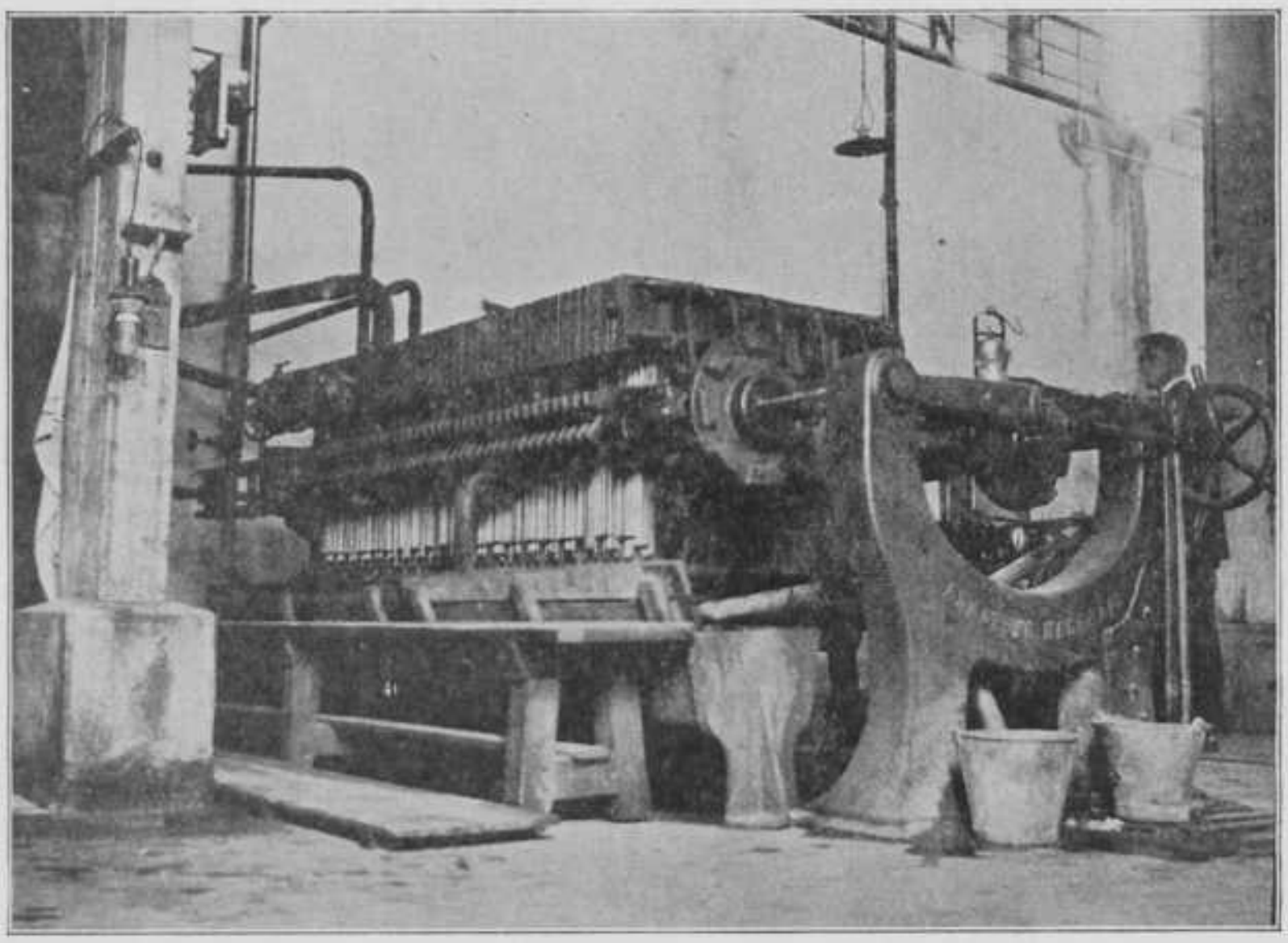
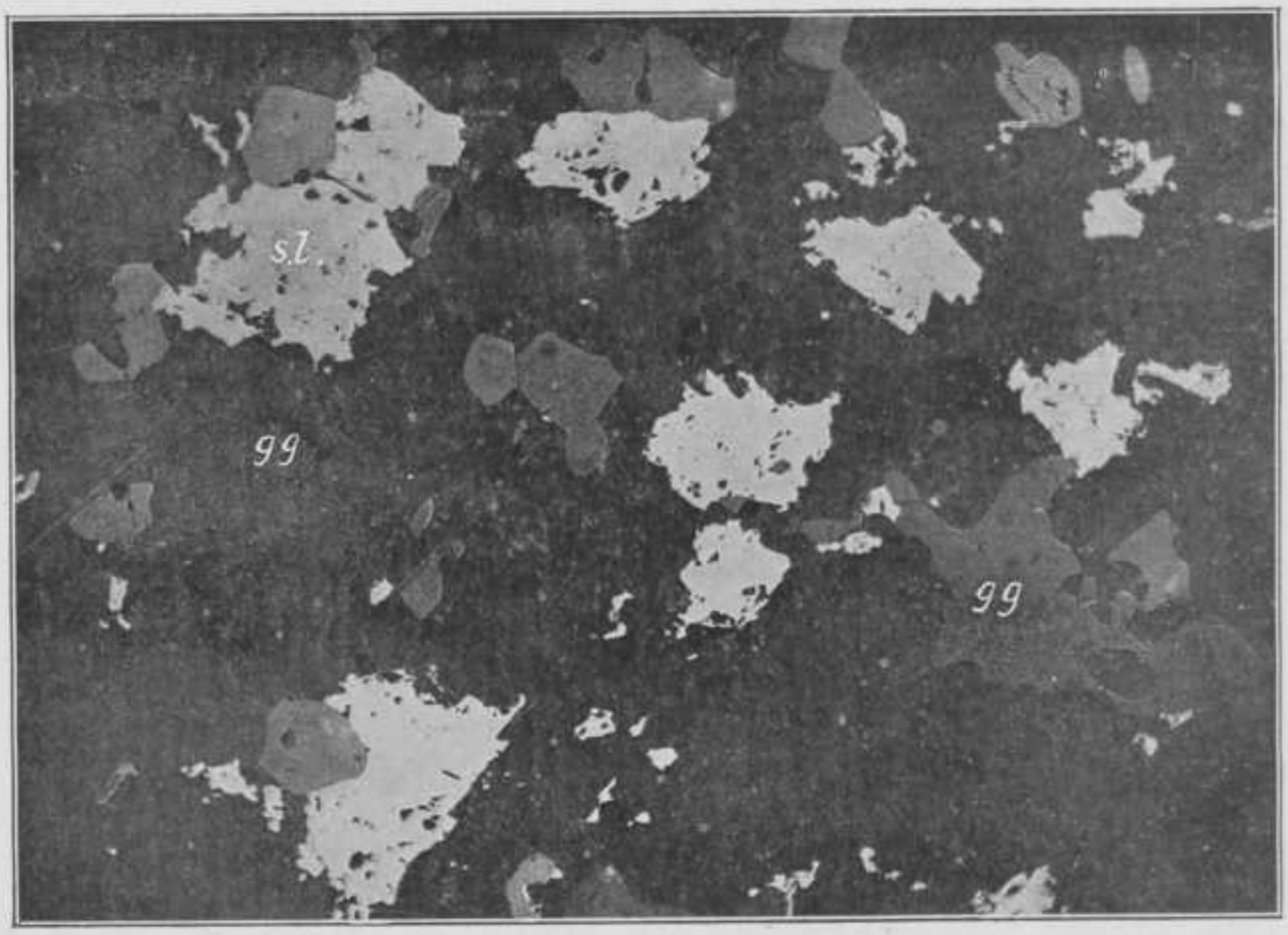


Fig. 46.
Filterpers te Kongsberg.

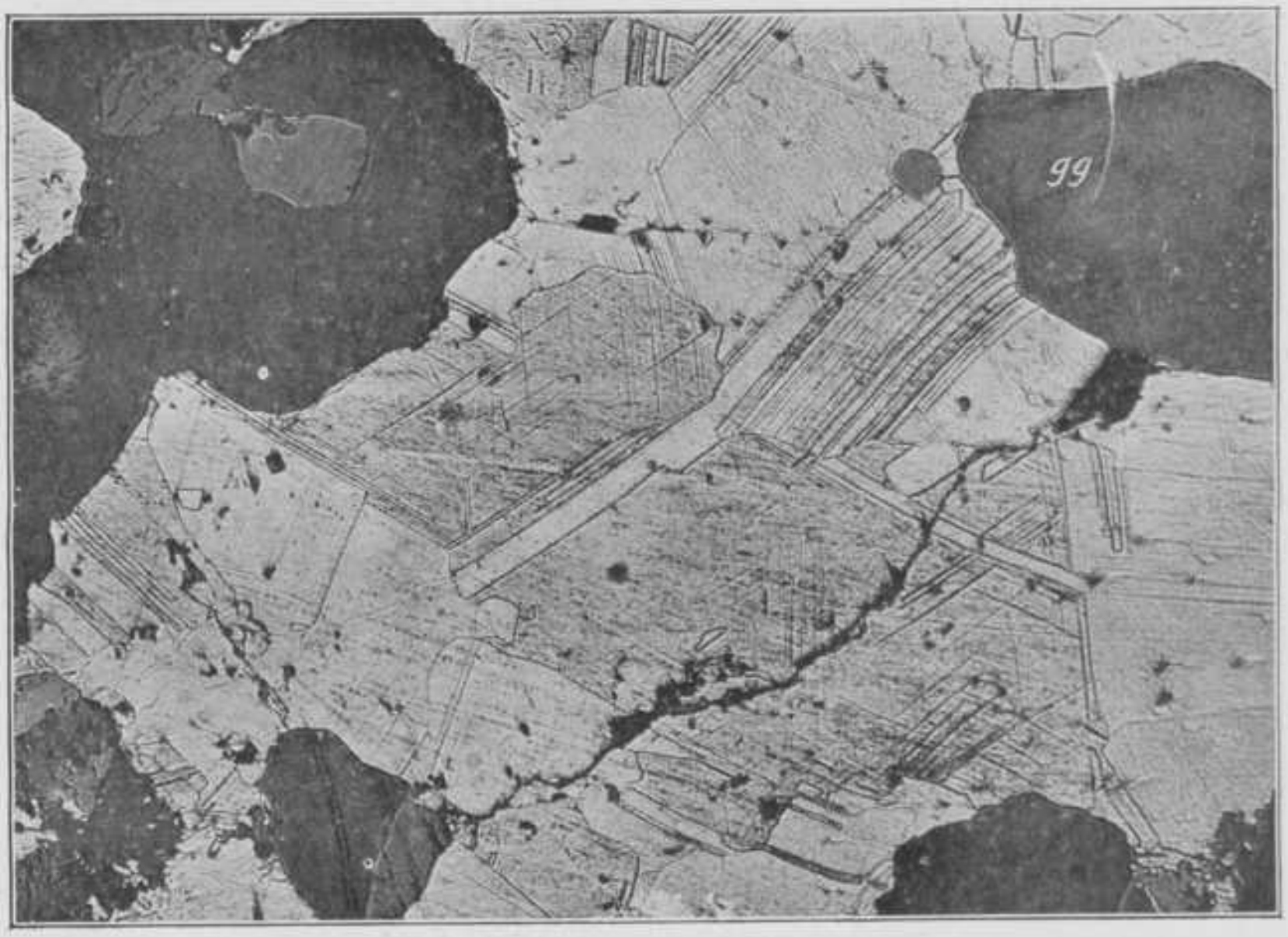
Per K.G. bruto zilver wordt 2 K.G. KCN toegevoegd. Sulfiden worden ten deele geoxydeerd, waardoor het cyaanverbruik verhoogd wordt. De smelterij vertoont niets bijzonders en behoeft dus geen beschrijving.

De jaarlijksche productie bedraagt ± 10 ton zilver met een rendement van ± 87.5%. De verliezen, die optreden, zijn ongeveer:

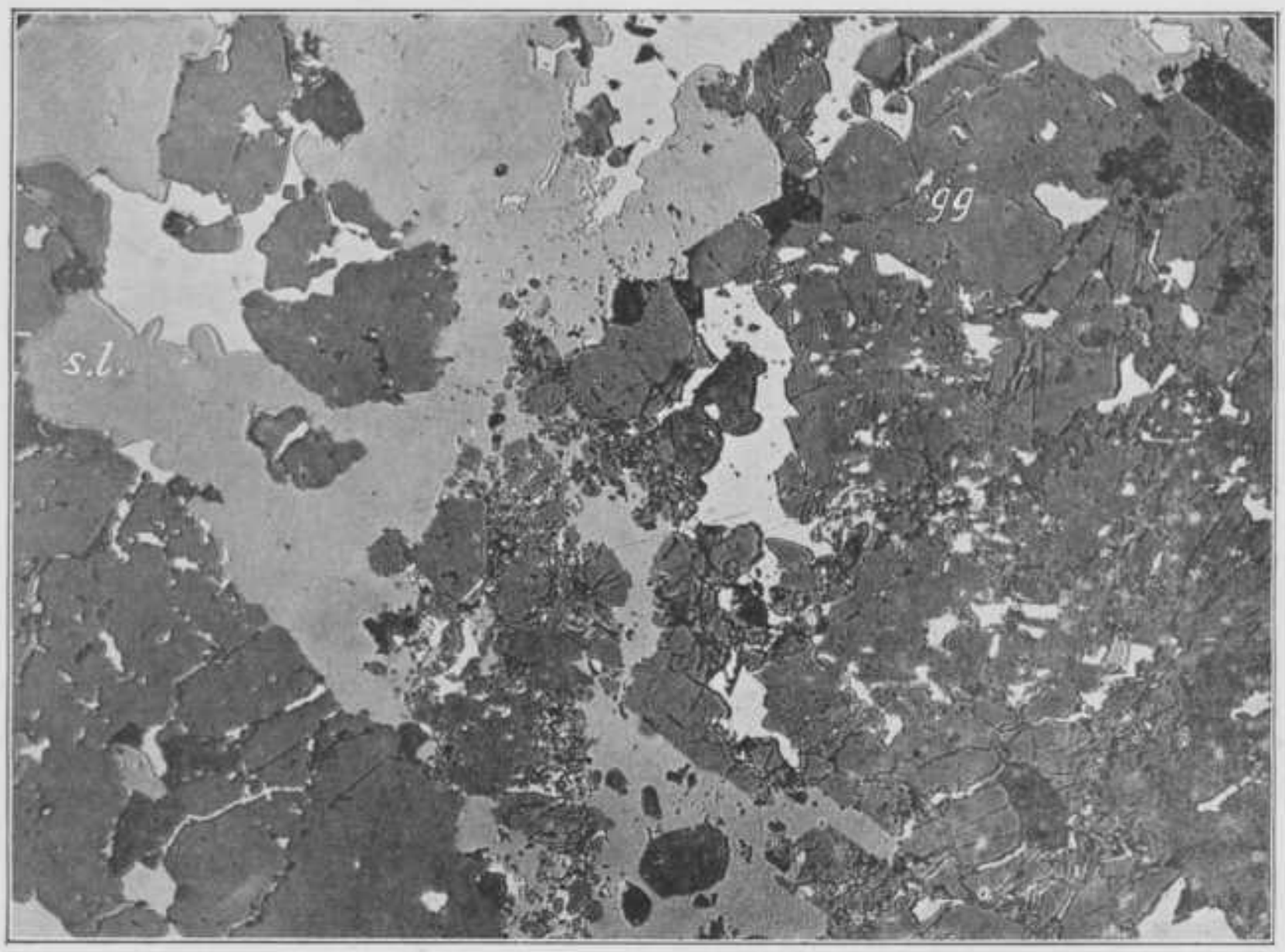
bij handsorteeren	4%
in de wasscherij	2%
bij het loogen	5%
bij het smelten	2,5%



I.



II.



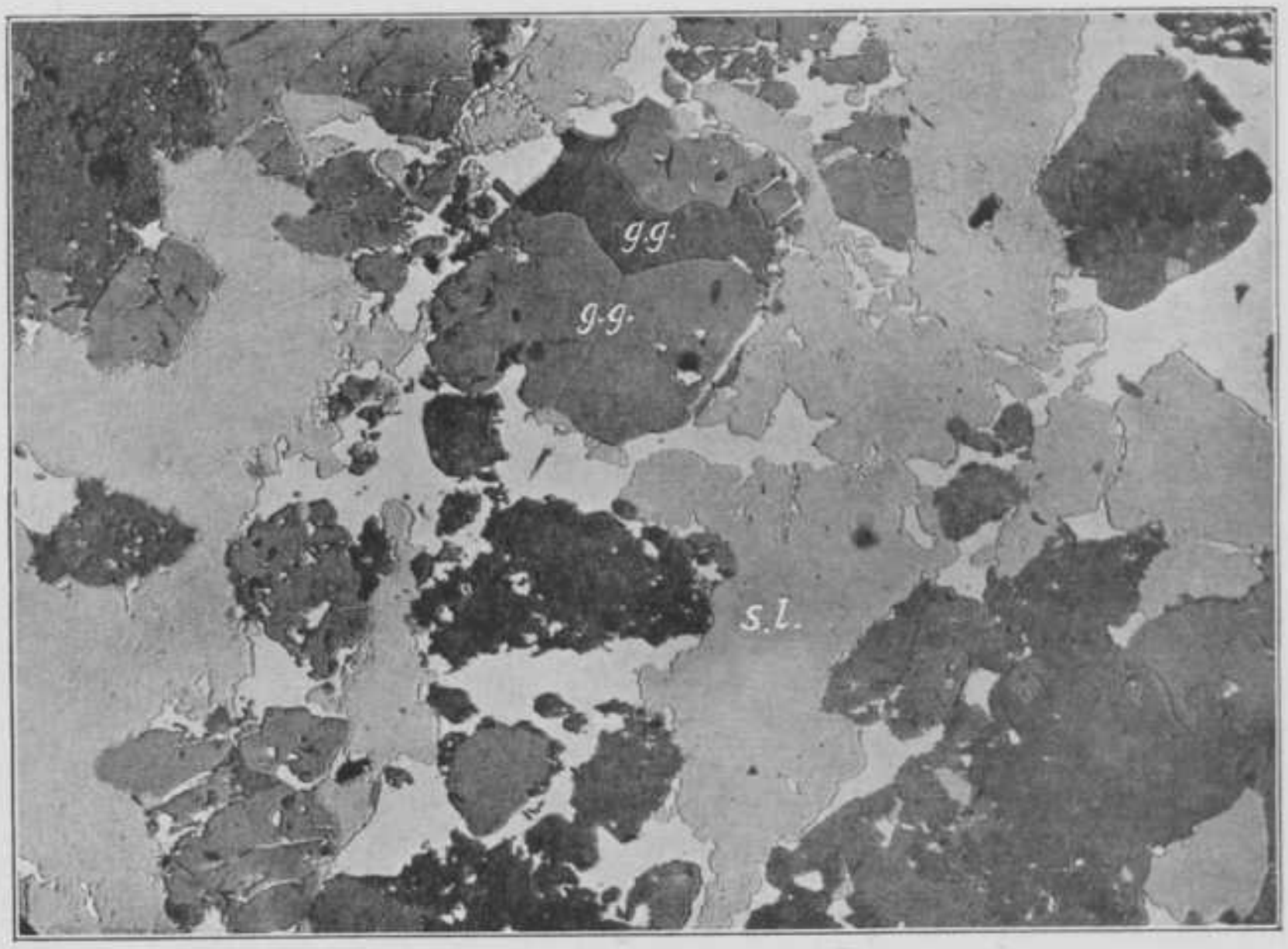
III.

ZWEEDSCHE ERTSEN BIJ OPVALLEND LICHT.

I. Vergr. 200 ×
Sfaleriet (Sl.) fijn verdeeld in ganggesteente (g.g. = grijs en zéér donker grijs).

II. Vergr. 60 ×
Sfaleriet (grijs—Sl.) en ganggesteente donkergrijs g.g.).
De sfaleriet is geëtst met $CrO_3 + HCl$.
De korrelgrenzen der individuën en de inwendige structuur met tweelingslamellen zijn door de etsing te voorschijn gekomen.

III. Åmmeberg. Vergr. 60 ×
g.g. = donkergrijs ganggesteente.
Sl. lichtgrijs sfaleriet.
wit galeniet.
De galeniet vervangt het ganggesteente en de sfaleriet.

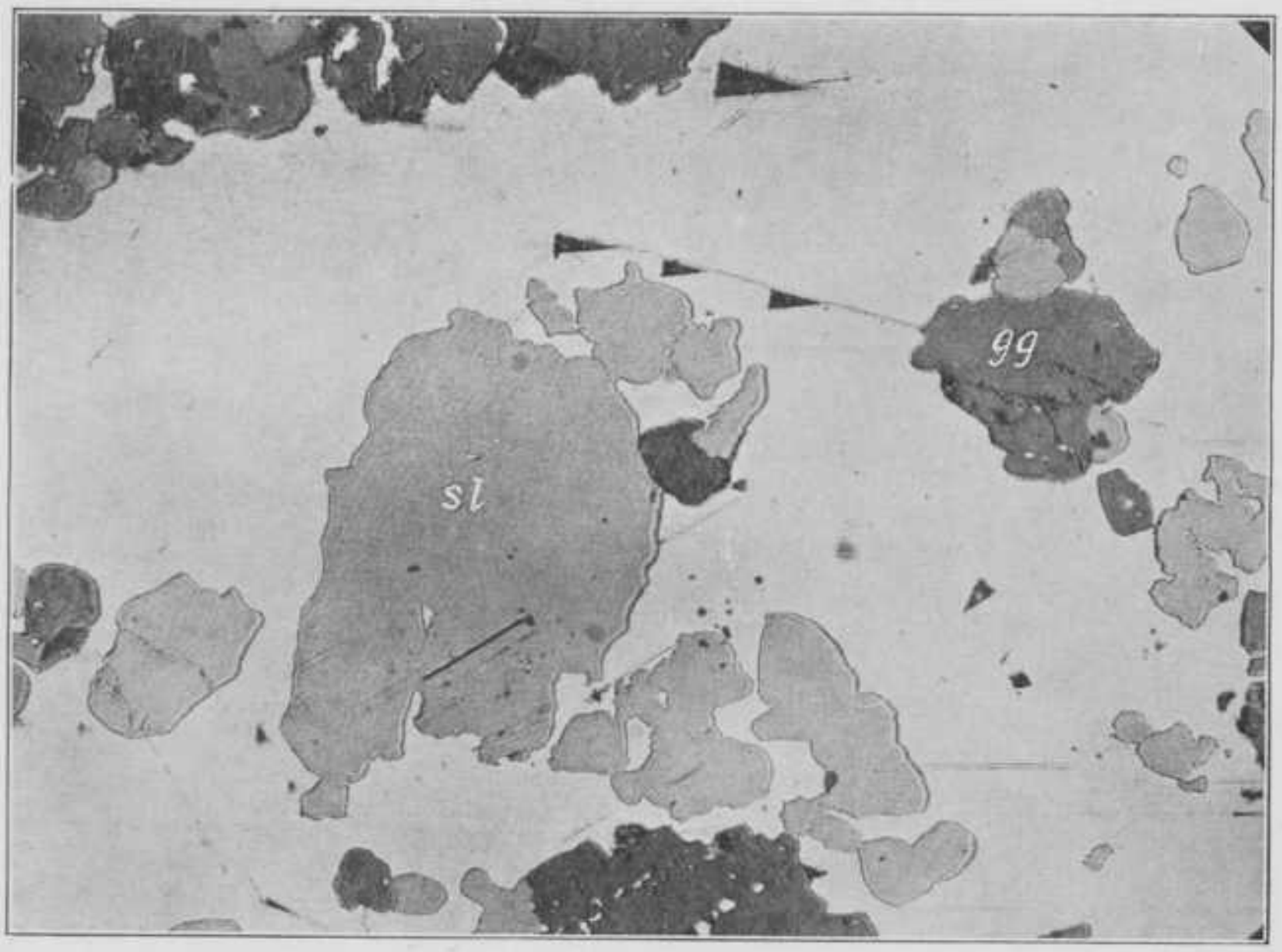


IV.

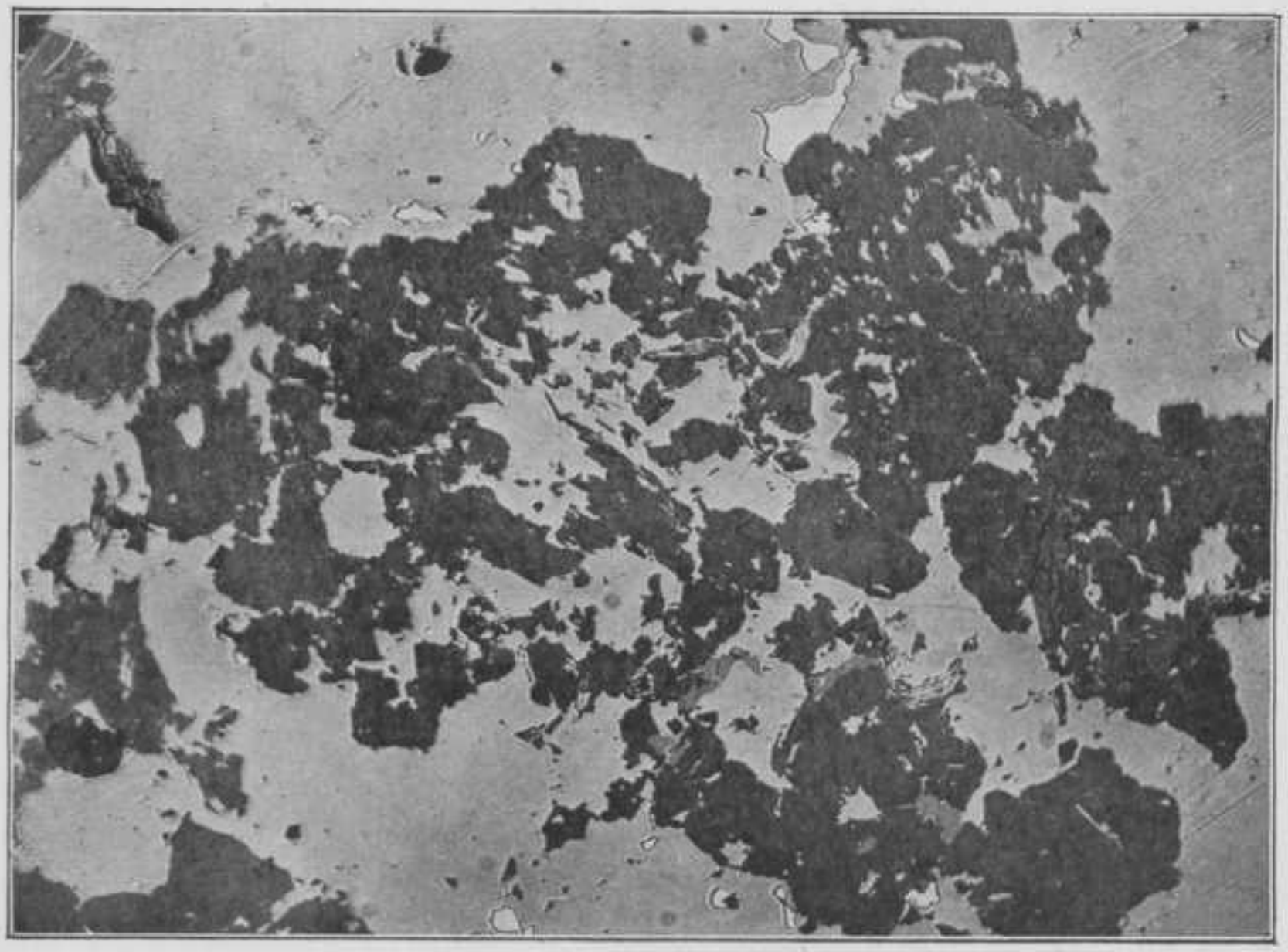
IV. Vergr. 60 ×
g.g. = grijs en donkergrijs ganggesteente.
Sl. lichtgrijs sfaleriet.
wit galeniet.
De vervanging van sfaleriet door de galeniet is verder voortgeschreden dan in III.

V. Vergr. 60 ×
Donkergrijs ganggesteente, lichtgrijze sfaleriet en witte galeniet.
De vervanging van sfaleriet door galeniet is thans zoover voortgeschreden dat slechts nog sfalerietresten overgebleven zijn.

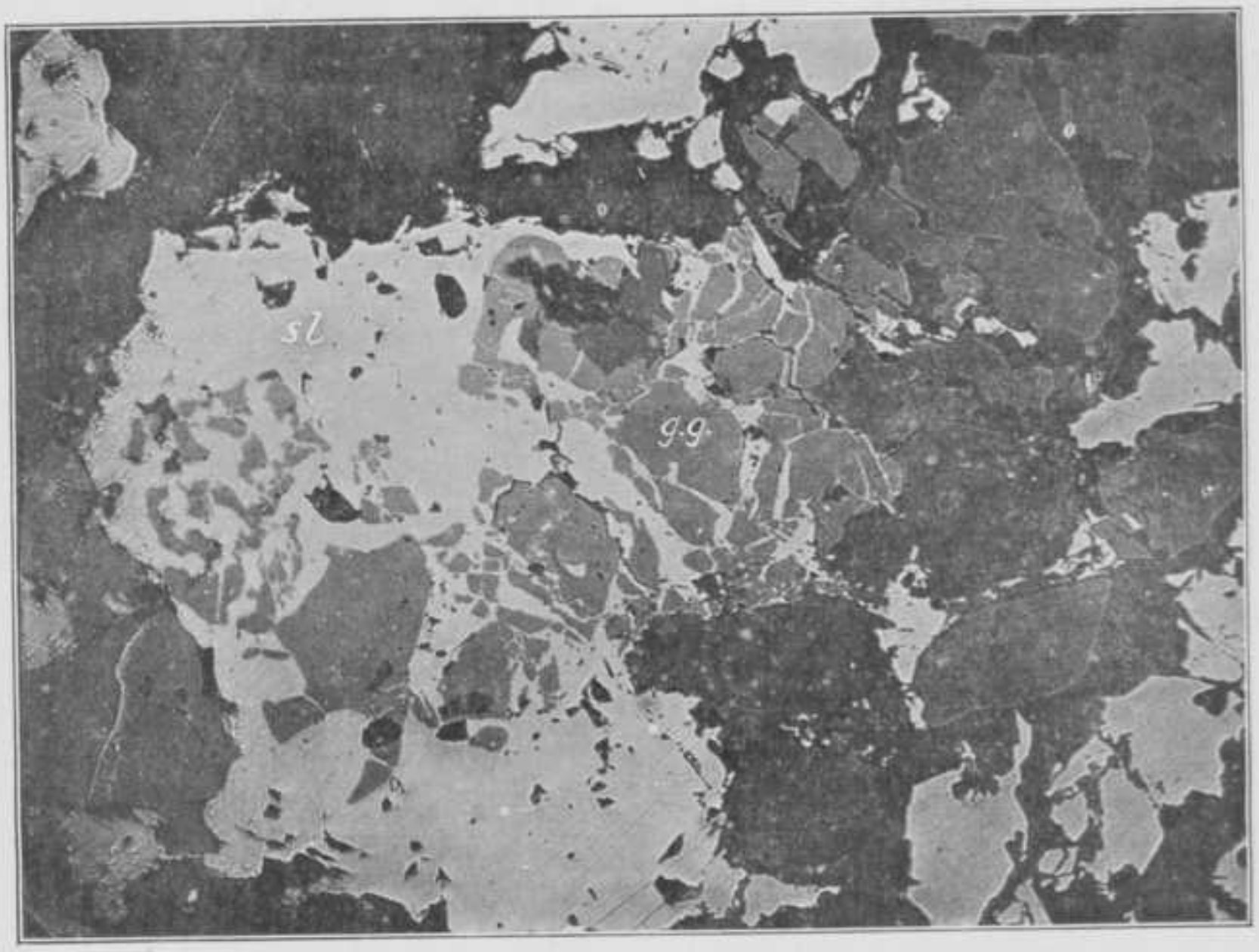
VI. Vergr. 60 ×
Lichtgrijze sfaleriet in fijne vergroeiïng met ganggesteente, wit = galeniet.
Uit deze foto blijkt duidelijk, dat de breking van een deel der sfaleriet zeer fijn moet zijn om een zuiver sfaleriet-concentraat te verkrijgen.
Zie ook foto I en VII.



V.



VI.



VII.

VIII.

VII. Vergr. 60 ×
Van de twee soorten ganggesteente (donkergrijs en grijs) wordt de grijze door sfaleriet (zeer licht-grijs) vervangen.
De zwarte gedeelten zijn putjes.

VIII. Åmmeberg, Zweden. Vergr. 200 ×
De witte galeniet is zeer fijn in 't ganggesteente verdeeld (vergrooting!) Hieruit blijkt de zeer fijne breking, die noodig is om de galeniet vrij te maken voor het concentratieproces.

VERSLAG VAN DE GEOLOGISCHE EXCURSIE NAAR DE ZWITSCHERSCHE JURA EN ALPEN

van Zondag 28 Augustus tot Dinsdag 20 September 1927
onder leiding van Prof. Dr. Ir. H. A. Brouwer, m.i.

PROGRAMMA.

Eerste dag. Zondag 28 Augustus.

Samenkomst: Bazel. Hôtel „Hofer" (tegenover het station B.B.H.). Des avonds te 10.45.

Tweede dag. Maandag 29 Augustus.

Tafeljura.

Per trein van Bazel (280) Hbf. naar Bazel-Augst. Koffers in het Hôtel achter laten. Proviand meenemen. Vertrek Bazel 6.39. Aankomst Augst 6.57.

De Ergolz stroomop vanaf haar monding. Stratigraphie van de Tafeljura.

Schelpkalk bij Augst aan den linker Rijnoever.

Keuper (bonte mergels) bij Riedacker.

Lias (Onder-Lias: Grypheënkalk en Obtususklei) bij Schöntal.

Onder-Dogger in den Kessel bij Liestal (Murchisonae- en Sowerbyi-lagen).

Midden-Dogger (Bathonien) langs den weg naar den top van den Schleifeberg (met Belvédère, daarvoor noodig het meenemen van een 20 centimesstuk). Uitzicht over Tafel- en Ketenjura en bij helder weder op de Alpen. Afdalen naar Liestal, tweede ontbijt in Hôtel „Engel". Des namiddags langs de Ergolz en de Frenke naar Bubendorf.

Onder-Dogger: Opalinus- en Murchisonae-lagen.

Bij het huis Weid: Varianslagen (Boven-Bathonien) op bovensten Hauptrogenstein. Dicht ten Zuiden van het huis Weid verschuiving van belangrijk bedrag.

Van Bubendorf naar den Mürenberg: Argovien met daarop rustend coralligeen Séquanien en daarop een grof blokconglomeraat.

Plateauwandeling naar Lampenberg en vandaar afdalend naar Hölstein over Malm. Langs het dal van de Vorder Frenke over Niederdorf en Oberdorf naar Waldenburg. Overschuiving van Trias van de Ketenjura op Malm van de Tafeljura.

Overnachten te Waldenburg (518) in Hôtel „Zum Löwen".

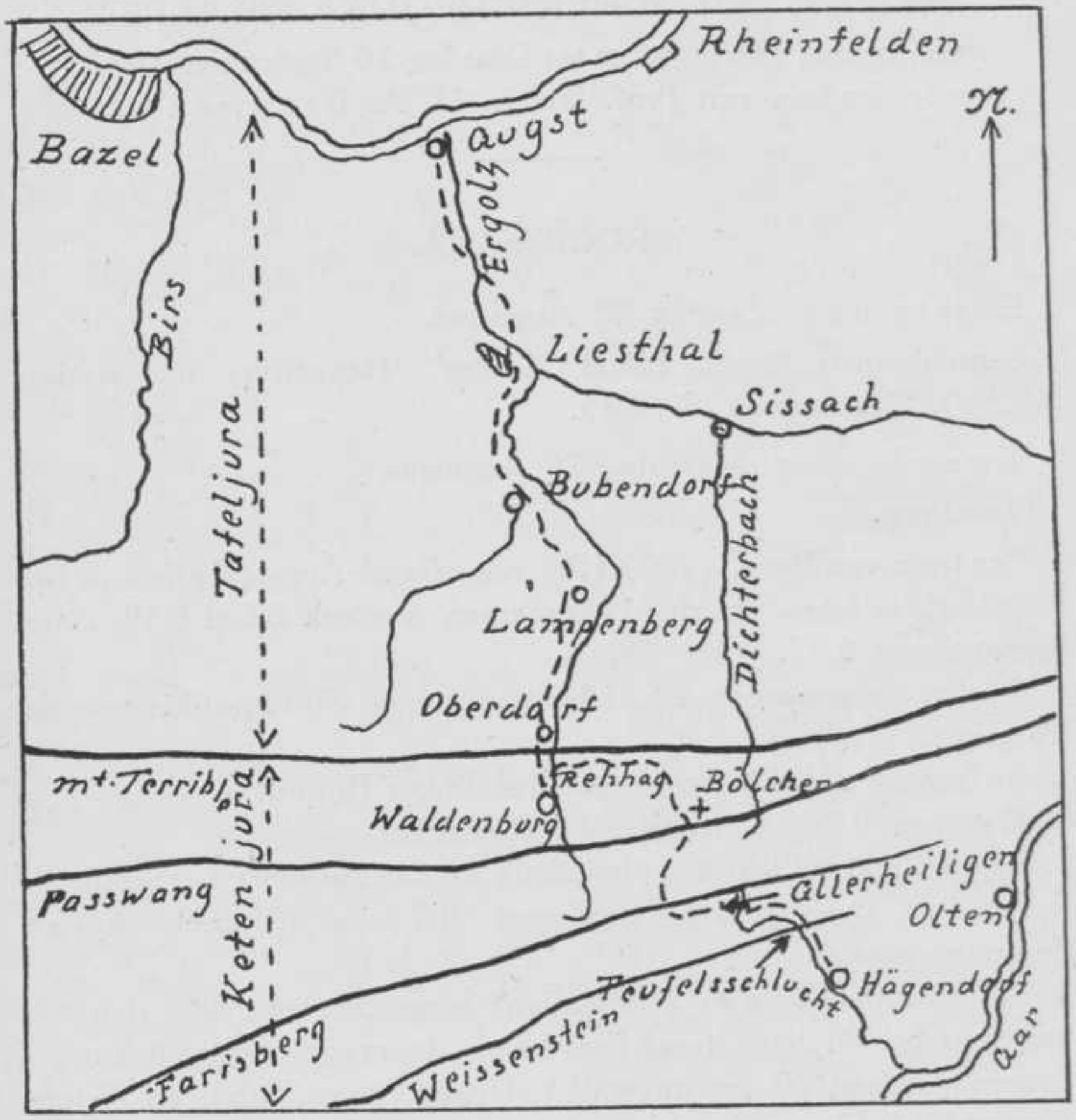


Fig. 1.

De excursieroute tijdens de twee eerste excursiedagen in de Zwitsersche Jura.

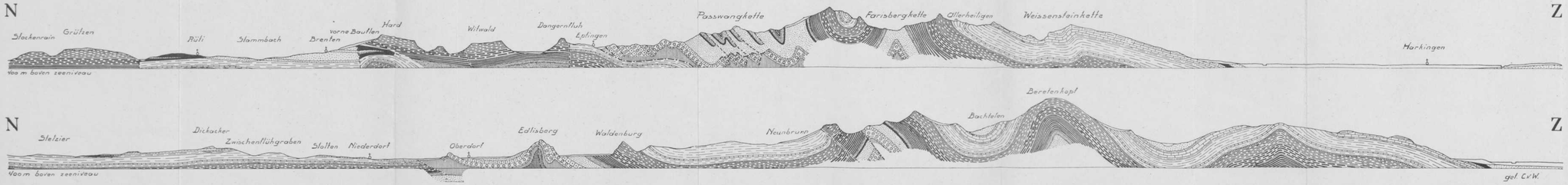
Derde dag. Dinsdag 30 Augustus.

Ketenjura.

Afmarsch van Waldenburg 's morgens 7 uur. Proviand meenemen.

Men volgt den steilen Hauptrogensteinwand in Oostelijke richting langs een dal, dat in de zachtere gesteenten (Keuper, Lias, Opalinuslagen) tusschen Schelpkalk en Hauptrogenstein is ontstaan.

PROFIELEN DOOR HET HAUENSTEIN-GEBIED BIJ WALDENBURG.



Kwartair.

Molasse.

Boonerts incl. konglomeraten en kalk.

Lengte- en Hoogteschaal 1 : 25.000.

0 1 2 3 km.

MALM
- Kimmeriddien.
- Boven Séquamien.
- Onder Séquamien.
- Effinger lagen.
- Birmensdorfer lagen.
- Oxfordien en Callovien.

DOGGER
- Varians lagen (event. met Oxford en Callovien).
- Hauptrogenstein.
- Blagdeni-Murchisonae lagen.
- Opalinuskleiën.

LIAS

KEUPER
- Rhät.
- Mergel, Dolomiet en Zandsteen.

SCHELPKALK
- Letten-Kohle en Boven schelpkalk dolomiet.
- Hoofdschelpkalk.
- Onderste dolomiet.
- Zoutklei.
- Gips Anhydrit.

Stijgen naar Rehhag (Hauptrogenstein). Over den Lauchberg en vandaar over den Noordvleugel der Passwangketen. De Keuperkern is ontbloot. Naar den top (Bölchenfluh) over steeds jongere en Zuidwaarts hellende lagen (Lias, Onder-Dogger, Hauptrogenstein). Van den top uitzicht over Tafel- en Ketenjura.

Zuidelijk van den Bölchenfluh trog in de zachtere lagen van bovensten Dogger en Onder-Malm. Keuperkern van de Farisbergketen aan de oppervlakte.

Volledig Juraprofiel langs den Zuidvleugel van de Farisbergketen. Achter het Sanatorium „Allerheiligen" zeer fossielrijke Varianslagen. Verder Zuidelijk is de Oostelijke voortzetting van de Weisensteinketen nog slechts zwak ontwikkeld. Door den Köhlersbachgraben (Teufelsschlucht) met steile kalkwanden van Séquanien en Kimmeridgien afdalen over den zuidvleugel van deWeissensteinketen naar Hägendorf.

Per trein of te voet naar Olten (399).

Van Olten per spoor naar Bazel. Vertrek 18.17. Aankomst Bazel Hbf. 18.57.

Avondeten en overnachten te Bazel in Hôtel „Hofer".

De beide profielen door het Hauensteingebied vertoonen zeer instructief alles, wat we gedurende de beide eerste dagen in de Jura gezien hebben; en zij roepen vooral weer de uitzichten van Schleifeberg en Bölchen in onze herinnering terug.

In het Noorden, niet meer op het profiel zichtbaar, is de horst van het Schwarzwald, in het oligoceen opgeheven, welks weerstand van zoo'n invloed is geweest op bouw en verloop der Juraketens en zelfs van de verre Alpen. Met vlakke, zuidwaartsche helling verdwijnt de kristallijne, hercynische Schwarzwaldkern onder het eveneens flauw hellende, zuidelijker geheel horizontaal liggende, mesozoïcum der Tafeljura. Geremd door het nog zeer dicht eronder gelegen kristallijn,[1]) hebben de sedimenten niet meer aan de plooiing kunnen meedoen. Maar verder in het Zuiden, waar de sedimentbedekking dikker is, was de weerstand geringer en hier zien we de eerste plooien en overschuivingen in de topographie verschijnen. We zien de Ketenjura „branden" op de Tafeljura. Het spreekt vanzelf, dat de „branding" der voorste ketens het hevigst was en dat de meer zuidelijke „golven" steeds regelmatiger worden.

---

[1]) Het is er mee als met de golfjes, die op het strand loopen.

In het onderste profiel zien we achter elkaar de vier Juraketens: Mont Terribleketen, Passwangketen, Farisbergketen en Weissensteinketen. De overschuiving der eerste keten, waarvan de oudste kern in den Edlisberg ontbloot is, op de Tafeljura komt in het profiel minder tot zijn recht, maar tijdens onze wandeling hebben we van de uitzichtspunten zeer duidelijk de schelpkalkklippen op den Hauptrogenstein zien liggen: de erosieresten van de voorste brandingsgolf. We zien overigens de tectoniek eenvoudiger worden, naarmate we ons van het Schwarzwald verwijderen. De Passwangketen vertoont nog eenige opschuivingen, maar de volgende ketens zijn normale staande plooien.

Fig. 2.

Een opschuiving of plooi-overschuiving in harde kalkbanken.

Veel gecompliceerder is het bovenste profiel, dat Noordoostelijker ligt, en dus dichter bij het Schwarzwald. De ineenstuwing is veel intensiever. Passwangketen en Mont Terrible bestaan niet meer goed gescheiden van elkaar, doch vormen zeer ingewikkelde verschubbingen. Hier kan men waarlijk van een brandingsketen spreken.

Verder zij hier nog de aandacht gevestigd op het relief. We zien in de profielen bijzonder fraai, hoe alle kammen gevormd worden door de harde gesteenten, onverschillig of we ons in een trog of op een zadel vinden. Doorgaans zijn deze gesteenten nog met dicht bosch begroeid. Men noemt deze rotswanden „fluhs". Het is voornamelijk de Hauptrogenstein, die deze fluhs vormt [1]), daarnaast ook rauracien en kimmeridgien.

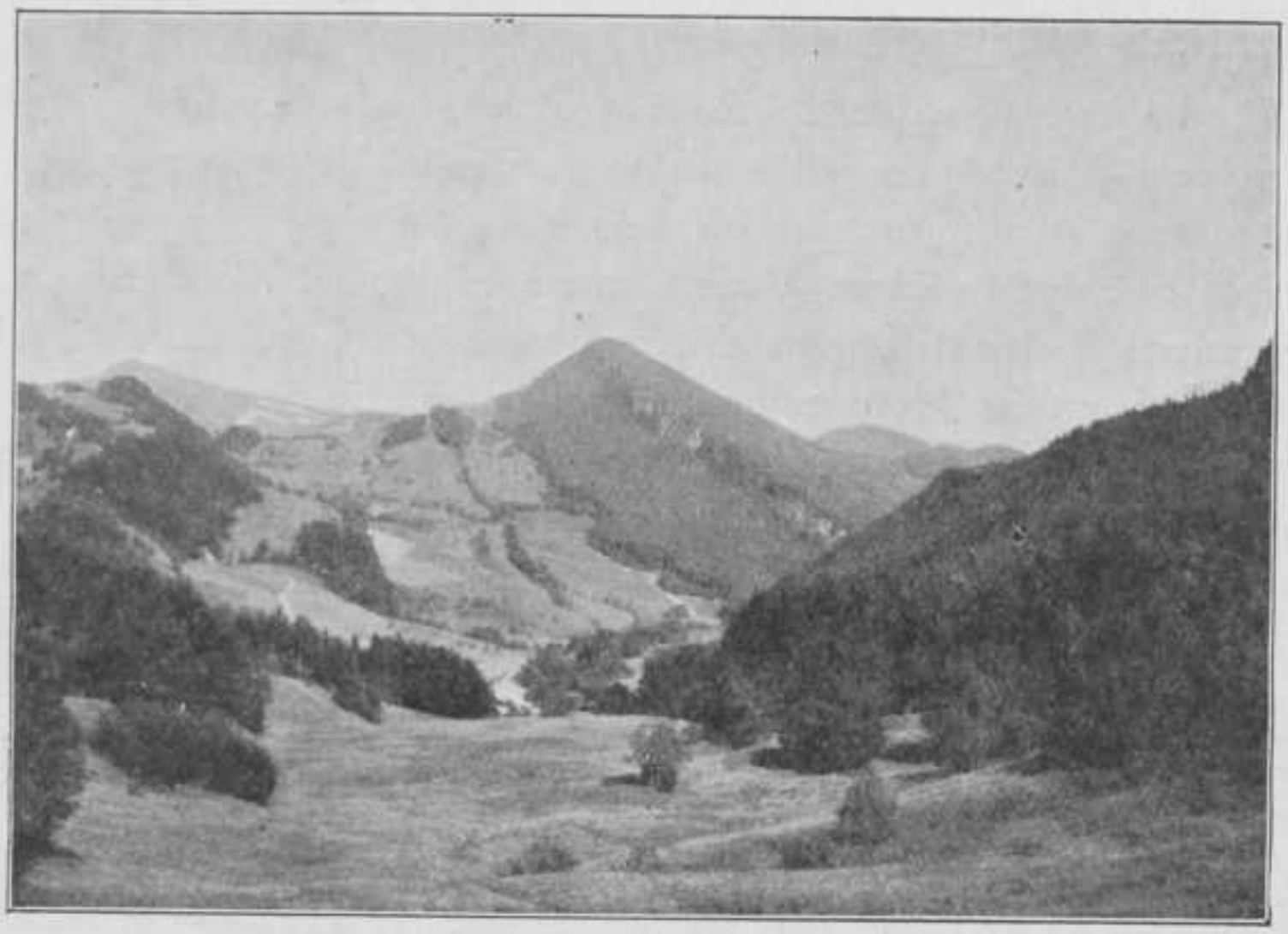


Fig. 3.
„Combes" en „fluhs" in de Ketenjura.

De depressies in de zachtere gesteenten tusschen de fluhs noemt men „combes" of vleugeldalen. Deze zijn gekenmerkt door Alpenweiden.

Het is deze afwisseling van harde en zachte lagen, die in de Jura zoo vaak de oorzaak is van omkeering van het relief. Zoo zien we op het bovenste profiel eene combe in den keuperkern van den Farisberg, terwijl de Hauptrogenstein uit de syncline de hoogste toppen vormt. Op het onderste profiel vormt de keuper van den Zuidelijken anticlinaalvleugel van den Edlisberg eene combe, en weer is het de Hauptrogenstein van den Noordelijken synclinaalvleugel, die een fluh vormt.

---

[1]) Bijv. Rehhag en Bölchen.

Vierde dag. Woensdag 31 Augustus.

Ketenjura.

Per trein van Bazel naar Courrendlin. Vertrek Bazel 6.40. Aankomst Courrendlin 8.24. Proviand meenemen. Koffers doorsturen van Courrendlin naar Moutier.

Bij Courrendlin (444) erratische blokken; hier het einde van den diluvialen Rhônegletscher, die uit het Zuiden door de Cluse van Moutier binnen drong, maar het Delémontbekken niet bereikte.

Wandeling langs de Birs door de Cluse van Moutier. Fluhs. Combes. Middel ter oriënteering: „Fluhs" bestaan meestal uit rotskransen of zijn met bosch bedekt; „Combes" vormen grasrandjes of Alpenweiden. Voornaamste Fluhs: 1. Kimmeridge en Séquanien; 2. Hauptrogenstein; voornaamste Combes: Argovien tusschen 1 en 2; Homomyen-mergel, die 2 in een onderste en bovenste helft verdeelt. Verklaring van den interessanten loop der Birs. Verweeringsnissen. Tusschen de Tertiairbekkens van Delémont en Moutier passeeren we twee ketens: Vellerat- en Raimeuxketen. De eerste in het zadel van Choindez. Na een paar kleine zadels (Kimmeridge) als voorloopers der Velleratketen volgt diens Noordvleugel: Kimmeridge, Séquanien, Rauracien (koraalkalk), Oxford, verschillende lagen van het Bathonien, eindelijk Bajocien. Bij station Choindez (467) groeve in koraalkalk met Diceras en Nerinea. In Choindez hoogoven (boonerts van Delémont).

Ten Zuiden van Choindez groeve in Doggermergel met Ostrea acuminata Sow. Daarna in den Zuidvleugel der Velleratketen de even genoemde Jurazones in omgekeerde volgorde. Dan volgt de trog der Verrerie (480), zich naar het Oosten verbreedend tot het Tertiairbekken van Rebeuvelier, naar het Westen in de smalle en diepe Combe Pierre overgaand, doordat de Raimeuxketen zich hier dadelijk aansluit. De Noordvleugel dezer keten begint met Séquanien en Rauracien in het smalle dal vóór La Garde (482); daarna links de Combe Chopin en verder links een mooi zadel in Hauptrogenstein. De Raimeuxketen vormt geen enkelvoudig zadel, maar vier nevenzadels; daardoor blijven we tot na La Roche (503) voortdurend in Dogger (Hauptrogenstein en Bajocien), terwijl in de kern van het zadel van La Roche zelfs Lias

(Gryphitenkalk) en Keuper (Gips) ontbloot zijn (evenwel slecht ontsloten). Daarna weer Hauptrogenstein en Oxford (Combe). In den Zuidvleugel volgt verder weer Rauracien, Séquanien (Verenakalk) en Kimmeridge (Combe du Pont), eindelijk het laatste zadel der Raimeuxketen, prachtig zichtbaar in de nu volgende eigenlijke Cluse van Moutier: Florigemmalagen, Midden- en Boven-Séquanien (oölitisch) en tot slot de Boven-Kimmeridge (dichte, gele kalksteen). De bij den uitgang der Cluse aanwezige eoceene lagen: boonerts en zoetwaterkalk met Limnaea longiscata zijn niet ontsloten. Uit de cluse treden we in het tertiairbekken van Moutier (532).

Het bekken van Moutier bestaat uit:

Plistoceen:	Moraine en grint.
Mioceen:	Molasse Lausannienne.
Oligoceen:	Delsberger kalk.
	Delémontien (bonte mergel met gips).
	Molasse Alsacienne.
Eoceen:	Zoetwaterkalk van Moutier.
	Boonertsformatie (Bolus met Boonerts).

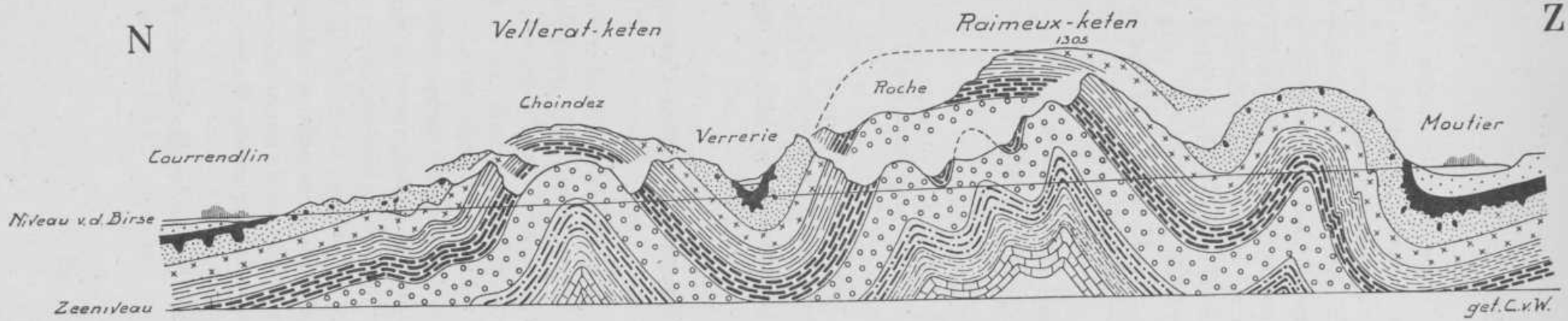
Avondeten en overnachten te Moutier, in Hôtel „Suisse" („Schweizerhof").

Noord—Zuid-profiel door de Ketenjura tusschen Courrendlin en Moutier.

Vergelijken we dit profiel met de twee profielen door het Hauensteingebied bij Waldenburg, dan valt onmiddellijk de rustige bouw op. De reden hiervan is, dat we ons niet meer tegenover het Schwarzwald bevinden, doch tegenover de Rijnslenk. In de Rijnslenk golft de branding, langzaam uitloopend, naar binnen; er is minder stuwing en minder opheffing. De jongere lagen, die in het Hauensteingebied òf reeds een prooi der erosie geworden zijn, òf in de overschuivingen werden uitgewalsd, zijn hier nog in de troggen bewaard gebleven. Zoowel bij de Verrerie, als in het bekken van Moutier troffen we eoceen aan, hetgeen een continentale afzetting is, een soort terrasvorming, discordant op de geplooide ondergrond liggende, met boonerts afgezet in zakvormige holtes in de kalk.

De Raimeuxketen is in zekeren zin het verlengde van de Passwangketen.

NOORD–ZUID PROFIEL DOOR DE KETENJURA TUSSCHEN COURRENDLIN EN MOUTIER.



Kwartair.

Tertiair.

Oligoceen.

Eoceen.

Jura.

Malm.

Kimmeridgeen.

Séquanien.

Rauracien.
Argovien.

Oxfordien.

Dogger.

Lias.

Trias.

Keuper.

Muschelkalk.

Lengte- en hoogteschaal 1 : 25000.

0 1 2 3 K.M.

Fig. 4.

Vijfde dag. Donderdag 1 September.

Ketenjura (Weissensteinketen).

Per trein van Moutier naar Gänsbrunnen (722). Vertrek Moutier 7.30. Aankomst Gänsbrunnen 7.52. Proviand meenemen. Koffers doorsturen naar Solothurn.

Van het station naar de Cluse van Gänsbrunnen, waarin de Raus het buitenste deel van den Zuidvleugel der Graiteryketen doorsnijdt. Zadel van Hauptrogenstein; duidelijke vertikale verschuiving in de cluse. Dan naar Gänsbrunnen (langs Gasthof Rössli) in den trog tusschen Graitery- en Weissensteinketen; vandaar beklimming van den Noordvleugel dezer keten langs de Rüschgraben. De lagen zijn gekanteld. Groote bergstortingen. In Kleinkessel kern van het Noordelijke zadel van de Weissensteinketen (Stahlfluhzadelä; steil staande lagen van Kimmeridge-Bajocien. In den Rüschgraben 2 erratische blokken van Arollagneis op 945 en 975 M. hoogte, daar gedeponeerd door den Rhône-gletscher in den Riss-ijstijd. (Het ijs omgaf den Weissenstein tot op 1140 M. hoogte als een 35 K.M. breede nunatak).

Vervolgens beklimming van den Hasematt, waarvan de top gevormd wordt door de harde lagen van het Séquanien-Kimmeridge. We bevinden ons op den Zuidvleugel van de Weissenstein-anticline. De lagen hellen hier 30 graden naar het Noorden. Van de Hasematt (1477) begeven wij ons naar het Kurhaus Weissenstein (1287) en doorkruisen de combe van het Argovien, dat hier met den Hauptrogenstein de kern van de Weissenstein-anticline vormt. We volgen dan het Argovien van den Noordvleugel en bereiken het Kurhaus dat op den Hauptrogenstein van den Noordelijken vleugel der Weissenstein-anticline gebouwd is.

Avondeten en overnachten in Kurhaus „Weissenstein" (1287).

Zesde dag. Vrijdag 2 September.

Ketenjura (Weissensteinketen).

Opmarsch 8 uur.

Van Kurhaus Weissenstein (1287) in de richting der zadelas naar Rötifluh (1398). Op den top panorama. Prachtig zadel van Hauptrogenstein, de oudere lagen der kern schaalvormig omsluitend: Bajocien, Lias, Keuper, Schelpkalk (Trigonodusdolomiet en Anhydrietgroep-mergel met gips). Vandaar naar het Kurhaus Ober-Balmberg (1060); onderweg nog profielen in Bo-

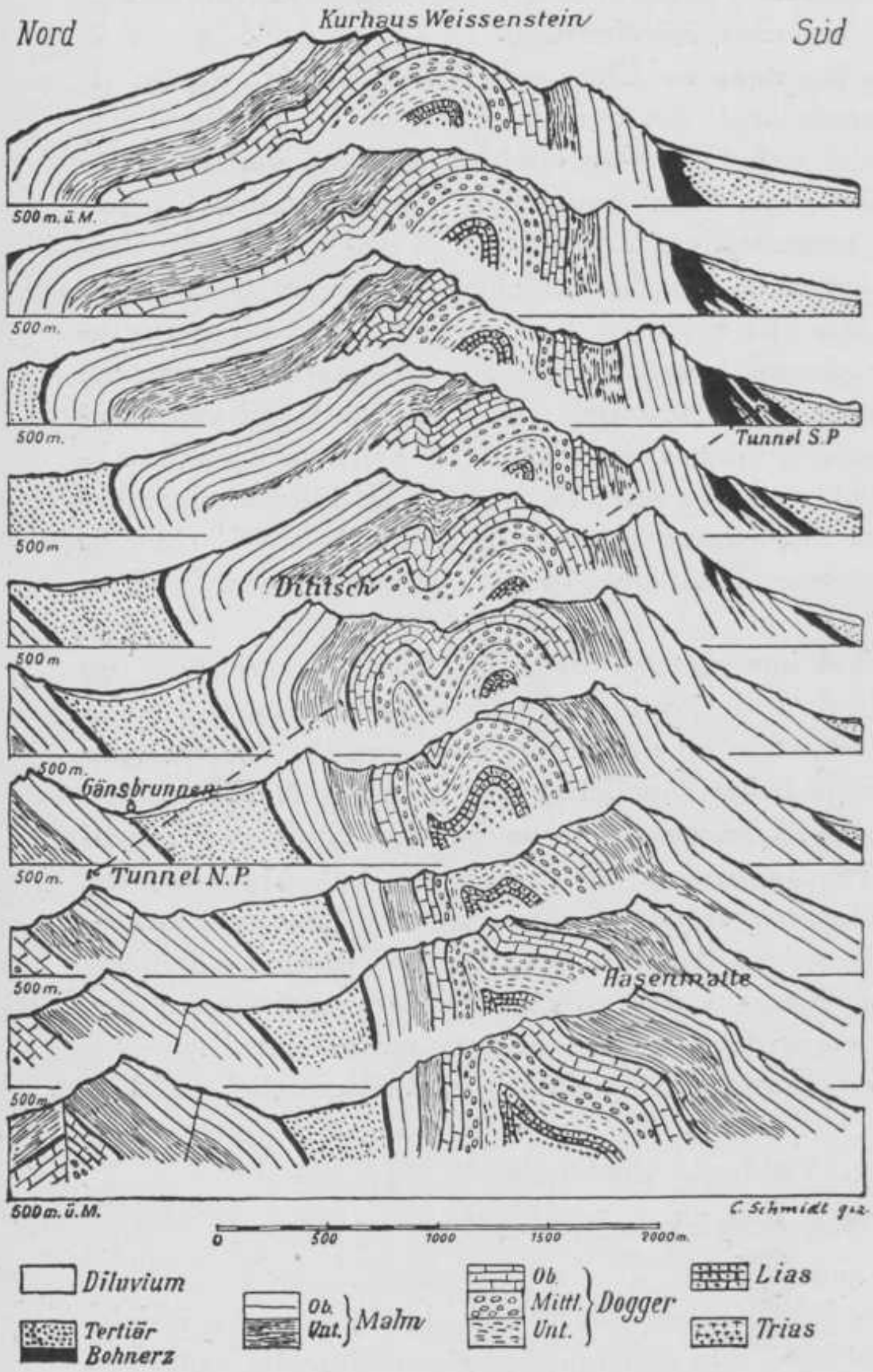

Geologische Profilserie durch den Weissenstein.
aufgenommen von Aug. Buxtorf (1906)
Nord
Süd
Kurhaus Weissenstein
500 m. ü. M.
500 m.
Tunnel S.P
Dititsch
Gänsbrunnen
Tunnel N.P.
Hasenmatte
500 m. ü. M.
C. Schmidt gez.
0 500 1000 1500 2000 m.
Röthifluh 1398
Kurhaus Weissenstein
Hint. Weissenstein
Dititsch 1173
Gänsbrunnen
Axe der Röthifluhfalte
Stadtfluhfalte
Hasenmatt
Althüsli
Diluvium
Tertiär Bohnerz
Ob. Unt. Malm
Ob. Mittl. Unt. Dogger
Lias
Trias

Fig. 5.

ven-Dogger van den Noordvleugel der keten met talrijke fossielen, vooral in Homomyenmergel en Macrocephaluslagen.

Lunch in Kurhaus Ober-Balmberg.

Van Ober-Balmberg naar Solothurn (436). Eerst naar een gipsgroeve in Schelpkalk. Daarna langs den weg, in den Zuidvleugel der Weissenstein-keten nogmaals alle lagen van Schelpkalk tot Kimmeridge.

Zuidelijk van den Balmfluh, in het bed der beek tusschen Säget en Dählen een profiel in zandsteen en bonte mergels van het Délémontien, met helling Noordwaarts, onder de vlak bijzijnde Kimmeridgelagen. Daaruit blijkt volgens Buxtorf de onderschuiving van het tertiair onder den Zuidvleugel van de Weissenstein-keten. Vandaar naar beneden door moraines van den Rhônegletscher uit den Würm-ijstijd. Daarna bezoek aan een groeve in „Solothurner marmer" (Kimmeridgekalk met veel Nerineën) met prachtig bewaarde geschaafde en gekraste oppervlakte (Gletscherbodem uit den Würm-ijstijd).

Naar Solothurn te voet of per tram.

Avondeten en overnachten aldaar in Hôtel „Métropole".

Geologische Profilserie durch den Weissenstein

De Weissensteinketen is de Zuidelijkste en tevens de hoogste Juraketen. Zeer steil rijst de Weissenstein uit het molasseland op. In tegenstelling met wat we verder Oostwaarts gezien hebben, is het hier de Zuidelijkste keten, die het sterkst en hoogst geplooid is. Aan de Zuidzijde is de plooi zelfs ten deele door de molasse onderschoven.

De Weissensteinplooi is zeer steil. Het is zelfs min of meer een waaierplooi. Dergelijke plooien wijzen dikwijls op „Abscherung". Het Juragebergte is inderdaad ontstaan door opperhuids- of epidermisplooiing. De zachtere lagen in den schelpkalk deden hierbij dienst als glijlaag.

Eene complicatie in den bouw van den Weissenstein wordt veroorzaakt, doordat de plooi eigenlijk uit twee anticlines bestaat. Hiervan is er ééne steeds ondergeschikt aan de andere, en slechts over een betrekkelijk korten afstand in het gebied tusschen Hasenmatt en Kurhaus Weissenstein zijn zij gelijkwaardig. Hier nemen zij elkaars rol over. In het Oosten overheerscht de Zuidelijke anticline, de Röthifluh, terwijl de Noordelijke anticline langzamerhand verdwijnt. Deze, de Stahlfluh, overheerscht reeds bij den Hasenmatt.

Ten Noorden van den Weissenstein ligt het tertiairbekken van Gänsbrunnen, eene diepe noksyncline. Het scheidt den Weissensteinketen van den Graitéryketen. Bij het geven van eene prognose voor den tunnel-aanleg maakte men de fout, de diepte van dezen trog belangrijk te onderschatten. Men meende, dat de tunnel onder het tertiair zou doorloopen, doch dit is niet het geval.

Zevende dag. Zaterdag 3 September.

Halve rustdag.

Per trein van Solothurn over Olten naar Luzern (439).

Vertrek Solothurn 7.35. Aankomst Olten 8.05. Vertrek Olten 8.18. Aankomst Luzern 9.09.

Bezichtiging van den Gletschergarten. Lunch naar verkiezing. Luzern — over Zug — Thalwill (438) — Schwanden (525) naar Elm (962).

Vertrek Luzern 13.06. Aankomst Thalwill 13.54. Vertrek Thalwill 14.53. Aankomst Ziegelsbrücke 15.42. Koffers doorsturen naar Weesen. Vertrek Ziegelsbrücke 17.07. Aankomst Schwanden 17.51. Vertrek Schwanden 17.57. Aankomst Elm 18.52.

Avondeten en overnachten in Elm, Hôtel „Elmer".

Achtste dag. Zondag 4 September.

Glarner overschuiving (Segnespas).

Afmarsch 's morgens 5 uur. Proviand meenemen.

Van Elm (900) eerst door het uitgestrekte blokveld van de bergstorting van Elm (uit het jaar 1881), daarna door de Tschingelkloof naar den Tschingelalp. Het pad gaat door Flysch, die

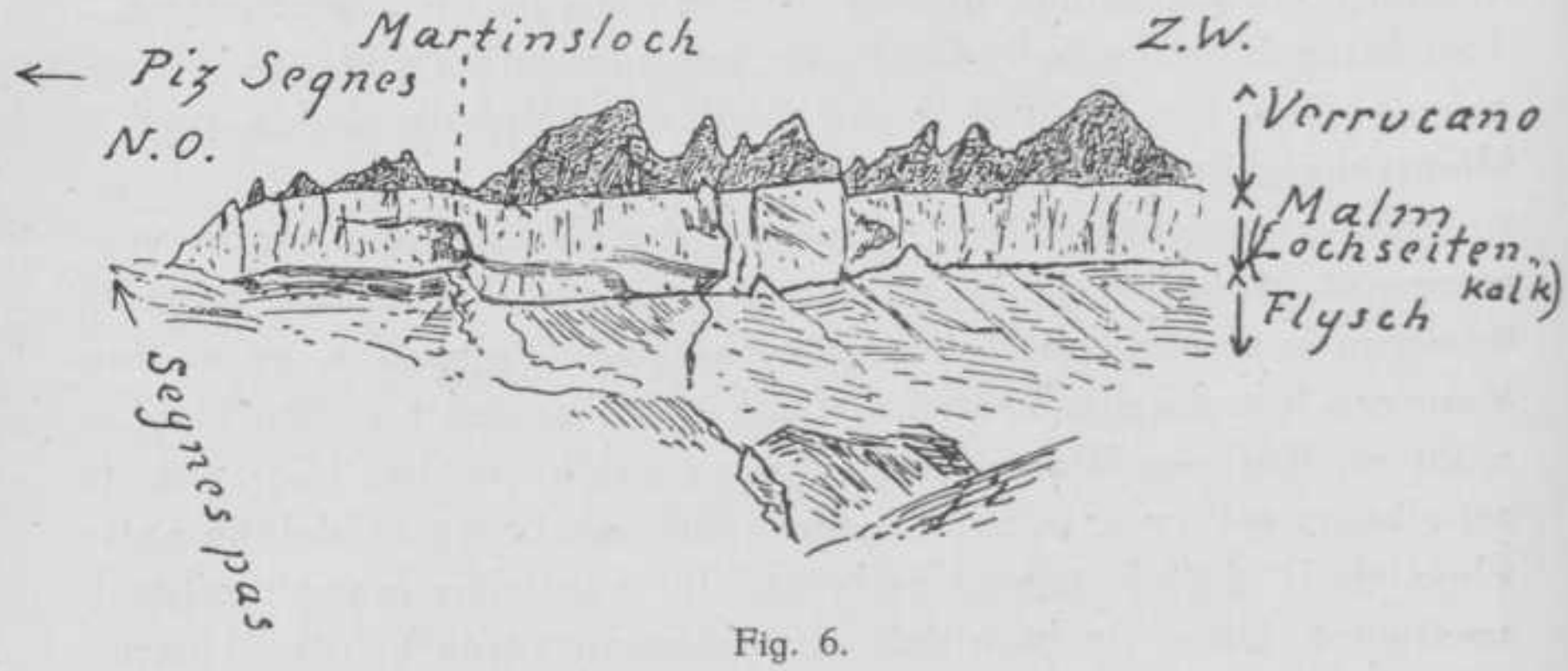


Fig. 6.

Het Martinsloch en de Tschingelhörner, gezien vanuit Elm.

in de kloof sterk geplooid en gestoord is. In de zwarte schalie zijn banken van zandsteen en kalksteen met Nummulieten ingesloten.

Steeds door Flysch tot den Segnespas (tusschen den Piz Segnes en de Tschingelhörner). De laatsten bestaan uit Verrucano, waaronder in omgekeerde volgorde Malm en dan Flysch. De

Fig. 7.

De Tschingelhörner, gezien vanaf de Segneshütte boven Flims.

Het donkere gesteente, dat de toppen vormt, is verrucano. Daaronder Malm en flysch. De Malm wordt steeds dikker, des te verder men zuidwaarts komt. De geheele voorgrond bestaat uit Malm. - Het Martinsloch is met × aangeduid. - Het bekken op den voorgrond rechts, dat eens een meer bevatte, is afgedamd door de bergstortingsmassa, die van den nog meer rechts gelegen Flimserstein is gekomen.

Malm is sterk uitgewalst tot Lochseitenkalk. Flarden van Flysch zijn wigvormig in den Malm ingeklemd; waar één van die Flyschwiggen doorsneden wordt door een verschuiving, is door het afbrokkelen van den Flysch het Martinsloch (2636) ontstaan. De Verrucano vormt de kern van het Glarner dekblad.

Over den Segnespas (2625) naar Flims (2391). Van hier panorama over Piz Segnes, de Tschingelhörner en de noordelijke voortzetting van het Glarner dekblad in de richting van den Glärnisch en den Mürtschenstock. De Mörderhorn bestaat uit Flysch.

Van Flims naar Reichenau per Postauto. Vertrek 16.01. Vertrek

Reichenau 17.46. Aankomst Chur 18.00. Vertrek Chur 18.07. Aankomst Weesen 19.17.

Vanaf Walenstadt langs de Walensee met gezicht op de overschuiving van Säntis- over het Mürtschen-dekblad.

Avondeten en overnachten in Weesen, Hôtel „Speer".

Er zijn door de excursie twee punten bezocht, waar de beweging, die eens plaats had, op bijzonder suggestieve wijze tot onze verbeelding sprak. Dat waren de Segnespas en de waterval nabij Betlis.

De Segnespas is klassiek. Het is het punt, waar men het feit en de grootte der bewegingen leerde inzien. Hier was het, dat Escher von der Linth voor het eerst opmerkte, dat „groote deelen der aardkorst zich over elkander bewogen hadden". En het is wel een punt, bij uitnemendheid geschikt, om tot dit inzicht te komen. De intense verbrokkeling en uitwalsing der Lochseitenkalk, de verkneding van deze kalk met de flysch en de prachtige druksplijting in de flysch getuigen wel zeer levendig van de geweldigheid dezer bewegingen.

Negende dag. Maandag 5 September.

Fig. 8.
De overschuiving van het Säntisdekblad over flysch bij den waterval van Betlis.

Walensee. Overschuiving van het Säntisdekblad over het Mürtschendekblad.

Opmarsch 's morgens 8 uur. Proviand meenemen. Koffers in het hôtel achterlaten.

Van Weesen langs den Noordoever van de Walensee naar Betlis.

Groeve in Seewerkalk van het Mürtschendekblad bij Fli. Trog in het Säntisdekblad.

Stratigraphie: Valanginien, Hauterivien en Barrémien (Schrattenkalk), langs beide vleugels van den trog. Bij Gänsenstad stratigraphie van het Mürtschendekblad: Barrémien en Turoon, Schrattenkalk met Orbitolinenmergels en oesterbanken aan den basis. Over Betlis naar een waterval, die neerstort over het contact van Säntis- en Mürtschendekblad. Valanginienkalk van het Säntisdekblad rustend op eoceenen Flysch van het Mürtschendekblad. Sterke verdrukking en ombuiging van Flyschschalies nabij het overschuivingscontact.

Terug naar Betlis en van daar, stijgend langs den Zuidoostvleugel van den trog in het Säntisdekblad, naar Amden (876).

Avondeten en overnachten te Amden, Hôtel-Kurhaus „Bellevue".

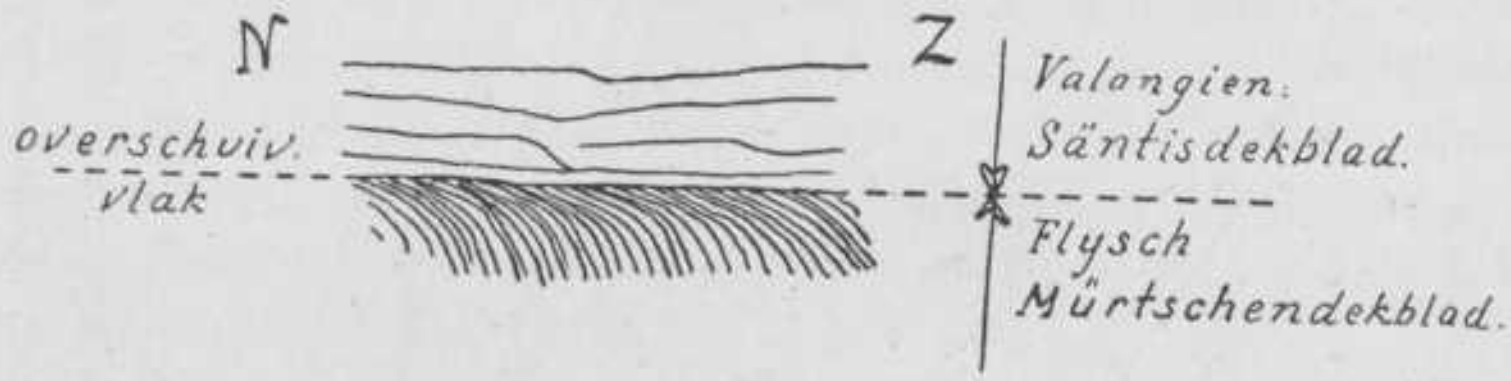


Fig. 9.

Het overschuivingsvlak van het Säntisdekblad is messcherp. De flysch er onder vertoont sleuringsverschijnselen (Arn. Heim zegt „Schleppung") en de druksplijting, hierdoor veroorzaakt, zien we nabij het overschuivingsvlak steeds meer ombuigen. Zij wijst op eene noordelijke bewegingsrichting.

Tiende dag. Dinsdag 6 September.

Mattstock.

Opmarsch 's morgens 7.30 uur. Proviand meenemen.

Van Amden naar den Mattstock. Deze bestaat uit een centralen Schrattenkalktrog; het Zuidoostelijke deel wordt gevormd door een zadel, waarvan de Valanginienkern ontbloot is. Het Noordwestelijke deel is over de Molasse geschoven.

Van Amden naar de Zuidoostzijde van den Mattstock. Uitwiggen van lagen in den Zuidvleugel van het Zuidoostelijke zadel, als gevolg van den sterken druk. Aan het Oostelijke einde van

den Mattstock fraaie verschijnselen van tectonische blokvorming, doordat hier de Zuidvleugel bovendien nog uit elkaar is getrokken. Duidelijke dynamometamorphose in de sterk uitgewalste gesteenten.

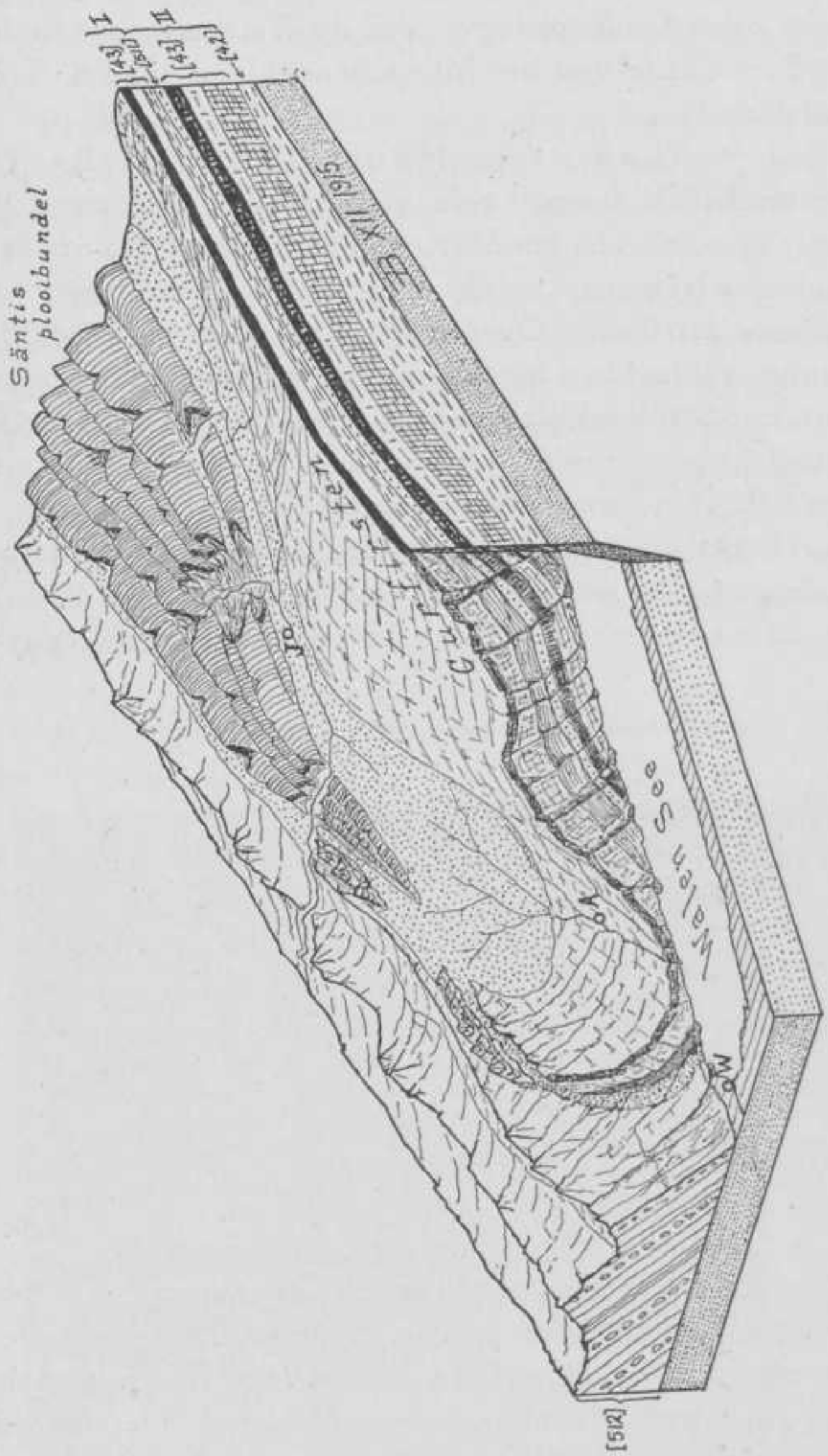


Fig. 10.

Blokdiagram van den Säntisplooibundel.

Overgenomen uit: Escher, „Gedaanteverwisselingen onzer Aarde," W. B. 326.

De Noordzijde van den Mattstock bestaat uit een steilen wand, waarin van boven naar beneden zichtbaar zijn: Schrattenkalk, Kiezelkalk (Hauterivien) en Valanginienkalk, hellend

SCHEMATISCH PROFIEL VAN DEN SPEER TOT DEN FLIMSERSTEIN.

N. N. W. Z. Z. O.

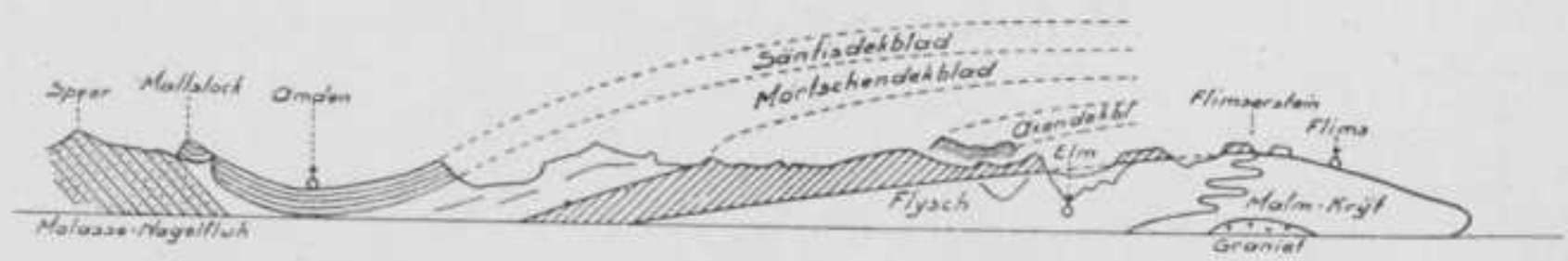


Fig. 11.

naar het Zuidoosten. Het contact van den sterk uitgewalsten middenvleugel met de Molasse van het voorland der Alpen is duidelijk zichtbaar bij den Matthöhe.

Bij Brunnenegg rust Valanginien op Flysch en men ziet dus, dat de Mattstock een volkomen geïsoleerd massief is, als een f a t o e op te vatten. Aan alle zijden rust zijn Krijt op Molasse of op Flysch, dus op het Tertiair.

Langs het dal van den Flibach naar Weesen.

Avondeten en overnachten in Weesen, Hötel „Speer".

Rechts, op fig. 11, is nog iets van het Aarmassief te zien. Overigens behoeft de figuur weinig toelichting. Zij toont ons de successie der Helvetische dekbladen: Glarnerdekblad, Mürtschendekblad, Säntisdekblad. Allen duiken ze in Noordwaartsche richting. Prachtig konden wij ze zoo van den Noordoever naar de Walensee op ons toe zien hellen. En tenslotte branden de bovenste dekbladen tegen de molasse (zie fig. 10).

Wij hebben hier met twee helvetische dekbladen te doen: het Mürtschendekblad (onder-helvetisch) en het Säntisdekblad (bovenhelvetisch). Zij verschillen sterk in dikte en facies, gelijk ook uit achterstaande tabel blijkt. (Zie volgende bldz.).

Het onderste dekblad, dat het Noordelijkste lag, is natuurlijk het minst dikke en het meest neritische. Verder zijn er oudere gesteenten in meegekomen, dan in het Säntisdekblad, want des te verder de helvetische dekbladen getransporteerd zijn, des te meer is er van de oudere kern afgewreven. Het Säntisdekblad is over de basis gegleden en er komen dus slechts cretaceïsche gesteenten in voor.

Niet alleen, dat het Säntisdekblad een grooteren afstand heeft afgelegd dan het Mürtschendekblad; het heeft het Mürtschendekblad ingehaald en zijn front is nog voorbij het Mürtschenfront geschoven. Daarbij zijn nog eenige brokken van het uitgewalsde

PROFIEL NOORDOEVER VAN DE WALENSEE.

