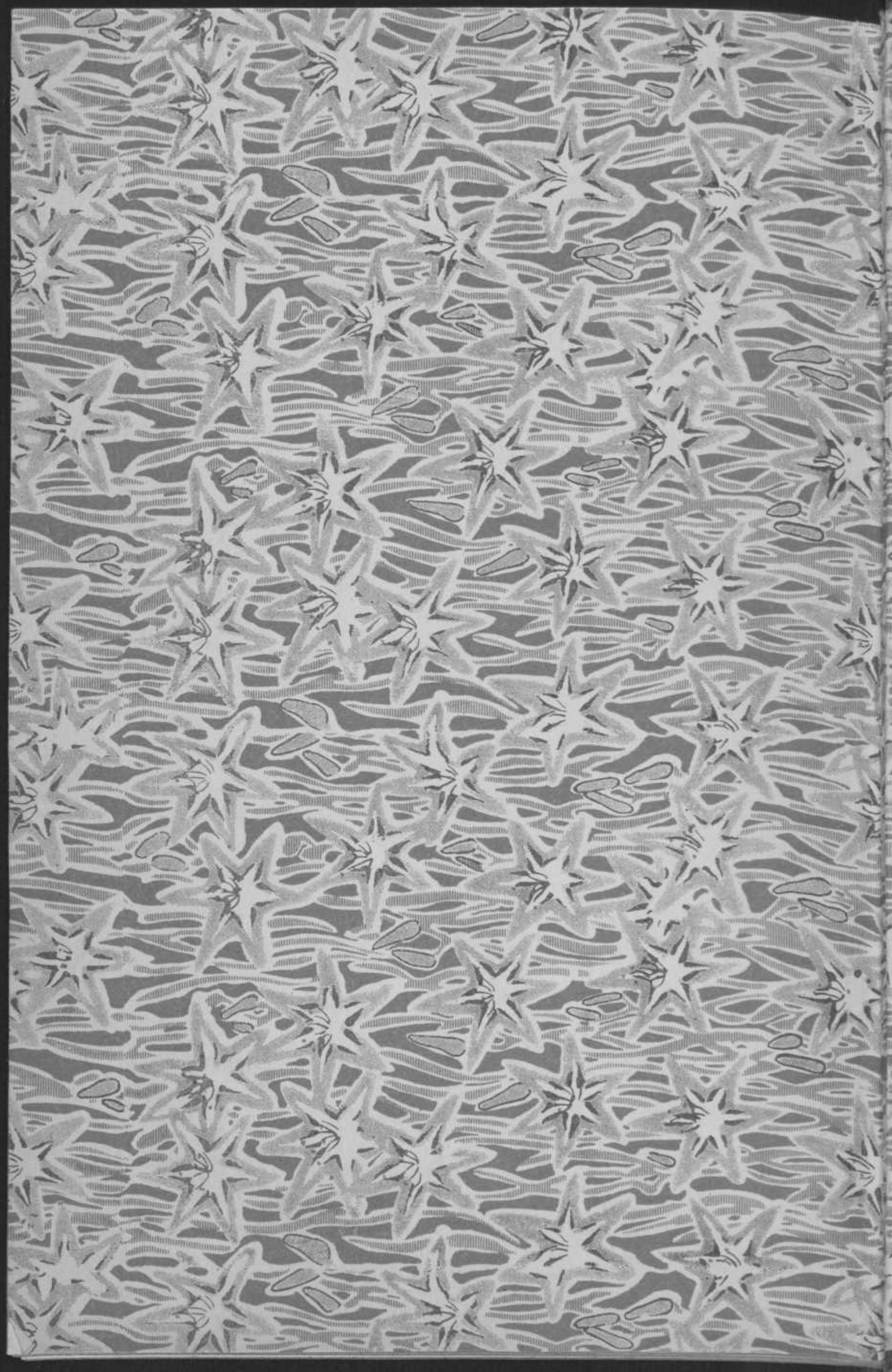


JAARBOEK

VAN DE

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING TE DELFT

1920—1923

INHOUD.

TER INLEIDING.

— Mineur sans peur. —

Bij het verschijnen van dit jaarboek dient een enkel woord vooraf te gaan.

Het zal verwondering gewekt hebben, dat dit boek, dat toch den titel „Jaarboek" draagt, gedurende vier jaren niet verschenen is. De oorzaken hiervan waren éénsdeels de ongunstige financiëele toestand der Mijnbouwkundige Vereeniging, anderdeels de enorme prijsstijgingen, waarmede de inkomsten der vereeniging geen gelijken tred hielden, — immers werden de contributiën niet verhoogd, — zoodat ingrijpende bezuinigingen, waaronder in de eerste plaats het niet-uitgeven van het jaarboek, noodig waren.

Toen beide euvelen minder hun belemmerende invloed deden gelden, was het voor onze commissie een moeilijke, doch aangename taak de uitgave van dit jaarboek te bewerkstelligen. Moeilijk was het voor ons, om wegens gebrek aan plaatsruimte, uit de vele lezingen en excursie's, die in de afgeloopen vier jaren werden gehouden, een keuze te doen en de inhoud zóó samen te stellen, dat zoowel voor de buitengewone als voor de gewone leden onzer vereeniging, het boek een zoo groot mogelijke waarde zou hebben. Wij stelden ons hierbij op het standpunt, dat de inhoud zoo veelzijdig en „up-to-date" mogelijk en tevens van blijvende waarde moest zijn. Om laatstgenoemde redenen namen wij, in tegenstelling met vorige jaarboeken, geen balansen en begrootingen op en verzochten wij de schrijvers der jaarverslagen deze belangrijk te besnoeien.

Veel dank zijn wij verschuldigd aan de heeren mijningenieurs: G. B. Hogenraad, N. A. van Doorninck, J. C. Schagen van Soelen, P. S. Bakels en J. Salm voor het beschikbaar stellen van hun artikelen. Indien de inhoud van dit jaarboek aan de verwachtingen beantwoordt, dan is dit voor een belangrijk deel aan bovengenoemde schrijvers te danken.

Met het oog op het „practisch werken" in eventueele volgende excursie's, leek ons een korte geologische beschrijving van den Harz voor de leden onzer vereeniging van groote waarde. Daarom verzochten wij den heer H. Terpstra een schets van de geologie

van den Harz te willen geven, vooraf gegaan door een kort verslag van de excursie in 1922. Wij danken hem voor de buitengewoon nauwgezette wijze, waarop hij aan ons verzoek gevolg gaf.

De heer P. S. Bakels was door ziekte verhinderd zijn lezing over de pleochroïtische veldjes zelf persklaar te maken. Wij vonden echter den heer W. F. de Jong, m.i., bereid, dit voor hem te doen, waarvoor wij dezen, mede namens den heer Bakels, onzen dank willen betuigen.

Als vervolg op de, in vorige jaarboeken opgenomen, beschrijvingen van de werkzaamheden bij het schachtafdiepen van de S. M. „Maurits", gaf de heer O. F. Mariman, m.i. een verslag over de vorderingen der laatste jaren. Ook hem betuigen wij hiervoor onze erkentelijkheid.

De laatste literatuurlijst verscheen in het Jaarboek 1914. Sindsdien is veel veranderd; over verscheidene onderwerpen verschenen nieuwe boeken, en ook de prijzen wijzigden zich veelal in belangrijke mate. Het leek ons daarom van belang een nieuwe literatuurlijst uit te geven. De heer J. Salm, m.i. belastte zich met de samenstelling ervan, terwijl de betrokken Hoogleeraren zoo vriendelijk waren de lijst na te zien en aan te vullen, waarvoor wij hier onzen dank willen uitspreken.

Dat onze taak een aangename was, danken wij niet alleen aan de medewerking van bovengenoemde heeren, maar vooral ook aan vele ongenoemde medewerkers, die ons met raad en daad en op alle mogelijke wijzen bij de samenstelling van dit jaarboek terzijde stonden. Mede hierdoor was het ons nog mogelijk een verslag op te nemen van de excursie naar Engeland, welke van 5-18 April l.l. gehouden werd.

Ten slotte spreken wij de hoop uit, dat dit boek een waardige plaats zal innemen in de reeks jaarboeken, die door de Mijnbouwkundige Vereeniging in den loop der jaren zijn uitgegeven.

R. W. VAN BEMMELEN.
H. H. BOURDREZ.
B.C.M. VAN DER HOOP.
W. J. R. LANZING.

DELFT, 1 Juni 1924.

MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING
DELFT.

(Opgericht October 1892)

BESTUUR 1920—1921.

O. M. PLANTEN, Voorzitter.
W. A. TERWOGT, Secretaris-Archivaris.
B. C. M. VAN DER HOOP, Penningmeester.
H. K. HYLKEMA, Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
H. SCHOLS, Bibliothecaris.

BESTUUR 1921—1922.

J. F. FOCK, Voorzitter.
W. A. TERWOGT, Secretaris-Archivaris.
B. C. M. VAN DER HOOP, Penningmeester.
TH. R. SELDENRATH, Afgevaardigde n. d. Centrale Commissie.
E. DE WILDE, Bibliothecaris.

BESTUUR 1922—1923.

E. D. CARTIER VAN DISSEL, Voorzitter.
L. A. DE LAIVE, Secretaris-Archivaris.
E. DE WILDE, Penningmeester.
P. S. BAKELS, Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
L. SCHEPERS, Bibliothecaris.

BESTUUR 1923—1924.

L. A. DE LAIVE, Voorzitter.
F. VAN HEELSBERGEN, Secretaris-Archivaris.
L. R. BEYNEN, Penningmeester.
S. J. VERMAES Hzn., Afgevaardigde naar de Centrale Commissie.
H. H. BOURDREZ, Bibliothecaris.

EERE-LEDEN.

Prof. Dr. S. HOOGEWERFF, Wassenaar, Villa Klein-Huize.	Januari 1898.
C. BLANKEVOORT, Maastricht, Minckelerstraat 14.	November 1899.
Prof. Dr. J. F. VAN BEMMELEN, Groningen, Zuiderpark 22.	November 1902.
Prof. S. J. VERMAES, m.i., Delft, Oude Delft 174.	November 1902.
Prof. J. A. GRUTTERINK, m.i., Den Haag, v. Bleiswijkstraat 139.	October 1906.
Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, Delft, Kanaalweg 8.	October 1906.
Prof. M. CLÉMENT, Frankrijk, Mont St. Martin (Dep. Meurthe et Moselle).	October 1907.
Prof. Dr. J. H. BONNEMA, Groningen, Herman Colleniusstraat.	November 1909.
Prof. Mr. D. VAN BLOM, Leiden, Hooigracht 25.	October 1914.
Prof. W. A. KNOL, m.i., Den Haag, Stadhoudersplein 9.	October 1914.
Prof. J. DE KONING KNIJFF, m.i., Den Haag, Willem de Zwijgerlaan 2.	Februari 1916.
Prof. R. W. VAN DER VEEN, m.i., Wassenaar, Duinvoetlaan 22.	October 1916.
Prof. Dr. H. A. BROUWER, m.i., Rijswijk, Oranjelaan 87.	October 1918.

BEKNOPT JAARVERSLAG VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS OVER DE JAREN 1920-'21 EN 1921-'22.

1920—1921.

Voor het vereenigingsjaar 1920-'21 stelde zich het Bestuur op de jaarvergadering van 25 October 1920 als volgt samen:

O. M. Planten, Voorzitter.
W. A. Terwogt, Secretaris-Archivaris.
B. C. M. v. d. Hoop, Penningmeester.
H. K. Hylkema, Afgevaardigde C. C.
H. Schols, Bibliothecaris.

Als voornaamste taak van het Bestuur gold, naast het organiseeren van lezingen, het doen uitkomen van een jaarboek, geredigeerd door een commissie, bestaande uit de heeren: S. H. van Kuyk, J. F. Fock en O. M. Planten, aan welke heeren hier nogmaals de dank der vereeniging betuigd zij voor hun arbeid, die door een ieder, die het jaarboek mocht ontvangen, ten zeerste geapprecieerd werd.

De volgende lezingen werden gehouden:

7 December. Ir. M. W. Julius, over „de Bankaboor".

7 Februari. de heer L. van Vuuren, over „Rifvormingen in en om Celebes".

17 Februari. Dr. W. van Bemmelen, over „'t Aardmagnetisme".

1 Maart. In combinatie met de andere vakvereenigingen: Mr. Frank Gilbreth, over „Scientific management".

26 Februari. Ir. C. A. van Goudoever de Jongh, over „de Mauritsschachten".

12 Maart. Geheimrat Prof. Dr. Albrecht Penck, over „der Geologische Zyclus".

Medio April werd onder leiding van de Hoogleeraren Prof. W. A. Knol en Prof. R. W. van der Veen, een technische excursie gehouden naar de Harz, de eerste excursie naar het buitenland, van de Mijnbouwkundige Vereeniging uitgaande, na het beëindigen der wereldoorlog.

In de hierboven genoemde jaarvergadering trad de vereeniging toe tot de Nederlandsche Studenten Organisatie, welke organisatie hoewel zij geen voordeel zou opleveren in haar beginstadium, ons sympathiek was en die we meenden te moeten steunen.

Eenige malen kon de vereeniging werkzaam zijn als tusschenschakel tusschen Prof. Grutterink, aan wien de belangen der toekomstige mijningenieurs voor 's Lands mijndiensten in Indië zijn toevertrouwd en eventueele candidaten, hetgeen zij trachtte te bereiken in eenige gemeenschappelijke besprekingen.

Het ledental over 1920-'21 bedroeg 190, het aantal buitengewone leden 110.

1921—1922.

Het nieuwe vereenigingsjaar begon wederom met het samenstellen van een nieuw Bestuur, op de algemeene vergadering van 17 November '21.

De samenstelling werd:

J. F. Fock, President.
W. A. Terwogt, Secretaris-Archivaris.
B. C. M. v. d. Hoop, Penningmeester.
Th. R. Seldenrath, Afgevaardigde C. C.
E. de Wilde, Bibliothecaris.

Een belangrijke beslissing was er te nemen, in verband met de finantiën die in benauwenis waren gekomen door de uitgave van het jaarboek. Een jaarboek kost veel geld, echter ook de portefeuille, die zooals bleek, niet op de gewenschte wijze werd geapprecieerd. Men besloot de portefeuille voorloopig af te schaffen, om de uitgave van een jaarboek in het volgende jaar mogelijk te

maken, daar dit de voornaamste band vormt met de oud-leden der vereeniging.

Als lezingen kunnen we vermelden:

1 December 1921. Dr. Ch. Th. Groothoff, over „Bodembewegingen tengevolge van den mijnbouw".

2 Februari 1922. Dr. B. G. Escher, over „Lahars als vulkanisch verschijnsel".

22 Februari 1922. de heer P. S. Bakels, over „Pleochroïtische veldjes".

2 Maart 1922. Ir. G. B. Hogenraad, over „Het portlandcementbedrijf bij Padang".

28 Maart 1922. Prof. William Hobbs, over „The continental glaciers of high latitudes and the operation of the glacial anticyclone".

Geen jaarboek werd dus uitgegeven en ook geen portefeuille rondgestuurd, drastische maatregelen om de financieele toestand geheel gezond te maken, het geen dank zij beide opofferingen gelukt is. Het nieuwe Bestuur kon met een aanmerkelijk minder leege kas haar taak aanvangen.

Als leden der verificatie-commissie werden gekozen de heeren E. D. Cartier van Dissel en A. G. G. Schot.

W. A. TERWOGT.
Secretaris-Archivaris over
1920-'21 en 1921-'22.

BEKNOPT JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER DE JAREN 1920-'21 EN 1921-'22.

In deze jaarverslagen moest ik de financieele toestand der M.V. niet alleen „verre van rooskleurig" noemen, zooals dat in vorige jaarverslagen dikwijls voorkwam, maar beslist ongunstig en ongezond.

De oorzaak daarvan dient hier in het kort te worden nagegaan.

Na de uitgave van een jaarverslag en ledenlijst in 1918-'19, volgde de uitgave van een jaarboek 1919-'20, dat zeer zeker een goede prestatie mocht heeten, doch waarvan de kosten de draagkracht der M.V. verre overschreden. Tot de uitgave werd besloten op een tijdstip, dat de uitgeversprijzen hun maximum bereikt hadden en bijna driemaal zoo hoog waren, als die van vorige jaarboeken, terwijl op de balans bij het begin van dat jaar nog een schuld van *f* 429,04 voorkwam.

Bovendien waren de kosten voor Lezingen, Portefeuille, Drukwerk en Onkosten dubbel zoo hoog geworden als die van vorige jaren, waartegenover geen enkele vermeerdering der inkomsten stond. Dit moest tot een débacle leiden, en zoo bleek dan ook de M.V. den 1sten October 1920 voor het onaangename feit te staan, een totale schuldenlast te hebben van *f* 1837,59, terwijl bij de toenmalige gang van zaken de inkomsten nauwelijks de jaarlijksche uitgaven konden dekken.

Onder deze omstandigheden sprak het vanzelf, dat aan de uitgave van een jaarboek 1920-'21 en 1921-'22 niet te denken viel. Doch deze bezuiniging hielp nog niet afdoend en daarom werd, na overweging van andere bezuinigingsmogelijkheden, op voorstel van het Bestuur, in October 1921 besloten tot het afschaffen van de Portefeuille, waardoor jaarlijksch ruim *f* 500,— bespaard kon worden.

Door al deze offers, die niet alleen de Gewone Leden brachten, maar ook de Buitengewone Leden, — immers ontvingen zij al die jaren geen jaarboek, — gelukte het, de schuldenlast belangrijk te verminderen en de financiën weer op gezonde basis te grondvesten.

Een groote moeilijkheid voor den penningmeester was steeds het innen van de contributiën der Buitengewone Leden. In 1922 werd daaraan voor een groot deel tegemoet gekomen, doordat deze contributie's, althans voor Nederlandsch-Indië, geïnd werden door bemiddeling van het Bestuur van de Vereeniging van Ingenieurs in 's Lands Mijndiensten, aan wie een woord van welgemeenden dank hier dan ook zeker op zijn plaats is.

B. C. M. VAN DER HOOP.
Penningmeester over 1920-'21 en 1921-'22.

JAARVERSLAG VAN DEN SECRETARIS-ARCHIVARIS DER MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1922-'23.