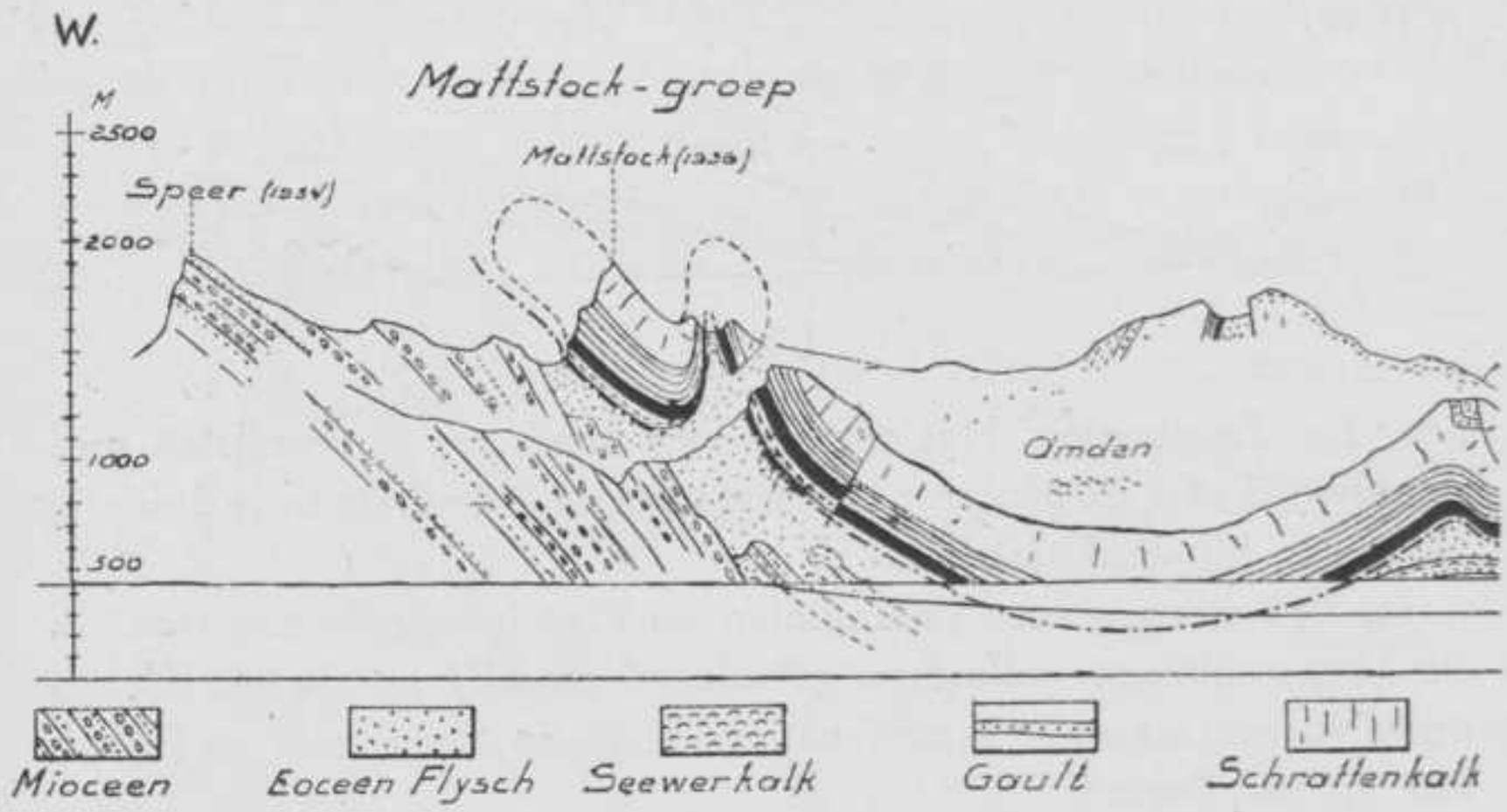


Fig. 12.

Stratigrafie van het Säntis- en Mürtschendekblad.

Säntisdekblad. Totale dikte van het krijt (excl. Berriasien) 1100 M.

- Wildflysch.
- Senoonmergel.
- Seewerkalk en Seewerschiefer.
- Turrilitenlagen (*arm* aan fossielen).
- Albien.
- Brisislagen.
- Schrattenkalk.
- Drusberglagen (*arm* aan fossielen; *mergelig*).
- Kiezelkalk.
- Valangienkalk (lichtgrijs; öolithisch).
- Valangienmergel.
- (Oerlikalk is *niet* aanwezig).

Mürtschendekblad Totale dikte van het krijt (excl. Berriassien) 350 M.

- Stadschiefer } Eoceen.
- Assilinen groenzand } Eoceen.
- (*geen* Senoon).
- Seewerkalk.
- Turrilitenlagen (*rijk* aan fossielen).
- Albien.
- (*geen* Brisislagen).
- Schratsenkalk.
- Drusberglagen (*kalkig*, litorale facies met *oesterbanken*).
- Kiezelkalk.
- Valangienkalk (bruine Echinodermenkalk).
- (Valangienmergel *niet* aanwezig).
- Oerlikalk.

PROFIEL NOORDOEVER VAN DE WALENSEE.

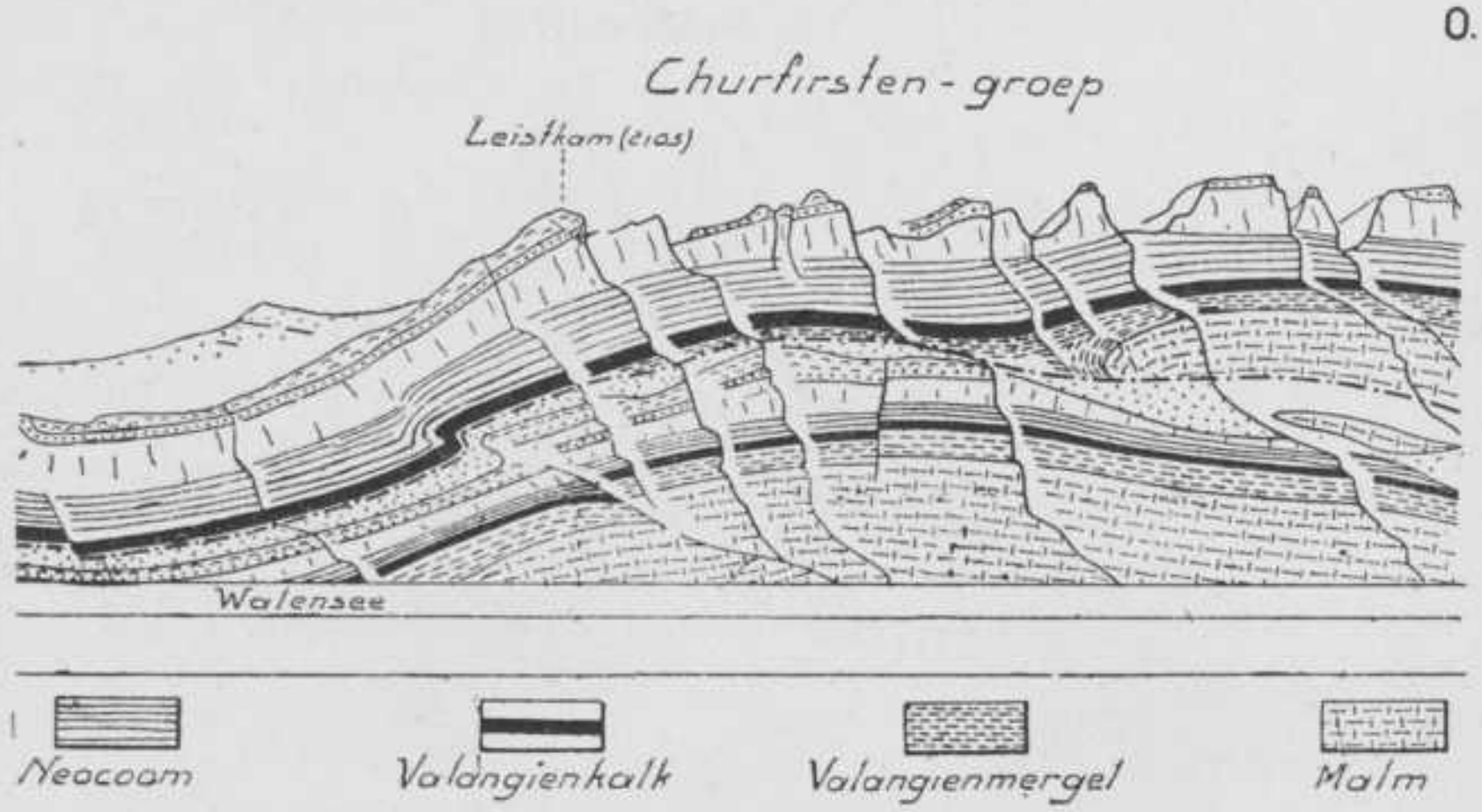


Fig. 12.

front van het onderste dekblad meegesleurd, die we nu als muizen in de flysch vlak bij Weesen konden zien.

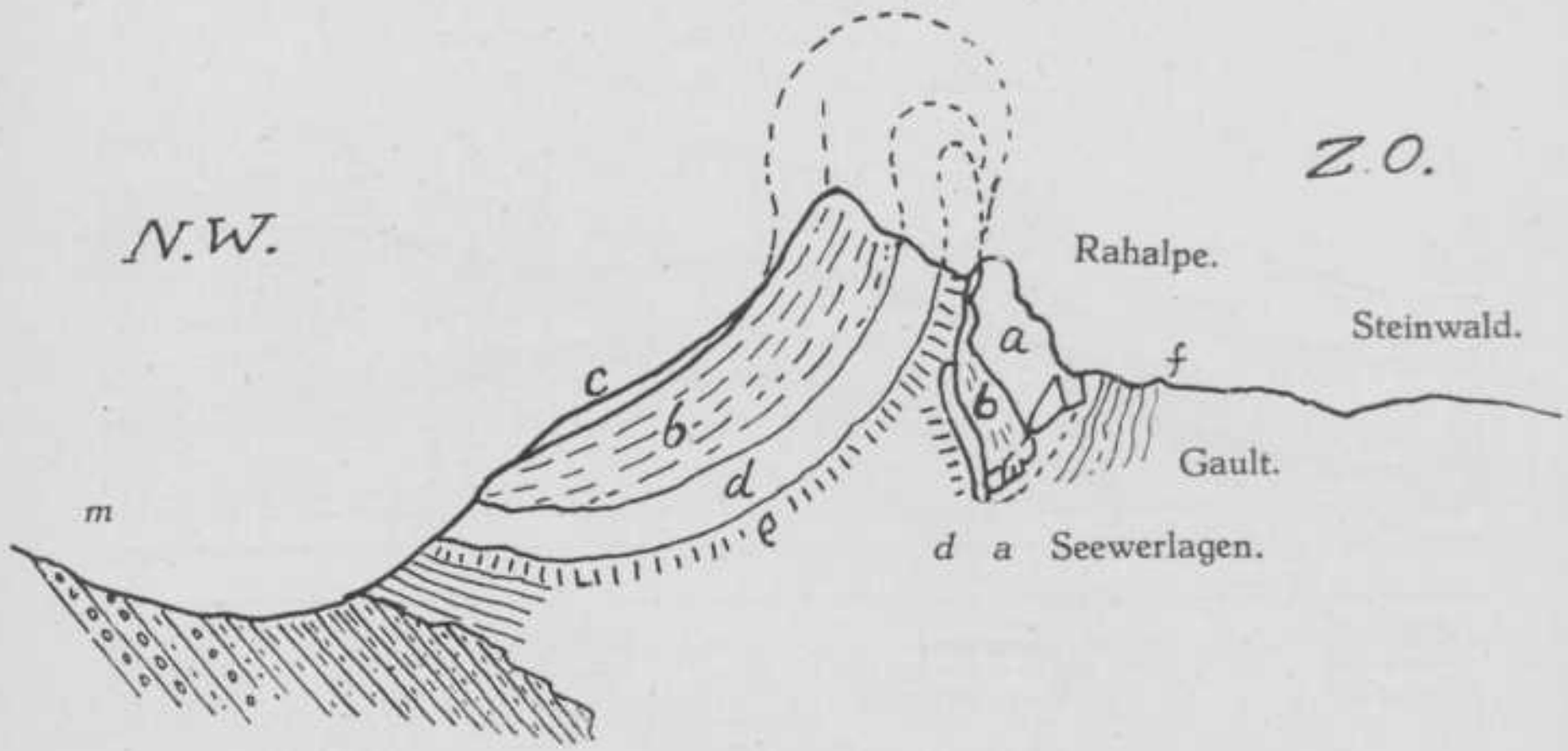
Waarschijnlijk is ook bij deze beweging de molasse steil geplooid. Bij dit schuiven op de molasse is de brandingsgolf opgewipt, is in zichzelf gaan plooien, heeft een knik gekregen en vormt nu een zeer steile anticline en syncline met ten deele uitgewalsde vleugels. Door den ongelijken weerstand van de molasse is de voorwaartsche beweging ook niet gelijkmatig geweest. Deelen van de brandingsketen zijn meer achtergebleven, en de daardoor veroorzaakte spanningen zijn opgelost in dwarsverschuivingen, waarvan o.a. de vreemde berg achter Amden het resultaat is. Het achterblijven van deelen ervan is een typische eigenschap van den brandingsketen, en verleent hem zijn onregelmatig uiterlijk.

De Mattstockkam zelve vormt topographisch ook een gebogen lijn, doordat eerst de Noordvleugel van de syncline de hoogste verheffing is en deze rol later door den Zuidvleugel overgenomen wordt.

Overigens zij hier nog eens de aandacht gevestigd op het typisch helvetische beeld, dat we hier zien. Eene schijnbaar concordante en zeer eenvoudige serie; geene middenvleugels; de dekbladen gescheiden door flysch. Een oppervlakkig toeschouwer, staande aan den Zuidoever van de Walensee, zou op het eerste gezicht niet vermoeden, dat hier zulke groote bewegingen hebben plaats gehad.

PROFIEL DOOR DEN MATTSTOCK-KETEN.

Rahberg (1726)



a = Schrattenkalk. b = Kieselkalk. c = Drusberglagen. d = Valanginienkalk.
e = Valanginienmergel. f = Flysch. m = Molasse-nagelfluh.

Fig. 13.

Het profiel vertoont ons in detail de opgewipte en geknikte brandingsgolf, en in het bijzonder de uitgewalsde Z.-vleugel der anticline. We zien, dat de harde lagen meer weerstand geboden hebben dan de zachtere lagen, die uitgewalsd zijn, terwijl de harde lagen gebroken zijn en zoo is een nogal ingewikkelde „Quetschzone" ontstaan, waarin het verband vrijwel geheel verbroken is.

Elfde dag. Woensdag 7 September.

Vierwaldstätter Meer.

Per trein van Weesen naar Brunnen. Vertrek Weesen 6.51. Aankomst Thalwill 8.20. Vertrek Thalwill 8.49. Aankomst Brunnen 9.47. Koffers naar het Hôtel „Eden".

Langs de Axenstrasse naar Fluëlen. Lunch in Fluëlen. Per boot van Fluëlen naar Brunnen. Vertrek Fluëlen 15.28. Aankomst Brunnen 16.18.

Van de boot gezicht op het profiel langs de Axenstrasse. Het bestaat uit drie gedeelten:

1. Van Fluëlen naar Gruontal: autochthoon Eoceen.

2. Van Gruontal naar Sisikon: plooien van het onderste Helvetische blad (Axenblad), bij Axenmättli door ingeklemd Eoceen gescheiden in een noordelijke en zuidelijke lob, met kern van Malm. In de Noordelijke lob zijn vooral de Schratten-

PROFIELEN VAN DE OEVERS VAN HET URNER MEER.

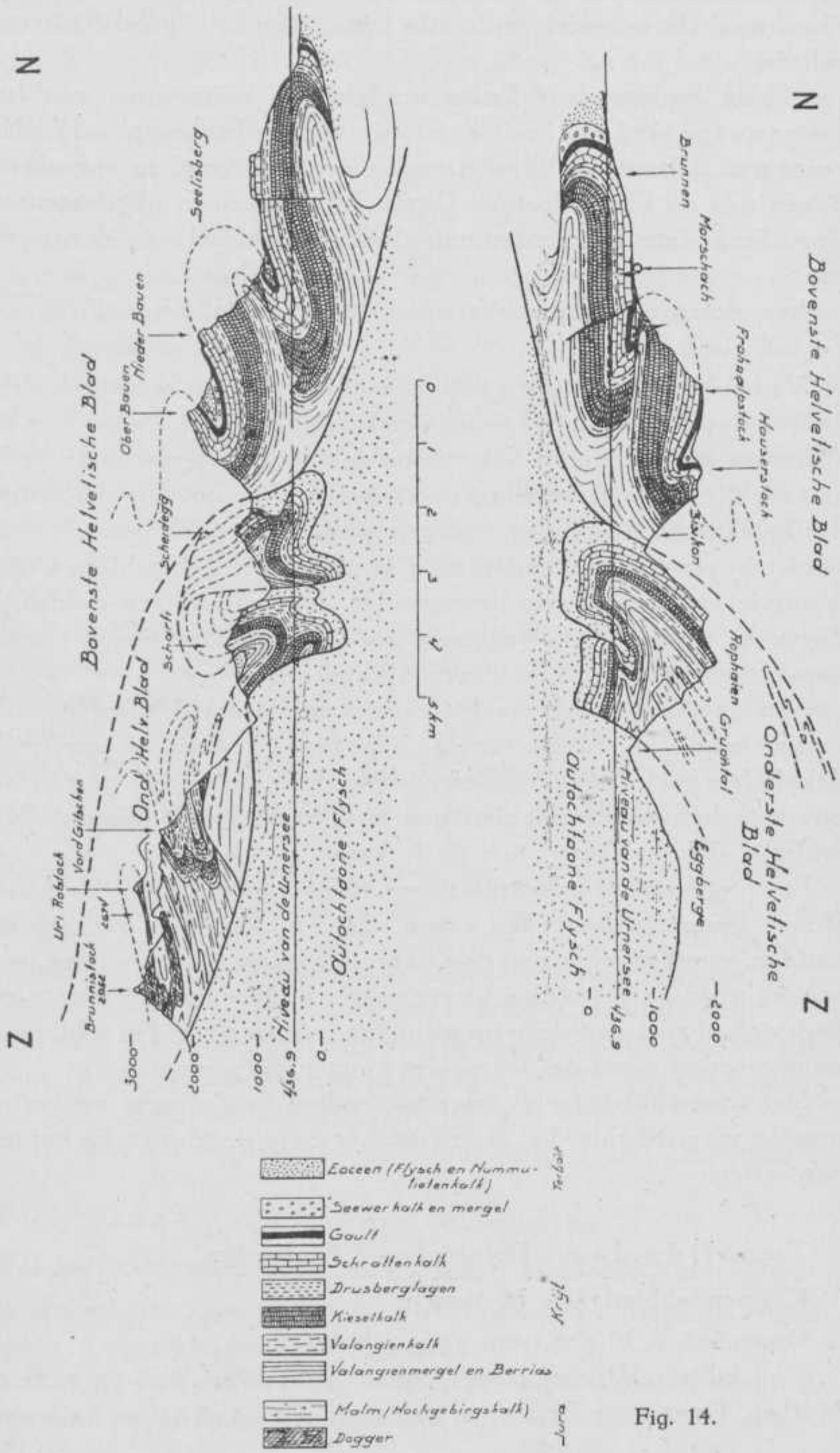


Fig. 14.

kiezelkalklagen duidelijk; nà het Tertiair in de Zuidelijke lob zijn vooral de intensief geplooide lagen van het Onder-Krijt opvallend.

3. Van Sisikon naar Brunnen: liggende krijtplooien van het bovenste Helvetische blad (Bauen-Frohnalpblad). Niveaus van Schrattenkalk en Kiezelkalk vooral goed te vervolgen. Boven aan de Frohnalpstock Gault. Bij Morschach plooiverschuiving. Frappante overeenstemming met het profiel aan den overkant.

Avondeten en overnachten te Brunnen, Hôtel „Eden".

We hebben hier met een onder- en een bovenste helvetisch dekblad te doen, maar het zijn niet dezelfde dekbladen, die we aan de Walensee aantroffen. De helvetische dekbladen wiggen in de strekkingsrichting uit en vervangen elkaar en daarom zijn de namen der helvetische dekbladen doorgaans een plaatselijk iets.

Het boven-helvetische dekblad is gebroken; het achterste deel is nog iets over het front heengereden. Dikwijls krijgen dergelijke digitaties, indien de bewegingen iets grootere afmetingen aangenomen hebben, weer een afzonderlijken naam.

Aan de Axenstrasse maakten we voor de eerste maal met de berrias kennis, die tot nu toe de glijlaag was geweest, waarover de dekbladen gegleden waren, en die om deze reden ook nog in het bovenste helvetische dekblad aan de Axenstrasse ontbreekt. Het onderste dekblad bevat jura in de kern.

Prachtig waren de druksplijtingen, die we langs de geheele Axenstrasse gezien hebben. We zagen, dat ze allen dezelfde richting hadden, onafhankelijk van den stand der lagen. Zij waren een aanwijzing voor de geweldige bewegingen, die hier hadden plaats gehad, ook al zou men deze op sommige punten door den schijnbaar ongestoorden stand der lagen niet kunnen vermoeden.

Het overschuivingsvlak, dat bij Sisikon in de lucht verdwijnt, zouden we pas achter het Aarmassief weer in de topografie kunnen aantreffen.

Twaalfde dag. Donderdag 8 September.

Klippendekblad (De Mythen).

Opmarsch 6.30 per tram naar Schwyz.

Van Hôtel „Weisses Rössli" door 't dorp het pad op naar de Mythen. Eerst door Eoceen, dat als glaukonietische num-

mulieten-kalk zichtbaar is bij Hof. Terrein bijna geheel bedekt met Malm-bergstorting; hier en daar de onderliggende Flysch duidelijk zichtbaar. Onderweg gezicht op de Mythen (afzetting van Malm en Krijt). Langs de Haslihut (1074) naar de Alp Holz: exotische Klippenlias met Belemnites paxillosus, Gryphea arcuata, ammonieten, enz.

Vandaar naar de Holzegg-herberg (1415). Rust. Dan beklimming van de groote Mythen (1902) langs den zigzag weg: eerst door Malm-kalk (Tithoon, witte koraal-kalk, arm aan organische resten — tusschen 8e en 16e bocht) daarna door Couches rouges. (Boven Krijt, met veel Inoceramus — 18e bocht — en foraminiferen; ook radiolarieten daartusschen; op den top panorama. Dan tweede ontbijt aldaar, in 't Wirtshaus S. A. C. 's Middags weder afdalen naar Holzegg en vandaar den weg nemen naar de Zwischenmythen (1356). Onderweg vele losse blokken van Malmkalk en Couches rouges.

Dan vast breccieuse Dogger, den weg langs het kruis (1441) vervolgende: Röthidolomiet, Rauchwacke en bij het afdalen Keupermergellagen met Schilfsandstein er tusschen.

Langs Diesenthal (949) terug naar Brunnen.

Avondeten en overnachten in Brunnen, Hôtel „Eden".

Dertiende dag. Vrijdag 9 September.

Rustdag.

Met de boot van Brunnen naar Luzern. Vertrek Brunnen 9.10. Aankomst Luzern 12.30. Lunch in Luzern Stationsrestaurant.

Per trein van Luzern over Interlaken naar Grindelwald. Vertrek Luzern 14.05. Aankomst Interlaken Ost 17.19. Vertrek Interlaken Ost 18.12. Aankomst Grindelwald 19.19.

Avondeten en overnachten in Grindelwald, Hôtel „Schönegg".

Veertiende dag. Zaterdag 10 September.

Unterer en Oberer Grindelwaldgletscher. Geplooid Autochthoon.

Opmarsch 's morgens 8 uur. Van Hôtel „Schönegg" (1057) naar den Unterer Grindelwaldgletscher.

Eerst naar de Lutschinenschlucht: interessante verschijnselen van erosie door water en ijs. Vandaar langs den rechteroever — aan de

Westzijde van den Mettenberg — naar boven. Eind- en zijmoraines van 1822 en 185. Rundhöcker-lnadschap „Glättende und splitternde Eis-erosion". Op naar Bäregg (1649) langs de liggende plooi van autochthone Malmkalk in gneis aan den Mettenberg. Van Bäregg naar Stieregg, het einde van de liggende plooi. Contact van Gneis met „Zwischenbildungen" (Verrucano, Dogger, Rötidolomiet). Onderweg prachtig gletscherpanorama.

Daarna terug naar Grindelwald. Lunch in Hôtel „Schönegg".

's Namiddags naar den Oberen Grindelwaldgletscher. Hier kunnen wij waarnemen, hoe deze gletscher in den laatsten tijd sterk in lengte is toegenomen en nog toeneemt. [1])

Dan terug naar Grindelwald. Avondeten en overnachten in Grindelwald. Hôtel „Schönegg".

LIGGENDE PLOOI VAN DEN WESTWAND VAN DEN METTENBERG.

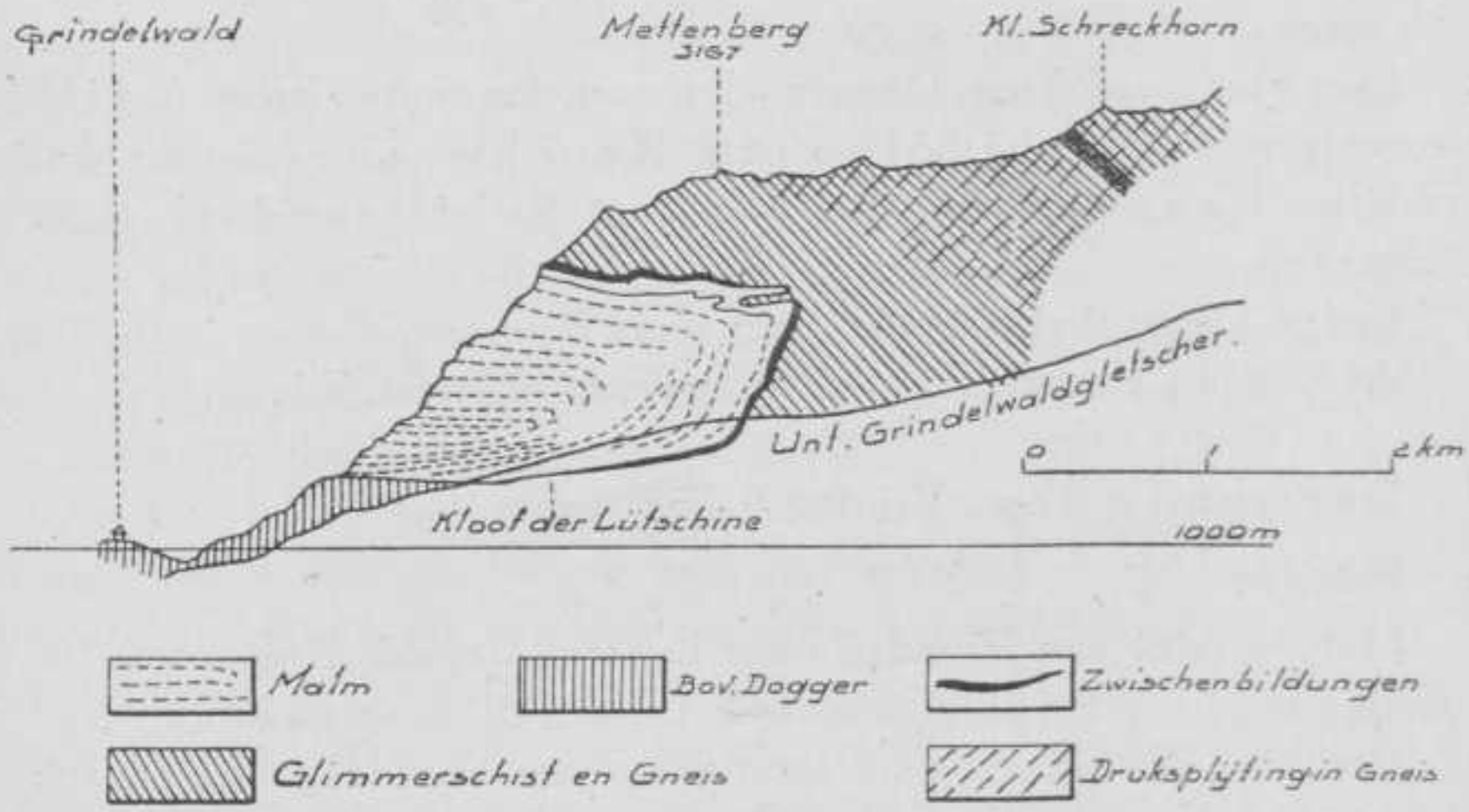


Fig. 15.

Het profiel toont ons het mechanisch contact van de gneizen van het Aarmassief met de autochtone sedimenten. Hier is het een liggende plooi, waarin nog meer of minder secundaire plooien voorkomen; elders, bijv. aan de Jungfrau, zijn Hochgebirgskalk en gneiss grillig met elkaar vertand. Dit is bijv. ook het geval bij de Engelhörner ten O. van het Wetterhorn.

---

[1]) Zoo juist weer sterk in lengte afgenomen.

De Hochgebirgskalk vertoont weliswaar eenige verandering nabij dit contact, maar het is eene dislocatiemetamorfose en allerminst eene contactmetamorfose. Behalve de elders bewezen prae-mesozoïsche ouderdom van de gneiss, — die frappant op de overeenkomstige Schwarzwaldgesteenten gelijkt, — sluit ook eene beschou-

Fig. 16.
Liggende plooi van den Westwand van den Mettenberg, gezien vanaf Stieregg.
Links Malm en Dogger, rechts en boven gneiss.

wing der Zwischenbildungen eene aanname van een eruptief contact geheel uit. Deze zijn overal tusschen malm en gneiss aanwezig en bestaan uit trias, lias en dogger, in dunne en neritische ontwikkeling. De afzettingen zijn niet alleen zoo dun, omdat zij uitgewalsd zijn, maar ook, doordat er ten tijde van hunne vorming reeds eene embryonale culminatie aanwezig was.

De op het profiel aangegeven druksplijting in de gneiss hebben we ook zeer fraai waargenomen in de malmkalken van den Eiger

bij Bäregg. Zij getuigen weer van de geweldige bewegingen, die zelfs in het betrekkelijk starre Aarmassief hebben plaats gehad. Deze bewegingen hebben het Aarmassief geschubd, en hebben de overschuivingen erin veroorzaakt en ze leiden ook tot deze inplooiïng der sedimenten. De oorspronkelijke discordantie tusschen gneiss en mesozoïcum is door deze bewegingen grootendeels uitgewischt.

De gneiss is bij Stieregg een muscovietsericietgneiss. In de Fiescherhörner zijn het chloriet- en sericietgneizen, waarvan we rolsteenen vonden. De trias bestaat uit röthidolomiet en rauchwacke, de dogger uit echinodermenbreccies en ijzeroölithen. We vonden belemnieten en een ammoniet erin. De Zwischenbildungen waren bij Stieregg in den kern van den plooi bedolven onder de op de photo duidelijk zichtbare puinhelling.

De kern van den plooi is gekenmerkt door een bijzonder sterke clivage.

Tenslotte zij hier nog eens herinnerd aan het verschil in vorm van de gneisstoppen (de Wetterhörner, Schreckhörner, Fiescherhörner) en kalktoppen (Eiger).

Vijftiende dag. Zondag 11 September.

's Morgens met den trein van Grindelwald naar Interlaken. Vertrek Grindelwald 9.13. Aankomst Interlaken-Ost 10.20.

Per auto naar de haven. Boottocht over 't Thuner meer naar Thun. Vertrek boot Interlaken 11.07. Aankomst boot Thun 12.05. Lunch naar verkiezing.

Per Lötschbergbaan naar Kandersteg. Vertrek Thun Hbf. 14.50. Aankomst Kandersteg 15.44. Bezichtiging van de omgeving van Kandersteg (1169).

Avondeten en overnachten te Kandersteg in Hôtel „Schweizerhof".

Zestiende dag. Maandag 12 September.

De Gemmi.

Opmarsch 's morgens 6.30 uur. Proviand meenemen. Koffers door naar Brig.

Van Kandersteg den weg naar de Gemmi volgen. Voorbij Hotel Bären wat Valanginienkalken. Iets verder in een beekje gestreepte Hauterivienklaken. Hoogerop nog meer Hauterivien. Op 1500 M. een vlak gedeelte, waar zich een open plaats in het bosch bevindt. Hier zijn blokken van Eoceenkalken met Nummulieten. De

weg volgt hier het Eoceen (Lithothamniënkalken), dat de jongste lagen van het Balmhorndekblad vormt. Daarop ligt het Valanginien van het Diableretsdekblad.

De weg gaat dan om den Stock (1902) door Hauterivienkalken van het Balmhornblad en vervolgens nog door Valanginienkalken. Nu komt de weg in een groote, met morainen gevulde vlakte. In de richting van Spitalmatte (1902) gaande, ziet men rechts de Valanginienmergels en -kalken van het Diableretsdekblad. Links bevindt zich een omgekeerde serie van Malm, Valanginien en Hauterivien. Meer nog naar het Zuiden toe, in den wand van den kleinen Rinderhorn wordt deze serie weer normaal. De top van dezen berg wordt gevormd door Valanginienkalken, die in groote hoeveelheid neergestort zijn en nog neerstorten langs een helling, gevormd door de zachte en glibberige Valanginienmergels (Berriasien).

Men bevindt zich hier in het frontale gebied van het Balmhorndekblad. De plooien, die wij hier waarnemen, zijn plooiingen in dit frontale gedeelte.

Van Spitalmatte naar Schwarenbach (2067), waar geluncht wordt.

Vlak boven het Schwarenbachhotel, overschuiving van het Diableretsdekblad op het Balmhorndekblad. Hier liggen de Valanginienmergels van het Diableretsdekblad op het Eoceen van het Balmhorndekblad. Tusschen Eoceen en Valanginien bevindt zich nog een Malm-lens.

De weg naar de Daubensee en den Gemmipas vervolgt eerst den grens tusschen Valanginien en Hauterivien van het Balmhorndekblad, gaat daarna over de Valanginienkalk. Hier een prachtig uitzicht op de wanden van Felsenhorn en Roter Totz. Drie dekbladen liggen daar boven elkander: eerst het Balmhornblad; op het Eoceen van dit blad het Diableretsblad, dat hier nog slechts uit Valanginienmergels en -kalk bestaat; het bovenste gedeelte van den wand wordt gevormd door Dogger en Malm van het Wildhorndekblad.

Dan gaat de weg langs de Daubensee en vervolgens over Malmkalken naar den Gemmipas (2329).

Van hier zeer lange en steile daling naar Leukerbad (1411). Hier bevindt de weg zich in sterk geplooide Dogger van de kern van het Balmhorndekblad.

In Leukerbad warme bronnen, **niet** vulkanisch. Van Leukerbad per tandradbaan naar Leuk en vervolgens naar Sion.

Vertrek Leukerbad 16.28. Aankomst Leuk 17.28.
Vertrek Leuk 17.41. Aankomst Sion 18.05.
Avondeten en overnachten te Sion, Hôtel „de la Paix".

PROFIEL BIJ DEN GEMMIPAS NAAR LUGEON.

(Uit: L. W. Collet, „Structure of the Alps").

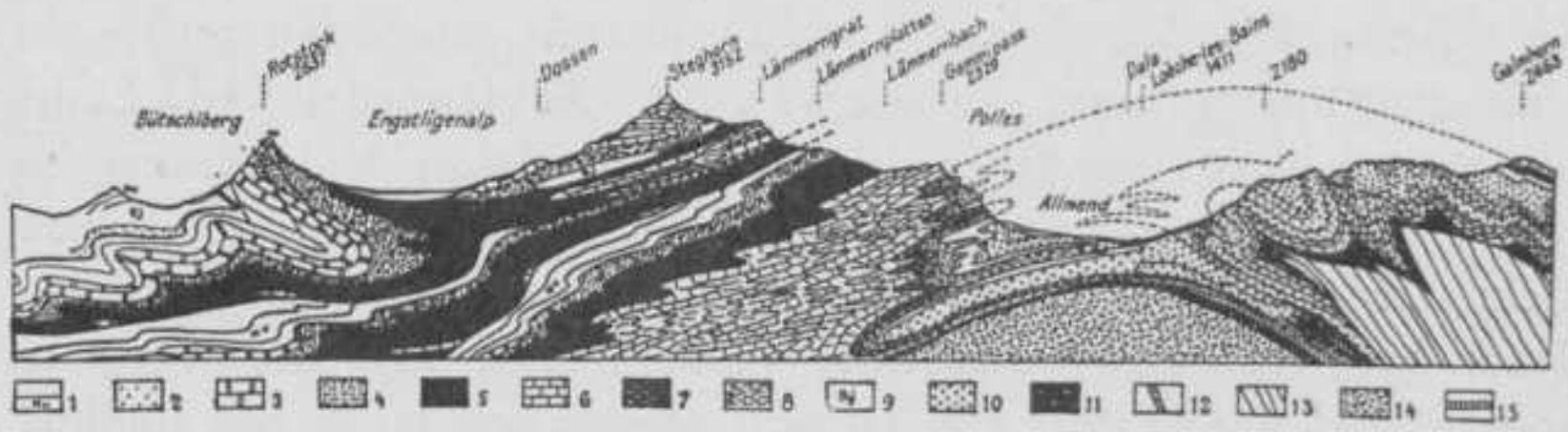


Fig. 17.

1. Eoceen (flysch). 2. Boven-Krijt. 3. Urgoon (riffacies van het Barrémien). 4. Hauterivien. 5. Valanginien. 6. Bovenste Jura. 7. Callovien. 8. Bathonien. 9. Bajocien. 10. Lias. 11. Trias. 12. Carboon. 13. Kristallijne schisten. 14. Gasterngraniet. 15. Gneissachtige mylonieten.

Het profiel is genomen op een punt, waar het Aarmassief (de schisten en de Gastergraniet) juist uit de topographie verdwenen is. Op de kaart zouden we de sedimenten gesloten rond het Aarmassief zien heenloopen. Het profiel vertoont verder duidelijk, hoe ook het autochtone kristallijn gebroken en geschubd is en het mesozoïcum geplooid.

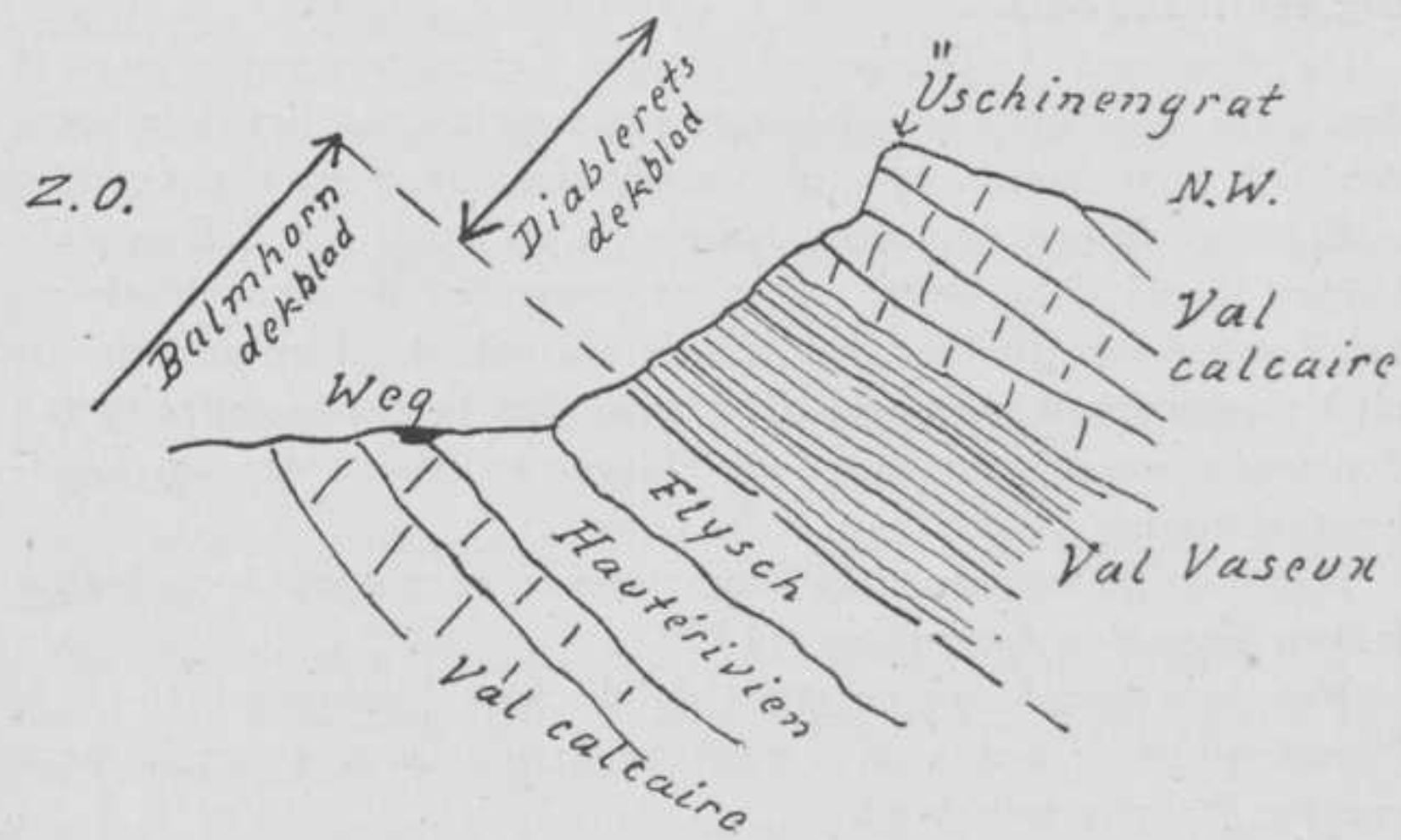


Fig. 18.

Profiel over den bergrug ten N. der Spitalmatte.

Met dit autochtone mesozoïcum hangt het onderste dekblad, het parautochtone Balmhorndekblad, samen. Zijne frontale digitaties (de „harmonica") hebben we tijdens den geheelen Gemmitocht kunnen waarnemen: allereerst reeds bij het uitzicht op de geweldige wanden van Altels en Balmhorn boven het Gasterntal. Later ten Zuiden van de Spitalmatte. Voorbij Schwarenbach bereikten ze de Noordzijde van den pasweg, die er verder gedurende de geheele afdaling in bleef.

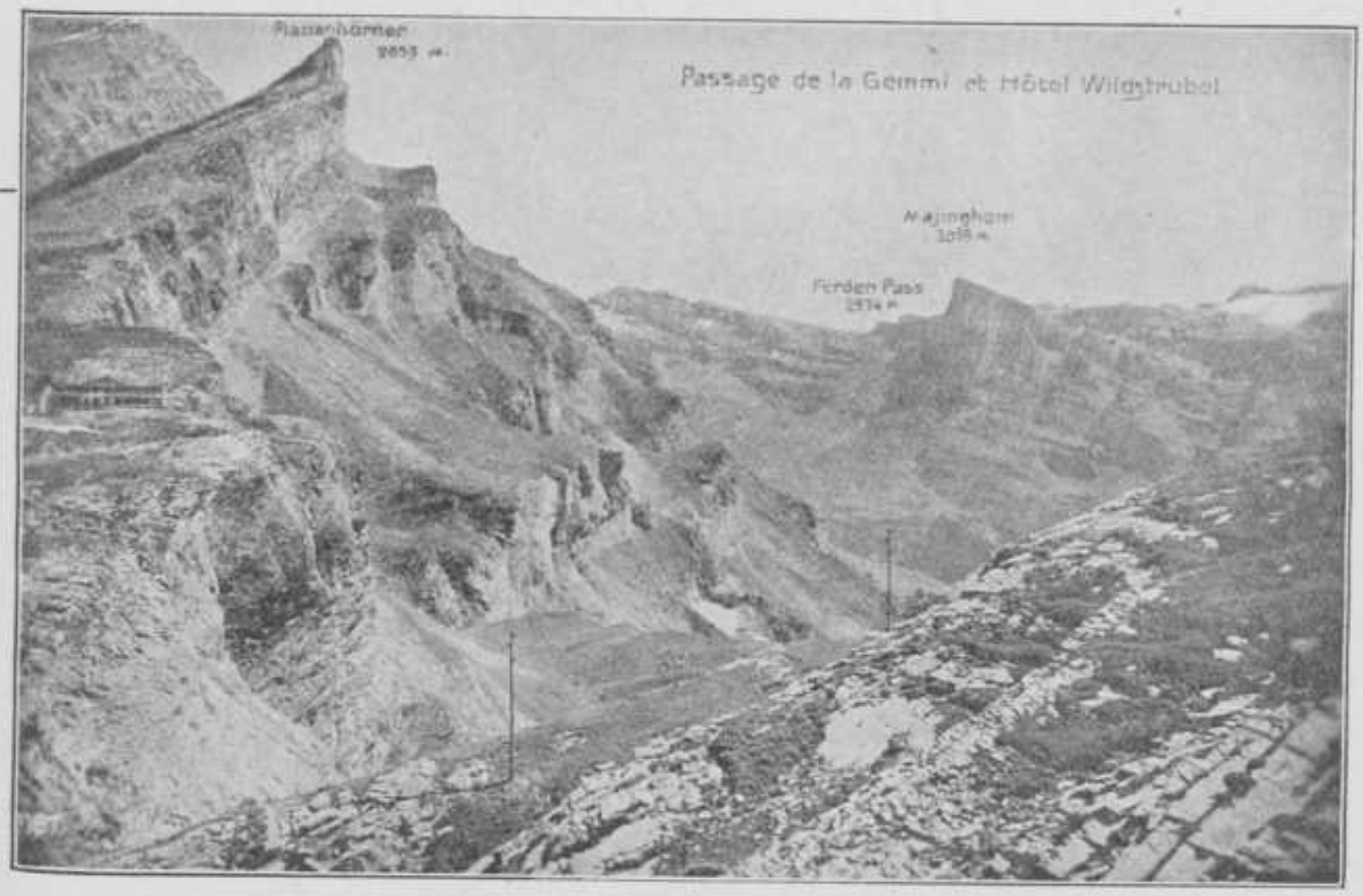


Fig. 19.
De Gemmipas.

Boven het Balmhorndekblad is in het profiel een overschuivingsvlak aangegeven, dat dit dekblad van het Diableretsdekblad scheidt; en een tweede overschuivingsvlak tusschen Diableretsdekblad en Wildhorndekblad. Het Diableretsdekblad is tot eene dunne schub gereduceerd. Overigens vertoonen deze dekbladen het typische beeld van het Helveticum: eene schijnbaar concordante serie, eenvoudiger van bouw dan de Jura. Maar men behoeft slechts op de telkens zich herhalende flysch en berrias te letten — die we op de wandeling zeer fraai aan de Noordzijde van het dal konden zien —, om onmiddellijk de gecompliceerde bouw te herkennen.

Het Wildhorndekblad vertoont ook vrij ingewikkelde digitaties.

De beide hoogste dekbladen bestaan vrijwel uitsluitend uit krijt. De berrias is weer glijlaag geweest. Hoe goed deze laag zich daartoe leent, hebben we tusschen de Spitalmatte en Schwarenbach kunnen zien. De geweldige bergstortingsmassa, uit valanginienkalk bestaande, is hier over de naar het dal toehellende berrias van het Rinderhorn naar beneden komen glijden.

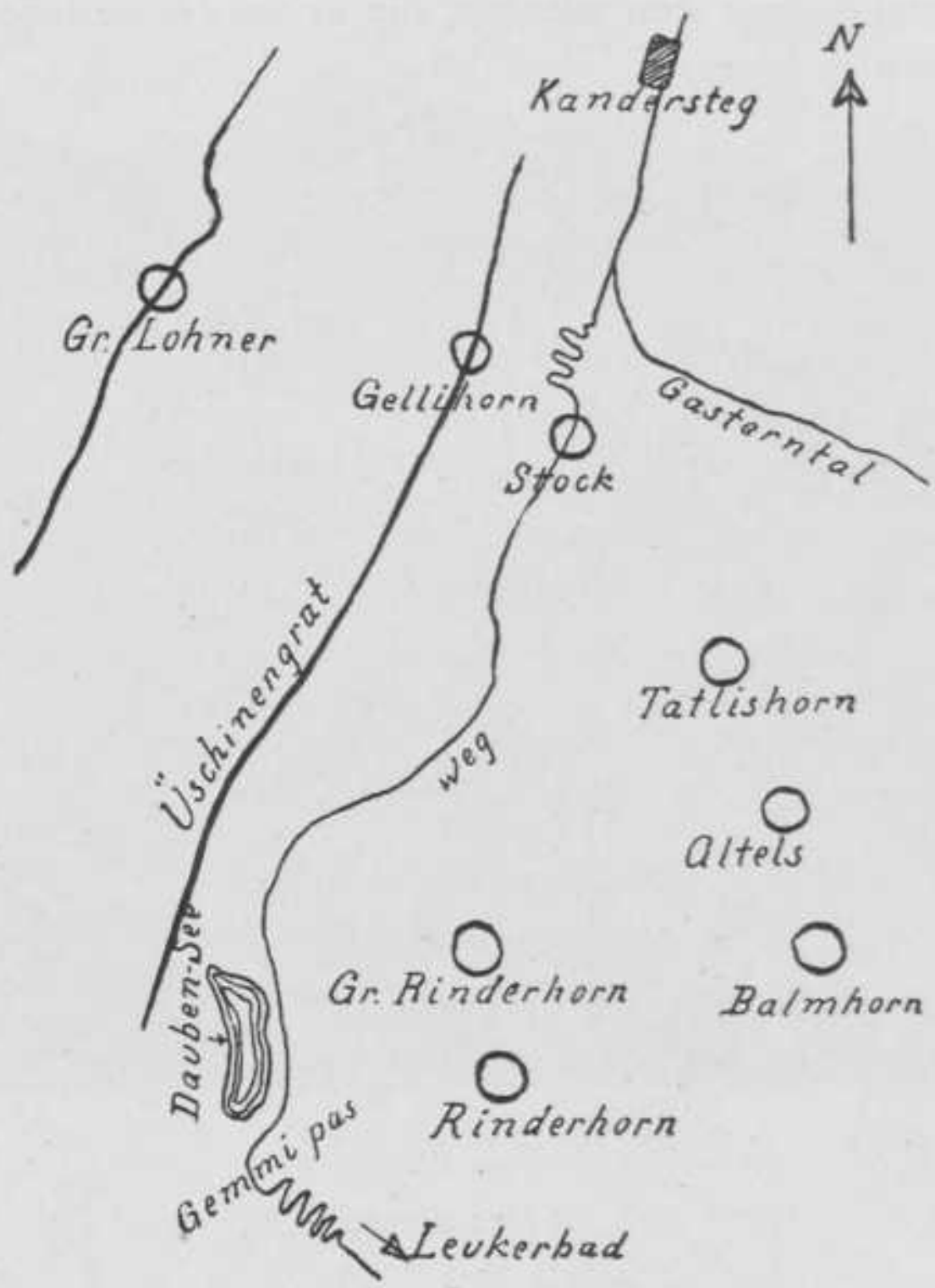


Fig. 20.

Het kaartje geeft onze route over den Gemmi weer, die slechts een geringen hoek met de strekking maakt, die hier naar het Zuiden ombuigt, omdat de sedimentmantel zich rond het Aardmassief sluit.

Hier zij nog aan die andere catastrophe herinnerd, die in 1897 plaats had, toen de Altelsgletscher op de Spitalmatte neerstortte, waarbij zes menschen en meer dan honderd stuks vee gedood werden. Ook thans was de Altelsgletscher, die sindsdien geregeld geobserveerd werd, weer zoover aangegroeid, dat afbreken ieder oogenblik te verwachten was. Inderdaad is het in begin October zoover gekomen, maar tijdig ingrijpen van de genie voorkwam ongelukken en schade.

Bij Leukerbad heeft Lugeon den loop, dien het bronwater neemt, kunnen aantoonen. Bij het Torrenthorn (in de groep van

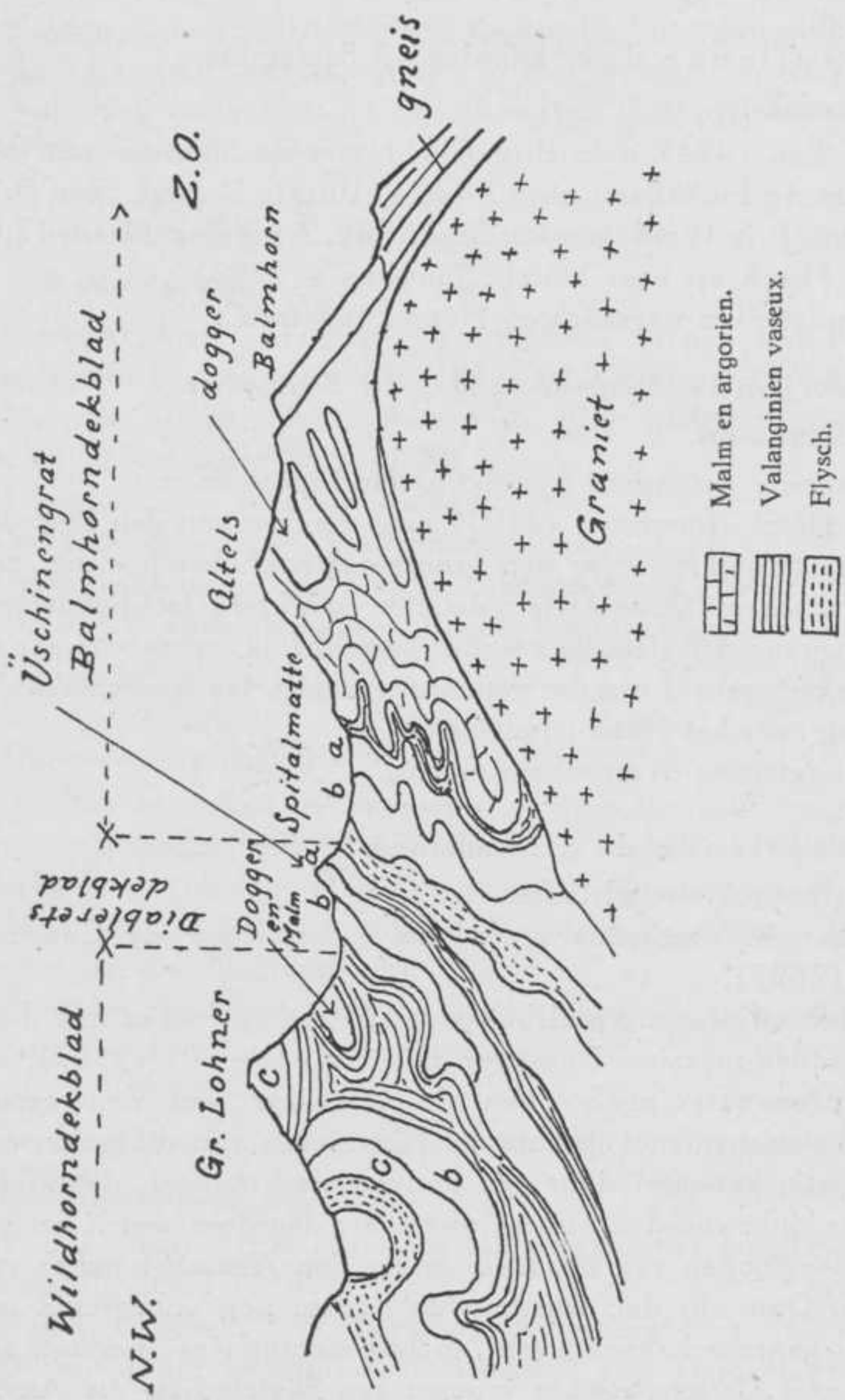


Fig. 21.

het Galmhorn) zakt het water door de lias- en triaslagen den bodem in. Uit de trias neemt het gips op. Het bereikt de Gasterngraniet, waaruit het radium opneemt. Door de grootere diepte is

de temperatuur van het water toegenomen. Het stroomt nu langs de graniet, komt in de onderdogger, welke laag door impermeabel aalénien wordt afgesloten en spuit dan artesisch bij Leukerbad op.

Zeventiende dag. Dinsdag 13 September.

Rhônedal.

Van Sion (494) naar Brig (681) met de Simplonbaan. Van Brig met de Furkabaan naar Fiesch (1065). Vertrek Sion 9.32. Aankomst Brig 10.44. Vertrek Brig 11.45. Aankomst Fiesch 12.01.

Van Fiesch op naar Hôtel „Jungfrau" (2193).

Avondeten en overnachten Hôtel „Jungfrau".

Achttiende dag. Woensdag 14 September.

De Eggishorn. [1])

Opmarsch 's morgens 8 uur. Proviand meenemen.

Van Hôtel „Jungfrau" (2193) naar den top van den Eggishorn (2934). Panorama over den grooten Aletschgletscher met zijne nevengletschers (Ober-Aletschgletscher en Mittel-Aletschgletscher). De teruggang der gletschers weder gemakkelijk waarneembaar aan het nog onbegroeid zijn der verlaten terreinen. De Aletschlakkoliet.

Terug naar het Hôtel „Jungfrau".

Avondeten en overnachten aldaar.

Negentiende dag. Donderdag 15 September.

De groote Aletschgletscher. [2])

Opmarsch 's morgens vroeg met gidsen naar de Concordia Hütte (2897).

Onderweg prachtig gezicht op den Fieschergletscher met duidelijke midden moraine. Dan naar de Märjelensee (2367), een gletscherstuwmeer aan de Oostzijde van den grooten Aletschgletscher, met ijsschotsen. Het niveau van dit meer wordt kunstmatig verlaagd door een onderaardsch kanaal, dat afvloeit naar de zijde van den Fieschergletscher; daardoor wordt het plotseling leegloopen van het meer onder den Aletschgletscher voorkomen. Door dit dal, waarvan de bodem nog onbegroeid is en uit een aaneenschakeling van „roches moutonnées" bestaat, zond de groote Aletschgletscher vroeger een zijgletscher, die Aletsch- met Fieschergletscher verbond.

---

[1]) Deze tocht op den negentienden dag gedaan.

[2]) Deze tocht op den achttienden dag.

Langs den Noordoever van het meer over den gletscher naar boven naar de Concordia-Hütte (2807) bij den Concordiaplatz. Lunch aldaar: Panorama; hier vereenigen zich 4 firnvelden: Grosser Aletsch-Firn, Kransberg-Firn, Jungfrau-Firn en Ewig-Schneefeld; samen vormen ze den grooten Aletschgletscher.

Van hier terug naar Hôtel „Jungfrau". Avondeten en overnachten aldaar.

Twintigste dag. Vrijdag 16 September.

Dal van de Visp.

Vertrek Hôtel „Jungfrau" 's morgens 7.30 uur. Per trein van Fiesch naar Brig en over Visp (654) naar Zermatt (1608).

Vertrek Fiesch 10.21. Aankomst Brig 11.05. Vertrek Brig 11.20. [1]) Aankomst Visp 11.28. [2])

Lunch in Visp Stationsrestaurant.

Vertrek Visp 13.35. Aankomst Zermatt 15.30.

Avondeten en overnachten in Zermatt, Hôtel „Seiler".

Briefadres voor de laatste 3 dagen: p/a „La Direction des Hôtels Seiler", Zermatt.

Programma-wijziging.

Na den aankomst te Visp werd te voet het dal van de Visp opgewandeld tot aan Stalden. Bij deze wandeling werden eerst schistes lustrés en penninische trias aangetroffen (rechter dalzijde), en later aan den linkeroever Casannaschiefer en carboon, alles van het St. Bernharddekblad.

In Stalden werd de trein genomen naar Zermatt, waar we omstreeks half acht 's avonds aankwamen.

Een en twintigste dag. Zaterdag 17 September.

Het Monte-Rosa dekblad.

Van Zermatt (1620) met de Görnergratbaan (tandrad) naar station Riffelberg (2569).

Vertrek Zermatt 7.55. Aankomst Riffelberg 8.55.

Overzicht der penninische dekbladen. Het Dent-Blanche-dekblad vormt de hooge toppen vanaf den Matterhorn (4505) tot

---

[1]) De eenigste trein, die gemist werd!

[2]) Daarna werd, in omgekeerde richting, gedeeltelijk de tocht van den 23en dag gedaan.

aan den Weisshorn (4512). De liggende plooien van den Matterhorn; de Arolla-serie en de Valpelline-serie. Aan den basis het mesozoïsche substratum van het basische eruptiefgesteenten.

De „pli en retour" der Mischabelhörner, ontstaan door de overschuiving in de diepte van het St. Bernhard-dekblad en door het latere vooruitdringen van het Monte Rosa-dekblad. Deze opvolgende bewegingen kunnen aan de twee zônes van ten deele sterk gelamineerde, soms geheel uitgewalste of uit elkander getrokken triaskwartsieten, triasdolomieten en Bündner Schiefer worden vervolgd.

Fig. 22.
Op den Hohtäligrat.

Deze twee zônes liggen thans boven elkander, vroeger lagen ze naast elkander als normale omhulling van het kristallijn van het St. Bernhard dekblad.

De asduiking der penninische dekbladen naar het Z.W., ook herkenbaar aan het verschillend karakter der oeverwanden van de vallei van Zermatt. Te voet van Riffelberg naar den Görnergrat (3038) over mesozoïsche gesteenten met veel serpentijnen en amphibolieten. De Bündner-schiefer zijn herhaaldelijk ontbloot tot aan den Görnergrat, waar ze reeds behooren tot de normale flank van het Monte Rosa-dekblad.

Van de Görnergrat panorama over de hooge toppen der penninische Alpen, (Monte Rosa, Breithorn, Matterhorn, Dent Blanche, Weisshorn). Studie van de glaciale verschijnselen en van de topographie der gebieden, welke sinds den ijstijd door het ijs zijn verlaten.

Tweede ontbijt Hôtel „Görnergrat".

Des namiddags naar Hohthäligrat (3289) over de duikende digitaties in de mesozoïsche omhulling van het Monte Rosa-dekblad. Vandaar terugkeer langs de zuidhelling van den Görnergrat over het Morizloch naar Zermatt.

Avondeten en overnachten aldaar, Hôtel „Seiler".

Per trein direct naar den Görnergrat, en vandaar te voet verder den Hohtäligrat op. Lunch in Kulmhotel, Görnergrat. Terug naar Riffelberg gewandeld, alwaar per trein naar Zermatt. Aldaar langs de Visp te voet een eind dalafwaarts om de „pli en retour du Mischabel" te bestudeeren. Teruggekeerd, zoodra we weer de Casannaschiefer aangetroffen hadden.

Twee en twintigste dag. Zondag 18 September.

De tektoniek van het Mesozoïcum van het Dent-Blanche- en het St. Bernharddekblad.

Opmarsch 's morgens 7.— uur. Proviand meenemen.

Van Zermatt (1620) langs de Triftbach naar het hôtel „Trift". Herhaaldelijk tektonische afwisseling van triaskwartsieten, triasdolomieten en Bündner Schiefer van de onderste der beide zones, welke den vorigen dag reeds vanaf den Riffelberg uit de verte waren gezien. Hooger volgt een dik pakket van Bündner Schiefer met tusschenliggende prasinieten. Vanaf het hôtel „Trift" worden spoedig de triaskwartsieten, triasdolomieten en Bündner Schiefer van de bovenste zône in herhaaldelijke tektonische afwisseling bereikt. Over Kühlberg naar het terras van Triftkummen met een moraine uit het Daun-stadium, welke tot nabij het hôtel „Trift" kan worden vervolgd.

Tweede ontbijt uit rugzak te Triftkummen.

Het circus der Plattenhörner: Bündner Schiefer, prasinieten, triaskwartsieten en triasdolomieten. We zijn hier in het gebied waar van deze gesteenten twee eenheden samenkomen, n.l. die van de „pli en retour" in het St. Bernhard-dekblad en die van den omgekeerden vleugel van het Dent Blanche-dekblad.

Bestijging van den top (3357), waar een kleine fatoe, bestaande uit gneizen van het Dent Blanche-dekblad gespaard is. De gneis en gabbro van de Blaufluh en de gneizen en granieten van den Rothorn, eveneens behoorende tot het Dent Blanche-dekblad.

Daarna terug naar Zermatt. Avondeten en overnachten aldaar, Hôtel „Seiler".

Ongewijzigd programma.

Drie en twintigste dag. Maandag 19 September.

De „pli en retour" van het St. Bernhard-dekblad. [1])

Opmarsch 's morgens 7.30 uur. Proviand meenemen. Koffers doorsturen naar St. Niklaus.

Van Zermatt langs het dal der Mattevisp naar Egg („onderste" zone van trias en Bündner Schiefer) en vandaar naar het contact der „bovenste" zone der zelfde gesteenten in den overkipten vleugel van de „pli en retour" van het St. Bernhard-dekblad. Vandaar stroomafwaarts langs Täsch naar Randa door de kristallijne gesteenten van het St. Bernhard-dekblad. Bij Randa overzicht van de superpositie van het Dent Blanche-dekblad op het St. Bernhard-dekblad. Onderaan orthogneizen en daarboven paragneizen, glimmerschisten en amphibolieten, vervolgens het jongere palaeozoïcum en de kwartsieten en dolomieten van den trias, alle behoorend tot den normalen vleugel van het St. Bernhard-dekblad. Daarop rust de uitgewalste omgekeerde vleugel van het Dent Blanche-dekblad, waarvan de anticlinale ombuiging in de hooge toppen van den Weisshorn zichtbaar is.

Van Randa per trein naar Visp en Brig. Vertrek St. Niklaus 13.18. Aankomst Visp 14.10. Vertrek Visp 14.18. Aankomst Brig 14.25.

Per trein uit Zermatt vertrokken, omstreeks 12 uur.

Ontbinding der excursie in Brig.

Thuisreis. Maandag 19 September.

Vertrek Brig 17.22. Aankomst Bern 19.35. Vertrek Bern 20.45. Aankomst Bazel 22.39. Vertrek Bazel 23.32. Aankomst Haag 14.35 (20 September).

---

[1]) Deze dagtaak werd verdeeld over den 21en en den 22en dag.

In het kort zij hier nog eens teruggekomen op de verklaring van de „Blaubandstruktuur" in gletschers, die in de vorige excursieverslagen eene primaire firngelaagdheid genoemd wordt. Sindsdien heeft de meening, dat het eene drukgelaagdheid zou zijn, in sterke mate veld gewonnen. Men heeft n.l. ontdekt, dat beneden belangrijke ijsvallen in de geregenereerde gletscher deze Blaubandstruktuur opnieuw ontstaat. Hier is het zeker geen primaire gelaagdheid, en hier kan men de Blaubandstruktuur dus niet anders verklaren, dan als drukgelaagdheid.

LITERATUUR.

Voor een algemeen overzicht worden de volgende werken aanbevolen:

Bubnhoff, S. von. „Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen". Stuttgart 1921.

Heim, Alb. „Geologie der Schweiz". 3 deelen. Met zeer uitvoerige literatuurlijst. Leipizig 1919—1922.

Heritsch, F. „Die Grundlagen der alpinen Tektonik". Berlin 1923.

Jenny, H. „Die Alpine Faltung". Berlin 1924.

Kober, L. von. „Bau und Entstehung der Alpen". Berlin 1923.

Seidlitz, W. von. „Entstehung und Vergehen der Alpen". 1926.

Staub, R. „Der Bau der Alpen". 1924.

Voor **speciaalliteratuur**, zie op de bij het programma verstrekte kaarten en profielen.

Gidsen:

Baedeker's „Schweiz". 1927.

Clubführer der schweizerischen Alpen Club. „Geologische Wanderungen durch die Schweiz." 3 deelen. Door Dr. J. Weber. Verlag Central Comittee der S.A.C.

„Verslagen der excursies naar Zwitserland in de Jaarboeken der Mijnbouwkundige Vereeniging." 1909 en 1920.

Tijdens de excursie zullen de volgende kaarten van nut zijn:

Geologische kaarten:

Heim, A. und Schmidt, C. „Geologische Karte der Schweiz," 1 : 500.000. Mit Erläuterungen. Herausgegeben von der geologischen Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellsch. II. Aufl. 1912.

Argand, E. Kaarten, profielen en blokdiagrammen uit: „Les grands plis couchés des Alpes Pennines." Carte spéciale No. 64. Matériaux Cartes géol. Suisse. Nouv. Sér. Livr. XXVII.

Heim, Arn. und Oberholzer, J. „Karte der Gebirge am Walensee." 1 : 25.000. 1907. Spezialkarte No. 44.

Oberholzer, J. und Heim, Alb. „Geologische Karte der Glarner Alpen." 1 : 50.000. 1910. Spezialkarte No. 50.

Rollier, L. „Carte tectonique des environs de Moutier (Jura Bernois)." 1 : 25.000. 1900. Carte spéciale No. 23.

Rollier, L. „Carte tectonique d'Envelier et du Weissenstein." 1 : 25.000. 1904. Carte spéciale No. 32.

Rollier, L. „Carte tectonique des environs de Délémont (Delsberg)." 1 : 25.000. 1904. Carte spéciale No. 33.

Topographische kaarten.

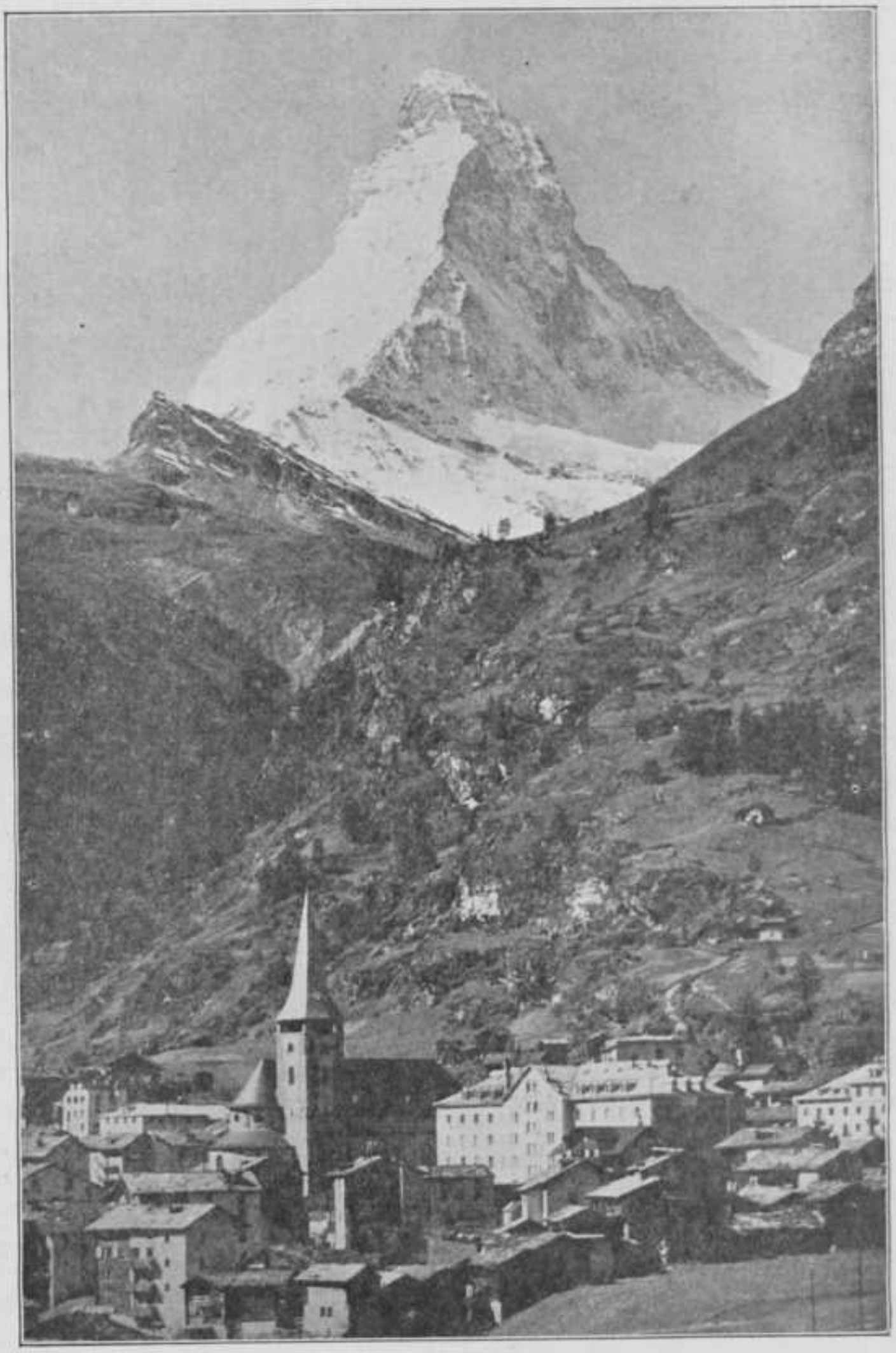
Overdrukken uit Topographischer Atlas der Schweiz:

Jungfrau-Oberwallis 1 : 50.000.
Vierwaldstättersee-Karte 1 : 50.000.

Overdrukken uit Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfried-Atlas):

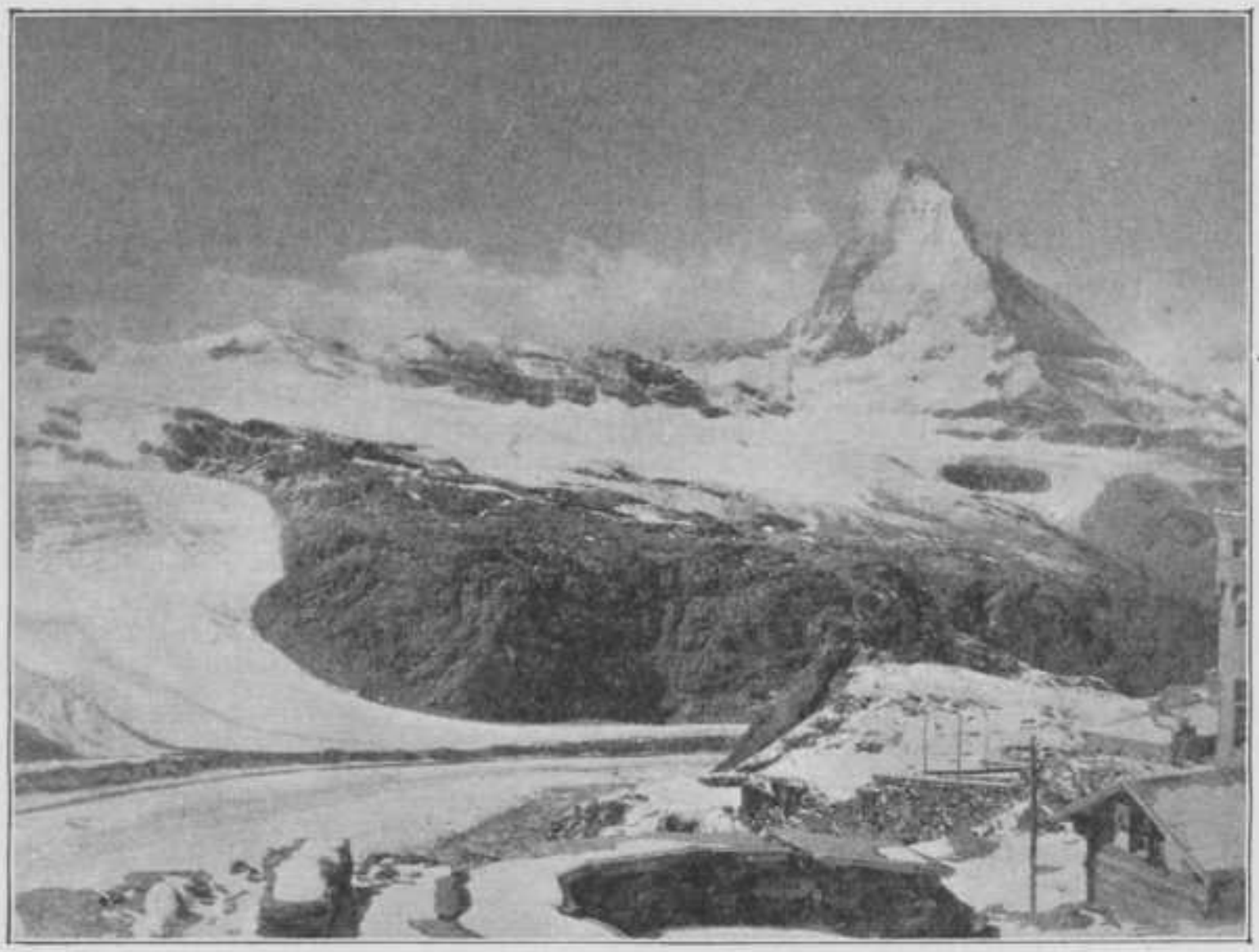
No. 396. Grindelwald. 1 : 50.000.
No. 489. Jungfrau. 1 : 50.000.
No. 493. Aletsch-Gletscher. 1 : 50.000.
No. 496. Visp. 1 : 50.000.
No. 500. St. Niklaus. 1 : 40.000.

„Exkursionkarte von Kandersteg und Umgebung." 1 : 30.000. Uitgegeven door Verkehrsverein Kandersteg.



Zermatt met het Matterhorn (4503).

DE ALPEN.



Dt Blanche dekblad.

Bündnerschiefer v. h. Monte Rosa dekblad.

De kale rotsen tusschen Theodulgletscher en Görnergletscher zijn basische eruptiva in de Bündnerschiefer v. h. Monte Rosa dekblad.

Fig. 23.

Het in koninklijke eenzaamheid tronende Matterhorn, van af den Görnergrat.

Het was tijdens dien stralenden, voorlaatsten excursiedag op den Görnergrat, dat de Alpen zich rondom ons verhieven in hun grillige en meest grootsche vormen, terwijl gletscher en firn in verblindende glans het zonlicht weerkaatsten. Vijf en twintig vierduizenders stonden om ons heen geschaard! Zelfs het kleinste detail was door de bijzondere herfstklaarte goed zichtbaar.

En eerst toen werd ons ten volle duidelijk, hoe geweldig het paroxysme geweest moet zijn, waardoor dit prachtige bouwwerk tot stand gekomen is. Wij hadden reeds de Glarner overschuiving bewonderd; aan de Walensee hadden we de karapace der Helvetische dekbladen op ons toe zien komen en in onze verbeelding hadden we ze nog in beweging gezien. We hadden het Aarmassief, de mach-

tigste voorpost van Europa, bezocht en we hadden gezien, hoe het in stukken gebeukt was, opgestuwd en zelfs ondermijnd door het geweld van de penninische brandingsgolf. Maar onbeduidend klein was dit alles, vergeleken bij de bewegingen, die we hier voor ons zagen: snippers waren de helvetische dekbladen in vergelijking met de majestueuze plooien van St. Bernhard en Monte Rosa. En aan de overzijde van het diepe dal verhief zich — tusschen de blanke, messcherpe graat van het Weisshorn eenerzijds en het, in koninklijke eenzaamheid tronende, Matterhorn anderzijds — een reeks van slanke gneisstoppen, allen op de schistes lustrés drijvend, die den omgekeerden vleugel van het Dent Blanche dekblad vormden. Duidelijk teekende zich tusschen Bündnerschiefer en gneiss de band der penninische trias af. Hoe zonken bij deze enorme overschuiving, die den geheelen westelijken horizon in beslag nam, de helvetische overschuivingen in het niet. En hoe volkomen begrijpelijk waren de woorden van H. B. de Saussure, den eersten Alpenonderzoeker, — de eerste ook, die deze toppen rond Zermatt beklom — reeds aan het eind van de 18de eeuw uitgesproken, dat een studie der Alpen ons dichter bij een theorie der Aarde zou brengen, dan iets anders.

Lang en groot is de reeks van onderzoekers geweest, die sindsdien hunne krachten hebben gewijd aan het ontraadselen van dit zoo bijzonder ingewikkelde gebergte. En vooral in de laatste kwarteeuw is onze kennis met reuzenschreden voorwaarts gegaan.

Ook vóór De Saussure waren er al eenige onderzoekers geweest. In 1555 besteeg Conrad Gessner uit nieuwsgierigheid den Pilatus. Hij verwonderde zich er over, dat de bergen niet door hun eigen gewicht in den aardbodem zonken. Hij vond er in de gesteenten louter „steenen zeeschelpen" en hij was de eerste, die begreep, dat dit niet toevallige indrukken waren, maar resten van dieren, die eens geleefd hadden. In 1669 werd dit ook weer door den geleerden Deen Steno betoogd [1]), die verder het ontstaan van gebergten verklaarde door steilzetting van eens horizontale lagen.

John Michell (1760), Pallas (1777) en J. G. Ebel (± 1800) wijzen op de groote centrale granietzones, omgeven door kleileien en kalken en Pallas bouwde daarop voor het eerst de theorie der domvormige opheffing.

---

[1]) Maar nog meer dan een eeuw zou het duren, voor W. Smith ons de fossielen ten volle naar waarde leerde schatten.

Maar de eerste groote Alpenonderzoeker, die stelselmatig te werk ging, was toch De Saussure. Hij besteeg in 1789 reeds den Mont Blanc; hij deed allerlei natuurkundige proeven in het gebergte. Hij merkte den waaiervormigen bouw der centraalmassieven op en hij zag toen reeds in, dat de oorzaak der verheffing niet het vulkanisme geweest kon zijn. Een andere verklaring kon hij echter niet geven, al doemde het beeld van een „refoulement latéral" reeds flauw bij hem op.

Echter, onder den invloed van de toen op den voorgrond tredende school der plutonisten, waarvan James Hutton (1726—1797) de geestelijke vader was, raakte men op een dwaalspoor. Het vulkanisme zou de oorzaak van alles zijn geweest: alle gebergten zouden zijn ontstaan door laagoprichting tengevolge van erupties. De centraalmassieven zouden „glutflüssig" omhoog gekomen zijn en de sedimenten actief hebben opgericht. Alexander von Humboldt, Leopold von Buch en Elie de Beaumont, zij allen geloofden in het actieve magma.

Er kwamen bovendien vele geologen uit vreemde landen in de Alpen, die slechts de schollenbreuken der mijngebieden kenden; zij zagen in de Alpen een totaal onontwarbare chaos van ineengeschoven schollen. En bovendien werd het inzicht nog meer verward, omdat men meende, dat de Alpen zeer oud waren. Men sprak van „Urkalk" en „Urschiefer", al had Elie de Beaumont ons reeds geleerd, hoe men den ouderdom van gebergten kan bepalen; en al had Leopold von Buch reeds mesozoïsche en tertiaire gesteenten in de Alpen gevonden.

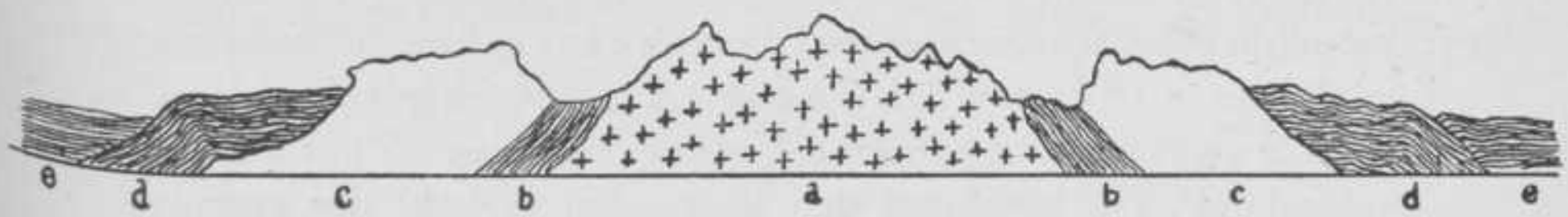


Fig. 24.

Schematisch profiel door de Alpen volgens Pallas, Leopold von Buch, Neumayr e. a.
a = dieplegesteente b b = grauwackezones c c = kalkzones d d = zandsteenzones e e = vlakte.

Een halve eeuw lang kwam men niet verder, maar toen kwamen er twee groote Zwitsersche geologen, Bernard Studer en Arnold Escher von der Linth, die de grondslagen legden voor de tegenwoordige Alpengeologie. Inziende, dat allereerst een grondige kennis van de stratigrafie van het gebergte noodig was, doorvorschten zij Zwitserland en de Alpen tot in alle hoeken en

het resultaat was Studer's „Geologie der Schweiz" en de geologische kaart van Zwitserland van beiden, verschenen in 1853. Studer staat nog wel op het standpunt der „Erhebungskratere", maar hij onderscheidt reeds meerdere centraalmassieven, gescheiden door ingeplooide sedimentmassa's. Hij zag ook reeds faciesverschillen; de vreemde facies der Stockhornketen kon hij zich niet verklaren, evenmin als de vreemde rolsteenen in de Nagelfluh.

De stratigrafie was echter in hoofdzaak van Arnold Escher von der Linth, één van de allergrootste genieën, die ooit in de Alpen gewerkt hebben en die zijnen tijd tientallen jaren vooruit was. Bijna alle groote Alpengeologen uit het eind der vorige eeuw (Heim o.a.) zijn leerlingen van Escher geweest. Escher zag in, dat de Alpen geen puinhoop, geen chaos waren, maar dat er wet en regel in den „Faltenwurf" was. Hij wees op de omgekeerde seriën (die het vaststellen van de stratigrafie ten zeerste bemoeilijkten) en ontdekte gereduceerde middenvleugels. Nergens kon hij zich overtuigen van de eruptiviteit der centraalmassieven. En in Vorarlberg, èn in den Säntisgroep, èn in het Glarnerland vond hij groote overschuivingen. Maar hij was een zeer bescheiden man en bevreesd om zich belachelijk te maken. En hoewel men in zijne dagboeken zijne waarnemingen beschreven vindt, heeft hij er maar zeer weinig over durven publiceeren. In 1846 schreef hij over de op de flysch liggende verrucano bij Elm, dat hij die hield voor „eine Tatsache kolossaler Ueberschiebung; aber kein Mensch würde mich glauben; man hielte mich für einen Narren".

Escher zelve heeft de zege zijner ideeën niet meer mogen beleven. Hij stierf in 1872. Spoedig daarop verschenen twee belangrijke publicaties, waarvan vooral die van Heim baanbrekend was. Eerst kwam in 1875 van Ed. Suess: „Die Entstehung der Alpen", waarin Suess reeds onderscheid maakt tusschen „Voorland" en „Achterland". Hij beschreef den stuwenden invloed der centraalmassieven. De Alpen zouden zijn ontstaan door tangentieele crustale bewegingen uit het Zuiden en de eruptiva waren passief geweest.

In 1878 kwam toen Heim's „Mechanismus der Gebirgsbildung", waarin Heim ontwijfelbaar aantoonde, dat de centraalmassieven oude hercynische gebergten zijn. In tegenstelling met Studer, die overal een tekort aan sedimentbedekking vond, zag Heim overal een teveel aan sedimenten. De Alpen waren ontstaan door een „Tangentialschub", veroorzaakt door de inkrimping der Aarde, die een plooiing tengevolge had.

De theorie van het actieve magma had afgedaan, de bewegingen waren aangetoond. Maar hunne ware grootte zag men nog niet. Men trachtte alles met plooien en steelplooien af te doen, die steeds ingewikkelder moesten worden, naarmate men het gebergte nauwkeuriger leerde kennen. Zoo kwam men tot zeer onwaarschijnlijke voorstellingen. En het was een niet-Zwitsersch geoloog, nog nooit in Zwitserland geweest, die licht in de duisternis bracht. In 1884, tijdens de bestudeering van Gosselet's geschriften over de overschuivingen in de Fransch-Belgische kolenbekkens, maakte Marcel Bertrand een vergelijking tusschen deze en de Glarner Doppelfalte en hij kwam tot de conclusie, dat deze laatste zou zijn een groote, van Zuid naar Noord overschoven „pli couché" (fig. 25). Vervolgens toonde hij ook in de Dauphiné het bestaan van deze plis couchés met hunne wortels aan (Mt Joly, Aiguille de Roselette) en schreef in 1890 voor een prijsvraag een werk over de tectoniek der Alpen, dat bekroond werd, doch eerst na zijn dood gepubliceerd.

Aanvankelijk werd Bertrand's meening niet geaccepteerd, maar de moeilijkheden stapelden zich voor de plooiïngstheorie op. Eén der grootste moeilijkheden was de sprongsgewijze en grillige facieswisseling, die men in de gereconstrueerde plooien en steelplooien zou moeten hebben. Dikwijls moesten pelagische en neritische facies, laagcomplexen met dun krijt en complexen met dikke krijtlagen aaneengevoegd worden.

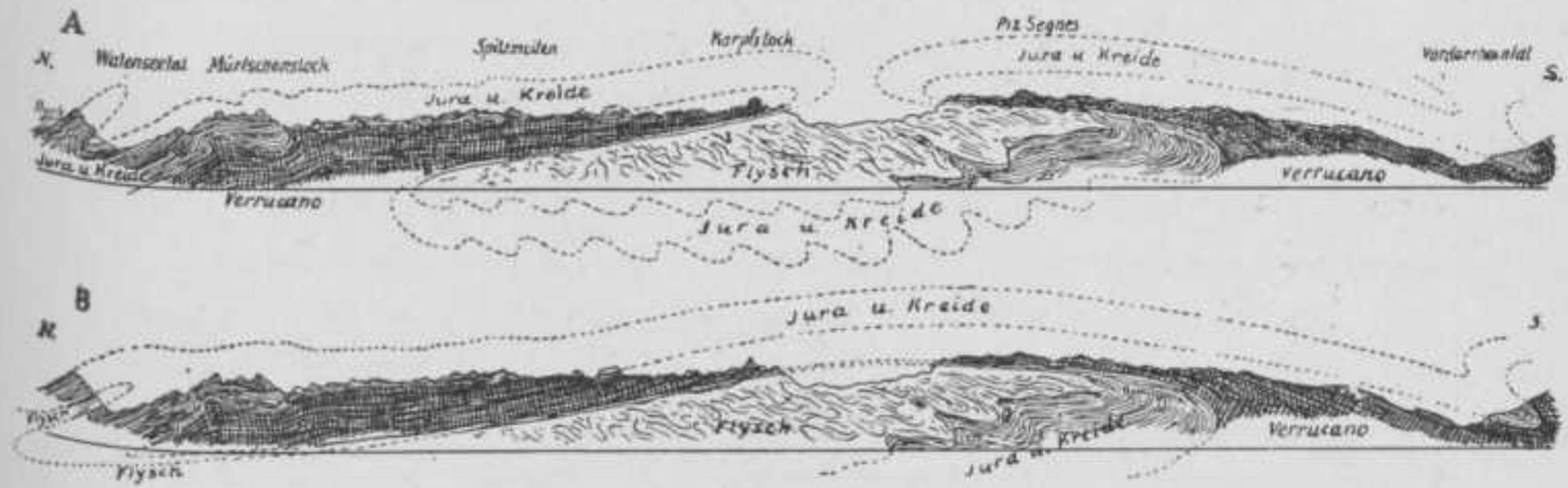


Fig. 25.

De Glarner Doppelfalte

A. Oude opvatting, volgens Albert Heim.
B. Nieuwe opvatting, volgens Marcel Bertrand.

Daarop volgde de ontdekking der „Klippen" door F. J. Kaufmann uit Luzern. Hij noemde ze zoo, omdat ze juist zóó uit „de zee van jonge gesteenten" (de flysch) opsteken, als klippen uit een

echte zee. Uit onderzoekingen van Quéreau, Schardt, Steinmann, Schmidt, e.a. bleek echter, dat:

1. ze niet uit de flysch opsteken, maar dat ze er wortelloos opliggen, zeer vaak op een glijvlak.

2. ze de plooiing der onderliggende lagen niet beïnvloeden, maar zelfstandig en onafhankelijk in zichzelf geplooid zijn.

3. Trias, Jura, Krijt en eruptiva der Klippen in geheel vreemde facies, in hun omgeving volkomen onbekend, ontwikkeld zijn. Deze facies is echter volmaakt gelijk aan die van de gesteenten rond Bellinzona en Locarno en in de Oostalpen. We treffen de echte oostalpine dolomitische triasontwikkeling aan: de jura met aptychen- en ammonietenkalken, terwijl daarentegen de Hochgebirgskalk ontbreekt. Het krijt is er aanwezig als couches rouges met radiolariën, een geheel andere facies als de evenoude Seewer kalk.

SCHEMATISCH PROFIEL DOOR DE MYTHEN.

(Uit: Albert Heim. „Geologie der Schweiz".)

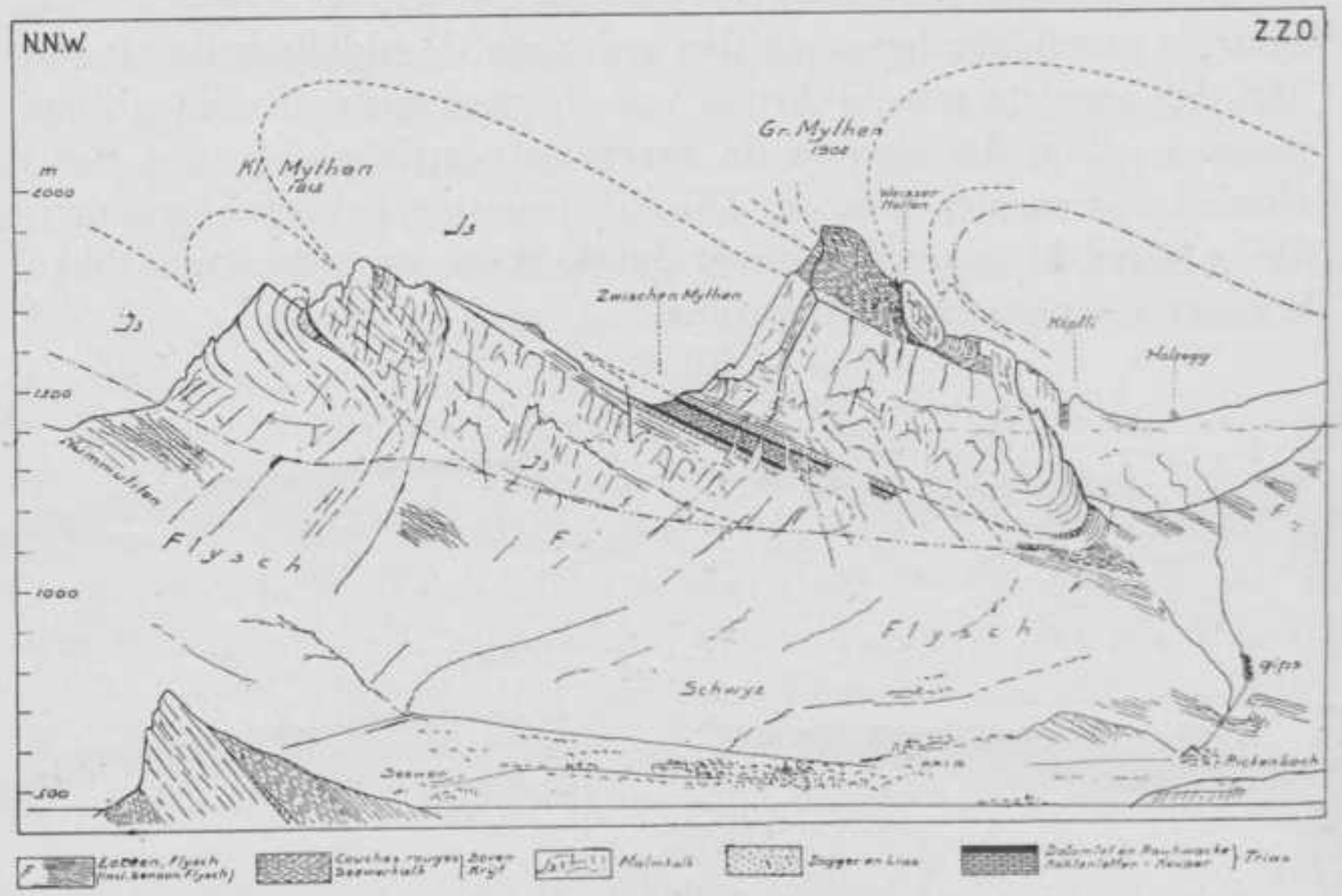


Fig. 26.

Quéreau en Steinmann gaven de verklaring, dat het resten van een tusschen molasse en flysch gezonken gebergte, het Vindelicische gebergte, zouden zijn, dat Gümbel en Studer ook reeds noodig hadden voor de verklaring van de vreemde rolsteenen in de Nagelfluh. In de bonte Nagelfluh ontbreken vol-

komen of bijna geheel alle autochtone, parautochtone, helvetische en penninische [1]) gesteenten. Daarentegen is de Nagelfluh opgebouwd uit oostalpine mesozoïsche rolsteenen en uit oostalpine kristallijn en granieten en uit lepontische flysch. De gesteenten in de Nagelfluh vertoonen vrijwel geene dislocatie-metamorfose, mylonitisatie, sericitisatie, Fältelung etc. Blijkbaar is de Nagelfluh verweeringsproduct van gesteenten, die eens bovenop alles gelegen hebben en die het onderliggende, thans ontbloote, Helveticum nog tegen afbraak beschermden. [2])

De Nagelfluh is dus „ortsfremd" en blijkbaar afkomstig van gesteenten, die nog hooger gelegen hebben dan de klippen, of verder weg, want:

1. Gesteenten, die in de klippen schaarsch voorkomen, zooals gesteenten met Zuidalpine facies, zijn in de Nagelfluh overvloedig.
2. Van een groot aantal Nagelfluhgesteenten is in de Klippen geen spoor te vinden (granieten en porfyren).
3. Alleen de gesteenten van zeer dichtbij afkomstig, komen als zeer groote en zeer onvolkomen afgeronde rolsteenen in de Nagelfluh voor. Deze bestaat echter grootendeels uit kleinere, goed afgeronde rolsteenen.

Klaarblijkelijk had er dus op het Helvetische gebergte nog een ander gebergte gelegen, dat sindsdien door erosie, op de Klippen na, verdwenen was. Welnu, Hans Schardt, die in de Préalpes werkte (1890—1893), toonde aan, hier te doen te hebben met een vreemd plooiingsgebergte, dat over een ander gebergte heengeschoven was in de depressie tusschen het Aarmassief en de Mont Blanc. Hij toonde verder aan, dat de Chablaiszone ten Z. van het Meer van Genève, de Préalpes, de Stockhornketen, de Klippen (Giswylerstock, Stanserhorn, Buochserhorn, Mythen, Schynstock, Iberger Klippe, Roggenstockklippe) allen deelen waren van ditzelfde gebergte. In de depressies was dit bewaard gebleven (Chablais, Préalpes), maar daar, waar het op de groote culminatie van het Aarmassief gelegen had, waren nog slechts armzalige erosieresten (de Klippen) gespaard gebleven. Het was daarentegen opvallend, hoe juist tegenover die groote culminaties de Nagelfluh het dikst ontwikkeld was.

En toen kwam Maurice Lugeon met zijn groote synthese

---

[1]) Deze namen zullen later verklaard worden.

[2]) Nagelfluh hebben we gezien tijdens de afdaling van de Matthöhe naar Weesen.

der Helvetische Kalkalpen. Hij ging uit van de Dent de Morcles bij de groote elleboog van het Rhonedal en hij toonde aan, dat hier bovenop een grooter dekblad ligt, het Diableretsdekblad. Daarover weer een grooter, het Wildhorndekblad, dat weer door het nog machtiger dekblad van den Wildstrubel bedekt was. Al deze dekbladen waren onderling gescheiden door flysch of door een uitgewalste, omgekeerde vleugel of door een glijvlak. Ze zijn allen stap voor stap te vervolgen vanaf het front tot in hunne wortels, die achter het Aarmassief in het Rhonedal wegschieten (wij hebben dit ook bij Leukerbad op de excursie gezien). Des te hooger het dekblad, dus des te verder uit het Zuiden gekomen, des te dikker is het en in des te minder neritische facies ontwikkeld. En, volkomen in overeenstemming met Schardt, bleek, dat op deze overschuivingen de allergrootste lag, die der Préalpes, waartusschen echter nog een vreemd complex ingeschoven was.

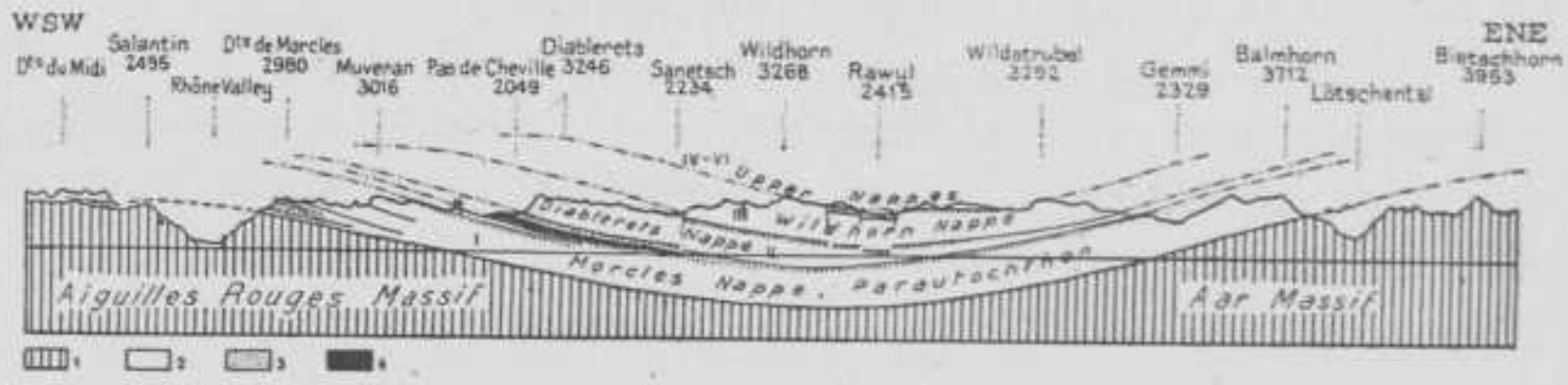


Fig. 27.

Lengteprofiel over de Helvetische Kalkalpen (naar Lugeon).
Uit: Collet. „Structure of the Alps".

Het profiel laat zeer duidelijk de culminaties van Aarmassief en Mt Blanc zien, en daartusschen liggende depressie, die door de dekbladenvloed overstroomd is; niet alleen door de Helvetische, maar ook door de hoogere dekbladen, die hier gelegenheid hadden, over den voorlanddrempel heen te komen.

1 = Hercynische massieven. 2 = Helvetische dekbladen.
3 = Tertiair (flysch etc.) 4 = Inwikkeling van trias.

De zege der dekbladentheorie was nabij. Lugeon toonde de dekbladenbouw aan voor alle bekende Alpenprofielen en dat niet voor de Alpen alleen: ook in Karpathen en Apennijnen toonde hij dekbladen aan. Het groote historische moment kwam in 1903, toen na Lugeon's groote rede op het Geologencongres te Weenen over „Les grandes nappes des Alpes suisses" Albert Heim opstond en zich volkomen gewonnen gaf. Voordien had ook Suess zich reeds in de rijen der „nappisten" geschaard.

De gebergten ten Noorden van de centraalmassieven en de er tusschen liggende gebergten, waren nu goed bekend. In het Noor-

den verdwijnt de kristallijne hercynische kern van het Schwarzwald onder de sedimentbedekking van de Tafeljura: [1]) trias in continentale Germaansche facies, waarop zeer dik ontwikkelde doch neritische jura; krijt ontbreekt. Op het plateau van de Tafeljura waren de eerste golfjes gebrand, maar het is maar een kalme deining, vergeleken bij de woeste branding van het eigenlijke Alpengebergte. De groote syncline van het molasseland, opgevuld door de afbraakproducten van het wordende gebergte, volgt. Ook in de molasse zelve hebben nog bewegingen plaats gehad — getuige de anticlinaal, die van de Bodensee naar de Salève loopt — afgezien van de steilzetting der molasse door de helvetische dekbladen, die er over geschoven zijn.

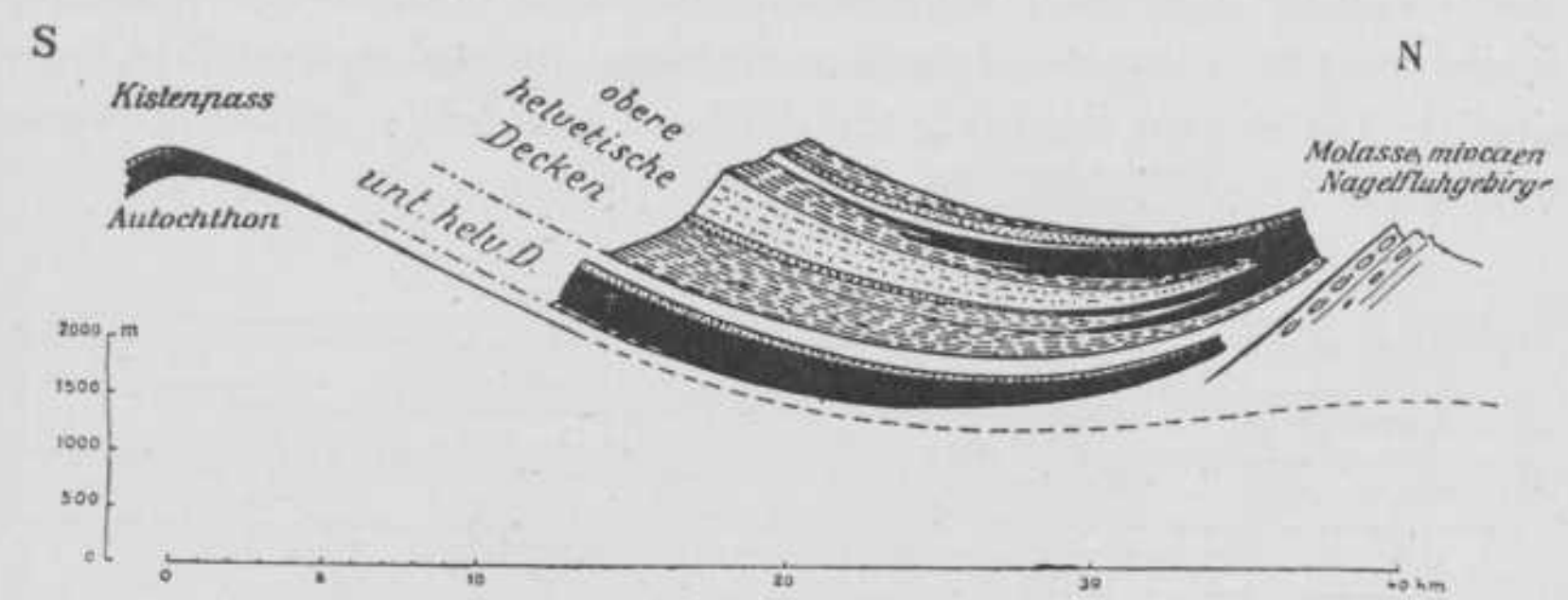


Fig. 28.
Schematisch profiel, voorstellende de verandering van de facies en de toename in dikte der afzettingen in de hoogere Helvetische dekbladen (die dus oorspronkelijk verder in het Zuiden gelegen hebben).
Naar: Alb. Heim. „Geologie der Schweiz".
zwart = kalksteen in urgoonfacies; streepjes = mergels;
punten = chemische kalkafzettingen, bathyale facies (Diphoïdenkalk, Seewerkalk).

En nu zijn we tot de groote opwelving der Alpen genaderd. Het diepst liggen de kristallijne massieven — de op de culminaties weer aan den dag komende zuidelijke voortzetting van Schwarzwald en Vogezen — met hun bijbehoorende sedimentmantel, in dezelfde neritische facies als boven beschreven; de trias vooral is zeer poover ontwikkeld. Het geheel wordt ook wel genoemd het „autochtoon", omdat het niet of weinig verplaatst is in vergelijking met de dekbladen. Maar wel is ook het autochtoon gedeformeerd tot machtige plooien en verschubbingen. En reeds maken zich uit

---

[1]) Hoe fraai zagen we dit van de Schleifebergbelvédère: in het Noorden het Schwarzwald; rondom ons de tafeljura, vlak gelaagd; Zuidelijker de eerste golfjes. En heel ver weg, achter het Molaseland, den sneeuwdom van den Titlis, in de Kalkalpen.

den sedimentmantel als draperiën kleinere, sterk geplooide plooioverschuivingen los; men noemt ze de „parautochtone dekbladen" (bijv. Balmhorndekblad). Ze wortelen in en behooren nog volkomen tot het sedimentaire autochtoon.

We nemen reeds in deze sedimenten waar, dat naar de zuidzijde van de centraalmassieven de facies, — die een shelfkarakter draagt — meer marien wordt. In de Calanda treffen we voor het eerst krijt aan, hoewel in bijlandsche facies en nog niet zeer dik gelaagd. Maar in ieder opvolgend dekblad zien we de facies steeds minder neritisch, steeds pelagischer worden, en het krijt vooral ook dikker (fig. 28). [1]) De faciesverandering verloopt in ieder dekblad continu en de kop van het hoogere dekblad past volkomen aan de staart van het lagere. In de strekkingsrichting blijft daarentegen de facies over zeer groote afstanden constant, terwijl in verticale richting de facies van dekblad tot dekblad natuurlijk sprongsgewijze verandert (fig. 29).

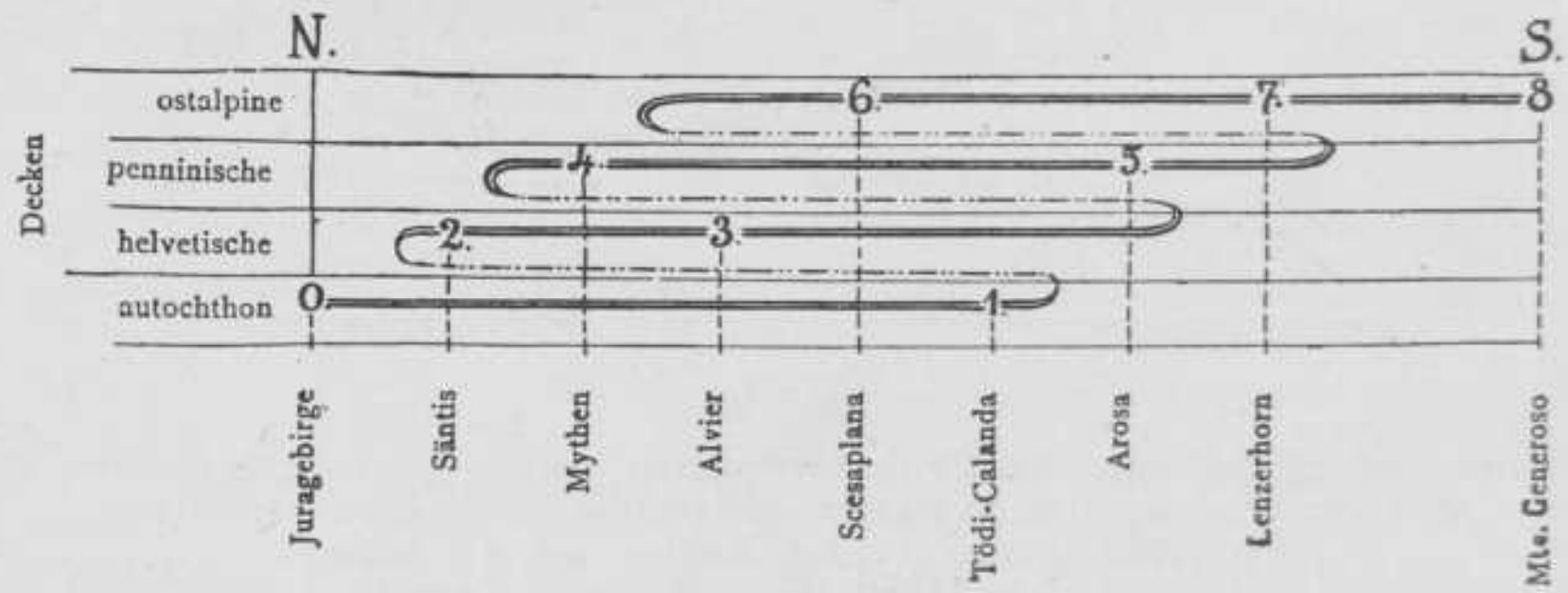


Fig. 29.
Schema van de faciesverandering in de Alpen.
(Uit: Alb Heim. „Geologie der Schweiz").

Dit alles toont duidelijk de zuidelijke afkomst der dekbladen en de eenzijdige noordwaartsche beweging aan, die overigens reeds ten duidelijkste uit de heele structuur blijkt. Alle fronten der dekbladen liggen in het Noorden, alle wortels in het Zuiden. Bij de Noordbeweging zijn de oudere deelen van het dekblad het meeste achtergebleven, de jongere het verst getransporteerd. De wortels van de hoogste dekbladen liggen het verst zuidelijk. Er is werkelijk maar één bewegingsrichting geweest: de noordelijke. En zelfs schijnbare uitzonderingen hierop bestaan niet. Ze zouden een on-

[1]) Bijv. konden we dit zien aan de Walensee: zoowel in dikte als facies waren het Mürtschen- en Säntis-krijt verschillend.

mogelijkheid zijn, een tegen den stroom oproeien, dat mechanisch ook volkomen onwaarschijnlijk is.

De dekbladen, die tot nu toe bekend waren, verdeelde men in twee groepen. De Lepontische dekbladen noemde men de wortellooze complexen, die, in geheel vreemde facies, drijven op de andere dekbladen. De Klippen, Préalpes en Chablaiszone behoorden tot de Lepontische dekbladen. De andere dekbladen, die allen wortelen ten Zuiden van de centraalmassieven en die de afgeschuurde sedimenthuid van Europa's zuidelijkste bolwerk zijn, noemde men de Helvetische dekbladen. De wortels der hoogste helvetische dekbladen verdwijnen in uitgesproken marine facies — het shelfkarakter had reeds geleidelijk voor dieper facies plaats gemaakt — onder het nog onbekende kristallijne gebied ten Zuiden van Rijn en Rhone. Wat is dit gebied?

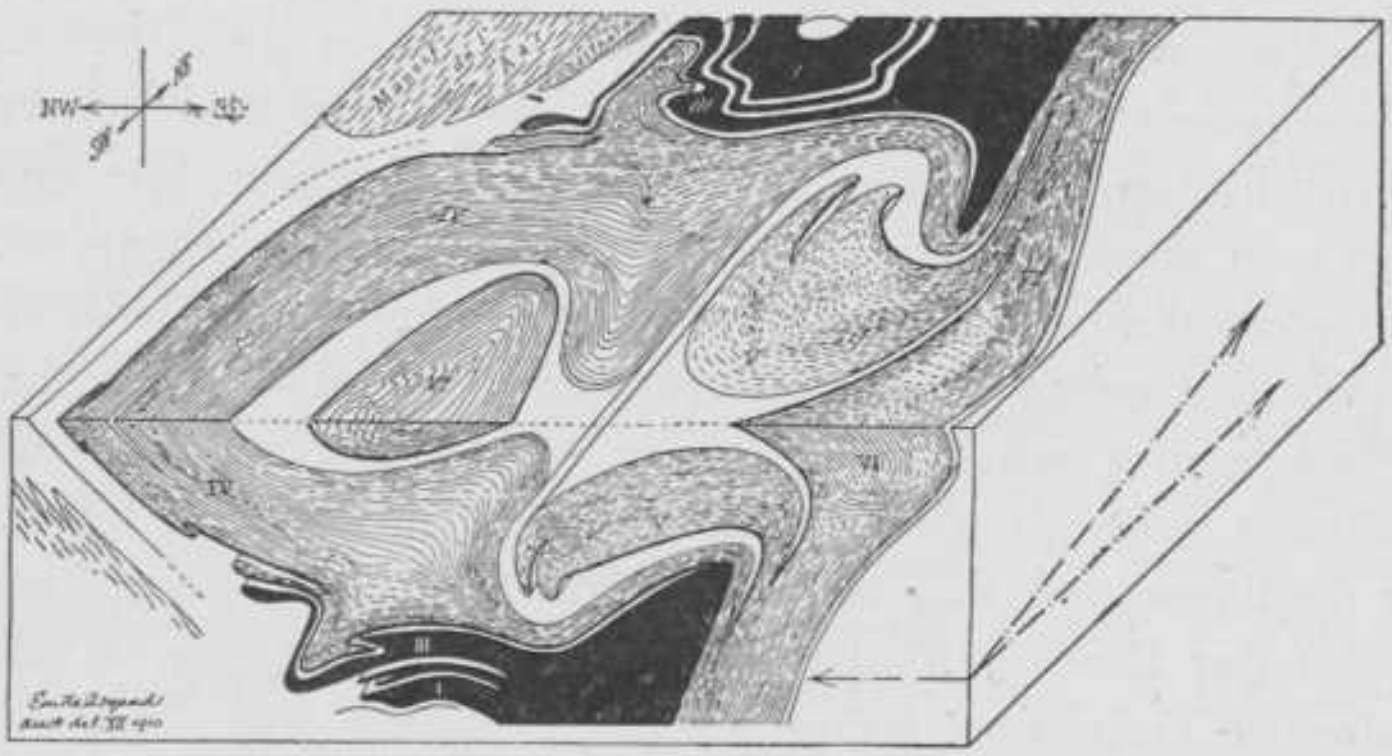


Fig. 30.

Blokdiagram der Penninische dekbladen ten Oosten van Zermatt, aantoonende, hoe door asduiking telkens diepere tektonische niveau's in de topographie verschijnen. Door deze asduiking is het mogelijk, profielen te reconstrueeren tot op zeer groote diepte.

Ook hier zou weldra licht gebracht worden. In 1869 was reeds door Gerlach in het Simplongebied een 9 K.M. lange, naar het Noorden overliggende plooi van Antigorio-gneiss ontdekt. Nochthans was de prognose voor den aanleg van den Simplontunnel verkeerd. Maar dit werd een aanleiding tot een nieuwer en nauwkeuriger onderzoek. Schardt en Lugeon gaven het eerst profielen met plooioverschuivingen van het Simplongebied. En toen kwam in 1905 Argand met zijn geniale synthese der Penninische dekbladen van Zuid-Wallis en Piemont. Het bleek, dat dit pas de eigenlijke Alpen waren — met plooibladen van intens ge-

metamorfoseerde gesteenten; plooibladen van veel geweldiger dimensies, dan die der helvetische dekbladen en met een uitgesproken marine facies — ontstaan uit de machtige geosynclinaal, die eens Europa van Afrika scheidde: de oude Tethys.

Tot nog toe waren uitsluitend de Zwitsersche Alpen de sleutel tot de kennis der Alpen geweest. Door de groote culminaties en depressies, als nergens anders in de Alpen, liggen er alle verdiepingen van het gansche bouwwerk bloot voor waarnemingen. Maar thans werden de onderzoekingen uitgebreid over de niet-Zwitsersche Alpen. Argand en verder Kilian, Termier en ook Haug, toonden den dekbladenbouw, de centraalmassieven, het helveticum en het penninicum aan in de Fransche Alpen. Men vond er volkomen hetzelfde beeld als in Zwitserland; alleen ontbraken er de bovenste verdiepingen, de Lepontische dekbladen. In het Oosten van den Rijn verhief zich tot aan Weenen een schijnbaar geheel ander gebergte, dan men elders in de Alpen kende, met een geheel andere ontwikkeling, zoowel van mesozoïcum, als van kristallijn en bovendien verschillend in structuur. Het gebergte eindigt zeer abrupt in Graubunden, nabij den Rijn. Onder invloed der Oostenrijksche geologen had de meening post gevat, dat dit werkelijk een geheel ander gebergte zou zijn en — deze meening is zelfs nog niet geheel uitgestorven — dat het een min of meer autochtoon gebergte zou zijn. Bovendien zou zich in het Zuiden langs de Oostalpen nog weer een geheel ander gebergte uitstrekken, dat der Dinariden, die Zuidwaartsche beweging en plooiing toonden en Zuidalpine facies.

P. Termier nu is de eerste geweest, die aantoonde, dat de Oostalpen niets anders zijn dan een geweldige overschuiving, die alles bedekt, wat in Zwitserland al aan de oppervlakte ligt. Hij toonde daarin twee vensters aan, het Tauernvenster, 150 K.M. lang en 30 K.M. breed en het Unterengadinvenster, 50 K.M. lang. In beide vensters komen penninische dekbladen met gneisskernen en schistes lustrés (die Studer er reeds herkend had), volkomen gelijk aan die, welke men in Zwitserland kende, aan de oppervlakte.[1]) Termier meende verder, dat het de Oostalpen, samen met de Dinariden, geweest waren, die de heele Alpen niet alleen overschoven hadden, maar dat zij het heele lagere dekbladencomplex daarbij losgescheurd, meegesleurd, opgestuwd, „als sneeuw voor de sneeuwploeg voortgestooten" (zoo zegt Heim), in zich-

---

[1]) In het Unterengadinvenster kent men alleen Bündnerschiefer.

zelf geplooid en verschubd hadden en ze doen branden tegen het Voorland. Dinariden en Austriden waren de traîneau écraseur geweest, de motor van het geweldige paroxysme, dat de Alpen geschapen heeft. Dinariden en Austriden waren dus ook één gebergte, dat slechts één bewegingsrichting gekend had, de noordwaartsche.

Al deze opvattingen van Termier stuitten eerst op heftigen tegenstand. Door vele Oostenrijkers werd hij niet eens au sérieux genomen. Maar weldra bleek in Graubunden, dat de Oostalpine massa inderdaad bovenop de diepere dekbladen rustte; het bleek bovendien, dat de penninische dekbladen van Bünden met oostwaartsche asduiking wegschoten onder de Oostalpen, om weldra nog even op te duiken in het Unterengadinvenster, maar om dan voor zeer langen tijd te verdwijnen. Eerst aan den Brenner verschijnen de schistes lustrés opnieuw. De facies der Oostalpen blijkt overeen te komen met die van Klippen en Préalpes. Het vermoeden lag voor de hand: 1. dat de westelijke rand der Oostalpen in Graubunden geen „Stirnrand" is, maar een erosierand, — en feiten, die dit bevestigen, zijn er in overvloed; 2. dat Préalpes, Klippen en Oostalpen eens als één massa de Alpen bedekt hebben, maar dat die groote bedekking alleen in de depressies bewaard gebleven is. De Oostalpen liggen in de geweldigste van al die depressies, n.l. die tusschen Gotthardmassief en Boheemsch massief. De Zwitsersche Alpen zijn dus eigenlijk één heel groot venster in de Oostalpen.

Het is vooral Rudolf Staub geweest, die ons de geologie van Graubundenland en de relaties tusschen Oost- en West-Alpen deed kennen. Hij toonde in het penninicum van Oost-Zwitserland volkomen denzelfden bouw aan, als Argand in Wallis gevonden had en evenals Argand, uitgaande van Wallis, zijne onderzoekingen naar het Westen uitbreidde, zoo deed Staub dit naar het Oosten. Zijne resultaten zijn neergelegd in zijn groote, in 1923 verschenen werk: „Der Bau der Alpen".

Ondertusschen was er veel geschied. Toen in 1905 Termier's publicatie verscheen, stond men nog op het standpunt der contractietheorie. Contractie door afkoeling der Aarde zou de eenigste, in ieder geval de hoofdoorzaak van de vorming van plooiings- en overschuivingsgebergten in het algemeen en van de Alpen in het bijzonder zijn. Maar nu kwamen er bezwaren tegen deze theorie. Het is bijv. moeilijk, om de eenzijdige bouw en het slingerende verloop (Alpen, Apenijnen, Karpathen) der alpine ketengebergten uitsluitend door contractie te verklaren. Veeleer zou men dan een meer uitgesproken tweezijdige bouw mogen verwachten. Vol-

gens de tegenstanders der contractietheorie is uit mechanisch oogpunt het verschijnsel ook slecht verklaarbaar; o.a. meenen zij, dat de gewelfdruk de drukvastheid der gesteenten verre zou overtreffen. Bovendien zou er een onwaarschijnlijke verkorting van den aardstraal voor moeten worden aangenomen. Verder vereischt de inkrimpingstheorie een aaneengesloten salschaal, die er echter volgens de leer der isostasie niet kan zijn.

De tegenstanders der contractietheorie verwerpen niet de contractie als zoodanig, noch ontkennen zij, dat de contractie medegewerkt heeft aan de vorming van het gebergte. Verre van dat. Maar zij kunnen zich moeilijk voorstellen, dat contractie alléén een gebergte van de configuratie der Alpen zou kunnen doen ontstaan. Er moet een andere hoofdoorzaak zijn voor de tangentieele krachten uit het Zuiden. Het is Termier geweest, die reeds in 1905 zoo geniaal — men mag haast zeggen „zoo profetisch" — gezien heeft, lang voordat de theoriën van Taylor en Wegener en de leer der isostasie tot ontwikkeling gekomen waren, wat er werkelijk geschied zou kunnen zijn: wat in 1912 ook door Argand en sindsdien door tal van geologen — al zijn er ook nog zeer vele tegenstanders — wordt aangenomen: de Alpen zouden zijn opgestuwd door en onder den traîneau écraseur van Oostalpen en Dinariden. Tenslotte zijn deze eigenlijk niets anders dan de kop van Afrika, die tegen Europa opbotste en het overschoven heeft. De verbinding tusschen Dinariden en Afrika is later verbroken. Afrika is achter geraakt; thans ligt de Middellandsche Zee tusschen beide continenten. Maar zij is heel wat anders dan de vroegere Tethys, welks sedimenten thans opgehoopt liggen als de hooge en sierlijke sneeuwbergen van Tauern en Engadin, van Wallis en Gran Paradiso. Ingeklemd tusschen het starre Europeesche Voorland in het Noorden en het eveneens starre Afrikaansche blok in het Zuiden, zijn de sedimenten der vroegere Middelzee opgestuwd tot een gebergte van reusachtige afmetingen, de eigenlijke Alpen.

De noordwaartsche beweging van Afrika was reeds tijdens de Permtijd begonnen en hand in hand ging daarmee de bergvorming gepaard. In den Triastijd vormden de fronten der grootste overschuivingen — St. Bernhard, Dent Blanche en de Oostalpen — reeds langgestrekte plooien. Geleidelijk werd de druk sterker. De plooien werden in de juratijd tot geprononceerde geanticlinalen; deze tot langgestrekte eilandenbogen, herinnerend aan onzen Indischen Archipel. Eerst op het allerlaatst, in het tertiair, werd ook de verticale component van de beweging van beteekenis — hoewel

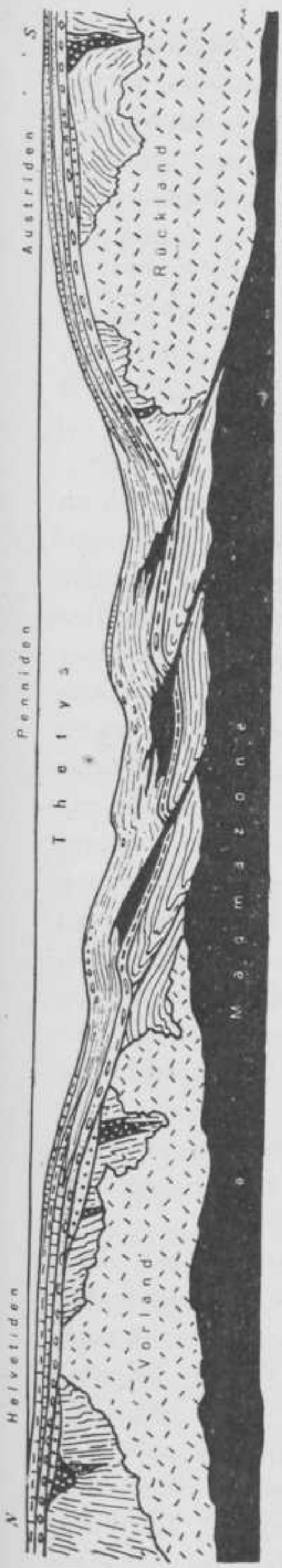


Fig. 31.
De driedeeling der Oude Thetys. Genomen uit: Rudolf Staub. „Der Bau der Alpen".

klein t.o.v. de horizontale — en verrees het gebergte uit de zee op. De afstand tusschen Europa en Afrika was met 15 breedtegraden verminderd. Het verschijnsel was echter niet snel, niet catastrophaal verloopen. Neen: geleidelijkheid is het kenmerk der alpine bergvorming geweest.

Echter was de beweging nog niet geheel afgeloopen Europa is na den stoot nog meer voorwaarts gegaan. En Afrika, welks energie in zekere mate hiermee uitgeput was, is achtergebleven. Een nieuwe Middellandsche Zee heeft zich weer tusschen beide continenten gevoegd. Als een relict van het achtergebleven continent liggen thans Oostalpen en Dinariden nog op Europa.

We onderscheiden dus in de Alpen drie groote gebieden: het Europeesche Voorland; de geosynclinaal van den Tethys, welks bodem nu het eigenlijke gebergte vormt; en het Dinarisch-Afrikaansche achterland. Zij zijn, wat bouw en facies, wat geschiedenis en ouderdom betreft, elk volkomen een afzonderlijke eenheid en toch hangen ze onverbrekelijk te zamen. Langzaam zien we de sedimenten van den shelf overgaan van bijlandsche in diepzee-afzettingen; onmerkbaar zijn we in de dikke afzettingen van den geosynclinaal gekomen. Aan de Zuidzijde zien we deze weer geleidelijk ondieper worden en in de Dinariden hebben we weer de bijlandsche, maar nu meer zuidelijke facies van Afrika's shelf en ononderbroken in de samenhang met, den overgang naar Afrika, als we ons de Middellandsche Zee wegdenken. (fig. 31).

Naar deze driedeeling worden ook

de dekbladen verdeeld. We onderscheiden Helvetiden, Penniden, Austriden. De Helvetiden behooren met het autochtoon, zooals we reeds gezien hebben, tot het Voorland. De Penniden zijn afkomstig uit den geosynclinaal en vormen het eigenlijke Alpengebergte en tenslotte behooren de Austriden of Oostalpine dekbladen met de Dinariden tot het Achterland.

De groep der Lepontische dekbladen is vervallen. Grootendeels bleken zij onder-Oostalpien te zijn, ten deele (de Niesendecke bijv.) penninisch.

Hieronder volge een overzicht van elk dezer groote eenheden.

I. Het Europeesche Voorland.

Tot het Voorland van Europa rekenen we de oude hercynisch en kaledonisch geplooide gebieden van Maures en Esterel, het Plateau Central, de Serre, Vogezen, Schwarzwald en Bohemen; verder de Jura, het Molasseland en de kristallijne centraalmassieven der Alpen. Ten slotte hun zuidelijke sedimenthuid, die ervan afgeschuurd en erover heen gestuwd is en opgehoopt tot het dekbladengebergte der Helvetische Alpen. Onder het geweld van de penninische brandingsgolf zijn de uiterste Europeesche voorposten onder den voet geloopen: zij zijn in stukken geslagen, overschoven en geplooid en de beweging is eerst ten volle gestuit door de starre kristallijne bolwerken van Schwarzwald en Vogezen, van Bohemen en het Plateau Central. Maar zelfs nog verder noordwaarts vertoont Europa de sporen van het geweld, waarmee Afrika erop aanschoof: de Rijnslenk, de vulkanen van Auvergne en den Eifel, van den Kaiserstuhl, Ries en Hegau zijn gelegen op de barsten, die Europa in den strijd heeft opgeloopen. Doch ondanks die passiviteit heeft het Voorland praedestineerend gewerkt op den uitwendigen vorm der Alpen: te zien aan culminaties en depressies en aan de boogsegmenten. Het Voorland was de omlijsting, waarnaar het geheel zich plastisch voegen moest.

Eigenlijk is het Voorland niets anders geweest dan een door mesozoïsche sedimenten bedekte peneplain en zoo is het in het Noorden nog te zien. Met vlakke helling schiet het Schwarzwaldkristallijn onder de sedimenten der Tafeljura weg. Het zijn allen bijlandsche afzettingen en dit shelfkarakter blijft bewaard in het gansche gebied van autochtoon en Helvetiden.

Verder Zuidwaarts zijn de dislocaties reeds belangrijk. Vooral het Aarmassief heeft het zwaar te verantwoorden gehad. Geen van de andere centraalmassieven is zoo in schubben gelegd, als het Aar-

massief, maar dit kreeg dan ook de sterkste stoot, volkomen loodrecht op zijn as; geen wonder, dat zijn zuidelijkste gedeelte, het Gotthard-massief, bezweken is onder de penninische branding en tientallen kilometers ver meegesleept is naar het Noorden, over de overige schubben van het Voorland heen. En niet alleen, dat het Voorland geschubd en geplooid werd: daar, waar de weerstand van Europa het grootst was en waar reeds kleine culminaties, gelegen voor de stuwende horsten van Plateau Central, Vogezen e.a., in de peneplain aanwezig waren [1]), daar vooral werd het Voorland aangegrepen door de aanstormende massa's. De oorspronkelijke, kleine culminaties werden passief opgeheven; zij werden zelfs ondermijnd en onderschoven. Zóó ontstonden de machtige opwelvingen der centraalmassieven, waarvan men eens meende, dat zij actief — „glutflüssig" — omhoog gekomen waren en de Alpen hebben doen ontstaan.

Inderdaad bestaan de centraalmassieven voor een groot deel uit intrusiva, maar deze zijn allen oud. Nergens worden mesozoïsche sedimenten door hen doorbroken of door hunne gangen en apophysen. De grens mesozoïcum—kristallijn is scherp: vaak met tusschenliggende arkosen of het transgressieconglomeraat van den verrucano. Soms heeft er mechanische verkneding plaats gehad, maar nergens kent men eruptiefcontacten. [2]) Wat men vroeger voor contactmetamorfose hield, blijkt dislocatiemetamorfose te zijn — zeer typische zelfs — en contactmetamorfoses kent men alleen aan prae-mesozoïsche gesteenten. Daarentegen komen in de conglomeraten van permo-carboon, trias, jura en tertiair rolsteenen voor van de eruptiva der centraalmassieven. Ook dit toont overtuigend aan, dat die eruptiva veel ouder zijn dan de alpine orogenese. Alle gesteenten der centraalmassiven vertoonen bovendien zonenvormige dislocatiemetamorfose, waardoor zoowel sedimenten, als eruptiva en contactzones veranderd zijn. Vooral treedt „Schieferung" op, die zelfs door de gangen heen gaat of hen plooit. Verder komen glijvlakken, kataklastische structuren, lineaire strekking, mylonitisatie, ommineralisatie enz. voor. Het is zonder eenigen twijfel een alpine metamorfose, die ook weer aantoont, dat de eruptiva tijdens de orogenese reeds in vasten toestand aanwezig

---

[1]) Mont Blanc en Aarmassief waren oorspronkelijk ook zulke embryonale culminaties; dit wordt o.a. geïllustreerd door de nòg dunner en nòg neritischer triasontwikkeling.

[2]) Zeer fraai hebben we het mechanisch contact tusschen kristallijn en sedimenthuid in de Mettenbergsyncline bij Stieregg boven Grindelwald gezien.

waren. Tenslotte zijn de gesteenten der centraalmassieven met hunne mesozoïsche sedimenten geplooid en verschubd en ingewikkeld vertand. Er is geen twijfel mogelijk: alle intrusiva der centraalmassieven zijn praemesozoïsch en hebben de bergvorming passief meegemaakt.

Eigenlijk zijn de centraalmassieven te vergelijken met groote hercynische vensters in den dekbladenvloed, die over hen heenstroomde. Zij herinneren nog ten volle aan Schwarzwald en Vogezen en het Plateau Central, [1]) welks voortzetting zij zijn, maar zij zijn natuurlijk thans veel sterker gedeformeerd en gemetamorfoseerd. Zij bestaan grootendeels uit batholitische, soms laccolithische (?) intrusiva, die doorgaans zuur zijn (Protogingranieten, alkaligranieten, monzonieten, banatieten). Deze intrusiva hebben porphyrische randfacies en zijzelve en hunne Schieferhülle zijn doorspekt met aplitische en pegmatitische gangen. Basische gesteenten komen minder vaak voor.

De centraalmassieven vertoonen, hetzij een schubstructuur, hetzij groote waaiervormige plooien, waartusschen diep ingeplooide sedimentsynclines. Het geheele centraalmassief vertoont een steile druksplijting.

In de centraalmassieven vindt men ook nog sporen van palaeozoïsche bergvormingen: zoowel eene hercynische, als eene oudere. Hunne strekkingen maken vaak een scherpen hoek met de alpine strekking.

De oudste sedimenten, waarvan men in de centraalmassieven den ouderdom met zekerheid kent, behooren tot het carboon.

Dan zijn er nog de paragneizen en glimmerschisten, waarvan men den ouderdom niet kent. Het carboon treedt onregelmatig op en is ingeklemd in het kristallijn. De sericietgneizen bij Fiesch in het Rhonedal behooren tot het carboon, dat men vooral in het Westen van het Aarmassief aantreft.

Discordant hierop treft men dan in het Oosten de zeer dikke Verrucano-ontwikkeling aan, die zich nog voortzet in Glarner en Mürtschen dekblad. Daarop komt de trias. Deze treedt doorgaans transgressief, met arkosen, uit het Noorden op en bedekt de hercynische verweeringskorst. De trias is slechts zeer dun en zeer bijlandsch wat facies betreft, dus was er hier toen reeds een embryonale culminatie. Het is Germaansche trias, derhalve driedeelig. Deze

---

[1]) Mt Blanc en Plateau Central, Vogezen, Aarmassief en Schwarzwald vertoonen zeer groote overeenstemming.

begint met een kwartszandige basis; dan dolomiet (röthidolomiet) en tenslotte bonte mergels van de Keuper (Quartenschiefer) met rhaetsporen. In het Westen is de lias in dikke pakketten ontwikkeld in neritische facies, doch ontbreekt ten Oosten van den Blümlisalp. De dogger is kleiïg, ijzerhoudend, vaak zandig en daarop komt het zeer dikke, monotone pakket (± 600 M.) van de Hochgebirgskalk. Het krijt ontbreekt — behalve in het Zuiden — of is er reeds afgeerodeerd. Zoowel autochtoon kristallijn als sedimenten zijn gelijk aan die van de buitenste horsten, als Plateau Central en Schwarzwald.

De naam „autochtoon" beteekent weliswaar „ter plaatse gevormd", maar dat wil daarom nog heelemaal niet zeggen, dat de autochtone massieven geene bewegingen hebben meegemaakt. Niet alleen hebben sediment en kristallijn langs hunne contacten relatieve bewegingen uitgevoerd [1]) — dit gebeurt bij plooiïng trouwens altijd langs de grensvlakken van verschillend resistente gesteenten — maar ook de schubben zijn belangrijk t.o.v. elkaar verschoven en vooral de zuidelijkste: het Gotthardmassief misschien wel een 50 K.M. Volgens Alb. Heim kan men veilig aannemen, dat het Aarmassief door de tertiaire plooiïng nog minstens tot op de helft van zijn oorspronkelijke breedte is samengeperst. Maar t.o.v. het overige gebergte zijn deze bewegingen onbeduidend en ligt alles nog vrijwel op zijn oorspronkelijke plaats.

Zooals reeds is gezegd, hebben de centraalmassieven den uitwendigen vorm van het gebergte bepaald. Bij het begin van het eigenlijk paroxysme werden zij aangegrepen en opgeheven, mede onder den stuwenden weerstand der groote noordelijke kristallijne horsten; zij bepaalden de boogsegmenten en asduikingen in het dekbladengebergte. Achter ieder autochtoon massief ligt een culminatie van het gebergte. In den beginne, toen ze nog niet ten volle opgeheven waren, konden Penniden en Austriden nog wel over de centraalmassieven heenkomen; maar des te hooger ze opgestuwd werden, des te moeilijker ging dat; toen boorden zich de fronten der penninische dekbladen in den rug der centraalmassieven; deze werden daardoor nog meer opgeheven, tevens gebroken en tenslotte zelfs zóó overkipt en ondermijnd, totdat er geen verdere beweging meer mogelijk was. Maar tusschen de massieven drongen de dekbladen onweerstaanbaar voorwaarts (bijv. in de depressie tusschen

---

[1]) Dikwijls is daardoor de oorspronkelijke discordantie uitgewischt en zijn gneiss en mesozoïcum schijnbaar concordant.

Mt. Blanc en Aarmassief). De voorlandmassieven werkten op den alpinen toevloed, gelijk de pijlers van een brug op een stroom. Tusschen de pijlers vloeit het water snel en gemakkelijk; er achter hoopt het zich op.

Men kent de volgende centraalmassieven: Mercantour, Pelvoux, Grandes Rousses, Belledonne, Mt Blanc en Aiguilles Rouges, Aar en Gotthard en de kleine dom van Vättis. Ten Oosten van den Rijn kent men ze niet meer: daar ligt de diepe, groote depressie der Oostalpen. Maar in die diepe depressie kent men toch nog eenige groote culminaties. De oostelijkste, die van den Semmering, ligt onmiddellijk voor Bohemen. Het feit, dat op twee plaatsen, die in de voortzetting der overige centraalmassieven gelegen zijn, het Penninicum onder de Austriden weer aan den dag komt, doet met zekerheid vermoeden, dat daar nog een tweetal hercynische massieven begraven liggen.

De depressie der Oostalpen is zeer diep en tevens ontbreekt hier de elders werkende, stuwende hulp van buitenste kristallijne stootblokken, zoodat die begraven hercynische massieven hier niet zóó hoog opgeperst konden worden, dat zij nu reeds door de erosie zouden kunnen zijn blootgelegd. Maar voor en onder de vensters van Unterengadin en Tauern mag men zeer zeker de voortzetting van Aar- en Gotthardmassieven vermoeden.

Tot het Voorland behooren ook de helvetische dekbladen. Zij bevatten geen kristallijn; ze zijn niets anders, dan de afgeschuurde sedimenthuid van de zuidelijke helling der centraalmassieven. Ze vertoonen dan ook dezelfde neritische facies, als de autochtone sedimenten. Deze facies wordt zuidwaarts geleidelijk mariner, de afzettingen dikker en vooral het krijt, dat in de Jura ontbrak, ontwikkelt zich hier steeds sterker.

De helvetische dekbladen vertoonen nog niet dien regelmaat, die constante uitgestrektheid in de strekkingsrichting, waardoor de penninische dekbladen gekenmerkt worden. In het mechanisme van hun vorming overheerschte breken boven vloeien. Dat ziet men zoowel in het klein als in het groot: in de mylonitisatie en druksplijting (zeer fraai zagen we druksplijting o.a. tusschen Elm en den Segnespas; verder aan de Axenstrasse en bij de Bäregg; steeds was de druksplijting onafhankelijk van de laagrichting) en andere verschijnselen van kataklase, zoowel als in de wijze, waarop de dekbladen in zijwaartsche richting plotseling ophouden en plaats maken voor andere. Door breken ontstond de onregelmatigheid, waarin ze elkaar vervangen; daardoor ook ontstonden de breuken en trans-

versale verschuivingen, de „Quetschzonen" en de muizen (men denke eens aan de Lochseitenkalk van de Tschingelhörner en aan de wijze, waarop deze malmkalk met de flysch verkneed was). Doordat ieder dekblad in de strekkingsrichting beperkte uitgestrektheid heeft, doordat het een locaal iets is, wisselen de namen ook voortdurend. Daardoor is het moeilijk om de dekbladen, die ten Oosten van het Aarmassief voorkomen, te paralleliseeren met dekbladen ten Westen ervan; te meer, daar de facies in het Oosten en Westen ook wel eens verschilt. Zoo is er in het Oosten wel, in het Westen geen verrucano. Hier daarentegen weer lias, die in het Oosten ontbreekt, terwijl men ook in krijt en jura faciesverschillen aantreft.

In het Oosten kunnen we onderscheiden, van beneden naar boven: Glarnerdekblad, Mürtschendekblad (beiden met verrucano), Axendekblad, Säntisdekblad, Rädertendekblad, Drusbergdekblad.

De drie eersten worden Onder-helvetische, de anderen Bovenhelvetische dekbladen genoemd.

In het Westen heeft men geheel andere namen gegeven en dikwijls treft men daar voor overeenkomstige tectonische eenheden meerdere namen aan. Zoo zijn Dent du Midi-, Dent de Morcles-, Balmhorn- en Blümlisalpdekblad allen namen voor soortgelijke parautochtone dekbladen. Daarop komt het Diableretsdekblad, dat onder-helvetisch is. Verder komen er dan het Wildhorndekblad en de Plaine-Morte-, of Bonvin-, of Wildstrubel-dekbladen. Het is trouwens dikwijls heel moeilijk om te beslissen, of men een digitatie al of niet als een zelfstandig dekblad moet opvatten. Een mooi voorbeeld zijn de digitaties aan de Axenstrasse: waren die nog iets verder t.o.v. elkaar bewogen, dan zou men van zelfstandige dekbladen kunnen spreken.

De helvetische dekbladen zijn dikwijls sterk in zichzelf geplooid (zie bijv. bij Säntis, Axenstrasse e.a.). Die plooiïng is vooral heel sterk aan de fronten, waar zij in wilde, overkipte golven branden over de molasse, die zelf tengevolge hiervan is opgericht tot steile, vaak overkipte plooien. Zeer suggestief is het gezicht van de Matthöhe op de drie aanrollende brandingsgolven — schuimkoppen mag men wel haast zeggen — van den Säntis. Overigens zijn de helvetische dekbladen gekenmerkt door uitgewalste, gereduceerde of totaal ontbrekende middenvleugels. Oppervlakkig beschouwd, is de eerste indruk, dien we ervan krijgen, die van een eenvoudige concordante serie: veel minder gecompliceerd dan bijv. de Jura. Maar bij nauwkeuriger beschouwing vallen dan de stratigrafische

herhalingen op, met de flysch of berrias [1]) als smeermiddel, als glijmateriaal, waarover de dekbladen getransporteerd zijn en waardoor ze tevens tegenover elkaar begrensd worden.

Heel fraai is vooral in het Westen het omloopen der dekbladenschilden rond het Aarmassief te zien en den samenhang met de wortels, die men daarna ziet wegschieten onder het geweldige gebergte der Penninnische Alpen.

De Penniden.

Oorspronkelijk zag men in de Penniden soortgelijke kristallijne massieven, als het Aarmassief was. Men had er nooit fossielen in gevonden en er slechts kristallijne gesteenten in aangetroffen. Het behoeft geen verwondering te wekken, dat men in dien tijd, toen men van diepte-metamorfose nog niets afwist, al deze gesteenten op een zeer hoogen ouderdom schatte. Daar bovendien deze gebieden oorspronkelijk zeer weinig toegankelijk waren en dus weinig bereisd werden en elders in Zwitserland, naar men meende, belanglijker problemen op een oplossing wachtten, heeft het lang geduurd, eer zich de onderzoekers van dit gebied meester maakten. De Simplontunnel was er tenslotte de eerste aanleiding toe, doch pas Argand heeft de grootheid der Penninische Alpen ten volle recht laten wedervaren. Hij heeft ons aangetoond, dat nergens in de Alpen de bewegingen zoo geweldig waren geweest, als in Wallis; hij heeft ons de plasticiteit van die bewegingen laten zien, en de verschillende bewegingsstadia. Hij heeft bewezen, dat we hier in werkelijkheid te doen hebben met wat eens de diepe geosynclinaal was, die Europa van Afrika scheidde, de oude Tethys; hij toonde aan, dat het de opvulling der Tethys is, die thans in geweldige, liggende plooien opgestapeld ligt in de hemelhooge sneeuwtoppen van Monte Rosa en Matterhorn, van Weisshorn en Dent Blanche, van Combin en Grivola en van den Gran Paradiso.

En wederom was hij het, die ons de voortzetting toonde van de penninische dekbladen in de Fransche Alpen tot aan de Middellandsche Zee toe. De continuïteit der dekbladen in de strekkingsrichting is één der kernmerken, waardoor de Penniden ten zeerste van de helvetische dekbladen verschillen. Deze continuïteit werd ons later door Rudolf Staub ook in het Oosten aangetoond.

---

[1]) Doordat daar de berrias als glijdende laag dienst gedaan heeft, ontbreekt in het Säntis-dekblad alles, wat ouder is dan de berrias. We hebben overigens bij Schwarenbach kunnen zien — de bergstorting der Spitalmatte — hoe voortreffelijk het glijden op de Berrias gaat.

In Tessino en Graubunden, in Unterengadin en de Tauern treffen we volkomen dezelfde dekbladen met dezelfde gesteenteserien en met dezelfde metamorfosen aan, als in Wallis. Het zijn de Penniden, die de as der Alpen vormen en tektonisch, daarvan het belangrijkste element uitmaken. Zij zijn eigenlijk de „Alpen".

Zooals reeds gezegd is, vormden de Penniden oorspronkelijk de Tethysgeosynclinaal. We zagen reeds, hoe de facies der zuidelijkste helvetische dekbladen meer een diepzeefacies wordt en hoe de sedimentpakketten een grootere dikte krijgen. De rijke cyclische geleding van het Helveticum, de voortdurende facieswisseling, zoo karakteristiek voor een shelfgebied, hebben tenslotte in de penninische geosynclinaal plaats gemaakt voor buitengewoon dikke en zeer monotone sedimentpakketten. De geosynclinaal was zeer diep, een 5000 m, wat echter niet wil zeggen, dat de zee er ook zoo diep was.

De geosynclinaal zelve was trouwens niet overal even diep. Ter plaatse van de fronten van de twee grootste dekbladen — St. Bernhard en Dent Blanche — begonnen zich reeds in de trias twee langgestrekte geanticlinalen te vormen, die zich steeds meer accentueerden onder invloed van het drukkende Afrika. Zij zijn gekenmerkt door een veel ondieper karakter der afzettingen, waarin gips en zout en dolomitische kalken voorkomen met veel klastisch materiaal, waaronder breccies. De noordelijkste geanticlinaal, op welks bestaan Argand het eerst opmerkzaam werd gemaakt door de breccies der Val d'Hérémence, is door het geheele gebergte te vervolgen tot aan de zee toe. Het is de Briançonnaisgeanticlinaal. De zuidelijkste, de Mont Dolin geanticlinaal, is fraai te zien in de prachtige breccies van kwartsiet en dolomitische kalk van den Mont Dolin, de eenige plek in Wallis, waar ook de normale vleugel van het Dent Blanche dekblad nog te zien is. Tusschen beiden in lag de syncline, waaruit het Monte Rosa dekblad geperst is en waaruit de omgekeerde vleugel van het Dent Blanche dekblad — waarin de Midden Trias reeds als Bündnerschiefer, dus in bathyale facies, ontwikkeld is, — afkomstig is.

Intusschen drong Afrika onweerstaanbaar op en werd de geosynclinaal langzaam ineengeschoven. Tenslotte had in het tertiair het eigenlijke paroxysme plaats: Afrika schoof op Europa en, onder zich den geosynclinaalbodem passief meesleurend, wierp het dien in geweldige liggende plooien op Europa's uiterste bolwerken. Passiviteit kenmerkt zoowel Penniden als Helvetiden.

Die groote liggende plooien zijn daarentegen een zeer typeerend

PLATE I.

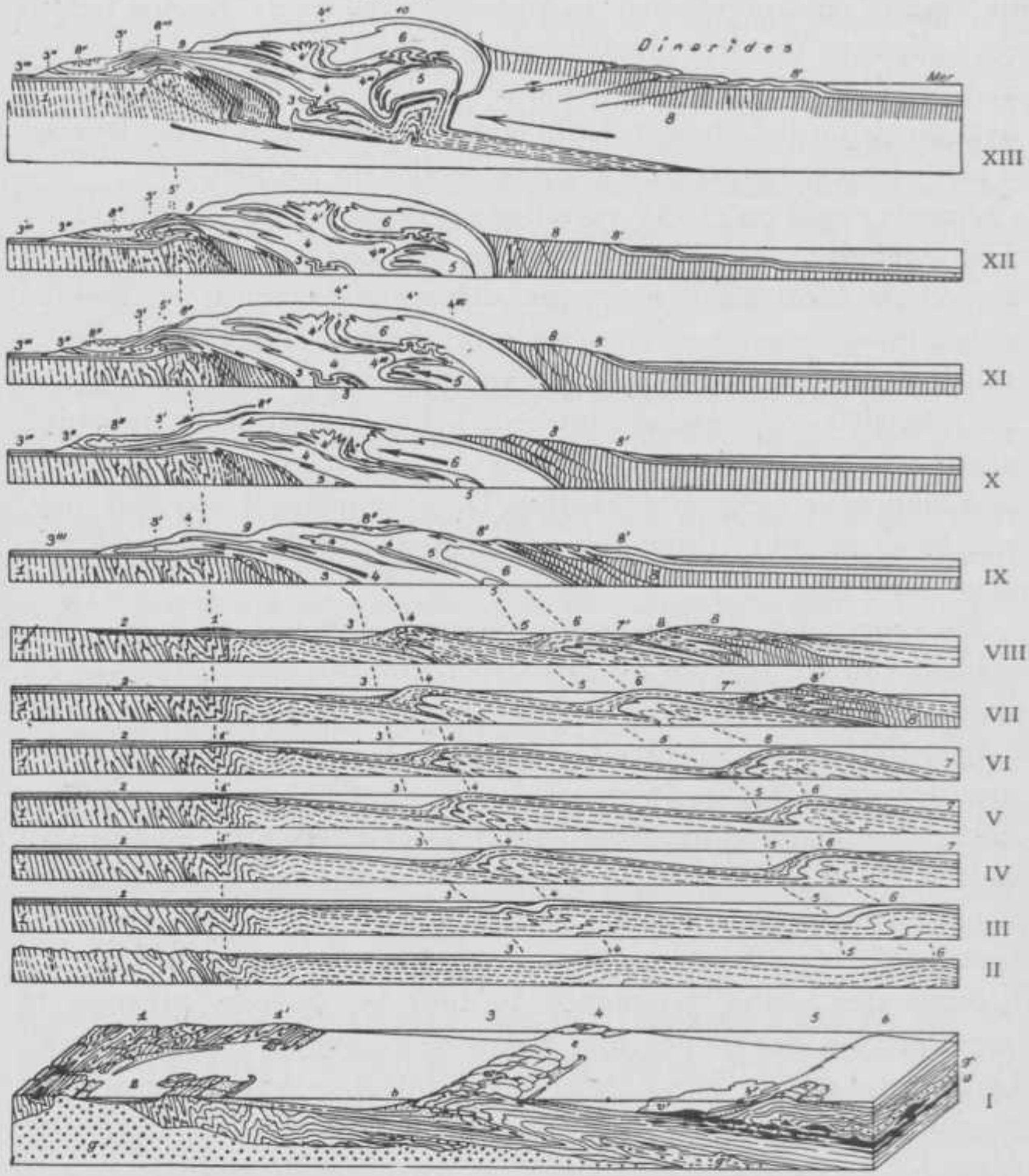


Fig. 32.

De West-Alpen in verschillende ontwikkelingsstadia. Naar Emile Argand uit: L. W. Collet. „Structure of the Alps".

I. Embryonaal stadium in het Mesozoïcum.
II. Midden Carboon.
III. Midden Trias.
IV. Lias.
V. Dogger.
VI. Malm.
VII. Midden- en Boven Krijt.
VIII. Eoceen en oligoceen.
IX. St. Bernhard phase.
X. Dt. Blanche phase.
XI. Monte Rosa phase (vorming van den „pli en retour".
XII. Begin van de onderschuiving der wortels.
XIII. Insubrische phase.

Hier in het westen zijn de Anstriden niet in hun geheel over Penniden en Helvetiden heengegaan. De profielen toonen ons, hoe de massa der Préalpes (8'') passief veroverd is.

De beteekenis der cijfers in fig. I is als volgt:

1. Het Voorland, mer granitische batholithen (g) van Jong-Palaezoischen Hercynischen) ouderdom.
2. De epicontinentale zee.
3. Het Voordiep of Valais (Wallis)-Geosynclinaal.
4. De Briançonnais Geanticlinaal.
5. De Piedmont-Geosynclinaal
6. De Mont Dolin-Geanticlinaal.

g = Hercynische batholithen.

g' = Hercynische granieten in penninische plooien, door bewegingen en omkristallisatie ten deele reeds in orthogneiss omgezet.

b en b' = Plaats, waar grofkorrelige zandsteenen en conglomeraten gevormd werden.

v en v' = Plaats waar de basische intrusiva meegevoerd werden en tot uitvloeiïng (v_1) kwamen in de Piedmontgeosynclinaal. Het Monte Rosadekblad, dat uit deze geosynclinaal afkomstig is, is zeer rijk aan deze ophiolithen.

iets voor de Penniden. Alle overschuivingen hebben hier hun plooikarakter behouden, veel meer dan bij Helvetiden en Austriden het geval is. De middenvleugels zijn behouden gebleven en veel minder uitgewalsd en dit komt niet alleen door de aard van de gesteenten, maar ook door de groote diepte, waarop de plooiïng plaats had. Onder den machtigen traîneau écraseur waren de gesteenten der geosynclinaal op zoo groote diepte geraakt, dat zij in de meso- en katazones van regionaal- en dynamometamorfose terecht gekomen waren. [1]) De penninische gesteenten zijn plastisch gedeformeerd. Op hun bewegingsmechanisme is het stempel van vloeien gedrukt; geheel en al in tegenstelling met Helvetiden en Austriden, waar breken overheerscht. Daardoor was het mogelijk, dat het oude kristallijn zoo soepel aan de bewegingen heeft deelgenomen. De kern der dekbladen wordt door deze kristallijne massa's gevormd, die in het midden en nabij de fronten dikker, nabij de wortels dunner zijn. Zij zijn nog volkomen ingehuld, zoowel onder als boven, door trias en jongere mesozoïsche sedimenten: de Bündnerschiefer. Deze breuklooze deformatie toont ons ten volle, hoe plastisch de gesteenten zich gedroegen; hoe niet alleen laag voor laag, doch ook kristal voor kristal, ja zelfs molekuul voor molekuul zich voortbewoog. Dit verklaart tevens de ontzaglijke veranderingen, die er in de gesteenten hebben plaats gehad: zoowel algeheele omkristallisatie door de dieptemetamorfose, als ook structuurveranderingen door de dislocatiemetamorfose, zoo noodig ook gepaard aan de vorming van nieuwe mineralen. De dislocatiemetamorfose was natuurlijk uitsluitend alpien, maar de regionaalmetamorfose werkte reeds daarvóór veranderend op de sedimenten, die in de diepte van de zich vullende geosynclinaal waren opgehoopt. In het kristallijn heeft men vermoedelijk dan ook nóg oudere metamorfoses. In het

---

[1]) Heim verstaat onder regionaal- of dieptemetamorfose eene verandering van het gesteente onder invloed van meer of minder hooge temperatuur en **hydrostatische**, d.i. alzijdige druk. Deze verandering zal voornamelijk in een omkristallisatie bestaan: bijv. vorming van mineralen met een geringer moleculairvolume en zal in 't algemeen de vorming van zulke mineraalcombinaties bevorderen, die volgens de phasenleer stabiel zijn onder de gegeven alzijdige druk en de heerschende temperatuur.

Onder dynamo- of dislocatiemetamorphose verstaat hij een verandering onder **gerichte** druk, waarbij natuurlijk ook temperatuur en diepte van grooten invloed zijn. Deze metamorfose zal in de eerste plaats van mechanische aard zijn en de structuur van het gesteente veranderen. Maar hand in hand kunnen daarmee sericitisatie, ommineralisatie (b.v. vorming van platte of van zuilvormige mineralen) e.d. samengaan. Dislocatiemetamorfose gaat trouwens doorgaans samen met dieptemetamorfose; immers, door de dislocatie worden de gesteenten dikwijls onder geheel andere omstandigheden gebracht.

Penninicum heeft men dus te doen met een superpositie van vele metamorfoses, waarvan de onderscheiding zeer moeilijk is. Al deze metamorfoses hebben gemaakt, dat penninische gesteenten zich geheel anders aan ons voordoen, dan toen zij werden afgezet en dat alle fossielen eruit verdwenen zijn. Het is de reden, dat men ze zoo lang gehouden heeft voor zeer oude, voor archaeische, gesteenten.

De ouderdom der kristallijne kernen is in ieder geval prae-mesozoïsch en vermoedelijk wel palaeozoïsch; men kent er carbonische anthraciet en permische gesteenten (de bovenste Casannaschiefer) in. Staub meent door analogiën in de micaschisten, gneizen, marmers en kalken boven in de „Série de Valpelline" van het Dent Blanche dekblad siluur en devoon te mogen zien. De kristallijne massieven bestaan echter vooral uit ortho- en paragneizen van geheel onbekenden ouderdom. Hierin komen intrusiva voor, die sterk zijn veranderd en zich ook plastisch gedragen hebben; door dit alles zijn de contactmetamorfosen vaak uitgewischt.

Op deze kristallijne kernen, die in wezen nog veel overeenkomst vertoonen met Schwarzwald- en Aarmassiefgesteenten, komt het mesozoïcum, thans schijnbaar concordant. Het is heel goed mogelijk, dat er in de geosynclinaal geene hercynische plooiing heeft plaats gehad. Maar het is evenzeer mogelijk, dat oorspronkelijke, geringe discordanties door de metamorfosen zijn uitgewischt; of door de bewegingen zijn verdwenen. In ieder geval is nu niet meer uit te maken, of het een valsche of echte concordantie is; maar wel is het zeker, dat er nooit een groote discordantie geweest kan zijn.

De verrucano ontbreekt natuurlijk. Op het kristallijn volgt onmiddellijk de trias, die in de onderste dekbladen nog aan de helvetische facies herinnert, met kwartsiet, röthidolomiet en quartenschiefer. Dan komt het zeer dikke pakket der schistes lustrés, de eigenlijke geosynclinaalopvulling. Het zijn kalkige, zeer sterk gemetamorfoseerde schisten, waarvan de metamorfose intensiever geweest is, naarmate zij dieper in het dekbladengebouw gelegen hebben. Het zijn voornamelijk grijze, glanzende, kalkige phyllieten, bestaande uit calciet, kwarts, muscoviet, plagioklaas en accessorisch toermalijn, rutiel, pyriet, epidoot, zoïsiet, titaniet, zirkoon en magnetiet. Ertusschen in komen wel lagen grijze en zwarte granaatphyllieten voor, die gemetamorfoseerde kleien zijn en voornamelijk uit kwarts en muscoviet bestaan en dikwijls haast geen kalk bevatten, vooral als er granaat in voorkomt. Trouwens, ook de kalkphyllieten bestaan afwisselend uit dunne, zeer kalkrijke laagjes en

dan weer meer kwartsphyllitische laagjes, waarin kwarts en mica. Een echte liasontwikkeling dus: het in dunne laagjes afwisselen van onzuivere kalken, mergels en kleileien, waaruit de schistes lustrées in onveranderden toestand wel bestaan zullen hebben. [1])

Het heele pakket der Bündnerschiefer is 2000—5000 m dik. Het is volgens Termier eene „série compréhensive"; d.w.z. het is eene serie van constante facies, die zich voortzet over vele tijdperken. Hoewel de hoofdzaak vermoedelijk van jurassischen ouderdom is, gaat de serie nog wel door tot in het krijt, zelfs tot in het tertiair en begint vaak reeds in de midden-trias.

Hoe kennen we den ouderdom van het penninische mesozoïcum? Alles is toch immers volkomen veranderd en alle sporen van organismen zijn daarbij geheel vernietigd? Welnu, naarstig en gelukkig zoeken leidde een enkele maal nog wel eens tot het vinden van een meer of minder herkenbaar fossiel. Studer en Escher vonden reeds in de Bündnerschiefer van den Lucomagnopas Belemnites paxillosus. Verder heeft men een ondefinieerbare Arietites gevonden. Ook trof men wel eens een pentacrinus, een gryphea of een cardinia aan, en in Italië ook koralen. Al deze vondsten, die een zeldzaamheid waren, stelden den jurassischen ouderdom der betreffende gesteenten vast. Bovendien kon men, met analogiën werkend, ontzaglijk veel bereiken. Trouwens, er werden nieuwe vondsten gedaan. Rudolf Staub vond in het Margna-dekblad in Graubunden radiolarieten uit het krijt te midden van Bündnerschiefer. Termier beschrijft ook radiolarieten in de schistes lustrées der Cézanestreek en aan de Monte Genèvre nabij Briançon. En in de Prättigau ziet men de schistes lustrés geleidelijk en onmerkbaar overgaan in een nummulietenvoerend gesteente; ook aan den Niesen, in de Briançonnais, Ubaye en Embrunais gaan ze geleidelijk over in eoceene penninische flysch. Klaarblijkelijk gaan de Bündnerschiefer door van trias tot eoceen.

De Bündnerschiefer zijn het kenmerk bij uitnemendheid van de penninische dekbladen. Zij blijven over het geheele gebergte gelijk, en handstukken uit Tauern en Engadin of Wallis zijn volkomen ononderscheidbaar van elkaar. Zij spelen bij het vaststellen der dekbladen verder eenzelfde rol, als de flysch in het Helveticum;

---

[1]) Weliswaar is het penninische kristallijn uit de diepte-zone van metamorfose, maar het is duidelijk, dat de gesteenten, die hooger lagen in het complex, ook in minder diepe zones van metamorfose gelegen hebben. De Bündnerschiefer zijn dan ook grootendeels epi- en mesometamorf.

alle dekbladen worden door Bündner Schiefer omhuld en van elkaar gescheiden.

Flysch ontbreekt in de meeste penninische dekbladen. Het is duidelijk, dat dit zoo moet zijn. In het eoceen werd het penninicum onder de Oostalpine traîneau écraseur bedolven en tegen afbraak beschut; de penninische afbraakproducten konden bovendien slechts in de Zee ten Noorden van de Alpine-opwelving afgezet worden; zoo konden slechts penninische afbraakproducten ontstaan daar, waar de Penniden over de centraalmassieven zijn heengegaan, bijv. in de depressie tusschen Aarmassief en Mont Blanc, in den Niesen.

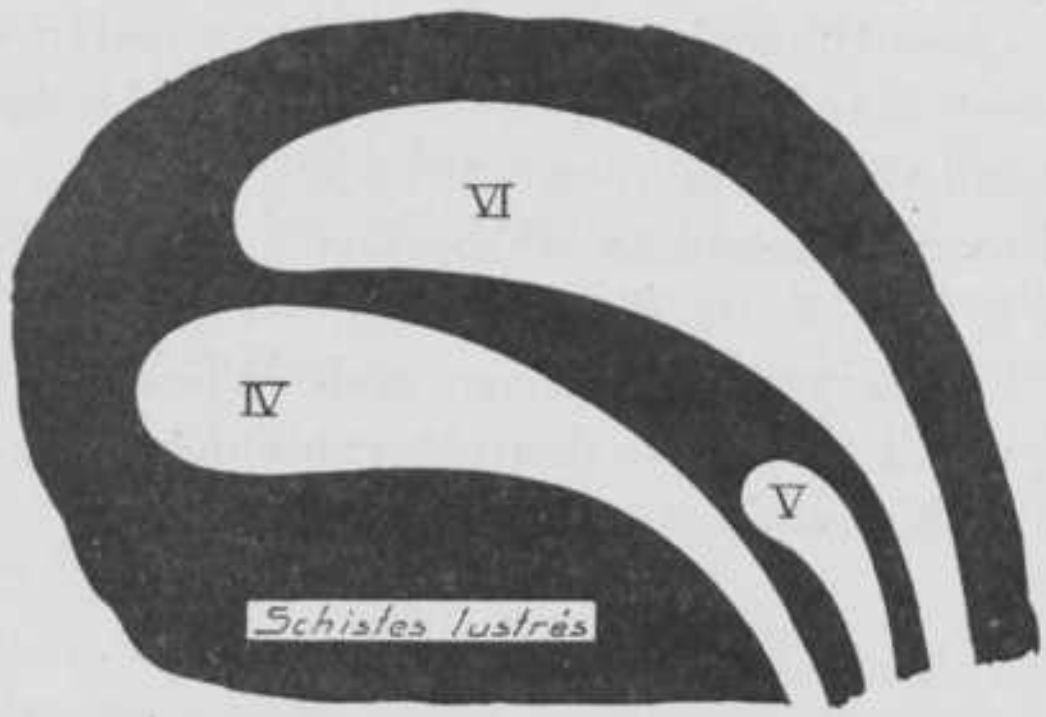
Het zij nog opgemerkt, dat op de geanticlinalen de schistes lustrés meer als kwartsige kalkphyllieten, -conglomeraten en stengelbreccies ontwikkeld zijn. Uit deze ontwikkeling der schistes lustrés en der trias (reeds vroeger beschreven) heeft men eigenlijk deze geanticlinalen kunnen reconstrueeren. Het zal later blijken, dat ook aan den kop van de groote Oostalpine dekbladen zich zulke geanticlinalen gevormd hebben.

Na deze algemeene beschouwingen kunnen we de penninische dekbladen afzonderlijk gaan beschouwen. Zooals reeds gezegd, zijn het logge, massieve liggende plooien van geweldige afmetingen. Het heele penninische gebouw is tientallen (25?) kilometers dik en aan de groote asduikingen, veroorzaakt door de stuwende werking der centraalmassieven, danken wij de mogelijkheid om alle verdiepingen te leeren kennen. In de depressies is het den penninischen vloed gelukt, over te stroomen; voor en achter de depressies hebben de dekbladen zich dan ook vlak uitgebreid. Doch vóór de pijlers van de brug werd de vloed sterk opgestuwd en opgewelfd tot groote hoogte en dikte. De penninische brandingsgolven boorden zich zelfs in den rug der centraalmassieven, die stuk gedrukt werden door het geweld, waarmee zij er op instormden.[1]) Maar er overheen konden zij niet komen. Zoo ondermijnden ze de helvetische wortels; ze stroopten de zuidelijke sedimenthuid van de centraalmassieven af en wierpen die er overheen, waardoor de helvetische dekbladen gevormd werden. Zelfs werden de penninische fronten tot grillige digitaties gedeformeerd, die teruggeplooid werden en zich in elkaar wikkelden. Voor het Aarmassief

---

[1]) Nogmaals zij erop gewezen, dat alles geleidelijk en langzaam ging. Waar hier van branding gesproken wordt, denke men aan een langzaam opgenomen film, die thans voor ons snel afgedraaid wordt.

ontstond op die wijze nog eene complicatie. Toen er geen voorwaartsche beweging meer mogelijk was, werd het St. Bernhard-dekblad eenigszins teruggestulpt, terwijl het Monte Rosa-dekblad, dat wat achtergebleven was, nog langzaam voortdrong tusschen St. Bernhard- en Dent Blanche-dekblad door (het was uit de geosynclinaal afkomstig, die tusschen de Briançonnaisgeanticlinaal van St. Bernhard en de Dolinanticlinaal van Dent Blanche inlag). Het boorde zich nu steeds meer in den rug van het St. Bernhard-dek-



Schematisch profiel der Boven-Penninische dekbladen vóór de terugplooiing.

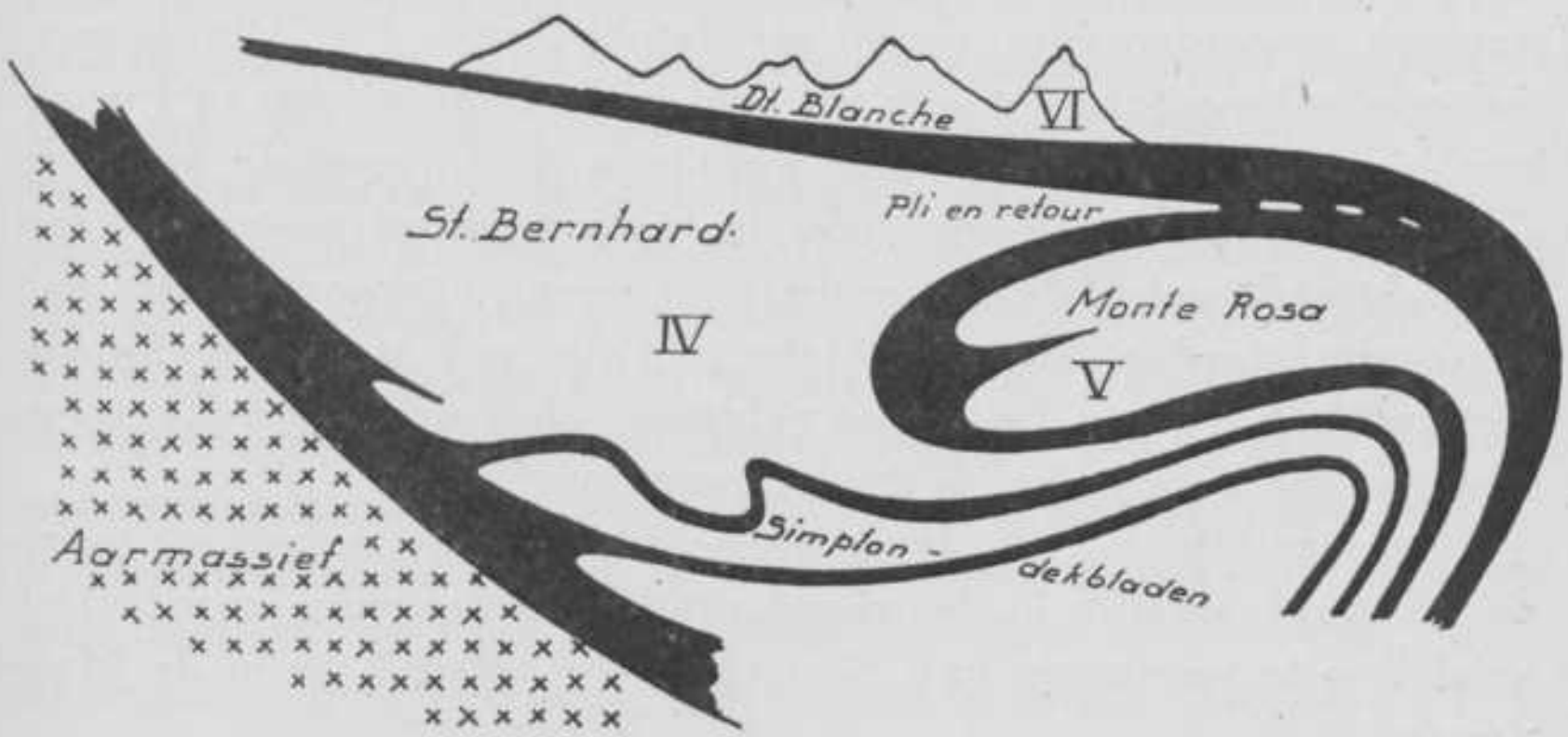


Fig. 33.
Schematisch profiel na de vorming van den pli en retour.

blad en dit vormde een teruggeplooide waaier tusschen het front van het Monte Rosa-dekblad en het Dent Blanche-dekblad. Deze waaier, de „Mischabelfächer" of de „pli en retour du Mischabel" genoemd, werd tevens steeds meer „gequetscht" door de nog voort-

gaande beweging van het bovenste dekblad. Onderstaande schetsen geven de situatie weer vóór en na de vorming van den pli en retour (zwart = mesozoïcum).