Het is voor een jaarverslagschrijver dikwijls een eenigszins ondankbare taak de lotgevallen en gebeurtenissen van een vakvereeniging te beschrijven, daar dit meestal ontaardt in een chronologische droge opsomming van feiten, die den lezer weinig of niet interesseeren. Maar hoe geheel anders is alles dit jaar aan ons voorbij gegaan, het jaar waarin de M.V. haar zesde lustrum vierde, en op een wijze, die onze stoutste verwachtingen overtrof. Ik kan niet tot het verhalen dier feestelijkheden overgaan, alvorens nogmaals dank gebracht te hebben aan het vorige Bestuur, dat door een streng zuiver finantieel gevoerd beheer gezorgd heeft, dat de kas deze lustrumuitgaven bestrijden kon.

Begin October had de traditioneele Bestuurswisseling plaats en namen in het Bestuur zitting:

E. D. Cartier van Dissel, President.
L. A. de Laive, Secretaris-Archivaris.
E. de Wilde, Thesaurier.
P. S. Bakels, Afgevaardigde C.C.
L. Schepers, Bibliothecaris.

Dadelijk zag zich dit voor de taak geplaatst het lustrum voor te bereiden, en in verband daarmede zorg te dragen voor een krachtige propaganda, teneinde bij een ieder het besef wakker te roepen, dat slechts door een massale deelname aan de festiviteiten het lustrum gevierd zou kunnen worden, de M.V. waardig.

Prof. Dr. H. A. Brouwer en Ir. E. Middelberg, oud-chef M. N. I., verklaarden zich bereid een lezing te houden op den lustrumdag, waarvoor het Bestuur den 10den November had uit-

gekozen en het valt niet genoeg te waardeeren, dat eerstgenoemde, eere-lid van onze Vereeniging, zich, hoewel sinds korten tijd pas teruggekeerd uit Amerika, ter beschikking stelde van ons gezelschap, om zijn versch verworven indrukken uit de Nieuwe Wereld aan ons mede te deelen.

De heer Middelberg was op het laatste moment door zeer urgente redenen verhinderd de lezing over den Kloettunnel te houden, maar gelukkig vonden wij den heer Moerman, Ing. M.N.I., bereid zijn lezing over te nemen en het is hier de behoefte van het Bestuur hem nogmaals te bedanken voor zijn, den zeer korten voorbereidingstijd in aanmerking genomen, zoo uitnemend geslaagde lezing.

Eindelijk, na dagen van langen en moeizamen voorbereidingsarbeid, brak de 19den November aan en toen 's middags onze Voorzitter beide lezingen met een kort woord inleidde, bleek het dat de groote vergaderzaal, kamer 96, veel en veel te klein was voor het reusachtig aantal toehoorders. Ondanks het groote aantal reserve-stoelen, moesten velen zich met een staanplaats tevreden stellen.

De belangstelling op de receptie was groot; behalve de gelukwenschen van Curatoren, den Secretaris van Curatoren, den Secretaris van den Senaat van de T. H., van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs, het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap en van de zustervereenigingen, waren tal van professoren en andere autoriteiten, oud-, en buitengewone leden gekomen om van hun interesse voor onze Vereeniging blijk te geven. Met zeer veel erkentelijkheid moeten wij nog memoreeren het prachtige bloemstuk, geschenk van Mevr. en Prof. Vermaes.

Den avond van dien gedenkwaardigen Vrijdag, verzamelden zich een 60-tal mijnbouwkundigen, geologen en studenten aan een maaltijd in Hotel „Des Deux Villes" in Den Haag. Tot onze groote voldoening hadden de eere-leden Prof. J. A. Grutterink, Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff, Prof. Mr. D. van Blom, Prof. R. W. van der Veen, Prof. H. A. Brouwer, gevolg gegeven aan onze uitnoodiging tot het mede-aanzitten aan dezen feestdisch.

Ook het oudste bestuurslid, Ir. A. H. van Lessen, een der oprichters van de M. V., was aanwezig en hieruit blijkt ten volle het enthousiasme dat nog bij de ouderen en oudsten der mijnbouwkundigen bestaat voor onze Vereeniging, en het moet den heer van Lessen een groote voldoening geschonken hebben te kunnen constateeren, hoe de kleine loot, die hij plantte, uitgegroeid is tot een machtige forsche eik.

Het feest duurde tot laat in den avond en velen zullen ter ruste gegaan zijn met het besef een dag te hebben genoten vol van geestelijken en materieelen rijkdom.

Thans zal ik overgaan tot het vermelden der voordrachten, gedurende het afgeloopen jaar door de M. V. gehouden:

10 November 1922. Prof. Dr. H. A. Brouwer, m.i., eere-lid der M. V., „Reisindrukken in Amerika"; Ir. C. Moerman, m.i., „De Kloettunnel".

22 November. Mr. P. J. C. Tetrode, directeur Nederl. Bank, „Inflatie", in combinatie met de andere vakvereenigingen.

28 November. P. S. Bakels, cand. m.i., „Het eiland Santorin".

11 December. Ir. Z. S. Beyl, m.i., „De standing van den Mijnbouw".

18 December. Captain G. J. Finch, één der leiders van de Himalaya-expeditie 1922, „Climbing the Himalaya", in de Stads Doelen, in samenwerking met D.S.D.G. „Vrije Studie".

8 Februari 1923. H. J. Schuiling, cand. m.i., „Mijn reis naar Spitsbergen".

17 Februari. Prof. Dr. Alfred Wegener uit Hamburg, „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane", in samenwerking met het Geologisch Mijnbouwkundige Genootschap.

28 Februari. Prof. J. A. Grutterink, m.i., „Land en Volk van Suriname".

5 Maart. Dr. W. van Bemmelen, „De Bevende Aarde".

22 Maart. Ir. J. C. Schagen van Soelen, m.i., „Het onderzoek naar ijzerertsen door middel van diamant-diepboormachines in de provincie Biskaje".

1 Mei. Ir. N. H. van Doorninck, m.i., „Petroleum en Ozokeriet van Boryslaw".

Zooals uit bovenstaande opsomming blijkt en we spreken daarover in het bijzonder onze vreugde uit, is een belangrijk gedeelte der lezingen gehouden door eere-leden en leden van onze vereeniging. Ik hoop dat de hoogleeraren Prof. Brouwer en Prof. Grutterink en de heeren Bakels, Schuiling en van Doorninck hierbij nogmaals den dank van de M. V. in ontvangst willen nemen en dat hun voorbeeld er toe moge bijdragen diegenen die hun enthousiasme voor de M. V. nog niet in daden wisten om te zetten, de noodige ruggesteun te geven.

Ook dient nog herdacht te worden de voortreffelijke buitenlandsche voordrachten van Prof. Wegener en Captain Finch.

Als leden der Verificatie-commissie over 1922-'23 werden gekozen de heeren P. H. Lefebvre en V. J. van Lint.

De vereeniging had dit jaar door overlijden het verlies te betreuren van twee harer leden, de heeren H. G. Stroeve en Kho Khik Hoen.

Het Bestuur drong bij de betrokken hoogleeraren aan op geologische en technische excursies en mocht de voldoening smaken dat Prof. Brouwer een 3-daagsche excursie naar IJmuiden, Wieringen en Gaasterland organiseerde en later een één-daagsche naar Maarn en Arnhem. Toch blijft de hoop gevestigd op een groote buitenlandsche excursie, welke voor den a.s. mijningenieur zoo onmisbaar is.

Een technische excursie werd gehouden onder leiding van de hoogleeraren Prof. Knol en Prof. van der Veen, naar Zuid-Limburg, alwaar werden bezichtigd de S. M. Emma en Maurits, de Julia-schachten en de diepboring bij Ubagsberg en we spreken de stellige hoop uit, dat er jaarlijks een dergelijke technische excursie gehouden moge worden.

Plannen voor een technische excursie naar Wales, konden het vorige jaar niet doorgaan, wegens den korten voorbereidingstijd; nu zijn deze evenwel weer opgevat en bij genoegzame deelname zal de Engelsche excursie gehouden worden vóór Paschen 1924.

L. A. DE LAIVE.
Secretaris-Archivaris.

October 1923.

JAARVERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1922—'23.

Nu ik verslag zal moeten uitbrengen, over het verloop van het financieele boekjaar 1922-'23 der Mijnbouwkundige Vereeniging, kan ik bij de sluiting der boeken gelukkig opmerken, dat de toestand niet slecht meer te noemen is.

Het aantal gewone leden is afnemende, echter werd dit jaar het totale verminderde contributiebedrag genivelleerd door een gelijke vermeerdering van geïnde contributies der buitengewone leden. Wat dit laatste betreft, hebben we dit verheugende feit voornamelijk te danken aan de goedwerkende hulp der Vereeniging van Ingenieurs bij 's Lands Mijndiensten, die voor ons de contributie der buitengewone leden in Indië zeer nauwgezet int.

De contributies der gewone leden kwamen allen in, doch nog steeds wordt er te veel aan inningskosten uitgegeven. Er wordt overwogen een hooger bedrag per keer te vorderen.

De posten onkosten en lezingen zijn hooger geworden dan geraamd werd, de eerste, doordat besloten werd het lustrum niet ongemerkt voorbij te laten gaan, zoodat een luisterrijk feest het gevolg was, de tweede doordat het aantal lezingen tot het dubbele van het vorige jaar werd opgevoerd, waarmede de vermeerdering der onkosten gelukkig geen gelijken tred gehouden heeft.

De rekening portefeuille en bibliotheek behoeft geen nadere behandeling, aangezien dit jaar weer geen portefeuille is rond gebracht.

In verband met de wezenlijk betere financieele toestand der M. V. kan ik dus dit verslag eindigen met de hoop uit te spreken dat deze verbetering bestendigd blijve.

E. DE WILDE.
Penningmeester.

October 1923.

JAARVERSLAG VAN DEN BIBLIOTHECARIS OVER HET VEREENIGINGSJAAR 1922—1923.

Werd het vorige jaar, zooals reeds vermeld, overgegaan tot de afschaffing der portefeuilles wegens de slechte finantieele toestand der vereeniging, dit jaar moest om dezelfde reden besloten worden de bibliotheek der M. V. in zijn geheel te verkoopen. Hiervan werd een aanmerkelijke verrijking der kas verwacht.

Vóór dit belangrijke besluit ten uitvoer gebracht is, heeft de bibliotheek geen verandering ondergaan.

L. SCHEPERS.
Bibliothecaris.

October 1923.

Het besluit tot verkoop der bibliotheek is reeds zoo ver ten uitvoer gebracht, dat aan de afdeelingsbibliotheek en de groote bibliotheek der Technische Hoogeschool een groot gedeelte is verkocht. De overgebleven tijdschriften zullen bij opbod aan de leden verkocht worden.

H. H. BOURDREZ.
Bibliothecaris.

Maart 1924.

IN MEMORIAM.

H. G. STROEVE. †

19 FEBRUARI 1900—16 NOVEMBER 1922.

Na een ziekte van ruim een half jaar overleed onze algemeen bekende en geachte studievriend Herman Stroeve.

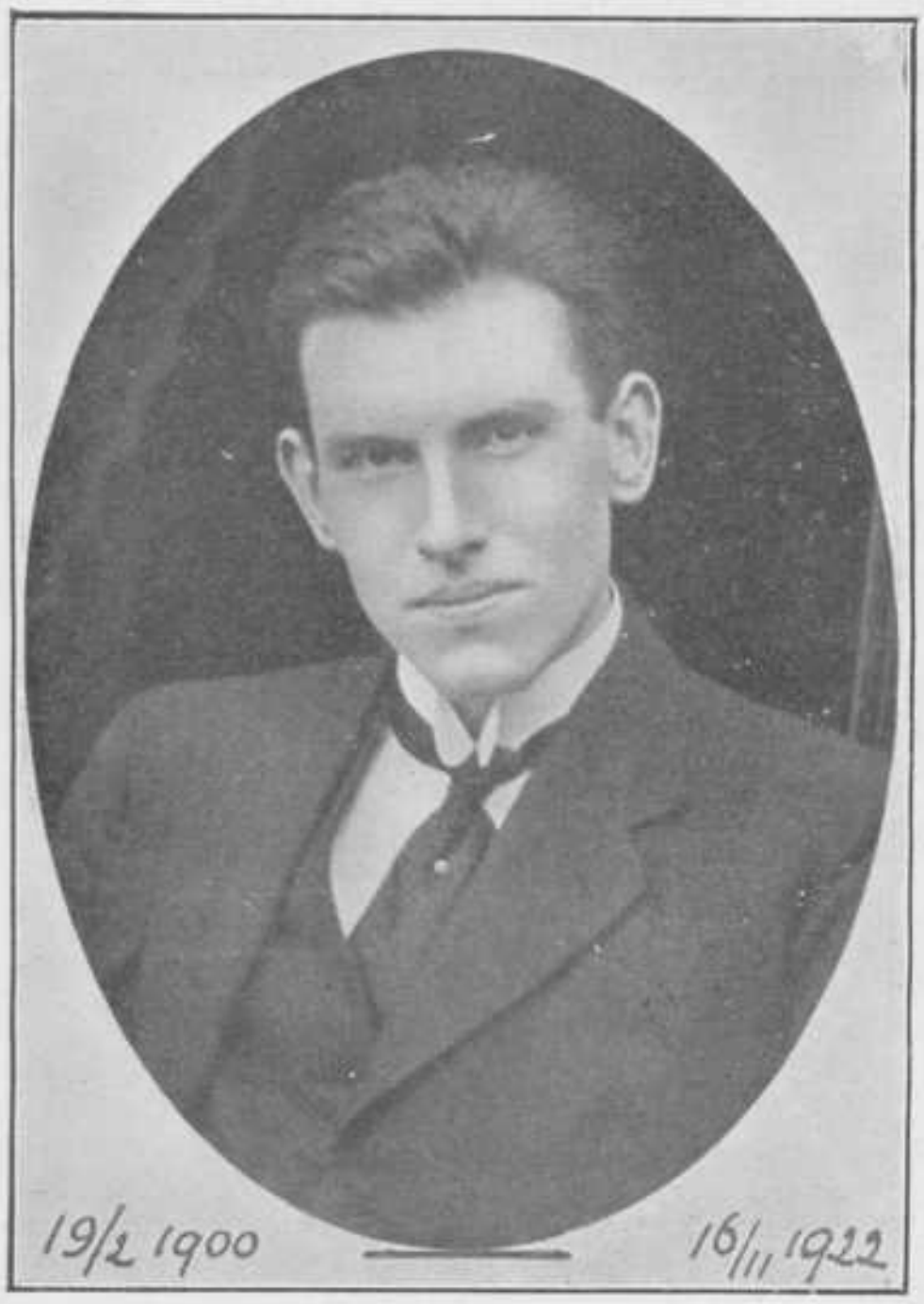
Tot enkele weken voor zijn dood hoopte hij nog steeds, en wij met hem, dat hij in het komende voorjaar weer naar Delft zou kunnen terugkeeren, doch in die enkele weken is hij door verval van krachten, door uitputting, bezweken.

In 1918 was hij aangekomen en had het Cand. ex. 1e deel met zeer goed gevolg afgelegd. Hij studeerde met pijnlijke nauwgezetheid, aanvaardde geen stellingen zonder behoorlijke argumentatie en zijn meening in studie-aangelegenheden was dan ook van doorslaand gewicht. Hij was een begaafd mede-student, maar ook een opgewekte, trouwe kameraad, één dergenen, die invloed op hun omgeving uitoefenen, niet door vooraanstaande plaatsen in het studentenleven in te nemen, maar door hun karakter, overtuiging en voorbeeld, gepaard aan gezond verstand en oordeel.

Zijn woorden, zijn doen en laten droegen het onmiskenbare stempel van zelfstandigheid en zijn jeugd en voortvarendheid maakten hem een strijdlustige kampvechter voor recht en billijkheid.

Wij zullen ons niet verdiepen in wat had kunnen zijn, alleen dit, dat de toekomst in den te vroeg gestorvene een bekwaam mijningenieur heeft verloren.

Zijne vrienden en de Mijnbouwkundige Vereeniging hebben zich bij zijne uitvaart doen vertegenwoordigen om hem de laatste eer te bewijzen.


19/2 1900
16/11 1922

IN MEMORIAM.

KHO KHIK HOEN. †

25 MAART 1923.

Eenzaam in een vreemden grond, in een vreemd land rust jij nu, ver van hen die jou dierbaar zijn, ben jij heen gegaan.

Vergeefs wachten zij, die jou terugkeer zoo zeker wisten, die jou stem, jou schaterende lach zoo lief hebben.

Onmeedoogend regeert de Dood, arme ouders.

Een jong en veelbelovend leven is wreed afgebroken. Heengegaan is hij zonder zijn krachten te hebben kunnen ontplooien, zonder ze te hebben kunnen geven aan zijn stamland, zooals zijn hoogste wensch was.

De teleurstellingen van het Leven zijn hem gespaard, de bevrediging van iets te hebben volbracht is hem onbekend.

Ongerept is hij teruggekeerd naar het Niet-zijn, den Oorsprong van het Al, het Rijk van Eeuwige Rust.

Een trouwe hartelijke vriend is „Kleine Kho" steeds geweest. Waar hij was, heerschte vroolijkheid.

Te vroeg ben jij gestorven, rust in vrede, Khik Hoen.

Delft, 30 Maart 1923.

IN MEMORIAM.

KAREL FREDERIK DE LEEUW. †

ORURO (BOLIVIA), 18 MAART 1924.

Geheel onverwacht bereikte ons het treurig bericht van zijn overlijden in Oruro.

Na in 1920 het Ingenieurs-diploma behaald te hebben, begaf hij zich vol idealen naar Bolivia. Met succes wist hij de vele moeilijkheden aan een mijnbouwkundige werkkring in een afgelegen land als Bolivia eigen, te overwinnen. Een groote voldoening moet het hem geweest zijn, dat zijn werkkracht, kennis en helder oordeel algemeene appreciatie bij zijne meerderen ondervonden, want reeds binnen drie jaren werd hij benoemd tot onder-directeur der Compania Minera de Oruro.

In het vereenigingsleven der M. V., waarvan het welzijn hem steeds zeer na aan het hart lag, heeft hij een zeer belangrijke rol gespeeld. Geen moeite was hem te veel ervoor, en ook nadat hij, na gedurende 2 jaar deel van het Bestuur uitgemaakt te hebben, aftrad, hield hij zich nog steeds met raad en daad ter beschikking van zijne vereeniging.

Vooral ook gedurende zijn lange assistentschap kwam steeds weer deze groote belangelooze hulpvaardigheid naar voren en het is dan ook hieraan en aan zijn innemend, oprecht karakter te danken, dat weinigen zoovele vrienden hadden als hij.

Het bericht van zijn plotseling overlijden heeft op al zijn vrienden en kennissen een diepen indruk gemaakt.

LEARNING.

When I began as a mucker,
I was a husky young plug,
Always a taking of chances
Down in the mine where I dug.
Miners said: „Kid you be careful,
Everywhere you may be at!"
But I laughed and got cute, till I fell down in a chute —
And I learned about mining from that.

After awhile I was drilling
Running a full-size machine,
Handling the fuses and powder,
Proudest young buck ever seen!
Shift-boss was Junimy Mc Loughlin.
Great guy for safety was Jim.
And he licked me with skill, when I stamped with a drill
And I learned about mining from him.

Bobby Mc Guyre was my partner.
Mighty wise buddy was Bob;
Taught me to set up my timbers,
Showed me the tricks of the job;
Used to say: „'Nother shift is coming,
Don't use up all yer vim,
The boss has gone past, don't be working so fast" —
And I learned about mining from him.

There was one gang that I worked with
Used to get tanked quite a bit,

Came to work bleary and shaky,
Not very lively or fit.
Would not test ground up above 'em —
Down came that shaky roof, flat!
With a crash and a bang, it creased the whole gang —
And I learned about mining from that.

And so I have learned as I labored
The ways and the work of a mine
How one way of doing is crazy
And others is sure to be fine;
And the end of it is sitting and resting
And wishing you'd saved up more pelf,
And if you would know if my story is true —
Go learn about mining yourself!

B. BRALY — E. and M. J. 1917 I. p. 474.

GLÜCK AUF!

Glück Auf, Glück Auf
Der Bergmann kommt
Und der Bergmann hat immer Froh und Mut (bis)
Glück Auf, Glück Auf (bis)

Glück Auf, Glück Auf
Der Steiger kommt
Und der hat sein klares Licht bei der Nacht (bis)
Schon angezündet (bis)

Schon angezündet
Das wirft sein Schein
Und damit nun fahren wir bei der Nacht (bis)
Das Bergwerk hinein (bis)

Das Bergwerk hinein
Wo Bergleute sein
Die da graben ja das Silber und das Gold bei der Nacht (bis)
Aus Felsengestein (bis)

Der eine gräbt das Silber und der andere gräbt das Gold
Und dem schwarzbraunen Mägdelein bei der Nacht (bis)
Dem sein sie hold (bis)

Adé nun Adé
Herzliebste mein
Und da drunten in der tiefen finsteren Schacht bei der Nacht (bis)
Da denk' ich dein (bis)

In Ehr und Glück
Fahr ich zurück
Und dann drücke ich das Mägdelein bei der Nacht (bis)
Ans Herzen mein (bis)

Und kehr ich heim
Zur liebster mein
Dann erschallet der Bergmanns Gruss bei der Nacht (bis)
Glück Auf, Glück Auf (bis)

BESCHRIJVING VAN HET PORTLAND-CEMENTBEDRIJF TE INDAROENG BIJ PADANG.

Verslag van de lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging, op 2 Maart 1922,

door Ir. G. B. HOGENRAAD, m.i.

Algemeene Beschouwingen.

Volgens de voorschriften is P.C. (portland-cement) een hydraulisch bindmiddel, dat niet minder dan 1.7 gewichtsdeelen kalk (CaO) bevat op 1 gewichtsdeel oplosbaar kiezelzuur (SiO_2) + aluinaarde (Al_2O_3) + ijzeroxyde (Fe_2O_3), en dat vervaardigd wordt door de grondstoffen fijn te maken, innig te vermengen, ten minste tot sinterens toe te branden en de aldus geproduceerde klinker fijn te malen.

De hoofdbestanddeelen zijn dus CaO, SiO_2, Al_2O_3 en Fe_2O_3 en al varieert de chemische samenstelling belangrijk, als men de analyses van verschillende cementen met elkaar vergelijkt, toch zal men in groote trekken vinden dat deze analyses zich bewegen tusschen de volgende tamelijk enge grenzen:

CaO	60—64%.
SiO_2	19—25%.
Al_2O_3	6—10%.
Fe_2O_3	3—5%.

Deze 4 hoofdbestanddeelen komen in den regel voor tot een gezamenlijk bedrag van 96%; de resteerende 4% bestaat dan uit SO_3, MgO, Na_2O, K_2O, enz.

Hoe genoemde hoofdbestanddeelen in onderling verband in P.C. voorkomen, weet men niet recht.

Le Chatelier beschouwt P.C. als te bestaan uit tricalcium-

silicaat $3CaO, SiO_2$ en tricalcium-aluminaat $3CaO.Al_2O_3$. Voor een goed cement moet volgens hem de verhouding van alkali tot zuur als volgt zijn:

$$\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} \leqq 3, \text{ en wel van 2.5 tot 2.7,}$$

$$\frac{CaO + MgO}{SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3} \geqq 3, \text{ en wel van 3.5 tot 4.}$$

Newberry beschouwt P.C. als te bestaan uit tricalciumsilicaat, $3CaO.SiO_2$ en dicalcium-aluminaat, $2CaO.Al_2O_3$. Werkt men dit uit, dan krijgt men:

$$3CaO.SiO_2 = 168 + 60 \qquad CaO : SiO_2 = 2.8 : 1.$$
$$2CaO.Al_2O_3 = 112 + 102 \qquad CaO : Al_2O_3 = 1.1 : 1.$$

Newberry zegt dan ook, dat voor een goed cement:

$$\% \, CaO = \% \, SiO_2 \times 2.8 + \% \, Al_2O_3 \times 1.1.$$

Törnebohm vindt bij microscopisch onderzoek van klinker vier duidelijk van elkaar te onderscheiden mineralen, die hij Alit, Belit, Celit en Felit noemde. Dit werd vele jaren later bevestigd door nauwkeuriger onderzoek van Glasenapp, wien het gelukte deze minerale bestanddeelen te definieeren. Van de vier genoemde is Alit het belangrijkste mineraal. Wie hier meer over wil lezen, wordt het boek van Kühl und Knothe: Die Chemie der hydraulischen Bindemittel ten zeerste aanbevolen.

Richardson beweert dat P.C. klinker te beschouwen is als een vaste vloeistof.

Day en Shepherd ontkennen het bestaan van het tricalciumsilicaat van Le Chatelier en Newberry en gelooven eerder aan de volgende samenstelling: $8CaO.Al_2O_3.2SiO_2$. Doch hierin zit meer Al_2O_3 dan men in normale cementen aantreft, zoodat waarschijnlijk de waarheid ligt tusschen de beweringen van Le Chatelier en Newberry aan den eenen kant en Day en Shepherd aan den anderen.

Niettegenstaande de onzekerheid omtrent de samenstelling van P.C., begrijpen cementtechnici wel degelijk den algemeenen invloed van de chemische samenstelling op de physieke eigenschap-

pen; doch dit begrip is hun meer bijgebracht door practische ervaring dan door wetenschappelijk onderzoek.

Hoe ook de elementen onderling gebonden mogen zijn, een feit is het dus dat de hoofdbestanddeelen CaO, SiO_2 en Al_2O_3 zijn. In handelscement vervangt soms Fe_2O_3 een gedeelte van het Al_2O_3 en MgO een gedeelte van het CaO, aangezien de grondstof leem gewoonlijk Fe_2O_3 tot een niet onaanzienlijk bedrag bevat, en in de grondstof kalksteen in den regel eenige tienden percent MgO voorkomt.

De gemiddelde analyse uit vele uitgevoerde onderzoekingen is:

CaO	62.0%
SiO_2	22.0%
Al_2O_3	7.5%
Fe_2O_3	2.5%
MgO	2.5%
SO_3	1.5%

De meeste P.C., zoo van de fabriek, bevat 60—63$^1/_2$ % CaO. Aan de lucht blootgesteld neemt dit P.C. H_2O en CO_2 op, waardoor het CaO-gehalte lager wordt. Bij vergelijking van 2 analyses moet men daarom ook het verlies door verhitting in aanmerking nemen.

Beter nog is het de analyses te vergelijken door vaststelling van den

$$\text{hydraulischen index} = \frac{\%\ SiO_2 + \%\ Al_2O_3}{\%\ CaO}$$

of door het omgekeerde hiervan, dus

$$\text{kalkfactor of hydr. modulus} = \frac{\%\ CaO}{\%\ SiO_2 + \%\ Al_2O_3 + \%\ Fe_2O_3}$$

Invloed der hoofdbestanddeelen op de fabricage van het cement.

CaO. De hoeveelheid CaO, die een cement mag bevatten, hangt af van omstandigheden op de fabriek en van de hoeveelheid SiO_2 met betrekking tot Al_2O_3 en Fe_2O_3. De maximum hoeveelheid wordt gewoonlijk gecontroleerd door de proeven op vormhoudend-

heid, de minimum hoeveelheid door den tijd van binding, welke zoodanig moet zijn, dat deze niet minder is dan 30 minuten.

Te veel CaO in cement maakt dit niet-vormhoudend, d.w.z. het valt na eenigen tijd uiteen of scheurt en barst. Indien zulk cement wel vormhoudend is, bindt het langzaam doch verhardt het snel, maar blijft het bros.

Een praktisch bezwaar van een te hoog CaO-gehalte is nog, dat men grootere hitte bij het branden noodig heeft.

Te weinig CaO gaat in den regel gepaard met overmaat Al_2O_3. In dit geval krijgt men bij branden een vloeibare klinker, die bij afkoeling tot stof uiteenvalt. De overmaat Al_2O_3 heeft geen cementing-hoedanigheden en kan dan ook beschouwd worden als er niet in te behooren. Zulk cement heeft de neiging om snel te binden, zonder evenwel bijzonder vast te worden.

Men zorge er voor dat de verhouding van CaO tot $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ het getal 2.1 niet overschrijdt, noch dat zij minder wordt dan 1.9 (Formule van Michaëlis).

SiO_2 en Al_2O_3. Bij eenzelfde CaO-gehalte is een cement rijk aan Al_2O_3, arm aan SiO_2 en omgekeerd. In den regel bevat het 19—25 % SiO_2 en 5—9 % Al_2O_3.

Cement rijk aan SiO_2 bindt en verhardt langzaam; het heeft een goede vastheid (druk- en trek).

Cement rijk aan Al_2O_3 vertoont neiging om snel te binden en bij meer dan 10 % Al_2O_3 is het inderdaad snelbindend, zelfs na toevoeging van sulfaten. Het verhardt bovendien snel.

Men zorge er voor, dat de verhouding van SiO_2 tot $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ (silicaat-modulus) ligt tusschen $2^1/_2$ en 4 voor gewone cementen. Is deze modulus lager dan $2^1/_2$, dan wordt het cement snel-bindend, hetgeen kan verholpen worden door in verhouding meer kalk te gebruiken. In onze fabriek wordt gewerkt op een modulus van ongeveer 3.2.

Al_2O_3 verlaagt het smeltpunt van de klinker; vandaar dat cementen met hoog Al_2O_3-gehalte moeilijk goed te branden zijn tengevolge van de smeltbaarheid van calcium aluminaat. Indien men niet oppast, kan een hoog Al_2O_3-gehalte ringvorming in den oven veroorzaken.

Is de modulus hooger dan 5, dus het SiO_2-gehalte hoog, dan is de klinker eveneens moeilijk te branden, doch nu omdat een veel hoogere temperatuur noodig is. Is deze niet hoog genoeg, dan verkrijgt men een bruine stof zonder eenigen samenhang, dus geen klinker. Zooals reeds opgemerkt, bindt en verhardt SiO_2-rijk cement langzaam.

Fe_2O_3. Volgens Schott kan Al_2O_3 geheel vervangen worden door Fe_2O_3 zonder de hydraulische eigenschappen van het cement te verminderen. Algemeen neemt men nu aan, dat Fe_2O_3 werkt als een flux en de verbinding tusschen SiO_2 en CaO bevordert.

Mengsels van CaO, SiO_2 en Al_2O_3 in de verhouding zooals deze in cement wordt aangetroffen, zijn bijzonder moeilijk te branden. Vervangt men evenwel een gedeelte van het Al_2O_3 door Fe_2O_3, dan wordt de brandtemperatuur hierdoor aanmerkelijk verlaagd.

Fe_2O_3 schijnt cement niet-snelbindend te maken. Vandaar ook dat Al_2O_3 in vele gevallen met voordeel gedeeltelijk door Fe_2O_3 vervangen kan worden.

Fe_2O_3 geeft evenwel een zeer harde klinker, moeilijk fijn te malen; klinker met hoog SiO_2-gehalte is hierbij vergeleken zacht te noemen.

Fe_2O_3-rijke cementen zijn goed bestand tegen chemische invloeden; het is zeer goed in zeewater te gebruiken. Krupp maakt z.g. Erz-Zement voor marine-doeleinden uit SiO_2-houdende kalksteen en ijzererts.

MgO. Vroeger werd dit bestanddeel als gevaarlijk beschouwd; thans laten de voorschriften 4 % en meer toe.

Cement waarin MgO alle CaO vervangt, heeft geringe trekvastheid, omdat MgO-verbindingen slechts geringe hydraulische eigenschappen bezitten. Toch bestaan Mg-verbindingen met sterk hydraulische eigenschappen, o.a. het magnesium-oxychloride, dat de basis vormt van Sorelcement, dat veel sterker is dan P.C.

MgO verlaagt de klinkersmelttemperatuur; is dus gemakkelijker te branden.

MgO in cement onder de 4 % oefent geen nadeeligen invloed uit op de vormhoudendheid.

Alkaliën. K_2O en Na_2O zijn in kleine hoeveelheden in alle

cementen aanwezig, gewoonlijk tot een bedrag geringer dan 0.75%. Het overgroote deel der alkaliën, die in de grondstoffen aanwezig waren, worden door het branden verdreven.

Alkaliën worden verondersteld als een flux te werken en de combinatie van SiO_2 en Al_2O_3 met CaO te bevorderen.

Toevoeging van kleine hoeveelheden van carbonaat of hydroxyde der alkaliën maakt cement snel-bindend.

Wanneer te snel bindend cement deze eigenschap te danken heeft aan alkaliën, dan is dus de voor de hand liggende remedie daartegen het opvoeren van de brandtemperatuur.

Zwavel. Dit komt in cement gewoonlijk voor als $CaSO_4$. $CaSO_4$ verlangzaamt het binden van cement. Het wordt in den vorm van gips aan de klinker in de cementmolens toegevoegd. De voorschriften laten toe een maximum van 3%; 4 tot 5% oefent een nadeeligen invloed uit.

Binnen de grenzen verhoogen sulfaten de trekvastheid en vormhoudendheid van het cement.

CO_2 en H_2O. Deze zijn steeds aanwezig; de hoeveelheid hangt af van van den ouderdom van het cement. Zoo van de fabriek bevat het cement gewoonlijk minder dan 1% $CO_2 + H_2O$; oudere cement kan tot 3 à 4% ervan bevatten.

Verlies door verhitting is een maat voor het gehalte aan CO_2 en H_2O. Dit cijfer, behalve wanneer het zeer hoog is, heeft weinig te beteekenen bij de beoordeeling van cement, daar tot 4% immers toegeschreven kan worden aan het verouderen van het cement, hetgeen zelfs als een voordeel wordt beschouwd.

Andere Bestanddeelen. Deze zijn Ti_2O_3, FeO, MnO, P_2O_5 en SrO. Zij komen in zeer geringe hoeveelheden voor en oefenen zoo goed als geen invloed uit op de hoedanigheden van het cement. SiO_2 kan gedeeltelijk door Ti_2O_3 vervangen worden; doch dit cement is moeilijk te branden. MnO_2 werkt als een flux; SrO kan gedeeltelijk CaO vervangen.

De grondstoffen voor de P.C. bereiding zijn dus mergel en klei of leem. Bij ons op de cementfabriek zijn wij in zooverre in minder gunstige omstandigheden, daar wij inplaats van mergel kalksteen

hebben en daar onze leem niet genoeg kiezelzuur bevat. Wij hebben dan ook een derde grondstof, een kiezellei, moeten introduceeren, wat het geheel eenigszins gecompliceerd maakt. Zoo'n ingevoerde grondstof noemt men een correctief.

Alvorens over te gaan tot de beschrijving van onze fabriek, wil ik U een idee geven hoe men een berekening in elkaar zet van de hoeveelheden van elke grondstof, als men zoo'n bedrijf begint.

De analyses der grondstoffen zijn wat de hoofdbestanddeelen betreft:

	kalksteen	klei	kiezellei
Gloeiverlies	43.0	35.0	2.0
CaO	54.0	nil	nil
SiO_2	1.3	32.0	90.0
Al_2O_3	0.5	16.0	5.0
Fe_2O_3	0.2	4.0	3.0

Nu gaan wij deze kalksteen en deze klei elk voor zich corrigeeren met kiezellei tot een modulus van 3.2, d.w.z.:

$$\frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 3.2.$$

Dit doen we aldus:	K.G.SiO_2	K.G.Al_2O_3	K.G.Fe_2O_3
1000 K.G. kalksteen bevat	13	5	2
x K.G. kiezellei bevat	0.9 x	0.05 x	0.03 x

Dus:

$$13 + 0.9\,x = 3.2\,(5 + 0.05\,x) + 3.2\,(2 + 0.03\,x)$$
$$x = 14.6 \text{ K.G.}$$

Mengt men nu 1000 K.G. kalksteen met 14.6 K.G. kiezellei, dan kunt U zelf uitrekenen dat de analyse van de gecorrigeerde kalksteen wordt:

42.5% gloeiverlies, 53.2% CaO, 2.9% SiO_2,
0.6% Al_2O_3, 0.3% Fe_2O_3, n = 3.2.