Het is voor de machtige opwelvingen, die tegen de voorlandculminaties gevormd zijn, dat we de diepste penninische dekbladen kennen. De drie onderste zijn dan ook slechts te zien voor de allergrootste culminaties van Aar en Gotthard. Het zijn de Tessiner of Simplon-dekbladen en wel het Antigorio-dekblad (I), het Lebendun-dekblad (II) en het Monte Leone-dekblad (III).[1]) Zij bestaan allen uit gneisskernen, omhuld door Bündnerschiefer, die nog sterker gemetamorfoseerd is dan in de hoogere dekbladen: er komen bijv. staurolietphyllieten in voor.

De drie boven-penninische dekbladen zijn: het St. Bernhard-dekblad (IV), het Monte Rosa-dekblad (V), het Dent Blanche-dekblad (VI). Daarvan is IV alleen in de Westalpen aan den dag gekomen; V en VI treffen we daarentegen aan van de Middellandsche Zee tot in Karinthië.

Het St. Bernharddekblad.

Het kristallijn bestaat voornamelijk uit de reeds genoemde Casannaschiefer. Het zijn gemetamorfoseerde palaeozoïsche zandsteenen en kleileien, die dus tot kwartsitische en phyllitische gesteenten geworden zijn, vooral sericietphyllieten. Het zijn permocarbone sedimenten, hetgeen wij ondanks metamorfose en fossielloosheid met zekerheid weten, want aan de bovenzijde gaan de Casannaschiefer ongemerkt over in witte triaskwartsieten en aan de onderzijde geleidelijk in anthracietvoerend carboon. Ouder zijn echter de Beneden-Casannaschiefer. Zij zijn ook sterker regionaalmetamorf, bevatten o.a. meer veldspaat dan de Boven-Casannaschiefer, die hoofdzakelijk dynamometamorf zijn.

Uitsluitend in het St. Bernharddekblad komt anthraciet voor, en wel voornamelijk in de frontdigitaties. Deze „zone carbonifère axiale" is te vervolgen van Sion via het Aostadal tot in de Maurienne.

Het St. Bernharddekblad is met VI het grootste penninische dekblad. Hier zij er nog eens aan herinnerd, dat aan het front van dit dekblad zich de Briançonnais-geanticlinaal bevonden heeft.

Het St. Bernharddekblad schiet bij den Simplon de lucht in, gaat

---

[1]) De Romeinsche cijfers zijn van Argand, die ze vaak inplaats van de namen gebruikt.

over de culminatie der Tessiner dekbladen heen, komt dan echter ten Oosten hiervan als Adulablad nog eens in de topografie terug, — in de wortels is de samenhang natuurlijk bewaard gebleven, hoewel niet altijd even duidelijk door „Ausquetschung" — om dan voorgoed te verdwijnen onder de twee hoogste penninische dekbladen en de „carapace" der Austriden. In den Tauern is de erosie nog niet genoeg voortgeschreden, om IV bloot te leggen.

Het is vooral het front van het St. Bernharddekblad geweest, dat in den rug der centraalmassieven en Helvetiden geboord is, en het heeft daarbij vele digitaties gevormd. Het zou overigens het eenige peninische dekblad zijn, volgens Lugeon tenminste, dat over de centraalmassieven is heen kunnen komen. Nieuwere onderzoekingen schijnen er echter op te wijzen, dat het Niesendekblad uit twee eenheden bestaat: de onderste, het Oberlaubhorndekblad, zou tot 't St. Bernhard-, de bovenste tot het Dent Blanchedekblad behooren.

Het Monte Rosadekblad (V).

Het Monte Rosadekblad is afkomstig uit de geosynclinaal tusschen de Briançonnais- en Dolin-geanticlinalen. Het kristallijn bestaat uit orthogneizen (oogengneiss) met eene omhulling van paragneizen. Dan volgt mesozoïcum, bestaande uit kwartsiet, dolomitische kalken, rauchwacken, dolomietbreccies en daarop de schistes lustrés, die in veel sterker mate dan elders geïnjiceerd zijn met de Grüngesteine of ophiolithen. Deze gesteenten zijn basische, simatische in- en extrusiva, die in hooge mate gemetamorfoseerd zijn tot prasinieten, amfibolieten, eklogieten, serpentijnen, chlorietschisten e.d. Toen bij de eerste groote bewegingen in de geosynclinaal — de zwakke plek tusschen Europa en Afrika — scheuren ontstonden, drong hier het ongedifferentieerde magma, dat volgens Niggli een gabbroïdisch-essexitische samenstelling gehad moet hebben, binnen. Deze magma's, ten deele uitvloeiingen, ten deele inpersingen, zijn nu tusschen de dekbladen passief meegevoerd en er mechanisch mee verkneed. Zij komen in steeds grooter hoeveelheden voor, naarmate men meer de wortels nadert, hetgeen een logisch gevolg is van wat boven over hun afkomst is gezegd. In den Tauern komen zij dan ook vooral aan de zuidzijde voor. In de strekkingsrichting blijkt, dat hun verbreiding afhankelijk is van den stuwenden invloed der centraalmassieven.

Het Monte Rosadekblad vormt in het Westen de massieven van Dora Maira, Ambin en Gran Paradiso. In de depressie tusschen

Mont Blanc- en Aarmassief is het bedolven onder het Dent Blanche-dekblad. Bij Zermatt komt het weer in het dal aan den dag en snel wint het dan aan hoogte. Iets verder Oostwaarts vormen de schistes lustrés reeds de toppen van Breithorn en Görnergrat, waar wij ze aangeslagen hebben, evenals de gemetamorfoseerde intrusiva; en tusschen Riffelberg en den Görnergrat hebben we in de Bündner-schiefer ook verschijnselen van contactmetamorfose kunnen bewonderen.

Verder stijgend, kwamen we ten Oosten van het Kulmhotel op den Görnergrat in de trias en vervolgens nabij den top van de Hohthäligrat aan de paragneizen. Breithorn en Pollux bestaan nog uit Bündnerschiefer, maar Castor reeds uit paragneiss. De grootsche toppen van Lysskamm en Monte Rosa zelve bestaan tenslotte uit de orthogneizen. Ze schieten in de Val Anzasca ten Oosten van Macugnaga boven de Tessiner culminatie ook de lucht in en komen weer terug in de topografie ten Oosten hiervan, als Tambo-Surettadekbladen. Nabij Via Mala en in de Val Bregaglia verdwijnen ze onder VI en de Oostalpine massa, maar nog eens verschijnen ze in den Tauern als Venedigerkern, als Hochalm- en Ankogl-Schuppen. Hier in Graubunden en Tauern is er in het mesozoïcum nog een belangrijke triaskalkhorizon ontwikkeld, de Hochstegenkalk.

Het Dent Blanchedekblad (VI).

Het is de grootste overschuiving in de penninische groep. In het Westen is het alleen in de groote depressie bewaard gebleven en dan nog alleen in den omgekeerden vleugel — behalve in den Mont Dolin, waar we ook nog wat van den normalen vleugel waarnemen, den Dolin geanticlinaal. Maar overigens is die eraf geërodeerd en ook de samenhang met den wortel, die in de Sesia-Lanzozône zou liggen, is verloren geraakt. Alle penninische dekbladen kunnen we van front tot wortel vervolgen. Alleen het Dent Blanche-dekblad drijft wortelloos op de schistes lustrés. Zijne gneizen vormen de scherpe graten van Weisshorn en Rothorn, van Gabelhorn en Dt. Blanche en van de prachtige pyramide van het Matterhorn.

Het Dent Blanche kristallijn bestaat uit de volgende gesteenten:

1. De zeer sterk gemetamorfoseerde Valpellineserie (in Graubunden genaamd Fédozserie; in den Tauern komt vermoedelijk de Goldbergserie ermee overeen). Deze wordt aan de basis gevormd door granieten, orthogneizen, diorieten, gabbro's, peridotieten. Dan komt een intrusieve gneiss, waarop het sedimentiare gedeelte ligt,

dat vermoedelijk oud-palaeozoïsch is en uit biotietgneiss, sillimanietgneiss en kinzigietgneiss bestaat, waarop een afwisseling van micaschisten (grafietvoerend), marmers, kalken en grafietvoerende gneiss. Op de Valpellineserie volgt:

2. de Arolloserie, grootendeels uit de groote intrusie van Arollagneiss bestaande (in Graubunden spreekt men van Malojagneiss, in den Tauern van Sonnblickgneiss) en overigens uit wat kwartsiet en chloriet-, sericiet- en micaschisten. We zien hieruit tevens, dat we te doen hebben met mesometamorfe gesteenten, terwijl de Valpellineserie uit hervormingsgesteenten uit de katazone bestaat.

Het Dent Blanche dekblad treffen we in het Westen alleen aan in de groote depressie tusschen Aar en Mont Blanc; nog ten W. van het Zermatter dal schiet het de lucht in. In het Bovenste Engadin keert het aan den Malojapas en den Piz della Margna, die zich zoo heerlijk in de blauwe meren van St. Moritz en Silvaplana weerspiegelt, terug en verdwijnt dan onder de ijsgepantserde top-

MATTERHORN.

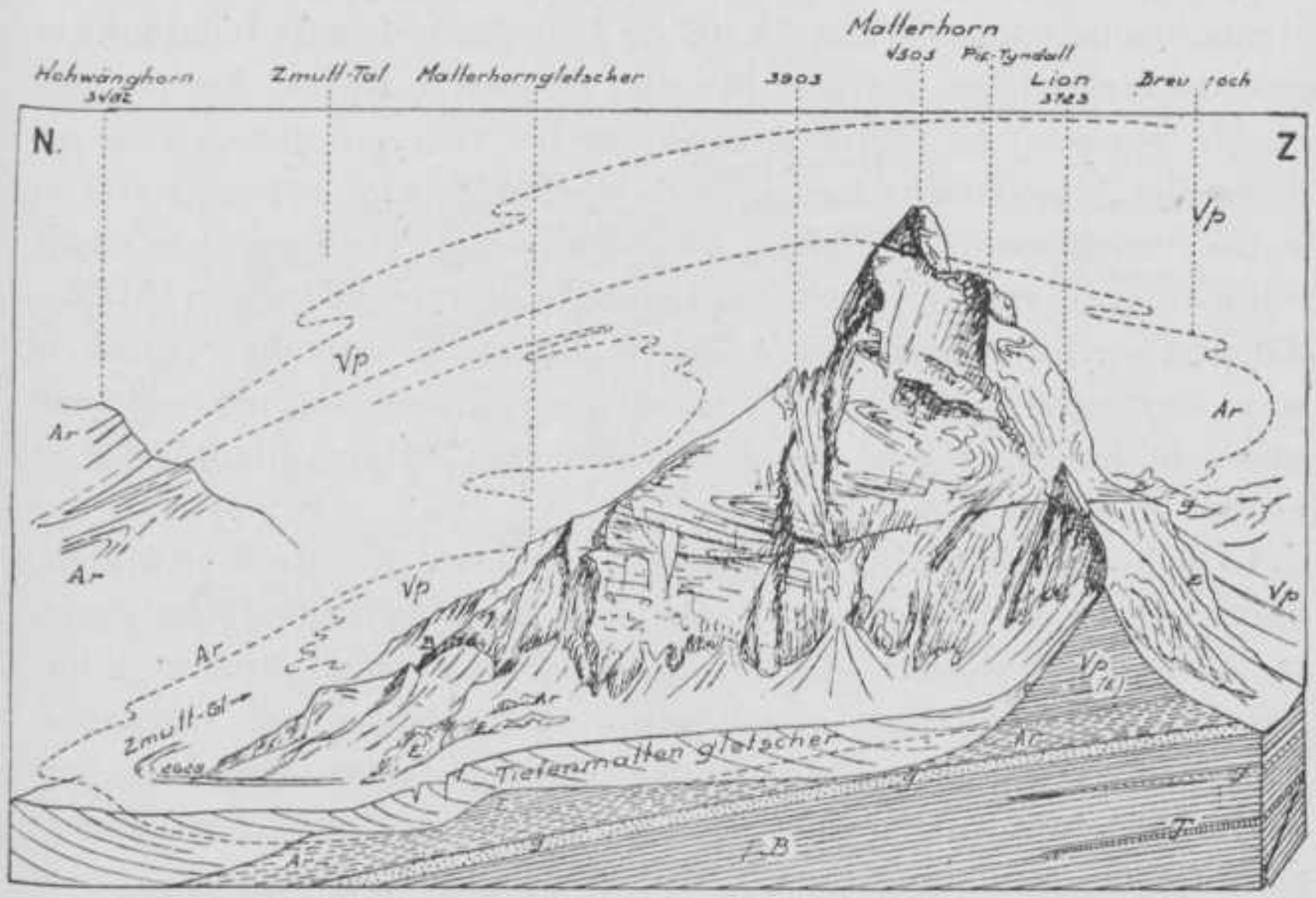


Fig. 34.

Het Matterhorn, vanuit het Westen gezien. De teekening geeft de verschillende verschillende gesteenten van het Dent Blanchedekblad aan, en eenige digitatie van dit dekblad,

Verklaring der teekens:

B = Bündnerschiefer.	*T* = Trias.	*g* = Grünsteine
Vp = Valpellineserie.	*E* = Eufotidserie.	*Ar* = Arollaserie.

pen van den Bernina. Zijn mesozoïcum duikt nog eens in het Unterengadin op en zoowel mesozoïcum als kristallijn verschijnen dan nog eens in den Tauern als Sonnblick- en Modereckdecken, samen ook wel de Glocknerdecke genoemd. In onvergelijkelijke schoonheid verheft zich, boven de uitgestrekte firn- en gletscherwereld van den Pasterze, de slanke spits van den Gross-Glockner, van welks top, zelf uit de voormalige Tethyssedimenten bestaand, men in het verre Zuiden de wateren overziet, die thans weer de beide continenten scheiden.

Het Dent Blanche dekblad is sterk gelamineerd en „crushed"; in veel sterker mate dan de andere penninische dekbladen. Maar de overschuiving der Oostalpen is er dan ook onmiddellijk overheen gegaan.

De Oostalpen.

Weliswaar hebben we in Zwitserland geen kennis gemaakt met de Austriden — op de Klippen na — maar zij zijn als tectonisch element bijna even belangrijk als de Penniden en veel belangrijker dan de Helvetiden. Zij zijn het, die de motor waren, die het gebergte vormde; zij sleurden de Penniden mee en stuwden ze op tegen het Voorland. Meer dan de helft der alpine topografie is in de Austriden gesculpteerd. Zij zijn bovendien de grootste overschuiving, die men in de Alpen kent. Zij zijn het relict van Afrika, dat nog op Europa is blijven liggen, nadat het contact verbroken was: de trophee, die Europa uit den strijd der continenten meegebracht heeft. Het is dus zeer zeker van belang, daaraan nog eenige woorden te wijden.

In vele opzichten herinneren de Oostalpen aan de Helvetiden, maar er zijn ook weer markante verschillen. De overschuivingstectoniek is wederom die van het Helveticum en breken overheerscht boven vloeien, al vormen de onderoostalpine dekbladen een soort overgang naar de Penniden. Maar daarentegen heeft het kristallijn aan de bewegingen deelgenomen in een dikte, zooals we zelfs bij de penninische dekbladen niet kennen. Het mesozoïcum geraakt er dikwijls geheel bij op den achtergrond. Deze indruk wordt nog versterkt, doordat het mesozoïcum er vaak reeds afgeerodeerd is, of eraf gestroopt is en opgehoopt in de dekbladen der Noordelijke Kalkalpen. Een ander groot verschil met de helvetische dekbladen is, dat de oostalpine overschuiving de grootste is van alle overschuivingen in het gebergte. De geringe regelmaat der

helvetische dekbladen vinden we pas weer terug in de, in dat opzicht nog onregelmatiger, Dinariden.

De Austriden verdeelt men in twee groote complexen: onderoostalpien of Grisoniden (naar Les Grisons = Graubundenland) en bovenoostalpien of Tiroliden.

De Grisoniden vormen in zekeren zin nog een overgang naar de penninische dekbladen. Zij zijn de Zuidvleugel der geosynclinaal en de facies is dan ook een overgang van diepzeefacies naar vlakzeefacies. We treffen nog Bündnerschieferachtige gesteenten aan en in het kristallijn Casannaschiefer (de Val Casanna, waaraan deze gesteenten hun naam ontleenen, ligt trouwens ten Oosten van Pontresina in het Campodekblad, dat onderoostalpien is). De metamorfose is dan ook nog vrij sterk geweest. Onder de belasting der Tiroliden, die er overheen gegaan zijn, zijn Grisonide gesteenten nog tot in de mesozones van regionaal- en dynamometamorfose geraakt. De overschuiving der Tiroliden heeft in de Grisoniden

SCHEMATISCHE KAART VAN DE WEST-ALPEN TIJDENS DE JURA.
Naar R. Straub uit M. Gignoux: „Géologie Stratigraphique".

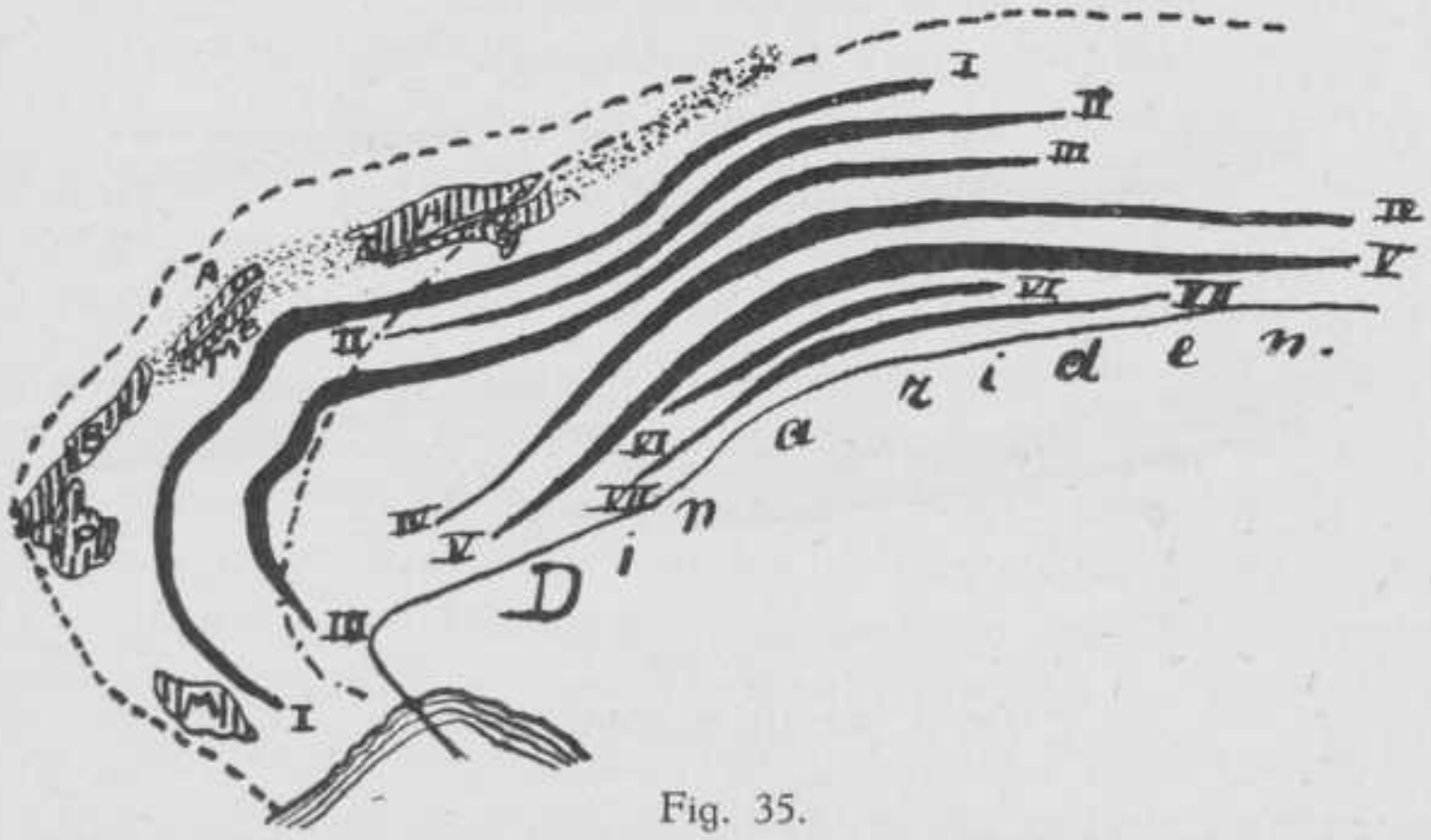


Fig. 35.

Centraal-massieven: M = Mercantour; P = Pelvoux; B = Belledonne; M B = Mont Blanc; A = Aiguilles-Rouges; G = Gothard: Aa = Aar.

Penniden. { I = Briançonnais geanticlinaal; II = Tambo-Suretta-keten; III = Mont Dolin-geanticlinaal; IV-VII = Zuidelijke of interne geanticlinalen, *Grisoniden.*

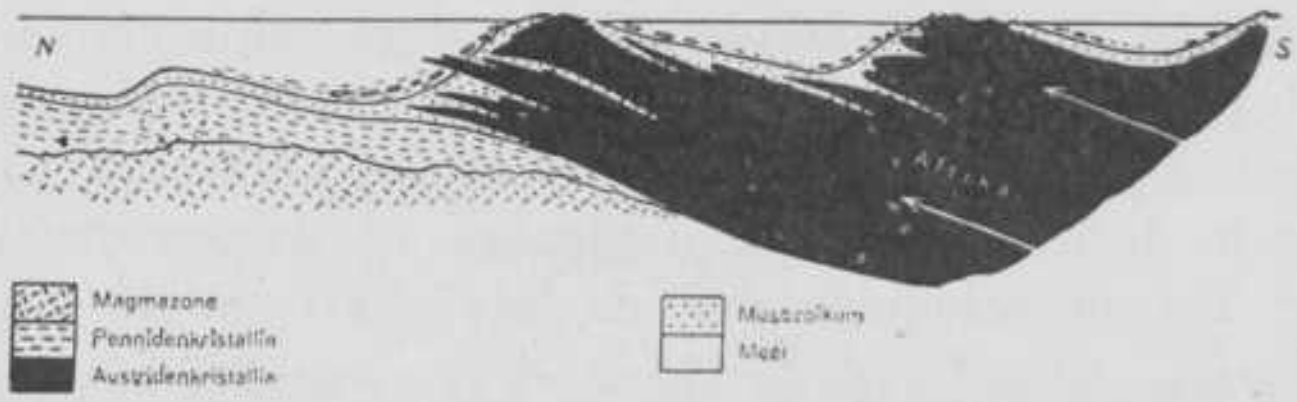
Helvetische geanticlinaal — Vindelicische Keten. *Helvetiden.*

— — — — — Buitenste grens der tegenwoordige Helvetiden en Penniden.
—.—.—.— Buitenste grens der tegenwoordige Grisoniden (behalve de Préalpes).

bovendien een sterke mylonitisatie teweeg gebracht. Er zij hier overigens nog eens op gewezen, dat ook hier de metamorfose in het kristallijn slechts ten deele alpien, ten deele ook ouder is.

Een verschil met de helvetische en penninische dekbladen is, dat we in geen van de Oostalpine dekbladen middenvleugels kennen, zelfs geen uitgewalste of zeer sterk gereduceerde — afgezien van enkele secundaire dekbladen in de Noordelijke Kalkalpen, die de ten deele afgestroopte sedimenthuid van het bovenoostalpine kristallijn zijn.

Uit: R. Staub. „Bau der Alpen".



De versplintering van het Afrikaansche achterland tot de schubben der Austriden.

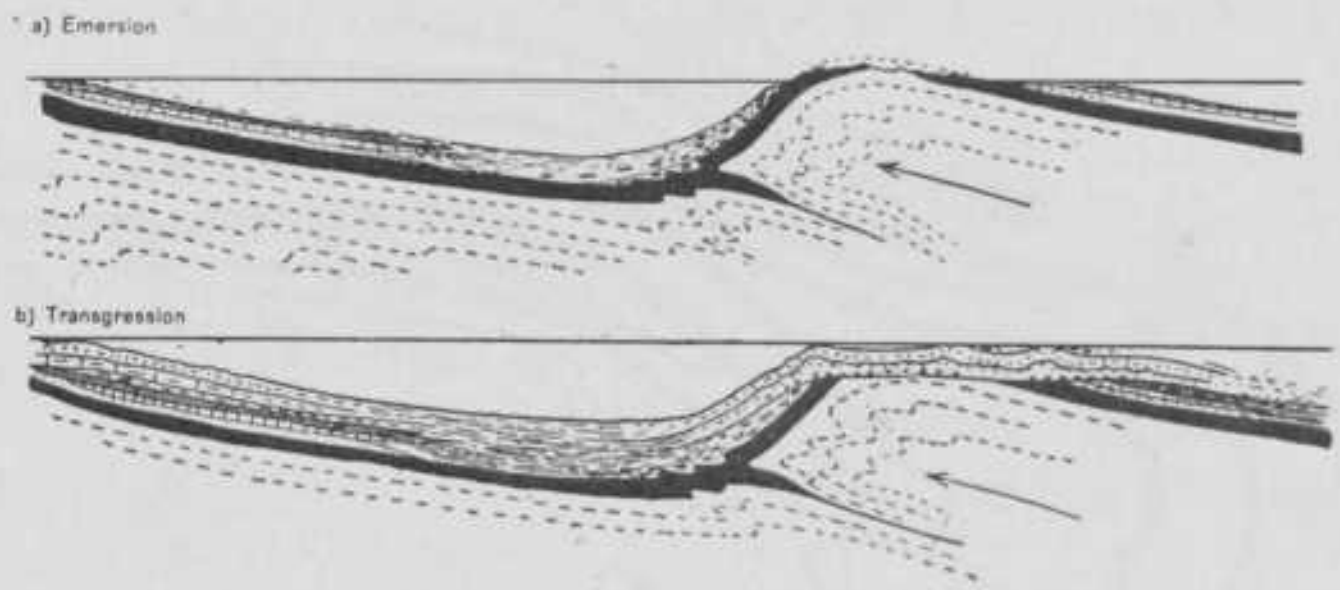


Fig. 36.
Types van alpine geanticlinalen.

We hebben reeds gezien, dat in de penninische geosynclinaal de fronten der dekbladen-embryo's waren aangeduid door een geanticlinaal, die zich steeds meer versterkte en tenslotte als een langgestrekte eilandenreeks voor een deel boven zee moet uitgekomen zijn, daarbij een beeld leverende, dat veel overeenkomst vertoond moet hebben met de configuratie van Nederlandsch-Indië heden ten dage (fig. 36). In nog sterker mate heeft zich dit voorgedaan in de Oostalpen. Deze, de grootste overschuivingen in de Alpen, waren ook in aanleg reeds gekenmerkt door de grootste frontopwelving. In het Bernina-dekblad, het front der Grisoniden,

en wel in een sterk neritische facies. (fig. 35). Het grisonide mesozoïcum heeft verder zuidwaarts een marine ontwikkeling, die voor de onder-Oostalpine dekbladen nog kenmerkend is, maar die toch geleidelijk overgaat in een ondiepere facies. In het Campodekblad, het bovenste en grootste onderoostalpine dekblad, is deze facies al bijna zuiver oostalpien geworden en in de Tiroliden, de bovenoostalpine dekbladen, treffen we al dadelijk de volkomen oostalpine trias aan, in ladinien en karnien reciphaal ontwikkeld met de zeer dikke kalkpakketten van Hauptdolomiet en Dachsteinkalk aan den top, geleidelijk in rhaet met avicula contorta overgaand. Hier is ook weer, hetzij de verrucano, hetzij het werfénien transgressief en discordant op het hercynische kristallijn, met zandsteenen en conglomeraten. Zooals ook uit de rijke facieswisseling, zoowel in horizontalen als verticalen zin, blijkt, zijn we weer in een shelfgebied gekomen.

Het bovenoostalpine front, het front van de Silvrettaoverschuiving, was evenzeer een geanticlinaal, als dat van St. Bernhard en Dent Blanche en Bernina. Gelijk bij dezen, zien we zuidwaarts het marine karakter der afzettingen iets meer toenemen, zonder dat het shelfkarakter verloren gaat, behalve op één plaats, n.l. in het Hallstätter bekken, waar we nog eens echte diepzeeafzettingen aantreffen. Het schijnt, dat zulke bekkens in het zuiden van den Tethys toen meer voorkwamen. Het dunne complex der roode Hallstätterkalken met hun rijkdom aan fossielen (ammonieten en dunschalige lamellibranchiaten vooral) vindt men in de oostelijke voortzetting van den Tethys telkens weer terug in volkomen gelijke ontwikkeling, zoowel in den Himalaja als in de oostelijke eilandenbogen van onzen Archipel, waar het gebergte nog in wording is.

Overigens was het Hallstätter bekken maar smal en zuidwaarts zien we het geleidelijk overgaan in de shelfzee der Dolomieten. En steeds ondieper wordt de zee, zoodat we nabij Recoaro weer trias in Germaansche continentale facies aantreffen; zelfs ontbreken hier ladinien en karnien en is de Hauptdolomiet transgressief, met conglomeraten en zandsteenen. We zijn op een continent aangeland: op Afrika zelve!

Het zijn vooral de Noordelijke Kalkalpen en de Dinariden geweest — afgezien van het Tauernvenster — die den Oostalpengeologen de grootste moeilijkheden opleverden. De Noordelijke Kalkalpen zijn niets anders dan de afgestroopte sedimenthuid van het bovenoostalpine kristallijn. Het bovenoostalpine dekblad is gebroken; het zuidelijke deel, de Oetzmassa, is over zijn eigen front,

het Silvrettadekblad, heengegaan en heeft de Silvrettasedimenthuid daarbij afgeschuurd en voor zich uit opgehoopt tot het alleen uit mesozoïcum bestaande dekbladengebergte der Noordelijke Kalkalpen. Het is in wezen hetzelfde verschijnsel, als wat er met de zuidelijke sedimentbedekking der centraalmassieven gebeurd is, die door de Penniden van hun kristallijn zijn afgeschild en noordelijker opgehoopt tot de Helvetische dekbladen. Maar in de Oostalpen is dit verschijnsel nog daardoor gecompliceerd, doordat ook een deel van de sedimenthuid der Oetzmassa zou zijn afgestroopt en tot dekbladen opgehoopt, welke gebeurtenis reeds in het Midden-Krijt zou zijn geschied. Het zijn juist de Hallstätter en Dachstein-dekbladen, die op deze wijze gevormd zijn en daar zij door hun fossielrijkdom en vreemdsoortige facies eerder de onderzoekers tot zich trokken, dan andere deelen van de Oostalpen, had al heel gauw de meening postgevat, dat de Oostalpen in het Krijt gevormd zouden zijn. Hierdoor werd de zienswijze, dat Oostalpen en Dinariden een geheel ander gebergte zouden zijn dan de Alpen ten W. van den Rijn, nog versterkt. [1])

Eerst veel later heeft men ontdekt, dat de groote meerderheid der Kalkalpen post-eoceen gevormd is en dat de reeds in het krijt gevormde Hallstätter en Dachsteindekbladen óók nog aan die tertiaire bewegingen hebben deelgenomen en er door gedeformeerd zijn. Door de oorspronkelijke ligging der kalkdekbladen te reconstrueeren, kwam men vanzelf tot een zeer plausibele verklaring van de Hallstätter facies. Deze blijkt heelemaal niet zoo plotseling op te treden, als men aanvankelijk wel dacht. Integendeel: men ziet de facies van Noord naar Zuid continu in diepte toenemen, om dan ten Zuiden van het Hallstätter bekken weer geleidelijk neritischer te worden. [2]) Tenslotte herinnert de facies in de bovenoostalpine wortelzone weer ten zeerste zoowel aan die van de Dolomieten, als aan die, van de Noordelijke Kalkalpen. Ook in westelijke richting zien we het Hallstätter bekken langzaam aan diepte verliezen.

De Dinariden waren lang een volkomen onverklaarbaar iets en men scheidde ze scherp af van de Alpen. Zonder eenigen twijfel is hun overschuivingstectoniek zuidwaarts gericht en wijzen ook

---

[1]) Er zijn trouwens nog steeds geologen, die afwijzend tegenover de dekbladenbouw der Oostalpen staan.

[2]) Men behoeft nu ook niet meer nóg een dekblad aan te nemen, dat zuidelijker zou wortelen, dan de bovenoostalpine dekbladen, gelijk men vroeger voor Hallstatt deed.

de kleine boogsegmenten zuidwaarts. En toch meende Termier reeds in 1904, dat Dinariden en Oostalpen één gebergte waren, dat samen de Alpen overschoven en voor en onder zich ineengestuwd had. Hoe zijn deze twee schijnbare tegenstrijdigheden in overeenstemming te brengen?

Welnu, er zijn tal van verschijnselen — afgezien van de heele structuur van het gebergte, die Termier reeds tot zijn opvatting bracht — die aantoonen, dat de hoofdbeweging der Dinarische massa noordwaarts geweest is. De zuidbeweging is slechts een detail, een achteroverbuigen, dat geschiedde, toen de Alpen reeds zoodanig opgewelfd en verstard waren, dat de voorwaartsche noordbeweging tot staan kwam. Afrika drong nog steeds voorwaarts: een uitwijken naar het noorden was niet meer mogelijk. Toen brak het starre continent in onregelmatige scherven, die zuidwaarts over elkaar schoven tot het onregelmatige gebouw der Dinariden. Zoo zijn de kleine zuid-gerichte boogsegmenten ook slechts een detail. De twee hoofdbogen van de Dinariden, — die van de Sotto Cenere bij de Italiaansche meren en die ten Zuiden van den Brenner — zijn noordwaarts gericht. Tegenover deze vooruitspringende koppen der Dinariden zijn de Alpen het meest ineengesnoerd; daar is ook de kop der Dinariden het felst in de wortelzone gedrongen, die daardoor onderschoven is. De alpine wortels zijn het meeste overkipt ter plaatse van de Dinaridenkoppen van Sotto Cenere en den Brenner. Daar is de grens tusschen Alpen en Dinariden ook getypeerd door reusachtige vergruizingszones — een bewijs, hoe sterk de op de Alpen uitgeoefende druk was. Vooral in de Oostalpen is duidelijk te zien, hoe met het terugwijken van het Dinaridenfront zoowel de overkipping der wortels, als de vergruizing geleidelijk vermindert en ten slotte geheel verdwijnt. De wortels hebben bij Klagenfurt en Graz zelfs betrekkelijk vlakke zuidwaartsche helling gekregen en hier is ook duidelijk te zien, hoe een deel van het Dinarische front nog op de Alpen is geschoven.

Faciëel vormen Oostalpen en Dinariden een onverbrekelijk geheel. We zien trouwens den samenhang tusschen hen op verschillende punten aan den alpien-dinarische grens; hier komen synclines met mesozoïsche sedimenten voor tusschen steil gezette alpine wortels eenerzijds en Dinarisch land anderzijds. Deze synclines zijn de wortels van het bovenoostalpine mesozoïcum (Kalkalpen en Hallstatt); de Noordvleugels gaan dan ook in het alpine dekbladen gebergte over, terwijl we daarentegen de Zuidvleugels der

synclines met dinarisch land zien samenhangen. Onder deze troggen hangen ook alpien en dinarisch kristallijn ten nauwste samen. Fraaie voorbeelden hiervan geven ons vooral het Draugebergte en de Karnische Alpen in het Oosten en de Catena Orobica in de Westalpen.

De hoofdlijnen van het gebergte zijn hiermee in het kort uitgeteekend en de vorming volge hier nog eens in vogelvlucht. In den triastijd hadden we een omstreeks 1500 K.M. breede geosynclinaal tusschen hercynisch Europa en Afrika. Dit laatste bewoog langzaam noordwaarts en geleidelijk doken er uit de oceaan langgestrekte eilandenreeksen op: de embryo's der groote dekbladen. In het krijt ontstonden in het Zuiden de eerste overschuivingen, doch het eigenlijke paroxysme, waarbij ook de verticale component ten volle tot zijn recht kwam, had toch eerst plaats in den tijd van eoceen tot plioceen. Later weer is het contact verbroken: Afrika geraakte meer achter en tusschen beide continenten werd de Middellandsche Zee gevormd.

Eén ding past nu in deze voorstelling heelemaal niet — maar past evenmin in de voorstelling der contractietheorie — n.l. de vreemde positie van Italië tusschen Europa en Afrika. Hoe kan men het ontstaan van de Apenijnen, die toch de voortzetting der Alpen schijnen te zijn, volgens bovenstaand schema verklaren? De eigenaardige wijze, waarop zij tusschen Dinariden en Afrika zijn ingeschoven?

Argand [1]) tracht hiervoor eene verklaring te geven, die — zij het geheel hypothetisch — zeer aantrekkelijk is: hij meent, dat de Apenijnen oorspronkelijk het verbindingsstuk van de Sierra Nevada en de Alpes Maritimes waren, maar dat deze verbinding bij het losraken van Afrika eveneens verbroken is en dat Italië oostwaarts gestuwd is door het losgeraakte corso-sardische blok, [2]) dat in de Golfe du Lion gelegen zou hebben en zich Zuidoostwaarts van Europa verwijderd heeft.

Inderdaad schijnt de bouw van het Corso-Sardische blok goed overeen te stemmen met die der overige voorlandmassieven. De lengte van de Apenijnen past ook precies in de hiaat tusschen de Alpes Maritimes en de Sierra Nevada. Bovendien is er in de Apen-

---

[1]) En ook Staub.
[2]) D.i. Corsica + Sardinië.

nijnen nog één verschijnsel, dat op deze wijze gemakkelijk verklaard kan worden.

Men meende oorspronkelijk, dat de Apennijnen rond de Golf van Genua noordwaarts en dus de overige Apenijnen oostwaarts overschoven waren. In ieder geval scheen de overschuivingstectoniek oost- en noordwaarts gericht te zijn. Nauwkeuriger onderzoekingen brachten aan het licht, dat daarbij penninische gesteenten met penninische diepte-metamorfose kwamen te liggen op typisch oostalpine gesteenten met geringe metamorfose. Dit scheen op het eerste gezicht moeilijk verklaarbaar en niet in overeenstemming met de Alpen; doch volgens Argand's en Staub's uitlegging is het eenvoudig een bijzonder sterke terugplooiïng; een zeer groote overkipping der wortels. En het is deze sterke overkipping der wortels, die zich door niets zóó gemakkelijk laat verklaren, als door een terugdringen van de Apennijnen door het Z.O.-waarts bewegende Corso-Sardische blok.

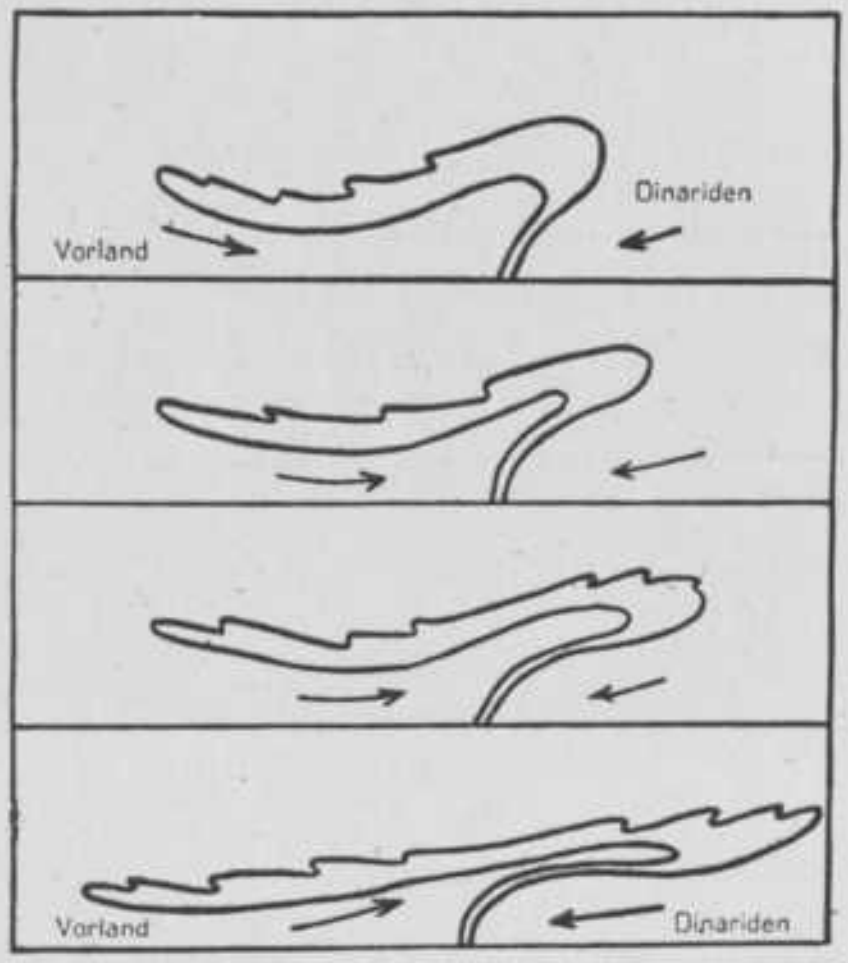


Fig. 37.
De terugplooiïng der Apenijnen.
Naar: R. Staub. „Bau der Alpen".

We hebben gezien, dat in het Westen de Alpen eindigen in de Sierra Nevada en het Marokkaansche Rif. Ook hier treffen we weer de groote driedeeling aan. In het Oosten zetten de Alpen zich als Karpathen voort ten N. van de Hongaarsche massa, terwijl de Dinariden zich er ten Z. van voortzetten. Maar op het Balkanschiereiland meent Kossmatt ook weer de groote driedeeling

te kunnen aantoonen. En vervolgens zetten de alpine gebergten zich voort tot in Himalaja en Nederlandsch-Indië. In Azië is de ineenstuwing niet zoo sterk geweest, als in Europa en de Himalaja is Zuidwaarts overschoven op het Gondwanaland, dat op zijn beurt onder de Himalaja geschoven is. Hierbij heeft misschien meegewerkt een Z.O. beweging van Azië, d.w.z. een draaiïng van het Eurasiatische blok volgens de wijzers van het uurwerk onder invloed van het moment, dat door Afrika's stoot in het Westen ontstond. Op deze wijze zouden ook Azië's randbogen verklaard kunnen worden en wel veel gemakkelijker, dan als „Zerrungsketten"

Fig. 37.
Segnespass.

(Von Richthofen, Wegener), waarmee de heele configuratie van land en zeebodem in strijd schijnt. Ook de voorloopige uitkomsten van Vening Meinesz' onderzoekingen wijzen veel eerder op een stuwing vanuit het Westen dan op een Westdrift van Azië, zooals Wegener die, gebaseerd op Von Richthofen's onderzoekingen, aanneemt.

Tenslotte eindigen de Alpen in Nederlandsch Oost-Indië, waar zij nog in wording zijn, samengeknepen tusschen het Soendaland en Australië's shelf, het Sahoelplat, welks contouren zij volmaakt volgen. Hier, in het Oosten van den Archipel, wordt men nog

levendig herinnerd aan de Alpen, zooals deze er wellicht in het Krijt uitgezien hebben. Binnen- en buitenboog in de Bandazee zijn te vergelijken met de groote geanticlinalen aan de fronten der zich vormende overschuivingen. Op eenige der eilanden zijn dekbladen reeds met vrij groote waarschijnlijkheid aangetoond. De bewegingsrichting schijnt Zuidwaarts te zijn. In overeenstemming hiermee vond Vening Meinesz in de Javatrog evenwichtsverstoringen, die wezen op een stuwing uit het Noorden.

Zoo wordt ook de tectoniek van Nederlandsch Indië beheerscht door vraagstukken van alpine aard. En menigeen onder ons zal later, als hij in tropische hitte zich met deze problemen bezig houdt, nog eens met heimwee terugdenken aan de heerlijke herfstdagen van 1927, toen hij voor het eerst in 't veld ermee in aanraking kwam.

Prof. Dr. H. A. BROUWER, m. i.

PROFESSOR BROUWER.

Gaarne neem ik de gelegenheid waar, van deze plaats nog eens getuigenis af te leggen van onze bewondering en dankbaarheid voor de wijze, waarop U deze excursie geleid heeft. Nooit was het U te veel, ons alles tot in finesses uit te leggen, en ook bij de grootste vermoeienissen verminderde Uw enthousiasme niet. Het sleepte ook ons mee, en het deed onze belangstelling, die we reeds bij het college tectoniek voor de Alpen gekregen hadden, groeien tot groote liefde voor dit heerlijke gebergte, en voor de geologische wetenschap, die ons in staat stelt, dergelijke problemen te ontraadselen.

Tevens dank ik U voor den steun, dien ik bij het tot stand komen van dit verslag van U mocht ondervinden.

L. VAN HOUTEN.

LIJST VAN DEELNEMERS

aan de Geologische Excursie naar de Zwitsersche Jura en Alpen
van Zondag 28 Augustus tot Dinsdag 20 September 1927.

Prof. Dr. H. A. Brouwer, m.i. Excursieleider.
J. H. L. Zermatten.
G. L. Blokhuis, cand. m.i.
H. J. W. ten Broeke, ,,
L. van Houten, ,,
W. M. Kersten, ,,
C. van Kooten, ,,
P. H. Lefebvre, ,,
L. L. J. van Loenen, ,,
C. J. A. van Lummel, ,,
H. A. Stheeman, ,,
J. H. Westermann, ,,
J. Westerveld, ,,
H. W. V. Willems, ,,
Jhr. P. J. C. de Wijkerslooth
de Weerdesteyn, ,,
P. H. A. Zaalberg, ,,

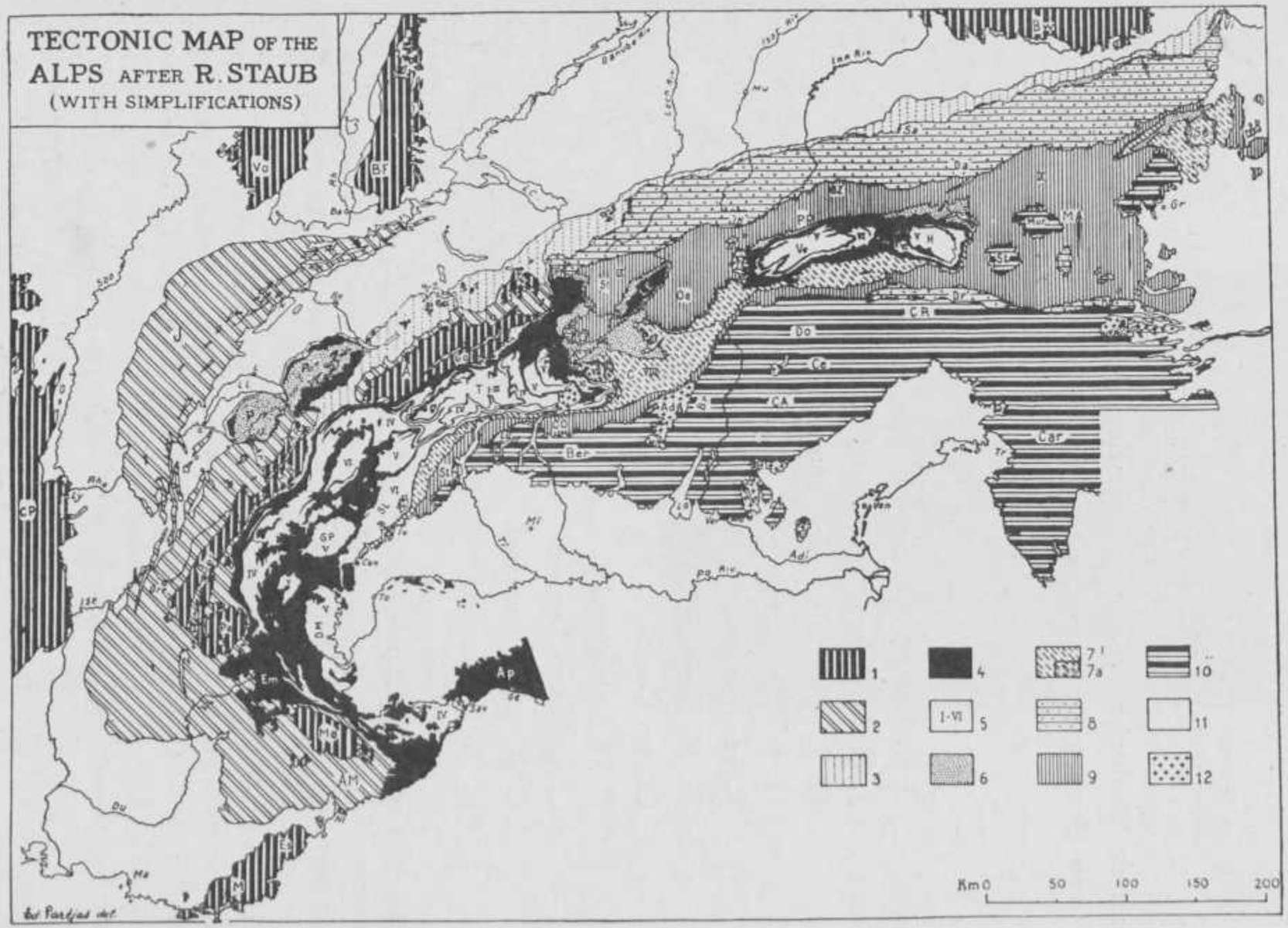


Fig. 38.

Uit: Leon W. Collet. „The Structure of the Alps".

1. Kristallijne voorlandmassieven.
2. Jura-gebergte en autochtone sedimentbedekking.
3. Helvetische dekbladen.
4. Penninisch mesozoïcum. (voornamelijk schistes lustrés).
5. Kristallijne kernen der Penniden.
6. Onderoostalpien mesozoïcum } Griso-
7. Onderoostalpien kristallijn } niden.
8. Bovenoostalpien mesozoïcum } Tiro-
9. Bovenoostalpien kristallijn } liden.
10. Dinariden.
11. Tertiair (molasse) en quartair,
12. Postalpine eruptiva.

A = Aarmassief.
Ad = Adamello.
Adi = Adige-rivier.
A M = Alpes maritimes.
Ap = Apenijnen.
A R = Aiguilles Rouges.
Ar = Arve-rivier.
Ba = Basel.
Bel = Belledonne-massief.
Be = Bern.
Ber = Bergamasker Alpen.
B F = Schwarzwald.
Br = Brenta-Dolomieten.
Bw = Bohemen.
C = Campo.
C A = Cuira d'Asta.
Can = Canavese (Oostalpine wortelzone).
Car = Carso.
Ce = Cadore.
C O = Catena Orobica.
C P = Plateau Central.
C R = Karnische Alpen.
Da = Dachstein en Hallstatt.
Do = Dolomieten.
D M = Dora Maria.
Dr = Draugebergte.
Du = Durance.
Em = Embrunais.
Es = Esterel.
G = Genève.
Ge = Genua.
Go = Gotthard.
G P = Gran Paradiso.
Gr = Graz.
Gre = Grenoble.
G Z = Grauwacke Zone.
H = Hochalm.
Ik = Innsbruck.
Ise = Isère.
Iv = Ivrea.
Iz = Ivreazone (alpine wortel).
J = Jura.
Ka = Karawanken.
L = Lausanne.
L C = Bodenmeer.
L E = Beneden-Engadin-venster.
L G = Gardameer.
L L = Lac Léman.
Lu = Lugano.
Ly = Lyon.
M = Maures.
M A = Muralpen.
Ma = Marseille.
M B = Mont Blanc.
Mc = Mercantour.
Mi = Milaan.
Mü = München.
Mur = Murau.
N = Neufchatel.
Ni = Nice.
Oe = Oetzthaler Alpen.
P = Préalpes er Chablais.
Pe = Pelvoux.
P P = Pinzgau phyllieten.
Rh = Rijn.
Rho = Rhone.
Sa = Salszburg.
Sav = Savona.
Se = Semmering.
Si = Silvretta.
S L = Sesia-Lanzo-Zone, (Dt. Blanche wortel).
St = Stangalpe.
Str = Strona-zona (bovenoostalpine wortel).
Ti = Ticino.
To = Tyrijn.
Tr = Triest.
T W = Tauern venster.
Ve = Venediger.
Ven = Venetië.
Vi = Weenen.
Vo = Vogezen.
Z = Zürich.

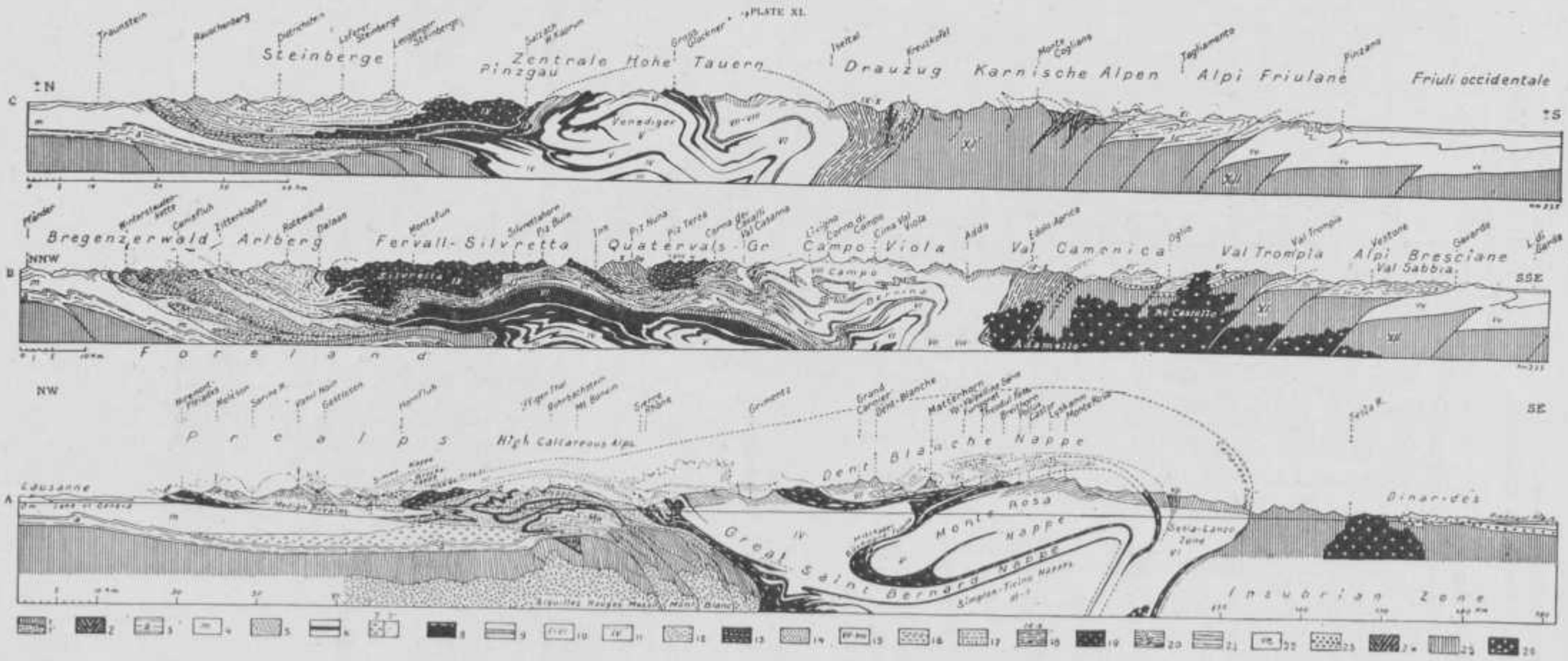


Fig. 39.

Eenige profielen door de Alpen naar R. Staub (uit L. W. Collet: „Structure of the Alps").

Voorland.

1. Kristallijne schisten.
1'. Graniet.
2. Carboon.
3. Autochtoon en parautochtoon mesozoïcum.
4. Postalpien tertiair en molasse (m).
5. Mesozoïcum der Helvetiden.
6. Helvetisch tertiair in profiel A.
7. Autochtoon eoceen in profiel A.
7'. Helvetisch tertiair in profielen B en C.

Penniden (I—IV).

8. Schistes lustrés.
9. Plattazone en Matreier Zug in profielen B en C.
10. Kristallijne penninische kern.
11. Carboon (Casanna) van het St. Bernhard dekblad.

Grisoniden (VII—VII!).

12. Campo mesozoïcum, Ortler dekblad.
13. Campo mesozoïcum, Umbraildekblad (u).
14. Mesozoïcum van Err-Bernina.
15. Kristallijne kern der Grisoniden.

Tiroliden (IX—X).

16. Flysch der Oostalpen.
17. Mesozoïcum der Tiroliden.
18. Kristallijne kern der Tiroliden i. h. a.
19. Kristallijne kern van het Silvretta-dekblad.
20. Kristallijn van het Oetzthaler dekblad.

Dinariden (XI—XII).

21. Mesozoicum van de Lombardische (lo) schub en van de bovenste schubben der Dinariden.
22. Schubben van het Venetiaansche (ve) element.
23. Perm.
24. Carboon.
25. Kristallijn.
26. Postalpine granietmassieven.

I—III.	Simplon-Tessino dekbladen	Penniden.
IV.	Groote St. Bernhard	
V.	Monte Rosa dekblad	
VI.	Dt Blanche dekblad	
VII.	Bernina dekblad	Grisoniden.
VII'.	Err dekblad	
VIII.	Campo dekblad	
IX.	Silvretta dekblad en Kalkalpen	Tiroliden.
X.	Oetzthaler dekblad	
XI.	Lombardische schub	Dinariden.
XII.	Venitiaansche schub	

Tabel No. 1.

STRATIGRAPHIE DER TAFELJURA.

Formatie				Dikte in M.	Gesteente	Versteeningen
Malm	Onder-Malm	Argovien	Geissberglagen	20	Geelachtige kalksteenen	
			Effingerlagen	110	Lichte, blauwgrijze klei	
			Birmensdorferlagen			
Dogger	Boven-Dogger	Callovien	Ornatenklei		Blauwgrijze klei met ijzeroölithconcreties	**Cosmoceras ornatum* Qu.
			Macrocphaluslagen		Zandige kalksteenen met ijzeroölith en klei	**Macrocephalites macrocephalus* Schl.
	Midden-Dogger	Bathonien	Varianslagen	8	Mergels, met mergelkalk en klei	**Rhynchonella varians* Schloth.**
			Ferrugineuslagen	4	IJzerhoudende, zandige kalksteen	*Ophiomusium ferrugineum* Boehm. *Parkinsonia ferruginea* Oppel.
			Hauptrogenstein	70	Oölitische kalksteenen	*Ostrea acuminata* Sow.** *Homomya gibbosa* Ag.**
	Onder-Dogger	Bajocien	Blagdenilagen	25	Zandige mergels en -kalksteenen	**Stephanoceras Blagdeni* Sow.
			Humphriesilaag	2	IJzeroölith	**Stephanoceras Humphriesi* Sow
			Sauzeilagen	14	Blauwe kalksteen en ijzer oölithmergels	**Sphaeroceras Sauzei* d'Orb.
			Sowerbyilagen	19	Donkere, glimmerhoudende mergel en klei met schalige, oölitische kalkbanken en kleiijzersteenconcreties	**Sonninia Sowerbyi* Mill.
		Aalénien	Murchisonaelagen	15	Fijnkorrelige, zandige of mergelige kalksteenen, ijzerhoudend, zelden oölitisch	**Ludwigia Murchisonae* Sow.
			Opalinuslagen	60	Donkere, bladerige klei	**Lioceras opalinum* v. Mand.
Lias	Boven-Lias		Jurensismergel	3		**Lythoceras jurense* Ziet.
			Posidonienlei	8		**Posidonia Bronni* Goldf.
	Midden-Lias		Spinatuslagen	9		*Amaltheus costatus* Rein.
			Margaritatuslagen			**Amatheus margaritatus* Montf.
			Davoeilagen			**Dactylioceras Davoei* Sow.
	Onder-Lias		Obtususkalk	10	Bruingrijze, zandigmergelige klei	**Asteroceras abtusum.*
			Arietenkalk	2	Dikbankige kalksteenen, naar boven toe afwisselend met dunne lagen van zandige mergels	*Gryphaea arcuata* Lam.** *Belemnites acutus* Mill.
			Cardinienbanken	0.50	Harde, grijze soms knollige kalksteenen	**Cardinia concinna* Sow.** *Cardinia Listeri* Sow. *Schlotheimia angulata* Schl.
			Insectenmergel	0.10	Donkere, bladerige merhel	
Keuper	Midden-Keuper		Bonte Mergel	38	Bonte mergels en dolomieten	

* Fossielen, die aan de zone den naam hebben gegeven.

** Fossielen, die zeer menigvuldig zijn en daarom allicht gevonden zullen worden.

Tabel No. 2.[1]

STRATIGRAPHIE DER KETENJURA.

SCHELPKALK-LIAS.

		Formatie	Dikte in M.	Gesteente	Versteeningen
Lias	Boven-Lias	Jurensismergel	3	Mergel	*Lytoceras jurense* Ziet.
		Posidonienlei	8	Mergelige schalies	*Posidonomya Bronni* Goldf.
	Midden-Lias	Amaltheënlagen	9	Kalksteen. glaukonietisch	*Amaltheus div. sp., belemnieten.*
		Oliqua-lagen		Mergelige kalksteenen	*Gryphaea obliqua* Goldf.
	Onder-Lias	Obtusus } klei / zandsteen	10	Klei of kalkzandsteen	*Asteroceras obtusum* Sow.
		Arieten-kalk (Gryphiten-)		Kalksteen	*Gryphaea arcuata* Lam.
		Cardiniënbanken	2	Dikbankige kalksteen	*Cardinia div. sp.*, *Schlotheimia angulata* Schl.
		Insectenmergel	1	Donkere mergels	
Keuper	Boven-Keuper	Rhätzandsteen	2	Zandsteen en Bonebed	*Gervillia praecursor* Qu. *Avicula contorta* Portl.
	Midden-Keuper	Bovenste Bonte Mergel	60	Mergel	
		Dolomietbanken		Steinmergel	
		Onderste Bonte Mergel		Mergel met gips	
Schelpkalk	Boven-Schelpkalk	Trigonodus-dolomiet	25	Dolomiet	*Trigonodus Sandbergeri* Alb. *Myophorien.*
	Midden-Schelpkalk	Anhydrietgroep	80	Mergels met dolomiet, gips en steenzout	

Tabel No. 2.[2]

DOGGER.

Formatie			Dikte in M.	Gesteente	Versteeningen
Boven-Dogger	Callovien	Anceps-athleta-lagen „Dalle nacrée"	8	IJzeroölith met klei Echinodermenbreccie	*Reineckia anceps* Rein. *Peltoceras athleta* Phil.
		Macrocephalus-lagen	8	Mergelkalk	*Macrocephalites macrocephalus* Schl.
Midden-Dogger	Bathonien	Varians-lagen	8	Mergels en mergelige kalksteen	*Rhynchonella varians* Schloth.
		Ferrugineuslagen	4	Zandige, ijzerrijke gesteenten	*Parkinsonia ferruginea* Opp. en *Echinodermen.*
		Bovenste Hauptrogenstein	70	Oölithische kalksteen	
		Homomyenmergel		Mergel	*Homomya gibbosa* Ag. *Ostrea acuminata* Sow.
		Onderste Hauptrogenstein		Oölithische kalksteen	
Onder-Dogger	Bajocien	Blagdeni-lagen	12	Zandige kalkmergel	*Stephanoceras Blagdeni* Sow.
		Humphriesi-lagen	3	IJzeroölith	*Stephanoceras Humphriesi* Sow.
		Sauzei-lagen	5	Zandige mergelkalk	
		Sowerbyi-Concavus-Murchisonae- } lagen	56	Kalksteenen, gedeeltelijk oölithisch, ook ijzeroölith	
	Aalénien	Opalinus-lagen	50	Zwarte, glimmerrijke klei	*Lioceras opalinum* v. M.

Tabel No. 2.[3]

ONDER-MALM,

(in twee facies).

A.

	Formatie	Dikte in M.	Gesteente	Versteeningen
Rauracien	Nerineenkalk	25	Koraalkalk	*Talrijke koralen, lamellibranchiaten en gastropoden (Nerinea)*
	„Oölithe rauracienne"	40	Oölithische kalksteen	*Geen koralen, maar zeer veel lamellibranchiaten en gastropoden*
	Thamnastreën- of Florigemma-lagen	25	Kiezelige mergel	*Thamnastraea en andere koralen* *Cidaris florigemma* Ph. *Glypticus hieroglyphicus* Ag.
Divésien (Oxford)	Pholadomyenlagen	35	Mergel met kiezelkalkknollen	*Pholadomya div. sp.* *Pleuromya varians* Ag.
	Rhynchonella Thurmanni-lagen	15	Mergel	*Rhynchonella Thurmanni* Voltz.
	Renggeri-lagen	25	Klei	*Creniceras Renggeri* Opp. *en vele andere ammonieten*

B.

	Formatie	Dikte in M.	Gesteente	Versteeningen
Argovien	Geissberglagen	20	Geelachtige, mergelachtige kalksteenen	*Pholadomya en verwante bivalven*
	Effingerlagen	110	Lichtblauwgrijze klei, aan de basis kalkmergel	*Weinig fossielen*
	Birmensdorferlagen		Mergel	*Veel sponsen, brachiopoden en ammonieten*

Tabel No. 2.[4]

MIDDEN- EN BOVEN-MALM.

Formatie			Dikte in M.	Gesteente	Versteeningen
Boven-Malm	Portland	Portland-Dolomiet	15	Witte dolomietische kalksteen	
		Portlandkalk	50	Lichtgele, mergelige kalksteen	*Thracia incerta* Desh. *Natica Marcousana* d'Orb. *Nerinea div. sp.*
		Virgulamergel	5	Gele mergel	*Exogyra virgula* d'Orb.
	Kimmeridge	Bovenste Kimmeridgekalk	44	Kalksteen	*Nerineën, Trigonia, Homomya, Thracia*
		Pterocera-mergel	8	Mergel	*Harpagodes Oceani* Brongn.
		Onderste Kimmeridgekalk	50	Kalksteen	*Pseudocidaris Thurmanni* Ag.
Midden-Malm	Séquanien	Verenakalk	50	Witte oölithische kalksteen, ook koraalkalk of breccieuse kalksteen	*Koralen* *Diceras St. Verenae* Gr. *Nerinea contorta* Bur.
		Humeralislagen	8	Mergel en mergelige kalksteen	*Waldheimia humeralis* Roem.
		Natica-lagen (Crenularislagen)	33 (10)	Mergel en kalksteen (Koralen en crinoidenkalk)	*Koralen, Crinoiden.* *Natica grandis* Mn. *(Hemicidaris crenularis* Ag.)

Tabel No. 3.

STRATIGRAPHIE VAN AUTOCHTHOON EN OVERSCHUIVINGSBLADEN.

	Formatie	Autochthoon Helvetisch	Helvetische bladen: onderste (Axenblad)	Helvetische bladen: bovenste (Frohnalp en Rigihochfluh)	Klippenblad
Tertiair	Palaeogeen	Flyschschiefer Flyschzandsteen Taveyannaz-zandsteen Nummulietenkalk	Flyschschiefer Nummulietenkalk	Flyschschiefer Nummulietenkalk, ook glaukonietisch	Zandige Flyschschiefer
KRIJT	Turoon		Seewermergel		Clouches rouges: meest roode kalksteenen met veel foraminiferen
	Cenomaan		Seewerkalk		
	Albien Aptien		Gault		Gevlekte kalksteenen en mergels met hoornsteen, Aptychen en Pygope diphyoides insluitende.
			Bovenste Schrattenkalk		
			Orbitolinamergel		
	Barrèmien		Onderste Schrattenkalk		
			Drusberglagen		
			Altmannlagen		
	Hauterivien		Neocoomkiezelkalk		
	Valangien		Valangienkalk		
			Coulonilagen		
	Berriasien		Oölithische Koraalkalk		
			Berriasmergel		
JURA	Boven-Malm	Hochgebirgskalk			Witte Koraalkalk en radiolariet
	Onder-Malm	Effinger lagen Birmensdorfer lagen			Grijze, oölithische kalkbreccie
	Boven-Dogger	IJzeroölith en lei			Breccien met exotische rolsteenen en fossielen
	Midden-Dogger	Kiezelige Echinodermenkalk	IJzerhoudende Echinodermen-kalk		
	Onder-Dogger	Opalinusklei			
	Lias	Zwarte Echinodermenkalk	Zwarte leien en zandige kalksteenen		Kalksteen met belemnieten, zwarte leien en grove oölithische kalksteenen
	Rhät				Avicula contorta lagen
	Trias	Quartenschiefer en Rötidolomiet met gips			Dolomiet, Rauchwacke, Bonte Mergel met Equiseten, Gips
	Perm	Verrucano			

VERSLAG DER GEOLOGISCHE EXCURSIE NAAR DEN BOULONNAIS EN NORMANDIË,

van 21 Augustus tot 31 Augustus 1926, onder leiding van den hoogleeraar Prof. Dr. H. A. Brouwer, m.i.

PROGRAMMA.

Eerste dag. Zaterdag 21 Augustus.

Samenkomst in Calais te 7 uur 's avonds in Métropol Hôtel (naast het station Calais-Ville). Voor de deelnemers, die uit Amsterdam, Den Haag of Rotterdam komen:

Amsterdam V. 8.27. Den Haag V. 9.27. (Instappen in rijtuigen voor Brussel Noord). Rotterdam V. 10.04. Roosendaal V. 11.14. Brussel (Nord) A. 12.45. Idem V. 13.20. Baisieux A. 15.11. Idem V. 15.38. Boulogne A. 17.31.

Avondeten en overnachten in Métropol Hôtel.

Tweede dag. Zondag 22 Augustus.

Stratigraphie van het krijt.

's Morgens om 9 uur inleidende bespreking over het excursiegebied in Métropol Hôtel. Déjeuner aldaar om 12 uur.

Vertrek van Boulogne om 13.—, per autobus naar Sangatte. Bagage meenemen. Wandeling langs het strand naar Wissant. (Vloed 11.17).

Het opgeheven strand van Sangatte, verklaring van het ontstaan dezer pleistocene steilkust. Het Turoon en het Cenomaan van het krijt-klif van den Grand Blanc Nez. Grooté Ammonieten Markasietconcreties in het Cenomaan. Het bronniveau der Varians-zone.

Vanaf den Cran d'Escalles bestijging van den Grand Blanc Nez. Groeven in vuursteenkrijt. Panorama. Daarna afdalen naar den Cran d'Escalles en voortzetting van het onderzoek van het krijtprofiel langs het strand tot Wissant. Gault met talrijke fossielen, als markasiet versteend. Ammonieten (Hoplites, Schloenbachia, Hamites), belemnieten, gastropoden en lamellibranchiaten. De oudste krijtlagen (Aptien en Wealdien) zijn slecht ontsloten. Langs het strand fraaie zeetuinen en veel aangeboorde

steenen. Onder de duinen bij Wissant komt een veenlaag met stamresten te voorschijn.

Van Wissant per autobus naar Boulogne-sur-Mer.

Avondeten en overnachten te Boulogne-sur-Mer. Grand Hôtel du Louvre et Terminus.

Kaart 1. Profiel 1. Tabellen No. 1 en 3.

Geologische kaart: Blad 3, (Boulogne).

Derde dag. Maandag 23 Augustus.

Stratigraphie van het Devoon en Onder-Carboon.

Van Boulogne per trein naar Caffiers. Proviand meenemen.

Boulogne (Ville) V. 7.37. Caffiers A. 8.29.

Bij het station Caffiers het Turoon van den krijtrand, die den vorigen dag langs het strand werd onderzocht. Binnen dezen O.-W. gestrekten ellipsvormigen krijtrand, die door het Kanaal in twee stukken wordt verdeeld, zijn de oudere lagen door de erosie te voorschijn gekomen. Langs den spoorweg rust discordant op de slecht ontsloten graptolietenleien van het Siluur, de Poudingue de Caffiers, het basale conglomeraat van het Midden-Devoon (Caledonische plooiing). Daarop rusten achtereenvolgens de Grès Vert à végétaux en de Calcaire de Blacourt (Midden-Devoon, Givetien) met koralen en brachiopoden, welke in de Carrière du Banc Noir wordt ontgonnen. Hierop volgt het Boven-Devoon (Frasnien), waarin verschillende fossielrijke horizonten voorkomen (Schistes à petits brachiopodes en in het bovenste deel de Calcaire de Ferques, welke laatste in groeven bij het Bois de Beaulieu wordt ontgonnen). Van de talrijke fossielen in de Calcaire de Ferques kunnen Spirifer Verneuilli, Acervularia Davidsoni en vele andere koralen en brachiopoden worden genoemd.

Op het Frasnien volgt in deze serie van steeds Z.W.-waartsch hellende lagen het Famennien: zandsteen en schalies, die eveneens worden ontgonnen. Dan volgt de kolenkalk (Dinantien): eerst de Dolomie de Hure, die tot het bovenste Tournaisien wordt gerekend, en daarna het Viséen. Groeven in kolenkalk bij de halte le Haut Banc.

Per trein van le Haut Banc naar Boulogne.

Le Haut Banc V. 19.17. Boulogne (Ville) A. 19.56.

Avondeten en overnachten te Boulogne, Grand Hôtel du Louvre et Terminus.

Kaart 1. Profiel 2. Tabellen 1, 2 en 3.

Geologische kaart: Blad 3 (Boulogne).

Vierde dag. Dinsdag 24 Augustus.

Hercynische overschuivingen. Jura discordant op Carboon.

Van Boulogne per trein naar le Haut Banc. Proviand meenemen. Boulogne (Ville) V. 7.37. Le Haut Banc A. 8.20.

Van het station le Haut Banc naar de Carrière de la Vallée Heureuse. Groeven in kolenkalk. Devoon overschoven op kolenkalk (Faille d'Hydrequent). De exploitatie der groeven en de bewerking van het materiaal. In de Carrière Joinville rust discordant op de kolenkalk het Bathonien.

Van hier naar de Carrière de la Basse-Normandië. Wederom is de overschuiving van Devoon (schalies van het Famennien) op kolenkalk (Faille d'Hydrequent) zichtbaar. Sterke storingen met Noordwaarts overhellende plooien in den kolenkalk onder het overschuivingsvlak. Verder Noordwaarts verdwijnen deze storingen spoedig; in het gewelf van le Haut Banc zijn nog overschuivingen aanwezig: onder den kolenkalk komt productief Carboon voor, waarin kolenmijnen zijn aangelegd.

Tweede ontbijt in Café de la Gare (le Haut Banc).

Hierna naar de verlaten marmergroeven bij Blecquenecques, waarin zeer fraai de discordantie tusschen het horizontaal liggende Bathonien en de steilstaande dikbankige kolenkalk (Dinantien) zichtbaar is. Naar het Oosten toe neemt de helling van den kolenkalk af. Een duidelijk horizontaal abrasievlak op de grens van Carboon en Jura. Op dit vlak rust een laag geen zeezand van onbepaalden ouderdom en daarop rusten de mergels met veel oesters van het onderste Bathonien.

Terug naar le Haut Banc.

Le Haut Banc V. 19.17. Boulogne-Ville A. 19.56.

Avondeten en overnachten te Boulogne. Grand Hôtel du Louvre et Terminus.

Kaart 1. Profiel 2. Tabellen 1, 2 en 3.

Geologische kaart: Blad 3 (Boulogne).

Vijfde dag. Woensdag 25 Augustus.

Bouw van het Gewelf van le Boulonnais. Boven-Jura.

Opmarsch 8 uur. Van Boulogne langs het strand naar Wimereux (vloed 13.19).

Talrijke, ten deele fossielrijke, lagen van het Kimmeridgien en Portlandien, die de kern vormen van het zadel van le Boulonnais. Onderzoek van den Noordvleugel der plooi. Aan het strand worden achtereenvolgens verschillende lagen van het Kimmeridgien aange-

troffen: klei met Aspidoceras orthoceras; mergel en klei met Aspidoceras caletanum, Ostrea virgula en Trigonia Rigauxiana; gele zandsteen (Grès à Pygurus); klei en mergels met Reineckia pseudomutabiles.

Op deze kleien en mergels volgt het Portlandien: zandsteen met Stephanoceras portlandicum, waarop een conglomeraatlaag en kalksteenen met Lima, Perna, Ostrea, e.a. In de bovenste Portlandiagen kan nog een zandsteen met Trigonia gibbosa genoemd worden. De bovenste lagen van het profiel behooren tot het Wealdien: klei en ijzerhoudende zandsteen.

Langs het strand belangwekkende flora en fauna.

Tweede ontbijt te Wimereux naar verkiezing; terugkeer per tram van Wimereux naar Boulogne, eveneens naar verkiezing.

Samenkomst in het Hôtel du Louvre et Terminus in Boulogne-sur-Mer te 17.30.

Per trein van Boulogne naar Amiens. Boulogne (Ville) V. 18.31. Amiens A. 20.35.

Avondeten en overnachten te Amiens. Hôtel Carlton.

Kaart 1. Profielen 3 en 4. Tabellen 1 en 3.

Geologische kaart: Blad 3 (Boulogne).

Zesde dag. Donderdag 26 Augustus.

Per trein van Amiens naar Caen. Amiens V. 9.07. Rouen (Mart.) A. 11.08.

Déjeuner te Rouen naar verkiezing. Eerst bagage brengen naar Gare Rive Gauche.

Rouen (Rive Gauche) V. 16.25. Mézidon A. 19.14. Overstappen. Mézidon V. 19.28. Caen A. 19.50.

Avondeten en overnachten te Caen (Calvados). Hôtel de France.

Zevende dag. Vrijdag 27 Augustus.

Bouw der Campagne de Caen. Jura discordant op Siluur. Stratigraphie van het Bajocien.

Vertrek 8 uur per autobus van Caen naar Feuguerolles. Wandeling langs den rechteroever der Orne. Onderzoek der stratigraphie van Siluur en Cambrium in den Zuidvleugel van den trog van May. De groeven in de Grès de May (Ordovicien). De laagvlakken van de Grès de May vertoonen prachtige golfsporen, de zandsteen bevat Conularia, Orthis, Strophomena, e.a. Daaronder volgen de Schistes d'Angers met resten van Calymene Tristani en aan de basis een constant niveau van ijzererts, dat ont-

gonnen wordt. Daaronder volgen de Grès Feldspathiques (granite régénéré) aan de grens van Cambrium en Siluur. Het eigenlijke Cambrium bestaat uit schisten en kalksteenen; het begint met een basaal conglomeraat: de Poudingues pourprés, dat discordant het Praecambrium bedekt (Algonkische plooiing). Verticaal staande lagen van het Prae-Cambrium zijn in het dal van de Laize ontbloot.

Des namiddags naar twee groeven nabij May-sur-Orne, waar de Jura discordant en nagenoeg horizontaal rust op steilstaande lagen van de Grès de May. Midden-Lias (Charmouthien) als conglomeraten in verdiepingen van het discordantievlak. Ongeveer 20 c.M. hierboven een tweede discordantievlak (regressie en transgressie).

Daarop Crinoïdenkalken (Toarcien) en daarop het Bajocien: Kalksteenen met Ludwigia en Witchellia, Oolithe ferrugineuse, en Oolithe blanche.

Per autobus terug naar Caen.

Avondeten om 18.— en overnachten te Caen (Calvados). Hôtel de France.

Kaart 2. Profielen 6 en 7. Tabellen 1 en 5.

Geologische kaarten: Blad 29 (Caen) en 45 (Falaise).

Achtste dag. Zaterdag 28 Augustus.

Stratigraphie van Lias en Bathonien. Verschuivingen in de Jura.

Vertrek om 7.30 per autobus van Caen naar Port-en-Bessin. Bagage meenemen. Wandeling langs het strand naar St. Honorine-des-Pertes. (Vloed 13.42). Langs de steilkust eerst het Bajocien. Evenwijdig aan het strand een verschuiving, het Noordelijk deel is ten opzichte van het Zuidelijk deel langs de verschuiving opgeheven. Daardoor zijn in het Noordelijk deel de oudere lagen van het Bajocien zichtbaar, n.l.: Oolithe blanche, Oolithe ferrugineuse, Calcaire phosphaté à Sphaeroceras Sauzei, Calcaire à silex.

Verder naar St. Honorine-des-Pertes het Bathonien; in de steilkust is het volgende profiel zichtbaar: Bathonien: Oolithe miliaire (kalksteen met vuursteene), Vésulien (klei met mergelbanken). Bajocien: Oolithe blanche (kalksteen met sponzen).

Mariene erosie, travertienvorming, biologie van het strand.

Van St. Honorine-des-Pertes terug naar Bayeux per autobus. Déjeuner aldaar. Hôtel du Luxembourg.

Des namiddags per autobus van Bayeux naar Tilly-sur-Seulles. Groeven in fossielrijke Lias. Van beneden naar boven volgen op elkander. Midden-Lias: afwisselende schalie- en mergelbanken met

Zeilleria numismalis; klei met talrijke belemnieten; harde kalksteen (Banc de roc). Boven-Lias: voornamelijk schalies met verschillende ammonieten. Merkwaardig is de aanwezigheid van een Posidonien-lei.

Van Tilly-sur-Seulles per autobus terug naar Bayeux; avondeten aldaar in Hôtel du Luxembourg.

Per trein naar Cherbourg: Bayeux V. 20.44. Cherbourg A. 22.36.
Overnachten te Cherbougr, Grand Hôtel de France.
Profiel 9, Tabellen 1 en 5.
Geologische kaarten: Blad 28 (St. Lô) en blad 28 (Caen).

Negende dag. Zondag 29 Augustus.

Graniet-contact van Diélette.

Vertrek 8 uur per autobus naar Diélette. Bagage blijft in Cherbourg. Ten Noorden van de haven van Diélette kunnen alle overgangen van niet- tot sterk gemetamorphoseerd Devoon worden bestudeerd. Naarmate de metamorphose sterker is, zijn de fossielen lastiger te herkennen. Bnaken van grauwacke met Fenestella en daarbij kalklensen bestaande uit koraalstokken, die sterker zijn gemetamorphoseerd dan de omliggende schalies (Acervularia, Favosites, Pachypora). Zandsteenbanken met Athyris en Orthis.

Tweede ontbijt te Diélette. Hôtel de la Falaise.

Des namiddags naar het onmiddellijke contact van graniet en Devoon. Granaatrotsen en kalksilicaatgesteenten. Graniet-apophysen in de contactmetamorphe sedimenten. Aplietgangen en insluitsels in den graniet. Endomorphe veranderingen in den graniet. Het ijzererts van Diélette, onder den zeebodem geëxploiteerd.

De zee heeft aan de Westzijde van de haven van Diélette rolsteenen opgehoopt. Daarna terug per autobus naar Cherbourg, eventueel langs Cap de la Hague.

Avondeten en overnachten in Cherbourg. Hôtel de France.
Kaart 2. Profiel 8. Tabel 4.
Geologische kaart: Blad 16, (Pieux).

Tiende dag. Maandag 30 Augustus.
Cherbourg V. 10.42. Paris (St. Lazare) A. 18.34.
Overnachten in Parijs, Hôtel Mondial, Cité Bergère 5.

Elfde dag. Dinsdag 31 Augustus.
Paris (Nord) V. 9.—. Rotterdam A. 16.11. Den Haag A. 16.40. Amsterdam A. 17.35.

Einde der excursie.

BIJ DIT PROGRAMMA BEHOOREN:

9 geologische profielen.

No. 1. Krijtprofiel tusschen Sangatte en Wissant.

No. 2. Profiel der palaeozoïsche lagen van het gewelf van le Boulonnais tusschen Caffiers en le Haut Banc.

No. 3. Schematisch juraprofiel aan het strand tusschen Boulogne en Wimereux.

No. 4. Jura-profiel aan het strand ten Zuiden van Wimereux.

No. 5. Verband tusschen mesozoïsche en palaeozoïsche afzettingen in Normandië.

No. 6. Profiel bij May-sur-Orne, aan den rechteroever van de Orne.

No. 7. Profiel in een steengroeve bij May-sur-Orne.

No. 8. Schematisch profiel tusschen Carteret en Diélette.

No. 9. Profiel bij Tilly-sur-Seulles.

2 geologische kaarten.

No. 1. Geologische kaart van le Boulonnais.

No. 2. Geologische kaart van Normandië.

5 geologische tabellen.

No. 1. Algemeene lijst der formaties in le Boulonnais en Normandië.

No. 2. Stratigraphie van het Palaeozoïcum in le Boulonnais.

No. 3. Stratigraphie van het Mesozoïcum in le Boulonnais.

No. 4. Stratigraphie van het Palaeozoïcum in Normandië.

No. 5. Stratigraphie van het Mesozoïcum in Normandië.

LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. Dr. H. A. Brouwer, m.i.
H. J. Kessler.
Ir. Tan Sin Hok, m.i.
Ir. G. ter Bruggen, m.i.
Ir. J. Floris, c.i.
R. W. van Bemmelen, cand. m.i.
J. Blok, ,,
A. L. J. Bogaers, ,,
H. H. Bourdrez, ,,
A. L. Bouwens, ,,
G. Feringa, ,,
W. M. Kersten, ,,
C. van Kooten, ,,
P. H. Lefèbvre, ,,
C. J. A. van Lummel, ,,
E. L. Meyjes, ,,
A. Paulen, ,,
H. G. A. Potjes, ,,
H. J. J. te Poel, ,,
H. J. M. W. de Quartel, ,,
A. E. Speyer, ,,
A. W. Tondu, ,,
G. H. J. Verlinden, ,,
J. H. Westerman, ,,
J. Westerveld, ,,
M. F. Wiessner, ,,
G. v. Willigen, ,,
P. H. A. Zaalberg, ,,
J. H. L. Zermatten, ,,

NORMANDIË EN DE BOULONNAIS.

Het bij elk excursieverslag terugkeerende excuus, dat niet beoogd is een geologische verhandeling over het bezochte gebied te schrijven, doch dat, bij het opmaken van het verslag slechts gelet is op wat gedurende de excursie gezien werd, geldt in het bijzonder voor het hier volgende. Het doel is slechts in het kort een zeer geslaagde excursie vast te leggen, een excursie zonder welker verslag het jaarboek zeker niet compleet zou zijn. In 't kort wordt, daar bovendien ruimte en tijd zeer beperkt zijn, door een uitstekend en uitvoerig verslag van een voorgaande excursie in 1912 naar hetzelfde gebied, waarbij op een enkele uitzondering na dezelfde route werd gevolgd, uitgebreidheid van dit verslag onnoodig gemaakt.

Nadat de deelnemers op den avond van den 21sten Augustus in het Metropole Hôtel te Boulogne-sur-Mer waren samengekomen, hield Prof. Brouwer Zondagochtend 22 Augustus een inleidende bespreking over de geologie van den Boulonnais en Normandië, waarop we eenigszins uitvoerig terugkomen.

In Europa heeft men van het Noorden naar het Zuiden een reeks plooiïngsgebieden, waarbij telkens de oudere massieven een weerstand hebben gevormd voor de jongere plooiïngen. Het fraaist is dit te zien bij de Alpine-plooiïng, waar de Hercynische massieven van Belledonne, Pelvoux, Mt Blanc, Aiguilles Rouges, Aar en Gothard, deze weerstand vormden. De invloed van dergelijke massieven is bij de Caledonische plooiïng, die zijn weerstand vond in het Prae Cambrische gebergte, en de Hercynische plooiïng, die tegen het Caledonische gebergte stuitte, natuurlijk slechts op enkele plaatsen te zien en wel slechts daar, waar deze groote storingen door latere geologische processen te voorschijn zijn gekomen. In het bezochte gebied nu kunnen we onderscheiden:

a. een discordantie van Cambrium op prae-Cambrium (Phyllades de St. Lo) in Normandië aanwezig.

b. een discordantie van Devoon op Siluur. Deze discordantie uitsluitend in de Boulonnais. In Normandië, buiten het gebied der

caledonische, doch in het gebied van de hercynische plooiïng gelegen, lag Devoon concordant op Siluur.

c. de groote discordantie Mesozoïcum-Palaeozoïcum, welke discordantie telkens weer aangetroffen werd in tal van steengroeven, zoowel in den Boulonnais, als in Normandië. Het Hercynische gebergte bestond uit twee grróóte ketens en één kleinere: de Armoricaanschen boog, loopende van Ierland over Cornwall, Bretagne-Normandie naar het Plateau Central, de Variscische, die hier met de eerste samenkomt en zich uitstrekt via Midden-Duitschland over de Vogezen, Zwarte Woud om Bohemen en de derde boog, die van Zuid-Engeland over Boulonnais en de Ardennen naar Midden-Duitschland loopt.

We kunnen dus het geologisch karakter der bezochte streken kort uitdrukken, door te zeggen dat ze liggen in het gebied der Hercynische plooiïng. Overal ziet men lagen ouder dan het Perm sterk gestoord, het Mesozoïcum nagenoeg horizontaal. De herovering van het land door de Mesozoïsche zee ging langzaam. Terwijl in de Vogezen de Trias aan de randen optreedt, is het in den Boulonnais het Bathonien, in Normandië het Bajocien, dat over het Paleozoïcum transgredeert. Talrijke paradiscordanties bewijzen een voortdurend schommelen van den bodem, waardoor het land nu eens boven, dan weer onder het zeeniveau kwam; het gebied bleef kontinentaal en horizontaal.

d. De Alpine-plooiïng. In het Tertiair werd het geheele gebied geplooid en boven de zee verheven, hoewel deze plooiïng ten opzichte van die in de Alpen slechts zeer zwak te noemen is. In Normandië werden de Paleozoïsche synclinen opgedrukt, de Boulonnais kreeg zijn karakteristieke anticline met asduiking naar het Zuid-Oosten. Aan het eind van het tertiair is het land gepeneplainiseerd. Tenslotte werd in het Plistoceen het geheele land opgeheven in een scharnierbeweging om een lijn, die door Ostende ongeveer W.N.W.—O.Z.O. loopt; terwijl de Boulonnais steeg, daalde Nederland. Tegenwoordig daalt de bodem weer, waarvoor de bewijzen zijn het verdronken rivierdal van de Seine, alsmede het voorkomen van een veenlaag aan de kust bij Wissant, hetgeen te vergelijken is met het voorkomen van laagveen aan onze kust tusschen Scheveningen en Hoek van Holland.

De oudste formatie in de Boulonnais aangetoond is het Siluur, dat te voorschijn gekomen is in een put bij Caffiers. Het is Caledonisch geplooid en het Devoon ligt er discordant op.

Het Givétien begint met een basaalconglomeraat (Stratigrafische lacune van de caledonische plooiïng). In het Noorden vormen Devoon en onder-Carboon een lange strook. De lagen hellen naar het Zuiden en hebben een Oost-West-strekking. Deze strook wordt in het Zuiden door de Faille de Ferques gescheiden van zeer sterk gestoorde en overschoven stukken. Twee groote overschuivingen treden in het Zuiden op: de Faille de Hydreuent, die het Famenien op het Viséen bracht en het overschuivingsvlak van het dekblad van Haut Banc, terwijl na de overschuiving het geheel volgens een Noordelijker gelegen storing, de Faille de Ferquis is afgeschoven. Deze opschuiving is een gevolg van de weerstand, die de Hercynische plooiïng ondervond van het Caledonische gebergte. Ook in de Ardennen zijn dergelijke storingen, die er het karakter van een plooibreuk (break-thrust) hebben aangenomen, waar te nemen. Hier en daar zijn schollen productief Carboon aangetroffen. De mijnbouw had echter danig met watermoeilijkheden te kampen, door het ontbreken van een waterkeerende laag; vele verlaten en slechts enkele werkende mijnen gaven den indruk, dat het succes zeer matig was.

Na de Hercynische plooiïng was het gebied langen tijd land. Perm en Trias ontbreken geheel en eerst in de Dogger krijgt de zee toegang. Een basaal-conglomeraat ontbreekt en de Jura- en Krijtlagen zijn direct afgezet op de geabradeerde kolenkalklagen. Een bewijs voor locale schommelingen in den bodem is het voorkomen van Gault, discordant op Siluur. Hier zijn klaarblijkelijk de oudere lagen tijdens een landperiode weggeërodeerd.

De geologische kaart van Frankrijk (uitgave Ministère des Travaux public) toont de anticline, waarvan de as even ten Noorden van Boulogne loopt, als een scheiding tusschen de tertiaire bekkens van Parijs en Vlaanderen; van buiten naar binnen komen de oudere lagen aan den dag, terwijl de steilkust een prachtig profiel geeft dwars door het gewelf.

Van de oudste afzettingen in Normandië weet men, niettegenstaande ze aan den dag komen, zeer weinig. Het zijn schisten en leiachtige gesteenten, waarop het Cambrium met een basaal-conglomeraat discordant ligt. Het is dus Precambrium; de lagen staan door herhaalde plooiïngen bijna vertikaal en door het ontbreken van fossielen zijn bepaalde horizonten niet te vervolgen. Bij St. Lo zijn in dergelijke schisten door Cayeux kiezellichaampjes gevonden, die als Radiolarien beschreven zijn.

Over het gedenudeerde Pre-Cambrische gebergte transgredeert het Cambrium met een basaalconglomeraat; achtereenvolgens werd het Paleozoïcum als concordante serie (dus geen discordantie Siluur-Devoon, als in den Boulonnais) afgezet en opgeplooid tot het Hercynische Gebergte. Als weerstandbiedende kern trad op het Precambrische Gebergte. Alle Hercynische plooien in Normandië hellen naar het Zuiden, hetgeen zeer goed te zien is bij May-sur-Orne. Algemeene richting der Armoricaansche boog is W.N.W.—O.Z.O.

Evenals de Boulonnais bleef ook Normandië gedurende Perm en Trias boven zee, en wel zóólang tot zelfs, zooals in Calvados, het Paleozoïcum alleen in synclinen gespaard gebleven is. Hier had in de Lias een herovering van de zee plaats, eerst aarzelend, getuige de vele stratigrafische hiaten; dikwijls heeft de zee bij haar herovering oudere lagen weggeërodeerd, daarbij een fraai abrasievlak vormend. In een groeve May-sur-Orne ligt een Lias Conglomeraat horizontaal en discordant op Siluur, doch dit conglomeraat is zelf weer geheel afgeslepen, zoodat de rolsteenen gehalveerd zijn, een voorbeeld van locale oscillaties.

Vanaf het Bajocien, n.l. de oölithe blanche, werden regelmatig afgezet de Jura-lagen tot aan de Bovenste Jura. Onder-Krijt ontbreekt tot het Cenomaan en slechts aan den rand van Normandië, komt het Krijt aan den dag. In het tertiair is ook hier een opheffing, peneplainisatie en in het Plistoceen een opheffing van ongeveer 100 Meter.

Oostelijk Normandië, Haute Normandie, bestaat uit een opeenvolging van Krijt-niveau's naar het Westen (Pays d'Auge), overgaand in een tafelland met diepe rivierdalen. Hier eindigt het Krijt. Van jongere lagen in Basse Normandië zijn geen getuigen meer gevonden.

De grond bestaat in de Campagne de Caen uit kalkige Bajocien en Bathonien, terwijl men dáár, waar het Mezozoïcum ontbreekt, het Hercynische gebergte aan den dag ziet komen. Dit land, Bocage Normand, wordt naar het Westen breeder en gaat over in Cotentin, waarvan het Westelijk deel geheel Hercynisch is. Overal waar het horizontale dek verdwijnt gaat het tafelland over in een plooigebied.

Van de tertiaire plooiïng getuigt het golven van het Jura-vlak, alsmede een serie verschuivingen evenwijdig met de kustlijn, waarvan de Faille des Hachettes bij Port-en-Bessin zeer fraai te zien is.

PROFIEL No. 1.

KRIJT-PROFIEL TUSSCHEN SANGATTE EN WISSANT. AAN HET STRAND VAN CAP BLANC NEZ.

N.O. Z.W.

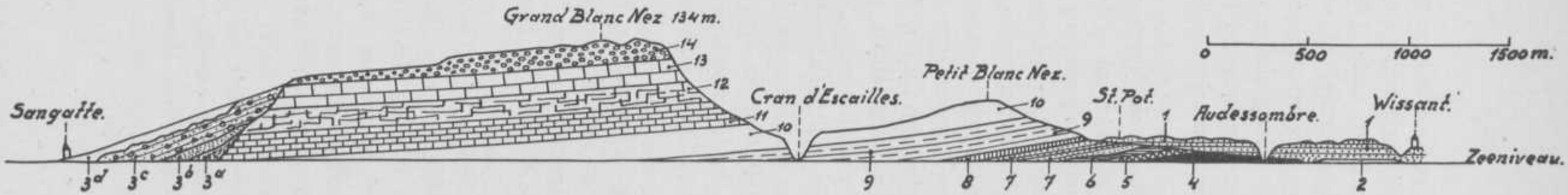


Fig. 1.

1. Duinen.
2. Veen.
3*a*. Rolsteenen (oud strand).
b. Zeezand.
c. Onderste gele leem.
d. Bovenste bruine leem.
4. Zandige klei, zwarte klei.
5. Klei met Ostrea Leymerii.
6. Groene zandsteen.
7. Blauwgrijze Gault-klei.
8. Glauconietkrijt met fosfaatknollen.
9. Mergel met Schloenbachia varians.
10. Mergel met Acanthoceras rothomagense.
11. Mergel met Belemnites plenus.
12. Knollenkalk met Inoceramus labialas.
13. Wit krijt met Terchratulina gracitis.
14. Vuursteenkrijt met Micraster breviporus.

In den middag van den tweeden excursiedag werd per autobus naar Sangatte gereden. Onderweg waren we op de heuvels herhaaldelijk in de gelegenheid de tertiaire peneplaine te overzien. Bij het dorp Sangatte werd uitgestapt; het doel van dezen dag was een wandeling langs het strand naar Wissant, ter bestudeering van de uit Krijt bestaande Noordelijke vleugel van de anticline. Wanneer men achtereenvolgens Profiel No. 3, Profiel No. 4 en Profiel No. 1 beschouwt, wordt de ligging terstond duidelijk.

Dicht bij Sangatte bestaat de niet heel hooge kust uit een plistoceene afzetting. Het is een geelbruine leem, in oploopende lagen met stukken vuursteen. Onder in het profiel vindt men tegen het Krijt aan een dikke laag van rolsteenen van vuursteen en krijt. Dit conglomeraat wordt opgevat als een opgeheven strand, waarin men schelpen gevonden heeft van dieren, die nu nog in het Kanaal leven.

Onder deze leem- en rolsteenlagen komt het Krijt te voorschijn onder een helling van ongeveer 12° naar het Noorden, allereerst met vuursteenconcreties, daarna zuiver schrijfkrijt met groote ammonieten, inoceramen en kleinere ammonieten. De zee komt bij elken hoogen vloed tot aan de steilkant, ondermijnt de lagen, veroorzaakt dikwijls afstortingen, waardoor men op het strand vele fossielen vindt uit de horizonten van het Turoon. Zooals uit het profiel blijkt, wordt de Krijtklif naar het Zuiden steeds hooger. De bovenste zone bestaat uit Turoon, het onderste gedeelte en het strand tot aan de Petit Blanc Nez bestaat uit Cenomaan. Van de verschillende fosielen, die op het strand en in de steilkust werden meegenomen noemen we een tweetal exemplaren van den Pachydiscus, een reuzen ammoniet kenmerkend voor het Turoon, waarvan de grootste een middellijn had van 60 c.m., en die door de kleinste deelnemer terug naar Wissant werd gedragen.

Bij de Cran d'Escalles werd de Variansmergellaag zichtbaar, welke zeer kleiïg is; als een gevolg hiervan ziet men boven dit niveau grondwater wegvloeien, dat over het strand kleine stroompjes vormt. Het bronniveau was duidelijk te onderscheiden als een doorloopende laag vegetatie. Deze Variansmergel is tevens gekenmerkt door fraai radiair vezelig gebouwde markasietconcreties, welke overal op het strand werden aangetroffen.

Vanaf de Grand Blanc Nez (134 m.) had men een prachtig panorama over het geheele gebied van den Boulonnais; duidelijk was weer de peneplain te zien. Enkele deelnemers meenden Engeland te zien, hetgeen zeker bij een helderen dag mogelijk is. Na

afdaling naar de Cran d'Escalles werd de tocht over het strand voortgezet. Bij de Petit Blanc Nez kwam het Gault aan den dag, met talrijke markasietconcreties en fossielen, tot markasiet versteend. Zeer vele soorten werden dan ook gevonden, o.a. Trigonia aliformis Park, Schloenbachia, inoceramus en talrijke belemnieten.

Op het strand fraaie zeekruinen en veel, door pholas en anneliden aangeboorde steenen, de fauna en flora verschillend van die van ons strand. De flora bestaat hoofdzakelijk uit bruinwieren, de fauna uit schelpdieren. Vele steenen waren bedekt met lamellibranchiaten, gastropoden en groote Balanus-kolonies.

De oudste krijtlagen, het aptien en wealden zijn slecht ontsloten. Hier is de kust veel lager geworden en wordt bedekt door duinen. Op het strand vonden we echter exemplaren van Ostrea Leymerii Desh, gidsfossiel voor het uit zwarte klei en zand bestaande aptien. De wealden bestaat uit klei en zand, soms door ijzeroxyde tot een zandsteen gecementeerd en aan de basis overgaande in limoniet.

Even voor Wissant komt de in de inleiding vermelde veenlaag te voorschijn, liggende op de wealden en vele goed bewaarde steenresten bevattend, welke veenlaag men als een bewijs kan beschouwen voor een recente bodemdaling.

In Wissant werden talrijke winkels in eetbare artikelen leeggekocht, waarna de terugtocht per autobus naar Boulogne werd aanvaard.

Derde dag.

In den ochtend van den derden dag begaven we ons vroeg per trein van Boulogne naar Caffiers, ten einde de stratigraphie van het Devoon en onder-Carboon nader te bestudeeren. Bij het station Caffiers begonnen we den tocht langs de spoorlijn, welker insnijding een prachtig N.-Z.-profiel toont door het, door erosie aan den dag gekomen, Palaeozoïcum binnen den O.—W. gestrekten ellipsvormigen krijtrand, die door het Kanaal in twee stukken wordt gesneden. Aan weerszijden van den spoorlijn vinden we in steengroeven gelegenheid te over om de verschillende lagen in detail te bestudeeren.

Bij het station Caffiers bevinden we ons nog in den krijtrand. Allereerst zien we het Turoon (krijt met vuursteenen als bij ons in het Maestrichtien), hetzelfde, dat den tweeden dag langs het strand van Sangatte naar Wissant als de bovenste laag van de steile kust gezien werd. De vuursteenknollen zijn ontstaan door diagenetische processen. Het kiezelzuur is afkomstig van skeletten van zeedieren,

die in ondiepe zee leefden, zoodat het Turoon een bijlandsche afzetting is. Op deze laag volgt de knollenkalk met inoceramus. Het Cenomaan is niet aanwezig en onmiddellijk op het Turoon volgt slecht ontsloten Gault, door de vegetatie moeilijk te herkennen. De helling dezer lagen is, in tegenstelling met de hierop volgende devonische, naar het Noorden, doch de strekking evenals van de Paleozoïsche O.-W. Van het Siluur, dat bij Caffiers in een put is aangetoond, zien we slechts onduidelijk de graptolietenleien, doch het plotseling optreden van een grof basaal conglomeraat met helling naar het Zuiden is het bewijs van de Midden-Devonische transgressie na de Caledonische plooiïng. De rolsteenen bestaan uit Cambrische en Silurische kwartsieten herkenbaar aan kubische pyrietholtes. Uit het ontbreken van Onder-Devoon en de discordantie van het Midden-Devonische basaalconglomeraat op Boven-Siluur kunnen we dus concludeeren, dat de Caledonische plooiïng in de Boulonnais plaats had tijdens Boven-Siluur tot Onder-Devoon.

We volgen nu het Paleozoïcum, dat in concordante serie is afgezet, hetgeen wijst op afzetting in een geosynclinaal gebied. Achtereenvolgens passeeren we de verschillende horizonten van het Givétien, de Grès vert à végétaux, de calcaire de Blacourt, een zwarte kalksteen, ontgonnen in de Carrière du Banc Noir, van het Frasnien, de schistes rouges, de dolomie de Noces, de schistes de Beaulieu. Spoorwegbeambten beijveren zich intusschen door met hoorngeschal de excursie te waarschuwen voor passeerende treinen.

Tegen 12 uur bereikten we de steengroeven in de calcaire de Ferques, de bovenste afdeeling van het Frasnien,waarin een waar kerkhof van Devonische koralen en brachiopoden werd aangetroffen. Hier in de groeve werd gerust, terwijl tijdens het koffie-uurtje vele fossielen werden verzameld, waarvan we vermelden de Spirifer Verneuilli, Acervularia Davidsoni, Atrypa reticularis, Streptorynchus devonicus, Orthis striatula. Op het Frasnien volgt in deze serie van steeds Z.W.-waarts hellende lagen het Famenien, bestaande uit de schistes rouges met Spirifer Verneuilli en de grès blanc de Fiennes, een witte zandsteen met Cucullaea Hardingii. In het Famenien waren eveneens verscheidene groeven, welke echter niet bezocht werden. Concordant, doch niet conform op het Famenien volgt het bovenste Tournaisien, de dolomie de Hure, gevolgd door het Viseen met zijn verschillende kalksteenhorizonten, die de vierde dag nader onderzocht zouden worden. Dicht bij le Haut Banc troffen we een paar goede dolinen, waarin enkele deelnemers afdaalden.

PROFIEL No. 2.

N. HET GEWELF VAN DEN BOULONNAIS LANGS DEN SPOORLIJN TUSSCHEN CALAIS EN BOULOGNE.

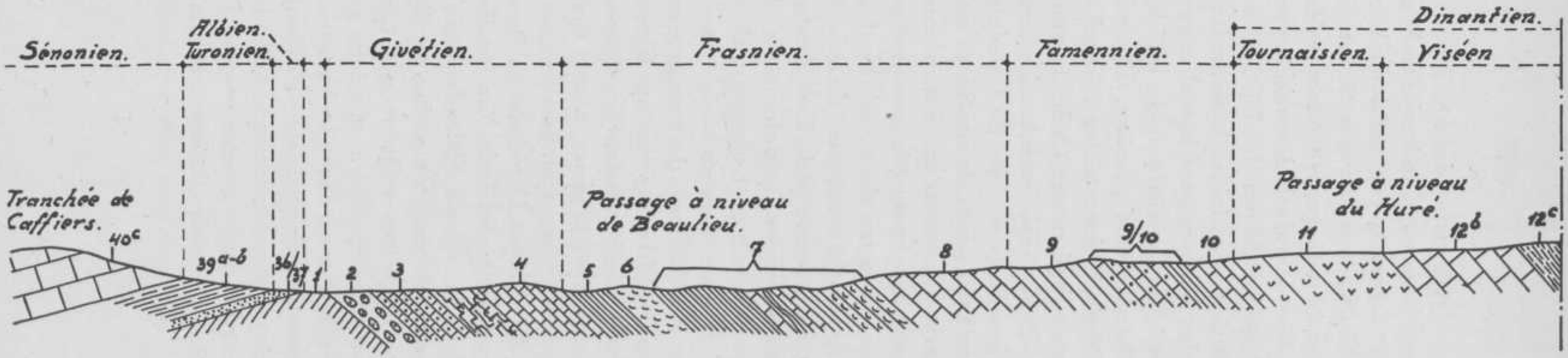


Fig. 2.

1 Siluur.
2—4 Midden Devoon.
5—10 Boven Devoon.
11—14 Onder Carboon.

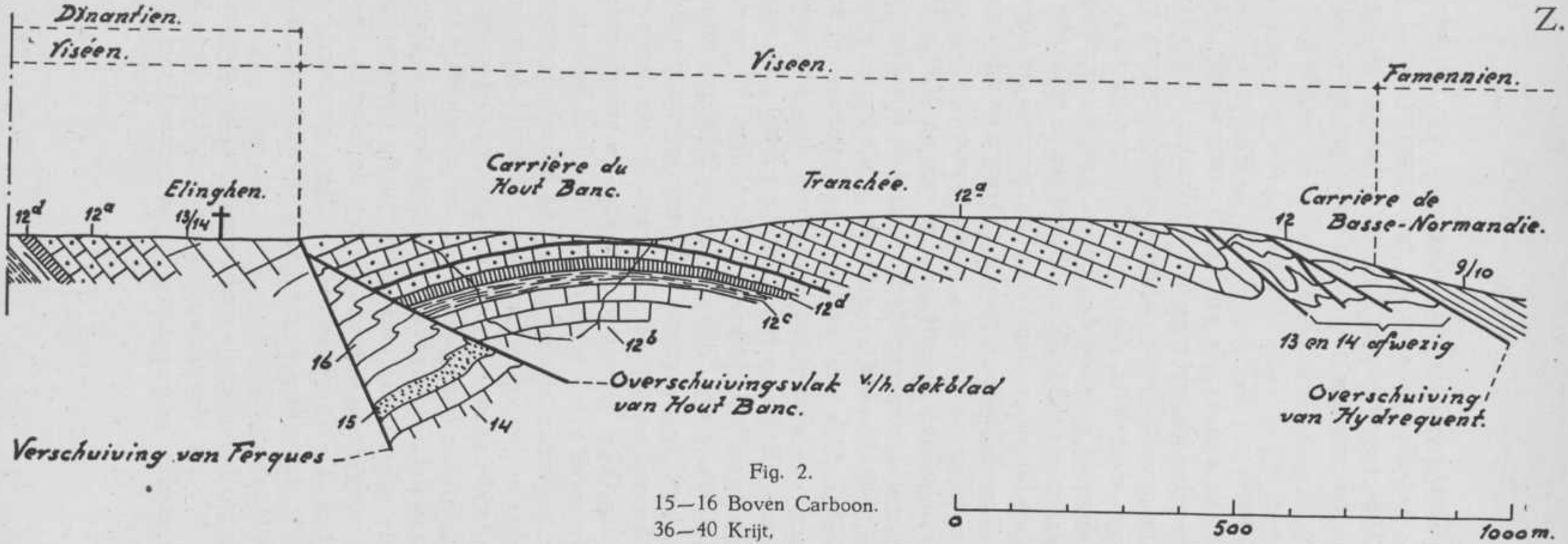


Fig. 2.

15—16 Boven Carboon.
36—40 Krijt,

Voor de verschillende niveau's, zie tabellen 2 en 3.

Oorspronkelijk stond op het programma nog een bezoek aan verscheidene kolenkalkgroeven en een terugreis vanaf le Haut Banc, doch later werd besloten tot terugtocht naar Marquise, vanwaar we met een vroegen trein reeds om 6 uur weer in Boulogne terug waren.

Vierde dag.

Van Boulogne ging de reis 's ochtends vroeg naar le Haut Banc. Daarbij passeerden wij veel meer kolenkalk, dan we zouden mogen verwachten, wanneer er geen storingen aanwezig waren. De kolenkalk heeft niet de helling, die in het Noorden normaal is, doch komt koepelvormig aan den dag door de plooioverschuiving van le Haut Banc, zooals duidelijk uit Profiel No. 2 blijkt. Bij le Haut Banc staan we boven op den koepel en zien we de lagen overal van ons afhellen. Zuidwaarts, waar het Devoon aan de oppervlakte komt, welker lagen zachter zijn, is het terrein lager.

Allereerst bezochten we de groeve van de Vallée Heureuse, waar we de opschuiving van Hydrequent (zie inleiding) duidelijk konden zien. Het Boven-Devoon bestaat uit roode schalies met zandsteenbanken. Hier en daar zagen we Bathonien op het Paleozoïcum liggen, een dunne Jura-bedekking, die bijna geheel weggeërodeerd was. Dit Bathonien is op het profiel niet aangegeven, echter wel op de geologische kaart. In de Vallee Heureuse is weinig van de kolenkalk te zien, doordat een riviertje een terrassengrint heeft neergelegd. In de groeve zelf vonden we dezelfde bonte schalies en kwartsieten, uit het Famenien, die we den vorigen dag gezien hadden. Van de overschuiving is de omgekeerde vleugel van een liggende plooi te zien; stratigrafisch volgen dus van onder naar boven op elkaar: gestoorde kolenkalk, roode Devonische schalies en jongere sedimenten. Plaatselijk is er een breccieuse verharde kleimassa, met hardere, uitgewalste lensjes. Er is een kleine stratigrafische lacune aanwezig, dus misschien is er ongeveer 100 M. uitgewalst. De kolenkalk is doorsneden door kleine kwartsaders; in de spleten, die ontstonden bij de overschuiving circuleerden kiezelzuur-oplossingen, die tot de afzetting van kwarts geleid hebben. De Devonische Grès Blanc vertoonde een soort „golfsporen", die echter vermoedelijk te wijten zijn aan oppervlakte-verschijnselen.

In de groeve Joinville, die we hierna bezochten, wordt Kolenkalk ontgonnen. We zijn hier dus verder naar het N.O. Deze kolenkalk, welke hier marbre genoemd wordt (is evenwel niet kristallijn),

wordt gebruikt voor schoorsteenmantels, waschtafelplaten enz. De banken zijn dik en hebben elk een aparte naam. De mooiste marbre was de marbre Napoleon, in welke laag de groeve aangezet werd. Verder Noordwaarts krijgen we oudere lagen en weer Zuidwaarts zit deze laag te diep om geëxploiteerd te worden. In al deze groeven heeft men met watermoeilijkheden te kampen en zoodra de groeve verlaten is, ontstaat een meertje met prachtig helder water, waarvan we 's middags zouden kunnen genieten.

Bij de exploitatie worden de blokken in stukken gesneden door een dunne staalkabel, bestaande uit 3 om elkaar gewonden staaldraden; deze kabel zonder eind loopt over wielen en doorsnijdt op zijn weg alle stukken, die doorgesneden moeten worden. Men kent uit practische ervaring de slijtage van den kabel en maakt deze nu zoo lang, dat alle stukken juist doorgesneden zijn, voor de kabel versleten is. Ter weerszijden van een blok, wordt hij door een schroef naar beneden gedrukt, in de sneden stroomt met zand beladen water uit bakken, die op de blokken staan.

Dit zand slijpt dus eigenlijk de kalk in de snede weg, de kabel neemt het zand door de snede mee.

Op de scheuren van de kalksteen heeft zich kristallijne kalk afgezet. Op een laagvlak vormde zich knollenkalk. De knollen zijn te vergelijken met stilolieten: een deel van de kalk der laag loste op, de hardere fossielen niet. Wanneer dus de laag geheel is opgelost door het grondwater, dat op dat laagvlak circuleerde, dan vindt men later van deze laag slechts de fossielen terug. Dit was hier het geval. Orthoceras en goniatites van geringe afmetingen werden verzameld, waarvan de schaal vermoedelijk eveneens gedeeltelijk opgelost was.

Van den eigenaar der groeve kreeg elke deelnemer twee gepolijste plaatjes „marmer" als herinnering mee.

In de groeve zagen we kalkige oöliet van het Bathonien discordant op het zwakgolvende transgressievlak van de Kolenkalk liggen. Meer naar het Noorden werd deze Jura-afzetting dunner om ten slotte geheel te verdwijnen.

Op de wandeling van deze groeve naar die van de Basse Normandië passeerden we tusschen de loofboomen plotseling een groep dennenboomen. Daar deze op droge, onvruchtbare of liever kwartsrijke en kalkarme zandgrond groeien, kan men dus aannemen, dat daar het Devoon weer aan den dag komt, aangezien hier alleen Devonische afzettingen zand kunnen leveren.

In de Carrière de Basse Normandië zagen we weer, wat we reeds

in de groeve van de Vallée Heureuse gezien hadden: Devoon op kolenkalk tengevolge van de overschuiving van Hydrequent. De spoorweg-insnijding leverde een prachtig profiel van steilstaande gestoorde kolenkalk, gestoord door de Hercynische plooiïng; immers discordant en horizontaal op de kolenkalk rust het Bathonien. De harde kolenkalk is dicht bij de overschuiving door den van het Zuiden komenden druk tot korte, naar het Noorden overhellende, zeer sterke plooien opgedrukt (dominant layers), terwijl de zachte lagen allerlei kronkelingen vertoonen (dragfolds). Verderop verloopen deze plooien rustiger en na een paar honderd meter verdwijnen ze geheel. Eenigszins witverweerde plooien vergemakkelijken het volgen der plooien. De excursie volgde den spoorweg en kon zoodoende het profiel van 't begin tot het einde prachtig bestudeeren.

In een café bij de halte le Haut Banc vonden we groote kommen koffie op ons staan wachten, ter versterking van de middagwandeling door de velden naar Blecquenecques.

's Middags.

Blecquenecque! Vol moed gingen we na de koffie op weg naar

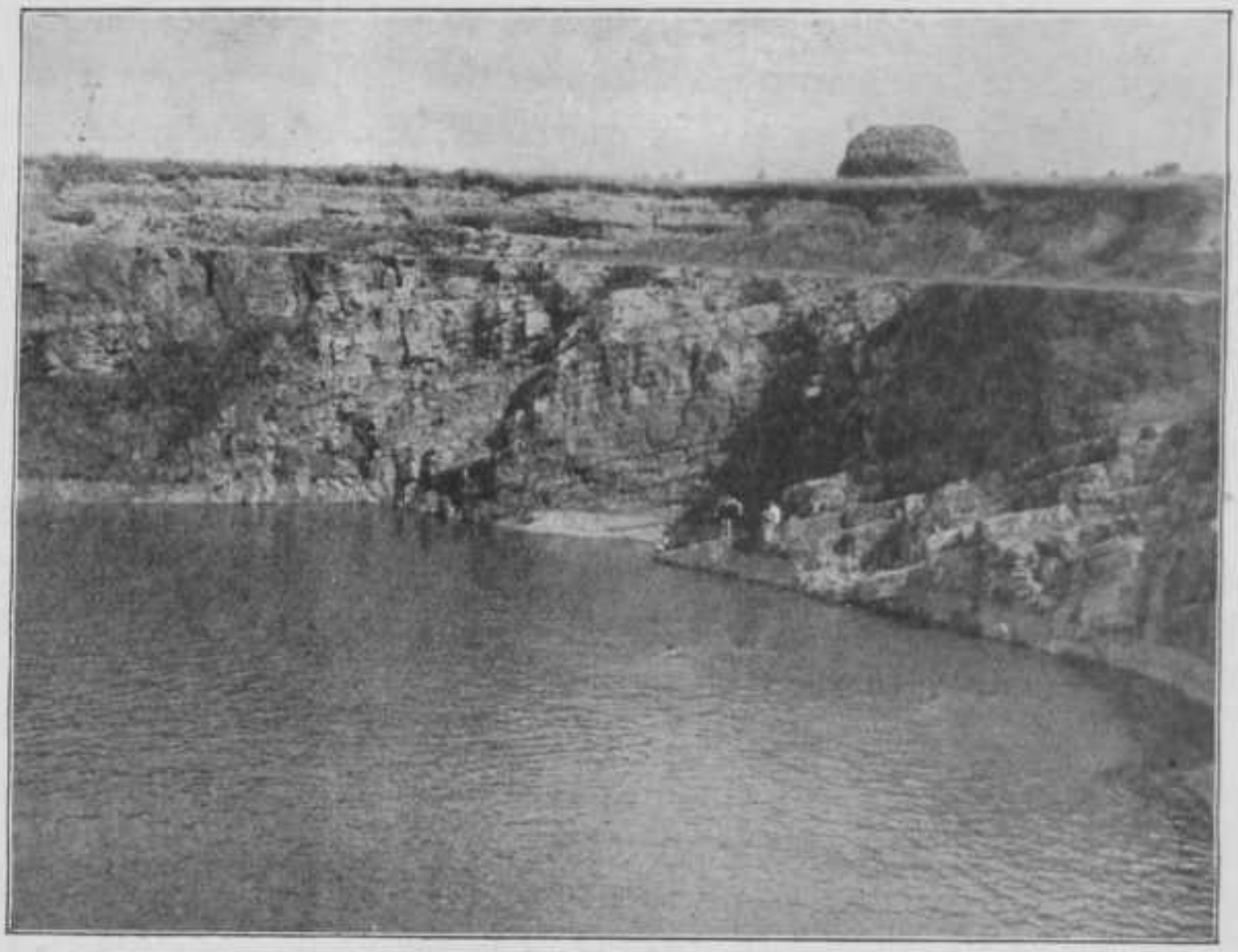


Fig. 3.

Blecque Necque. — Discordantie van Bajocien op kolenkalk.

de verlaten groeve. De weg was stoffig, heuvelig, de temperatuur 90° in de schaduw. Allengs rekte een kluwen a.s. mijningenieurs zich uit tot een langen lijn; aan het hoofd waarvan Prof Brouwer onvermoeid het wandeltempo van 10 K.M. per uur handhaafde; aan 't eind waarvan een aantal slachtoffers van een bijzonder gezellige avond te Boulogne zich op den been hielden door het periodiek schatten van hun steeds grooter wordende achterstand, welke slechts dan een weinig werd gereduceerd, wanneer de leider de peneplaine beklom dwars door de klaervelden, teneinde de kortste weg nader te verkennen.

Welk een ontdekking, toen de groeve niet alleen verlaten bleek, doch tevens gevuld met een groote hoeveelheid helder water. Hier, in het volle gezicht van een fossiel strand uit de onderste Jura, werd de geheele excursie te water gelaten. Herinneringen aan een prachtig abrasievlak van steile kolenkalk, waarop discordant een geel zeezand, de sable d'Hydrequent, en verder het Bathonien als mergels met veel oesters zulk een schitterende getuigenis aflegt van een belangwekkend geologisch gebeuren, vermengen zich met die aan de hemelsblauwe combination des heeren T. en een schitterend uitgevoerde saltomortale vanaf de onderste kolenkalk in het recente grondwater van P. L.

Het gevolg van de opfrissching was, dat in een snel tempo naar Marquise werd geloopen, zoodat evenals den vorigen dag, de vroege trein werd gehaald.

Vijfde dag.

Beziet men profiel 3 en 4 dan wordt duidelijk, dat den laatsten Boulonnaisdag gebruikt werd met de bestudeering van het oudste Mezozoïcum. Bestond tusschen Wissant en Sangatte de steile kust uit Krijt, tusschen Boulogne en Wimereux vertoont het Kanaalprofiel de Mezozoïsche kern van de anticline. Hier komen de kern- en de Noordvleugel aan den dag; de Zuidvleugel, die ten Zuiden van Boulogne de steile kust vormt werd niet nader onderzocht. Zooals in de inleiding werd gezegd, loopt de as der anticline ongeveer O.W. even ten Noorden van Boulogne bij Moulin Hubert, zooals profiel 3 duidelijk doet zien. Tusschen het Casino van Boulogne, waar we thans voor de eerste maal dadelijk langs gingen, en het verlaten Fort de la Crèche zagen we de oudste formaties, die daar van het Gewelf van de Boulonnais te zien zijn, n.l. het onder- midden- en boven-Kimmeridgien. Het strandprofiel, hier nagenoeg loodrecht op de as van de op de hercynische plooiïng

PROFIEL No. 3.

SCHEMATISCH JURA-PROFIEL AAN HET STRAND TUSSCHEN BOULOGNE EN WIMEREUX.

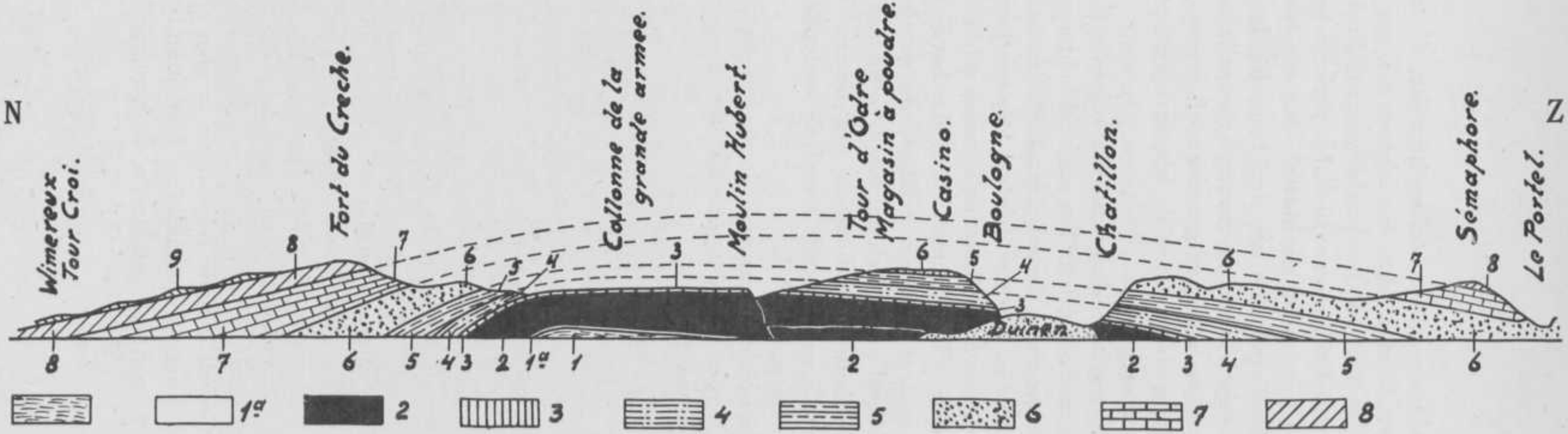


Fig. 4.

1. Kleien en kalken.
1a. Zandsteen.
2. Als 1.
3. Zandsteen.
4. Kalken en kleien.

Kimmeridgien
Portlandien.

5. Zanden en kleien.
6. Zanden en conglomeraten.
7. Kleien met glauconiet.
8. Zandsteen en kalk, travertien.

Wealdien.

9. Zandsteen, ijzerhoudend met Unio.

PROFIEL No. 4.

JURA-PROFIEL AAN HET STRAND TEN ZUIDEN VAN WIMEREUX.

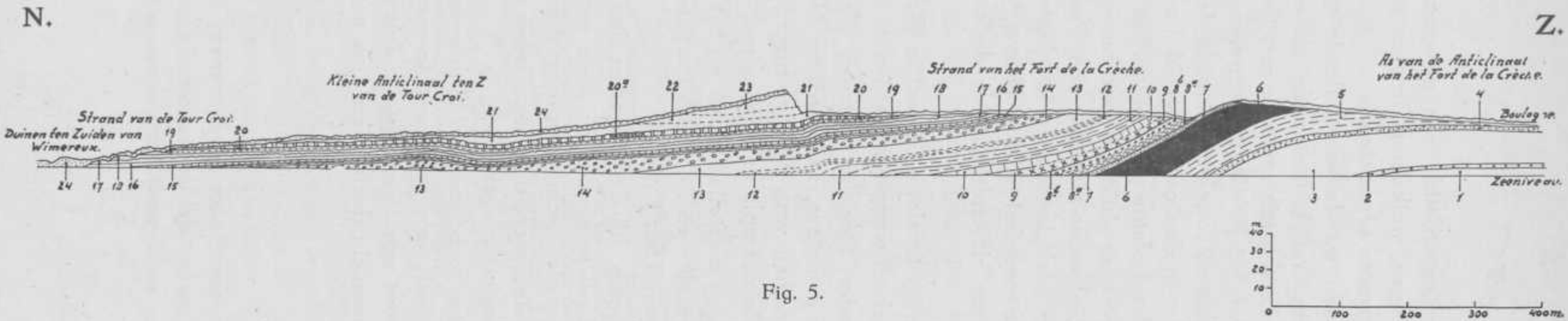


Fig. 5.

1. Mergels en Kleien met Aspidoceras Orthoceras.
2. Mergels, Zanden en Kalkzandsteen met Trigonia variegata.
3. Mergels en Kleien met Aspidoceras caletanum.
4. Kalkzandsteen met Pygurus en Trigonia variegata.
5. Mergel en Klei met Reineckeia pseudomutabilis.
6. Kleischalie en Kalkzandsteen met Stephanoceras portlandicum.
7. Zandsteen met Ostrea virgula en Stephanoceras portlandicum.

8*a*. Kleischalie met Conglomeraatlaag met Ammonieten en Trigonia.

8*b*. Cyrena mergels.

9. Mergels met Perna rugosa.
10. Kalkzandsteen met Cyprina Bronchniarli.
11. Kleischalie met Astarte scalaris.
12. Kalk met Lima Bononiensis en fosfaatlaag aan de basis.
13. Klei met Ostrea expansa en Perna Bouchardi Ammoniefen en fosfaat.
14. Knollenkalk en zandige klei met Astarte Soemanni en Perisphinctes.
15. Knollenkalk met Trigonia Damoniana en Perisphinctes.

16—18. Zandsteen met Trigonia gibbosa en Perisphinctes giganteus.

19. Zand en zandige kalk met Trigonia Edmundi.
20. Brakwaterkalk met Anisocordia socialis. (*a* = fluviatiele facies met Physa en Planorbis).
21. Zand en Klei.
22. IJzerhoudende zandsteen.
23. Klei.
24. Duinzand.

gesuperponeerde Alpine-plooiïng, toonde een opeenvolging van slechts zeer zwak geplooide lagen, welke aan de voet van het klif tot een golvend abrasievlak waren afgesleten.

Achtereenvolgens passeerden we de verschillende afdeelingen van het Kimmeridgien, voornamelijk bestaande uit mergels en kleien, waartusschen een hardere zandsteenbank met Ostrea. Verderop kregen we de lagen van het Portlandien te zien, kalken en kleien, afgewisseld door zanden en conglomeraten. In den inleiding hebben we reeds vermeld, dat in den overgangstijd Jura-Krijt een algeheele opheffing van het land plaats vond boven het zeeniveau. De facies van de lagen geven er duidelijk het bewijs van. De bovenste Jura is n.l. een brakwater-afzetting, de Purbeck, met Anisocardia Socialis. Op een plek heeft men in plaats van deze lamellibranchiaat een paar zoetwaterfossielen (Physa en Planorbis) gevonden. Wellicht is een rivieruitmonding de oorzaak van deze fluviatiele fauna.

Boven op het Portlandien ligt tenslotte de zachte Wealdien, die vooral bij Wimereux bijna geheel weggeërodeerd was.

Van de onderweg gevonden fossielen noemen we een fraai exemplaar van Perisphinctes giganteus, welke echter door zijn gewicht onmogelijk mede te nemen was. Verder meerdere ammonieten, trigonia, perna en vele exemplaren van ostrea.

Tectonisch waren van belang de steile flexuur bij het Fort de la Crèche in de boven-Kimmeridgien en de onder-Portlandien en de kleine anticline ten Zuiden van Tour Croi.

De interessante flora en fauna, bij den tweeden dag reeds vermeld, waren ook nu weer fraai te zien. Een, door een der deelnemers gevonden, rolsteen van dioritische oorsprong, demonstreerde duidelijk de sterkte der kuststroomen, daar deze steen waarschijnlijk van de intrusiva van Normandië afkomstig is.

Het laatste gedeelte van den tocht geschiedde in versneld tempo vanwege de opkomende vloed; een geanimeerde zwempartij in Wimereux was een waardig slot van de excursie in den Boulonnais; nog denzelfden avond begaven de deelnemers zich naar Amiens, alwaar overnacht werd.

Zesde dag.

Gedurende de zesde dag werd van Amiens naar Caen (Calvados) gereisd, via Rouen, waar de deelnemers 's ochtends om even over elven aankwamen, en, omdat het vertrek uit Rouen op

16.25 gesteld was, ruimschoots gelegenheid hadden de stad nader te bezichtigen.

's Avonds 8 uur arriveerde men te Caen, waar in het Hôtel de France gegeten en overnacht werd. De afstand Amien—Caen is 190 K.M. We hadden gereisd per snelste treinverbinding, waren vertrokken om 9 uur 's ochtends en te Caen aangekomen 8 uur 's avonds; het gemiddelde van 17 K.M. per uur pleit niet voor de doelmatigheid en snelheid der Fransche locaalspoorwegen.

Zevende dag.

Op den ochtend van den zevenden dag vertrokken we per autobus van Caen naar Feuguerolles. In dit dorp bevonden we ons nog op de peneplain (Bajocien). De Orne heeft zich hier echter een vrij diep dal ingesneden, welk dal we langs den rechter oever van N.O. naar Z.W. volgden.

Zooals profiel No. 5 doet zien, bevinden we ons hier in een syncline van het oude armoricaansche ketengebergte, waar de erosie nog niet ver genoeg voortgeschreden is om de laatste resten Paleozoïcum te doen verdwijnen.

De Noordvleugel van de plooi werd niet verder onderzocht. De eerste horizont, die we troffen was Schistes d'Angers uit het Ordovicien. Waar we echter ten Zuiden van de groeve uit de Grès de May deze schistes d'Angers opnieuw zouden treffen, werd direct doorgeloopen naar genoemde steengroeve, waar de Grès de May, een roode zandsteen en schalie gewonnen wordt, welke gebruikt wordt voor buizenbouw en wegen-aanleg. In deze Grès de May kunnen een viertal lagen onderscheiden worden, welke gescheiden worden door zachtere schalies, waardoor bij de plooiïng weinig gebroken was. De Zuidwand van dezen zandsteen liet prachtige golfsporen zien, de Noordrand ⊥ op elkaar staande diaklazen (masterjoints) ontstaan door langdurige en herhaalde druk.

Boven op het Siluur zagen we de Jura discordant liggen, hetgeen we 's middags in de groeve bij May sur Orne nader zouden onderzoeken.

Verder Zuidwaarts troffen we weer de Schistes d'Angers, een serie bruine, zandige schalies, sterk verweerd en niet bijzonder mooi. Fossielen werden er niet in gevonden. De basis van deze schistes d'Angers wordt gevormd door ijzererts, welke er wordt ontgonnen. Het erts is zeer duidelijk geslaagd. Cayeux denkt zich het ontstaan als een pseudomorphose van $FeCO_3$ naar Kalkoöliet. De sideriet is dan later overgegaan in haematiet.

Verder op volgen de onderste horizonten van het Ordovicien, n.l. de Grès Feldspathiques, een rose arcose, met een vetglans door de aanwezigheid van eenigszins doorzichtig kwarts, welke arkose naarmate we verder Zuidwaarts komen, grover conglomeratisch wordt en steeds rijker wordt aan sterk gekaoliniseerde veldspaat.

Steeds het dal der Orne volgend komen we nu aan het Cambrium, bestaande uit schalies met kalklenzen, waarvan we er twee zagen. In een groeve, die verlaten was, zagen we roode marmer, vol

PROFIEL No. 5.

IN DE OMGEVING VAN MAY-SUS-ORNE.

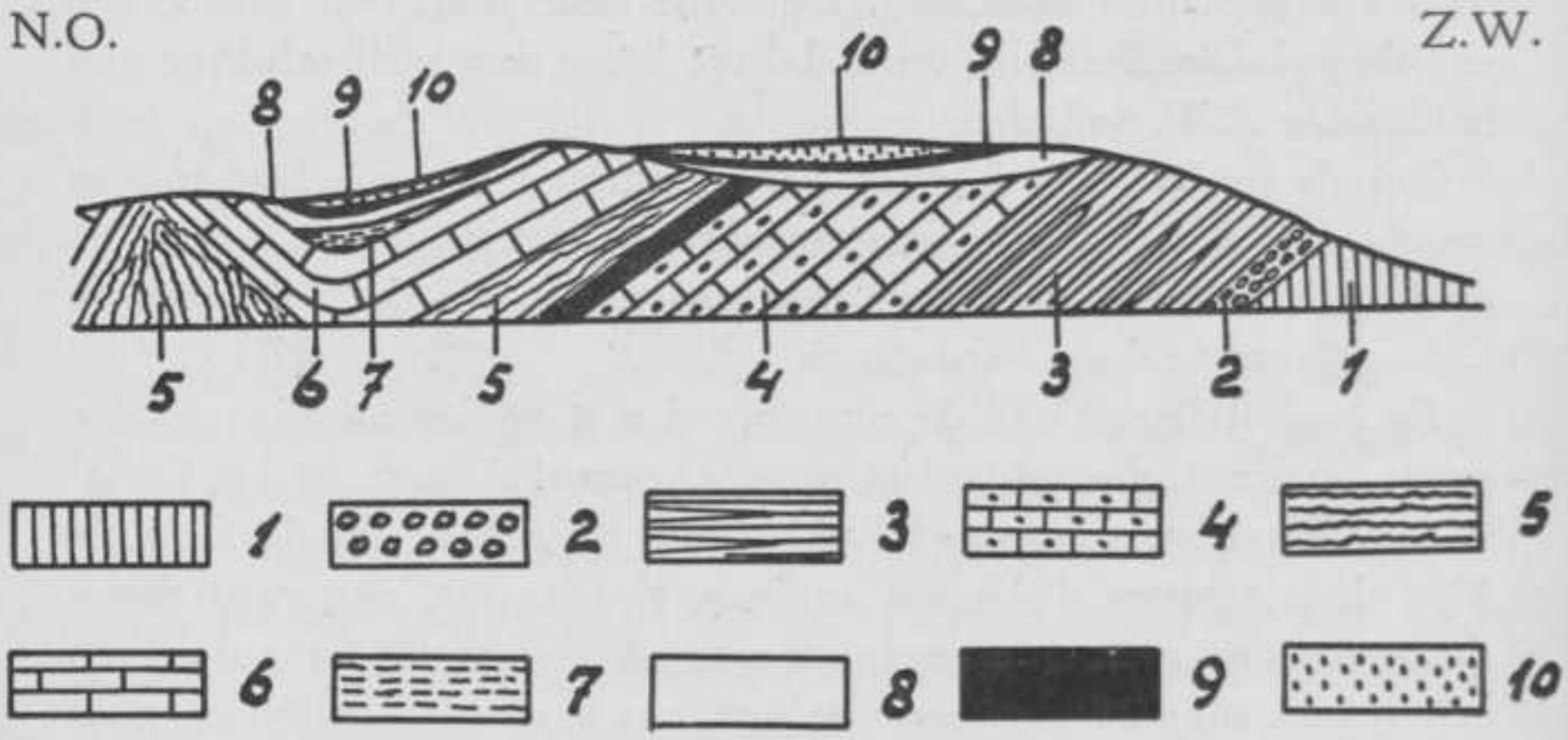
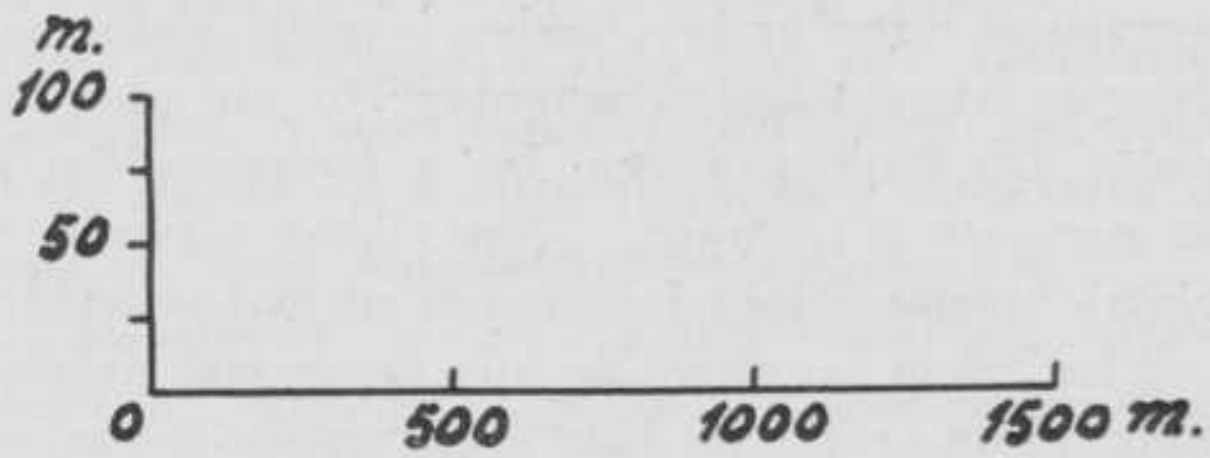


Fig. 6.



1	Precambrium.	
2	Roode conglomeraten	Cambrium.
3	Schisten en marmers	Cambrium.
4	Veldspaatzandsteenen	Ordooicien.
5	Schisten van Angers	Ordooicien.
6	Zandsteen van May	Ordooicien.
7	Bovenste schisten	Ordooicien.
[1])	IJzererts	Ordooicien.
8	Lias en Bajocien	Jura.
9	IJzerhoudende Oöliet	Jura.
10	Witte Oöliet	Jura.

grovere calcietaders, op te vatten als een rifkalk, door sterke druk omgekristalliseerd, waardoor de fossielen verdwenen zijn.

Nadat we gerust hadden werd 's middags allereerst het Praecambrium bezocht, langs den weg naar Harcourt in het dal van de Laize, steilstaande groene en bruine schalies en dunne kwartsietbanken met een strekking welke ⊥ staat op de strekking der Caledonisch geplooide lagen.

Langs den weg naar het hooger gelegen May sur Orne troffen we

PROFIEL No. 6. IN DE STEENGROEVE BIJ MAY.

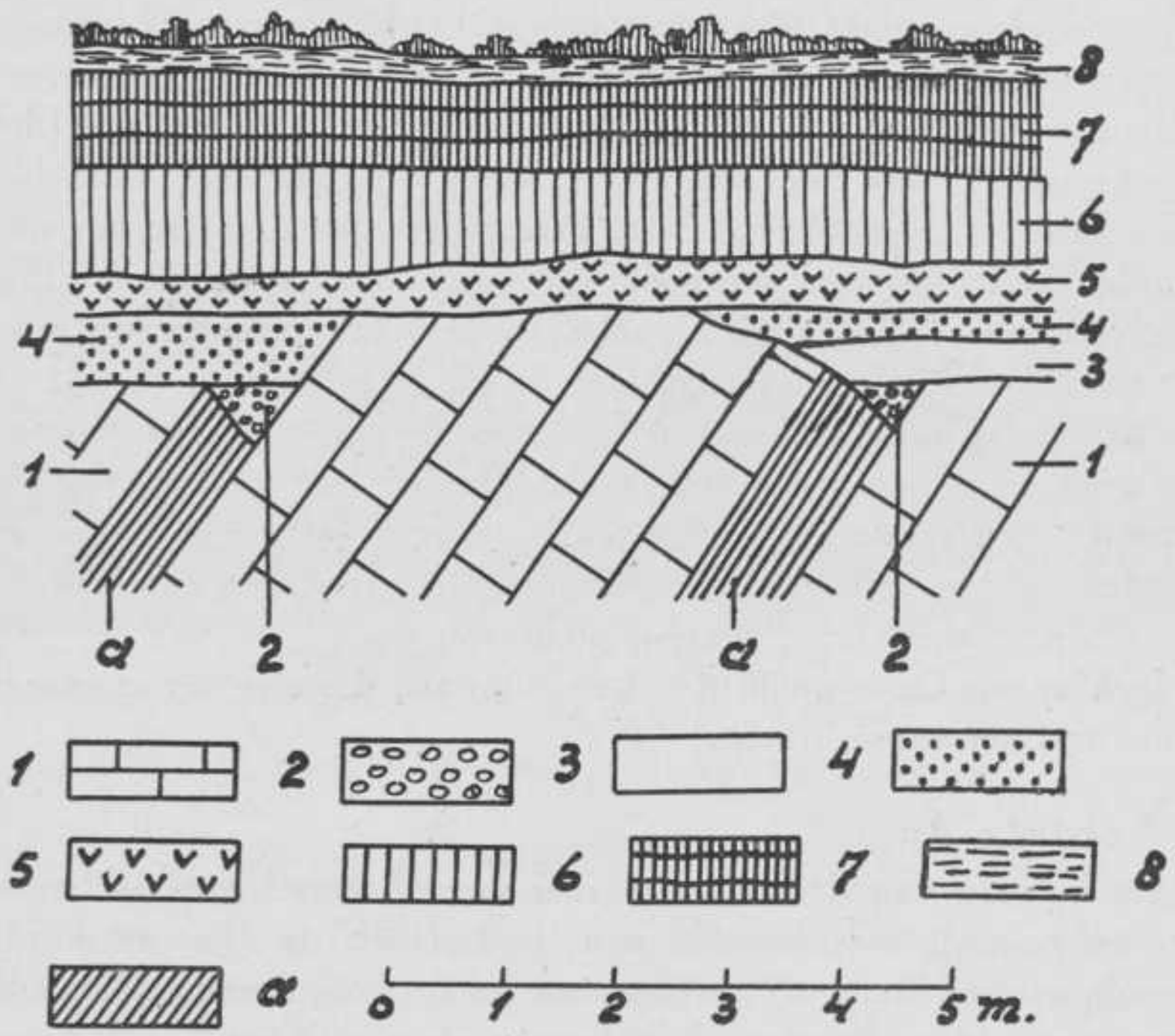


Fig. 7.

1. Zandsteen van May. (a schalies) } Siluur.
2. Conglomeraat (Charmouthien } Lias.
3. Crinoïdenkalk (Toarcien) }
4. Zandige kalk met Ludwegia bradfortensis } Bajocien.
5. Kalk met Witchellia. }
6. IJzerhoudende Oöliet. }
7. Witte Oöliet.
8. Akkeraarde.

de poudingues pourpres, het basale conglomeraat, waarmee het Cambrium discordant over het Praecambrium transgredeert. Het conglomeraat had een strekking N. 50 W. en bestond uit groote en kleine kwartsietische rolsteenen.

Hierna begaven we ons op weg naar de groeven van May sur Orne, ter bezichtiging van de discordante ligging van de nagenoeg horizontale onderste Jura-lagen en de steilstaande Grès de May.

Profiel No. 6 toont deze discordantie: dezelfde, die we in de Boulonnais hadden gezien.

Door het verschil in hardheid van de Silurische zandsteenen onderling heeft de transgredeerende zee hier geen absoluut vlak abrasie-vlak gemaakt, doch zijn eenige harde banken als klippen blijven staan, waartusschen rolsteenen gevangen bleven. Later, en dit is een bewijs voor locale oscillaties van den bodem, is dat Lias conglomeraat weer afgeslepen, waardoor de rolsteenen duidelijk gehalveerd zijn geworden. Eerst hierop ligt het Bajocien als een zandige kalk, gevolgd door de kalk met Witchellia, de Oölithe ferrugineuse en de Oölithe blanche. In de beide groeven rustte op het liasstrand direct met een hiaat de Oölithe blanche, terwijl de Oöliethe ferrugineuse samen met de Oölithe blanche bij het verlaten der groeve in een insnijding, gemaakt voor het vervoer uit de groeve, werd gevonden.

Hier werden vele fossielen verzameld: Harpoceras, Hildoceras, Ludwigia, Ostrea, lima, pecten, pleurotomaria.

In May sur Orne wachtte ons de autobus, die ons om ongeveer 5 uur te Caen terug bracht.

Achtste dag.

De morgen van den achtsten dag werd besteed met de bestudeering van de stratigraphie van de Lias en de Dogger en de verschuivingen hierin tengevolge van de Alpine-plooiïng. De tocht werd gemaakt in omgekeerde volgorde, als op het programma vermeld stond, zulks in verband met het opkomen der vloed, waarmee we tijdens de strandwandeling nog een misrekening zouden maken. Bij St. Honorine-des-Pertes, een vacantie-oord voor Parijsche kunstenaars, welke reeds in den vroegen morgen het strand bevolkten, daalden we af naar 't strand, dat uit geheel glad geschaafd Bajocien bestond. De Oölithe Blanche was plaatselijk ontwikkeld als een sponsrif, een andere facies dus dan wij den vorigen dag bij May-sur-Orne gezien hadden. De zee heeft hierin groote holen gemaakt. Op dit kalkkrijt ligt het Vésulien, een klei met mergelbanken en

hierop de oölithe miliaire, een kalksteen met vuursteenen, behoorende tot het Bathoniën.

Bij de eerste opschuiving vinden we het Noorden ongeveer 4 M. verplaatst t.o.v. het Zuiden, waardoor onder de oölithe Blanche te voorschijn komen: de oölithe ferrugineuze met dezelfde fossielen als bij May-sur-Orne en verderop een kalklaag met fosfaatknollen

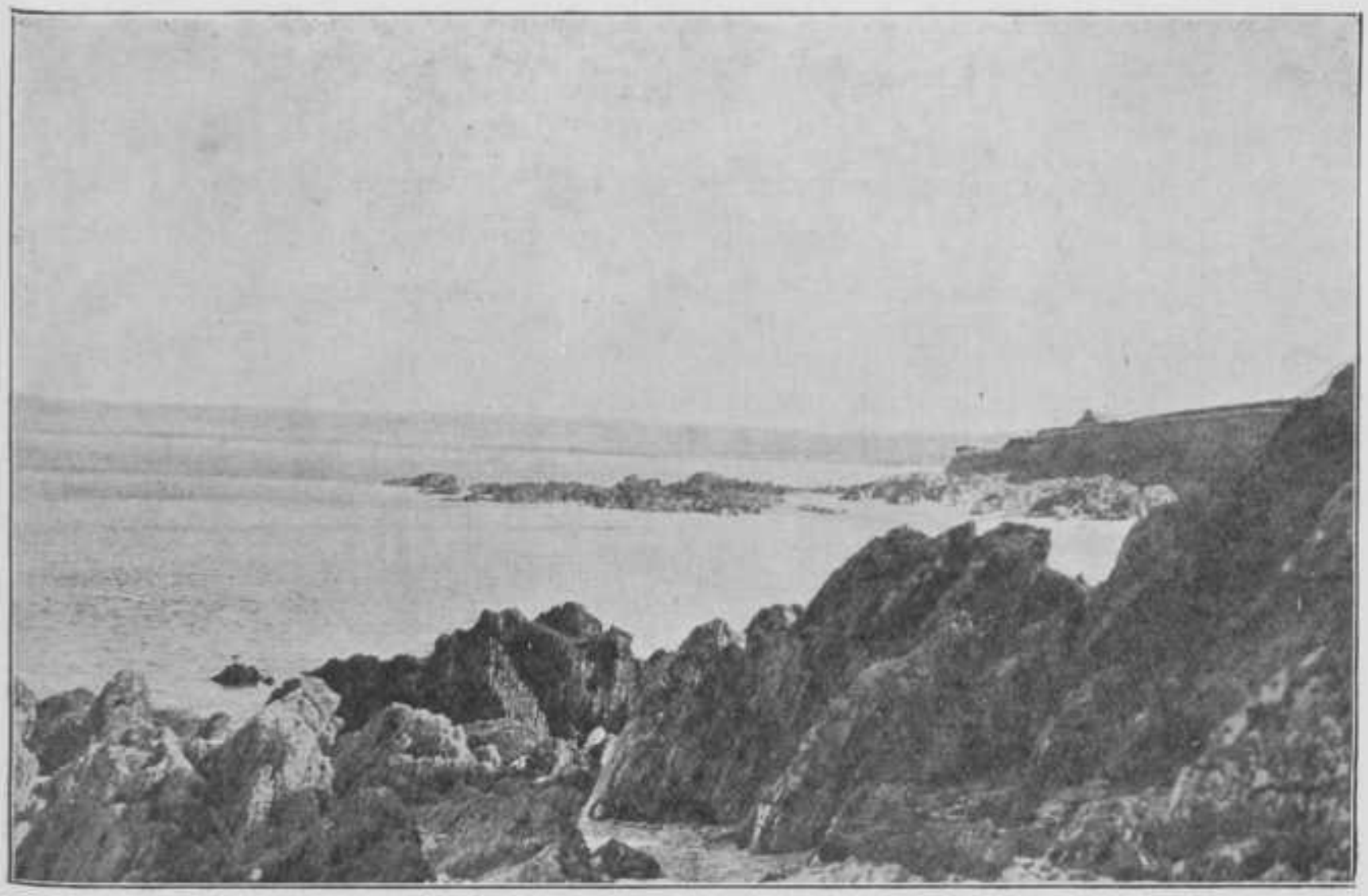


Fig. 8.

St. Honorine des Pertes. — Recent Abrasievlak.

boven beginnend met een conglomeratischen bank. Bij een kleine overschuiving ⊥ op de groote komt reeds de calcaire à silex te voorschijn, terwijl de groote overschuiving // aan het strand goed te zien is aan het uitwiggen van de oölithe ferrugineuse in enkele uitstekende stukken van de kust.

De ijzer-oöliet is zeer dun en er onder vindt men resten van een oud strand met boormosselen, hetgeen wijst op een klein stratigrafisch hiaat. Verder naar beneden vinden we de calcaire phosphaté, en hieronder weer de calcaire à silex. In de oölithe ferrugineuse werden weer bijzonder veel fossielen gevonden: ammonieten, gastropoden, belemnieten, lamellibranchiaten.

De jacht naar fossielen had tot gevolg, dat er achterblijvers kwamen en toen de vloed plotseling opkwam, waarvoor de Falaise

berucht is, was het geheele gezelschap genoodzaakt een weg naar boven te vinden, ten einde te voorkomen dat het laatste gedeelte zwemmende moest worden afgelegd. Onvergetelijk was hierbij het moment, waarop afdeeling zwaargewicht met vereende krachten naar boven geheschen werd.

Boven op de steile kust hadden we een prachtig uitzicht over het verdere verloop van het Mezozoïcum naar het bekken van Parijs.

Van Port-en-Bessin werd per autobus gereden naar Bayeux, waar in Hôtel du Luxemburg de lunch gebruikt werd, waarbij te vermelden valt, dat de cider mousseux na het vertrek der excursie naar Tilly-sur-Seuilles, in geheel Bayeux uitverkocht was.

In den namiddag bezochten we in bovengenoemd dorp een groeve in de fossielrijke Lias. In een niet hoog profiel ziet men alle lagen der Midden- en Boven-Lias concordant op elkaar rusten.

De onderste laag bestaat uit Mergelkalk, behoorende tot het onderste Charmonthien; de scheiding met het onderliggende Sinémurien is wegens het ontbreken van ammonieten lastig te trekken.

Op deze mergelkalk volgt een klei met Amalteus margaritatus, waarvan een mooi exemplaar op een uitstekend gedeelte gevonden werd; deze kleilaag is tevens vol met belemnieten, die hier de bodem van de groeve geheel bedekten. Op de kleilaag volgt een

Fig. 9.

Tilly-sur-Seuilles. — Fossielenjacht in Lias.

kalkbank, bekend als Banc de Roc en gekarakteriseerd door het voorkomen van Amaltheus spinatus. Deze Banc de Roc vormt een scheiding tusschen de eerste kleilaag en de mergellaag van het onderste Toarcien. Op de plaats, die wij bezochten, was het profiel minder hoog. Volledigheidshalve vermelden we het profiel door Bigot in een ander deel der groeve opgenomen:

Op de vleugel met Harpoceras falciferum volgt een posidonien schiefer, welke merkwaardige laag een eindje verder gevonden werd. Na ijverig zoeken werden er eenige vischresten gevonden.

Op deze Posidonien lei volgen weer mergels met verschillende karakteristieke ammonieten, waarop het Bajocien rust, dat geheel ontkalkt is.

Van de verscheidene fossielen, die verzameld werden, noemen we: Stephanoceras, Coeloceros, Gryphea, verschillende belemnieten en rhynchonella's met diepe inbochting.

Na een tocht door de appelboomgaarden bereikten we de autobus, welke ons naar Bajeux bracht. Hier werd nog een bezoek gebracht aan de kathedraal, (waarvan als bijzonderheid vermeld wordt, dat bij de ingang enkele groote ammonieten waren aangebracht) en de weefschool, waar kinderen beneden de 6 jaar reeds ingewijd werden in het weven van kant.

's Avonds werd naar Cherbourg gespoord, waar in het Hotel de France werd overnacht.

Negende dag.

Bekijkt men van Profiel No. 7 het rechter gedeelte, dan ziet men tusschen Devoon eenerzijds en Siluur en andere lagen anderzijds een graniet intrusie, welke bij Diélette met devonische schisten en kwartsieten in contact komt. Het was een bezoek aan dit contact, dat voor den laatsten dag op het programma stond.

Bij zeer mooi weer vertrokken we 's morgens om 8 uur met twee autobussen uit Cherbourg. Onderweg zagen we nog de kwartsieten en schalies, waarvan de laatste tot de schistes d'Angers behoorden.

In les Pieux wordt even halt gehouden door de eerste autobus, daar het tweede vehikel telkens onklaar dreigde te worden. Onder luid gejuich komt na een kwartier wachten het transport aanzetten, waarbij de radiator geyser-allures aannam, hetgeen de feeststemming in de eerste bus echter slechts verhoogde.

In les Pieux zijn we bijna genaderd aan het granietmassief van Flarnanville, waarvan we de contactrug als een hoogen rand zien uitsteken. Het graniet heeft hier de Paleozoïsche lagen gemetamor-

PROFIEL No. 7.

SCHEMATISCH PROFIEL TUSSCHEN CARTERET EN DIËLETTE (COTENTIN).

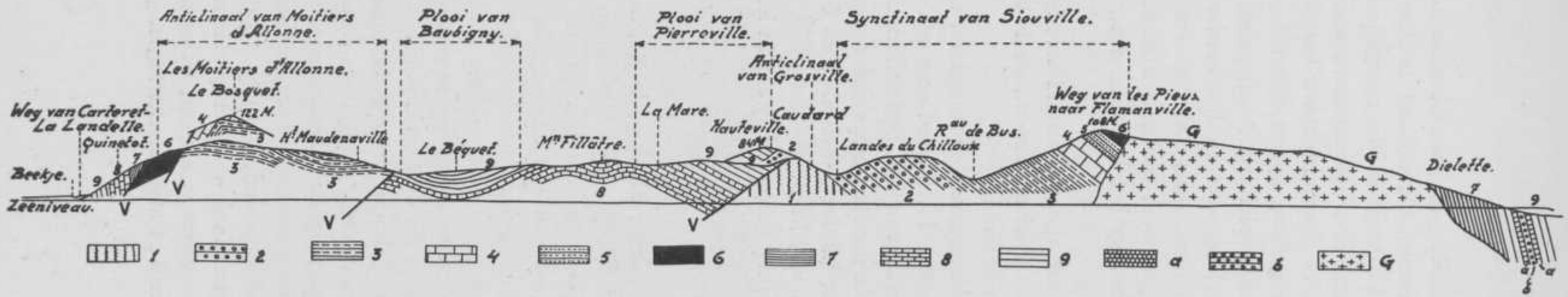
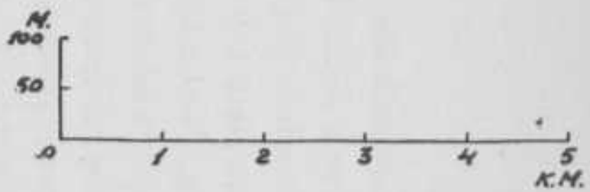


Fig. 10.

1. Précambrium.
2. Conglomeraten } Cambrium.
3. Schisten. }
4. Armoricaansche zandsteen. }
5. Schisten van Angers. } Siluur.
6. Zandsteen van May. }
7. Schisten en kwartsieten. }
8. Zandsteen met Orthis Monnière. } Devoon.
9. Schisten en kalken van Néhou. }
a. Grauwachen met fossielen. }
b. Koraalbank.

V = Verschuiving.
G = Graniet.



phoseerd, en de uitwerking op de gesteenten van verschillende samenstelling is dusdanig, dat dit contact klassieke beteekenis heeft gekregen.

Het massief steekt in zee uit, wat echter niet zoozeer een gevolg is van de hardheid van de graniet, als wel van het feit, dat de strook Devoon enorm verhard is.

In Diélette begaven we ons naar het strand in N.O.-richting, waar we alle overgangen aantroffen van onveranderde sedimenten tot sterk gemetamorfoseerde.

Fig. 11.
Granietcontact bij Diélette.

Het Devoon bestaat hier uit schistes et calcaire de Néhou, behoorende tot het Clobenzien: schalies en grauwacken met lensvormige kalkbanken en ook rifkalk.

De wandeling langs het strand werd zoolang voortgezet tot we banken van grauwacke met Fenestella en gemarmoriseerde kalklenzen, bestaande uit veranderde koraalstokken aantroffen, welke sterker waren gemetamorfoseerd dan de omliggende schalies.

Wanneer we hierna het granietmassief van N.O. naar Z.N. naderen, zien we telkens de sedimenten in een verder stadium van metamorfose. Zijn de kalken eerst gemarmoriseerd en de schalies slechts weinig verhard, dichter bij de granietintrusie gaan de kalk-

steenen over in kalksilicaat-gesteenten, de schalies in kalk- en knoopleien, waarvan in de weiden boven op de kust muurtjes gebouwd zijn. Fossielen verdwijnen geheel, kalkgesteenten worden granaatrotsen, de grauwacken hoornrotsen.

GEOLOGISCHE SCHETSKAART VAN NORMANDIË.

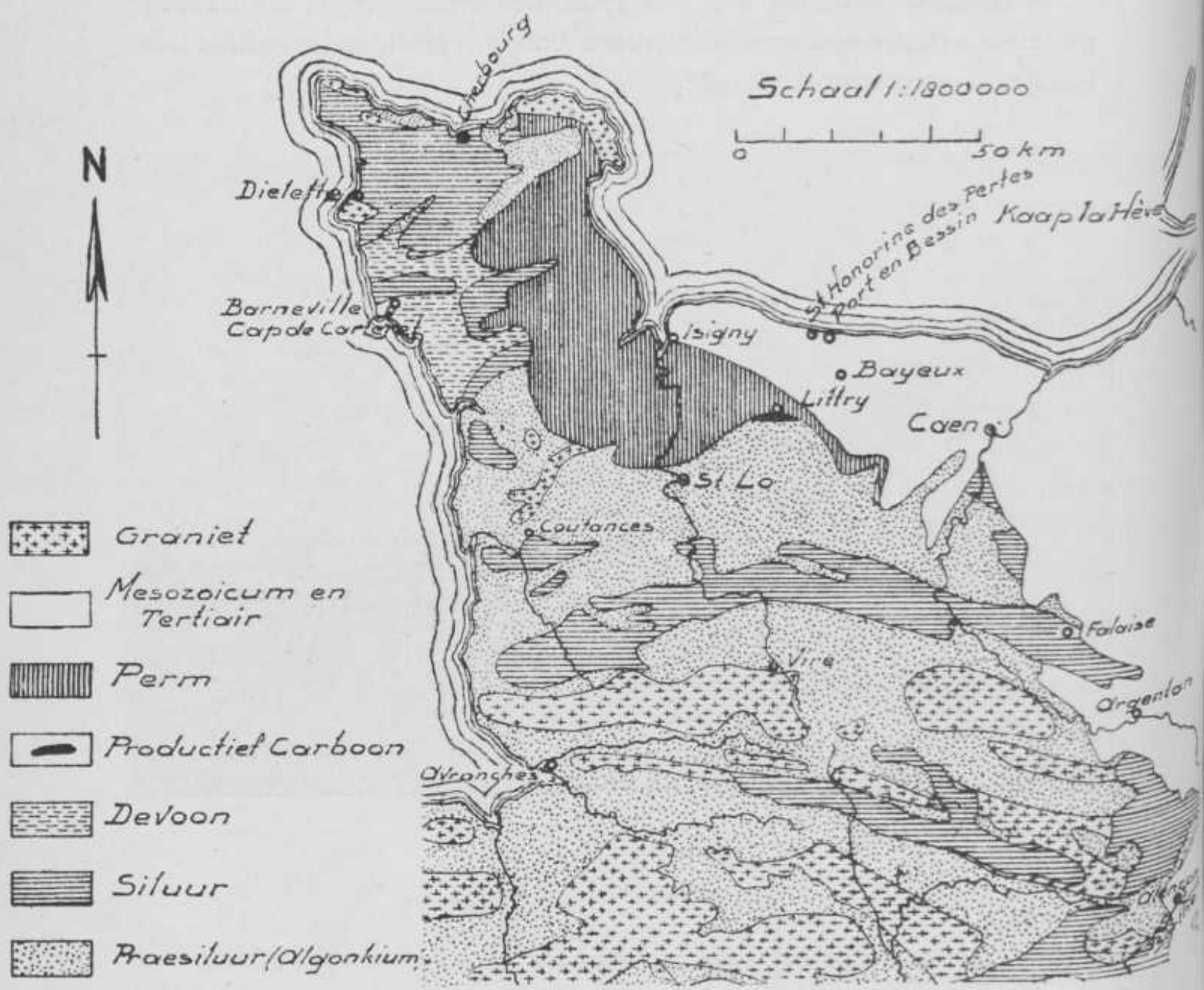


Fig. 12.

In een groeve is de graniet prachtig te zien, een biotietgraniet, waarin gangen van microgranuliet, apliet en kwarts, dicht bij het contact meer donkere bestanddeelen bevattend (uitwisseling).

Het gemetamorfoseerde Devoon komt bij de kust prachtig te voorschijn en de contactafscheiding is scherp te volgen.

Bij de haven zijn enorme rolsteenbeddingen afgezet tengevolge van kuststroomingen.

Verder Zuidwaarts komt ijzererts voor, waarvan de genese door Cayeux verklaard wordt uit veredeling door contact van eenzelfde oölietisch erts als bij May-sur-Orne aangetroffen werd.

De mijn was zeer modern opgezet. Betonnen schachtbok met ophaalmachines boven de schacht. Hier een herinnering aan den wereldoorlog; de mijn was eigendom van Müller & Co. en toen de oorlogsverklaring bekend werd, trokken de Duitsche arbeiders ijlings naar hun land terug, terwijl de mijn geheel onbeheerd gelaten werd. Tijdens ons bezoek wachtte een heropening der exploitatie nog steeds op een verklaring van een geschilpunt uit het Verdrag van Versailles, dat nu opgelost is. De mijnwagens stonden nog net zoo, als ze 12 jaar geleden verlaten waren.

Hiermede was de excursie afgeloopen. De nu volgende autotocht via Kaap la Hague naar Cherbourg terug was meer als sightseeing bedoeld. Bij Cape la Hague daalden we nog af naar het strand, waar de branding in allerlei fantastische holen de kust ondermijnd had. Een rivaliteit tusschen de beide autobussen viel gelukkig uit ten voordeele van die, waarin ik had plaats genomen; gelukkig omdat het op den weg nog al stoffig was. Bij zijn poging om voor te komen was de autobus No. 2 weer zoodanig rebellisch geworden, dat de inzittenden bij steile hellingen uitstegen en mee hielpen duwen. Toch kwamen ook zij ten slotte in Cherbourg, waar men zich vereenigde tot het traditioneele slotdiner, dat naarmate de spijzen en dranken verdwenen, steeds geanimeerder werd.

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —

Cherbourg - Paris - Delft. A. PAULEN.

Tabel No. 1.

Algemeene Lijst der Formaties.

aanwezig — onzeker ..... ontbrekend

Stelsel		Afdeeling	Étage	Ontwikkeld in *Boulonnais*	Ontwikkeld in *Normandië*
KRIJT		*Boven*	Sénonien	—	.....
			Turonien	—	.....
			Cénomanien	—	—
		Onder	Albien	—	.....
			Aptien	—	.....
			Wealdien	—	.....
JURA	Malm	*Boven*	Portlandien	—	.....
			Kimméridgien	—	—
			Séquanien	—	—
			Corallien	—	—
			Oxfordien	—	—
		Midden	Callovien	—	—
	Dogger		Bathonien	.....	—
			Bajocien	.....	—
	Lias	*Onder*	Toarcien	.....	—
			Charmouthien	.....	—
			Sinémurien	.....	—
TRIAS		—	—	.....	.....
PERM		—	—	.....	.....
CARBOON		*Boven*	Stéphanien	.....	—
			Westphalien	—	—
		Onder	Dinantien	—	—
DEVOON		*Boven*	Famennien	—	.....
			Frasnien	—	.....
		Midden	Givétien	—	.....
			Eifelien	.....	.....
		Onder	Coblenzien	.....	—
			Gédinnien	.....	—
SILUUR		*Boven*	Gothlandien	—	—
		Onder	Ordovicien	.....	—
CAMBRIUM		—	—	.....	.....
PRAE-CAMBRIUM		—	—	.....	—

Tabel No. 2.

Stratigrafie van het Palaeozoicum in den Boulonnais.

Afdeeling	Étage		Niveau	Samenstelling	Gidsfossielen
BOVEN-CARBOON	**Westphalien**		Schistes houillers.	Koolschalie met steenkool, ook kalksteenbanken.	
			Grès des Plaines.	Harde, geelwitte zandsteen.	*Productus carbonarius* Sow.
ONDER-CARBOON	**Dinantien**	Visèen	Marbre Joinville.	Kalksteen, ten deele „marmer".	*Productus giganteus* Mart.
			Calcaire Napoléon.		*Productus undatus* Defr.
			Calcaire Lunel.		*Spirifer glaber* Mart. *Productus Cora* d'Orb. *Lithostrotion Martini* E. en H.
		Tournaisien	dolomitique | Marbre Henriette Calcaire | Marbre Baroline		
			Dolomie du Hure.	Dolomiet.	*Spirifer Tornacensis* de Kon. *Chonetes papilionacea* de Kon.
BOVEN-DEVOON	**Famennien**		Grès blanc de Fiennes.	Witte zandsteen.	*Cucullaea Hardingii* Sow.
			Schistes rouges.	Roode schiele.	*Spirifer Verneuili* Murch.
	Frasnien		Calcaire de Ferques.	Kalksteen, soms gevlekt.	*Spirifer Verneuili* Murch. *Acervularia Davidsoni* Edw.
			Schistes de Beaulieu.	Schalie met kalkknollen, soms ook kalksteen.	Vele fossielen (Microfauna)
			Dolomie des Noces.	Dolomiet.	
			Schistes rouges.	Roode schalie.	*Spirifer Bouchardi* Murch.
MIDDEN-DEVOON	**Givétien**		Calcaire de Blacourt.	Zwarte kalksteen.	*Cyathophyllum boloninse* Edw. *Stringocephalus Burtini* Defr.
			Grès vert à végétaux.	Groene zandsteen met plantenresten.	*Psilophiton.*
			Poudingue de Caffiers.	Conglomeraat.	
BOVEN-SILUUR				Graptolietenlei.	

Tabel No. 3.

Stratigrafie van het Mesozoicum in den Boulonnais.

Afdeeling	Étage	Niveau	Samenstelling	Gidsfossielen
BOVEN-KRIJT	Sénonien	Craie blanche [à silex]	Wit krijt	*Inoceramus involutus* Sow.
			Hard, grijs krijt	*Micraster cor testudinarium* Goldf. sp.
	Turonien		Wit krijt met vuursteen	*Micraster breviporus* Fg.
		Craie marneuse	Hard, wit krijt	*Terebratulina gracilis* d'Orb.
			Knollenkalk	*Inoceramus labiatus* Schl.
	Cénomanien	Craie glauconieuse	Witte krijtmergel	*Belemnites plenus* Bl.
			Grijze krijtmergel met markasietconcreties	*Acanthoceras rothomagense* Defr.
				Schoenbachia varians Sow.
			Glaukonietkrijt met fosfaatknollen aan de basis	*Ammonites laticlavius* Scharpe
ONDER-KRIJT	Albien	Gault	Blauwe klei met markasietconcreties	*Schloenbachia inflata* Sow. *Inoceramus sulcatus* Park.
				Hoplites interruptus Sow.
		Grès de Saint-Pot	Zand en groene zandsteen	*Douvilléceras mamillare* Schl. sp.
	Aptien	Argile glauconieuse à grandes huîtres	Klei en zand	*Ostrea Leymerii* Desh.
	Wealdien	Sable ferrugineux	Zand, klei en ijzererts	
BOVEN-JURA	Portlandien	[Purbeck]	Brakwaterkalk	*Anisocardia socialis* d'Orb. sp.
		Calcaire à Trigonia gibbosa	Zand- en kalksteen	*Trigonia Edmundi* De Lor. *Cardium dissimile* Sow.
			Mergelige zand- en kalksteen	*Trigonia gibbosa* Sow. *Perisphinctes giganteus* De Lor.
		Marne à Perna Bouchardi	Zandige klei en mergel, meest donker, soms met houtresten	*Perna Bouchardi* De Lor. *Ostrea expansa* Sow.
		Marne à Discina latissima	Kleischalie en kalkmergel, klei en kalksteen	*Lima bononiensis* De Lor. Discina latissima Sow. Astarte scalaris De Lor.