Op dezelfde wijze corrigeert men 1000 K.G. klei met y K.G. kiezellei tot een modulus van 3.2 en zal dan vinden dat y = 500 K.G. kiezellei, terwijl de analyse van de gecorrigeerde klei wordt:

25.0% gloeiverlies, nil % CaO, 51.0% SiO_2,
12.3% Al_2O_3, 3.7% Fe_2O_3, n = 3.2.

Nu hebben wij het probleem terug gebracht op de menging van 2 gecorrigeerde grondstoffen en is nu de vraag geworden:

Met hoeveel K.G. gecorrigeerde klei moet ik 1000 K.G. gecorrigeerde kalksteen mengen, opdat de hydraulische modulus, d.i.

$$\frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2.1.$$

Men krijgt dan weer:

	CaO	$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$
1000 K.G. gecorr. kalksteen	53.2	38
x K.G. gecorr. klei	nil	0.67 x

Dus: $53.2 = 2.1\ (38 + 0.67\ x)$.

Men zal dan vinden dat men om de goede hydraulische modulus te verkrijgen, 1000 K.G. gecorr. kalksteen moet mengen met ongeveer 320 K.G. gecorrigeerde klei. En nu gaat men weer terug rekenen en vindt dan de verhouding waarin men de origineele grondstoffen moet mengen opdat zoowel aan de voorwaarden voor de hydraulische als voor de silicaat modulus voldaan wordt.

De algemeene gang van zaken op een cementfabriek is nu in het kort als volgt:

Men mengt de grondstoffen in gepaste verhouding met elkaar, breekt ze, vermaalt ze zoo fijn mogelijk onder toevoeging van water, mengt ze zoo innig mogelijk en verhit de aldus verkregen slurry tot sintertemperatuur. Men krijgt dan klinker, welke gelagerd wordt en daarna in kogelmolens (cementmolens) wordt fijngemalen onder toevoeging van 3% gips. Het product dezer molens is Portland cement.

Simple comme bonjour! Elk Uwer krijgt nu wel den indruk dat hij zelf P.C. zou kunnen maken. Als ik nu overga tot de eigenlijke beschrijving van ons Indaroengbedrijf zult U evenwel zien, dat er meer aan vast zit dan U wel vermoedde.

De fabriek is gelegen $16^1/_2$ K.M. ten Oosten van Padang aan den grooten weg naar Solok via den Soebang Pas. De plaats is

inderdaad ideaal gevonden. Door de ligging 280 M. boven zee, met prachtig uitzicht daarover, is het klimaat er heerlijk; de avonden en nachten kunnen er bepaald koud zijn. Indaroeng is een der regenrijkste plekken van Sumatra's Westkust; er valt per jaar gemiddeld niet minder dan $6^1/_2$ tot 7 Meter regen.

Zooals gezegd is de fabriek gunstig gelegen aan den goed verharden gouvernementsweg; het transport der zware machineriën en machinedeelen kon per lastauto vlot plaats vinden.

Omstreeks 1910 werd met den bouw der fabriek begonnen. Eén oven zou opgesteld worden, doch ruimte gereserveerd voor een tweede. Aan een derde en vierde dacht men toentertijd niet.

Nu de machineriën.

In de eerste plaats is noodig de steenbreker, die de groote stukken kalksteen reduceert tot $1^1/_2$ à 2″ grootte. Het is een zwaar type steenbreker omdat onze kalksteen bijzonder hard is. Op een rooster vóór den muil van dezen breker worden leem en kiezellei gestort en de 3 grondstoffen te zamen komen via een cascadetrechter met 38 % H_2O op een ronddraaiende voedtafel waarop een mes, om terecht te komen in de molen, genaamd combinator. Het is een molen met 2 diameters: grofmaalkamer 2300 diam. × 1775 en fijnmaalkamer 1500 diam. × 5500. Deze molen is inwendig met stalen platen gepantserd; als maallichamen dienen stalen kogels. In de grofmaalkamer is de vulling 1800 K.G. 100 m.m., 1600 K.G. 90 m.m. en 1600 K.G. 80 m.m. kogels, te zamen 5 ton kogels; in de fijnmaalkamer is de vulling 5000 K.G. 50 m.m. en 7000 K.G. 40 m.m. kogels, te zamen 12 ton; dus in totaal 17 ton kogels voor den heelen molen. Deze molen loopt met 23 toeren en het product ervan kwam vroeger in een mengbak; thans niet meer. Gebleken is de wenschelijkheid de maling nog fijner door te voeren en gaat nu de slurry uit den molen met een beker-elevator naar een trix, hetgeen niet anders is dan een ronddraaiende ronde open bak met sleuven in de zijwanden. Door de centrifugaalkracht wordt de slurry tegen een vaststaande fijne zeef geworpen; wat er niet doorheen kan, 5—10%, komt terug in den molen, terwijl hetgeen er wel doorheen gaat gevoerd wordt naar een cylindermolen, lang 6000, diam. 1650, aantal toeren 28—30.

Door een tusschenwand is de ruimte in de molen verdeeld in een voorruimte van 5000 lang, waarin 6 ton flintpebbles als maallichamen en in een achterruimte van 1000 lang, waarin cylpebs, d.z. rondstalen maallichamen, ongeveer 3″ à 4″ × $^5/_8$″ à $^3/_4$″ diam. De slurry nu uit dezen molen gaat naar de genoemde mengbak; de fijnheid van deze slurry is:

+ 900	± 1%
+ 4900	± 7%
— 4900	± 92%.

Zoo'n mengbak is een gemetselde bak, met een grondvlak van 52.64 M². en een breedte van 5000; de zijkanten zijn rond. Bij 2.50 M. diepte is de inhoud 132 M³.; gevuld tot onder het ijzer der roerwerken is de inhoud 150 M³. Er bewegen zich 3 krachtige roerarmen in dezen bak.

Is een bak vol, dan wordt de tweede gevuld en de inhoud van den eerste door een 4-plunjer pomp opgepompt naar een der 4 tanks op aanwijzing van het laboratorium. De inhoud van elk dezer tanks is 375 M³.; diam. 6500, hoogte cylinder 10.30 M., hoogte conus 2.95 M.; inhoud conus alleen is 32.8 M³. Zes straalpijpen houden met gecomprimeerde lucht de slurry in beweging. Is de inhoud door het laboratorium gecorrigeerd en goed bevonden, dan wordt de slurry opgepompt naar een verdeelvat boven de ovens, vanwaar het geleid kan worden naar elk der ovens of naar alle tegelijkertijd.

Zoo'n oven is een lange cylinder van binnen bekleed met vuurvaste steen, chamotte, palatina, klinkerbeton, enz. Lengte der oude ovens 35 M., diam. 2500, onder $\alpha = 6°$ hellend opgesteld, 6 toeren per 10 min. Schoorsteen 25 M. hoog, 2.3 M. diam. De slurry wordt in het hoogste einde ingelaten, doorloopt den oven, wordt verwarmd, verliest vocht, daarna water, daarna CO_2, komt in de sinterzone met een temperatuur van ongeveer 1450° en valt dan als klinker ter grootte van een erwt in den onder opgestelden koeltrommel; lang 20 M., diam. 1600, $\alpha = 6°$ helling, $2^1/_2$ toer per min.

De brandstof voor deze oven is fijngemalen kolenpoeder die met een ventilator ingeblazen wordt. De kolen zijn Sawah Loento

gruiskolen, cal. waarde 5500—6000 cal.; deze kool wordt per kabelbaan van Emmahaven opgevoerd, in een kolendroogtrommel (lang 14 M., 1600 diam., n = $2^1/_4$) gedroogd, waardoor het H_2O-gehalte van 10—15% teruggebracht wordt tot 3—5%, en vermalen. Vroeger geschiedde dit vermalen uitsluitend met roulettes, thans staan deze als reserve voor een combinatie van kolenkominor met kogelvulling en kolencylindermolen met flintpebblesvulling, die heel wat fijner vermalen. Een vergelijking van het malen met beide geven de volgende gemiddelde zelfresultaten.

	Roulette	Kominor + cylindermolen
+ 900	4.0—5.6	2.2 — 2.4
+ 4900	22.5—27.0	17.5 — 19.5

De fijngemalen gedroogde kool wordt middels elevatoren en schroeftransporteurs gevoerd naar daarvoor bestemde ijzeren vaten, waarnaar het met een schroeftransporteur gevoerd wordt in den luchtstroom van een ventilator en door een 8″ buis door den brandkop ingeblazen in den oven.

De klinker uit den koeltrommel komt op een schudgoot, vandaar in een elevator, op een band, en wordt op de klinkerhalvloer gestort om daar te lageren. Na 5 à 7 dagen gelagerd te zijn geweest, wordt de klinker onder toevoeging van gips (3%) vermalen in cementmolens, lang 3500, 1600 diam., n = 27, vulling:

	4000 K.G.	50	m.m.
	4000 ,,	60	,,
	4000 ,,	80	,,
totaal	12 ton kogels.		

Uit de cementmolens komt het cement in windseparatoren, waardoor grof van fijn gescheiden wordt; het grove gaat weer terug naar de cementmolens; het fijne gaat met schroeftransporteurs als P.C. naar de silo's, groote ruimten die elk 'n 2600 vaten cement kunnen bevatten. Wij hebben 10 van zulke silo's, waarin het cement gelegenheid heeft te lageren, waarna het in vaten en zakken verpakt wordt.

Waar halen wij nu de grondstoffen voor deze P.C.-fabricage vandaan?

De kalksteen en kiezellei komen van de kalkgroeven ten Z.O. van de fabriek en worden aangevoerd per Bleichertsche kabelbaan in wagens van ongeveer 200 d.M³. inhoud. Lengte baan 850 M., vollastkabel 32 m.m. diam., leeglastkabel 24 m.m. diam., trekkabel 14 m.m. diam., aantal steunpunten 7; trekkabelsnelheid 2.5 M./sec. Aangedreven door een 12 P.K. motor.

De klei is eigenlijk geen klei of leem in den waren zin van het woord. Het is een gelateriseerde tuf, die achter de fabriek gewonnen wordt en overigens in groote uitgestrektheid voorkomt. De geheel verweerde roodgekleurde bovenlaag is 3 M. dik tot 5 M. op vele plaatsen; dan volgt een overgang van een lichtgeele kleur ter dikte van 0.50—1 M. en daaronder vindt men blauwe tuf. Dat wij hier met een tuf te doen hebben wordt zeer waarschijnlijk gemaakt door het vinden van verkoolde boomstronken en gesteenten met S in de poriën, die te beschouwen zijn als weggeslingerde kraterrandgesteenten.

Dit wat betreft de grondstoffen.

Kabelbanen. Wij hebben er twee in bedrijf en de derde in montage. Van deze Bleichertsche kabelbanen, die tot onze grootste tevredenheid functioneeren, zijn de gegevens voor de kabelbaan naar Emmahaven de volgende:

Lang 11.5 K.M. met hoekstation.
Hoogteverschil 250 M.
Vollastkabel 28 m.m. diam., 100 K.G./
Leeglastkabel 26 m.m. diam., /m.m².
23.2 K.M. trekkabel 16 m.m. diam., 180 K.G./m.m².
Snelheid $2^1/_2$ M./sec.
Wageninhoud 1 vat cement 180 K.G. bruto of ca. 120 K.G. kool.
Aandrijf 80 P.K. motor.

Wij hebben twee waterkracht-installaties, n.l. het oude te Rasak Boenga, het nieuwe te Koerandji. Het oude leverde kracht genoeg voor een bedrijf met twee ovens. Helaas kwam het

maar al te vaak voor, dat door watergebrek slechts 1 oven in bedrijf moest genomen worden. Om hieraan een einde te maken en tevens over kracht te kunnen beschikken voor een bedrijf met drie, later met vier ovens, werd een tweede Centrale gebouwd aan de Koerandji-rivier.

In de Rasak Boenga-centrale zijn opgesteld:

2 Francis Turbines A.G.K. n = 750 met direct gekoppeld
2 S.S.W.-generatoren 3000 V
125 A
650 K.V.A. cos $\varphi = 0.8 \sim = 50$

Twee ondergrondsche loodpantserkabels voeren de energie naar de fabriek.

In de Koerandji-centrale zijn opgesteld:

2 Francis Turbines E.W. n = 1000 met direct gekoppeld
2 B.B.C.-generatoren 3000 V
133 A
690 K.V.A. cos $\varphi = 0.8 \sim = 50$

De spanning wordt in de Centrale zelf getransformeerd tot 20.000 Volt en over 40 hoogspannings-masten geleid naar het transformatorenhuis op de fabriek, alwaar de spanning weer terug gebracht wordt tot 3000 Volt.

Een derde turbine wordt in deze Koerandji-centrale opgesteld van precies hetzelfde type als de beide eerste.

In de Rasak Boenga-centrale hebben wij bij voldoende water de beschikking over 2 × 700 P.K. en in de Koerandji-centrale over 2 × 800 P.K., te zamen 3000 P.K., terwijl de derde turbine later nog 800 P.K. bij zal leveren.

Het aanleggen van een waterkanaal met inloopsluis, dam, kanaal, aquaduct, waterslot en pijpleiding is in onze tropen een allesbehalve gemakkelijk werk. Het grondverzet voor het turbinenstation was ook lang niet mis.

Het pijpleidingverval is 90 M., lang 300 M., diameter 1200—1050—1000—950 m.m. voor 2500 L./sec., genoeg voor drie turbines.

Kanaal lang 3150 M., verval 0.85 $^0/_{00}$, doorsnede 2.00 M. × 1.40 M., waterstand 1.20 M. diep. Snelheid theoretisch

$$v = K \sqrt{RI} = 1.17 \text{ M./sec.},$$

hetgeen overeenkomt met de werkelijkheid.

Nu wij dit alles weten, gaan wij eens na wat er met het cement gebeurt als het in vaten (houten en ijzeren) of zakken verpakt is.

Voor de verpakking in ijzeren vaten is bij de silo's een complete vatenfabriek aangebouwd. Hierin worden achter elkaar de platen op maat afgeknipt, omgekraald, de kraal uitgewalst, deze naad met 6 gaatjes geponst, geklonken met kleine nageltjes. In een ander gedeelte worden bodem en deksel, gewikkeld in Chineesch papier, machinaal uit hout vervaardigd. De bodem wordt nu aangebracht en het vat is klaar om op de schudmachine gevuld teworden. Gewicht 180 K.G. Daarna wordt het deksel erop gespijkerd, de rand omgebogen over een stuk rottan; het etiquet erop gebracht en het vat gerold in een wagen van de kabelbaan. Wij verzenden ook cement in zakken; 3 zakken = 1 vat; alsook cement in houten vaten voor verbruik te Padang. Om deze houten vaten te maken is een kleine kuiperij achter de vatfabriek ingericht.

Per kabelbaan gaat ons cement dan naar het ontvangstation te Boekit Poetoes bij de Emmahaven, vanwaar het per spoor in eigen wagens gebracht wordt naar de kade en van daar verladen wordt in de schepen.

Tot slot nog een woord over de uitbreiding onzer fabriek.

De maalcapaciteit, zooals hiervoren beschreven, is juist groot genoeg om drie ovens in bedrijf te houden. Waar het nu in onze bedoeling ligt een vierde oven, gelijk oven drie, te bouwen, moet noodzakelijkerwijze het grinding department vergroot worden.

Inplaats van steenbreker-cobinator-trix-cylindermolen, krijgen wij nu steenbreker (op de groef)-kominor-trix-cylindermolen (T.M. 20). Ook moet een grootere klinkersilo gebouwd worden buiten de fabriek. Om zeker te zijn van grondstof is nog een derde kabelbaan ontworpen naar een nieuwe kalkgroef. Deze kabelbaan is lang 1.66 K.M.; aantal steunpunten 14; hoogste mast 17 M.;

grootste spanningen 249 M. en 302 M.; vollastkabel 32 m.m., leeglast 24 m.m., trekkabel 14 m.m.; aandrijf 35 P.K.

Inplaats van steenbrekers op de fabriek komt een groote gyratory crusher met capaciteit van 25 ton per uur op de nieuwe kalkgroef.

Ten slotte kunnen we nog mededeelen, dat wij werken met 36 Europeanen, 400 vaste koelies, 600 bij aannemers, enz., en dat wij per maand betalen aan salarissen *f* 12.000 en aan loonen *f* 20.000, waarmede de grootheid van dit bedrijf voldoende geïllustreerd is.

KORT VERSLAG VAN DE HARZ-EXCURSIE

onder leiding van

Prof. W. H. HOBBS en Dr. P. KRUIZINGA.

Voorbericht.

Prof. Hobbs werd in 1922, toen hij tijdelijk aan de Technische Hoogeschool geologie doceerde, door het Bestuur van de Mijnbouwkundige Vereeniging verzocht een excursie te leiden.

Door hem werd de Harz als doel gekozen. Op een vóór-excursie onder leiding van Prof. Hobbs en Dr. P. Kruizinga werd de excursie voorbereid, die van 5 tot 15 April plaats had.

Door hevigen sneeuwval moest van eenige tochten worden afgezien. Tevens bemoeilijkte het sneeuwdek het geologisch onderzoek.

Alle deelnemers zullen zich echter nog met genoegen, de gezellige en leerrijke dagen, in den Harz doorgebracht, herinneren.

Mij werd in Januari 1924 verzocht een kort verslag van deze excursie en een geologische schets van den Harz te schrijven voor het Jaarboek van de Mijnbouwkundige Vereeniging. Daar de meeste rapporteurs van den dag niet meer te bereiken waren, konden hunne rapporten niet geraadpleegd worden. Met de verslagen van eenige deelnemers, m.n. N. Verhoef en V. J. van Lint, en mondelinge mededeelingen van collega's, die in den Harz praktisch gewerkt hadden, o.a. C. Chr. van Loon en A. J. Mulder, kon ik mijn eigen aanteekeningen aanvullen en het verslag zoo volledig maken.

Tenslotte mijn dank aan Dr. Kruizinga voor de opmerkingen tijdens de besprekingen en aan Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff en Prof. Dr. H. A. Brouwer, die zoo welwillend waren het manuscript door te lezen.

H. TERPSTRA.

STRATIGRAPHIE VAN DEN HARZ.