Tabel No. 3 (vervolg). Stratigrafie van het Mesozoicum in den Boulonnais.

Tabel No. 1 (vervolg). **Stratigrafie van het Mesozoicum in den Boulonnais.**

Afdeeling	Étage	Niveau	Samenstelling	Gidsfossielen
BOVEN-JURA	**Portlandien**	Grès et sable de la Crèche	Zandige kalksteen en mergel, onderaan conglomeraat en zandsteen	*Pterocera Oceani* Brongn. *Perna Suessi* Opp. *Trigonia Pellati* Mun. *Stephanoceras portlandicum* De Lor.
	Kimméridien	Marne de Châtillon	Donkere mergel en klei met kalkbanken	*Aspidoceras longispinum* Sow.
		Grès de Châtillon	Zandsteen	*Pygurus jurensis* Marc. *Trigonia variegata* Cred.
		Calcaire du Moulin Hubert	Donkere klei en mergel vaak zandig	*Trigonia Rigauxiana* Mun, *Aspidoceras caletanum* Opp. *Ostrea virgula* Goldf.
		Marne du Moulin Hubert	Klei en mergel	*Aspidoceras orthoceras* d'Orb.
		Calcaire de Brecquerecque	Mergel	*Pholadomya hortulana* Ag.
	Séquanien	[Astartien]	Boven en onder zandsteen, in 't midden oöliet en kalksteen	*Pygurus jurensis* Marc. *Cerithium Pellati* De Lor. *Nerinea Goodhalii* Sow. *Trigonia Bronni* Ag.
	Corallien	Calcaire du Mont des Boucards	Mergel en kalksteen, klei, ook rifkalk	*Cidaris florigemma* Phil. *Isocardia striata* d'Orb. *Ceromya excentrica* Ag.
	Oxfordien	[Callovien]	Klei en mergel	*Cardioceras cordatum* Sow. *Serpula vertebralis* Sow. *Gryphaea dilatata* Desh.
MIDDEN-JURA	**Bathonien**	Calcaire des Pichottes	Harde, kiezelige oölitische kalksteen	*Zeilleria lagenalis* Schl.
			Mergel	*Rhynchonella elegantula* Bouch. *Acrosalenia Lamarcki* Phil.
		Oclite de Marquise	Oöliet	*Rhynchonella Hopkinsii* Dav.
		Calcaire d'Hydrequent	Oöliet en mergel	*Rhyuchonella concinna* Sow. *Clypeus Plotii* Klein.
			Mergel	*Ostrea Sowerbyi* M. L. *Modiola imbricata* Sow.
		Sable d'Hydrequent	Zand	

Tabel No. 4.

Stratigrafie van het Palaeozoicum in Normandië.

Afdeeling	Étage	Niveau	Samenstelling	Gidsfossielen
ONDER-DEVOON	Coblenzien	Schistes et calcaires de Néhou	Schalie en grauwacke met lensvormige kalkbanken, ook rifkalk	*Athyris undata* Defr.
		Grès à Orthis Monnieri	Groenachtig zandsteen	*Orthis Monnieri* Rouault
	Gédinnien?		Schalie en kwartsiet	
BOVEN-SILUUR	Gothlandien		Graptolietenlei	*Monograptris*
ONDER-SILUUR	Ordovicien	Schistes à Trinucleus	Bruine, zandige schalie	*Trinucleus ornateus* Sternb.
		Grès de May	Roode zandsteen en schalie	*Homalonotus Deslongchampsi* De Trom. *Conularia pyramidata* Hoen. *Orthis budleighenis* Dav. *Modiolopsis prima* d'Orb.
		Schistes d'Angers	Schalie met ijzererts	*Calymmene Tristani* Brongn.
		Grès armoricain [Grès feldspathiques]	Rose, kwartsietische zandsteen [Arkose]	
CAM-BRIUM		Schistes et marbres	Schalie met kalklenzen	
		Poudingues pourprès	Conglomeraat	
PRAECAM-BRIUM		Phyllades de St. Lô	Schist, Phylliet	

Tabel No. 5.

Stratigrafie van het Mesozoicum in Normandië.

Afdeeling	Étage	Niveau	Samenstelling	Gidsfossielen
MIDDEN-KRIJT	Cénomanien	Craie glauconieuse inférieure	Zandige grijze mergel met grauwen vuursteen, aan de basis glaukonietisch	
MALM	Séquanien	Argiles de Villerville	Klei	
		Grès d'Hennequeville	Kalksteen met zwarten vuursteen	*Trigonia Bronni* Ag.
	Corallien		Rifkalk	*Cidaris florigemma* Phil.
	Oxfordien en Callovien	Oolithe de Trouville	Witte, öolietische kalksteen	*Nucleolites scutatus* Lam.
		Marnes de Villers Marnes de Dives	Klei met mergelbankjes ten deele „oolithe ferruginineuse"	*Cardioceras cordatum* Sow. *Alectryonia gregaria* Sow. *Gryphaea dilatata* Desh. *Quenstedticeras Mariae* d'Orb. *Quanstedticeras Lamberti* Sow.
DOGGER	Bathonien	Cornbrash	Klei met mergelbankjes	*Eudesia cardium* Lam.
		Couches à *Eudesia cardium*	Kalksteen, ten deele öolietisch (Pierre blanche de Langrune) m. enkele klei- en merg.bank.	
		Oolithe militaire	Oolietische kalksteen, soms met vuursteenbankjes	
		Vésulien	Klei (Port-en-Bessin) of witte kalksteen (Pierre de Caen)	
	Bajocien	Oolithe blanche	Kalksteen, meer of minder öolietisch dikwijls rijk aan sponsen	*Stomechines bigranularis* Lam.
		Oolithe ferrugineuse	Mergel, meer of minder als ijzeröoliet ontwikkeld	*Pleurotomaria ornata* Desl.
		Couche à *Sphaeceras Sauzeiro*	Kalksteen met fossaatknollen	*Sphaeroceras Sauzei* d'Orb.
	Aalenien	Mâlière	Kalksteen, veelal met vuursteen	*Ludwigia bradfortensis* Buckm.
		[Dogger α]		*Harpoceras opalinum* Rein.
	Toarcien	[Lias $\varepsilon-\zeta$]	Mergel ook crinoidenkalk	*Dumortieria Levesquei* d'Orb. *Grammoceras toarcense* d'Orb. *Haugia variabilis* d'Orb. *Hildoceras bifrons* Brug. *Harpoceras falciferum* Sew.
LIAS	Charmouthien	[Lias δ]	Kalksteen (soms ook conglomeraat)	*Amaltheus spinatus* Brug.
			Klei	*Amaltheus magaritatus* Sew.
		[Lias γ]	Mergelige kalksteen	*Zeilleria numismalis* Lam.
	Sinémurien	Lotharingien [β]	Mergel	*Gryphaea arcuata* Lam. *Psiloceras planorbis* Sow. *Schlotheimia angulata* Schl. sp.
	Hettangien	[Lias α]	Mergel en kalksteen	

STRATIGRAPHIE VAN HET KARBOON IN HET ALGEMEEN EN VAN LIMBURG IN HET BIJZONDER

door Dr. W. J. Jongmans.

Wanneer over palaeontologie gesproken wordt, bedoelt men meestal de kennis der fossiele dieren, en wanneer men van fossielen spreekt, worden eveneens meestal slechts dieren gemeend. Zeer dikwijls wordt daarbij vergeten, dat evenals de levende natuur dieren en planten omvat, dit ook het geval is voor de aan ons in de verschillende aardlagen overgeleverde resten. Op historische gronden is echter het zoo dikwijls ingenomen standpunt verklaarbaar. De dierlijke fossielen hebben zeker vroeger meer de aandacht van den mensch getrokken en hem aanleiding gegeven tot het stellen van verschillende vragen. Ook hebben de dierresten door de wijze van voorkomen, bijv. het aantreffen van resten van zeedieren op hooge gebergten, meer de weetgierigheid van den mensch opgewekt, dan de planten, waarvan men nu eenmaal gewoon was ze in en op de bewoonbare aarde aan te treffen.

Van wetenschappelijk standpunt is het verschijnsel eveneens te verklaren. Immers de allervroegste indeelingen der verschillende formaties hebben alleen berust op de dierresten. Bij de verdere ontwikkeling en meer wetenschappelijke bewerking dezer indeelingen is men onwillekeurig op dien eenmaal ingeslagen weg voortgegaan en hebben de meeste, vooral oudere onderzoekers zich slechts met de studie der dierresten beziggehouden. Zeer zeker heeft hierbij ook een rol gespeeld, dat, terwijl de zoölogen zich van de vroegste tijden voor de fossiele resten algemeen interesseerden en hiermede bij hun studie rekening hielden, dit bij de botanici minder het geval is geweest, hoewel ook hier wel uitzonderingen kunnen worden vermeld.

Toen nu ten overvloede later bleek, dat de groote formatiegrenzen in het plantenrijk niet geheel overeenstemden met die in het dierenrijk, is men, waar eenmaal de algemeen-geldende indeeling was ingeburgerd, er niet meer toe overgegaan deze, terwille

der planten, te veranderen. Dat er geen synchronische overeenstemming is tusschen het optreden van de verschillende diergroepen en de plantengroepen, spreekt eigenlijk van zelf, daar toch de planten voor een groot deel moeten dienen als voedsel der dieren en dus de dieren, die dit voedsel moeten nuttigen, er niet vroeger kunnen zijn geweest.

Toch zijn er groote stukken van formaties, waar men zich voor de indeelingen en voor het bestudeeren der afzettingen vrijwel geheel naar de planten moet richten. Als voorbeeld moge in de eerste plaats het productieve, dus het steenkool bevattende Karboon genoemd worden. Maar behalve de studie van deze formatie, die in vele streken voor het grootste deel uit planten bevattende afzettingen is opgebouwd, hebben een nader onderzoek naar het voorkomen van fossiele planten en een nauwkeurige studie der fossiele flora's in andere formaties zooveel belangrijke resultaten geleverd, dat men toch zeker heden ten dage onder palaeontologie niet meer alleen de leer der kennis der voorwereldlijke dieren mag verstaan, maar ook die der voorwereldlijke planten daarbij in het oog moet houden. Men moet dus heden spreken van palaeontologie in algemeenen zin en dan onderscheiden tusschen palaeozoölogie en palaeobotanie. [1])

Het voorkomen der verschillende plantengroepen in de verschillende groote geologische formaties en haar opeenvolging, alsmede het verschil tusschen de groote grenzen in planten- en dierenrijk, blijken duidelijk uit de hier van Gothan [2]) overgenomen tabel 1.

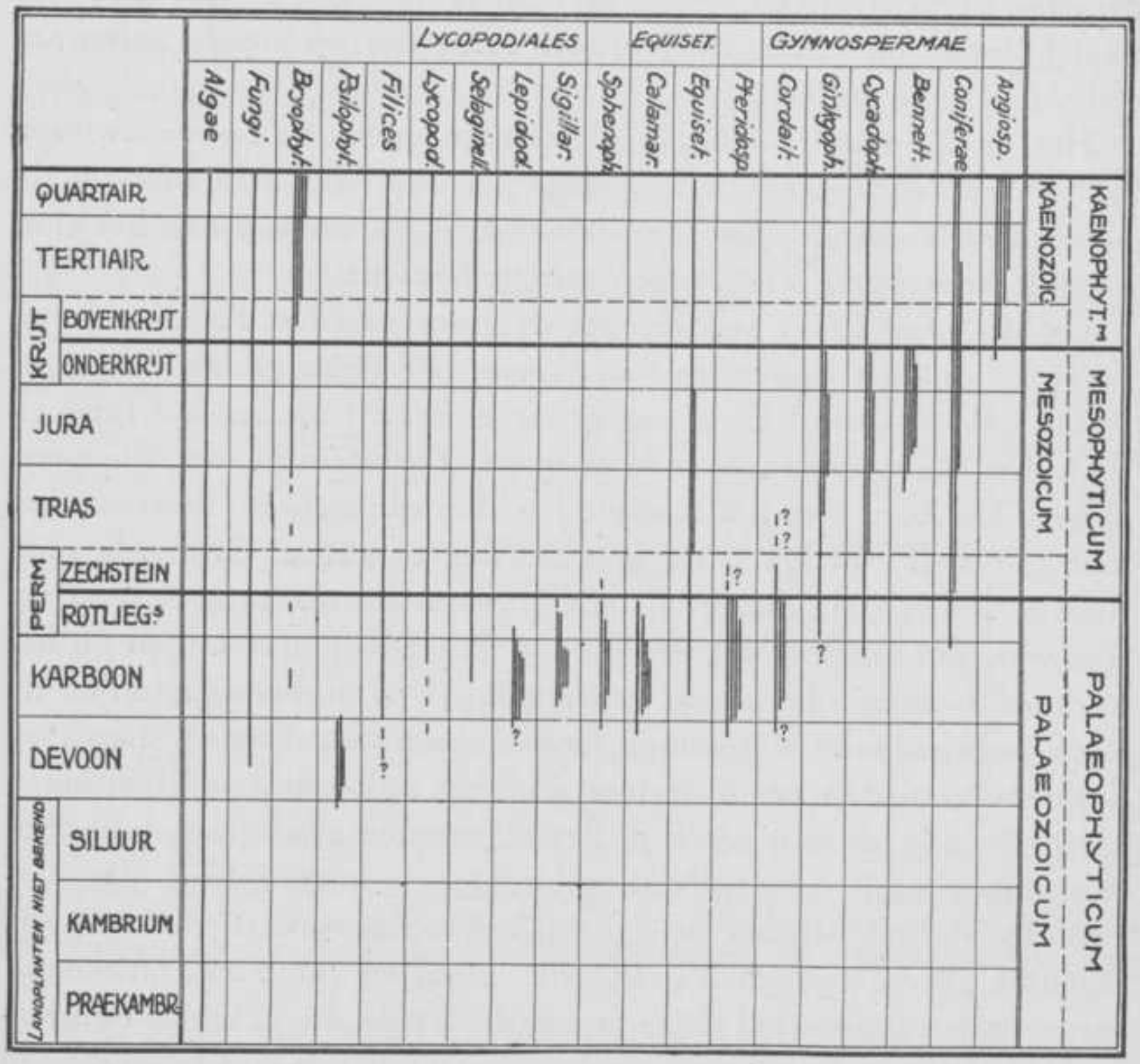
Uit deze tabel blijkt dat de grens van het Palaeozoicum eerst na het Perm moet gelegd worden, terwijl die van het Palaeophyticum al aan het eind van het Rotliegende ligt. Hetzelfde geldt voor Mesozoicum aan het eind van het krijt en voor Mesophyticum aan het eind van het Onderste krijt. Duidelijk ziet men hoe in beide gevallen groote plantengroepen, die in de voorafgaande formaties

---

[1]) Enkele algemeene werken over fossiele planten zijn: Gothan. Lehrbuch der Palaeobotanik. 2. Aufl. von Potonié's Lehrbuch, Berlin, 1921; Gothan. Palaeobiologische Betrachtungen über die fossile Pflanzenwelt. **Fortschritte der Geologie und Palaeontologie,** Heft 8, 1924; Hirner. Handbuch der Palaeobotanik, I, München und Berlin, 1927 (met zeer goede en talrijke afbeeldingen); Renier. Documents pour l'étude de la Paléontologie du terrain houiller, Liége, 1910; Kidston, Fossil plants of the Carboniferous of Great Britain, 6 parts, London, **Geological Survey Memoirs,** 1923—1925 (de laatste twee alleen over Karboonplanten); Seward. Fossil Plants, Vol. I—IV.

[2]) Gothan. Karbon und Perm. Pflanzen. Leitfossilien III. 1923.

TABEL 1.



Overzicht van het voorkomen der fossiele planten in de verschillende geologische formaties. Onderscheid tusschen de grenzen der hoofdgroepen in planten- en dierenrijk (met enkele wijzigingen naar Gothan).

een overheerschende rol gespeeld hebben, plotseling geheel of bijna geheel plaats maken voor nieuwe groepen, die dan weer snel een groote ontwikkeling bereiken.

't Is een opvallend verschijnsel, dat men bij bijna alle groepen kan waarnemen, dat zij vrij plotseling na haar optreden tot groote ontwikkeling komen, en ook, dat haar heerschappij plotseling ophoudt. Wanneer men daarbij dan nog rekening houdt met het feit, dat in de groepen, welke in het Palaeophyticum en in het Mesophyticum overheerschen, dezelfde of vrijwel dezelfde morphologische ontwikkelingsweg, vooral in verband met de reproductie-organen, door de natuur wordt ingeslagen, welke bij de latere groepen een grootere volkomenheid bereikt heeft, zoo komt men onwillekeurig

tot de conclusie, dat de natuur achtereenvolgens met verschillende groepen beproefd heeft eenzelfde doel te bereiken en dat dit in de verschillende opeenvolgende groote formaties op steeds volkomener wijze werd bereikt.

Het uit de tabel blijkende plotselinge optreden en verdwijnen der verschillende plantengroepen is een feit, dat men ook bij de verschillende diergroepen waarnemen kan, en waarop aan het eind van dit artikel nog zal worden teruggekomen.

Uit de tabel blijkt verder, dat de flora van het Karboon, met inbegrip van het Bovendevoon en van het Rotliegende een afgesloten geheel vormt. Er is een groot verschil tusschen dit type en de in het Middendevoon en later in het Zechstein gevondene associaties. De flora van het Karboon is dus een geheel, waarvan het niet zoo heel moeilijk is de grenzen aan te geven. Behoefde men dus bij de bepaling dier grens alleen hiermede rekening te houden. dan was de beslissing vrij eenvoudig. Echter, de afzettingen uit het karboon bestaan niet alleen uit kolenlagen of plantenbanken en de deze begeleidende gesteenten, maar daarnaast komen, hetzij in dezelfde gebieden of in andere streken, ook mariene afzettingen voor. En ook deze moeten in het algemeene stratigraphische systeem ingevoegd worden. Nu komt echter de moeilijkheid, dat, terwijl de planten slechts een plaatsbestendige groep vormen, die eigenlijk alleen elementen bevat, die, afgezien van vocht en temperatuur, alle op dezelfde wijze leven, dit bij de dieren geheel anders is. Deze kunnen leven onder geheel verschillende omstandigheden en hebben buitendien, en dit is wel het voornaamste verschil, de eigenschap zich te bewegen en wel passief en actief. Passief kunnen ook de planten bewogen worden, d.w.z. afgevallen organen, uitgerukte exemplaren kunnen door stroomingen over tamelijke afstanden getransporteerd worden. Echter zijn deze afstanden door het soortelijk gewicht en vooral door het makkelijk vergaan der plantendeelen zeer beperkt, en kunnen slechts zeer enkele organen als grootere stammen en takken op den duur verre reizen op deze wijze maken. Actieve beweging hebben de planten niet.

De actieve beweging der dieren is echter in vele groepen zeer aanzienlijk en ook de passieve beweging kan zeer groot zijn, bijv. in het geval van leege schalen van Nautiloideae, welke na den dood van het dier aan de oppervlakte drijven en praktisch over onbeperkte afstanden kunnen voortbewogen worden.

Maar ook bestaat er bij de verschillende diergroepen een groot verschil in de voorwaarden, waaronder zij leven kunnen, en dus

mag men er zich niet over verwonderen, wanneer blijkt, dat de grenzen tusschen de formaties bij de verschillende diergroepen niet dezelfde zijn. Dit blijkt duidelijk uit het volgende aan een artikel van Schindewolf [1]) ontleende tabelletje.

TABEL 2.

INDEELING OP GROND VAN:	CEPHALO-PODEN.	KORALEN.	BRACHIO-PODEN.	TRILO-BIETEN.	FILICES LYCOPOD.
Onderkarboon	I	K	K	K	K
Bovendevoon	VII	K	K	K	D
	VI	K	K	D	D
	V	K	D	D	D
	IV	D	D	D	D

Grenzen tusschen „Devoon" en „Karboon" vormen bij verschillende diergroepen en bij planten vergeleken met die bij de Cephalopoden. K beteekent het voorkomen van „Karboon" typen, D van „Devoon" typen. De dubbele lijn beteekent de grens bij elk der groepen.

In dit tabelletje zijn de grenzen tusschen Devoon en Karboon aangegeven voor verschillende diergroepen en voor de planten. 't Blijkt, dat men bij eenzijdige beschouwing der Cephalopoden, Koralen, Brachiopoden en Trilobieten de grens tusschen de Devoon- en de Karboontypen telkens anders moet leggen, en dat men dus, naarmate men meer speciaal rekening houdt met de een of met de andere diergroep, een verschillende stratigraphische indeeling zou krijgen.

Dit is natuurlijk praktisch onmogelijk en zou tot ongerijmdheden voeren. Derhalve moet men een keus doen, en vaststellen, welke diergroep naar algemeen oordeel het meest geschikt is om als basis der indeeling te dienen. Natuurlijk moet men daarvoor nemen een groep met een groote vormenontwikkeling, waarvan de afzonderlijke vormen niet te lang bestaan hebben, en elkaar dus tamelijk snel opgevolgd hebben.

---

[1]) Schindewolf. Die Liegendgrenze des Karbons im Lichte biostratigraphischer Kritik, **Compte Rendu Congrès pour l'étude de la Stratigraphie du terrain houiller;** Heerlen 1927, verschijnt Zomer 1928.

Als meest geschikte groep voor de vastlegging der grenzen van Bovendevoon en van Karboon en voor de nadere indeeling van het Karboon zelf worden de Goniatiten beschouwd. [1]) 't Is mogelijk gebleken, voor Devoon en voor de verschillende Karboonetages, karakteristieke Goniatiten te vinden in de mariene afzettingen der verschillende karboongebieden.

Men kan nu aan de hand dezer Goniatiten een stratigraphische indeeling opstellen voor de mariene afzettingen. Waar nu in vele gebieden mariene en land-afzettingen elkaar afwisselen, is het ook mogelijk, overeenstemming te brengen in de indeeling volgens de Goniatiten en volgens de flora. Is men zoo ver, dan kan men aan de hand der flora de indeeling uitbreiden over die gebieden, waar men geen mariene afzettingen kent (limnische kolengebieden) en ook deze in het algemeen systeem inschikken.

Evenzoo kan men nauwkeurig vaststellen, welke overige dieren naast de kenmerkende Goniatiten voorkomen in de mariene afzettingen, en aan de hand der zoo gewonnen ervaringen weer andere mariene afzettingen, waarin geen Goniatiten voorkomen of nog niet gevonden zijn, zoo goed mogelijk in het algemeene stratigraphische systeem onderbrengen.

Naast de vergelijkingen met de flora der landafzettingen kan men dan weer vergelijkingen opstellen tusschen de verschillende zoetwaterdieren en ook hiervoor een stratigraphisch systeem opstellen, hetgeen in bepaalde gevallen dienen kan. [2])

Zoodoende kan men alle groepen van dieren en planten zoo goed mogelijk gebruiken om tot een nader inzicht in de stratigraphie te komen.

't Blijkt dan, dat men de zoo op grond van flora, mariene en zoetwaterfauna gewonnen indeelingen zeer goed met elkaar in overeenstemming kan brengen, dat men in alle gevallen vrijwel tot dezelfde groepgrenzen komt en ook, dat elk dier groepen voldoend verschillende vormen bevat om makkelijk van de andere gescheiden te worden.

---

[1]) Bisat. The Carboniferous Goniatites of the North of England and their zones. **Proceed. Yorkshire Geolog. Society,** V. S., Vol. XX, 1, p. 40; Schmidt (H.). Die carbonischen Goniatiten Deutschlands. **Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.,** LXXVIII, 1926, Abh. p. 88; zeer talrijke bijdragen in: Compte Rendu van het Heerlensche Congres voor Karboonstratigraphie.

[2]) P. Pruvost. La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France. **Mémoires Carte géologique de le France,** Paris, 1919; J. H. Davies and A. E. Trueman, A Revision of the Non-Marine Lamellibranchs of the coalmeasures. **Quart. Journ. Geol. Soc.,** LXXXIII, 2, 1927.

TABEL 3.

Stefanien	
Westfalien	Konglomeraat van Holz
	C Marien Niveau Aegir-Petit Buisson
	B Marien Nieau Catharina-Poissonnière
	A Gastrioceras subcrenatum
Namurien	Reticuloceras-Zone
	Homoceras-Zone
	Eumorphoceras-Zone
Dinantien	Glyphioceras spirale (granosum)
	Glyphioceras-Zone = Viséen
	Pericyclus-Zone = Tournaisien
	Protocanites-Zone = Etroeungt
Devoon	Gonioclymenien

Indeeling van het Karboon volgens de besluiten van het Heerlensche Congres voor Karboon-stratigraphie.

Men heeft nu voor het Karboon aan de hand dezer verschillende gegevens indeelingen opgesteld, waarin op het in den voorzomer van 1927 gehouden congres voor Karboonstratigraphie eenheid gebracht is geworden en wel daardoor, dat als basis der indeeling de Goniatiten zijn genomen en daaraan verder de indeeling is aangepast. Deze Heerlener indeeling is in de tabel 3 vastgelegd.

Aan de hand dezer indeeling kan men nu ook de vroeger reeds opgestelde parallelisaties tusschen de verschillende kolengebieden nader vastleggen en met elkaar in overeenstemming brengen en krijgt dan bijv. voor West-Europa het in Tabel 4 gegeven overzicht.

Het Limburgsche karboon kan, zooals uit deze tabel blijkt, hierin volkomen ondergebracht worden. Voor lokaal gebruik is het nu ook noodig, de verschillende groepen enger te omschrijven en de typische planten- en dierengroepen aan te geven.

Voor de zoetwaterfauna is dit gedaan in Tabel 5, welke door Pruvost in het Jaarverslag over 1926 van het Geologisch Bureau te Heerlen is gepubliceerd.

Voor planten- en mariene horizonten en hun meest kenmerkende

elementen is dit gedaan in Tabel 6. In deze tabel vindt men allereerst een algemeen overzicht over het Limburgsche profiel, waarin de voornaamste kolenlagen zijn opgenomen, waarbij rekening is gehouden met de mindere of meerdere ontginbaarheid. Hiernaast is het voorkomen der mariene niveaus aangegeven, waarbij de voornaamste vertegenwoordigers der fauna zijn vermeld. Evenzoo is in een kolom vermeld het voorkomen der zoetwater-niveaus, waaruit duidelijk blijkt, dat deze in bepaalde gedeelten van het algemeen profiel veelvuldig voorkomen en bepaalde, aan zulke zoetwaterschelpen-niveaus rijke, zones vormen. Tevens blijkt, dat zij in het diepere deel van het Limburgsche profiel geheel ontbreken. Eindelijk is het voorkomen in de verschillende groepen voor een aantal kenmerkende planten aangegeven.

Deze tabel kan nu als basis dienen voor het hier volgende kort overzicht over de eigenschappen der verschillende groepen, welke in het Limburgsch karboon onderscheiden kunnen worden.

Voorop moet nog gezegd worden, dat men bij de vergelijking der verschillende profielen van boringen en mijnen en voor de identificatie van kolenlagen niet genoeg heeft alleen aan deze palaeontologische kenmerken. Dan moet men alle gegevens, welke palaeontologie en petrographie, de algemeene bouw van het profiel en de bijzonderheden ervan, en eventueel ook de gasgehalten en samenstelling der koollagen ons leveren, bijeenbrengen en eerst dan zijn zulke vergelijkingen mogelijk. [1])

---

[1]) Vergelijk ook de verschillende artikelen in **Jaarverslag van het Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngebied te Heerlen** 1925, 1926, 1927.

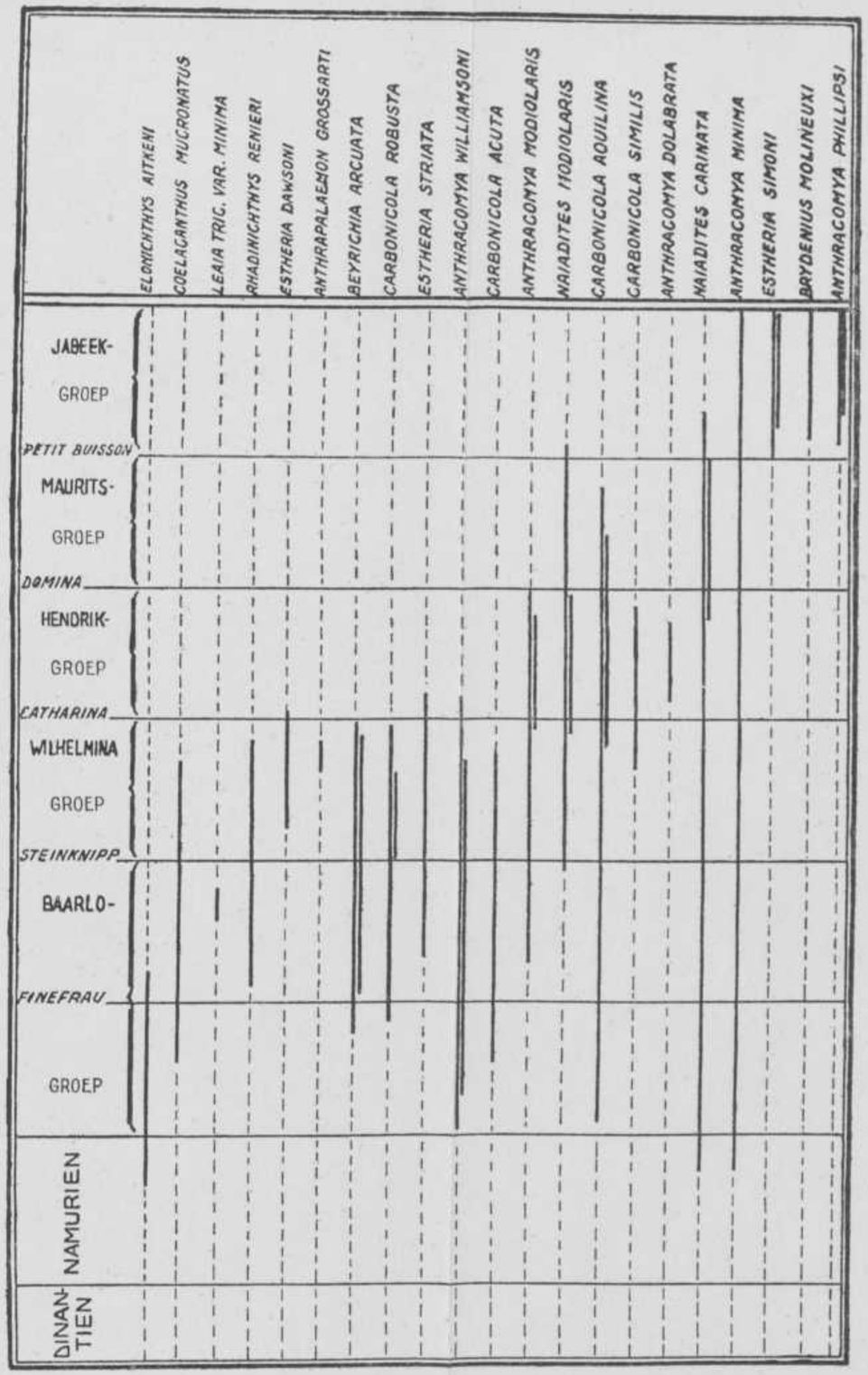
Zie ook: Renier. Les méthodes paléontologiques pour l'Etude Stratigraphique du terrain houiller, Paris et Liége, 1908 (**Revue Universelle des Mines** etc., 4. Série, Vol. XXI, XXII); Jongmans, Palaeobotanisch-stratigraphische Studien im Niederländischen Carbon nebst Vergleichen mit umliegenden Gebieten. **Archiv für Lagerstättenforschung,** Heft 18, 1915; Bode. Palaeobotanisch-stratigraphische Studien im Ibbenbürener Carbon. **Abhandl. Preuss. Geol. Landesanstalt,** N.F., Heft 106, 1927.

TABEL 4.

Overzicht der stratigrafische indeeling der voornaamste West- en Midden-Europeesche Kolengebieden.

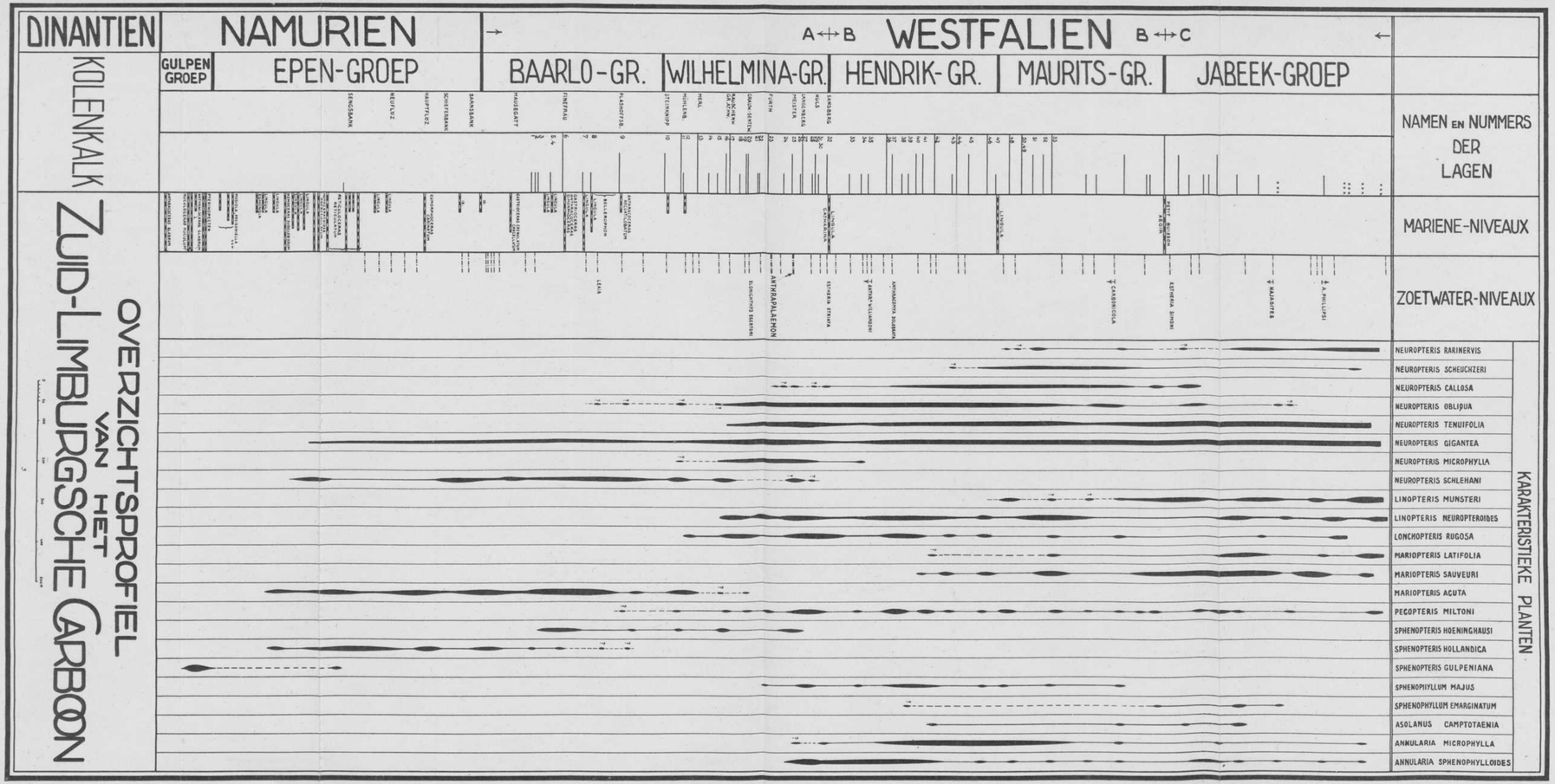
		Limburg.	België. (West en Zuid).		België. (Kempen).	Frankrijk.		Engeland.		Westfalen.	Akener Bekken.	Saargebied.		Oberschlesien.	Niederschlesien.	West- en Midden-Bohemen.
Stefanien.	Bovenste deel.					Assise de Saint-Etienne.						Ottweiler Gr.	Hoogere en middelste Ottweiler lagen.			Kounowaer en Teinitzler Groep.
	Onderste deel.					Assise de Rive-de-Gier.		Upper coal Measures.	Keele Group.			Ottweiler Gr.	Hirteler Groep. Wahlschieder Gr. Holz. Konglomer.			(Bovenste grauwe en Onderste roode lagen).
Westfalien.						Assise de la Houve.		Upper coal Measures.	Newcastle Gr. Etruria Marlo.	Piesberg Groep.		Vlamkolen.				Nyrany en Lubna Groepen.
	C	Jabeek-Groep.	Assise du Flénu.			Assise de Bruay.	Faisc. de Cuvinot.	Middle Coal Measures.	Boven Mansfield Niveau.	Bovenste Gasvlamkolen.		Vetkolen.				Kladno-Rakonitzer Groep.
							Faisc. de 6 Sillons.									
	B	Maurits-Groep.	Assise de Charleroi.	Zone sup.	Faisc. d'Eikenberg.	Assise d'Anzin.	Faisc. de Pouilleuse et Faisc. de Meunière.		Onder het Mansfield Niveau.	Onderste Gasvlamkolen.	Bovenste Alsdorfer Groep.	? Rotheller Lagen.		Karwiner Groep. (Mulden Groep).	Schatzlarer Groep.	
		Hendrik-Groep.		Zone moy.	Faisc. d'Asch.					Gaskolen.	Onderste Alsdorfer Groep.					
	A	Wilhelmina-Groep.		Zone inf.	Faisc. de Genck.	Assise de Vicoigne.	Faisc. de Modeste.			Vetkolen.	Kohlscheider Groep.					
		Baarlo-Groep.	Assise de Chatelet.		Faisc. de Beeringen.		Faisc. d'Olympe.	Lower Coal Measures.		Bovenste Magerkolen tot Sarnsbank.	Bovenste Stolberger Groep.			Sattelflöz Groep.	Weissteiner Groep.	
					Faisc. de Norderwyck											
Namurien.		Epen-Groep.	Ass. d'Andenne.		Faisceau de Westerloo.	Faisceau de Flines.		Millstone Grit.		Onderste Magerkolen onder Sarnsbank + Bovenste Flözleeres.	Onderste Stolberger Groep.			Ostrauer Groep.	Waldenburger Groep.	
		Gulpen-Groep.	Ass. de Chokier.					Bowland Shales.		Onderste Flözleeres + Bovenste Alaunschiefer	Walhorner Groep.					
Dinantien.		Viséen.	Viséen.		Viséen.	Kolenkalk.		Carb. limestone.		Kolenkalk.	Kolenkalk.			Kolenkalk of Kulm.	Kulm.	

TABEL 5.



Overzicht van het voorkomen van de voornaamste zoetwaterdieren in het Karboon van Zuid-Limburg (naar Pruvost).

TABEL 6.


DINANTIEN
NAMURIEN
A↔B WESTFALIEN B↔C
GULPEN GROEP
EPEN-GROEP
BAARLO-GR.
WILHELMINA-GR.
HENDRIK-GR.
MAURITS-GR.
JABEEK-GROEP
KOLENKALK
OVERZICHTSPROFIEL VAN HET ZUID-LIMBURGSCHE CARBOON
NAMEN EN NUMMERS DER LAGEN
MARIENE-NIVEAUX
ZOETWATER-NIVEAUX
KARAKTERISTIEKE PLANTEN
NEUROPTERIS RARINERVIS
NEUROPTERIS SCHEUCHZERI
NEUROPTERIS CALLOSA
NEUROPTERIS OBLIQUA
NEUROPTERIS TENUIFOLIA
NEUROPTERIS GIGANTEA
NEUROPTERIS MICROPHYLLA
NEUROPTERIS SCHLEHANI
LINOPTERIS MUNSTERI
LINOPTERIS NEUROPTEROIDES
LONCHOPTERIS RUGOSA
MARIOPTERIS LATIFOLIA
MARIOPTERIS SAUVEURI
MARIOPTERIS ACUTA
PECOPTERIS MILTONI
SPHENOPTERIS HOENINGHAUSI
SPHENOPTERIS HOLLANDICA
SPHENOPTERIS GULPENIANA
SPHENOPHYLLUM MAJUS
SPHENOPHYLLUM EMARGINATUM
ASOLANUS CAMPTOTAENIA
ANNULARIA MICROPHYLLA
ANNULARIA SPHENOPHYLLOIDES

ALGEMEEN OVERZICHT OVER HET ZUID-LIMBURGSCHE KARBOON.

Het Karboon van Zuid-Limburg vormt een deel van het groote West-Europeesche voorkomen en staat direct in samenhang met het Karboon van het Akensche gebied en met de Kempen. Deze drie samen vormen een onafgebroken reeks, die nog voortgezet wordt in het Karboon der provincie Antwerpen en in dat van de hollandsche boring Woensdrecht, en waarschijnlijk onder Zeeland en de Noordzee door met het engelsche Karboon samenhangt. Van het Luiker-bekken is het Limburgsche Karboon gescheiden door het Plateau van Brabant, dat uit kolenkalk en oudere gesteenten bestaat, en zijn voortzettingen.

Deze kolenkalk werd aangeboord in de belgische boring Lanaeken, ten N.W. van Maastricht, en in de hollandsche boringen Houthem bij Valkenburg, Keer en Cadier, Mesch en in Gulpen. In de eerste drie werd direct onder het Krijt een grof zwart zand aangetroffen, hetgeen voor een groot deel bestaat uit fijngemalen ampelieten, waarin ook nog stukjes kalksteen voorkomen. Dit zand is wel het beste als overgangsformatie tusschen Boven- en Onderkarboon te beschouwen. Hieronder volgde in Houthem en in Keer en Cadier de massieve kolenkalk, die volgens de onderzoekingen van Delépine aequivalent is met die van Visé. In de boring Gulpen werd onder het krijt nog eerst over eenige honderde Meters Bovenkarboon gevonden en daaronder, met duidelijke discordantie, de kolenkalk.

Noordelijk en oostelijk van dit dus door de boringen Lanaeken, Houthem en ongeveer ook Gulpen omgrensde plateau sluiten zich de hoogere lagen van het Boven-karboon achtereenvolgens aan. Door den schollenbouw van Limburg, en door de aanzienlijke verwerpingen langs de groote storingen, gaat de toename van het stratigrafisch niveau der verschillende schollen, vooral in Noordelijke richting, zeer snel, zoodat wij in Limburg, hoewel het geheele veld relatief klein en smal is, toch over een

zeer aanzienlijk vertikaal profiel beschikken. Als voorbeeld moge dienen, dat de lijn, waarlangs het productieve deel van het Bovenkarboon begint, loopt van Elsloo over Schimmert ongeveer naar Simpelveld en dat nu tusschen Elsloo en Sittard het stratigrafisch niveau toeneemt van het onderste gedeelte van het productieve profiel, dus van het onderste deel der Baarlo-groep door de geheele Baarlo-, Wilhelmina- en Hendrik-groepen tot ver in de Maurits-groep, ja zelfs misschien tot in de Jabeek-groep, dus, met Westfalen vergeleken, van het onderste deel der Magerkolen, door de Vetkolen en Gaskolen, tot ver in de Gasvlamkolengroep. Wij beschikken dan ook in Limburg nu over een in alle bijzonderheden voldoende bekend profiel van ruim 3000 meter.

't Spreekt vanzelf, en 't blijkt reeds uit het voorafgaande, dat het practisch is een dergelijk groot profiel onder te verdeelen. Met dit doel zijn opgesteld zeven groepen (van onder naar boven): Gulpen-, Epen-, Baarlo-, Wilhelmina-, Hendrik-, Maurits- en Jabeek-groepen.

Van deze zeven groepen behooren Gulpen- en Epen-groep tot het niet productieve deel van het Boven-karboon en bevatten dus geen kool. De overige vormen tezamen het productieve gedeelte van ons Karboon.

Tabel 6 geeft, zooals reeds werd vermeld, een overzicht van de indeeling in groepen, van het voorkomen van de koollagen en de mindere of meerdere regelmatigheid in het voorkomen ervan. In een volgende kolom is opgenomen het voorkomen van mariene banken, waarbij tevens vermeld zijn de voornaamste fossielen, vooral Goniatiten, die in de verschillende banken zijn gevonden. Verder vindt men hier het voorkomen van banken met zoetwaterfauna en eindelijk de verspreiding in het Limburgsche karboon van een aantal planten, welke voor de verschillende groepen kenmerkend zijn.

De Gulpen-groep bestaat voor een zeer groot deel uit deels sterk verkiezelde leien, waartusschen harde zandsteenen. De leien hebben meestal het uiterlijk van de belgische ampelieten, in sommige gevallen ook van Alaunschiefer. In verschillende niveaus toonen zij dakleikarakter. Deze verkiezeling neemt, naarmate men hooger in het profiel komt, af, zoodat zij, terwijl zij in de boring Gulpen, welke de Gulpen-groep en de daarboven liggende Epen-groep omvat, vrijwel regel is, in hoogere niveaus een plaatselijk karakter draagt, om in de Baarlo-groep geheel op

te houden. Op sommige plaatsen in de Gulpen-groep en soms ook nog in de hoogere Epen-groep vindt men kalkbanken.

De Gulpen-groep, en ook een groot deel der Epen-groep hebben geheel een marien karakter. Er werden geen zoetwaterschelpen in aangetroffen. Wel werden in de mariene banken hier en daar vischresten aangetroffen, in sommige gevallen van soorten, welke in de hoogere groepen tot de zoetwaterfauna gerekend moeten worden. Blijkbaar zijn dus deze visschen oorspronkelijk marien geweest en hebben zij zich in den loop der tijden aan de limnische facies aangepast.

De planten, die in de Gulpen-groep aangetroffen worden, vormen een hoogst eigenaardige flora. De voornaamste typen zijn de op plaat I afgebeelde **Sphenopteris gulpeniana** (fig. 1, 2), **Gulpenia limburgensis** (fig. 3, 4) en eigenaardige **Alloiopteris**-vormen (fig. 5, 6). Al deze soorten waren tevoren nog niet beschreven. Hiernaast komen een groot aantal andere vormen voor, welke gedeeltelijk wijzen op verwantschap met Onder-karboon, gedeeltelijk ook in andere gebieden in met de Gulpener-groep overeenkomende horizonten gevonden zijn (vooral de door Renier beschreven Baudour-flora is voor deze vergelijking van groot belang). Planten, welke tot de flora der hoogere groepen behooren, komen in de Gulpen-groep niet voor of zijn er ten minste zeer zeldzaam. Alle deze planten toonen duidelijk, dat zij over grootere of kleinere afstanden zijn getransporteerd en dat zij dus niet ter plaatse gegroeid hebben. Alle soorten zijn alleen door fragmenten vertegenwoordigd, die echter buitengewoon goed zijn bewaard gebleven. Een dergelijke flora is ook gevonden in het diepste deel eener boring (Wyvenheide) in de belgische Kempen (door Stainier bewerkt) en in enkele fragmenten in Richelle bij Luik. In Duitschland is een direkt vergelijkbare flora tot nu toe niet gevonden, maar bevindt zij zich zeer zeker in het diepste deel van het „Flözleere" en er zijn aanduidingen voorhanden, dat zij ook in het Akensch gebied nabij de kolenkalk gevonden zal worden.

De Gulpen-groep is, zooals uit tabel 4 blijkt, het aequivalent van de Assise de Chokier in België en van het onderste deel van het Flözleere in Westfalen en het diepste deel van het Akensch Karboon.

Vermeld moet nog worden, dat in de boring Gulpen een duidelijke discordantie kon waargenomen worden tusschen Kolen-

kalk en Boven-karboon, zooals dit ook in de belgische boring Chertal het geval is.

De fauna uit de mariene lagen is door Delépine voorloopig gedetermineerd en bevat typische vertegenwoordigers der fauna der Assise de Chokier.

De eerstvolgende hoogere groep is de Epen-groep. Deze is in Limburg gevonden in het hoogere, grootste deel der boring Gulpen en in sommige andere boringen, alsmede in het bij het plaatsje Epen, nabij de belgische grens, aan den dag komende karboon. [1])

Ook deze groep bevat nog geen kool van eenige beteekenis, wel komen hier enkele Stigmariabanken voor en, sporadisch, onbeteekenende koollaagjes. 't Gesteente is minder verkiezeld. Zandsteenen zijn vrij talrijk en bijna zonder uitzondering kwartsitisch, verschillende malen conglomeratisch of met ingesloten leibrokken.

De mariene lagen zijn ook hier zeer talrijk en het diepere gedeelte der groep bevat geen limnische fossielen. Een groot deel dezer groep bevat volgens Delépine buitengewoon talrijke exemplaren van **Reticuloceras reticulatum,** welke wel als gidsfossiel, vooral voor de hoogere zones, mag beschouwd worden. Eerst in de hoogste zones dezer groep vindt men zoetwaterschelpen.

De flora begint hier een ander karakter, en wel dat van de hoogere groepen, te toonen. De gidsplanten van de Epen-groep zijn vooral: **Neuropteris Schlehani** (plaat 2, fig. 3), **Mariopteris acuta** (plaat 1, fig. 7) en **Sphenopteris hollandica** (plaat 3, fig. 1), de laatste een nieuwe soort, die voor het eerst in de hollandsche boringen werd aangetroffen. In iets hoogere lagen vindt men dan ook reeds **Neuropteris gigantea** (plaat 2, fig. 2). Naast deze kan men ook de eigenaardige Calamiten tot de gidsfossielen rekenen. Deze Calamiten, die door Hirmer **Mesocalamites** genoemd worden, vormen een overgangsgroep tusschen **Asterocalamites** en de gewone **Calamites**-soorten. Bij **Asterocalamites** wisselen de ribben in de opeenvolgende geleedingen aan de knooplijnen nooit af, maar staan in elkaars verlengde. Bij echte **Calamites**-soorten echter wisselen de ribben op de opeenvolgende geleedingen met elkaar af. **Mesocalamites** staat tusschen beide in, de ribben zijn meestal doorloopend. Behalve dit verschil zijn er nog verschillen in fructificatie en in de bladeren, die echter door het zeldzamer voor-

---

[1]) Jongmans. Geologische en palaeontologische Beschrijving van het Karboon der omgeving van Epen. **Mededeel. No. 1. Geolog. Bureau voor het Nederlandsch Mijngebied, Heerlen,** 1925.

komen dezer organen minder belangrijk zijn. In plaat 2, fig. 1 is een exemplaar van zulk een Calamites afgebeeld. In het hoogste deel der groep beginnen enkele exemplaren van echte **Calamites**-soorten als zeldzaamheden op te treden. In het Karboon van Epen, waar **Mesocalamites** met bladen en fructificaties buitengewoon talrijk is, werden twee of drie min of meer twijfelachtig, en een enkel zeker tot **C. Suckowi** behoorende stukjes gevonden.

Naast deze gidsplanten beginnen, naar mate men hooger in de groep komt, meer en meer typen, welke ook in de flora's der volgende groepen gevonden worden, op te treden.

Deze flora is ook in Duitschland bekend. Franke heeft onlangs een eerste overzicht erover gegeven. [1]) Ze komt voor in lagen, die tot het Flözleere hooren, waarvan vroeger ook werd aangenomen, dat zij geen planten zouden bevatten. Een der beste vindplaatsen is een Groeve in Vorhalle bij Hagen. Ook in het aan Limburg grenzende Akensch gebied is deze flora bekend.

De Epen-groep is het aequivalent van de Assise d'Andenne in België en van het hoogere deel van het Flözleere in Westfalen en het onderste deel der Magerkolen en wel tot en met laag Sarnsbank. [2])

Bij laag Sarnsbank wordt, in overeenstemming met de besluiten van het Congres voor Karboonstratigraphie in Heerlen, de grens gelegd tusschen het Onderste en Middelste Boven-karboon, dus tusschen Namurien en Westfalien.

De mariene bank boven het Sarnsbank-niveau is gekenmerkt door bepaalde **Gastrioceras**-soorten, waarvan **G. subcrenatum** de belangrijkste is. In de hoogere mariene banken spelen de **Gastrioceras**-soorten een belangrijke rol en komen de soorten uit de diepere lagen niet meer voor.

De boven het Sarnsbank-niveau volgende groep, de

---

[1]) Franke. Die Flora des Flözleeren am Südrande des Ruhrbeckens. **Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges.**, LXXIX, 1927, Monatsber., p. 369.

[2]) Voor de Westfaalsche indeelingen vergelijke men de verschillende artikelen van Kukuk o.a. in: A. von Bubnof, Deutschlands Steinkohlenfelder, Stuttgart, 1926, p. 99—141 en vele artikelen in **Glückauf.** Voor de Akensche indeeling: Wunstorf und Gothan. Ein Beitrag zur Kenntnis des Aachener Oberkarbons, **Glückauf,** 1925, p. 35; ook **Glückauf,** 1928, No. 2. Voor de Belgische indeeling: Renier, Stratigraphie du Westphalien. **Livret-guide Excursion C 4 Congrès géologique de Bruxelles,** 1922, en Renier. Etude stratigraphique du Westphalien de la Belgique, **Compte Rendu Congrès géologique de Bruxelles,** Liége, 1926. Verder meerdere artikelen in de verslagen van het Heerlensche Congres, waarin de nieuwere gegevens voor de verschillende landen zijn bijeengebracht.

diepste van het Westfalien, is de Baarlo-groep. Vroeger, toen het Karboon van deze diepere zone's in Limburg nog niet zoo goed bekend was, werd alles, wat dieper dan de gidslaag Sonnenschein-Steinknipp ligt, onder den algemeenen naam van Baarlo-groep samengevoegd. Het is vooral, omdat daarbij toch in de eerste plaats aan dat deel van het profiel gedacht werd, waarin nog ontginbare kool mocht worden verwacht, logischer en praktischer dezen naam nu te geven alleen aan het hoogere deel en wel alleen aan dat deel, hetgeen tot het Westfalien wordt gerekend. Op deze wijze verkrijgt men meerdere en betere overeenstemming met de internationale indeelingen.

De Baarlo-groep bevat het diepste gedeelte van het (in Limburg) productieve, d.w.z. kolenbevattende Karboon. Ze reikt naar boven toe tot aan de laag Steinknipp. In het diepste gedeelte vindt men geen kool. Het voornaamste deel der groep is het aequivalent der westfaalsche Finefrau-groep. Deze bestaat uit een zeer rijke, mariene bank, die in de Domaniale Mijn ontsloten is en waarin vele Goniatiten voorkomen, waarvan **Gastrioceras circumnodosum, G. Listeri, Anthracoceras discus** de voornaamste zijn. Onder deze mariene bank vindt men een laagje, genaamd Finefrau-Nebenbank. In dit laagje worden de zoogen. **Dolomietknollen** of **Coalballs** aangetroffen. Deze bestaan in hoofdzaak uit dolomiet en bevatten een groot aantal plantenresten, waaraan men den geheelen bouw studeeren kan. Ze hebben verschillende vorm en grootte, zijn echter meestal als nesten van een aantal min of meer dicht bij elkaar liggende knollen aanwezig. In sommige gevallen echter is de geheele laag gedolomitiseerd en vindt men dus een planten-bevattende, doorloopende Dolomietbank. Het ontstaan dier knollen is toe te schrijven aan de infiltratie tengevolge van de mariene transgressie [1]) en zij vormen dus gedeelten van het oorspronkelijke veen, waaruit de koollagen zijn ontstaan. Ook in het dak der laag vindt men knollen. Deze bevatten dan echter meestal geen planten, maar alleen dierresten (vooral Goniatiten). In sommige gevallen bevatten zij ook stammen van planten, die echter zooals uit de engelsche onderzoekingen van Scott, Oliver, Seward enz. gebleken is, tot andere soorten behooren dan die, welke in de knollen uit de kool voorkomen. Waarschijnlijk zijn dit stammen, die op andere plaatsen

---

[1]) Stopes and Watson. On the present distribution and origin of the calcareous concretions in Coal Seams, known as Coal Balls. **Phil. Trans. Roy. Soc. London,** Series B, Vol. 200, 1908.

gegroeid hebben, en die tot in het hangende der laag zijn getransporteerd. [1])

Op eenigen afstand hieronder volgt de laag Finefrau zelf, die in bijna alle profielen als ontginbare laag aanwezig is, en alleen in de meest westelijke profielen minder goed ontwikkeld is. Bij deze laag, er boven en er onder, vindt men de rijkste plantenlagen uit deze groep. Deze plantenlagen zijn gekenmerkt vooral door: **Neuropteris Schlehani, N. gigantea, Alethopteris lonchitica** (plaat 7, fig. 1), **Mariopteris acuta, Sphenopteris Hoeninghausi** (plaat 4), **Sigillaria elegans** (plaat 2, fig. 4), **Adiantites sessilis** (plaat 3, fig. 2) en vele andere planten.

Op eenigen afstand onder Laag Finefrau wordt in bijna alle profielen een zeer dikke, meest kwartsitische zandsteenbank gevonden, welke over een groot deel konglomeratisch is en soms vrij grove kwartsconglomeraten bevat. Deze zandsteenbank kan tot 20 à 30 meter dik zijn. Onder deze zandsteenbank vindt men een aantal lagen en laagjes (tot 5 ontginbare lagen in noordoostelijke boringen), waartusschen hier en daar nog enkele banken met **Lingula mytiloides** gevonden worden. Deze groep kan, wat Westfalen betreft, met de Geitling-Mausegatt-groep vergeleken worden.

De laag Finefrau met haar begeleidende lagen en gesteenten is een der beste gidsniveau's, dat wij kennen. Men kan het terugvinden door geheel Westfalen, in het Akensch gebied (Breitgang-Kleinkohl in de Eschweiler Reserve, hier is echter omtrent het mariene niveau nog niets bekend; Carl-Friedrich-lagen, waar ook de mariene niveau's en de flora en het conglomeraat en de fauna in typische ontwikkeling gevonden werden), in België (Desirée, Bouxharmont, Saint Barbe), Frankrijk (Passée de Laure), Engeland (Upper Foot mine etc.). Men heeft ook in Westfalen, België en Engeland de coalballs en dakknollen (roof balls) gevonden en er bestaat over de flora dezer knollen een uitgebreide literatuur, waaruit men een schat van gegevens kan putten over den bouw der karboonplanten. [2])

Tusschen Finefrau-Nebenbank en Steinknipp, een afstand van ruim 250 meter, vindt men onderin nog een groep,

---

[1]) Voor de hollandsche Dolomietknollen zie men Koopmans, Jaarverslag over 1926 Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngebied en zijn in 1928 verschijnende dissertatie hierover.

[2]) Scott. Studies in fossil Botany. Third Edition.

waarin soms lagen, soms laagjes, met Stigmariabanken en plantenbanken, en waarboven in sommige gevallen nog een marien, of tenminste een **Lingula**-niveau gevonden wordt. Deze groep, die slechts in enkele gevallen ontginbare kool bevat, kan met de Girondelle-groep in Westfalen vergeleken worden.

Hierboven vindt men dan nog het niveau van Plasshofsbank, waarin een laag meestal van ontginbare dikte. In zeer vele gevallen wordt boven deze laag nog een marien niveau gevonden, hetgeen ook tot de meer constante niveau's in de Baarlo-groep behoort. [1])

Het gedeelte tusschen Plasshofsbank en Steinknipp is ongeveer 120 meter dik, over het algemeen vrij zandig en bevat weinig fossielen, alleen zijn enkele vischsoorten door talrijke schubben vertegenwoordigd.

De laag Steinknipp, waarmede de Baarlo-groep eindigt, behoort tot de zeer constante en goed gekenmerkte lagen. De ligging op de grens der kolenrijke Wilhelmina-groep en der arme Baarlo-groep is zeer opvallend, vooral door het groote, kolenarme gedeelte eronder. De laag zelf is bijna overal terug te vinden, in enkele gevallen echter bereikt zij niet meer een ontginbare dikte en is zij slechts vertegenwoordigd door een dun laagje of zelfs door een Stigmariabank.

Een tiental meters boven Steinknipp vindt men in Duitschland, Westfalen, op vele plaatsen een marien niveau. [2]) Dit niveau was vóór dien tijd alleen bekend uit de Limburgsche boring Laura IV, en het vinden ervan in deze boring is de aanleiding geweest voor het nader onderzoek in Westfalen en in België. Ook in België is dit niveau door Renier gevonden. In Westfalen noemt men het het Wasserfall-niveau. In verband met deze ontdekking is het misschien aanbevelenswaardig de grens tusschen Baarlo- en Wilhelmina-groep hier te leggen. Maar aan den anderen kant is dit mariene niveau nog te weinig bekend en schijnt het ook niet zoo constant te zijn, als men van een groep- en grensniveau zou mogen verwachten. Daarentegen is de laag Steinknipp als basis der kolenrijke Wilhelmina-groep en als top der kolenarme Baarlo-groep, door het dikke, arme gedeelte eronder, zeer goed gekarakteriseerd. Der-

---

[1]) Kukuk. Eine neue marine Leitschicht in der obern Magerkohlengruppe der Ruhrkohlenablagerung. **Glückauf,** 1923, No. 27.

[2]) A. Brune. Eine neue Leitschicht in der untern Fettkohlengruppe des Ruhrkarbons. **Glückauf,** 1927, p. 1825.

halve is het raadzaam de laag Steinknipp vooralsnog als grens aan te nemen.

De nu naar boven toe volgende groep is de Wilhelmina-groep. Deze is ongeveer 420 meter dik en bevat een zeer groot aantal lagen en laagjes, vele Stigmariabanken en vele plantenbanken.

De flora is in het onderste deel in alle opzichten te vergelijken met die der Baarlo-groep. De voor deze groep karakteristieke planten nemen, naarmate men hooger komt, in rijkdom aan individuen af. Toch kan men de meeste nog tot in het hoogere deel der groep vinden [bijv. in de buitengewoon rijke plantenbanken boven Laag B van Oranje Nassau en haar aequivalenten (Niveau Langenberg op het overzichtsprofiel)]. Hiernaast vindt men dan steeds meer en meer andere planten zoo **Neuropteris obliqua, heterophylla,** later ook **tenuifolia** (plaat 14, fig. 2), **Pecopteris Miltoni** en **Dactylotheca plumosa** (plaat 12, fig. 1), andere soorten van **Mariopteris** zooals **M. Daviesi** (plaat 12, fig. 2), vele andere varens, Pteridospermen, Lepidodendraceae, Sigillariaceae en Equisetaceae. De flora begint hier werkelijk haar rijkdommen te toonen.

Er zijn verschillende typische banken, wat flora en fauna betreft. In de eerste plaats de plantenbank boven Laag Athwerk en Rauschenwerk (van deze beide is er dikwijls slechts één goed ontwikkeld). Deze plantenbank is zeer rijk en vertoont in haar uiterlijk zeer groote overeenstemming met die in de Finefrau-groep. Men kan zeggen, dat de Finefrau-flora nog tot in dit niveau in haar volle ontwikkeling voorhanden is. Hiernaast komen echter vele andere planten voor, waarvan **Cordaites Delvali** (plaat 5, fig. 2) en **Lepidostrobus ornatus** (plaat 8, fig. 3) in een vrij groot aantal gevonden worden. Het hoogere deel dezer plantenbank is daardoor gekenmerkt, dat er een groot aantal dierresten voorkomen o.a. **Anthracomya minima,** vischresten, Insekten, **Eurypterus, Arthropleura, Prestwichianella** enz. Men vindt deze, zij het dan ook slechts na eenig zoeken, op alle mijnen, waar dit niveau is ontsloten. In verband hiermede moet er op gewezen worden, dat het niet uitgesloten schijnt in dit niveau of daaromtrent ook nog een marien niveau te ontdekken. Immers, in de duitsche boring Winkelhof werden in dit niveau knollen met Goniatiten gevonden. Tot nu toe is het echter niet mogelijk geweest, nauwkeurig vast te stellen, waar zich dit niveau bevindt.

Boven dit niveau is het eerste werkelijk opvallend planten- en

dieren-niveau dat boven Furth. Boven en onder Furth vindt men meestal zeer zandige lei of zandsteen. Echter in de zandige leien erboven en dikwijls ook in het onmiddellijke dak der laag vindt men in groot aantal een plant, die overal elders vrij of zelfs zeer zeldzaam is, n.l. **Neuropteris microphylla** (plaat 9, fig. 1). Van dit niveau af ongeveer vindt men ook **Neuropteris tenuifolia** (plaat 14, fig. 2) en vele andere voor de hoogere gedeelten der Wilhelmina-groep kenmerkende vormen.

't Meest merkwaardige in dit gedeelte van het profiel is het voorkomen van het **Anthrapalaemon**-niveau. Dit niveau wordt gevonden iets boven de laag Furth en wel meestal in het dak van een dun laagje. Het is slechts een tiental centimeters dik en bestaat uit een meestal donkere lei, die tenminste plaatselijk zeer veel ijzer bevat. In dit bankje vindt men in duizenden exemplaren een merkwaardige Crustacee, die door Pruvost werd gedetermineerd als: **Anthrapalaemon Grossarti** (plaat 17, fig. 5, 6), die een sterk gepantserd Carapax heeft, dat met groote stekels bezet is. Voor aan het dier vindt men een lang rostrum. 't Is dus wel, zooals Pruvost het betitelde: „un animal furieux et attaquant". Deze **Anthrapalaemon** is overal elders tot nu toe als zeer zeldzaam beschouwd. Op alle mijnen in Limburg kon echter dit niveau (soms, zooals op de Emma, ook ietwat hooger gelegen) worden aangetoond. Het bevat ook verder een buitengewoon rijke fauna met vele anders zeldzame vormen. Ofschoon men nu **Anthrapalaemon** zelf in België en Frankrijk niet gevonden had, was dit niveau, om zijn rijke en soms zonderlinge fauna, aan Pruvost wel bekend en door hem Niveau de Carnaval genoemd.

Het schijnt, dat men het ook in België kan vervolgen en zonder twijfel zal het ook aan de andere zijde van ons land, in het Akensch gebied en misschien zelfs verder, teruggevonden kunnen worden. De fauna ervan zal door Pruvost worden beschreven.

Weer hooger in het profiel is de eerste opvallende plantenbank die boven Laag Langenberg en haar aequivalenten (Laag V, Wilhelmina; Laag B, Oranje Nassau, etc.). Deze bank behoort tot de rijkste in de over het algemeen reeds zoo rijke Wilhelmina-groep. Het meest opvallend is, dat tot hier nog verschillende planten voorkomen, die voor de Baarlo-groep kenmerkend waren, maar daarnaast vele, die de hoogere Hendrik-groep zullen karakteriseeren. Zoo vindt men nog **Neuropteris Schlehani** en **Sphenopteris Hoeninghausi** naast **Lonchopteris rugosa, Neuropteris tenuifolia, N. callosa, Mariopteris Daviesi, An-**

nularia sphenophylloides en vele anderen. Zeer talrijk zijn hier ook: **Calamites suckowi** (plaat 10, fig. 1), **C. undulatus** (plaat 10, fig. 2), **Annularia radiata** (plaat 10, fig. 3), **Neuropteris gigantea** (plaat 6; plaat 7, fig. 2; plaat 8, fig. 2), **Lepidodendron aculeatum** (plaat 11, fig. 2), **Sigillaria** bijv. **ovata** (plaat 9, fig. 3), **Boblayi** (plaat 9, fig. 4), **Sphenophyllum cuneifolium** (plaat 9, fig. 2).

Horizonten met zoetwaterschelpen zijn in de Wilhelminagroep over het algemeen vrij talrijk. In het hoogere deel nemen zij in aantal toe, om onder en boven het grensniveau tusschen de Wilhelmina- en Hendrik-groepen buitengewoon veelvuldig en rijk aan exemplaren te zijn.

Dit grensniveau tusschen de Wilhelmina- en de Hendrikgroepen is een van de oudst bekende gidsniveaus uit het Bovenkarboon, n.l. het Catharina- of Poissonnière-niveau.

Dit niveau is door zijn ligging in het profiel direct te herkennen. Er onder ligt de kolenrijke Wilhelmina-groep met vele plantenbanken, en in het hoogste deel ook banken met zoetwaterschelpen en vischresten. Erboven volgt een ongeveer 100 meter dik gedeelte, waarin plantenbanken vrijwel ontbreken, slechts één enkele laag of lagengroep voorkomt, en zoetwaterschelpen zeer talrijk zijn. Zelfs, wanneer de palaeontologische kenmerken ontbreken, is dit niveau toch door deze opvallende positie te herkennen.

Over het algemeen is het Catharina-niveau marien, echter met groote verschillen. Terwijl het in een groot deel van Westfalen en in 't Akener bekken Goniatiten en andere mariene fossielen, en zelfs Dolomietknollen bevat, vindt men er in Limburg, in de Kempen, in het Luiker bekken alleen **Lingula** in buitengewoon groote hoeveelheden en geen andere fossielen, terwijl het overeenkomstige Poissonnière-niveau in Noord-Frankrijk weer andere mariene resten bevat. In Engeland is Catharina nog niet met zekerheid geïdentificeerd.

In de mijnen van het Akener bekken vindt men bijv. in de Mijn Maria op een aantal plaatsen in het dak der laag een dikke bank met **Goniatites, Aviculopecten** en andere fossielen. Echter op andere plaatsen in dezelfde galerij vindt men geen spoor van een marien fossiel en wel een bank met veel zoetwaterschelpen, in hoofdzaak **Najadites.** Evenzoo was het niet mogelijk op de mijn Gouley ook maar één enkele mariene rest te vinden. Ook hier slechts in hoofdzaak **Najadites.** Merkwaardigerwijze is ook de

Domaniale Mijn, die dus eigenlijk toch het dichtst bij de mariene banken uit Duitschland ligt, de eenige mijn in Limburg, waar wij wel het niveau als zoodanig vinden kunnen, maar waar tot nu toe ook geen enkele **Lingula** gevonden is. In alle andere mijnen in Limburg is overal, waar men het Catharina-niveau heeft aangetroffen, **Lingula** gevonden, maar dan ook slechts **Lingula,** en geen andere dieren.

Er moet dus tusschen de transgressies, welke het Catharina-niveau afzetten en zulke, waaraan wij de dikke doorloopende mariene banken uit het diepere deel van het karboon danken, een groot verschil zijn. In verband met de levenswijze van **Lingula,** aan slijkerige kusten, moet men zulk een **Lingula**-transgressie als in het algemeen over groote uitgestrektheden zeer ondiep beschouwen. De dikke mariene banken uit het diepere deel zullen verband houden met transgressies, waarbij de waterstand hooger was en zulke vlakke, modderige kusten niet gevormd werden. Een gemengde afzetting, zooals het Catharina-niveau er eene is, berust dan op een transgressie, die gedeeltelijk zulke ondiepe kustranden omvatte, maar waarbij de waterstand in het uiterste Oosten, Westfalen, en het uiterste Westen, Noord-Frankrijk, hooger was, en waarbij langs die kusten hier en daar diepere lagunen voorkwamen, Mijn Maria in het Akener bekken, waarin plaatselijk Goniatiten konden gedeponeerd worden, maar waarvan de randen dan weer alleen **Lingula**-banken vormden. Plaatselijk is dan misschien tengevolge van rivieren, de afzetting van mariene resten, incl. **Lingula,** geheel uitgebleven, en heeft men afzettingen gekregen, die alleen zoetwaterschelpen bevatten. Ook is het mogelijk, dat men de zoetwaterschelpbanken in verband kan brengen met hoogere deelen der kust, waar de mariene transgressie niet heen kon komen, en waarboven men dan alleen de later, ook boven de mariene lagen, na het terugtrekken der transgressie, afgezette zoetwaterlagen vindt. Deze laatste verklaring is misschien wel de meest aannemelijke.

Met het dus meestal mariene niveau van Catharina begint de volgende, de Hendrik-groep. Deze groep is in Limburg ook in een aantal mijnen, Oranje Nassau, Hendrik, Emma, Maurits ontsloten en bevat evenals de Wilhelmina-groep talrijke kolenlagen. De Wilhelmina-groep was echter voor een groot deel een onafgebroken serie van plantenbanken, Stigmariabanken en kolenlagen. Het scheiden van bepaalde vegetatiezone's, d.w.z. van zulke zone's, welke hun ontstaan danken aan

niet of slechts weinig onderbroken afzettingen der karboonmoerassen en waarvan het onderlinge verschil alleen bestaat uit het verschil in de hoogte van de waterstanden, is hier heel moeilijk. In de Hendrik-groep echter zijn de lagen tamelijk geïsoleerd en van elkaar door meestal zandige, vrij dikke gesteente-series gescheiden. In verband hiermede is het dan ook in het algemeen makkelijker de lagen zelf van mijn tot mijn te identificeeren. Dit is een gelukkige omstandigheid, omdat over het algemeen typische banken met planten of dieren in de Hendrik-groep ontbreken.

Flora en Fauna vormen een overgang tusschen de typische Wilhelmina- en de typische Maurits-combinaties. De karakteristieke vertegenwoordigers der Baarlo-groep vindt men er niet meer. Tot de meest kenmerkende planten behooren: **Neuropteris callosa** (plaat 14, fig. 1) en **tenuifolia, Lonchopteris rugosa** (plaat 11, fig. 3), **Linopteris neuropteroides** (plaat 7, fig. 3; plaat 8, fig. 1), **Pecopteris Miltoni, Sphenopteris obtusiloba, Asterophyllites equisetiformis** (plaat 15, fig. 1, 2), **Calamites Sachsei** (plaat 11, fig. 1), **Lepidodendron Wortheni** (plaat 13), die hier buitengewoon talrijk zijn. In het hoogere deel komen dan hierbij nog: **Annularia microphylla** (plaat 16, fig. 1), **Sphenopteris striata** (plaat 16, fig. 2), **Zeilleria avoldensis** (plaat 14, fig. 3, 4) en geheel bovenaan beginnen reeds enkele planten, welke tot de kenmerkende planten der hoogere groepen gerekend moeten worden, zooals **Neuropteris Scheuchzeri** (een **Neuropteris** met groote bladeren, die vooral onderaan duidelijk haren toonen), **Mariopteris Sauveuri** (plaat 15, fig. 3).

De zoetwaterfauna komt hier nog in tamelijk talrijke banken voor, en bestaat voor het grootste deel uit **Anthracomya modiolaris, Najadites modiolaris** en **Carbonicola aquilina.**

De Hendrik-groep wordt bovenaan begrensd door een **Lingula**-bank, die nooit andere fossielen dan **Lingula** bevat. Deze bank is wel een der meest typische **Lingula**-banken, want ze is bekend in Westfalen, in het Akensch gebied, in Limburg, in de Kempen (Niveau d'Asch), in Luik (Domina-niveau) en misschien ook tot in Engeland, en steeds bevat zij uitsluitend **Lingula.** Door haar constante optreden is echter deze bank zeer goed als gidsniveau te gebruiken en zij wordt in Westfalen nu, in plaats van de laag Bismarck, die moeilijk te volgen was, als grens tusschen de gas- en gasvlamkolen gebruikt. De beste naam, dien men dit niveau kan geven, is die van Do-

mina-niveau, naar de kolenlaag in het Luiksche bekken, waarboven het door Renier gevonden is.

Hetgeen boven dit Domina-niveau ligt, is dus het aequivalent der Westfaalsche gasvlamkolen, in België van de Zone supérieure van de Assise de Charleroi (Renier [1]) verdeelt de belgische Assise de Charleroi in drie zones: Zone inférieure of onze Wilhelmina-groep, Zone moyenne of onze Hendrik-groep en Zone supérieure).

Boven dit Domina-Niveau begint de Maurits-groep. In het onderste deel hiervan, hetgeen in de Mijnen Emma en Hendrik vooral ontsloten is, vindt men een aantal goed ontwikkelde kolenlagen, meer naar boven toe worden de lagen onzuiverder en bestaan meermalen uit verschillende, direct bij elkaar liggende laagjes. Toch zijn er ook hier nog meerdere, die zeker over grootere uitgestrektheden ontgonnen zullen kunnen worden, vooral ook in verband met het hooge gehalte aan vluchtige bestanddeelen der kool.

De flora bevat hier reeds verschillende typen, die voor de volgende, de Jabeek-groep, kenmerkend zullen worden. **Neuropteris rarinervis** (plaat 15, fig. 4), **Mariopteris latifolia** (plaat 16, fig. 4), **Linopteris Münsteri** (plaat 17, fig. 2, 3, 4) beginnen in het hoogere deel en komen hier naast: **Neuropteris Scheuchzeri, N. tenuifolia, N. callosa, Mariopteris Sauveuri, Linopteris neuropteroides, Sphenopteris striata** (plaat 16, fig. 2), **Annularia microphylla** en vele andere voor.

De zoetwaterfauna bevat hier in hoofdzaak nog **Najadites modiolaris, Carbonicola aquilina** en **Najadites carinata.**

De top van de Maurits-groep wordt gevormd door een zeer belangrijk marien niveau, dat in Limburg een dikte bereikt van meerdere meters, maar in Westfalen en Engeland tot 30 en meer meters dik kan zijn. Het is zeer rijk aan mariene fossielen, zoowel wat soorten, als wat individuen betreft. Goniatiten zijn hier niet zoo talrijk als in de diepere niveaus en zijn hier door een goed gekarakteriseerde soort: **Anthracoceras aegiranum** vertegenwoordigd.

Dit niveau werd in Limburg in alle drie boringen, welke het

---

[1]) Renier. Etude stratigraphique du Westphalien de la Belgique. **Compte Rendu, XIIIe Congrès géologique,** 1922, Liége, 1926, p. 1810. Vergelijk ook: Renier. Quelques précisions nouvelles sur le bassin houiller de la Campine. **Annales des Mines de Belgique,** XXVII, 3, 1926. Kukuk. Die Ausbildung der Gasflammkohlengruppe in der Lippemulde, **Glückauf,** 1920.

doorboord hebben, de boringen S. M. XLV Jabeek, XL Bingelrade, LI Oirsbeek, gevonden en bevat ook bij ons een groot aantal fossielen. Het is bekend in Westfalen (Aegir-Niveau), in Ibbenbüren bij Osnabrück (Neptun-Niveau,[1]) in Limburg, in Zuid-België en Noord-Frankrijk (Petit Buisson-Niveau) en in Engeland (Mansfield-Niveau)[2]) en overal is het rijk aan fossielen en overal bereikt het een aanzienlijke dikte. (In het Akensche bekken, in de Kempen, in Luik ontbreekt dit gedeelte van het Karboon of is het tenminste nog niet door boringen aangetoond).

Dit mariene niveau is, voor zoover bekend, de laatste groote mariene transgressie in het Bovenkarboon. In Engeland schijnt deze transgressie reeds duidelijke voorloopers gehad te hebben, en ook nog een of meerdere navolgers, die eveneens tot ten deele zelfs zeer belangrijke mariene afzettingen aanleiding hebben gegeven. In Limburg is het opvallend, dat in de omgeving van dit niveau het gesteente boven bijna elke kolenlaag of laagje min of meer den indruk maakt, alsof het eene mariene afzetting is. 't Is echter nog niet gelukt met zekerheid mariene resten er in te vinden. Deze vraag zal eerst opgelost kunnen worden, wanneer de betrokken mijnen haar exploratie-werken zoo ver voortzetten, hetgeen misschien binnen niet al te langen tijd wel het geval zal zijn.

Wat in Limburg in de boringen, vooral in de boring Jabeek, die de hoogste lagen heeft aangetoond, boven Petit Buisson is gevonden, wordt Jabeek-groep genoemd.

In deze groep vindt men veel kool met een zeer hoog gehalte aan vluchtige bestanddeelen (tot 45% toe). Echter zijn de lagen over het algemeen niet dik. Zij liggen in groepen bij elkaar. Elke groep is duidelijk van de hoogere en lagere gescheiden door een min of meer zandig gedeelte, waarin soms ook zandsteenbanken met conglomeratisch karakter gevonden worden.

Voor zoover men over profielen in meerdere boringen beschikt, zijn deze groepen wel, maar de afzonderlijke lagen en laagjes niet, of tenminste zeer moeilijk, onder elkaar te identificeeren.

Flora en Fauna zijn in deze groep zeer verschillend van die der

---

[1]) Gothan und Haack. Ruhrkarbon und Osnabrücker Karbon. **Glückauf,** 1924, No. 26, en 1925, No. 25.

[2]) Wilson. The concealed Coalfield of Yorkshire and Nottinghamshire. **Memoirs of the Geol. Survey England and Wales,** 1926, p. 30—35; Gibson. The Geology of the Country around Stoke-upon-Trent. **Memoirs** etc., 1925, p. 57—59.

diepere groepen, niet alleen doordat er bepaalde nieuwe typen optreden, maar vooral ook door de combinatie der soorten. Meerdere soorten, die in de diepere groepen zeer talrijk zijn, komen hier nog wel steeds voor, maar vallen niet meer zoo op, door de groote variatie in vormen, die in de verschillende banken gevonden wordt. De flora is buitengewoon rijk. De plantenbanken bevatten hier meestal zooveel planten, dat het dikwijls niet mogelijk is, de verschillende individuen van elkaar te scheiden. Daardoor zijn, wat men werkelijk mooie exemplaren noemt, relatief zeldzaam. Maar, wat dit betreft, mag nog geen beslist oordeel worden uitgesproken, voordat men deze gedeelten van het algemeen profiel ook in de mijnen ontsloten heeft.

Neuropteris rarinervis, N. Scheuchzeri, N. tenuifolia in vele vormen, **Mariopteris latifolia, M. Sauveuri, Linopteris Münsteri,** daarnaast vele **Sphenopteris**-soorten, **Sphenophyllum emarginatum, Calamites carinatus rugosus** behooren tot de meest opvallende vormen in deze groep.

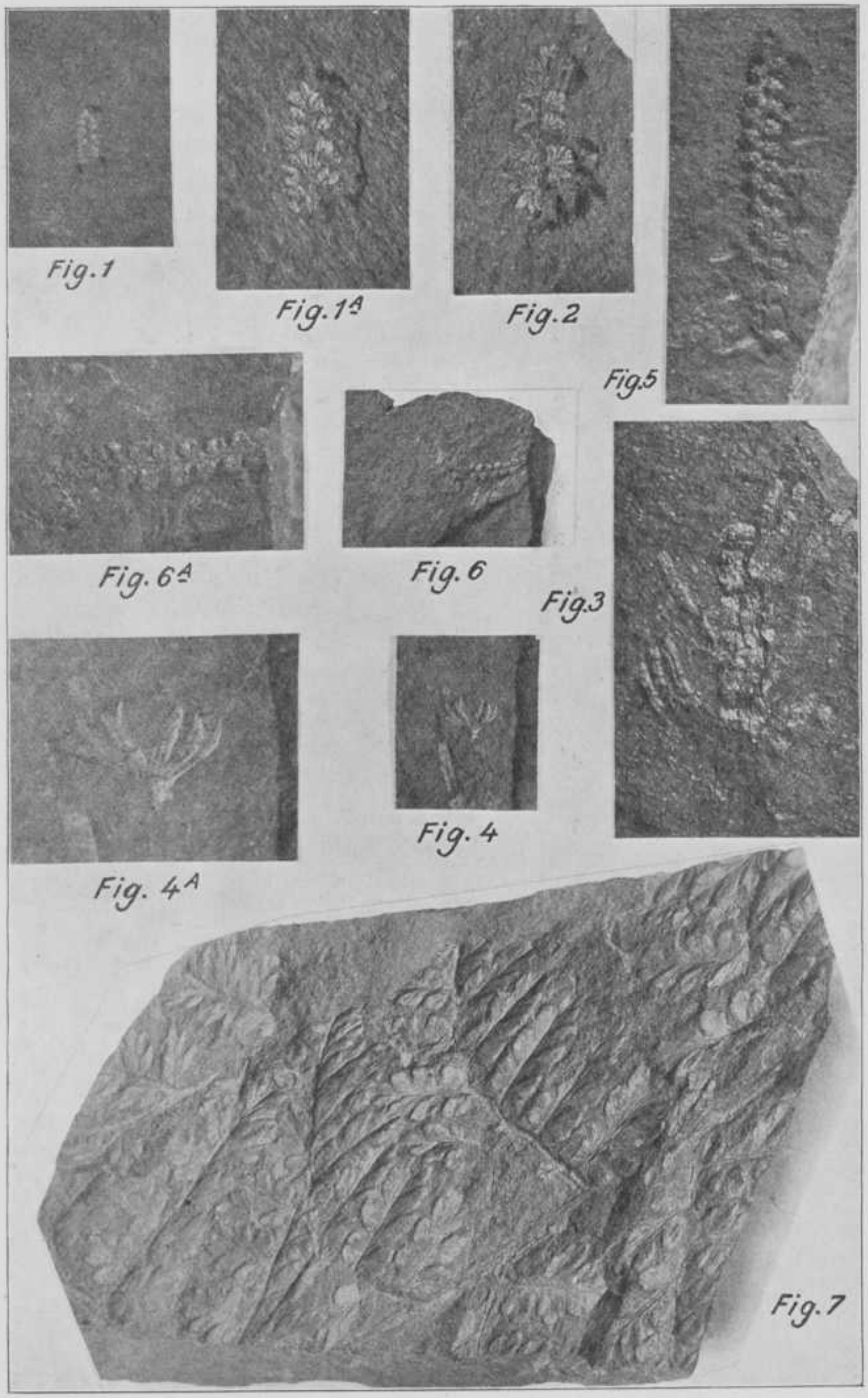
De zoetwaterfauna in de Jabeek-groep behoort tot een geheel ander type dan die in de diepere groepen. Het verschil tusschen deze twee is zoo opvallend, dat men dit alleen aan den invloed der groote mariene transgressie kan toeschrijven. De voornaamste vorm is **Anthracomya Phillipsi,** waarnaast de door het geheele Bovenkarboon overal veel voorkomende **A. minima** nog voorkomt. In de Jabeek-groep komen verder een aantal vischsoorten voor, die voor dit deel van het profiel kenmerkend zijn, o.a. **Brydenius Molyneuxi.**

Verschillende kolenlagen in de Jabeek-groep bevatten Cannelkool. Wat gesteenten betreft, zijn hier opvallend eenige banken met een lei, die den indruk maakt vuurvast te zijn, en eenige kalkhoudende banken.

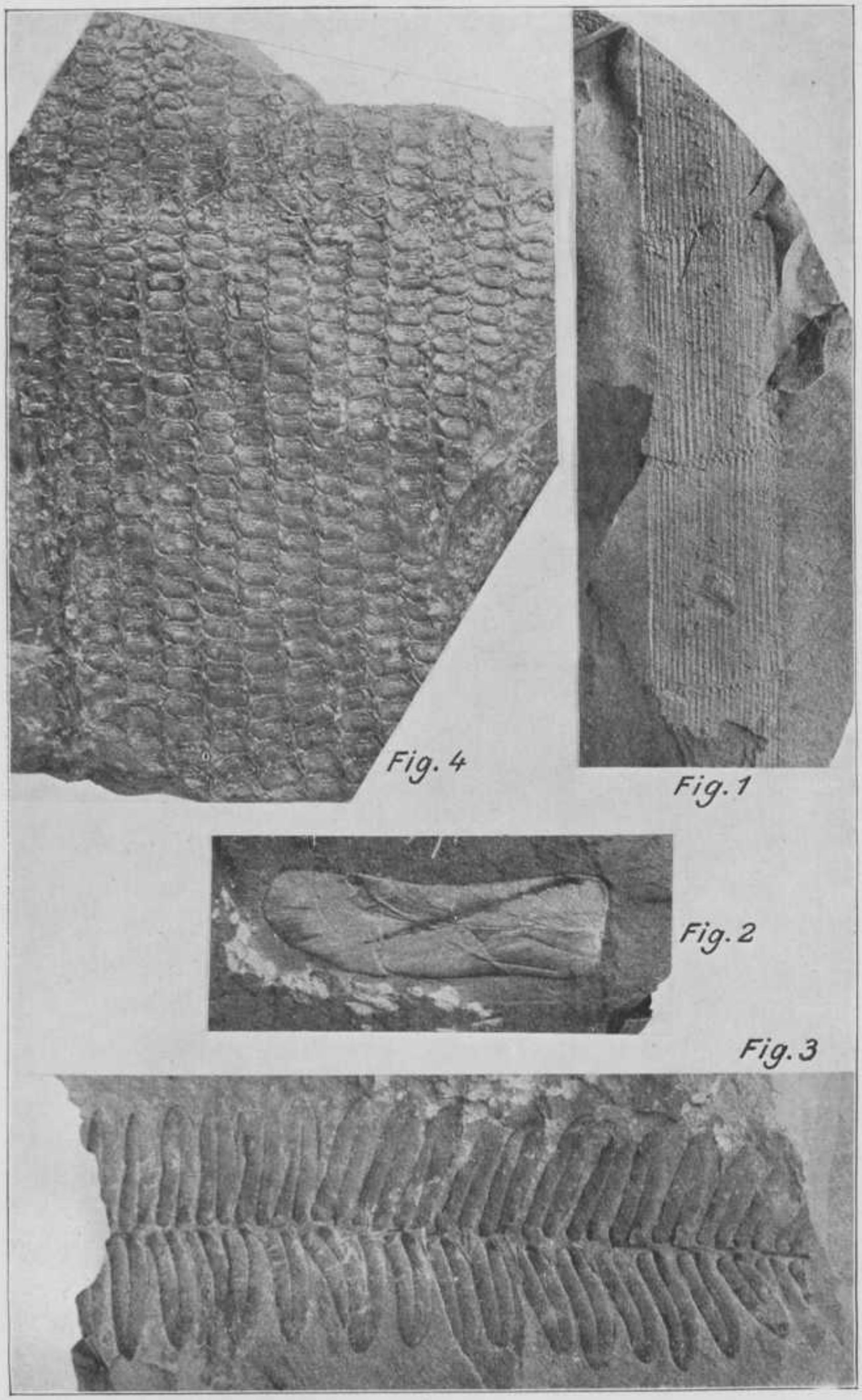
Hoogere niveaus dan in de Boring Jabeek zijn aangetroffen, zullen in Limburg ten Zuiden van de Sandgewand wel niet of ternauwernood worden gevonden. Noordelijk van de Sandgewand zullen, om de groote diepte, waarop hier het Karboon eerst kan worden aangetroffen, voorloopig wel geen onderzoekingen worden verricht. Tenminste voorloopig zullen dus de grenzen van ons Karboonprofiel wel als vastgesteld mogen worden beschouwd.

Dit profiel omvat dus nu ruim 3 Kilometers en reikt vanuit de **Kolenkalk tot in het aequivalent der hoogste gasvlamkoollagen van Westfalen.** Het profiel is als een practisch aaneengesloten geheel

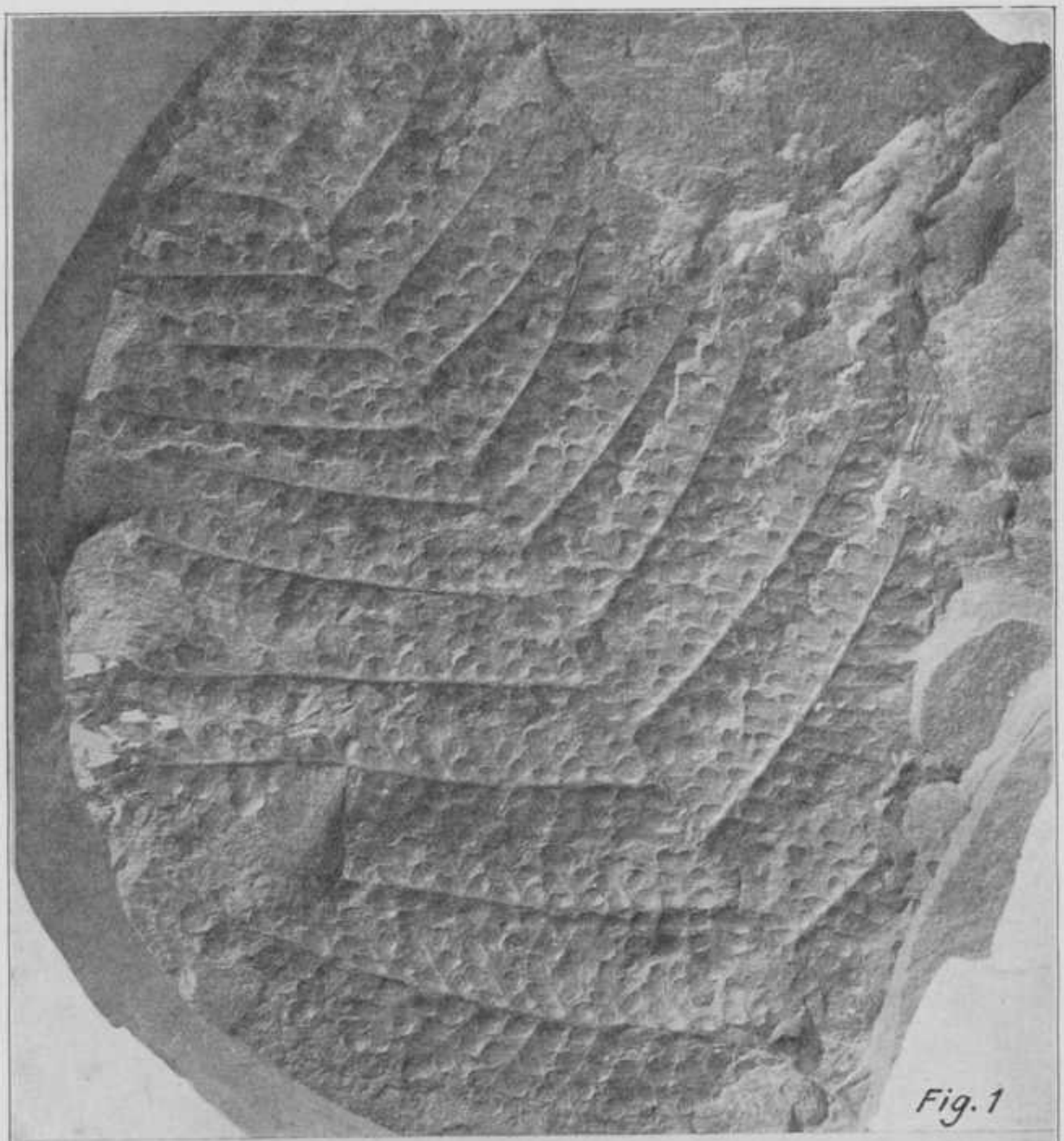
bekend en geeft ons dus een samenhangend beeld. Wat Flora en Fauna betreft, kan men het Limburgsche profiel eveneens als een aaneengesloten geheel beschouwen. Alle kenmerkende soorten, zoowel wat mariene als zoetwaterdieren, en evenzoo de planten betreft, zijn er in aangetroffen en het zal moeilijk zijn om ergens in West-Europa een profiel te vinden, waarin men zoo goed een overzicht kan krijgen.



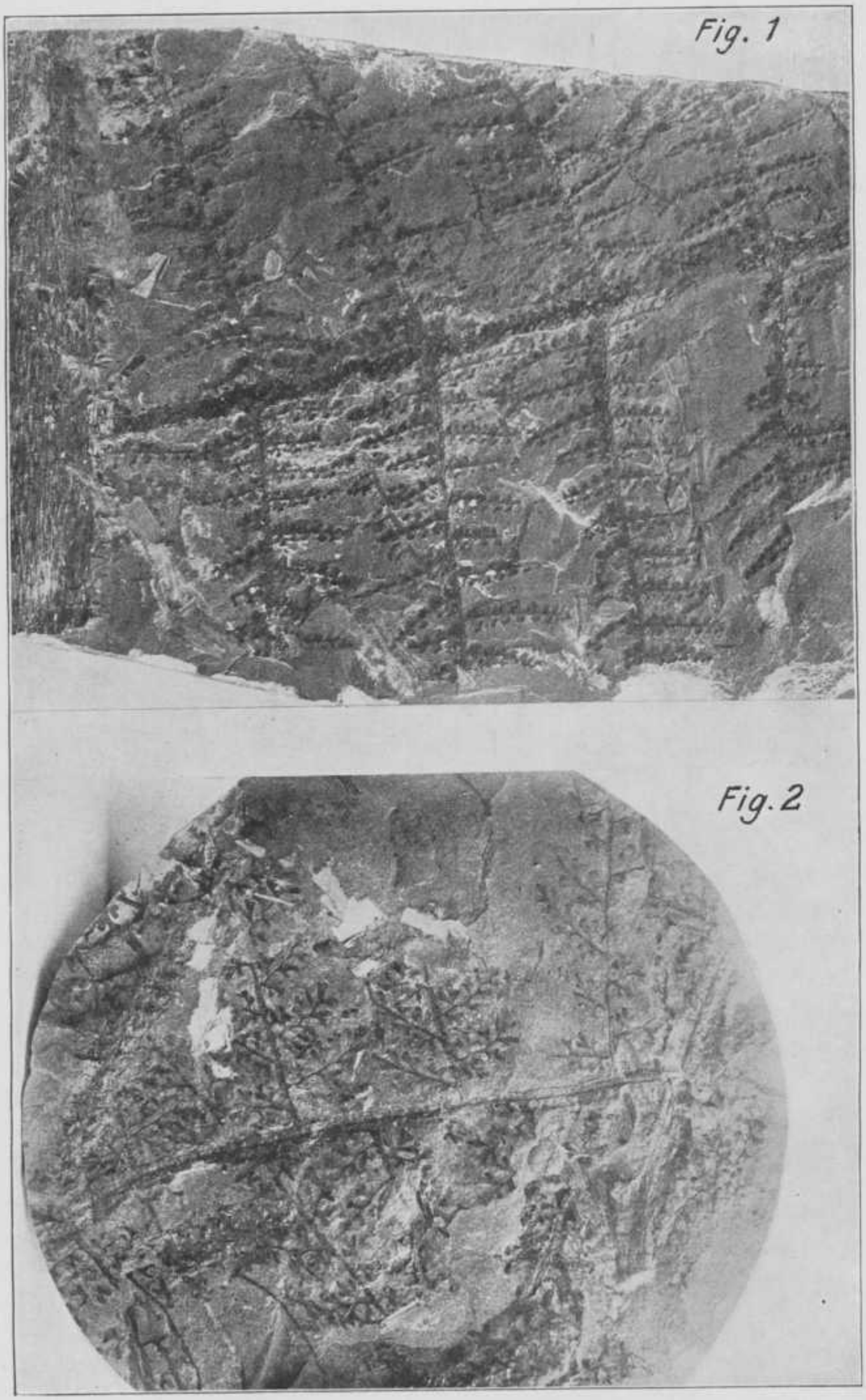
1,2 Sphenopteris Gulpeniana Goth. et Jongm.; 3,4 Gulpenia limburgensis Goth. et Jongm.; 5,6 Alloiopteris sp.; 7 Mariopteris acuta Bgt.



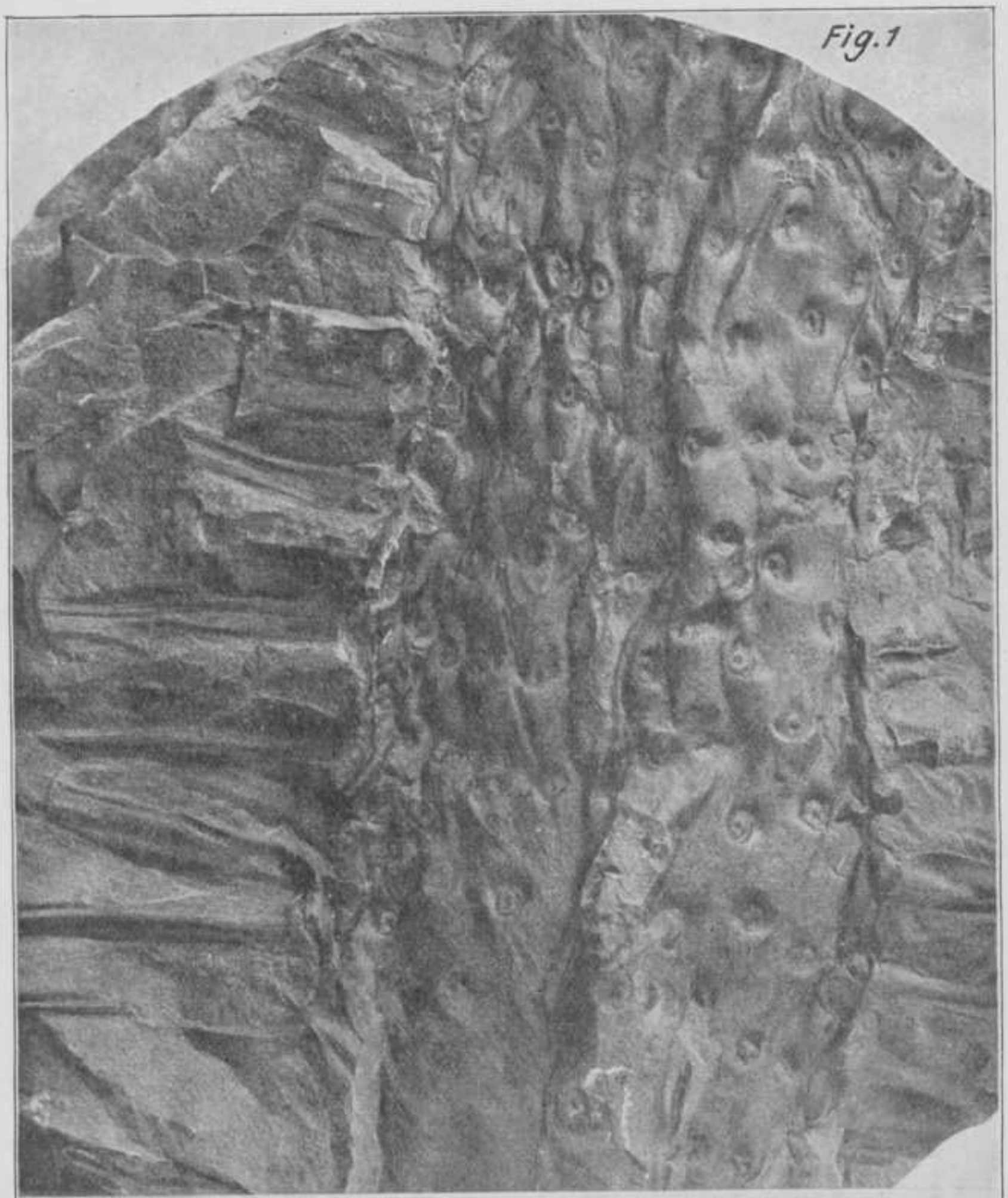
1 Calamites cistiiformis Stur; 2 Neuropteris gigantea Sternb.; 3 N. Schlehani Stur; 4 Sigillaria elegans Bgt.



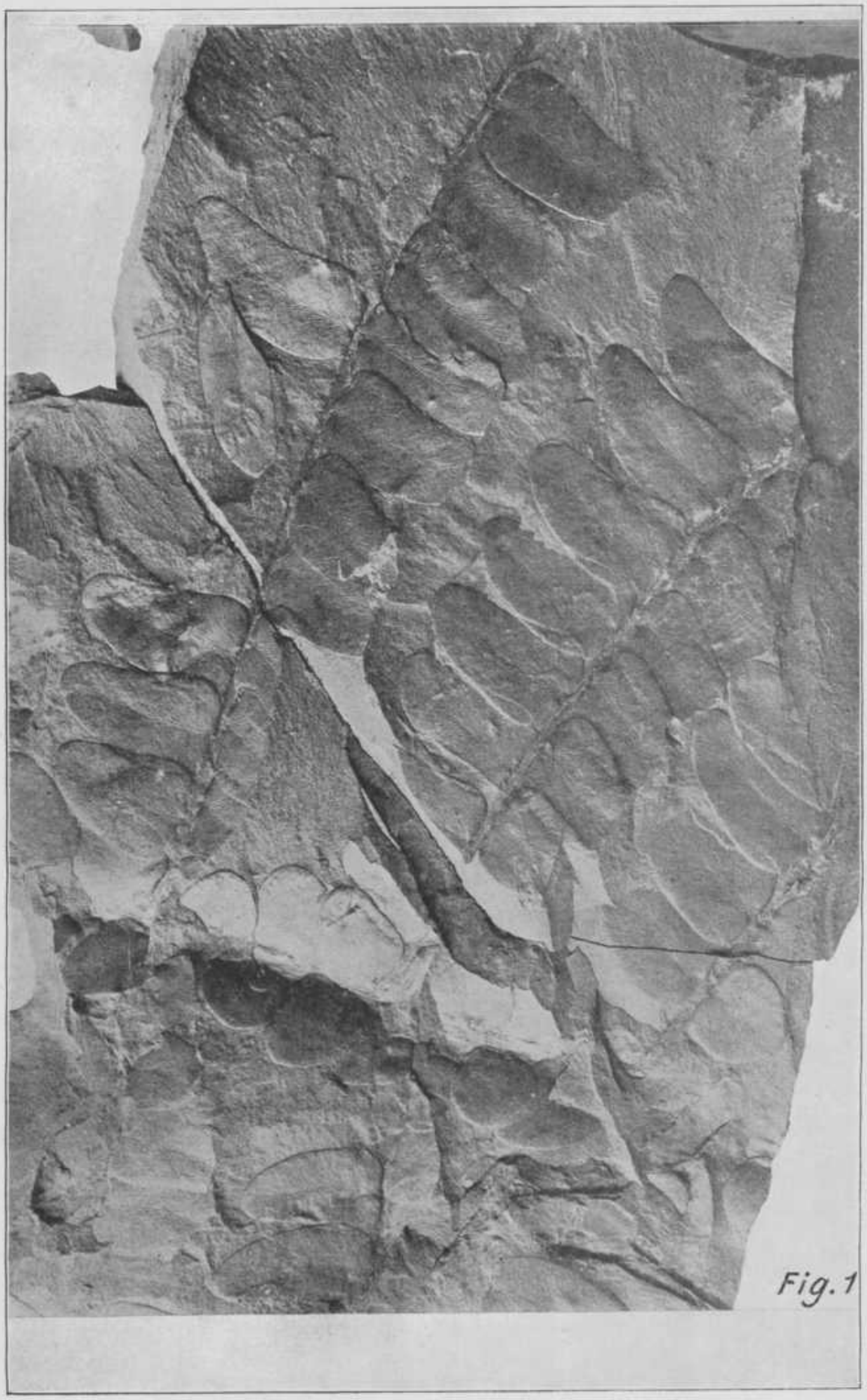
1 Sphenopteris hollandica Goth. et Jong.:
2 Adiantites sessilis von Roehl.



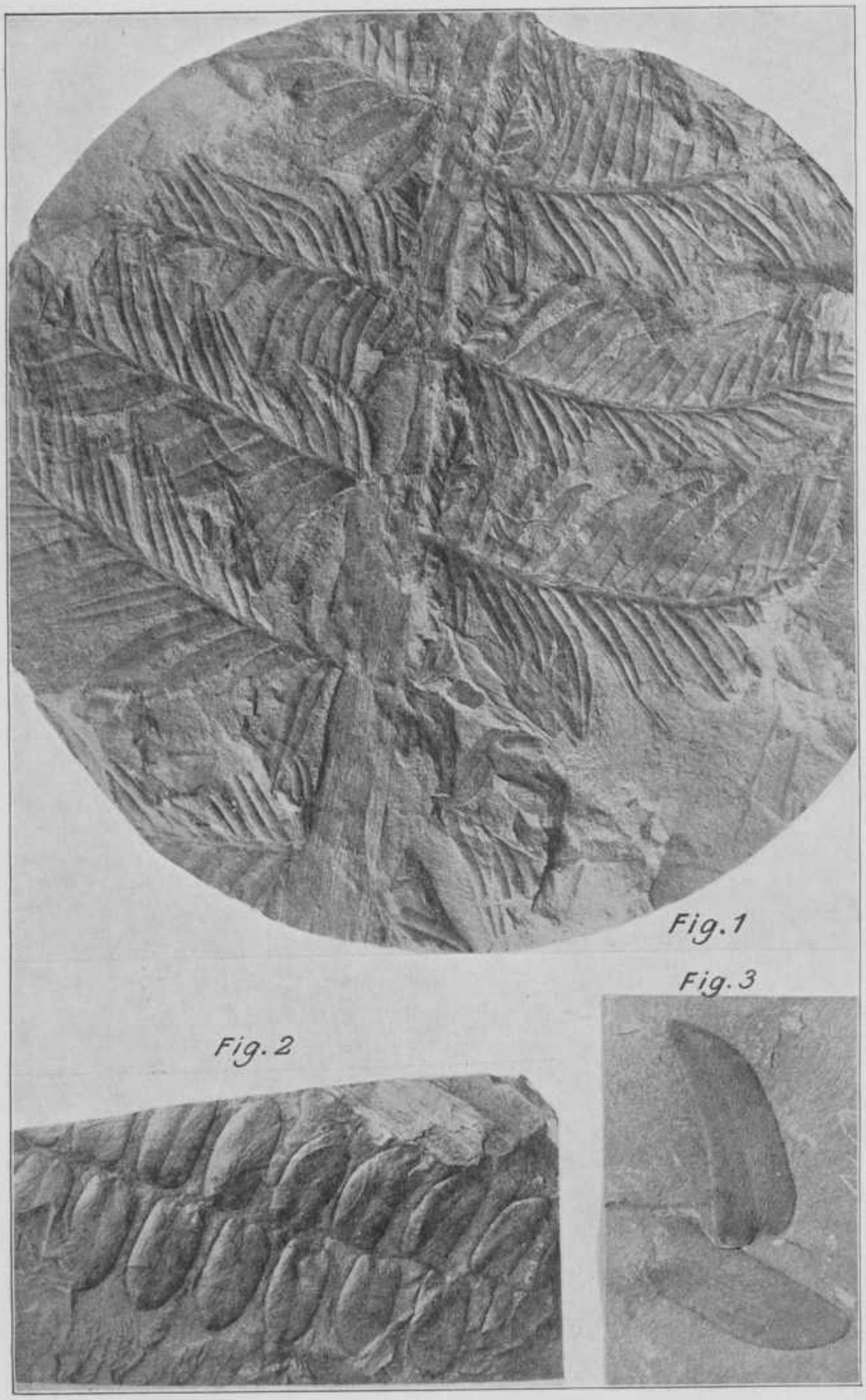
1 Sphenopteris Hoeninghausi Bgt.; 2 id. forma laxa.



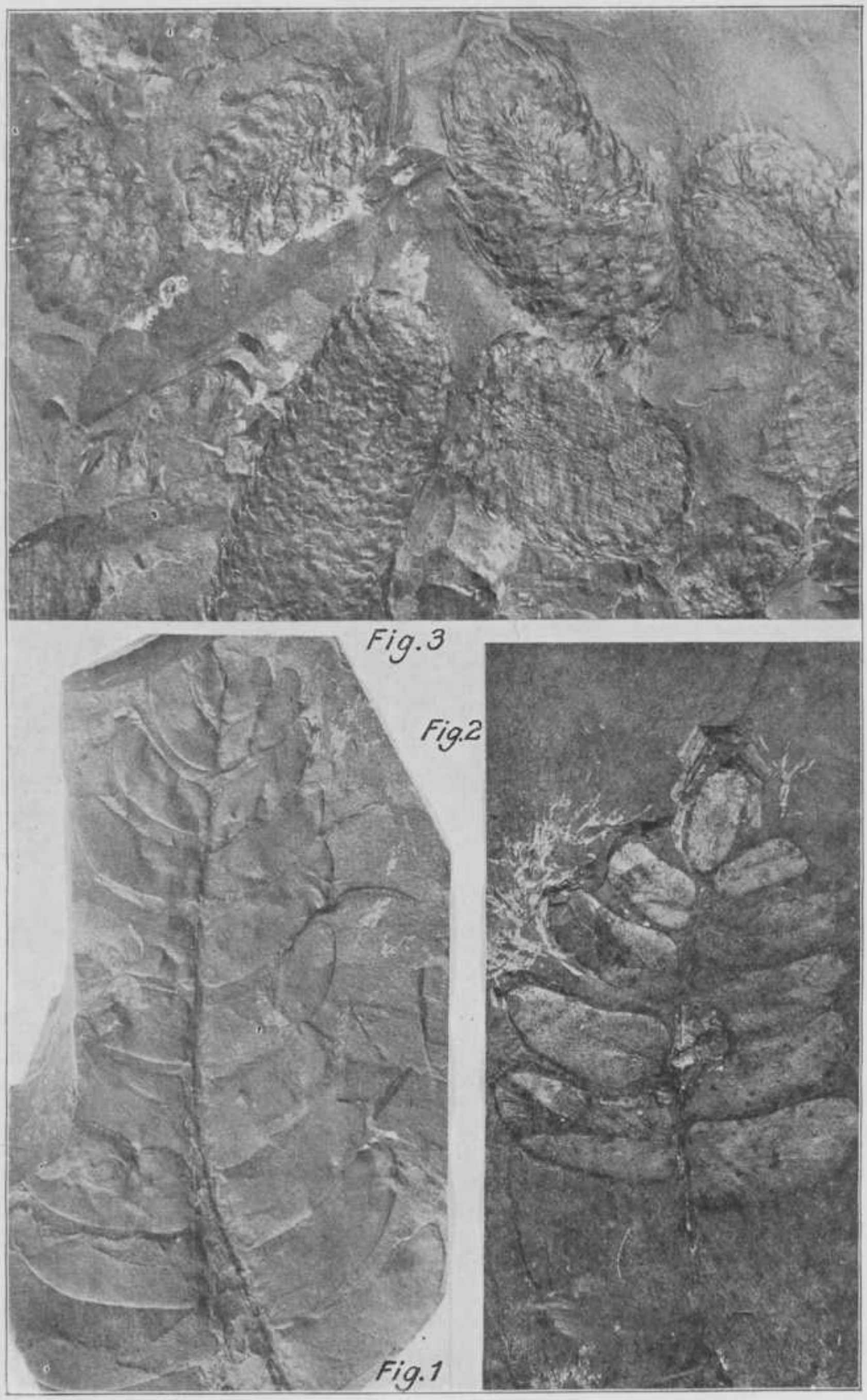
1 Stigmaria ficoides Sternb.; 2 Cordaites Delvali Renier.



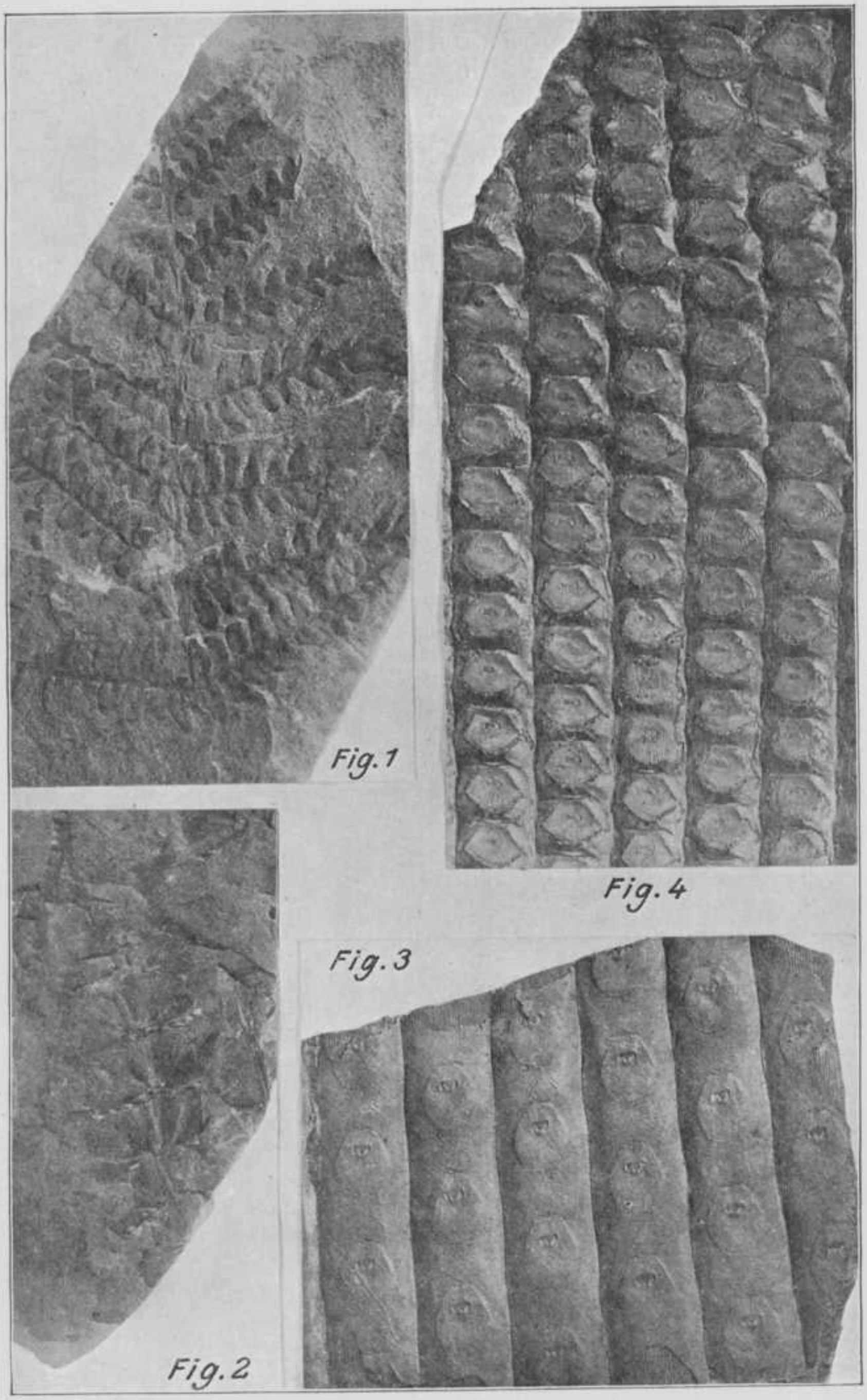
1 Neuropteris gigantea Sternb.



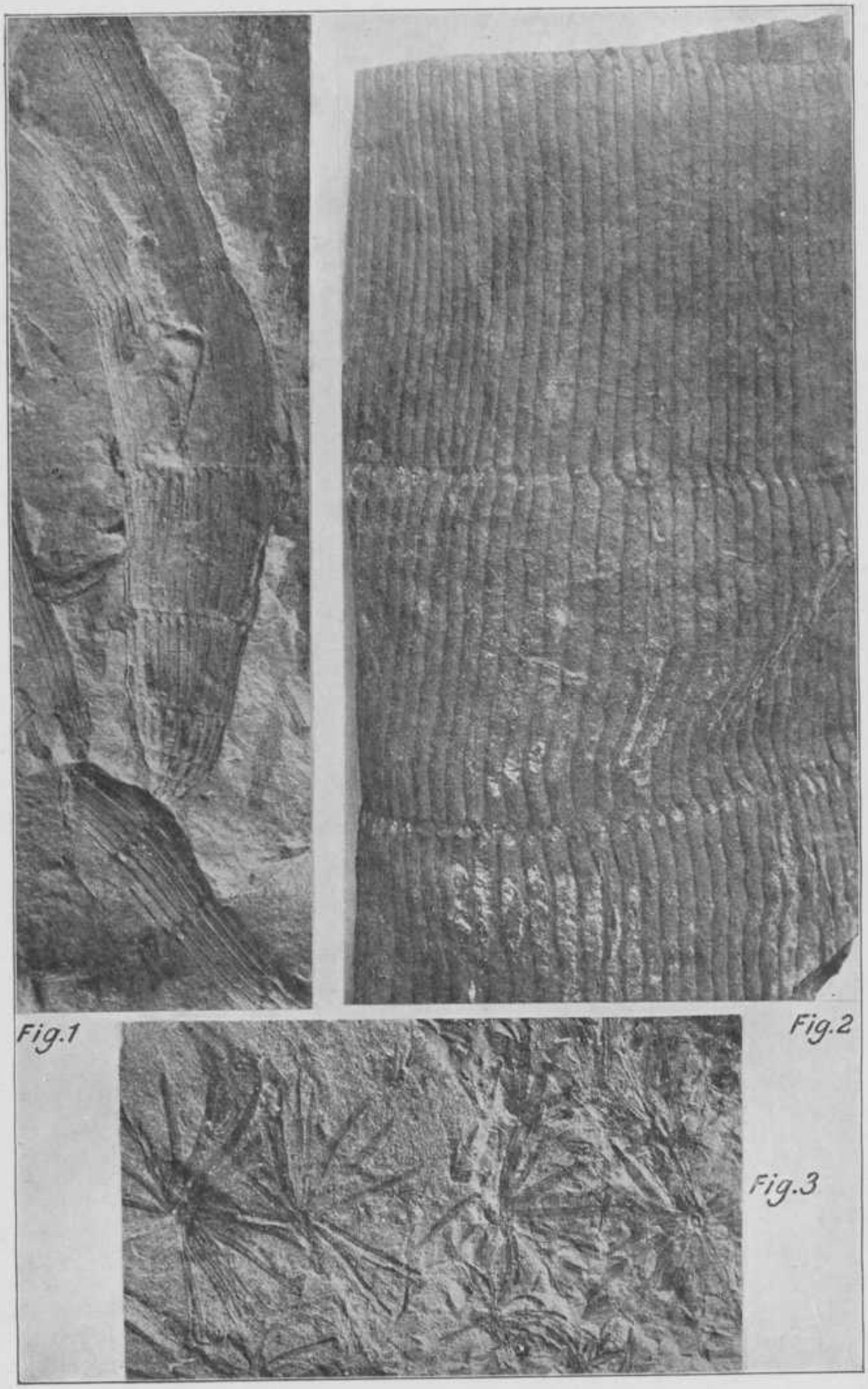
1 Alethopteris lonchitica Schl.; 2 Neuropteris gigantea Sternb.;
3 Linopteris neuropteroides Gutb.



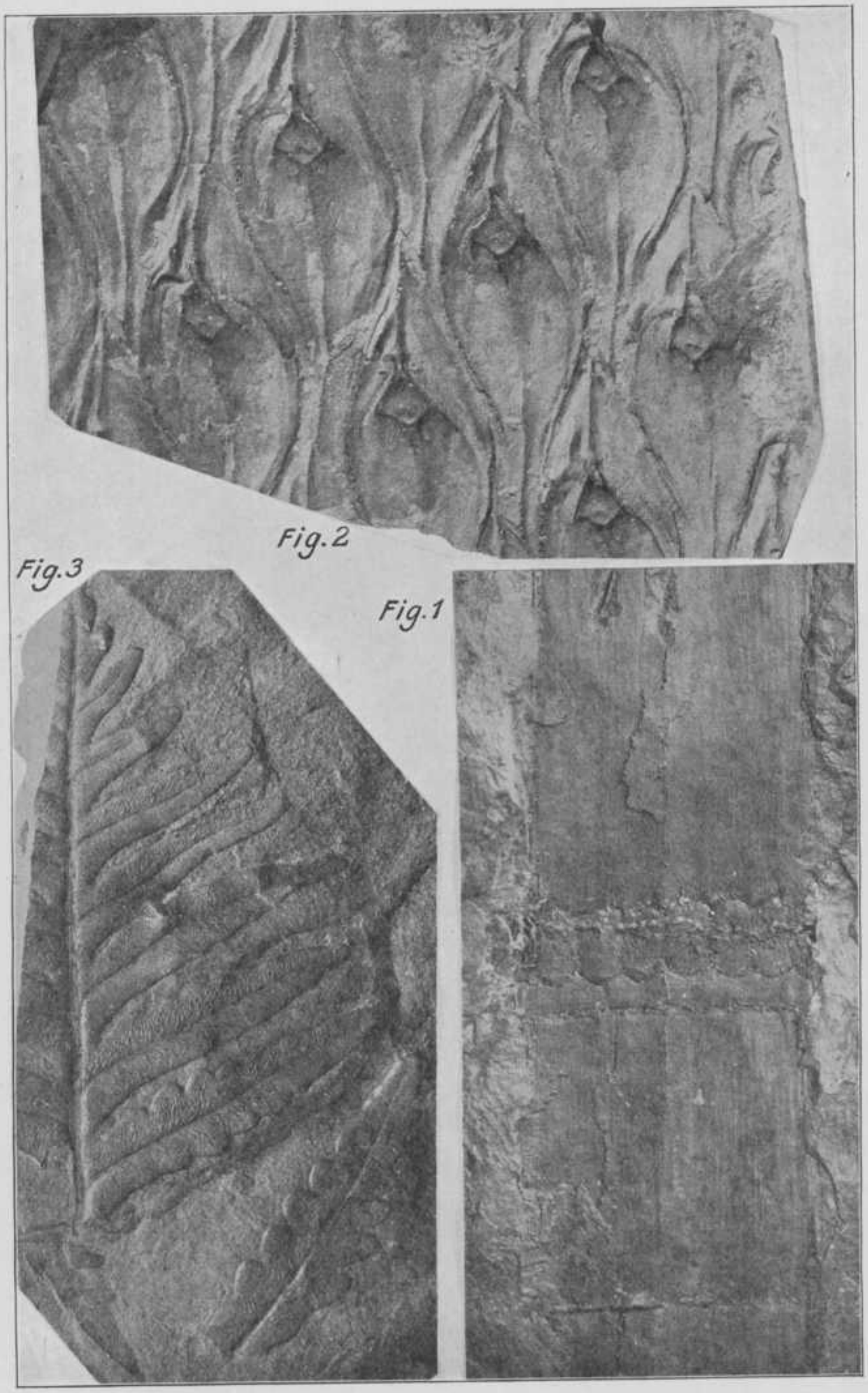
1 Linopteris neuropteroides Gutb.; 2 Neuropteris gigantea Sternb.;
3 Lepidostrobus ornatus Bgt.



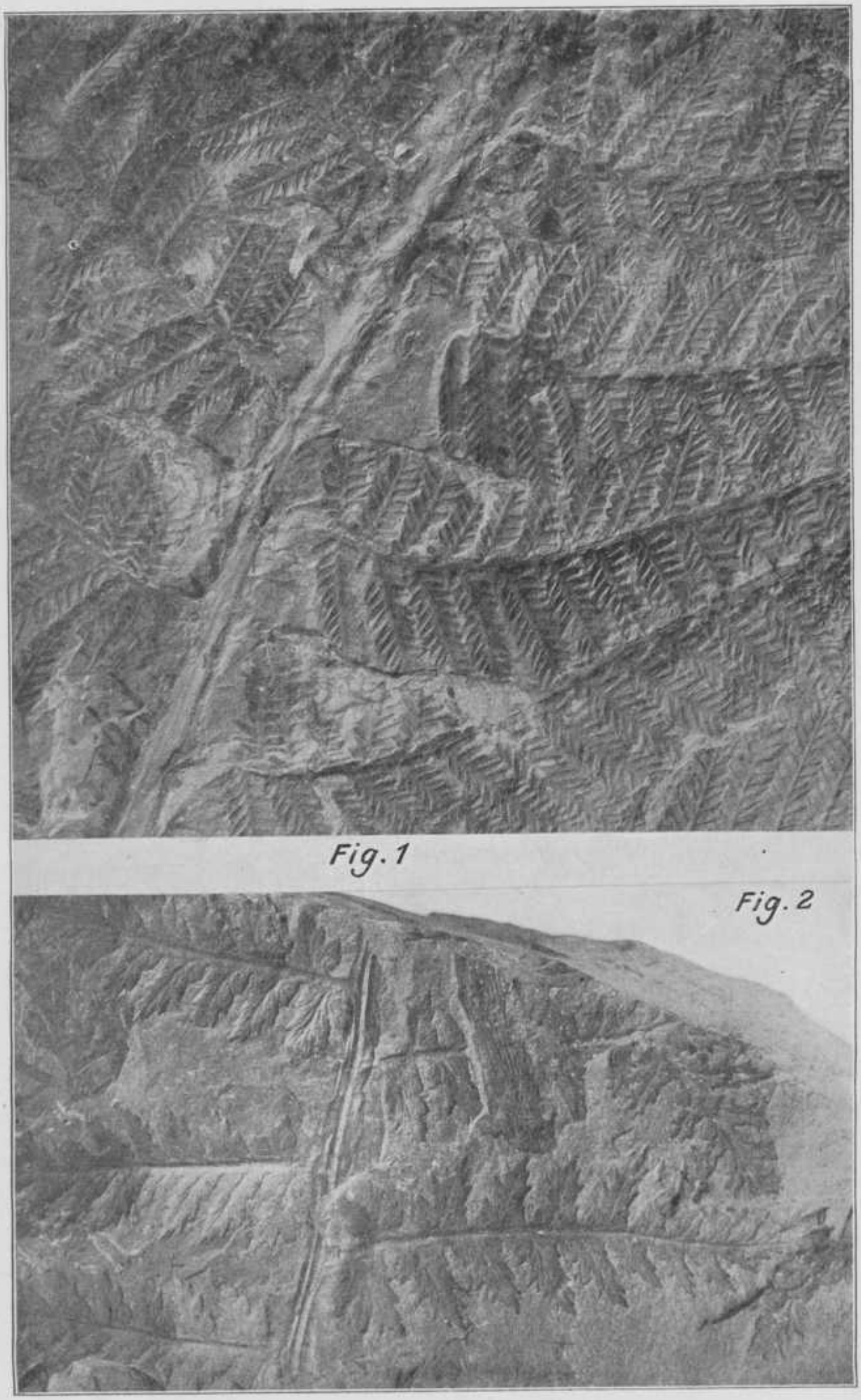
1 Neuropteris microphylla Bgt.; 2 Sphenophyllum cuneifolium Sternb.:
3 Sigillaria ovata Sauveur; 4 Sigillaria Boblayi Bgt.



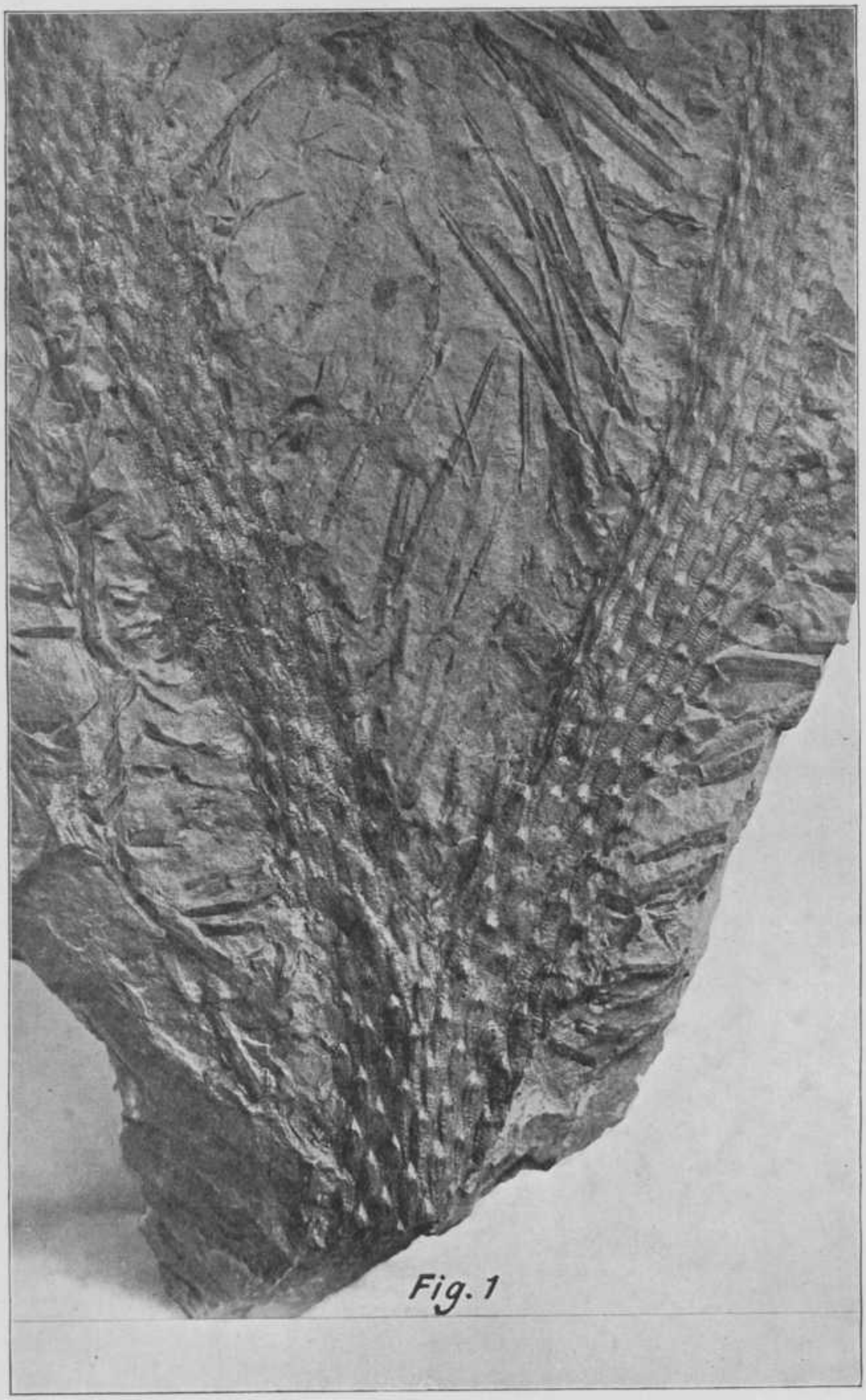
1 Calamites Suckowi Bgt.; 2 C. undulatus Sternb.;
3 Annularia radiata Bgt.



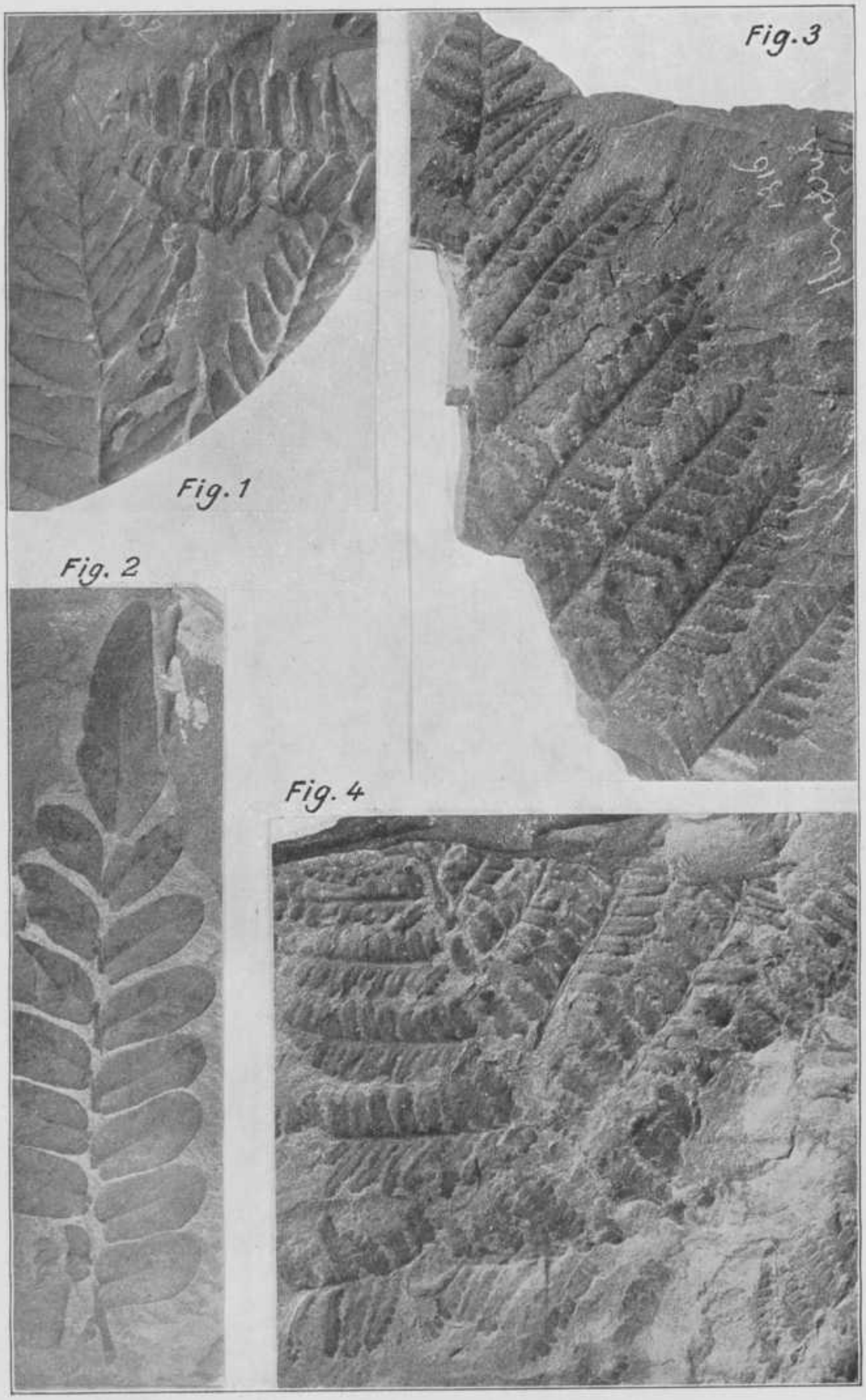
1 Calamites Sachsei Stur; 2 Lepidodendron aculeatum Sternb.;
3 Lonchopteris rugosa Bgt.



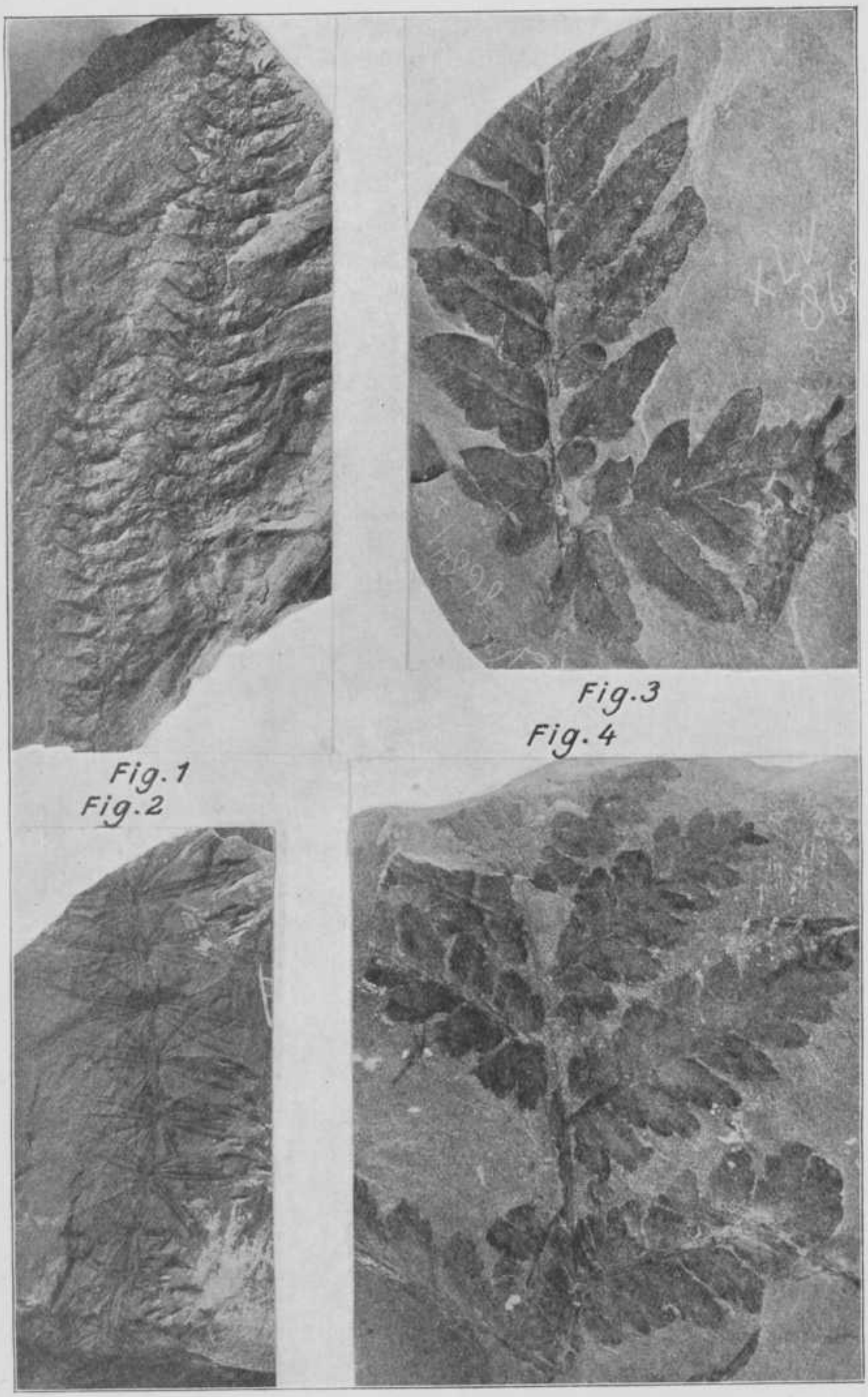
1 Dactylotheca plumosa Artis; 2 Mariopteris Daviesi Kidston.



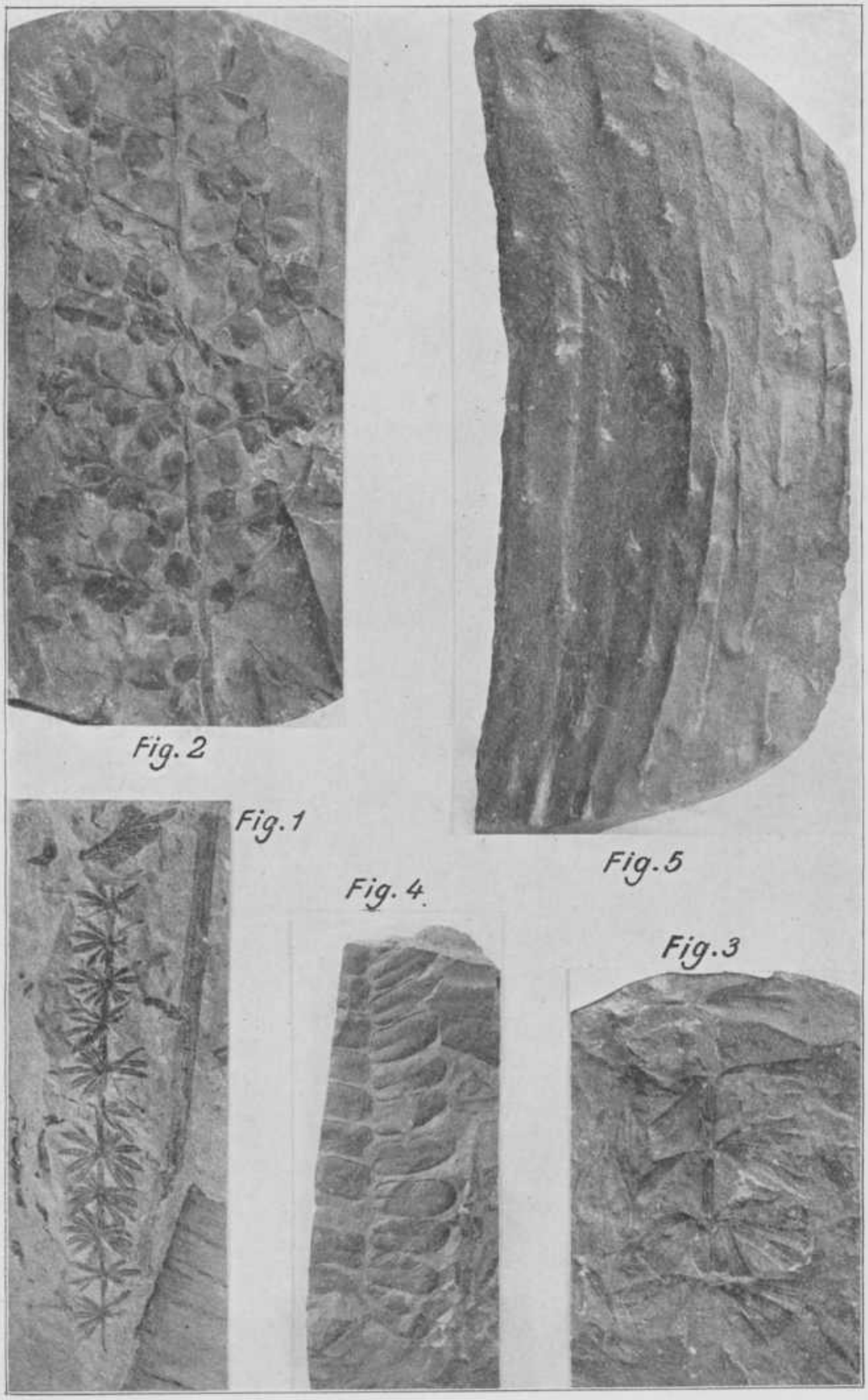
1 Lepidodendron Wortheni Lesq.



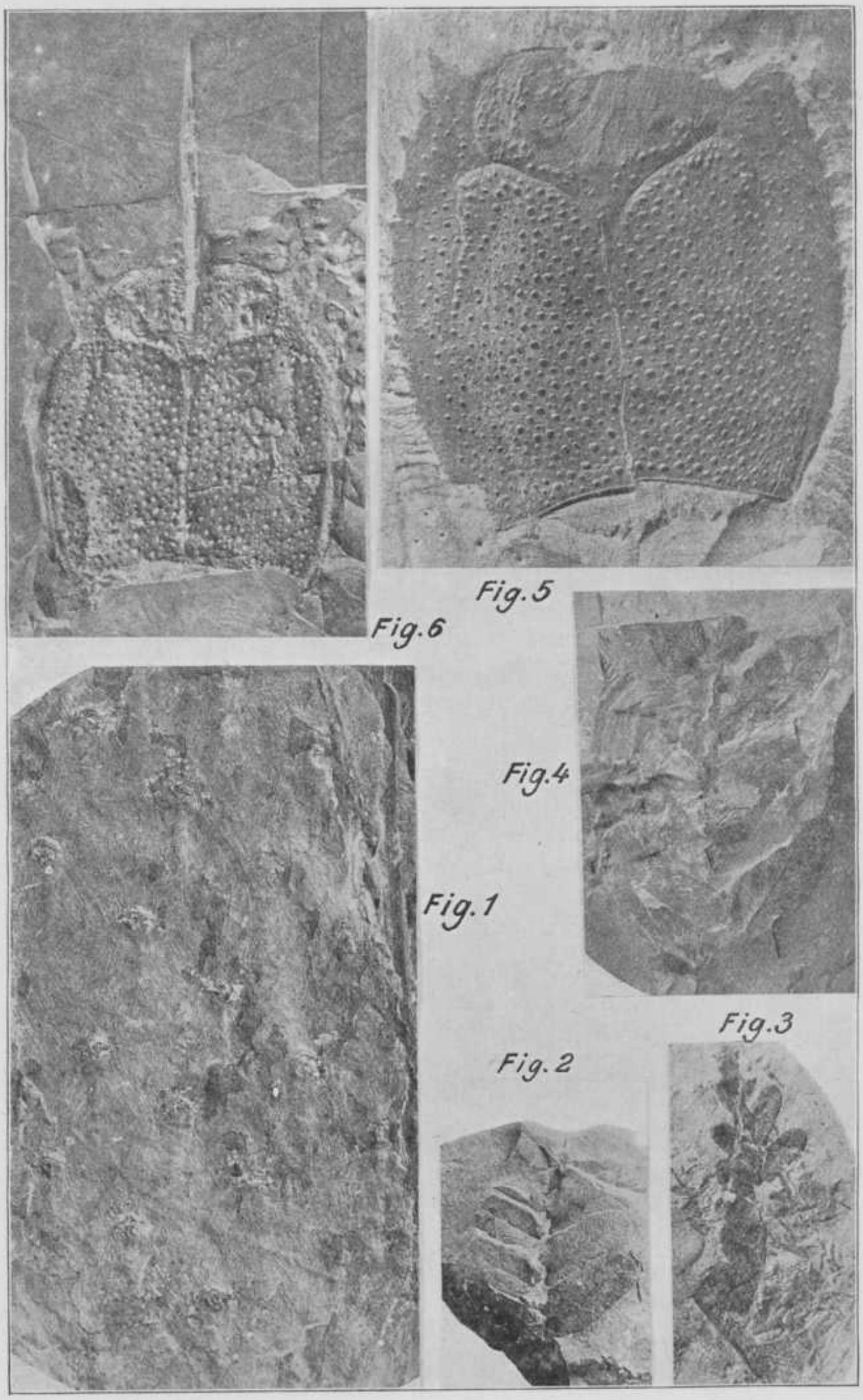
1 Neuropteris callosa Lesq.; 2 N. tenuifolia Schl.;
3,4 Zeilleria avoldensis Stur.



1,2 Asterophyllites equisetiformis Schl.; 2 Mariopteris Sauveuri Stur;
4 M. latifolia Bgt.



1 Annularia microphylla Sauveur; 2 Sphenopteris striata Gothan;
3 Sphenophyllum majus Bronn; 4 Neuropteris rarinervis Bunb.;
5 Asolanus camptotaenia Wood.



1 Asolanus camptotaenia Wood; 2,3,4 Linopteris Münsteri Eichw.;
5,6 Anthrapalaemon Grossarti Salter.

FIGURENVERKLARING.

PLAAT I.

Fig. 1, 2. **Sphenopteris Gulpeniana.** Gothan et Jongm. **nov. spec.**; Fig. 1A en 2 zijn 3 maal vergroot. Boring Gulpen, 567 en 580 m.; Gulpen-groep.

Da diese Art bis jetzt noch nicht beschrieben wurde, lasse ich hier die von Gothan und mir verfasste Beschreibung folgen:

Die Blättchen sind im Umriss länglich-ellipsoidisch, etwas zugespitzt, in jedem Lappen eine Ader. Oberfläche bei stärkerer Vergrösserung deutlich eine stark ausgeprägte, radial auseinander gehende feine Streifung zeigend, viel feiner als etwa die von **Sphenopteris striata.** Sporangientragende Teile wurden nicht gefunden, doch dürfte die Pflanze wohl eher ein Farn als eine Pteridosperme sein.

Fig. 3, 4. **Gulpenia limburgensis** Gothan et Jongm. **nov. gen. nov. spec.** Fig. 3 en 4A × 3. Fig. 3 bebladerd stammetje, Fig. 4 geïsoleerd blaadje. Boring Gulpen, bij 566—570 m.; Gulpen-groep.

Beschreibung: Blättchen mit ca. 0,5 cm. langen, handförmig zerschlitzten Spreiten, die sich nach oben keilförmig stark verbreitern, unten öfter eine Art breit-stielförmige Basis zeigen. Die Lappen zeigen oft eine einmalige, auch zweimalige Gabelung, sodass die Blätter sehr häufig einen Sphenophyllum-artigen Eindruck machen. Die Blätter sitzen jedoch nicht in Quirlen, sondern sie haften in spiraliger Verteilung den Stengeln an und zwar ziemlich dicht über einander, so dass ein Teil der oberen Blätter von den unteren teilweise verdeckt wird.

Fig. 5, 6. **Alloiopteris** sp. Fig. 5 Sphenopteridisch (× 3), Fig. 6, 6A Pecopteridisch (6A × 3); Boring Gulpen, 583 m.; Gulpen-groep.

Fig. 7. **Mariopteris acuta** Bgt. Boring LVIII, Kelmont, bij 379 m.; Epen-groep.

PLAAT 2.

Fig. 1. **Calamites (Mesocalamites) cistiiformis** Stur; met doorloopende ribben. Boring Gulpen bij 139 m.; Epen-groep.

Fig. 2. **Neuropteris gigantea** Sternb. Boring 110, Over-Eys, bij 322 m.; Epen-groep.

Fig. 3. **Neuropteris Schlehani** Stur. Domaniale Mijn, boven Laag Finefrau; Baarlo-groep.

Fig. 4. **Sigillaria elegans** Bgt. Domaniale Mijn, boven Laag Finefrau; Baarlo-groep.

PLAAT 3.

Fig. 1. **Sphenopteris hollandica** Gothan et Jongm. **nov. spec.** Boring LIII, Kelmont, 344 m.; Epen-groep.

Beschreibung: Gehört zur Gruppe **Eusphenopteris.** Kann nur mit **S. Sauveuri** Crépin und **S. Michaeliana** Gothan verglichen werden. Besonders eng sind die Beziehungen zu der letztgenannten. Die Fiedernabschnitte besitzen jedoch eine mehr umgekehrt keilförmige Form entgegen den mehr parallelrandigen von **S. Michaeliana,** ferner haben sie einen kürzeren, breiteren, abgerundeten Endlappen; auch die Abschnitte sind mehr abgerundet-abgestumpft und schliesslich sind die Abschnitte dichter zusammengedrängt.

Fig. 2. **Adiantites sessilis** von Roehl. Boring XLIII, Nuth, 311 m.; Baarlo-groep.

PLAAT 4.

Fig. 1. **Sphenopteris Hoeninghausi** Bgt. Oranje Nassau, Mijn IV, 250 m. verdieping, boven Lg. B; Wilhelmina-groep. Gedrongen vorm. Lyginopteris-structuur der rachis.

Fig. 2. **Sphenopteris Hoeninghausi.** Bgt. forma **laxa.** Boring LVI, Wynandsrade, 385 m.; Baarlo-groep.

PLAAT 5.

Fig. 1. **Stigmaria ficoides** Sternb. Boring S. M. LI, Oirsbeek bij 485 m. Overal voorkomend. Rhizoom met appendices.

Fig. 2. **Cordaites Delvali** Renier. Mijn Julia, boven Laag VIII; Wilhelmina-groep. Van andere Cordaiten verschillend door de boven afgestompte en breede bladeren. Het hier afgebeelde is slechts een zeer klein exemplaar.

PLAAT 6.

Fig. 1. **Neuropteris gigantea** Sternb. Mijn Oranje Nassau I, boven Lg. B; Wilhelmina-groep. Het exemplaar toont de sikkelvormig gekromde vorm der blaadjes en de cyclopteroïde blaadjes langs de rachis.

PLAAT 7.

Fig. 1. **Alethopteris lonchitica** Schl. Boring 21, Swalmen, Peelgebied, bij 690 m.; Hendrik-groep. Het exemplaar is merkwaardig door het voorkomen van aphlebia-achtige blaadjes.

Fig. 2. **Neuropteris gigantea** Sternb. Mijn Emma, 325 m. verd., Laag II; Hendrik-groep. De blaadjes hebben parallelle randen en staan loodrecht op de rachis.

Fig. 3. **Linopteris neuropteroides** Gutb. Boring Oranje Nassau A; Wilhelmina-groep. De blaadjes lijken in vorm op die van **Neuropteris gigantea** op plaat 6, de nervatuur is echter netvormig.

PLAAT 8.

Fig. 1. **Linopteris neuropteroides** Gutb. Mijn Wilhelmina, boven Lg. X; Wilhelmina-groep. De vin bezit geen eindblaadje, maar eindigt in twee blaadjes.

Fig. 2. **Neuropteris gigantea** Sternb. Boring S. M. LIII, Kelmont bij 412 m.; Epen-groep. Ook hier eindigt de vin in twee blaadjes, in tegenstelling met de meeste **Neuropteris**-soorten, waarbij de vin een duidelijk eindblaadje bezit (verg. plaat 9, fig. 1; plaat 14, fig. 1, 2 enz.).

Fig. 3. **Lepidostrobus ornatus** Bgt. Mijn Julia, boven Laag VIII; Wilhelmina-groep.

PLAAT 9.

Fig. 1. **Neuropteris microphylla** Bgt. Mijn Maurits, 455 m. verd., boven Lg. XIV; Wilhelmina-groep. Kleine blaadjes en langgerekte eindblaadjes.

Fig. 2. **Sphenophyllum cuneifolium** Sternb. Mijn Wilhelmina. boven Lg. V; Wilhelmina-groep.

Fig. 3. **Sigillaria ovata** Sauveur. Mijn Oranje Nassau, Lg. V; Wilhelmina-groep.

Fig. 4. **Sigillaria Boblayi** Bgt. Mijn Oranje Nassau, Lg. B; Wilhelmina-groep.

PLAAT 10.

Fig. 1. **Calamites Suckowi** Bgt. Mijn Maurits, Schacht I, 327—328 m., boven Lg. I; Hendrik-groep.

Vertakking van een stam (waarschijnlijk van een onderaardsch deel, echter geen rhizoom). De secundaire stam begint met een eigenaardig kegelvormig versmald gedeelte.

Fig. 2. **Calamites undulatus** Sternb. Mijn Maurits, 391 m. verd., boven Laag IX; Wilhelmina-groep. Bovengrondsche stam.

Fig. 3. **Annularia radiata** Bgt. Boring S. M. II, 466—472 m.; Hendrik-groep. Bladeren van **Calamites.**

PLAAT 11.

Fig. 1. **Calamites Sachsei** Stur. Mijn Julia, Schacht II, 376—377, boven Lg. IX (Groot Athwerk); Wilhelmina-groep. Dit exemplaar toont de bijna gladde oppervlakte der stammen; aan een internodium duidelijk in kransen geplaatste takindrukken; de ribben, welke op de vorige figuren zoo duidelijk uitkomen, schemeren hier slechts door. De stammen op plaat 10 zijn de opvullingen der centrale holten der Calamiten en toonen de oppervlakte der stammen niet.

Fig. 2. **Lepidodendron aculeatum** Sternb. Mijn Emma, 325 m. verd. onder Lg. V Oost; Hendrik-groep. Exemplaar met buitengewoon groote bladkussens, waarop de eigenlijke bladindrukken duidelijk zichtbaar zijn.

Fig. 3. **Lonchopteris rugosa** Bgt. Mijn Emma, Schacht I, bij 240 m., tusschen Lg. II en III; Hendrik-groep. Deze plant lijkt in habitus veel op **Alethopteris,** ze is echter gekenmerkt door de anastomoseerende nervatuur.

PLAAT 12.

Fig. 1. **Dactylotheca plumosa** Artis. Mijn Oranje Nassau, Laag B; Wilhelmina-groep. Gedeelte van een groot blad met meerdere vinnen. Waar deze vinnen op de rachis zijn ingeplant, ziet men de sterk vertakte aphlebien.

Fig. 2. **Mariopteris Daviesi** Kidston. Mijn Emma, 259 m. verd., Laag VII; Wilhelmina-groep.

PLAAT 13.

Fig. 1. **Lepidodendron Wortheni** Lesq. Mijn Emma, Laag B; Hendrik-groep. Stam met lange bladen. De bladkussens zijn bij deze vormen niet zoo scherp omgrensd als bij **L. aculeatum.**

PLAAT 14.

Fig. 1. **Neuropteris callosa** Lesq. Boring S. M. XIX, bij 462 m.; Maurits-groep.

Fig. 2. **Neuropteris tenuifolia** Schl., Mijn Maurits, 455 m. verd., onder Lg. V; Hendrik-groep.

Fig. 3, 4. **Zeilleria avoldensis** Stur. Mijn Hendrik; fig. 3. Noord. Laadplaats 316 m. verd. of onder Lg. III; fig. 4, Schacht I, 311—313 m., evenzoo onder Laag III; Hendrik groep. Fig. 3 is steriel, daarentegen vertoont fig. 4 de sporangien, vooral in de rechter bovenhelft der figuur.

PLAAT 15.

Fig. 1, 2. **Asterophyllites equisetiformis** Schl. Fig. 1, Mijn Oranje Nassau, Laag B; Wilhelmina-groep; Fig. 2, Mijn Hendrik, Schacht II, 322—324 m. of onder Lg. III; Hendrik-groep. Fig. 2 een bebladerd takje, fig. 1 de daarbij behoorende sporenaar.

Fig. 3. **Mariopteris Sauveuri** Stur. Boring S. M. XLV, Jabeek, bij 868, 5 m.; Jabeek-groep.

Fig. 4. **Mariopteris latifolia** Bgt. Mijn Maurits, Schacht II, 337—341 m.; Hendrik-groep.

PLAAT 16.

Fig. 1. **Annularia microphylla** Sauveur. Mijn Emma, Laag B; Hendrik-groep.

Fig. 2. **Sphenopteris striata** Goth. Boring S. M. VII, Wolfhagen (Schinnen), 349 m.; Hendrik-groep.

Fig. 3. **Sphenophyllum majus** Bronn. Boring S. M. II, 718—721 m.; Hendrik-groep.

Fig. 4. **Neuropteris rarinervis** Bunb. Mijn Hendrik, 316 m. verd.; boven Lg. B; Maurits-groep.

Fig. 5. **Asolanus camptotaenia** Wood. Boring S. M. XL, Bingelrade, 519 m.; Jabeek-groep. Steenkern behoorende bij de afdruk, plaat 17, fig. 1. Deze stammen zijn verwant met **Bothrodendron, Pinakodendron** en vormen een bepaalde groep der **Sigillariaceae** sensu gener.

PLAAT 17.

Fig. 1. **Asolanus camptotaenia** Wood.

Fig. 2, 3, 4. **Linopteris Münsteri** Eichw. Boring XLV, Jabeek, bij 1064 m.; Jabeek-groep. In habitus lijkt deze plant op de **Neuropteris**-soorten met duidelijke eindblaadjes. Ook in dit geval is de nervatuur echter netvormig. De anastomosen zijn echter minder regelmatig, dan bij **Linopteris neuropteroides.**

Fig. 5, 6. **Anthrapalaemon Grossarti** Salter. Mijn Hendrik, boven Lg. XIV; Wilhelmina-groep. Fig. 5 toont het carapax en de stekels langs de zijranden; Fig. 6 het boveneinde van het dier met het lange rostrum.

LITERATUURLIJST. *)

I. GEOLOGIE.

Algemeene geologie.

Dr. B. G. Escher. De gedaante-veranderingen onzer aarde". Derde druk, 1927. Maatschappij voor Goede en Goedkoope Lectuur. . . . . *f* 5,25

E. Haug. „Traité de Géologie", 1921.
Deel I. „Les phénomènes géologiques" (algemeene geologie). Paris, Colin . . . . . frcs 40,—
Deel II. „Les périodes géologiques (stratigrafie en historische geologie, 3 banden). Paris, Colin. . . . . frcs 80,—

E. Kayser. „Lehrbuch der Geologie".
Deel I. Lehrbuch der Allgemeinen Geologie".
Bd I, 7e en 8e druk, 1923. Stuttgart, Enke. Ing. R.M. 25,20
Geb. R.M. 28,70
Bd II, 7e en 8e druk, 1923. Stuttgart, Enke. Ing. R.M. 15,20
Geb. R.M. 18,70
Deel II. „Lehrbuch der Geologischen Formationskunde".
Band III, 6e—7e druk, 1923 . . . . Ing. R.M. 20,50
Geb. R.M. 24,—
Band IV. 6e—7e druk, nog niet verschenen.

Th. C. Chamberlin and R. D. Salisbury. „Geology".
Deel I. „Geologic processes and their results" (algemeene geology), 1904 . . . . . 24 sh net
Deel II. „Earth History" Genesis-Paleozoic, 1905. . 24 sh net
Deel III. „Earth History" Mesozoic-Cenozoic, 1906 . 24 sh net

M. Neumayr. Erdgeschichte.
Bd. I, Dynamische Geologie, 1920 . . . . . R.M. 16,—

P. Lake and R. H. Rastall. A text-book of Geology. 3rd Edition . . . . . 21 sh

Wind.

J. Walther. „Das Gesetz der Wüstenbildung", 4e druk, 1924. Leipzig, Quelle und Meyer. . . . . R.M. 16,—

F. Solger, P. Graebner e.a. „Dünenbuch", 1910. Stuttgart, Enke . . . . . R.M. 11,20

IJs.

H. Hess. „Die Gletscher", 1914. Braunschweig Vieweg. R.M. 18,—

*) De prijzen zijn welwillend verstrekt door den Boekhandel Waltman te Delft.

W. H. Hobbs. „Characteristics of Existing Glaciers" 1911 . . . . . 17 sh net
W. B. Wright. „The Quaternary Ice Age", 1914. . 21 sh net

Vulkanisme.

R. A. Daly. „Igneous Rocks and their origin", 1914. . 25 sh
F. v. Wolff. „Der Vulkanismus", 1e deel, 1914. Stuttgart, Enke. . . . . R.M. 27,30
F. v. Wolff. „der Vulkanismus", 2e deel, 1e helft, 1923. R.M. 15,70
S. J. Shand. „Eruptive Rocks". Their Genesis, Composition, Classification and their Relation to Ore-deposits with a Chapter on Meteorites. London, Thomas Murby & Co., 1927 . . . . . 20 sh
G. W. Tyrrell. „The Principles of Petrology" . . . $ 3,25

Aardbevingen.

A. Sieberg. „Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde", 1923 . . . . . R.M. 20,—
De Montessus de Ballore. „La science seismologique", 1907 . . . . . frcs 16,—
De Montessus de Ballore. „Les Tremblements de Terre", 1906. . . . . frcs 12,—
W. H. Hobbs. „Earthquakes, an introduction to seismic geology", 1908 . . . . . 12 sh 6 d
Hobbs-Ruska. „Erdbeben". Eine Einführung in die Erdbebenkunde, 1910. Leipzig, Quelle und Meyer. R.M. 10,—
C. Davison. „The origin of Earthquakes" . . . . 2 sh 6 d

Tektonische geologie.

C. K. Leith. „Structural geology", 1914 . . . . 8 sh 6 d
Bailey Willis. „Geological structures".
L. Kober. „Der Bau der Erde", 1921. . . . . R.M. 17,25

Geomorfologie.

W. M. Davis. „Die erklärende Beschreibung der Landformen", 1924. Leipzig Teubner . . . . . R.M. 13,60
Emm. de Martonne. „Traité de géographie physique", 3e druk, 1926, I en II. Paris, Colin . . . . . frcs 50,—

Praktische geologie.

J. E. Spurr. „Geology Applied to Mining", 1907 . . 8 sh 6 d
F. H. Lahee. „Field Geology", 1923. . . . . 20 sh

Alpen.

Albert Heim. „Geologie der Schweiz". 1919—1922. Leipzig, Tauchnitz . . . . . R.M. 70,—
Deel I. Band I. Molasseland und Juragebirge, 1919.
Deel II. Band II. 1e Ged. Die Schweizer Alpen, 1921.
Deel II. Band II. 2e Ged. Die Schweizer Alpen, 1922. R.M. 81,50
Collet. „Structure of the Alps" . . . . . 16 sh
R. Staub. „Der Bau der Alpen" . . . . . frcs 50,—
L. Kober. „Der Bau der Alpen" . . . . . R.M. 18,—

Nederland.

J. van Baren. „De bodem van Nederland", 1908, aflevering 1—18, (nog niet compleet). Zutphen, Thieme. Per aflevering. . . . . *f* 1,50
Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff & W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht. „Niederlande". Handbuch der Regionalen Geologie. Heft 12. Band 1. 3 Abteilung, 1913 . . . . . R.M. 4,—
Verhandelingen en Verslagen van het Geologisch Mijnbouwk. Genootschap voor Nederland en Koloniën, per deel . . . . . *f* 15,—
Tijdschrift v.h. Kon. Ned. Aardr. Genootschap, Leiden Brill . . . . . Per jaargang *f* 17,50
Dr. F. J. Faber. „Geologie van Nederland. 1926 . *f* 6,25

Nederlandsch-Indië.

Dr. H. A. Brouwer. „The Geology of the Netherlands East Indies . . . . . *f* 7,50
Dr. L. M. R. Rutten. Voordrachten over de Geologie van Oost-Indië. 1927 . . . . . *f* 15,—

II. HISTORISCHE GEOLOGIE.

Elementair.

T. C. Chamberlin and R. D. Salisbury. „Geology, shorter Course". John Murray, London. . . . . 24 sh net
E. Kayser. „Abriss der allgemeinen und stratigraphischen Geologie". Ferd. Enke, Stuttgart . . . . . R.M. 21,50
A. de Lapparant. „Abrégé de Géologie". Masson & Cie. Paris . . . . . frcs 9,50
A. Tornquist. „Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde". Gebr. Borntraeger, Berlin. . R.M. 14,50
Joh. Walther. „Vorschule der Geologie". Gust. Fischer, Jena . . . . . R.M. 5,50

Handboeken.

T. C. Chamberlin and R. D. Salisbury. „Geology II & III", Earth History. John Murray, London . 24 sh net each
A. W. Grabau. „Principles of Stratigraphy". A. G. Seiler & Comp. New York. . . . . $ 7,50
A. W. Grabau. „A Textbook of Geology II". Historical Geology. George G. Harrap & Comp., London . . $ 6,—
E. Haug. „Traité de Géologie". Tome II, Les périodes géologiques. Armand Collin, Paris. 3 banden . . frcs 80,—
E. Kayser. Lehrbuch der Geologie. II. Teil, Geologische Formationskunde. Ferd. Enke, Stuttgart. . . . R.M. 24,—
A. de Lapparent. „Traité de géologie". Vol. II et III. Géologie proprement dite. Masson & Cie., Paris . frcs 38,—
L. V. Pirsson and Ch. Schuchert. „A Textbook of Geology II". Historical Geology. Chapman & Hall, London, John Wiley & Son, New York . . . 12 sh 6 d net

Verzamelwerken.

Joh. Walther. „Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft" . . . . . .
Joh. Walther. „Geschichte der Erde und des Lebens". Veit & Comp., Leipzig . . . . . R.M. 17,50
M. Neumayr u. V. Uhlig. „Erdgeschichte II". Bibliographisches Institut. Leipzig, Wien . . . . . .

III. PALAEONTOLOGIE.

Elementair.

J. Felix. „Die Leitfossilien aus dem Pflanzen- und Tierreich etc." Veit & Comp., Leipzig . . . . . R.M. 8,—
H. W. Shimer. „An Introduction to the Study of Fossils". Mac Millan Comp., New-York . . . . . 12 sh 6 d net
G. Steinmann. „Einführung in die Palaeontologie". Wilh. Engelmann, Leipzig . . . . . R.M. 15,20
H. H. Swinnerton. „Outlines of Palaeontology". Edw. Arnold & Cy., London . . . . . 30 sh net

Handboeken.

E. Koken. „Die Leitfossilien". Tauchnitz, Leipzig. R.M. 16,—
H. Potonié und W. Gothan. „Lehrbuch der Palaeobotanik". Gebr. Borntraeger, Berlin. . . . . R.M. 24,—
G. Steinmann L. Döderlein. „Elemente der Palaeontologie". Wilh. Engelmann, Leipzig . . . . R.M. 12,50
Karl A. Zittel. Handbuch der Palaeontologie. Unter Mitwirkung v. A. Schenk.
1. Abth., Palaeozoologie. I. 1876—1880; II. 1881—1885; III. 1887—1890; IV. 1891—1893.
2. Abth. Palaeophytologie. Band I. 1890.

K. A. von Zittel. „Grundzüge der Palaeontologie". R. Oldenbourg, München, Leipzig.
1e Abt. Invertebrata 1924. . . . . R.M. 19,—
2e Abt. Vertebrata 1923 . . . . . R.M. 19,—

IV. ERTSKUNDE.

A. ECONOMISCHE EN PRACTISCHE GEOLOGIE.

Algemeen.

L. de Launay. „Traité de metallogènie gîtes minéraux et métallifères" (1913) . . . . . frcs 90,—
Beyschlag-Krusch-Vogt. „Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine I-II" (1922) (Enke-Stuttgart) . . . . . R.M. 51,80
W. Lindgren. Ore deposits (1922). . . . . .
O. Stutzer. „Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterze II" . . . . . R.M. 37,40
Beck-Berg. Abrisz der Lehre von den Erzlagerstätten (1922) . . . . . R.M. 15,30
Stelzner-Bergeat. „Die Erzlagerstätten". 2 Bd. 1904—1906 . . . . . R.M. 63,—
Emmons. Textbook of general economic geology (1922)
Emmons. Principles of economic geology (1918) . Sh 30,—
K. Keilhack. Lehrbuch der praktische Geologie (Enke-Stuttgart). 2 Bd. . . . . R.M. 46,40
S. F. Emmons. The secondary enrichment of ore deposits (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXX (1900) . . . . . .
F. v. Posepny. The genesis of ore deposits. . . . .
W. Lindgren. Metasomatic processes in fissure veins (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXX (1900) . . . . . .
J. F. Kemp. The role of igneous rocks in the formation of veins (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXI (1901) . . . . . .
W. H. Weed. The influence of country rocks on mineral veins (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXI (1901) . . . . . .
W. H. Emmons. The enrichment of ore deposits (U. S. Geological Survey Bulletin 625) (1917) . . . . .
W. Lindgren. The genesis of the copper deposits of Clifton Morenci, Arizona (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXV (1904) . .
F. L. Ransome. The geology and the copper deposits of Bisbee Arizona (Transactions of the American Institute of Mining Engineers). Vol. XXXIV (1903) . . . .