Boven-Harz.	*Onder-Harz.*
Kulm.	
Clausthaler grauwacke (congl.)	Tanner-, Elbingeroder-, Sieber grauwacke.
Lautenthaler grauwacke.	Zorgerlei.
Posidonienlei { Lautenthalerlagen. Riesberglagen.	Kiezellei, ged. „Hauptkieselschiefer".
Kiezellei.	
Boven-Devoon.	
Cypridinenlei.	Cypridinenlei.
Clymenienkalk (Diabaas).	Clymenienkalk.
Adorferkalk.	Adorferkalk.
Iberger koraalkalk.	Ibergerkalk.
z.g. „Büdesheimer Schiefer".	z.g. „Büdesheimer Schiefer".
Midden-Devoon.	
Stringocephalenkalk.	Stringocephalenkalk.
(„Ober-Harzer Diabaszug").	(Diabaas met schaalsteen).
Wissenbacherlei (diabaas).	„Oberer Wiederschiefer".
Calceola-lei.	Calceola-lei.
Onder-Devoon.	
Speciocuslagen.	Leien en soms kwartsiet ged. „Hauptquarzit" (Boven-Koblenz).
Kahleberger-zandsteen { Rammelsbergerlagen (Boven-Koblenz). Schalkerlagen („Koblenzquarzit" v. het Neder-Rijnsche leisteengebied).	„Unterer Wiederschiefer" met „Hercynkalk" (Onder-Koblenz).
Siluur.	
Lagen van de N.W. kant. („Kieselschiefer-Diabaszug") en „Platten Schiefer".	Ludlow { Midden?: „Grauwackenzone". Onder: groote ged. v. Graptolietenlei. met diabaas.
Lagen van den Z.O.-kant { „hangende Schiefer". „Ortberg grauwacke".	Wenlock.
Acker-Bruchbergkwartsiet.	Tarannon.
	Llandovery (groote ged. van het „Hauptquarzit" ten Z. van de zadelas).
	Ook „Plattenschiefer".

STRATIGRAPHIE VAN DEN HARZ.

Boven-Harz.	*Onder-Harz.*
Kulm.	
Clausthaler grauwacke (congl.) Lautenthaler grauwacke. Posidonienlei { Lautenthalerlagen. / Riesberglagen. Kiezellei.	Tanner-, Elbingeroder-, Sieber grauwacke. Zorgerlei. Kiezellei, ged. „Hauptkieselschiefer".
Boven-Devoon.	
Cypridinenlei. Clymenienkalk (Diabaas). Adorferkalk. Iberger koraalkalk. z.g. „Büdesheimer Schiefer".	Cypridinenlei. Clymenienkalk. Adorferkalk. Ibergerkalk. z.g. „Büdesheimer Schiefer".
Midden-Devoon.	
Stringocephalenkalk. („Ober-Harzer Diabaszug"). Wissenbacherlei (diabaas). Calceola-lei.	Stringocephalenkalk. (Diabaas met schaalsteen). „Oberer Wiederschiefer". Calceola-lei.
Onder-Devoon.	
Speciocuslagen. Kahleberger-zandsteen { Rammelsberger-lagen (Boven-Koblenz). / Schalkerlagen („Koblenzquarzit" v. het Neder-Rijnsche leisteengebied).	Leien en soms kwartsiet ged. „Hauptquarzit" (Boven-Koblenz). „Unterer Wiederschiefer" met „Hercynkalk" (Onder-Koblenz).
Siluur.	
Lagen van de N.W. kant. („Kieselschiefer-Diabaszug") en „Platten Schiefer". Lagen van den Z.O.-kant { „hangende Schiefer". / „Ortberg grauwacke". Acker-Bruchbergkwartsiet.	Ludlow { Midden?: „Grauwackenzone". / Onder: groote ged. v. Graptolietenlei. met diabaas. Wenlock. Tarannon. Llandovery (groote ged. van het „Hauptquarzit" ten Z. van de zadelas). Ook „Plattenschiefer".

HOOFDSTUK I.

EXCURSIEVERSLAG.

Eerste dag.

Den Haag V. 8.13. Hannover A. 5.45. V. 8.35.
Goslar A. 11.29. Overnachten in Hotel „Der Achtermann".

Tweede dag.

Bestudeering van de tectoniek aan den N.W.-rand van den Boven-Harz.

Door N.O. gerichte verschuivingen is de variscisch geplooide Kulm met het discordant er op rustende Rothliegendes in kleine t.o.v. elkaar verschoven schollen verdeeld.

* * *

De excursie vertrok per trein van Goslar naar Hahausen-Neuekrug. Bezoek aan het Neilke-dal, (Z.W.-voet van den Kl. Bakenberg). Aan den rechter oever zien we Kulmgrauwacke (fijnkorrelige zandsteen met plantenresten en aan den linker oever Rothliegendes (rood conglomeraat met Kulm-lydiet). In Z.W.-richting verder gaande, vinden we nog eenige ontsluitingen in Zechsteinkalk (dikbankige, grijze kalksteen, str. O.W., h. 30° N.) en o.a. 400 M. ten N. v. Kiliansloch op oude halden Kupferschiefer met *Palaeoniscus Freieslebeni Ag.*.

Ook werd nog een Zechsteinkalkgroeve (photo 7) aan den N.W.-rand van de Schweinsrücken bezocht en vervolgens ging de excursie in N.-richting.

De Z.-helling der O.W.-gerichte rij bergen (Bären-, Buchen-, Langen- en Gr. Eichsberg) bestaat uit Onder-Bontzandsteen, terwijl hun toppen opgebouwd zijn uit de harde Rogenstein-banken.

Achter deze heuvels: zandsteen van de Midden-Bontzandsteen en aan den N.-rand van het Hahausendal vette leem van de Boven-Bontzandsteen.

De naar het N. volgende rij heuvels bestaat uit de harde kalksteenbanken van de Onder-Schelpkalk, waarin *Rhizocorallium commune Schmid, Terebratula vulg. Schl., Myophora elegans Dkr., Encrinus steelleden.*

Terug naar het station Hahausen—Neuekrug en per trein naar Goslar. Avondeten en overnachten in Hotel „Der Achtermann".

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Goslar.
Geol. kaart (1 : 25.000) Bl. Lutter am Berge.
(Lief. 174 Preuss. geol. Landesanstalt).
Lit.: Erlauterung Bl. Lutter.
E. Kaiser u. L. Siegert. Beiträge zur Stratigraphie des Perms u. zur Tektonik am westl. Harzrande. Jahrb. d. Preuss. geol. Landesanstalt 1905.
Behme. Geol. Führer, Goslar 1903, p. 78-80.

Derde dag.

Bestudeering van den bouw van den Harlyberg en bezoek aan de zoutmijn Hercynia.

De Harlyberg, de noordelijke afsluiting van het westelijk ged. van de „Subhercyne Kreidemulde", vormt een zadel met een Z.O.-N.W. gerichte storing, die steil naar het Z.W. helt en waarlangs het zuidelijk gebied relatief t.o.v. het noordelijk gedaald is.

Ten N. van deze storing treden aan den dag de steil opgerichte lagen van Bontzandsteen, Schelpkalk, Trias, langzaam overgaand in de normale ligging van de Krijtlagen.

Ten Z. van de storing vinden we de steile lagen van Nodosenkalk en jongere lagen.

In de Hercynia, waar het zechsteinzout reeds tot 680 M. ontgonnen wordt, zijn de posthume omzettingen interessant.

Twee stadia van posthume invloed zijn te onderscheiden. In het 1e stadium zijn de $MgCl_2$-rijke logen op spleten tot op groote diepte in de opgerichte zoutlagen gedrongen en hebben in de „Hauptsalzlager" van de oude descendentie een rijke afzetting van ongeveer zuivere $MgCl_2$ (Bischofiet) te voorschijn geroepen. In het 2e stadium heeft, in een tot geringe diepte reikende hoedzone, de gewone uitlooging van $MgCl_2$ en de daarmee samenhangende omzetting plaats gevonden.

De twee „Hauptsalzlager" zijn overgegaan in kainiet en de carnalliet is weer overgegaan in sylviniet.

De excursie vertrok 's morgens uit Goslar per trein naar Vienenburg. Op den weg naar de Hercynia vanaf de Okerbrug zien we de Onder-Bontzandsteen.

Na het bezoek aan het ondergrondsche bedrijf ging een gedeelte der excursie de interessante bovengrondsche werken bezichtigen. De anderen bezochten verschillende ontsluitingen, o.a. die der groote verschuiving (langs de spoorbaan ten W. van de schacht) en die der steilstaande T u r o o nlagen (photo 2) ten Z, der storing.

12 u. vertrek naar Goslar.

2e ontbijt Hotel „Der Achtermann".

Dan bezoek aan de leigroeven (photo 8) in de W i s s e n b a c h e r l e i ten W. van Goslar bij Marienbach.

De drukgelaagdheid is hier goed te zien. Ook werden nog stukken d i a b a a s van de diabaaskoppen uit de buurt der groeven, gevonden.

Vervolgens werd het geol. museum in de Breite Strasse bezocht.

Avondeten en overnachten in Hotel „Der Achtermann".

Top. kaart (1 : 25.000) Bl. Vienenburg.
Geol. kaart (1 : 25.000) Bl. Vienenburg.
Lit.: Erl. Bl. Vienenburg.

Over de Hercynia: H. E v e r d i n g. Zur geologie der Deutschen Zechsteinsalze, 1907, (p. 123—132). Over diabaas: Erl. Bl. Zellerfeld en R i n n e. Über diabasgesteine in mittel-devonischen Schiefern aus der Umgebung von Goslar am Harz.
Neues Jahrb. für Min. etc. X. Beilage. Band 1895-'96. S. 363.

V i e r d e d a g.

B e s t u d e e r i n g v a n d e t e c t o n i e k a a n d e n N. r a n d v a n d e n H a r z t u s s c h e n G o s l a r e n O k e r.

De lagen vanaf Bontzandsteen tot Senoon zijn overkipt. De stad Goslar is gedeeltelijk gebouwd op de Harzkern, gedeeltelijk op de jongere lagen.

De excursie vertrok om 8 uur uit Goslar naar de Rosenberg, bestaande uit S c h e l p k a l k, waarvan in het Dörpkethal een ontsluiting gevonden werd (str. N. 140° O.; h. 80° Z.W.).

Eenige honderden meters stroomopwaarts zien we het R ö t. Vervolgens langs de „Excerzierplatz" naar de „Klusfels" (H i l s z a n d s t e e n) (str. N. 140° O.; h. 80° Z.W.).

Dan naar de bekende zandsteengroeve van de Petersberg.

Hier zien we van af den N.O. wand naar den Z.W. wand de volgende lagen, alle overkipt.

Flammenmergel.

Minimusklei (met *Belemnieten* en *Phosphorieten*).

Hilszandsteen, in het midden der groeve.

Kimmeridge, blauwgrijze kalksteen, met *Terebratula*, *Natica* etc.

Coral-rag, gele zandsteen, met *Terebratula*, *Isastraea* etc.

Zie Profiel Behme. Goslar Randgebirge, p. 38, en Behme. Goslar 1903, p. 117.

Van de oudere lagen zijn de Heersumerlagen niet ontsloten, maar in de leemgroeven van de steenbakkerij, Z.W. van de zandgroeve vinden we een prachtontsluiting in de Dogger met *Inoceramus polyplocus A. Roem.*, *Parkinsonia parkinsoni Sow.*, *Stephanoceras coronatum Brug.*, *Belemnites giganteus Schloth.*, *Nucula Hammeri*, *Pholadomya multicostata Ag.* e.a.

Vervolgens bezoek aan de Goethe-groeve aan de spoorlijn met Turoner-Plänerkalk *(Inoceramus Cuvieri Gldf.)*.

Dan wordt de mergelgroeve in „Paradiesgrunde" bezocht.

Hier is Onder-Emschermergel (str. N. 205° O. h. 85° Z.W.) aanwezig met *Inoceramus subquadratus*.

Van de mergelgroeve over de spoorlijn naar den Sudmerberg. Deze bestaat uit twee conglomeraatbanken, gescheiden door een laag grijsblauwe, glaukonietische mergel, allen behoorende tot het Boven-Senoon. Duidelijke kriskras gelaagdheid in het conglomeraat. In het conglomeraat groote glaukonietkorrels, boonerts, schelpresten, boorgaten van boormossels. Fossielen: *Inoceramus Crispi Mant.*, *Sponzen* (strekking N. 100° O.; h. 30° N.).

Tweede ontbijt in Oker.

's Middags bezoek aan de groeve van het „Kalkwerk Oker" op den Langenberg. In deze groeve vinden we het volgende profiel van Z. naar N., terwijl weer alle lagen overkipt zijn.

Coral rag, grijsgele kalksteen op de 3de etage met stekels van zeeëgels, *Terebratula*, *Exogyra lobata A. Roem.*, *Koralen* e.a.

Onder Kimmeridge, kalksteen en mergels met *Natica globosa A. Roem.*, *Nerinea visurgis A. Roem.*

Midden Kimmeridge, Pteroceraslagen, mergel en kalkbanken met *Pteroceras oceani Brogn.*, *Nerinea Gosae A. Roem.*, *Natica macrostoma A. Roem.*, *Ostrea multiformis Dkr.*, *Nautilus dorsatus A. Roem.*, *Trigonia*, *Terebratula*, *Saurierbeenderen en visschentanden.*

Boven Kimmeridge, kalk en mergel met *Corbula Mosensis Buf.* en *Cerithium Manselli Lov.*

Neocoomkalk vormt de grijze N. wand van de groeve en wordt niet ontgonnen.

Zie profiel pag. 52, Behme, Harzburg 1922.

Dan naar het station Oker en per trein naar Goslar.

Avondeten en overnachten in Hotel „Der Achtermann".

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Goslar.

Geol. kaart (1 : 40.000) in L. Beushausen. Das Devon des Nördl. Oberharzes, 1900.

Lit.: Behme. IV Teil. Goslar Randgebirge (1922), V Teil. Harzburg (1922), en Goslar (1903), Harzburg (1903).
In „Führer zu den Exkursionen der Deutsche Geol. Gesellschaft, 1920", het artikel van H. Schröder, p. 46—50.

5de, 6de en 7de dag. Bestudeering van den bouw van den Boven-Harz.

Vijfde dag.

Bezoek aan den Iberg en de discordantie van Fuchshalle.

De excursie vertrok 's morgens per trein naar Wildemann en bezocht eerst de groeven in Kulmgrauwacke (ten Z. van het station), waar een groote wrijfspiegel (photo 4) te zien is.

Onderweg vinden we ook het Kulm-conglomeraat. De helling der Kulmgesteenten is sterk wisselend. De strekking is meestal ongeveer Z.W.—N.O.

Vele verschuivingen worden opgemerkt o.a. in Schwarzerwald.

Vervolgens naar het Bärenhöhlental terug en door dit dal naar den Iberg, bestaande uit boven-devonische koralenkalk, en omringd door Kulmgesteenten.

In de kalksteen worden vele „Pinge" met sideriet gevonden en op den top van den Iberg de z.g. „Gletschertöpfe", die, gezien hun onregelmatige doorsnede, vermoedelijk „orgelpijpen" zijn.

Langs den Hübichenstein (ook uit Ibergerkalk bestaande) naar Grund.

Tweede ontbijt in Hotel „Roemer".

's Middags over de „Gewitterplatz" (mooi vergezicht op den Harzrand met de gipsheuvels) naar Fuchshalle (ten Oosten van Osterode).

Onderweg ontmoeten we nog diabaas met schaalsteen, behoorende tot de „Oberharzer Diabaszug".

Bij Fuchshalle zien we de dikbankige kalksteen van het Zechstein, ongeveer horizontaal op de sterk geplooide Kulm-kiezellei liggen. (Zie Behme: Clausthal 1909, p. 87).

Met autobus naar Grund terug.

Avondeten en overnachten in Hotel „Roemer".

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Goslar en Bl. Osterode.
Geol. kaart in Erl. Bl. Zellerfeld, 1907, p. 50.
Lit.: Behme, Clausthal, p. 55 en p. 87. Zie verder Literatuuropgave in Beyschlag-Krusch-Vogt, „Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien u. Gesteine". Bd. II. Speciaal voor den Iberg, p. 507.

Zesde dag.

Bezoek aan het museum van de Bergschule in Clausthal en aan de „Oberharzer Diabaszug". (Prof. 2).

De excursie ging te voet van Grund naar het station Silbernaal-Grund en vandaar per trein naar Clausthal (steeds Kulmgesteenten).

Daar bezichtiging van het Museum, onder leiding van Prof. Bruhns.

Tweede ontbijt in Hotel „Zur Goldenen Krone".

's Middags langs de „Kaiser Wilhelm II" naar oude halden tusschen de Mittler en Ober Pfauenteich, waar gevonden werd:

Posidonienlei met *Goniatites*, *Posidonia Becheri Bronn* en *Plantenresten*.

Langs de weg zagen we stukken Acker-Bruchberg kwartsiet (silurische witte kwartsiet), die hier voor wegverharding gebruikt wordt.

Bij Polsterhai passeert de Z.W.—N.O. verloopende „Diabaszug" de weg van Zellerfeld naar Clausthal-Dammhaus.

Hier vond de excursie groote „Pinge", waarin nog haematiet, en ging vervolgens terug naar Clausthal. Onderweg vergezicht op den Brocken en Acker-Bruchberg.

Avondeten en overnachten in Hotel „Zur Goldenen Krone".

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Goslar en Osterode.
Geol. kaart in Erl. Bl. Zellerfeld p. 50.
Lit.: Behme. Clausthal en Lit. opgave in B.-K.-V. Bd. II, 2e dr., p. 728.

Zevende dag.

Wandeling door het Okerdal. Bestudeering van de lagen van Devoon en Kulm, in verband met de metamorfose dezer lagen door diabaas en graniet.

De excursie vertrok 's morgens per trein van Clausthal naar Altenau.

Van het station Altenau tot het Langethal ontmoeten we de sterkgeplooide en gestoorde lagen van Kulm, hoofdzakelijk de Kulmgrauwacke en -lei, met Kulmconglomeraat-banken, o.a. bij de Silberhütte en Kulmkiezellei met radiolarien in het Flössthal, allen met Z.W.-N.O. strekking.

De kiezellei is door diabaas doorbroken en deze heeft de lei over geringe afstand tot hoornsteen gemetamorfoseerd.

In het Langethal vinden we een schol met devonische gesteenten, o.a. de Adorferkalk, Stringocephalenkalk en Wissenbacherlei.

Na het Langethal tot voor Romkerhalle zien we nog de voortzetting van de Kulmgesteenten, maar nu steeds sterker gemetamorfoseerd door de Okergraniet, welke pas bij Romke in de Feigenbaumklippe aan den dag komt.

Vlak vóór Romkerhalle, links van den weg zien we de Rabenklippe (photo 9), bestaande uit gemetamorfoseerde midden- en

boven-devonische gesteenten (aan den top de Clymenienkalk met de Kramenzelstructuur). Deze lagen zijn de overblijfselen van een grootendeels geërodeerd zadel. Duidelijk is, vanaf den straatweg de vleugel van het zadel, dat deze gesteenten vormen, te zien.

Tweede ontbijt: Hotel Romkerhalle.

's Middags bezoek aan de „Romkerhaller Wasserfall". De Kulm en Devoon-gesteenten vormden hier oorspronkelijk een zadel, dat door strekkende storingen van elkaar gescheiden „Spezial-sättel", vertoont (photo 5, prof. 1).

Vanaf deze waterval zien we aan den linker-oever van de Oker tot de Scheckenkopf een smalle strook Kulmgesteenten, met daar achter midden- en boven-devonische gesteenten, waarvan de harde Clymenienkalk-banken de toppen vormen.

Van af de Scheckenkopf naar het N. treedt hoofdzakelijk de Kahleberger-zandsteen op.

Aan den rechter-oever van den Oker, van af Romkerhalle, komt een strook Kulm-gesteenten voor, met daar achter hooge toppen gevormd door de Okergraniet (Feigenbaumklippe-Treppenstein).

Bij de rechthoekige bocht, die de Oker maakt, 400 M. ten N. der Scheckenkopf, treden op devonische gesteenten, terwijl bij de volgende rechthoekige bocht, de Oker over een afstand van 800 M. de graniet doorsnijdt.

De typische rechthoekige bochten der Oker volgen vermoedelijk ongeveer O.W. loopende verschuivingen, die in den Boven-Harz zoo veelvuldig optreden.

De graniet vormt in het Okerdal klippen o.a. de Adler en Studentenklippe.

Noordelijker doorsnijdt de Oker tot bij Oker de Kahleberger-zandsteen. Het contact tusschen dit gesteente en de graniet is aan den rechter oever goed te zien.

Bij het Waldhaus, gaat de excursie langs den rand van den Hahnenberg en langs het kerkhof van Oker naar de Steinkamp.

Tegen de oude Harzkern zien we weiden met vele „Erdfälle",

veroorzaakt door de uitlooging van het gips van het onderliggende Röt.

Bij het kerkhof vinden we de Schelpkalk, ten N.W. daarvan een ontsluiting in het Midden-Kimmeridge (Pteroceras-lagen). Daar wordt ook een laag boonerts van 5 c.M. dikte gevonden op de grens van Neocoom en Malm.

De laagte, die dan naar het N. volgt is gevormd in de Neocoomleem en daarachter ligt een groeve in de Hilszandsteen.

De Minimusklei, ten N. hiervan gelegen, is in een galerij te zien.

Terug naar Goslar.

Avondeten en overnachten in Hotel „Der Achtermann".

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Goslar.

Geol. kaart (1 : 25.000) Bl. Zellerfeld en de geol. kaart (1 : 40.000) in Beushausen, Das Devon der Nördl. Oberharzes, 1900.

Lit.: Erl. Bl. Zellerfeld, L. Beushausen, Das Devon der Nördl. Oberharzes en Behme, Okertal (1922).

Achtste dag.

Bezoek aan de Gabbro-groeven in het Radaudal.

De excursie vertrok 's morgens van Goslar per trein naar Harzburg.

Rechts van de eerste brug over de Radau, buiten Harzburg, vinden we graniet in gemetamorfoseerde Kulmgrauwacke, passeeren aan den rechter oever nog devonische gesteenten en zien van af den Schmalenberg de groote steengroeven in de gabbro.

De gabbro wordt doorsneden door apliet- e.a. gangen.

In de gabbro-groeve van Köhlersloch zien we vele plaatselijke ophoopingen van donkere bestanddeelen en aan de N.-wand een wrijfspiegel. Verschillende mineralen werden verzameld. Links van den weg vindt men nog Kulmgrauwacke.

Ten N. van den Unt. Radauberg wordt een groote Norietgroeve bezocht en van hieruit, langs een „Holzweg" naar de

Grottenklippe gaande, ziet men diverse differentiatie-producten als verschillende soorten van noriet, verder harzburgiet, „Bronzitfels", e.a.

Terug naar Harzburg. Tweede ontbijt in Hotel „Lindenhof". Vier uur vertrek naar Blankenburg. Avondeten en overnachten in Hotel „Der weisse Adler".

Top. kaart (1 : 25.000) Bl. Harzburg.
Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Brocken.
Geol. kaart Bl. Harzburg.
Lit.: Erl. Bl. Harzburg, Führer der D. G. Ges. 1920, O. Lüdecke. Minerale des Harzes.

Negende dag.

Bezoek aan de dagbouw „Grosser Graben" ten Z.O. van Elbingerode.

De omgeving van de „Grosse Graben" behoort tot het Z.W. gedeelte van de middelste der 3 Devoonzadels van Elbingerode, die door Kulmgesteenten van elkaar gescheiden worden. (prof. 3, 4). De kern dezer zadels bestaat uit eruptief materiaal, n.l. diabaas-amandelsteen, labradorporphyriet, keratophyr, schaalsteen en verschillende tuffen. Is de ligging ongestoord en de ontwikkeling der sedimenten volledig dan zijn de kernen omgeven door Stringocephalenkalk en bovendevonische gesteenten (Cypridinenlei en Ibergerkalk). Ten gevolge van de verschuivingen in de strekking der zadels, verbonden met overschuiving of afzinking, treedt de Ibergerkalk ‚lückenhaft" op.

Aan den N.-kant van het zadel komt ze bijna niet voor, aan den Z.-kant heeft ze grootere uitbreiding.

De keratophyr-kern der „Grosse Graben" is niet de eigenlijke voortzetting van de middelste zadelkern. Deze wordt gevonden in de keratophyr en schaalsteenmassa's van den Hornberg, door dwarsverschuiving naar het N.W. verplaatst.

De kalksteen, die de omranding vormt van de keratophyr in de „Grosse Graben" behoort tot de Stringocephalenkalk.

De excursie vertrok per trein naar Hüttenrode. Op den weg van Hüttenrode naar Rübeland ontmoeten we achtereenvolgens schaalsteen en diabaas met haematiet „Pinge", dan rechts van den weg Kulmlei en bij de kalkfabriek een groeve in de Stringocephalenkalk.

Bij het Kreuzthal vinden we achter het Hotel „Waldfriede" Kulmlei, iets verder aan den linker zijweg een groeve in diabaas en treffen dan op den weg naar het station Rübeland eerst nog Kulmgrauwacke en tegenover het station afwisselend Stringocephalenkalk en Kulmgrauwacke aan. Vervolgens zien we het contact van Ibergerkalk met Kulmgrauwacke en wordt een bezoek gebracht aan de „Baumanns Tropfsteinhöhle" in deze kalk.

Tweede ontbijt: Hotel „Grüne Tanne".

's Middags werd een bezoek gebracht aan de dagbouw van de „Grosser Graben".

De dagbouw op limoniet is ringvormig. In het midden verheft zich de keratophyrkern en ten N. daarvan nog een rest van het kalksteendak. De keratophyr is fijnkorrelig, met weinig veldspaatkristallen. Vaak komen dan spikkels pyriet voor, soms zelfs nestachtige opeenhoopingen.

Het pyrietvoorkomen wordt door een galerij ontgonnen. Microscopisch heeft ERDMANNSDÖRFFER bewezen, dat de haematiet en pyriet metasomatisch uit de keratophyr ontstaan zijn. De limoniet vormt den ijzeren hoed van deze ertsen.

Onderweg worden nog verschillende eruptiefgangen van porphyriet e.a. opgemerkt, o.a. in de steengroeve ten N.W. van den „Grosser Graben" aan de spoorlijn labradorporphyriet en in het Schwefelthal een gang van diabaas in Stringocephalenkalk. Tengevolge van vele strekkende verschuivingen is de tectoniek van dit gebied zeer ingewikkeld.

Terug naar het station Rübeland en per trein naar Thale.
Avondeten en overnachten in Hotel „Ritter Bodo".

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Thale.
Geol. kaart in B. K. V. Bd. II, 2e druk, pg. 731.

Lit.: Erdmansdörffer. Jahresb. der Niedersächs-geol. Verein. 1913.
Erdmansdörffer Führer D. G. Ges. 1920, p. 16-20.
M. Koch. Jahrb. der D. G. L. A. 1894 en 1895.
Zeitschr. der D. G. Ges., 1897 (met profiel) 1898.
B. K. V. Bd. II, 2e druk, p. 519 en 728.
K. Hummer. Entstehung eisenreicher gesteine durch Halmyrolyse. Geol. Rundschau, 1922-'23.
Schleifenbaum. Das Schwefelkies-Vorkommen am Grossen Graben bei Elbingerode. Jahrb. d. D. G. L. A. 1905, p. 406, met geologische kaart.

Tiende dag.

Bezoek aan het Bodedal. (Photo 10).

Tusschen Thale en de Ramberggraniet zien we eerst nog een paar heuvels van gemetamorfoseerde gesteenten. Op weg naar de Rosstrappe worden erosieverschijnselen (photo 6) in de graniet opgemerkt. In het dal zien we kolkgaten (Bodekessel) (photo 3). Boven een fraai gezicht op de parallel met den Harzrand loopende ruggen (Hercynische richting) van het Voorland w.o. de Teufelsmauer. Naar het Zuiden vertoont het landschap het karakter van een peneplain.

Verder stroomop wordt op verschillende plaatsen het contact gevonden tusschen gemetamorfoseerde grauwacke en kwartsiet met de graniet.

Terug naar Thale.

Tweede ontbijt in Hotel „Ritter Bodo" en 's middags per trein naar Goslar. Daar afscheidsdiner en ontbinding der excursie.

Harzclubkaart (1 : 50.000) Bl. Thale.

LIJST VAN DEELNEMERS.

Prof. W. H. HOBBS.
Dr. P. KRUIZINGA.
Prof. Dr. B. G. ESCHER.
Mevr. BAKKER.
Mej. E. M. J. KOKER.
Mevr. SCHUILING.
M. E. AKKERSDIJK, cand. m.i.
H. Th. BAKKER, cand. m.i.
C. A. BEUKERS, cand. m.i.
E. J. C. DOUZE.
P. G. A. H. FERMIN, cand. m.i.
B. A. GEERLINGS, cand. m.i.
S. HANNIK.
F. VAN HEELSBERGEN.
L. VAN HOUTEN.
H. P. KOOPMANS.
G. KWANTES.
V. J. VAN LINT.
A. P. VAN LITH.
O. F. MARIMAN.
L. D. MINNIGH.
K. G. P. POST, cand. m.i.
H. G. A. POTJES.
H. J. M. W. DE QUARTEL.
Tj. L. REITSEMA.
B. VAN DER SCHILDEN.
H. J. SCHUILING, cand. m.i.
H. TERPSTRA.
N. VERHOEF.
J. H. L. ZERMATTEN.

HOOFDSTUK II.

GEOLOGISCHE SCHETS VAN DEN HARZ.

Algemeen overzicht.

De Harz is sinds honderden jaren bekend om zijn ertsrijkdom en trok reeds vroeg de belangstelling der geologen.

ROEMER gaf in 1843 „Die Versteinerungen des Harzgebirges" uit en de Harz is een van de eerste gebergten geweest, die door de PREUSSISCHE GEOLOGISCHE LANDESANSTALT (in 1871 gesticht) in onderzoek genomen werd. Vele artikels over den Harz verschenen en in 1882 kon LOSSEN zijn bekende „Geognostische Übersichtskarte des Harzgebirges" (1 : 100.000) uitgeven.

Toch moesten nog vele détailonderzoekingen o.a. van L. BEUSHAUSEN, A. DENCKMANN, M. KOCH, O.H. ERDMANSDÖRFFER, A. BODE en H. SCHROEDER voorafgaan, voordat FLIEGEL (12) (in 1919 met het Harz-onderzoek belast) in 1922 kon verklaren, dat de geologie van den Harz in groote trekken bekend was.

De Harz behoort tot den buitenrand van den variscischen boog en is opgebouwd uit de sedimentaire gesteenten van het Siluur, Devoon en Kulm.

Gneis, dat de kern van het variscische gebergte zou uitmaken, treedt in den Harz niet op; wel in den Zuidelijker gelegen Kyffhäuser.

Reeds vóór de plooiing, die in het M. Carboon begon, moeten bergvormende bewegingen plaats gegrepen hebben, zoodat de lagen niet steeds concordant afgezet zijn.

De submarine diabaasdekken in het M.-Devoon zouden, in een tectonisch onrustige tijd, de sedimenten doorbroken hebben. Later werd de diabaas, die ook gangvormig optreedt, meegeplooid.

BEUSHAUSEN heeft voor den Boven-Harz kunnen bewijzen, dat de Cypridinenkalk en soms de Kulmkiezellei transgressief optreden. Tevens is de jongste laag van de Kulm conglomeratisch, met rolsteentjes gedeeltelijk uit den Harz afkomstig.

Vanaf het M.-Carboon werden al deze gesteenten sterk geplooid, in zadels met Z.W.-N.O. (variscische) strekking.

J. AHLBURG (10) heeft in het Dill- en Lahngebied, dat zeer veel op den Harz gelijkt, drie tectonische hoofdphasen aangetoond.

De eerste van deze tektonische hoofdphasen valt in het O.-Devoon, de tweede in het B.M.-Devoon en de derde is de postkulmische plooiing.

In den Harz treden als postkulmische eruptiva op gabbro (Radauthal), graniet (Brocken, Ramberg), kersantieten, melaphyren, porphyrieten.

Het B.-Carboon is niet op de oude Harzkern ontwikkeld. Slechts bij Grillenberg, ten N. van Sangerhausen, wordt een b.-carbonische koollaag gevonden. Deze laag rekent men, met de voorkomens van Wettin en Löbejün bij Halle, tot de Ottweilerlagen.

De roode conglomeraten, die den Harz aan W., Z. en O.-rand en aan de N.-rand in de Selker Mulde omringen, werden vroeger alle tot het Rothliegendes gerekend. Vermoedelijk zal een gedeelte tot het B.-Carboon behooren, zooals, in de omgeving van Halle, voor deze conglomeraten bewezen is.

Bij Ilfeld en bij Meisdorf worden in deze formatie nog kleine koollagen gevonden. De porphyrieten en melaphyren (bij Ilfeld) tezamen met de N.Z. gerichte porphyrietgangen van den Onder-Harz en de kwartsporphyr van den Auerberg, zijn uit het Rothliegendes.

De conglomeraten bewijzen dat de Harzkern sterk geërodeerd werd.

De rest van deze kern werd door de van uit het N.O. komende Zechsteinzee geheel bedekt.

De verschillende afzettingen van de Trias — in de Bontzandsteen met een continentale facies, in de Schelpkalk met een marine facies en in de Keuper met beide facies — bedekten geheel Duitschland en ook nog de Jura-zee heeft waarschijnlijk den Harz en zijn voorland overstroomd.

STILLE (4) wijst op het verschil, dat er bestaat ten Z. en ten N. van de „Niedersächsische Uferrand", die langs den N.-rand van den Harz verloopt. Het is de Z.-rand van het gebied met sterke Saxonische plooiingen en sterke inzinking.

Bekijken we eerst den N.-rand en zijn voorland.

Aan het einde van de Jura en het begin van het Krijt is in de buurt van Halberstadt reeds land geweest, gezien de rechtopstaande varens in de Neocoom-Quader (O.-Krijt) van het Quedlinburgergebied.

Onder en boven deze Quaderlagen zien we mariene afzettingen, dus we hebben hier snelle wisseling van land en zee gehad, die verband houdt met de bewegingen in de aardkorst, welke in de B.-Jura de Jura en Triaslagen plooiden (Saxonische plooiing van Stille). Het B.-Krijt zet in met de groote Cenomane transgressie. Het Cenomaan ligt transgressief op O. Lias bij Halberstadt, op Neocoom in het Quedlinburgerzadel en aan den Harzrand op M. Keuper en Schelpkalk. De lagen van het Turoon en Emscher zijn eveneens marien, terwijl de laatste wijzen op een ondieper worden van de zee. Op de plaats van den tegenwoordigen Harz vormde zich een gewelf met een dak van Jura, Trias en Zechsteinlagen. Het Voorland tot aan den „Magdeburger-Grauwackenzug" plooide zich evenwijdig aan den tegenwoordigen Harzrand (d.i. Hercynisch).

Het B.-Senoon (Ilsenburger Mergel) ligt in het Voorland transgressief op de oudere lagen. Hier wordt ook een conglomeraat met rolsteenen van Turoner-Plänerkalk, Schelpkalk, Bontzandsteen en palaeozische Harzgesteenten gevonden, dus de Harzkern was reeds plaatselijk geërodeerd. (Lit. 13, 14, 16).

Van het oud Tertiair zijn nog allochtone bruinkool-afzettingen gevonden tusschen Thale en Wienrode. Ook op de Harzkern o.a. ten N. van het station Hüttenrode vindt men Tertiair, n.l.: kwarts-glimmerzand. (Lit. 5, p. 183).

Aan den N.-rand van den Harz zien we nu een zoom van Zechstein, Trias en Jura, maximaal 1.35 K.M. breed. De lagen zijn steil opgericht of overkipt en grenzen in een Z.O.-N.W. gerichte verschuiving aan het Kerngebergte. (Deze verschuiving is in 1907 bij Harzburg door een boring doorboord). Zie Erl. Harzburg (15).