Petroleum en Steenkool (zie voor Petroleum ook onder VI, Metallurgie).

E. Blumer. Die Erdöllagerstätten usw. (Enke-Stuttgart). R.M. 17,—
E. H. Cunningham Craig. Oilfinding (Arnold-London) . . . . . 8 sh 6 d
W. H. Emmons. Geology of petroleum (McGraw Hill, London & New York) . . . . . 36 sh
H. Potonié. Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithen etc. (Borntraeger, Berlin) . . . R.M. 11,40
R. Potonié. Einführung in die Algemeine- und Kohlenpetrographie. 1924 . . . . . R.M. 12,—
De Golyer and others „Geology of saltdome oil-fields".
O. Stutzer. Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterzen II: Allgemeine Kohlengeologie (Borntraeger, Berlin). R.M. 37,50
Beeby Thompson. Oil field development . . . 25 sh net
Beeby Thompson. Coal resources of the world (Morang & Co. Ltd., Toronto, Canada) . . . . . .
C. Engler und H. von Höfer. Das Erdöl. Band II. 1909 . . . . . .

Zoutafzettingen.

H. Everding. Deutschlands Kalibergbau I, Abschnitt: Zur Geologie der deutschen Zechstein Sälze. (Kön. Geol. Landesanstalt, Berlin) (1907) . . . . . R.M. 12,—
A. W. Grabau. Geology of the non-metallic mineral deposits etc. Vol. I: Principles of salt deposition (Mc Graw Hill, London) . . . . . 30 sh

Speciale onderwerpen.

Spurr. The ore magmas (1923) . . . . . .
G. Berg. Mikroskopische Untersuchung der Erzlagerstätten (1915) . . . . . R.M. 9,—
J. Rouh-Brahic. Les gîtes miniers et leur prospection (1919) . . . . . .
P. Krusch. Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten (1921) . . . . . R.M. 23,10
Beeby Thompson. Iron resources of the world. Generalst abens Lithografita anstalt (Stockholm) . . .
H. Schneiderhöhn. Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht . . . . . R.M. 10,—
W. M. Davy and C. M. Farnham. Microscopic examination of the ore minerals . . . . . .
J. Murdoch. Microscopical determination of the opaque minerals . . . . . 8 sh 6 d

R. W. v. d. Veen. Minerography and ore deposition . *f* 12,25
Dr. F. Behrend und Dr. G. Berg. Chemische Geologie. R.M. 40,40

Aanbevolen Tijdschriften.

Economic Geology.
Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineering.
U.S. Geological Survey (Bulletin and professional papers).
Engineering and Mining Journal.

Herkenning van Ertsen.

Plattner. Probierkunst mit dem Lötrohre . . . R.M. 12,—
Weisbach-Kolbeck. Tabellen (Felix, Leipzig) (1923) . . . . . R.M. 5,50
F. von Kobell. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien. R.M. 1,—

B. VERWERKING VAN ERTSEN.

Algemeen.

R. Peele. Mining Engineers handbook . . . . . .

Ertsscheiding.

Richards. Ore dressing (4 dln.) . . . . . 120 sh net
Richards. Textbook of ore dressing . . . . . 36 sh net
Schennen und Jüngst. Lehrbuch der Erz- und Steinkohlen Aufbereitung (Enke, Stuttgart) (1913). Ing. R.M. 30,—
Geb. R.M. 39,—
A. F. Taggart. Handbook of ore dressing. . . . .
S. J. Truscott. Textbook of ore dressing (1923) . 40 sh net
J. Roux Brahic. Préparation mécanique des minéraux (Dunod, Paris) (1922) . . . . . frcs 90,—
C. Bruchhold. Der Flotations-Prozess (Springer, Berlin) (1927) . . . . . R.M. 27,—

V. MINERALOGIE EN PETROGRAFIE.

Max Bauer. „Edelsteinkunde" . . . . . .
H. Behrens. „Tabellen voor het bepalen van mineralen. *f* 2,20
Boeke-Eitel. „Grundlagen der physikalisch-chemische Petrographie" . . . . . R.M. 27,—
W. H. en W. L. Bragg. „X-Rays and Cristal structure". 4e ed. London G. Bell and Sons 1924 . . . . 10 sh 6 d net
G. J. Brush-Penfield. „Manual of Determinative Mineralogy" . . . . . .
H. B. Cornwall. „Blowpipe analyses and determinative Mineralogy" . . . . . 18 sh 6 d net
Daly. „Igneous rocks and their origin" . . . . . 25 sh
E. S. Dana. „A textbook of Mineralogy" . . . . . $ 5,—

E. S. Dana. „A System of Mineralogy". . . . . $ 12,50
C. Doelter. „Physikalisch-Chemische Mineralogie". R.M. 16,—
C. Doelter. „Handbuch der Mineralchemie" . . R.M. 242,—
P. P. Ewald. „Kristalle und Röntgenstrahlen" (Naturwissenschaftliche Abhandlungen-Monographien und Lehrbücher). Berlin, Julius Springer, 1923 . . . . R.M. 26,50
P. Groth. „Einleitung in die chemische Kristallographie". R.M. 6,—
P. Groth-Mieleitner. „Physikalische Kristallographie". . . . . R.M. 11,50
P. Groth. „Tabellarische Uebersicht der Mineralien". R.M. 3,—
Jaeger. „Inleiding tot de Kristalkunde" . . . . .
F. Klockmann. „Lehrbuch der Mineralogie". . R.M. 23,—
C. Hintze. „Mineralogie" . . . . . R.M. 13,—
A. Holmes. „Petrografic Methods and Calculation" . .
A. de Lapparent. „Cours de minéralogie" . . frcs 15,—
Henry A. Miers. „Mineralogy, an introduction to the scientific study of minerals" . . . . . 25 sh net
Plattner-Richter. „Probierkunst mit dem Lötrohre." R.M. 12,—
H. Rosenbusch. „Elemente der Gesteinslehre," von Dr. Osann . . . . . R.M. 32,50
H. Rosenbusch. „Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine". 4e Aufl., 1923 . . . R.M. 32,—
I. Die petrografisch wichtigen Mineralien, bearbeit von Wülfing.
1. Algemeiner Teil (Kristalloptik, etc.) . . R.M. 22,50
2. Specieller Teil (Physiographie) . . . . R.M. 22,50
II. Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine.
1. „Tiefen- und Ganggesteine" . . . . . R.M. 28,50
2. „Erguss-gesteine" . . . . . R.M. 36,50
J. L. C. Schroeder van der Kolk. „Anleitung zur mikroskopischen Kristallbestimmung" . . . . R.M. 2,40
J. L. C. Schroeder van der Kolk. „Tabellen zur mikroskopischen Bestimmung der Mineralien". Bearbeit von Dr. Beekman . . . . . R.M. 3,60
G. Tschermak. „Lehrbuch der Mineralogie". 9e A. 1924 . . . . . R.M. 20,—
A. E. H. Tutton. „Crystallography and practical crystal-measurement", 1923 . . . . . 50 sh net
Cross, Iddings, Pirsson, Washington. „Quantitative Classification of Igneons rocks". . . . . $ 1,75
C. Doelter. „Petrogenesis" . . . . . R.M. 9,50
Grubenmann-Niggli. „Die Gesteinsmetamorphose." R.M. 33,—
A. Harker. „Natural History of igneous rocks." 6 sh 15 d net
J. P. Iddings. „Rockminerals, their chemical and physical characters and their determination in thin sections". 23 sh net

J. P. Iddings. „Igneous rocks". 2 vol.
Vol. I. Composition, texture and classification. . . 23 sh net
Vol. II. Description and occurence . . . . . 23 sh net
J. de Lapparent. „Petrographie", 1923. Masson & Cie. Paris.
P. Niggli. „Lehrbuch der Mineralogie", 2 dln. . R.M. 57,—
P. Niggli. „Gesteins- und Mineralprovinzen". Bd. I. R.M. 48,—
R. Reinisch. „Petrografisches Prakticum".
I. Gesteinsbildende Mineralien . . . . . R.M. 5,10
II. Gesteine . . . . . R.M. 8,20
S. J. Shand. „Eruptive rocks". . . . . 20 sh
Terpstra. „Leerboek der Geometrische kristallografie". Groningen 1927 . . . . . *f* 9,—
J. H. L. Vogt. „Die Silikatschmelzlösungen mit bes. Rücks. auf die Mineralbildung und Schmelzpunkt-Erniedrigung". 2 Bände . . . . . Kr. 6,—
E. Weinschenk. „Grundzüge der Gesteinskunde".
I. Algemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie. 3e A. 1913 . . . . . R.M. 7,30
II. Specielle Gesteinskunde, mit bes. Berücks. der Geologische Verhältnisse . . . . . .
E. Weinschenk. „Petrografisches Vademekum". Ein Hilfsbuch für Geologen. 2e A. 1913. . . . . R.M. 3,20

VI. METALLURGIE EN DOCIMASIE.

Algemeen.

C. Schnabel. „Lehrbuch der allgemeine Hüttenkunde". Julius Springer, Berlin . . . . . R.M. 16,70
Roberts-Austen. „Introduction into Metallurgy". 1910. Ch. Griffin Co., London . . . . . 21 sh net
L. Babu. „Traité théorique et pratique de métallurgie générale", I en II. 1906. Ch. Béranger, Paris . . frcs 100,—
J. W. Richards. „Metallurgische Berechnungen". Julius Springer, Berlin . . . . . R.M. 24,—
of „Metallurgical calculations" 1918. Mc. Graw . . 36 sh net
F. T. Havard. „Furnacies and refractories". 1912. Mc. Graw . . . . . 30 sh net
G. de Grahl. „Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe". 1921. R. Oldenbourg, München, Leipzig. R.M. 33,50
Low temperature Carbonisation of Bituminous coal. (Andrew-McCullock and Neville Simpken) . . . .
Low temperature Carbonisation of Bituminous coal. (Andrew-McCullock) . . . . . .
J. Gwosdz. „Generatorgas". 1921. Wilh. Knapp. Halle (Saale) . . . . . R.M. 6,20
H. Hermans. „Vergasung und Gaserzeuger". 1921. Wilh. Knapp. Halle (Saale) . . . . . R.M. 11,—

Metalen, behalve ijzer.

C. Schnabel. „Handbuch der Metallhüttenkunde I & II". Julius Springer, Berlin . . . . . Bd. I uitverkocht Bd. II R.M. 24,—
E. Prost. „Cours de métallurgie des métaux autres que le fer". Ch. Béranger. 2e Edition . . . . . frcs 125,—
W. Gowland. „Metallurgy of non ferrous metals". 1921. Griffin, London . . . . . 30 sh net
W. Borchers. „Hüttenwesen". W. Knapp. Halle. R.M. 10,—
J. E. Clenell. „Cyanide Handbook". McGraw . . 36 sh net
J. E. Clenell. Chemistry of Cyanide Solutions. . . .
Julian and Smart. „Cyaniding gold and silver ores". 25 sh net
C. G. W. Lock. „Principles and practise of gold milling". E. & F. N. Spon . . . . . 21 sh net
H. F. Collins. „Metallurgy of silver" (II) . . . . .
O. Hoffmann. „Hydrometallurgy of silver" . . . 24 sh net
H. O. Hofman. General metallurgy . . . . . $ 6,—
E. D. Peters. „Modern Copper Smelting". Scient. Publ. Co., New-York . . . . . $ 5,—
E. D. Peters. „The practice of copper smelting". Scient. Publ. Co., New-York . . . . . 30 sh net
H. Lang. „Matte Smelting". Scient. Publ. Co., New-York. 12 sh net
M. P. L. Greenawalt. „Hydrometallurgy of copper". Mc. Graw . . . . . 36 sh net
H. F. Collins. „Metallurgy of lead". . . . . 25 sh net
H. O. Hofman. „Metallurgy of lead and desilverization". 42 sh net
W. R. Ingalls. „Metallurgy of zinc". . . . . 42 sh net
Sydney Fowns. „Metallurgy of Tin" . . . . . .
P. J. Thibault. „Metallurgy of Tin". J. Pitman & Sons, London . . . . . 12 sh 6 d
W. Borchers. „Elektrometallurgie". W. Knapp, Halle a. S. . . . . R.M. 2,30
Handbook of Milling details . . . . . .

IJzer.

A. Ledebur. „Manuel théorique et pratique de la métallurgie du fer". Ch. Béranger, Paris . . . . . frcs 50,—
of „Handbuch der Eisenhüttenkunde". A. Felix, Leipzig. R.M. 70,—
B. Osann. „Lehrbuch Eisenhüttenkunde". Wilh. Engelmann, Leipzig . . . . . R.M. 59,—
B. S. Bradley Stoughton. „Metallurgy of Iron and Steel". Hill Publ. Co. N. Y. . . . . 24 sh net
„Hütte für Eisenhüttenleute" . . . . . R.M. 13,50

Petroleum.

D. T. Day. „Handbook petroleum industry, 2 dln". 1922. Joh. Wiley & Son, London . . . . . 75 sh net

C. Engler, H. von Höfer. „Das Erdöl". 5 Bd. S. Hirrel, Leipzig . . . . . R.M. 800,—
Boverton Redwood and Holloway. „Petroleum and its products" . . . . . $ 13,50
E. H. Cunningham Craig. „Oilfindung" . . 8 sh 6 d net
A. Danby. „Natural rocks, asfalts and bitumens" . 8 sh 6 d net
Herbert Abraham. Asphalts and Allied Substances. 25 sh

Economische onderwerpen.

A. Haenig. „Erz- und Metallmarkt", F. Enke, Stuutgart. R.M. 12,—
T. A. Richards, H. C. Hoover, W. R. Ingalls, R. Gilman Brown. „Economics of mining". Hill Publ. Co. N. Y. . . . . 12 sh net

Docimasie.

G. Lunge-Berl. „Chemisch-techn. Untersuchungsmethoden" 4 bdn. 1921. Berlin, Springer. I: R.M. 36,—, II: 48,— III: 44,—, IV: 40,—
L. Campredon. „Guide pratique du chimiste, métallurgiste et de l'essayeur". 1923. Paris-Liège, Béranger. frcs 72,—
W. F. Hillebrand. „Analyse der Silikatgesteine". 1899. R.M. 7,—
of „Analysis of silicate and Carbonate rocks". 1910. .
Ch. H. Fulton. „Manual of fire assaying" . . . . 12 sh net
F. P. Treadwell. „Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie". 2 bkd. Wien, Deuticke. I: R.M. 9,65, II: 12,20
A. F. Holleman. „Leerboek anorg. Chemie". Groningen Wolters . . . . . *f* 12,50
Klein-Söhnlein-van Lynden. „Docimasie". Hndl. No. 19 . . . . . *f* 2,25
H. Low. „Techn. method. of ore analysis" . . . 14 sh 6 d net
D. M. Liddell. „Metallurgists and chemist Handbook", 1918, 2e druk . . . . . 30 sh net
R. Biedermann. „Chemikerkalender", bd. I & II (ook voor petroleumonderzoek). . . . . R.M. 9,—
Van Nostrand's Chemical Annual. Olsen. . . . $ 5,—

VII. MIJNKUNDE.

1. Prospectie, waardebepaling en bedrijfsleiding.

A. G. Charleton. Report-book for mining-engineers. $ 2,50
E. R. Field. The mining engineers reportbook. . . 3 sh 6 d
J. A. Finlay. Cost of mining. . . . . 36 sh
H. C. Hoover. Principles of mining, valuation, organisation, administration (1909) . . . . . 18 sh
M. Lecomte Denis. Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur (1914) . . frcs 50,—

M. Lecomte Denis. The mining library (9 dln) . $ 7,20 net
P. Krusch. Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten (1921) . . . . . R.M. 23,10
C. G. Gunther. The examination of prospecting. . . 15 sh
H. Höfer. Die Verwerfungen (1917) . . . . R.M. 6,—
T. A. Richard. The economics of mining (1905) . . 12 sh
C. S. Herzig. Mine sampling and valuing (1914) . $ 2,—
J. C. Pickering. Engineering analysis of a mining share (1916) . . . . . 9 sh
The Harvard Travellers Club „Handbook of travel" . 15 sh net
B. Granigg. Organisation, Wirtschaft und Betrieb im Bergbau (Springer, Berlin). (1926) . . . . R.M. 28,50

2. Geophysische opsporing.

Dr. B. Gutenberg. Lehrbuch der Geophysik (5 Bänder).
Richard Ambronn. Methoden der angewandten Geophysik (Steinkopff, Dresden). (1926) . . . R.M. 16,50
Dr. Hans Haaleck. Die magnetische Verfahren der angewandten Geophysik. (Berlin). (1927) . . R.M. 12,—
Prof. Dr. P. Ludwig. Radioaktivität. (Sammlung Göschen No. 317) . . . . . R.M. 1,50
Zeitschrift für Geophysik. Per jaargang . . . . R.M. 30,—
Agust Sieberg. Geologische Einführung in die Geophysik. (Jena). (1927) . . . . . R.M. 19,—

3. Algemeene hand- en leerboeken.

Sammelwerk. Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues (12 dln) . . .
R. Peele. Mining engineers' handbook (9 dln) . . 28 sh net
Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines (3 dln). (1920). . . . . frcs 240,—
F. Heise und F. Herbst. Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlen Bergbaues. Band I. (1921). . . . . R.M. 11,—
Idem. Idem. Band II. (1920) . . . . . R.M. 11,—
Coal Miners' pocketbook (McGraw Hill, London) . . . 30 sh
W. R. Crane. Ore mining methods (1917—) . . . $ 3,50
Handbook of mining details. Compiled from the „Engineering and Mining Journal". (McGraw Hill, New York). (1914) . . . . . 24 sh
Details of practical mining (1916). . . . . 30 sh
H. F. Bulman. The working-out of coal and other stratified minerals (Benn, London). (1927) . . . . . 30 sh
Young. The working- of unstratified mineral deposits . 42 sh

4. Boringen.

Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Band I: Das Englische, deutsche und kanadische System (1900) . . . . . R.M. 16,—

Idem. Idem. Band II: Das Spülbohrsystem. (1906). R.M. 14,—
Idem. Idem. Band III: Das Diamantbohren. (1890). R.M.
Idem. Idem. Band IV: Das Seilbohrsystem. (1912). R.M. 16,—
Idem. Idem. Band V: Das horizontal und geneigt Bohren. Das Erweiteren und Sicheren der Bohrlöcher. Die Unfälle. (1914). . . . . R.M. 18,—
Idem. Idem. Band VI: Das Tiefbohrwesen. (1912). R.M. 18,—
H. Bansen. Das Tiefbohrwesen. (1912) . . . R.M. 18,—

5. Oliewinning.

B. Schweiger. Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. (Berlin). (1927) . . . . . R.M. 9,—
L. Steiner. Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechniek in der Erdölindustrie. (Springer, Berlin). (1926) . . . . . R.M. 27,—
A. Beeby Thompson. Oil field exploration and development (Crosby Lockwood, London). (1925) . . £ 6. 6 sh
G. Schneiders. Gewinnung von Erdöl (Springer, Berlin). (1926) . . . . . R.M. 32,—

Breekarbeid.

H. Bansen. Gewinnungsmaschinen. (1912) . . R.M. 18,—
L. Martel. Les explosifs dans les mines (1920) . frcs 15,—

Schachtdelven.

A. Hoffmann. Schachtabteufen von Hand (1911). R.M. 9,80
F. Donaldson. Practical shaft sinking. (1912) . . . 15 sh
J. Riemer. Das Schachtabteufen in schwierigen Fällen.

Ondersteuning.

H. Bansen. Grubenausbau. (1909) . . . . . R.M. 18,—
Otto Walch. Die Auskleidung von Druckstollen und Druchschachten. (Berlin). (1926) . . . . . R.M. 21,—

Winningsmethodes.

H. Pasquet. Etudes sur l'exploitation des couches de houille dans le bassin de la Loire. (1897).
I: Couches puissantes. . . . . frcs 11,25
II: Couches moyennes. . . . . frcs 6,—
III: Couches minces. . . . . frcs 7,50
L. Kirschner. Grundriss über Aufschlussausrichtung, Vorrichtung und Abbau von Lagerstätten. (Deuticke, Wien). (1909) . . . . . R.M. 15,—

Schachttransport.

H. H. Broughton. Electric winders. . . . . 52 sh 6 d
H. Bansen. Die Schachtförderung. (1913). . . R.M. 18,—
H. Bansen. Die Schachtfördermaschinen. (1913). R.M. 18,—
W. Philippi. Elektrische Fördermaschinen. (1921). R.M. 9,—

Galerijtransport.

H. Bansen. Die Streckenförderung. (1921) . . R.M. 18,—
F. Schulte. Die Grubenbahnen. (1915) . . . R.M. 4,—

Ventilatie.

J. Jicinsky. Manuel de la ventilation des mines. (1905). frcs 15,—
Rateau. Traité des turbomachines et ventilateurs . frcs 10,—
P. Petit. Etudes sur l'aérage des travaux préparatoires dans les mines à grisou. (1901) . . . . . frcs 14,—
M. H. Haddock. Mine ventilation and ventilators. (Griffin, London). (1924) . . . . . 15 sh

Krachtvoorziening (Werktuigbouwkunde en electrotechniek).

Prof. Ir. C. L. v. d. Bilt. Beknopt leerboek der Electrotechniek . . . . . *f* 12,—
Drucker. Lehrbuch der Elektrotechnik. (6 dln) . . *f* 35,15
Prof. Ir. F. Westendorp. Handboek voor den werktuigkundige . . . . . *f* 27,50
Dr. H. Hoffmann. Lehrbuch der Bergwerksmaschinen. (Springer, Berlin). (1926) . . . . . R.M. 24,—
Prof. Dr. W. Philippi. Elektrizität im Bergbau. (Siemens Bücher, Band XIII). (1926) . . . . . R.M. 11,50
David Penman. Compressed air practice in mining. (Griffin, London) . . . . . 7 sh 6 d

Kolenwasscherij.

J. J. Bootsgezel. Steenkool, haar ontstaan, vervanging en veredeling. . . . . *f* 4,50
R. C. R. Minikin. Modern coal washing practice. (Benn, London). (1928) . . . . . 45 sh

Bodembewegingen.

A. H. Goldreich. Die Bodenbewegungen im Kohlenrevier und deren Einfluss auf die Tagesoberflache . .

VIII. MIJNMETEN EN KARTEEREN.

W. Jordan. Handbuch der Vermessungskunde (vooral Band II). Band I. (1920) . . . . . R.M. 24,—
idem idem Band II. (1914) . . . . . R.M. 35,—
idem idem Band III. (1923) . . . . . R.M. 35,50
P. Uhlich. Lehrbuch der Markscheidekunde. (1901). R.M. 15,—
O. Brahthuhn. Lehrbuch der praktische Markscheidekunst. (1908) . . . . . R.M. 12,—
O. Brahthuhn. Handbuch der Markscheidekunst. (Weber, Berlin). (1906) . . . . . R.M. 3,—

L. Mintrop. Einführung in die Markscheidekunde. (1923). R.M. 6,75
Park. Textbook of theod. surveying and levelling for stud. eng. land and mine surveyers. (1922) . . . . . 30 sh net
H. J. van Leusen. Landmeten en waterpassen . . *f* 6,75
Ch. Schols. Landmeten en waterpassen. . . . . *f* 6,60
H. J. Heuvelink. Bijlage Q . . . . . *f* 1,75
Miller und Seidel. Instrumentkunde für Forschungsreisende. (1906) . . . . . R.M. 5,20
J. F. Zajicek. Das Nivellieren und seine Anwendung in der Kulturtechnik . . . . . R.M. 4,25
Gehrke. Markscheiderisches Uebungsbuch. (Walker, Berlin). (1920) . . . . . R.M. 4,—
H. Lüscher. Photogrammetrie. (Aus Natur- und Geisteswelt). (Teubner, Leipzig) . . . . . R.M. 1,60
B. H. Brough and H. Dean. A treatise on mine surveying. (Griffin, London). (1926) . . . . . .

Tabellen.

E. Lüling. Mathematische Tafeln für Markscheider und Berginenieure . . . . . R.M. 6,—
L. Mintrop. Zahlentafeln der Seigerteufen und Sohlen. (Springer, Berlin). (1912) . . . . . R.M. 1,—
W. Jordan. Hilfstafeln für Tachymetrie . . . . R.M. 7,50
F. Reger. Tachymetrie Tafeln. . . . . R.M. 7,50
Pons. Tabels tacheométriques voor fransche instrumenten (Centesimaal) . . . . . frcs 10,—
W. Jordan. Barometr. Höhentafeln . . . . . R.M. 2,40
F. G. Gausz. Trigonometrische und polygonometrische Rechnungen . . . . . R.M. 10,—

Karteeren.

H. Zondervan. Allgemeine Kartenkunde. (Leipzig). (1901) . . . . . R.M. 6,—
R. Rothe. Darstellende Geometrie des Geländes . R.M. 80,—
J. A. R. Stuffken. Karteering van steenkolenmijn. (Jannet) . . . . . .
J. A. R. Stuffken. Karteering van ertsmijnen . . *f* 2,50
H. Höfer von Heimhalt. Anleitung zum geologisch Beobachten, Kartieren und Profilieren. (Vieweg, Braunschweig). (1921) . . . . . R.M. 3,—
G. Wenz. Atlas zur Landkarten-Entwurfslehre. (1885). R.M. 2,80

DE MIJNINGENIEUR IN DE PETROLEUM-INDUSTRIE

door F. A. A. van Gogh,
Mijningenieur-geoloog bij De Bataafsche Petroleum-Maatschappij.

De werkkringen, voor welke een mijningenieur in het bedrijf van De Bataafsche Petroleum-Maatschappij en verwante Maatschappijen in aanmerking kan komen, kunnen in twee groepen verdeeld worden: exploratie en exploitatie.

Onder exploratie wordt in dit geval verstaan het zoeken naar nieuwe olie-velden; onder exploitatie de ontginning van een ontdekt veld vanaf den aanvang. Tot de ontginning van een ontdekt veld behoort dus ook het methodisch zoeken naar de uitgestrektheid van de gevonden laag en naar andere olie- en gas-lagen dan die, welke gevonden werden bij de ontdekking van het veld. Ontginning van een olieveld laat zich dus ook weer splitsen in exploitatie en exploratie.

Onder exploratie, sensu stricto, wordt dus verstaan het pionierswerk, dat leiden moet tot het aanwijzen van een object geschikt voor onderzoek door eene diepboring. Dit is de sfeer van den geoloog en, als de gewone geologische methoden, n.l. het geologisch in kaart brengen en de tektoniek in profielen of diepte curves weergeven, niet mogelijk zijn, b.v. omdat de oliehoudende formaties geheel door een dikke laag alluvium bedekt zijn, van den geophysicus. De resultaten van geophysische onderzoekingen moeten tenslotte door den geoloog voor de praktijk geïnterpreteerd worden en als zoodanig zijn geophysische methoden te beschouwen, als aanvulende hulpmethoden voor den petroleum-geoloog.

De exploitatie van olievelden laat zich verdeelen in boren en produceeren, terwijl het produceeren weer gesplitst kan worden in normaal routine werk, d.w.z. het toepassen en verzorgen van bekende, voor bepaalde omstandigheden gekozen productie-methoden en bijzonder werk, dat langs wetenschappelijken en experimenteelen weg streeft naar voortdurende verbetering van productiemethoden.

Boren en produceeren zijn gespecialiseerde takken van dienst in het petroleumbedrijf en tot nu toe hebben mijningenieurs slechts bij uitzondering neiging getoond hun loopbaan in het petroleumbedrijf in deze takken van dienst te beginnen of er in door te gaan.

De technische methoden van het aardolie-winningsbedrijf zijn in hoofdzaak ontwikkeld door werktuigkundig geschoolde technici. Vroeger, d.w.z. 15 en meer jaren geleden, kon een mijningenieur feitelijk alleen als veldgeoloog in een petroleumbedrijf emplooi vinden. Om als boor-ingenieur of productie-ingenieur zijn loopbaan te beginnen werd door den werkgever gewoonlijk niet in overweging genomen, omdat hij voldoende krachten bij werktuigkundige technici kon vinden, terwijl bovendien de jonge mijningenieur zelf blijkbaar het beginnen van een werktuigkundig technisch zich ontwikkelende loopbaan niet of minder ambieerde.

Nadat de eerste gedachten, dat mijningenieurs zich ook op het gebied van exploitatie in het petroleumbedrijf nuttig konden maken en hun sfeer niet alleen tot geologische exploratie beperkt behoefde te blijven, zich in 1911 begonnen te ontwikkelen, werd in 1915 in Indië daadwerkelijk aangevangen met de organisatie van een tak van dienst, welke den naam kreeg van bedrijfsgeologie. Met de instelling van dezen tak van dienst werden mijningenieurs als bedrijfsgeologen aangesteld, voorloopig nog als adviseurs naast den dienst aan welken het boren en winnen was toevertrouwd, den zoogenaamden boortechnischen dienst. De taak van den bedrijfsgeoloog was geologisch-mijnbouwkundige voorlichting van den boor- en winningsdienst. De bedrijfsgeoloog was in de eerste plaats als adviseur verantwoordelijk voor een juist beeld in den vorm van kaarten en profielen van het olieveld als delfstofafzetting, als mijnbouwkundig object dus.

Toen de bedrijfsgeoloog in Indië zijn bestaansrecht in de organisatie van het petroleumbedrijf had bewezen begon zich ook langzamerhand de sfeer van zijn bemoeienis uit te breiden in de richting van verzamelen en vastleggen van statistische en technische gegevens en uitwerken van boorprogramma's om een bepaalde gewenschte productie te verkrijgen.

Ondertusschen was het idee van meer mijnbouwkundig-geologische bemoeienis met de exploitatie van olievelden in de Vereenigde Staten — de bakermat der aardolie-industrie — ook populair geworden en daar is thans de „Petroleum-engineer" een normaal en onmisbaar element geworden in de organisatie van den boor- en winningsdienst.

Het arbeidsveld van den „Petroleum-engineer" is hetzelfde, als dat van onzen bedrijfsgeoloog in Indië. Was vroeger de bedrijfsgeoloog uitsluitend een adviseur voor den administrateur en den leider van den boor- en winningsdienst, thans behoort hij geheel tot deze organisatie en vindt men bedrijfsgeologen op alle belangrijke velden en complexen van kleine velden met een chef-bedrijfsgeoloog op het hoofdkantoor der administratie.

Voor dezen tak van dienst is de mijningenieur van Delft door zijne opleiding van huis uit het meest geschikt, vooral nu hij gedurende zijn studie gelegenheid zal hebben zich op een bepaald onderwerp, b.v. aardolie-winning, te concentreeren.

Er zijn in Indië vanaf den aanvang ook wetenschappelijk gevormde doctoren in de geologie met veel succes als bedrijfsgeoloog werkzaam geweest en nog werkzaam, maar het behoeft geen betoog, dat een mijningenieur, die reeds gedurende zijn studie meer technisch ontwikkeld en gevormd is, meer aanleg zal hebben om een goed bedrijfsgeoloog te worden dan een geheel wetenschappelijk gevormde geoloog.

Wij mogen het bovenstaande samenvatten tot eene conclusie, dat de bedrijfsgeologen, ook wel exploitatie-geologen genoemd, en de „petroleum-engineers" in de organisatie van de Koninklijke Shell Groep, de mijningenieurs zijn in het aardolie winningsbedrijf.

De mijningenieur, die bij den „Bedrijfsgeologischen Dienst" wordt geplaatst, krijgt eerst eene korte vóór-opleiding, hetzij op het hoofdkantoor te Den Haag, hetzij in meer practischen zin in Roemenië, hetzij beide.

In Indië aangekomen wordt nog eenige tijd gelaten voor verdere ontwikkeling. Gewoonlijk duurt een dergelijke periode niet meer dan 6 maanden, waarna van den jongen bedrijfsgeoloog verondersteld wordt, dat hij de dagelijksche routine op een olie-terrein kan volgen en voor zoover noodig hieromtrent kan rapporteeren op daarvoor uitgewerkte formulieren.

Zijn eigenlijke werk bestaat in het vormen van een schakel tusschen den leider van het terrein en de werkkrachten, die het boor- en productiewerk uitvoeren.

Evenals in de andere takken van het sinds eeuwen gevestigde mijnbedrijf wordt in den jongsten tak daarvan, de olie-winning, langzamerhand de taak van den mijningenieur scherper omlijnd. Waar vroeger alleen de ondergrondsche problemen door zijn studie en zijn advies werden overwonnen, is men langzamerhand gaan inzien, dat een dergelijk adviseur zich verder moet inwerken in de

contrôle op de dagelijksche werkzaamheden, m.a.w. waar vroeger slechts het uitzetten van eene locatie voor een nieuwen put en de prognose op welke diepte de olie zal worden aangetroffen aan zijne beoordeeling werd overgelaten, is zijn taak nu uitgebreider geworden en is hij verantwoordelijk voor de rapportage van alle werkzaamheden, die, wat boren aangaat, eindigen met het afleveren van een produceerenden put, en wat produceeren aangaat, met den verderen levensloop van een put.

Het verslaggeven is echter zoodanig op te vatten, dat de mijningenieur op een terrein wel degelijk de raadsman en de onderzoeker is en wat betreft sommige werkzaamheden de verantwoordelijke leider. Dus statistieken van boorvorderingen en productiegegevens, maar nu opgevat als eene vergelijkende studie van de doelmatigheid der toegepaste systemen, werkmethoden en materiaal, maken dat de mijningenieur als onbevooroordeeld, wetenschappelijk onderlegd onderzoeker een directe controle moet uitoefenen op de prestaties, niet alleen van personeel, maar ook van materiaal. De vroegere man van de studeerkamer heeft zich nu te ontpoppen als iemand, die, door dagelijkschen omgang en overleg met de uitvoerders van de werkzaamheden, een direct contact heeft met het werk zelf.

Hierboven werd reeds gezegd, dat de methoden van het boor- en winningsbedrijf in het algemeen door werktuigkundige technici gemaakt zijn tot wat zij thans zijn. De aanstaande of pas afgestudeerde mijningenieur, die zich tot dezen tak van dienst aangetrokken voelt, moet speciale werktuigkundig-technische neigingen hebben. Weet hij zich op werktuigkundig gebied goed te ontwikkelen, dan zal zijn geologisch mijnbouwkundige studie en daardoor verkregen inzicht hem later buitengewoon nuttig te pas komen.

Men zegt in het petroleumwinningsbedrijf terecht, dat de werktuigkundige geen of te weinig geologisch mijnbouwkundig inzicht heeft en dat de mijnbouwkundige te weinig werktuigkundig-technische kennis heeft. Beide uitspraken zijn juist, maar een mijningenieur heeft in het algemeen wel iets meer opgestoken gedurende zijn studie, of kan dit tegenwoordig doen als hij wil, van werktuigkunde, dan een werktuigkundig ingenieur van geologie en mijnbouwkunde. Er is dus in den tak van dienst, welke boren en produceeren omvat, zeker gelegenheid voor emplooi van mijningenieurs, mits zij beseffen, dat zij zich werktuigkundig technisch moeten oriënteeren.

In de laatste jaren is er nog een tak van dienst ontstaan, waarvoor de mijningenieur in aanmerking kan komen. De functionaris voor dezen tak van dienst heeft den naam gekregen van productie-ingenieur (Production-engineer). In den aanvang werd er reeds op gewezen, dat produceeren van aardolie gesplitst kon worden in normaal werk, het toepassen en verzorgen van bekende methoden en in experimenteel wetenschappelijk werk, dat zich concentreert op het vinden van verbeteringen en het verkrijgen van de beste resultaten.

Dit laatste is de werkkring van den productie-ingenieur. De tot nu toe voor dezen tak van dienst in Indië geëngageerde ingenieurs zijn werktuigkundige ingenieurs geweest, die zich physisch moeten oriënteeren. Zij moeten zich echter ook een mijnbouwkundig inzicht in het voorkomen van aardolie als delfstof eigen maken om hun taak goed uit te voeren en daarom komen werktuigkundig en natuurkundig georiënteerde mijningenieurs er ongetwijfeld ook voor in aanmerking.

Eene samenvatting van bovenstaande uiteenzettingen geeft tot resultaat, dat de mijningenieur voor de volgende takken van dienst in een groot petroleumbedrijf in aanmerking kan komen:

I. Exploratie.

a. geologie;
b. geophysica.

II. Exploitatie.

c. bedrijfsgeologie (Petroleum-engineering);
d. boortechnische dienst (omvattende boren en produceeren);
e. productie-ingenieur.

Wat de numerieke mogelijkheid voor emplooi betreft, staat bedrijfsgeologie, waarvoor de mijningenieur de meest doelmatige studie heeft gemaakt, bovenaan: de bedrijfsgeoloog is de mijningenieur in het petroleumbedrijf.

Geologen en ingenieurs voor den boortechnischen dienst worden ook geregeld gezocht om den bestaanden staf uit te breiden, resp. op peil te houden.

Geophysici en productie-ingenieurs worden daarentegen in veel geringere mate voor een petroleumbedrijf benoodigd.

Wat geophysici aangaat, mag wel worden verwacht, dat in de eerstvolgende jaren nog eenige plaatsen open zullen komen, spe-

ciaal voor hen, die in staat zijn gravimetrische en seismische opmetingen te doen.

De toepassing van electrische methoden bij de petroleum-geologie is nog in een experimenteel stadium.

In het algemeen kan wel gezegd worden, dat kennis van geophysische methoden voor mijningenieurs en ingenieur-geologen nuttig is om te kunnen beoordeelen of in een gegeven geval de toepassing van een der bestaande voor de practijk uitgewerkte methoden wenschelijk kan zijn.

Ten slotte nog eenige opmerkingen van meer algemeene strekking. Exploratiegebieden en aardolievelden, speciaal die, waarin de Bataafsche Petroleum-Maatschappij en Koninklijke-Shell Groep geïnteresseerd zijn, liggen veelal in tropische en, wat de levensomstandigheden aangaat, daaraan vrijwel gelijke subtropische gewesten. Uitzonderingen zijn b.v. Californië, Oklahoma, Kansas en Roemenië.

In de meeste gevallen biedt het leven in petroleum-milieus minder dat het leven rijk maakt en met interessante dingen vult, dan een werkkring te midden eener West-Europeesche samenleving. De aanstaande mijningenieur geve er zich dus wel rekenschap van bij de keuze van zijn beroep, dat hij een goede dosis aanpassingsvermogen aan dikwijls tamelijk primitieve levensomstandigheden heeft. Dit geldt in het bijzonder voor mijningenieurs, die exploratief werk zullen doen, dus voor veldgeologen en geophysici. Zij moeten een echten pioniersgeest hebben, want zij zullen vele jaren in de „rimboe" een kampeerleven leiden met een tent of „pondok" als woning. Slechts enkele maanden van een jaar zullen zij in een centrum van bij elkaar wonende Europeanen doorbrengen om rapporten uit te werken, hun werk met hunne chefs te bespreken en zich opnieuw uit te rusten. Dit ambulante leven zonder vaste woonplaats heeft zijne charmes voor hen, die den waren pioniersgeest van huis uit bezitten, maar kan groote bezwaren medebrengen als men dien geest niet bezit en ook voor een normaal gezinsleven van getrouwde mijningenieurs.

Hoe lang de periode van sterk ambulant leven in de carrière van een geoloog en geophysicus zal duren, hangt van allerlei omstandigheden af. Voelt men zich zoo aangetrokken tot geologisch werk, dat men de daaraan verbonden bezwaren als normaal beschouwt en er zich in weet te schikken, dan kan men geoloog en geophysicus blijven zoolang als men het zelf wenscht vol te houden. Men vergete niet, dat men in deze werkkringen meer dan in

andere werkkringen gelegenheid heeft tot sparen, omdat men aan den eenen kant weinig gelegenheid heeft geld uit te geven en aan den anderen kant geregeld een toelage voor levensonderhoud heeft, als men voor den werkgever op reis is.

Aan de algemeen bekende bezwaren wat betreft levensomstandigheden, verbonden aan exploratief werk, wordt tegemoet gekomen door een hooger honorarium, dan voor andere geëmployeerden en in Indië door verleening van verlof om de drie jaar. Mijningenieurs, die bij de exploitatie tewerkgesteld worden krijgen hun eerste Europeesche verlof na 5 jaren en daarna na 4 jaren.

Het overgaan van een eerst gekozen tak van dienst naar een anderen is in principe altijd mogelijk, al kan aan een verzoek tot overplaatsing niet altijd direct gevolg worden gegeven. Bij een verzoek tot overplaatsing dient overwogen te worden, dat in alle takken van dienst van een technisch bedrijf gestreefd wordt naar specialiseering. Bij overplaatsing zal men dus een nadeel ondervinden, althans gedurende een zeker aantal jaren direct volgende op de overplaatsing, dat men zich nog een zekere kennis en ervaring moet eigen maken, die men in den nieuwen werkkring nog niet heben kan.

Daarin staat men dan gedurende eenige jaren ten achter bij collega's, die zich bij hun eenmaal gekozen richting houden. Het tijdelijke gebrek aan kennis en ervaring zal zich doen gevoelen in de salarieering.

Het opklimmen naar hoogere rangen en leidende posities is een zaak, die geheel afhangt van persoonlijkheid en kennis. Men kan een goed leider zijn, maar een middelmatig vakman; men kan ook een uitblinkende gespecialiseerde vakman zijn maar in het geheel geen leider-eigenschappen bezitten. De tweede combinatie van eigenschappen geeft de minste kans op het veroveren van eene leidende positie in een technisch bedrijf, de eerste reeds een veel grootere en de beste kans heeft hij, die een geboren leider en bovendien een knap vakman is.

De werkkring van geoloog en geophysicus leidt wel het meest tot eenzijdige specialiseering, terwijl men bovendien het minst gelegenheid heeft van den aanvang af mede te werken aan en te behooren tot een goed samenwerkende organisatie. Al heeft men dus van huis uit leider-eigenschappen, dan is de gelegenheid om die eigenschappen verder te vormen en te ontwikkelen bij geoloog en geophysicus het kleinst.

Daarentegen behoort de mijningenieur, die bij het boor- en

winningsbedrijf geplaatst wordt vanaf den aanvang tot een organisatie, die als geheel door goede innerlijke samenwerking de groote gewenschte resultaten moet bereiken. Maar juist, omdat men deel uitmaakt van een georganiseerd samenwerkende groep van menschen, bestaat vanaf den aanvang gelegenheid om ervaring op dit gebied op te doen en te toonen, wat men waard is. Als men in een goed georganiseerd bedrijf zich er op toelegt zoo spoedig mogelijk een goed vakman te worden dan bestaat daarnaast van zelf de gelegenheid om aan de bedrijfsleiders te toonen, dat men de goede eigenschappen bezit om op te klimmen naar hoogere rangen.

Wat geologie en geophysica aangaat staat de mijningenieur als sollicitant in open concurrentie met doctoren in geologische of physische wetenschappen en wat eene positie bij den boortechnischen dienst of als productie-ingenieur betreft met werktuigkundig-ingenieurs. Speciaal wat de bezwaren inzake levensomstandigheden van geoloog en geophysicus betreft, geve de mijningenieur zich bij de keuze van zijn toekomstig beroep er wel rekenschap van of hij voldoende beschikt over aangeboren eigenschappen en ambitie in geologie en natuurwetenschappen.

NAAMLIJST EN WOONPLAATS DER LEDEN VAN DE MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

1927—1928.

De met § aangeduide namen zijn voor het eerste jaar als lid toegetreden.

De met * aangeduide namen zijn Buitengewoon lid van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap.

Badings, H. H.	Maarten Trompstraat 9, Delft.
* Blokhuis, G. L.	v. d. Eyndesestraat 10, Den Haag.
* Blom, J. G. van	Voorstraat 107, Delft.
* Bogaers, A. L. J.	Haagweg 181, Rijswijk (Z.-H.).
* Bouman, E. F.	Laan v. Meerdervoort 639, Den Haag.
* Bourdrez, H. H.	Voorstraat 107, Delft.
* Brouwer, L. E. J.	Oude Delft 37a, Delft.
*§Burger, D.	Piet Heinstraat 38, Delft.
* Buss, K. A. H.	Koninginnelaan 13, Rijswijk (Z.-H.).
*§Blijdorp, P. A.	Maarten Trompstraat 34, Delft.
* Cramer, C. N.	Hoogewoerd 148, Leiden.
* Dedem, G. W. van	van Leeuwenhoeksingel 35, Delft.
§Dieperink, B. E.	Oude Langendijk 16, Delft.
*§Drewes, B. F.	Binnenwatersloot 24b, Delft.
* Duurentijdt, H. H.	Oude Delft 94, Delft.
* Dungen, H. A. v. d.	Prins Mauritsstraat 86, Delft.
Duyfjes, J.	Maarten Trompstraat 9, Delft.
*§Dijk, A. van	Columbusstraat 111, Den Haag.
§Eck, H. van	Goudsbloemlaan 37, Den Haag.
§Fresemann Gratama, F. A.	Hugo de Grootstraat 28, Delft.
* Gevers Deynoot, W. A.	Oude Delft 37a, Delft.
* Goch, A. H. J. van	Frankenslag 318, Den Haag.
*§Goekoop, G. J.	Mijnbouwstraat 19, Delft.
* Hanegraaf, N. L.	Prins Mauritsstraat 88, Delft.
§Ham, F. L. van	Galileistraat 141, Den Haag.

* Heek, J. van	Rijnsburgerweg 163, Leiden.
Hermans, A. M. H.	Hugoplein 1, Delft.
* Hilwig, W. J.	Ericalaan 10, Den Haag.
* Houten, L. van	Wilhelminapark 8, Haarlem.
* Houten, C. G. van	Wilhelminapark 8, Haarlem.
* Houtman, H. J.	Oude Delft 162, Delft.
* Hoyer, K. H. R.	Meeuwenstraat 22, Rotterdam.
§Jong, M. A. de	Frankenslag 38, Den Haag.
* Kersten, W. M.	Piet Heinstraat 53, Delft.
Keck, A.	Phoenixstraat 19, Delft.
§Klapwijk, A.	't Haantje 11, bij Delft.
* Klinkert, J. C.	Archimedesstraat 25, Den Haag.
* Kruyt, H. E.	Rietveldse Toren, Oosterstraat, Delft.
* Kuiper, N. J.	Helenastraat 54, Den Haag.
* Laive, G. de	Hippolytusbuurt 12/14, Delft.
*§Leeuwen, J. E. van	Delfgauwsche weg 161, Delft.
* Lefebvre, P. H.	Phoenixstraat 19, Delft.
* Lely, J. v. d.	A. 239. Maasland (Z.-H.).
* Lieftinck, L.	van Leeuwenhoeksingel 18, Delft.
§Lopes Cardozo, A.	Koornmarkt 25, Delft.
Lummel, C. J. A. van	Hugo de Grootstraat 31, Delft.
§Masion, L. P.	Nieuwe Haven 32, Dordrecht.
* Mettivier Meyer, A. B.	Koornmarkt 25, Delft.
* Mohr, O. W. P.	Noordeinde 44, Delft.
* Müller, B. C. C.	Oude Delft 162, Delft.
* Poel, H. J. J. te	Cornelis Trompstraat 28, Delft.
* Potjes, H. G. A.	Kipstraat 91, Rotterdam.
§Pickee, C. J.	Leeuwendaallaan 25, Rijswijk (Z.-H.).
§Pieters, W. J.	Anemoonstraat 61, Den Haag.
* Pomes, H.	Simonsstraat 94, Delft.
Praag, L. L. van	Tamerindestraat 84, Den Haag.
* Raalten, C. H. van	Brabantsche Turfmarkt 47, Delft.
* Raeds, J.	Markt 85, Delft.
* Roelants, J. J.	Markt 9, Delft.
* Satijn, P. J. M.	Achterom 15, Delft.
§Sizoo, F. P.	Oude Delft 98, Delft.
§Sandick, F. H. van	de Perponcherstraat 129, Den Haag.
* Starrenburg, W. F. G. L.	Kranenburgweg 17b, Den Haag.
* Stheeman, H. A.	van Leeuwenhoeksingel 35, Delft.
§Schoorel, P. N.	2e Schuytstraat 186, Den Haag.
* Schutte, H. R.	Cornelis Trompstraat 17, Delft.

* Snijders, P. A.	Oostsingel 131, Delft.
* Tadema, P. J.	Sumatrastraat 19, Dordrecht.
The Sing Bie	Oostsingel 51, Delft.
* Tondu, A. W.	Berkstraat 2, Rijswijk (Z.-H.).
*§Veen, E. G. van der	Rotterdamsche weg 76, Delft.
§Veldhyzen, E. J.	Hippolytusbuurt 41, Delft.
*§Vreedenberg, R. W.	Hooikade 15, Delft.
* Vries, Tj. de	Kleverparkweg 72, Haarlem.
* Westermann, J. H.	Oude Delft 79, Delft.
§Wiechers, S. G.	Groote Markt 11, Den Haag.
* Wijkersloot de Weerdesteyn, P. J. C. de	Carel van Bylandlaan 2, Den Haag.
* Zermatten, H. L. J.	Julianalaan 22, Delft.

NAAMLIJST DER AAN DE DELFTSCHE ACADEMIE, POLYTECHNISCHE SCHOOL EN TECHNISCHE HOOGESCHOOL AFGESTUDEERDE MIJNINGENIEURS.

(Bijgewerkt tot 1 Juli 1928).

* Buitengewone leden der Mijnbouwkundige Vereeniging.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Abendanon, E. C.	1900	Bijzonder hoogleeraar aan de Universiteit v. Amsterdam. Oud-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw in N. O.-Indië.	Edmarhoeve, Elspeterweg, Nunspeet.
*Achterbergh, W. van	1926	BedrijfsgeoloogB.P.M.	Tarakan.
Aernout, W. A. J.	1910	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
Akkeringa, J. E.	1852	Overleden.	
Akkersdijk, M. E.	1923	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
Arntzenius, W. O. P.	1860	Overleden.	
*Bakels, P. S.	1924	Administrador del Ingenio Machacomaca Compania Minero de Oruro.	Oruro, Casilla 154.
*Bakker, H. Th.	1923	Ing. b. d. N.V. Steenkolen-Mij. „Parapattan".	Berouw, O.-Borneo.
Bakker Gzn, J.	1913	Bedrijfs-Ingenieur Staatsmijnen.	Heerlenersteenweg 38, Terwinselen.
Bakker Jzn, J.	1921	Leeraar H.B.S.	Graaf Florisstraat 95a, Rotterdam.
*Bauermann, N. K. H.	1907	Geoloog b. d. B.P.M.	Benoordenhoutsche weg 33, Den Haag.
*Be Tiat Tjong	1925		p/a Be Kwat King, Peterongan, Semarang.
Beekman, Dr. E. H.M.	1905	Leeraar H.B.S.	Maarten Trompstr. 25, Delft.
*Beelen, A. van	1919	Ing. b. d. Mijnbouw-Mij. „Aequator".	Mangani, via Pajacombo, S. W. K.
*Beens, E. J.	1916	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tandjong Emin.
*Berg, J. van den	1927	Ing. b.d. Gem. Mijnb.-Mij. „Billiton".	Manggar, Billiton.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Bergstein, M. J. A.	1921	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Treebeekstraat 38, Hoensbroek (L.).
*Bemmelen, Dr. R. W. van	1926	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bureau der Sumatra-Karteering, Bandoeng.
Besselink, H. P.	1925	Ing. b. d. Compania Minera de Oruro.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Beukers, C. A.	1924	Ing. b. d. Mijnbouw-Mij. „Simau".	Lebong Tandai, Benkoelen.
*Bevervoorde, W. F. C. Engelbert van	1919	Ing. Coto San Miguel, Province de Almeria.	Seron, Espãna.
Beyerink, Dr. F.	1890	Oud-Ing. b.d. Dienst v. d. Mijnbouw in N.O.-I.	Rembrandlaan 6, Apeldoorn.
Beyl, Z. S.	1903	Raadgevend Ingenieur.	Bloemiststraat 17, Arnhem.
*Beynen, L. R.	1925	Ingenieur b. d. Schönes Edelmetaalhandel.	
Bianchi, F. J. C.	1922	Ing. Oranje Nassau Mijnen.	Valkenburgerweg 28a, Heerlen.
*Biegman, K. A.	1909	Districtsadministrateur Gemeenschappelijke Mijnbouw-Mij. „Billiton".	Klappa Kampit, District Boeding.
*Bierman, J. G. A. M.	1921	Ing. Astra Romãna.	Boulevard Elizabeth 17, Cãmpina.
Birnie, S. L. G.	1872	Overleden.	
Bliek, P. F.	1903	Gerente de la Compania Minero de Oruro.	Willem d. Zwijgerl. 76, Den Haag.
*Bloemgarten, H.	1920	Ingenieur b. d. B.P.M.	Carel v. Bylandl. 30, Den Haag.
*Blok, J. J.	1927	Ing. b.d. Gem. Mijnb.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
Boachi, A.	1849	Overleden.	
Boers, R. J.	1893	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	Galileistraat 191, Den Haag.
*Bolderdijk, M. J. F. W. G.	1922	Ing. Shell Company of California.	Higgens Building Los Angelos, Cal. U.S.A.
*Bong Soe Hian	1926		Banka, Toboali.
*Boots, B. P.	1925	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Bosse, P. M. van	1900	Direct. Oost-Borneo-Maatschappij.	Nassau Zuylensteinstr. 14, Den Haag.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Both, W. A. Jonkers	1903	Directeur der firma Jonkers Both en Wintgens.	Temsstraat 35, Heerlen.
*Bothé, A. Ch. D.	1918	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
Bouwmeester, G.	1916	Ing. b. d. Octrooiraad.	W. v. Pruisenstraat, Den Haag.
*Bouwens, A. L.		Ing. Astra Romãna.	Cãmpina.
*Braake, A. L. ter	1916	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Sawah Loento, S. W.
Braam Houckgeest, J. van	1902	Ingenieur b. d. firma Gebrüder Goedhart.	Rio de Janeiro, Brazilië.
*Broek, J. van den	1915		p/a Ned. Ind. Handelsbank, Den Haag.
*Broeke, H. J. W. ten	1928		
Brouwer, Dr. H. A.	1908	Hoogleeraar aan de Techn. Hoogeschool.	Koningin Emmakade 158, Den Haag.
*Browne, J. F.	1926	BedrijfsgeoloogB.P.M.	
*Bruggen, G. ter	1926	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
*Bruin, E. E. de	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
*Bruining, J. E.	1908	Hoofd-Administrateur Gem.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
*Bunge, E. M.	1922	Geoloog b. d. B.P.M.	Balikpapan, Borneo.
*Burck, H. D. M.	1919	Geoloog bij 's Rijks Geologischen Dienst.	Spaarne 17, Haarlem.
Buysman, H. J.	1895		Djokjakarta.
*Bijdendijk, J. G.	1903	Hoofd der Banka-tinwinning.	Muntok. Tijdel. adres: Mathenesserlaan 256, Rotterdam.
Caron, M. H.	1910	Hoogleeraar aan de Techn. Hoogeschool.	
Collot d'Escury, H. H. A. Baron	1912	Ingenieur b. d. B.P.M.	Daendelstraat 31, Den Haag.
Cool, H.	1903	Overleden.	
Cordes, J. H.	1863	Overleden.	
*Cornelissen, A. J. R.	1916	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Muntok.
Cosijn, A. J.	1918		Hoogeweg 6, Wassenaar.
Curvers, J. H.	1920	Staatsmijnen.	Fagelstraat 27, Leiden.
Dam, W. van	1922	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
*Damme, A. G. J. v.	1928	Ingenieur b. d. B.P.M.	Tjepoe.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Deelken, J. E.	1913	Ingenieur b. d. B.P.M.	Tjepoe.
Deenen, J. M.	1926	Ing. Staatmijn Emma.	Hoensbroek.
Degens, Dr. P. N.	1902	Inspecteur M. O. in N. O.-I.	Weltevreden.
*Diermen, J. F. van	1916	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Diest, P. H. van	1855	Overleden.	
*Dinger, H. L.	1923	Ingenieur b. d. Moeria Tras-Mij.	Semarang.
*Dissel, E. D. Cartier van	1924	Administrador del Ingenio Pairumani Sociedad Estanifera Morococola.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Doorninck, Dr. N. H. van	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
*Dorp Jr., J. F. van	1921	Consulting-Ingeniero.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
Dorsser, S. van	1904	Ingenieur b.d. Roxana Petroleum-Cy.	Tulsa, Oklahoma U. S. A.
*Douglas, E. A.	1905	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Met verlof. Tijdelijk: Spaarnzichtlaan 4, Heemstede.
*Douglas, E. A.	1905	Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I. Leider der Boekitassem Steenkolenmijnen.	Tandjong, Palembang.
*Douw, A. H.	1922	Mijningen.-Geologist Nothern Rhodesia Border Concession Ltd.	N. Changa, via N'Dola, Rhodesia.
*Douze, E. J. C.	1925	Ing. Caribbean Petr.-Co.	Maracaibo, Venezuela.
*Dozy, C. M.	1909	Dir.-Gen. Petr.-Mij. „Sospiro". Consul-Generaal der Nederlanden.	Alea Alexandra 20, Boekarest.
Drift, J. B. C. v. d.	1912	Overleden.	
Drift, J. B. van der	1911	Bedrijfs-ingenieur Staatsmijn „Emma".	Akerstraat 138, Hoensbroek.
Dubourcq, P. L.	1903	Dir. der N.V. Fransch-Holl. Oliefabrieken Calvé-Delft.	Nieuwe Plantage 54, Delft.
Duyfjes, G.	1904	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Amsterzodenweg, Treebeek.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Duynen, J. van	1909	Ing. b. d. Int. Magnesietwerken.	Chalsis (Euboea), Griekenland.
Dijk, P. van	1855	Overleden.	
*Dijkstra, B.	1926	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Edelman, C. H.	1924	Assistent Technische Hoogeschool.	Corn. Trompstraat 54, Delft.
Edixhoven, G. H.	1918	Ing. b. d. Mijn „Laura en Vereeniging".	Eygelshoven (L.).
Elst, E. van der	1850	Overleden.	
*Elst, O. J. van der	1906	Dir. der N.V. Ingen.-Bur. v.h. J. M. C. v. Borselen & Co.	Prins Hendrikstraat 26, 26, Den Haag.
*Engberts, E.	1928	Ingenieur b. d. B.P.M.	Haagweg 29, Leiden.
Ermenius, F. L.	1901	Overleden.	
*Es Jr., L. J. C. van	1912	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
Estor, W.	1909	Leeraar Gymnasium en H.B.S.	Wilbertstraat 11, Hengelo.
Everdingen, A. F. van	1923	Ing. b. d. Curaçaosche Petroleum-Mij.	Curaçao.
Everwijn, R.	1852	Overleden.	
*Faber, B. von	1902	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Bandoeng.
Faber, Dr. F. J.	1923	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Fennema, R.	1872	Overleden.	
*Feringa, G.	1927	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Ferf, A. G.	1906	Ingenieur Gem.-Mij. „Billiton".	Prinses Mariestraat 25, Den Haag.
*Fermin, P. G. H. A.	1923	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tambang Sawah.
*Fock, J. F.	1922	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Rumpenderstraat 66, Rumpen (L.).
*Frijlinck, C. P. M.	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Frijling, H.	1906	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Muntok, Banka.
*Geerlings, B. A.	1923	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
*Gelder, Dr. J. K. van	1905	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Dacosta Boulevard 4, Bandoeng.
*Gemeren, D. van	1923	Administrador de la Mina Morococola, Sociedad Estanifera Morococola.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Geursen Jr., G. J.	1918	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Hoofdbureau Tinwinning, Muntok.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Gevaerts, E. A. L.	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Carel v. Bylandl. 30, Den Haag.
*Gisolf, Dr. W. F.	1909		Riouwstraat 101, Bandoeng.
Godefroy, W.	1877	Oud-Hoofd-Ing., Chef afd. Mijnw. N. O.-I.	Trompstraat 93, Den Haag.
Godefroy, C.	1913	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Koba, Banka.
Göllner, E. R. D.	1904	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d.Mijnbouw N.O.-I.	Tambang Sawah, Benkoelen.
Goudoever de Jongh, C. A. van	1902	Hoofd-Ingenieur b. d. Staatsmijnen.	Rijksweg 8, Geleen (L.).
Gouka Jr., A. J.	1902	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	Oude Bennekweg 62t, Wageningen.
*Grandjean, J. B.	1916	Leeraar a.d. T. S.	Julianalaan 19, Bandoeng.
Gravendeel, H. A. D.	1921	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Heistr. 3, Terwinselen.
Gravenhorst, G. E.	1904	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d.Mijnbouw N.O.-I.	Bandoeng.
*Greve, I. R. J. de	1917	Hoofd-Administrateur Salida-mijn.	Painan, S. W. K.
Greve, W. H. de	1859	Overleden.	
Grondijs, H.	1916	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Djeboes, Banka.
Grondijs, H. F.	1905	Hoogleeraar aan de Techn. Hoogeschool.	Willem Frederiklaan 4, Den Haag.
Groot, C. de	1848	Overleden.	
Groot, C. F. A. de	1918	Bedrijfs-Ing. b.d. N.V. Steenkolenmijn „Willem en Sophie".	Spekholzerheide (L.).
*Groot, P. F. de	1916	Technisch Chef der N.V. De Vereenigde Jodiumfabrieken.	Palmenlaan 36, Soerabaja.
*Groothoff, Dr. Ch. Th.	1910	Hoofd-Bedrijfs-Ing. der Staatsmijnen.	Villa „Leeuwenhorst", Valkenburg (L.).
Grutterink, J. A.	1912	Hoogleeraar aan de Techn. Hoogeschool.	v. Bleiswijkstraat 139, Den Haag.
Guffroy, C. A.	1905	Leeraar a.d. Koningin Emma-school.	Soerabaja.
*Haan, W. de	1909	Hoofd-Administrateur d. Mijnbouw-Mij. „Aequator".	Mangani, via Pajacombo, S. W. K.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Haar, C. ter	1919	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Met verlof. Geestbrugweg 41, Rijswijk (Z.-H.).
*Haart, P. de	1917		Ned. Oost-Indië.
*Haeften, C. S.	1916	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Koba, Banka.
*Hagen, J. ten	1926	Ing. b. d. Gem.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
Hal, C. J. J. van	1918	Ing. b.d. S. A. Ateliers de Construction des Sondages et Travaux Miniers Lemoine.	Boul. H. de Dinant 10, Luik.
Ham, A. Guyot v. d.	1909	Ing. b. h. Techn. Bur. v.h. Dep. v. Koloniën.	Adr. Pauwstraat 49, Den Haag.
*Hamer, H. J. E. M.	1925	BedrijfsgeoloogB.P.M.	Pladjoe.
*Hannik, Dr. S.	1923	Overleden.	
*Harreveld, B. P. van	1921	Ing. Compania Minero de Oruro.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Harting, A.	1918	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tambang Sawah.
Heek, J. G. B. van	1903	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. MijnbouwN.O.-I.	Met verlof.
*Heelsbergen, F. van	1924	Administrador de la Emprese Minero Vinto.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Hemert, P. J. L. van	1920	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
*Hendrichs, W. Th. M.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Balikpapan.
Henkemans, G. Snoeck	1921	Oud-Ing. b.d. Dienst v. d.MijnbouwinN.O.-I.	v. Boetselaerlaan 127, Den Haag.
*Hes, F. L.	1922	Ing. Astra Romana.	Boekarest, Roemenië.
*Hetzel, Dr. W. H.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Baoe Baoe, Boeton.
Heukelom, J. C. van	1877	Overleden.	
*Hoek, A. van	1918	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tambang Sawah.
*Hoekstra, J. A.	1916	Ing. b. d. Carribean Petr. Co.	Maracaibo, Venezuela.
Hoepen, Dr. E. C. N. van	1909	Directeur v. h. Transvaal Museum.	Bloemfontein.
*Hoff, W. A. van der	1925	Ing. b. d. Siam Tin-Exploratie Syndicaat.	p/a Intern. Crediet en Handelsv. „Rotterdam", Singapore.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Hofman, A.	1913	Ing. b. d. Mijnbouw-Mij. „Paleleh".	Lintido, Celebes.
*Hogenraad, G. B.	1905	Hoofd-Adm. der N.V. Portlandcement-fabriek „Indaroeng".	Padang.
*Holleman, W.	1912	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Sawah Loento.
Honert, A. van den	1912		Weltevreden near Sommerset, Z.-Afr.
*Hoop, B. C. M. v. d.	1925	Ingeniero de la Compania Minera de Oruro.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
Hooze, J. A.	1872	Overleden.	
Horst, J. W. A. v. d.	1921	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Houwink, L.	1898	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Bandoeng.
*Hövig Jr., P.	1901	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Met verlof. Jul. van Stolbergl. 87, Den Haag.
Huffnagel, P. A.	1905	Overleden.	
Huguenin, J. A.	1861	Overleden.	
Huguenin, D. F. O.	1862	Overleden.	
*Hupkes, [illegible].	1904	Ing. b. d. firma Wm. H. Müller & Co.	2e Emmastraat 173, Den Haag.
*Hylkema, H. K.	1922	Ing. b. d. Gem.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
*Jansen, P. J.	1899	Techn. adviseur van Redjang Lebong en Simau.	Koninginneweg 2, Wassenaar (Z.-H.).
Jong, P. H. de	1924	Ingenieur b. d. B.P.M.	
*Jong, Dr. W. F. de	1922	Assistent Technische Hoogeschool.	Poortlandlaan 80, Delft.
Jongh, A. C. de	1906	Wd. Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw Ned. O.-I.	Bandoeng.
Jongh, C. A.	1906	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Bandoeng.
Jongh, W. D. Munniks de	1906	Ingenieur b. d. B.P.M.	2e Schuytstraat 277, Den Haag.
Jongh Dz., W. H. D. de	1903	Ing. Staatstoezicht.	Prof. Willemstraat 60, Maastricht.
Jongh Hzn., D. de	1873	Overleden.	
Jonker, H. J. W.	1860	Overleden.	

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Julius, M. W.	1909	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Muntok, Banka.
Kamp, J. W. C. Op den	1914	Bedrijfs-Ingenieur Staatsmijnen.	Rumpen (L.).
*Keen, C. D.	1909	Ing. b. d. Keen & Woolf Oil Co.	9th floor Commerc. Nat. Bank, Shreveport, U. S. A.
Kerssen, A. W. F.	1896	Overleden.	
*Klein, Dr. W. C.	1907	Geoloog b. d. B.P.M.	Wassenaarscheweg 15, Den Haag.
*Kleinsmiede, J.	1926	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Kloes, J. van der	1901	Hoofd der Ombilien-Steenkolenmijnen.	Sawah Loento, Sumatra.
Kluft, F. J. C.	1925		p/a Mevr. C. J. Kluft, N. Ginnickerstr. 30, Breda.
Knol, W. A.	1902	Oud-Hoogleeraar a. d. T.H. Financieel Adviseur.	Stadhoudersplein 9, Den Haag.
Knoppert, L.	1909	Overleden.	
Koning Knijff, J. de	1889	Overleden.	
*Konijnenburg, W. J. van	1924	Ing. b. d. Portland-cementfabriek „Indaroeng".	Padang.
*Koolhoven, N. C. Benschop	1919	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
Koomans, J.	1894	Overleden.	
*Koopmans, H. P.	1924	Administrador de la Mina Itos, Compania Minera de Oruro.	Casilla 154, Oruro, Bolivia.
*Kooten, C. van	1928	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Laan van N. O.-Indië 19, Den Haag.
Koperberg, M.	1883	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	v. Beverinckstraat 13, Den Haag.
*Kort, M. C.	1916	N.V. Industrie- en Handel-Maatsch. „Karang Pilang".	Bibisovervaartstraat, Soerabaja.
*Korte, P. C. J.	1921	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Kromhout, F. N.	1908	Leeraar H.B.S.	Bandoeng.
Kunert, F. M. A.	1906	Oud-Ing. b.d. Dienst v. d. Mijnbouw in N.O.-I.	Silezië (Duitschland).
*Kuyk, S. H. van	1922	Ing. b. d. Gem. Mijnb.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Kwantes, G. A. F.	1925	Ingenieur b. d. B.P.M.	Batoe Kras via Moeara Enim.
*Laive, L. A. de	1925	Geoloog b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Lange, J. de	1904	Overleden.	
*Lanzing, W. J. R.	1926	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Pontianak.
*Ledeboer, J. L. A.	1905	Hoofd-Adm. d. Mijnbouw-Mij. „Palaleh".	Lintido, N.-Celebes.
Leeuw, K. F. de	1920	Overleden.	
Leger, L.	1907	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Muntok, Banka.
Lely, C. W. A.	1904	Voorzitter v.h. Intern. Electro-Metallurgie- en Handelssyndicaat.	Sleedoornstraat 13, Den Haag.
Lessen, A. H. van	1893	Oud-Chef b. d. Dienst v. d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	Frankenslag 329, Den Haag.
*Leyds, L. W.	1913	Geoloog b. d. B.P.M.	Dedelstr. 11, Den Haag.
Liebert, F. C. A.	1850	Overleden.	
*Lier, F. C. van	1905	Inspecteur der Genr. Thesaurie.	Bandoengstraat 12, Weltevreden.
Lier, R. J. van	1901	Directeur der N.V. Holl. Spitsbergen Co.	Dedelstraat 3b, Den Haag.
*Linden, B. H. van der	1906	Geoloog b. d. B.P.M.	p/a 2e Schuytstr. 143, Den Haag.
Lint, V. J. van	1924	Ingenieur bij de Oost-Borneo-Maatsch.	p/a Dijkstraat 10, Arnhem.
Lith, A. P. van	1926	Ingenieur Mijnbouw-Mij. „Stannum".	Den Haag.
Löb, K. L.	1907	Oud-Ing. b.d. Dienst v. d. Mijnbouw in N.O.-I.	Halstersche Straatweg, Bergen op Zoom.
*Loenen, L. L. J. van	1928		Adres in Nederland: Van der Lindenlaan 5, Hilversum.
Lohr, J. A.	1909		
Lohuizen, H. J. van	1911	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
*Loon, C. C. van	1924	Ing. b.d. Gem. Mijnb. Maatsch. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
Loon, C. J. van	1885	Overleden.	
*Lynden, L. L. J. Baron van	1912	Ingenieur bij de N.V. Hollandsche Metallurgische Bedrijven, Amsterdam.	Denneweg 118a, Den Haag.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Mallée, G. W.	1906	Overleden.	
Mansvelt, H. A.	1859	Overleden.	
Marck, E. B. van der	1918	Overleden.	
Mariman, O. F.	1924	Ing. b. d. Dienst v. d. BelgischeBoerenbond	Vital de Costerstr. 34, Leuven.
*Mathijsen Gerst, G. E.	1921	Geoloog c/o El Aguila	Puerto Mexico, Mexico.
*Mathijsen, P. M.	1919	Ing. b. d. Mijnb.-Mij. „Aequator".	Mangani, via Pajacombo, S. W. K.
*Mekel, Dr. J. J. A.	1916	Geoloog b. d. B.P.M.	Wassenaarscheweg 19, Den Haag.
Memelink, O. W.	1925	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Pankalpinang, Banka.
Menschaar, C.	1905	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Menten, J. H.	1860	Overleden.	
Mesdag, F. F.	1911	Ing. b.h. Techn. Econ. Adviezen Bureau v.h. Dept. v. Gouv. Bedr.	Bandoeng.
*Meulen, J. A. C. ter	1925		Mathenesserlaan 281, Rotterdam.
*Meijjes, E. L.	1928		Amersfoortsche straatweg, Huize „den Hul", Naarden.
Middelberg, E.	1896	Oud-Chef b. d. Dienst v. d. Mijnbouw.	Huize „Donkervliet", Loenersloot.
*Minnigh, L. D.	1926	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Moerman, C.	1902		Haagweg 118, Rijswijk (Z.-H.).
Molengraaff, G. J. H.	1920		
*Mulder, A. J.	1925	Geoloog b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Muller, J. A. W.	1923	Ingenieur „Laura en Vereeniging".	Kerkstraat, Eygelshoven (L.).
*Nash, Dr. J. M. W.	1923	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Emmalaan 7, Bandoeng.
*Neeb, E. A.	1896	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	v. Blankenburgstr. 64, Den Haag.
*Nelissen, F.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
Nes, C. L. van	1903	Hoogleeraar aan de Techn. Hoogeschool.	Cornelis Trompstr. 77, Delft.
Nix, F. E.	1922	Ing. b. h. laboratorium der Illinois Steel Compagnie.	Jeffersonstr. 350, Gary (Ind. U.S.A.).

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Oolbekkink, H.	1922	Ing. bij Messrs. Inslee & Easely, Consulting-engineers.	La Paz, Bolivia.
*Oosten, W. H.	1919	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Oppenoorth, W. F. F.	1906	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
*Overstraten Kruysse, A. van	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pankalan Brandan.
*Paulen, A.	1928		Kleverlaan 172, Haarlem.
*Pel, W. A. H.	1925	Geoloog b. d. B.P.M.	Pladjoe.
Pelster, F. L.	1926		
*Planten, O. M.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d Mijnbouw, N. O.-I.	Stagen, Poeloe Laoet.
Ploeg, F. P. C. S.	1904	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Bandoeng.
*Ploem, V. H.	1910	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Stagen, Poeloe Laoet.
Post, K. G. P.	1923	Overleden.	
Pott, G.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Pasir.
Puy, J. H. de	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
*Quartel, H. J. M. W. de	1928	Sociedad Esterifere Morococala.	Casilla 155, Oruro, Bolivia.
*Raeds, C. E. P. M.	1921	Bedrijfs-ingenieur v. d. Oranje Nassau-mijn IV.	Heideveldweg, Heerlerheide.
Rant, H. F. E.	1853	Overleden.	
Reewijk, W. J. van	1924	Administrador del Ingenio Compania Minera de Potosi.	Casilla 162, Potosi.
*Regout, W. A. H.	1925	Administrador de la Mina Socazon. Compania Minera de Oruro.	Casilla 154, Oruro.
Renaud, C. P. A.	1863	Overleden.	
Renaud, P. J. A.	1868	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	Bandoeng.
Retgers, Dr. J. W.	1880	Overleden.	
*Reimering, W.	1927		
*Reyzer, J.	1910	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Pankal Pinang, Banka.
Ribbius, W. G.	1880	Overleden.	

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Römer, B. F. P.	1904	Oud-geoloog b.h. Mijnwezen in N. O.-I.	Alex. Battalaan, Maastricht.
Roos, G.	1922	Ing. b. d. Staatsmijn „Wilhelmina".	Terwinselen.
*Rueb, Dr. J.	1900	Directeur d. Mijnbouw-Mij. „Aequator".	Bazarstraat 29, Den Haag.
Ruys, Th.	1922	Leeraar R.K. H. B. S.	Tongerscheweg 94, Maastricht.
Ryckevorsel, E. J. van	1901	Overleden.	
*Salm, J.	1923	Bedrijfsgeoloog B.P.M.	Pankalan Brandan.
Sandick, O. Z. van	1918	Ing. b. d. Jodium-exploitatie.	Soerabaja.
Schäfer, J. H. W.	1918	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Bodemplein, Rumpen (L.).
Schagen van Soelen, J. C.	1907	Adviseerend Ingen.	Molenlaan 4, Rijswijk (Z.-H.).
Schelle, C. J.	1870	Overleden.	
*Schepers, L.	1926	Ingenieur b. d. B.P.M.	
*Schieferdecker, A. A. G.	1918	Ingenieur b. d. B.P.M.	Parkweg 183, Voorburg (Z.-H.).
*Schilden, B. van der	1924	Ingenieur b. d. B.P.M.	Tjepoe, Java.
Schlosser, J. P.	1854	Overleden.	
Schmutzer, Dr. J. I. J. M.	1904	Administrateur d. S.F. Gondang Lipoeno.	Suikerfabriek „Gondang Lipoeno" bij Djokjakarta.
*Schols, H.	1925	Ingenieur b. d. B.P.M.	Tjepoe, Java.
Scholtens, K.	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Schot, A. G. G.	1924	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
*Schouten, C.	1917	Assistent Technische Hoogeschool.	Rotterdamsche weg 224d, Delft.
*Schuiling, D. Th.	1910	Assistent Technische Hoogeschool.	Oude Delft 88, Delft.
*Schuiling, H. J.	1923	Ing.b. d. Union Minière du Haut Katanga.	Elizabethville, Congo (Belge).
*Schuurman, J. A.	1877	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw in Ned. O.-I.	Emmastraat 39, Den Haag.
*Seelig, J. C. L. J.	1918	Ing. b. d. Cementos Hidalgos.	Hidalgo, N.L. Mexico, via N.-York.
*Seldenrath, Th. R.	1922	Gerente de la Socieded Estenifera Morococola.	Casilla 155, Oruro.
Sengers, J. J. M.	1920	Leeraar H.B.S.	Rotterdam.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Speyer, A. E.	1927	Ing. b. d. Gem.-Mij. „Billiton".	Klappa Kampit, Billiton.
*Siccama, E. L.	1915	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Smets, N. A. A.	1920	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Sawah Loento.
Söhnlein, M. G. F.	1908	Overleden.	
Sonneveld, J.	1902	Directeur der Int. Petroleum-Maatsch.	Buenos-Aires.
*Steggewentz, J. H.	1919	Hydroloog, Den Haag.	Goudsbloemstr. 43, Den Haag.
Stigter, P. J.	1900	Hoofdambtenaar v. h. Dept. van G. B.	
Stoop Jr., A.	1887	Oud-Directeur der Dordtsche Petr.-Mij.	Bloemendaalsche weg 134, Bloemendaal.
Stork, H. J.	1883	Overleden.	
*Straatman, A. G. H.	1922	Ingenieur b. d. B.P.M.	Jacob Mosselstr. 57, Den Haag.
Stuffken, J. A. R.	1903	Leeraar H. B. S.	Heerengracht 8, Terneuzen.
*Tan Sin Hok, Dr.	1925	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
*Tan Tek Tjoen (J. Tan)	1918		Bandoeng.
*Taverne, Dr. N. J. M.	1916	Ingenieur b. d. B.P.M.	
Tekelenburg, J. J.	1922	Leeraar R. H. B. S.	Schiedamsche weg 51, Rotterdam.
*Terpstra, H.	1925	Ing. b. d. Mijnb.-Mij. „Aequator".	Mangani via Pajacombo, S.W.K.
*Terwogt, W. A.	1925	Ing. b. d. N.V. Mijnbouw-Mij. Stannum.	Bangkiwang, S.W.K.
Tesch, Dr. P.	1902	Leider der Opsporingsdienst v. Delfstoffen.	Zomerlustlaan 16, Haarlem.
Thie, Dr. A. J. H.	1902	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Voorhofstraat 36, Voorburg (Z.-H.).
Thiel, Dr. P. van	1898	Geoloog b. d. B.P.M.	Pladjoe.
*Thomeer, J. H. M. H.	1925	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.
Thywissen, M. P. E. H.	1919	Directeur der N.V. Kunstmest en Graanhandel v.h. H. M. Jansen.	Beukstraat, Aarle-Rixtel.
*Tilborg, G. C. J. van	1926	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Akerstraat 118, Hoensbroek.
Timmermans, Ph. W.	1908	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Tromp, H.	1901	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Bandoeng.
Twiss, W. J.	1905	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Banka.
*Tijn, J. van	1920		Johannesburg, Z.-Afr. P.O. Box 6496.
*Ubaghs, J. C. H.	1923	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tanah-Grogot, Borneo.
Ulrich, V. P.	1925		
*Unger, F. A.	1905	Ass. Consultung Engineer Consolidated Mines Selection Co. Ltd.	Johannesburg, P.O. Box 4587, Z.-Afr.
*Vaes, J. F.	1925	Ing. b.d. Union Minière du Haut Katanga.	Elizabethville, Congo, Belge.
Valk, A. D.	1913	Leeraar a.d. Koningin Wilhelmina-school.	Weltevreden.
Veen, Dr. A. L. W. E. van der	1908	Ing. b.d. Octrooiraad.	Goudsbloemstraat 66, Den Haag.
Veen, R. W. van der	1906	Overleden.	
Veenenbos, R. G.	1910	Bedr.-Ing. Staatsmijn „Wilhelmina".	Terwinselen (L.).
*Velde, J. van de	1915	Administrateur der N.V. Steenkolen-Mij. „Parapattan".	Teloek Bajoer, O.B.
Veldkamp, J.	1909	Overleden.	
Verbeek, Dr. R. D. M.	1866	Overleden.	
Verhoef, N.	1924	Administrador de los Minos Compania Minera de Potosi.	Casilla 162, Potosi, Bolivia.
Vermaes, S. J.	1890	Overleden.	
*Vermaes Hzn., S. J.	1924	Ing. b. d. Kinandam Sumatra Mijnb.-Mij.	Salida-mijn Painan, S.W.K.
Verlinden, G. H. J. M.	1927	Ingenieur b. d. B.P.M.	Pladjoe.
*Vermeulen, J. A.	1927	Ing. b. d. Gem.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
*Vermey, A. E.	1926	Ing. b. d. Gem.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
Versluys, Dr. J.	1905	Dir. der Gem. Bedr., tevens Dir. der Gem. Waterleiding te Soerabaja.	Met verlof in Nederland.
*Verstege, A.	1920	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Vis, M. D. Th.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Toboali, Banka.
Vooren, J. van	1906	Ing. New-Modderfontein Gold Mining Cy. Ltd.	Benoni, P.O. Box 25, Z.-Afr.
*Voort, J. A. W. In de Betouw van der	1925	BedrijfsgeologB.P.M.	Heerenstraat 16, Tarakan.
Vooys, G. E. de	1925	Ing. b. d. Nederl. Mij. tot ontginning van steenkolenvelden.	Hückelhoven.
Vreugde, L. M. H.	1923	Ing. b. d. Shell Co. of California.	Cal. Av. Bakersfield U.S.A.
*Vriendt, H. W. de	1915	Hoofd-Ing. b.d. Gem. Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
Vries, J. de	1902	Conservator aan de Techn. Hoogeschool.	Prins Mauritsplein 8, Den Haag.
*Wally, G. J.	1922	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tandjong Enim., Palembang.
Waterschoot van der Gracht, W. A. J. M.		Ing. Care of Marland Refining Cy. te Ponca City.	Ponca City, U.S.A.
Weber, D. W.	1922	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Soengai Liat, Banka.
*Weckherlin de Marez Oyens, F. A. H.	1910	Vert. der Soc. „Solono" te Buenos-Aires.	Galeria Guemes 614, Buenos-Aires, Argentina.
*Westerveld, J.	1928	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Bandoeng.
*Weelden, A. van	1922	c.o. Roxana Petr. Corp.	Athletic Club, p.l.d.g. Dallas (Texas).
Wertheim, C. J. M.	1892	Oud-Ing. b.d. Dienst v. d. Mijnbouw in N.O.-I. Raadgevend Ingen.	Nieboerweg 272, Den Haag.
*Wicherlink, E. H. Th.	1909	Geoloog b. d. B.P.M.	Tjepoe, Java.
*Wiessing, G. E. J.	1908	Ing. b. d. E. N. K. A.	Arnhem.
*Wiessner, M. F.	1928		Daguerrestraat 55, Den Haag.
*Wilde, E. de	1925	Ingenieur b. d. B.P.M.	Tjepoe, Java.
Wilde, J. C. de	1927	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Heerlen.
*Wilde, L. A. van der	1925	Ing. b. d. Gem.-Mij. „Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
*Willems, H. W. V.	1928	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Cartesiusstraat 275, Den Haag.
*Willigen, G. van	1927	Ingenieur b. d. B.P.M.	Balikpapan.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	BETREKKING.	WOONPLAATS.
*Wilhelm, Ch. H. J.	1921	Ing. b. d. Singkep-Tin-Maatschappij.	Postbox 571, Singapore.
Wing Easton, Dr. N.	1883	Oud-Hoofd-Ing. b. d. Dienst v.d. Mijnbouw	Geestbrugweg 50, Rijswijk (Z.-H.).
Witteveen, G.	1905	Ingenieur b. d. B.P.M.	Geldermalsem.
Witteveen, J. J.	1911	Ing. Petr.-Maatschij. „Astra Romana".	Boekarest.
Wijffels, F. C. M.	1925	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Heerlen.
Wijk, G. D. van	1910	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Molenberglaan 110, Heerlen.
*Wijngaarden, Th. C. van	1903	Hoofd-Ing. b.d. Dienst v.d. Mijnbouw N.O.-I.	Sawah Loento.
Wijnhoven, M. J. M.	1925		
*Zaalberg, P. H. A.	1928	Ing. b. d. Gem.-Mij. Billiton".	Tandjong Pandan, Billiton.
*Zee, P. F. de	1921	Ing. b.d. Staatsmijnen.	Treebeekstraat 4, Hoensbroek (L.).
*Zeylmans van Emmichoven Dr. C. P. A.	1921	Ing. b. d. Dienst v. d. Mijnbouw, N. O.-I.	Tanah Grogot, Borneo.
Zijdeveld, P. H.	1924	Ingeniero de la Compania Minera Porvenir.	Casilla 431, Oruro, Bolivia.

BOVENDIEN ZIJN NOG BUITENGEWOON LID.

NAMEN.	BETREKKING.	WOONPLAATS.
Cosijn, E. J. A.	Cand. Mijningenieur.	Mauerstrasse 13, Aachen. Adres in Nederl. N. Ginnikenstraat 49, Breda.
Erb, Dr. J.	Directeur B. P. M.	Carel van Bylandtlaan 30, Den Haag.
Floris, J. (c.i.)	Civiel-Ing. in Dienst v. h. Ned. Ind. Gouv.	Moeara Bliti, Res. Palembang.
Gogh, F. A. A. van	Chef Centr. Geol. Afdeeling B. P. M.	Carel van Bylandtlaan 30, Den Haag.
Koker, Mej. Dr. E. H. J.		Farm „Palmeryville", Louis Trichardt, Noord-Transvaal, Zuid-Afrika.
Langezaal, Mej. Ir. A. M. D.		Haven 18, Leiden.
Lijn, J. van der	Ass. Tuinopziener.	S. F. „Tjepper", Halte Tjepper, N. I. S.
Raaf, H. F. M.		Laboratoir de Geologie Université de Lausanne, Lausanne (Suisse).
Vereeniging van Ingenieurs bij 's Lands Mijndiensten.		Bandoeng.
Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën.		Dedelstraat 3b, Den Haag.