In de overkipte lagen van het Kimmeridge worden wiggen van Emscher gevonden. SCHROEDER (14) neemt aan, dat de holten van deze wiggen primair reeds aanwezig waren in de

scheefstaande lagen van de kust van de Emscherzee. Later zouden de lagen overkipt zijn.

CLOOS (17) wil deze wiggen verklaren door het achterblijven van de buitenste lagen bij een ombuiging, waardoor de Emschermergel in de nu gevormde holten gezakt zou zijn.

Aan den Z., W. en O.-rand (en in de Selker „Mulde" aan den N.-rand) zien we het Perm (Rothliegendes of Zechstein) discordant op oudere lagen. Ze hellen zwak alzijdig af en worden op eenigen afstand van den Harz concordant bedekt door Bontzandsteen en jongere lagen. De Zechstein begint met een conglomeraat, dat niet altijd te onderscheiden is van het conglomeraat uit het Rothliegendes.

Daarop volgt de Kupferschiefer (alleen nog bij Mansfeld ontgonnen) en Zechsteinkalk met bariet. De gipsheuvels (tot 100 M. hoog), die den Harz hier omgeven, behooren tot M. Zechstein. De Hauptdolomiet, die dan volgt, ligt soms op den gips of direct op kalksteen. Hiertoe behoort ook de Bryozoenrifkalk van den Römerstein bij Sachsa.

De B.-Zechstein bestaat uit letten (goed te zien bij Ührde) en de jongere gipsafzettingen (met „Erdfälle" o.a. bij Ührde). Het Zechsteinzout is aan den Harzrand waarschijnlijk ook afgezet, maar later weggevoerd. Het jongste Krijt in het gebied tusschen den Harz en Thüringen is het Cenomaan van den Ohmberg, dat transgressief is.

Vergelijken we dit gebied met het Voorland van den Harz, dan zien we, dat de bergvormende bewegingen hier een veel geringere invloed gehad hebben.

Volgens PHILIPPI (6) en VON LINSTOW (7) ontstond de tegenwoordige omtrek van den Harz in het Mioceen.

In het Tertiair zou de verschuiving ontstaan zijn, tengevolge van een N.O. overschuiving van de Harzkern over het Voorland, terwijl in de Boven-Jura het begin van de opheffing plaats had.

Ook WEISSERMEL (8) komt voor het gebied, dat hij onderzocht (de Selker Mulde) tot deze conclusie.

BEHRMANN (5, p. 241) en GRUPE (9) hebben nog een diluviale opheffing aangetoond.

De ligging van de gesteenten rondom den Harz verklaart men het gemakkelijkst door een groote naar het N. overschoven anticlinaal aan te nemen. (Zie K. Walther, Mitt. d. Geogr. Ges. Jena 1905, p. 6).

In het Diluvium is het oostelijk gedeelte van den Onder-Harz door landijs bedekt geweest.

Volgens LOSSEN liep de grens langs den O.-rand van den Ramberg in Z. richting, terwijl naar GEHNE (40) de grens 8 K.M. oostelijker lag.

BODE e.a. (45) vermoedt, dat de Brocken gedurende korten tijd vergletscherd geweest is. Volgens hem is een blokstroom in het Odertal een eind-moraine. HÖGBOM (47) betwijfelt het, daar de vergletschering morphologisch zoo'n geringe invloed heeft gehad. Gekraste gesteenten en de typische karen (volgens HOBBS (46) nog karakteristieker als de U-dalen) zouden ontbreken.

ERDMANNSDÖRFFER (48) heeft echter in het Kl. Wormkethal onduidelijk gekraste steenen gevonden.

De Boven- en Onder-Harz, gescheiden door een lijn van Lauterberg — O.-rand van den Brocken — Ilsenburg, vertoonen orografisch en geologisch groote verschillen.

De Boven-Harz, waarvan de granietkop van den Brocken het hoogste punt vormt — 1142 M. — bestaat uit Kulm met weinig silurische en devonische gesteenten, die diep ingesneden worden door de verschillende dalen.

Heel anders gevormd is de Onder-Harz. Hier zien we een slechts geringe hoogte bereikend plateau, dat weinig door dalen wordt ingesneden. Slechts aan den N.-rand, waar de Ramberg het aequivalent is van den Brocken, zien we een diep ingesneden dal, het schilderachtige Bodedal.

Er treden hoofdzakelijk op silurische en onder-devonische gesteenten, terwijl Midden- en Boven-Devoon en Kulm veel minder verbreid zijn dan in den Boven-Harz. De behandeling van den Boven-Harz zal aan den minder goed onderzochten Onder-Harz voorafgaan.

De Boven-Harz.

Siluur.

Het Siluur van den Boven-Harz behoort tot de strook van silurische gesteenten, die met talrijke onderbrekingen loopt van Westerwald, Kellerwald, Acker-Bruchberg tot in de buurt van Magdeburg.

Het wordt hoofdzakelijk ingenomen door witte kwartsiet, die in een 2—4 K.M. breede bergrug met Z.W.-N.O. richting (de Acker-Bruchberg) en tevens in het gebied ten N. van den Brocken bij Ilsenburg *) aan den dag komt.

Tot nu toe zijn er alleen *crinoïdensteelleden* en *plantenresten* in gevonden. Soms is deze horizont conglomeratisch. De kwartsiet vormt door verwering klippen o.a. de Kattnäse.

Aan de N.W.-helling van den Acker-Bruchberg en aan den N.W.-kant van het Siluurgebied, ten N. van den Brocken, treden nog silurische leien op met diabaas, de „Kieselschiefer Diabaszug", ten N.W. van den Acker. Ook de „Plattenschiefer", die nog ten N.W. van de kiezelleien met diabaas optreedt, wordt nu tot het Siluur gerekend.

Ontsluitingen vindt men resp. in het Aller- en Kl. Mollerthal en aan de N.W.-helling van den Wartenberg.

Aan de Z.O.-helling van den Acker-Bruchberg en in het Siluurgebied bij Ilsenburg wordt nog een glimmerrijke grauwacke gevonden (de z.g. Ortberggrauwacke), die goed ontsloten is aan de W.-helling van het Kl. Wetzenthal. In het Eckerthal, ten N. van het Gallopsthal, zijn in deze grauwacke *Linguliden* en *Conodonten* gevonden. Verder onderscheidt men nog de „hangende Schiefer" waarin, in het kanaal van de papierfabriek in het Eckerthal, porphyroidachtige gesteenten gevonden worden.

Contactmetamorfose.

In de buurt van de graniet zijn de leien in nopjeslei gemetamorfoseerd (ontsluiting aan de chaussée onder den Kattnäse).

---

*) Aanm. Volgens Gothan zou een Knorria, gevonden in de kwartsiet van Ilsenburg, kulmisch zijn.

Dichter bij het contact is hoornsteen ontstaan. De kwartsieten worden daar vaster en vertoonen dikwijls een blauwe kleur door toermalijn-impregnatie (bijv. in het Stötterthal).

Devoon.

Het Devoon treedt op in drie van elkaar gescheiden gebieden.

1°. Naar het N.W. geplooide Devoonlagen evenwijdig aan den Acker-Bruchberg en daarvan gescheiden door kulmische gesteenten. Ze strekt zich uit van Osterode in N.O.-richting over Lerbach tot in de buurt van Altenau.

Naar de onderzoekingen van M. Koch (18) vormen deze lagen, tot het M. en B.-Devoon behoorende, met de silurische kwartsietrug in het Z.O., dichte, isoklinale plooien met veel zadels van de tweede orde. (prof. 2).

Tot het M.-Devoon behooren de Wissenbacherlei, met diabaas en Stringocephalenkalk met kalksteen en haematiet. Tot het B.-Devoon behooren de Cypridinenlei, variolietische diabazen en weer haematiet.

Bij Altenau (Spitzenberg) is het gesteente gemetamorfoseerd, waardoor de haematiet in magnetiet veranderd is.

Langs den Acker-Bruchberg, ten N.W. van de „Kieselschiefer-Diabaszug" vinden we nog een strookje Wissenbacherlei.

Aan den Z.O.-rand van den Acker-Bruchberg, tusschen de strook „Ortberggrauwacke" en de Z.O. gelegen Kulmgrauwacke zien we devonische kwartsiet, die donkerder gekleurd is, als de silurische.

2°. Het voorkomen van den Iberg en Winterberg bij Grund. Hier treedt op een b.-devonisch rifkalkmassief. In de kalksteen komen vele koralen voor o.a. *Phillipsastraea* soorten en *Rynchonella cuboides Sow.* (Zie (25)).

Het massief is door verschuivingen van de omliggende Kulmgesteenten gescheiden. Door bergvormende bewegingen werd de kalksteen sterk verbrokkeld, terwijl later in de gevormde spleten mineralen werden afgezet.

Volgens de eene opvatting (24) is de Iberg een horst van

oudere gesteenten, volgens een andere een overschoven schol. (23).

In geringe uitbreiding treedt ook nog op kalksteen met carbonische fossielen, o.a. *Spirifer glaber Mart.*

Door WEIGELT (21) wordt deze geplaatst tusschen de Kulmkiezellei en Posidonienlei.

3°. Het Devoongebied van den Boven-Harz, liggende tusschen Zellerfeld en Goslar. De Devoonlagen vormen een groot liggend zadel, dat tot in onderdeelen weer geplooid is. De hangende vleugel is goed ontsloten in het Okerdal en aan de Rabenklippe, de liggende vleugel door den ertsmijn van den Rammelsberg. De ertsen vormen daar lenzen in de Wisserbacherlei, waarop de Calceolalagen en de Kahlebergerzandsteen liggen.

Aan de N.W. en Z.O.-zijde is het door Kulmlagen normaal bedekt, maar aan de Z.W. en N.O.-kant wordt het door breukranden begrensd.

De Z.W. breukrand is de „Bockswiese-Festenburg-Schulenberger Gangzug", waarvan het Devoon de vloer vormt. De N.O.-rand is den bergrand.

De bouw van dit zadel is niet gelijkvormig.

In het westelijk gedeelte treden slechts de jongere Devoonformaties aan den dag in meestal rechte plooien en deze worden onderbroken door van uit het Z.W. komende troggen van Kulmlagen. In het oostelijk gedeelte, waar groote massa's van de onder-devonische zadelkern aan den dag treden, zien we plooien, waarvan beide vleugels naar het Z.O. hellen.

De Devoonlagen, die aan het O.-Devoon in het N.W. aansluiten, vormen de overkipte tegenvleugel van de jongere Devoonlagen van de Z.O.-zijde.

In de lagen van het O.-Devoon liggen nog eenige troggen met jongere Devoonlagen. De bekendste is de „Schalker-mulde", tusschen Ober-Schulenberg en Festenburg.

Het O.-Devoon wordt onderverdeeld (Lit. 19, 22) in de

Kahlebergerzandsteenlagen en de
Speciosuslagen (met *Spirifer speciosus Schl.*).

De Kahlebergerzandsteenlagen zijn het meest verbreid

en ze onderscheiden zich petrografisch van de Speciosuslagen door het terugtreden van de leien en het overheerschen van de zandsteen. Palaeontologisch is het verschil, dat de eerstgenoemde lagen onder-devonische habitus hebben, terwijl in de Speciosuslagen ook midden-devonische fossielen voorkomen.

De Kahlebergerzandsteen wordt weer onderscheiden in Schalkerlagen: helderwitte kwartsiet, geparalleliseerd met de Koblenz kwartsiet, en de

Rammelsbergerlagen: donkerbruine kwartsiet, geparalleliseerd met de Boven-Koblenzlagen.

De Schalkerlagen zijn dus de oudste devonische lagen, die hier aangetroffen worden en komen dan ook in de kern van het zadel voor. Hun hoofdverbreiding hebben ze in het gebied van den Kahleberg, Schalke, Kronsfeld en Hohestieg.

Goede ontsluitingen aan de Z.-helling van de Schalke in steengroeven, O. en W.-oever van de Obere Kellerthalsteich e.a. plaatsen. Veel *Myophoria*, *Prosocoelus*, e.a.

De Rammelsbergerlagen vindt men hoofdzakelijk in het Kleine Todtenthal, Herzberg en Rammelsberg.

Goede ontsluitingen aan de uitmonding van de nieuwe „Harzstieg" in den straatweg Goslar-Zellerfeld bij K.M.-paal 3,6.

Veel fossielen o.a. *Spirifer subcuspidatus Schnur*, *Spirifer paradoxus Schl.*, *Chonetes*, *Prosocoelus*, *Aviculopecten*, verder in de steengroeve aan den N.W.-kant van den Bocksberg en in het beekje tusschen den Dickekopf en Dreckthalskopf *(Cypricardella e.a.)*

De Rammelsbergerlagen worden door DAHMER (22), alleen naar palaeontologische verschillen, onderverdeeld in de

Nessigilagen met *Murchisonia Nessigi A.R.* en *Koenenia obsoleta*, en de

Festenburgerlagen met *Spirifer paradoxus Schl.* en *Pterinea costulata A.R.*

Tot het bovenste O.-Devoon behooren de Speciosuslagen. De fossielen hierin zijn een mengfauna van O. en M.-Devoon. Weinig goede ontsluitingen o.a. in het Hüttenthal ten N. van de Töbersche Kopf, Hühnerthal en in de omgeving van de Communiongroeve, boven den Kahnekuhlerschacht van de groeve Ram-

melsberg. Fossielen: *Spirifer speciosus Schl.*, *Pleurodictyum problematicum Gf.*, *Homalonotus gigas A.R.*, e.a.

Het M.-Devoon begint met de Calceolalei (50 M.). Deze begeleidt in smalle zones de onder-devonische lagen in het N.W. en Z.O. en bestaat uit lei en kalksteen.

Ontsluitingen aan de Z.O.-zijde, bijv. de Z.-helling van den Eichenberg in den Holzweg.

Fossielen: *Michelia*, *Conocardium cuneatum A.R.*, *Cyathophylliden*, *Atrypa reticularis L.*, verder in het bed van den Silberbach boven de uitmonding in den Riesenbach, met *Pentamerus galeatus Dalm.* en ten N.W. van den Bocksberg.

De Wissenbacherlei (50 M.), die op de Calceolalei volgt, heeft zijn hoofdverbreiding tusschen Innerstedal en Goslar, daarom ook Goslarerlei genoemd. Het gesteente is meestal als een goede daklei ontwikkeld, (met goede druksplijting); in mindere mate komen kalksteen en grauwacke voor.

Ten Z. van Marienbach komt er diabaas in voor (door RINNE beschreven). In de lei zit veel pyriet en microscopisch sfaleriet. Deze leien vormen het nevengesteente van het Rammelsberger ertslichaam. De weinig voorkomende fossielen zijn meestal gepyrietiseerd, ook die in de kalksteen zitten. Zwermen *Styliolinen* en in mindere mate *Tentaculieten* zijn het meest verbreid. De meeste fossielen komen voor in de kalkfacies. *Aphyllites occultus Barr.*, *Anarcestes vittatus Kays.*, *Mimoceras gracile v. M.*

Dan volgt de Stringocephalenkalk (8 M.). Ze wordt onderverdeeld in de Oderhauserkalk, met *Pterochaenia hians*, en „Flaser en Knollenkalk" met *Aphyllites evexus v. B.* en *Anarcestes Karpinskyi Hpfl.*

Zeer karakteristiek is zijn rijkdom aan Pteropoden, een onderscheid met de Clymenienkalk.

Fossielen zijn gering in aantal. Ontsluitingen bij de Romkerhaller Wasserfall, Rabenklippe etc.

Het B.-Devoon begint met de z.g. „Büdesheimerschiefer", een 100 M. dikke laag van lei en kalksteen. Hoofdverbreiding ten N.W. van Hahnenklee. Deze lagen bevatten veel pyriet en limoniet-concreties.

Fossielen: *Tornoceras simplex v. B.*, *Manticoceras*, *Entomis serratostriata Sandb.*, *Tentaculites tenuicinctus A.R.* en *Styliolinen.*

Hierop ligt de Adorferkalk, een zuivere kalksteen met *Manticoceras*, daar tusschen treedt op de zwarte Kellwasserkalk met *Buchiola angulifera A.R.*, *Tentaculites tenuicinctus A.R.*, *Entomis* etc. Ontstluitingen o.a. bij de Romkerhaller waterval.

De bovenste afdeeling wordt gevormd door de Clymenienkalk en de Cypridinenlei.

De Clymenienkalk komt dikwijls als „Flaser en Knotenkalk" voor (soms „Kramenzelstructuur"). Verbreidingsgebied in de buurt van Bockswiese en aan de Z.O.-vleugel van het groote Devoonzadel. Goede ontsluitingen in het Aekethal (Lit. 20a) en aan de O.-helling van den Straussberg.

Fossielen: *Posidonia*, *Clymenia.*

De Cypridinenlei bestaat uit leien en kalksteen en komt vooral ten N. van Hahnenklee (bij den Wethberg) voor. Ze ligt dikwijls discordant op de oudere lagen.

Fossielen: *Entomis serratostriata Sandb.*, *Posidonia.*

Contactmetamorfose.

De metamorfose van de devonische sedimentgesteenten is een gevolg van de inwerking van de Okergraniet. Ze is in het Okerdal goed te bestudeeren.

Carboon.

Van het Carboon is alleen de Kulmfacies ontwikkeld. Ze heeft haar hoofdverbreidingsgebied in de Clausthaler hoogvlakte, (die ook orographisch opvalt) en ttusschen de besproken gebieden van oudere afzettingen. De Kulmkiezellei is goed ontwikkeld in het gebied ten N. van Lautenthal, verder ten Z.O. van het groote Devoongebied (tusschen Schulenberg en Romkerhalle) en in het gebied tusschen de „Diabaszug" en Acker-Bruchbergketen.

De Kulmkiezellei begint met:

Kiezellei en *Radiolarien* bevatten lydiet (Etroeungtfauna), ontsloten aan den Borberg en in het Steigerthal en Flössthal.

Volgens WEIGELT (21) zijn de radiolarienlydieten vermoedelijk geen diepzee-afzettingen, daar er landplantenresten in voorkomen en de laag (van 0—70 M. dik) met een erosiediscordantie op het B.-Devoon ligt.

Ook komen in deze lagen aluinlei en kalksteen voor, gedeeltelijk met *Prolecanites ceratitoides v. Buch* van het Tournaiséen en met *Glyphioceras sphaericum Mart.* van het Viséen.

Dan volgen Posidonienlei met de Riesberglagen, *Glyphioceras sphaericum Mart.* en de Lautenthalerlagen met *Glyphioceras subreticulatum F.* en *Posidonia's.* Beide zijn goed ontsloten aan den Heimbergskopf en Riesberg, ten N. van Lautenthal.

Hierop rusten de conglomeraatarme grauwacke met asterocalamiten (Clausthaler grauwacke) en bovenaan de conglomeraatrijke Grunder grauwacke, waarin BEUSHAUSEN in een leilaag een kolenkalkfauna ontdekte van het Viséen, met *Productus, Spirifer, Fenestella, Lamellibranchiaten.*

In het Kulmconglomeraat treden rolsteentjes op (max. 2 c.M.), van kwarts, lei, kwartsiet, graniet, gneis en kwartsporphyr etc.

De graniet en de porphyr zijn, waar HAUSMANN reeds op gewezen heeft, niet uit de voorkomens van deze gesteenten van den tegenwoordigen Harz afkomstig.

Contactmetamorfose.

In de buurt van den Oker- en Brockengraniet zijn de Kulmgesteenten weer gemetamorfoseerd.

De „Eckergneis" (28), gelegen tusschen de gabbro van Harzburg en de Brocken, onderscheidt zich van den gewonen hoornrots door parallele structuur; ze bestaat, volgens ERDMANNSDÖRFFER, uit sterk gemetamorfoseerde kulmische en Acker-Bruchberg-gesteenten. In de Gr. en Kl. Pesecke zien we de Eckergneis onder den graniet. ERDMANNSDÖRFFER (8) en LÜDECKE beschouwen de Eckergneis als de vloer van de graniet, daar het contact duidelijk een „Intrusiv-kontakt" is. Het is dus niet door storingen veroorzaakt, zooals LEPSIUS (2, p. 373) meent.

Postkulmische eruptiva (Lit. 15, 26, 27, 29, 30, 31).

Tijdens en na de carbonische plooiing vormde zich het Brocken-Oker laccoliet. De gesteenten van Siluur tot en met Kulm werden gemetamorfoseerd.

Nog tijdens de plooiing drongen de basische gesteenten door en waren reeds vast geworden, toen de kerngraniet nog vloeibaar was.

In het gabbromassief zien we de harzburgiet en olivijnnoriet als meestal N.O.-Z.W. gerichte slieren optreden. Verder zien we granietische gangen in de gabbro en vierkante stukken noriet worden in de graniet gevonden, o.a. in het Kaltethal bij Harzburg.

Aan den Z.-rand (bij Braunlage) treedt granietporphyr op. Aan den O., N. en W.-rand wordt de kerngraniet omgeven door micropegmatitische graniet, die aan den N. en O.-rand overgaat in korrelige, niet-micropegmatitische graniet.

Vooral in den hercynisch gerichte N.-rand vinden we verschillende soorten graniet.

Hier treden op biotiet-augietdioriet en -gabbro, (ten N.W. van den Meineckenkopf), verder de tusschen deze meer basische gesteenten en de graniet staande, de graniet met augiet en hoornblende. Tevens komen voor hercynisch gerichte stroken van hoornblende-granietporphyr (bij Plessenburg), die volgens M. Koch zure „Nachschubemassen" voorstellen.

Aan den O.-rand zien we bij de Gr. Thumkuhlenkopf ook biotiet-augietdioriet en -gabbro.

Aan den N.-rand gaat de korrelige graniet over in Ilsensteingraniet met randfacies.

Tusschen de Sternplatz, aan de straatweg van Lautenthal naar Seesen en de uitmonding van het Voszthal aan den N.-rand van het gebergte, bevindt zich een sterk verbrokkelde, N.-Z. gerichte, postkarbonische gang met kersantiet (helling: 80° naar het westen, breedte max. 8 M.) (zie Erl. Bl. Lutter 15).

De druksplijting, die de gebergtevorming begeleidt, treedt in den Harz veel op. De strekkingsrichting is ongeveer parallel

aan die van de lagen (meestal Z.W.-N.O.) en de helling bedraagt ± 45° naar het Z.O. Vooral is ze goed te zien in de Wissenbacherlei, maar ook in de meer kompacte gesteenten o.a. de Kahlebergerzandsteen is ze te herkennen als een parallelle splijting.

Ertsgangen.

BAUMGÄRTEL (32) deelt de storingen in den Boven-Harz, naar den ouderdom, in drie groepen.

1°. Storingen, die in verband staan met de boven-carbonische plooiing. Hierbij behooren de „faule Ruscheln".

2°. De dwarsverschuivingen van de ouderdom der ertsgangen.

3°. De jongere storingen, z.g. „Geschiebe".

1°. Tot de eersten behooren de plooiverschuivingen, die bijv. optreden in de „Oberharzer Diabaszug". Hier zijn de devonische gesteenten over Kulmgesteenten verschoven. De verschillende „faule Ruscheln" zijn vermoedelijk ook plooiverschuivingen.

STAHL (34) beweert, dat sommige echter nog echte gangen zijn, bijv. de „Hilfe Gotteser Ruschel". Deze zou niet in verband staan met de carbonische plooiing, maar toch ouder zijn dan de „Hilfe Gottesergang".

2°. De dwarsverschuivingen (strekking O.-W. tot N.N.O.-Z.Z.W. helling 70—80° Z.) zijn meestal ertsvoerend. Hierbij behooren o.a. de lood- en zinkertsgangen van het Clausthalergebied.

De Andreasbergergangen verschillen veel met de Clausthaler o.a. door de ertsinhoud en de helling (80° N.).

3°. De storingen, die jonger zijn dan de ertsgangen (met een sterk wisselende strekking).

Volgens PHILIPPI ((3) p. 373) zouden:

1°. vóór de afzetting van den Zechstein de spleten in het kerngebied gevormd en met erts gevuld zijn.

2°. na vorming van den Zechstein de spleten zich weer hebben geopend en ook in den Zechstein spleten zijn ontstaan. Toen is hoofdzakelijk bariet in beide afgezet.

3°. Veel later, maar vóór het Oligoceen, ontstonden veel

verschuivingen in het Triasgebied rondom den Harz en openden zich waarschijnlijk weer opnieuw sommige van de oude spleten. Misschien valt in dezen tijd de afzetting van strontianiet en sideriet in de ertsgangen, terwijl in het Triasgebied zich nauwelijks gangmineralen vormden.

Ook BÄRTLING ((33) p. 146) komt op grond van zijn studie van bariet-voorkomens tot deze conclusie.

STAHL ((34) p. 52) zegt, dat de heerschende meening tegenwoordig is, dat de gangspleten jonger zijn, als de Zechstein en behooren tot de vormingen, ontstaan bij de Hercynische opheffing van den Harz. Toch is in elk geval aan te nemen, dat ze vóór het Oligoceen gevormd zijn.

Hij heeft verder bewezen, dat de gangen regelmatig ertsvoerend zijn, dáár, waar ze de kopplooien van het gebied snijden.

Als oorzaak noemt hij de aanrijking, van het uit het magma afkomstig erts, in de zadelkoppen van de oude „Faltenkruste", die de dieper gelegen deelen van den Brockengraniet verbergt.

De Onder-Harz.

Om de nu nog gebruikte benamingen te verklaren, is het noodig de vroegere opvattingen over de tektoniek kort te vermelden. Deze waren als volgt:

Tot de oudste lagen van den Harz werden gerekend de Tanner grauwacke (Onderste Devoon). Ze vormden de ruggegraat van het gebergte en werden aan beide zijden door de jongere palaeozoische lagen symmetrisch bedekt.

De „zadelas" van de Tannergrauwacke was oorspronkelijk een rechte lijn, maar had door de gebergtevormende bewegingen een S-vorm gekregen.

Daardoor zien we de jongere lagen in twee vleugels optreden, een N.-Westelijke (de Boven-Harz), en een Z.-Oostelijke (de Onder-Harz) met het „Mansfelder Becken" en daartusschen drie troggen, waarvan de twee noordelijke zijn de Elbingeroder en de Selker Mulde, en een zuidelijke, de Ilfelder Mulde.

Deze opvatting is gebleken onjuist te zijn. De foutieve opvatting was een gevolg van het buiten beschouwing laten van de vele plooiverschuivingen, die vooral in dit gebied optreden. Wel is door de nieuwste onderzoekingen aangetoond, dat de „Silurische zadelas" van LOSSEN, in dien zin, dat het een verbindingslijn is van punten, waar de oudste lagen aan den treden, nog bestaat.

Deze lijn begint bij Lauterberg en gaat over Zorge Benneckenstein, Hasselfelde, Allrode, Lindenberg, Harzgerode, Pansfelde, Harkerode tot den N.-rand van het gebergte bij Aschersleben. (Zie (39)).

Siluur.

Het oudste Siluur, dat optreedt is het Llandovery. Het is het grootste gedeelte van de „Hauptquarzit" van Lossen, ten Z. van de „Siluuras" en de lei ten N.W. van Benneckenstein en Stiege (de Hütteberg).

Fossielen: *Monograptus Sedgwicki Portl.* e.a.

Tot het Tarannon behoort de lei van den Niedere Mühlenberg bij Stiege en die van den Panzerberg bij Harzgerode.

Fossielen: *Monograptus Marri Perner* e.a.

Het Wenlock bestaat uit leien, zandsteenen en kwartsieten van den Niedere Mühlenberg bij Stiege met *Retiolites Geinitzianus Barr.*, *Monograptus Flemingi Salt.* e.a.

Het grootste gedeelte van de graptolietenlei van Lossen behoort tot het Under-Ludlow. Het zijn leien met intrusieve diabaas. Vindplaatsen zijn bij: Lauterberg, Hasselfelde, Harzgerode en Thale.

Fossielen: *Monograptus dubius Suess*, e.a., *Cardiola interrupta Sow.*

Tot het Midden-Ludlow behoort Lossen's „Grauwackenzone" van Hasselfelde naar Harzgerode, benevens het Siluur van den N.-rand bij Wernigerode.

Fossielen: *Monograptus Roemeri Barr.*, *Cardiola interrupta Sow.*, *Phacops fecundus var. communis Barr.*.

De „Tannergrauwacke", door Lossen in het „Unterste Devoon" geplaatst, wordt nu in tweeën gesplitst:

1°. „Plattenschiefer" met Coblenz fossielen;

2°. de eigenlijke „Tannergrauwacke", tot de Kulm behoorende.

Volgens DAHLGRÜN (39) vormt het Siluur van den Onder-Harz een overgang tusschen de Boheemsch-Mediterrane en de Noord-Europeesche ontwikkeling. Er bestaan groote faciesverschillen met die van Thüringen.

Devoon.

Het Devoon begint vermoedelijk met de „Untere Wiederschiefer" van Lossen, o.a. bij Trautenstein en de Hoheberg (ten W. en O. van Hasselfelde). Dikwijls treden er in op kalksteenlenzen met de „Hercynfauna", die sterk verschilt van de onder-devonische fauna uit het Nederrijnsche leisteengebergte. Ze komt overeen met de fauna van de kalkige O.-Devoon van het Kellerwald, Marburg en Bohemen.

Fossielen: *Spirifer Hercyniae Gieb.*, *Spirifer Bischofi Gieb.*, *Rhynchonella pila Schnur* en *Crinoïden.*

Deze lagen worden gerekend te behooren tot het O. Koblenz.

Daarop volgen leien en soms kwartsiet, vermoedelijk gedeelten van Lossen's „Hauptquarzit". Ze heeft bij Mägdesprung, Elend, enz. een typische B. Koblenz-fauna, met *Spirifer auriculatus Sdbg.*, *Spirifer paradoxus Schl.*, *Athyris undata Defr.*, enz.

Het M. en B.-Devoon heeft M. Koch (35-36) aangetoond in de „Elbingerodermulde".

Karboon.

De Kulm wordt weer onderverdeeld in de Kulmkiezellei (gedeeltelijk Lossen's „Hauptquarzit"), Posidonienlei (Lossen's „Zorgerschiefer") met *Posidonia Becheri Bronn* en de grauwacke (waaronder Elbingerodergrauwacke in de „Mulden"), vervolgens de eigenlijke „Tannergrauwacke" en de „Siebergrauwacke" bij Lauterberg.

Bij Grafenhorst, ten O. van Herzberg, vond Schriel (12) een conglomeraatbank van de Kulmgrauwacke, ongeveer horizontaal liggende op steil staande onder-devonische lagen, waarvan de strekking afwijkt van die van de Kulmlagen.

Jongere lagen vindt men alleen in de „Mulden", die achtereenvolgens besproken zullen worden.

1°. De „Ilfelder Mulde".

Van Ilfeld naar Benneckenstein en Stiege gaande ontmoeten we eerst „Rothliegendes" (hoofdzakelijk conglomeraat) met koollagen, en dekken van kwartsporphyren, melaphyren en porphyrieten, dan (o.a. bij Netzkater aan de Bähre), Kulmgrauwacke en verder naar het Noorden Posidonienlei („Zorgerschiefer") en Kulmkiezellei.

2°. Het „Mansfelderbecken".

Aan den Z.O.-rand van den Onder-Harz (tusschen Sangerhausen en Sandersleben) zien we de geplooide palaeozoische lagen onder de roode conglomeraten en zandsteenen van het B. Karboon en Rothliegendes verdwijnen. (Bij Grillenberg treden nog koollagen op, die behooren tot de Ottweilerlagen). Deze lagen strekken zich uit onder de groote trog van Mansfeld

met de bijna horizontale lagen van Zechstein, Bontzandsteen en Schelpkalk.

De trog ligt tusschen Halle, Könnern, de Harz en de spoorlijn van Nordhausen-Halle.

Van de O.-Zechstein wordt de „Kupferschiefer" bij Mansfeld ontgonnen (Lit. 43).

3°. De „Selker Mulde".

Aan den N.-rand van den Onder-Harz strekt zich een steilstaande rug uit van Schelpkalk, die hier tusschen Ballenstedt en Ermsleben te voorschijn treedt. Deze rug vormt een wal tusschen de zachte lagen van Bontzandsteen en Keuper. Naar het Z. gaande in de richting van het station Meisdorf passeeren we eerst de steilstaande Bontzandsteenlagen en dan, 800 M. van den Schelpkalkrug, B. Zechstein met een helling van eenige graden naar het N.

De M. en O.-Zechstein zijn hier ook ontwikkeld. Dan volgt het Rothliegendes met koollagen en zuidelijker de Kulmgrauwacke („Elbingerodergrauwacke"), de „Zorgerschiefer", de „Hauptkieselschiefer" en oudere lagen.

In het gebied van het Rothliegendes zien we langgestrekte eilandjes van Kulmgrauwacke (Stahlberg, Friedrichs-Hohenberg bij Opperode en de Weinberg).

Ze worden aan de eene zijde begrensd door een Z.O.-N.W. gerichte verschuiving en aan de andere zijde bedekt door Rothliegendes en Zechstein.

3 K.M. ten W. van Ballenstedt nadert de Harzkern den O.W. gerichten kam van Schelpkalk.

Rothliegendes, Zechstein en Bontzandsteen verdwijnen.

Bij Gernrode treedt het Zechstein en de Bontzandsteen weer op, en zijn daar tot 45° overkipt.

Volgens WEISSERMEL (8) is dit verschijnsel alleen door een overschuiving te verklaren, die vermoedelijk in het Tertiair zou hebben plaats gegrepen.

4°. De „Elbingeroder Mulde" (prof. 3, 4) (Lit. 35, 36).

Hier vinden we een zeer gestoord gebied.
M. Koch (35) construeerde drie Devoon-zadels, n.l.:

1. Büchenberg-Hartenberger zadel;
2. Hornberg-Elbingeroder zadel;
3. Hüttenrode-Neuwerker zadel.

Ze worden gescheiden door Kulmgesteenten. M.- en B.-Devoon wordt hier eveneens gevonden. (Zie verder Excursie-verslag en Behme Blankenburg).

Postkulmische eruptiva. (Lit. (2)).

De Ramberg is in den Onder-Harz het aequivalent van den Brocken. Hij is nog weinig onderzocht.
Aan den Z.-rand zien we een groote apophyse (Lossen's „Bodegang"), die nog de devonische diabaas doorsnijdt.

De sedimentaire gesteenten om den Ramberg zijn weer sterk gemetamorfoseerd. Als postgranietische eruptiva vinden we in de troggen de melaphyr- en kwartsporphyrdekken Verder zijn nog te noemen de kwartsporphyrkop van den Auerberg en de N.Z. gerichte gangen met melaphyr en porphyriet, in het gebied van Ilfeld tot Wernigerode.
Van de ertsgangen in den Onder-Harz werd de „Neudorf-Strassberger Gangzug" eenige jaren geleden nog geëxploiteerd (Lit. 42).

LITERATUUR.

Reisgidsen.

Baedeker. Der Harz 1920.

Sogen. Blauer Harzführer. Der Harz u. das Kyffhäusergebirge. 13 Aufl. Braunschweig 1921.

Topographische kaarten.

Harzklubwanderkarte (1 : 150.000). Quedlinburg 1922.

Karte des Harzes (1 : 50.000). 9 Bladen. Quedlinburg, uitgegeven door de Harzclub.

Topogr. kaarten (1 : 25.000) Preuss. Landesaufnahme, zoogen. „Mesztischblätter".

Geologische kaarten.

Geognostische Übersichtskarte des Harzgebirges. Dr. K. A. Lossen. Berlin 1882.

Geologische Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten (1 : 25.000). Preuss. Geol. Landesanstalt, Berlin. Alleen nog Bl. Harzburg en Lutter am Berge te verkrijgen.

Binnenkort zijn de herdrukken van alle Harzkaarten te verwachten.

Geologische gidsen.

Behme. Geologische Führer: Harzburg (1903), Goslar (1903), Clausthal (1909), Blankenburg (1911). Allen uitverkocht.

Behme. Geologische Harzführer: Okerthal (1922), Goslar Randgebirge (1922), Harzburg (1922). Uitgever: Hahnsche Buchhandlung Hannover.

Hemprich. Geologische Heimatskunde von Halberstadt und Umgebung (mit geol. Profilen u. Karte). Halberstadt 1913.

Dahmer. Excursionsführer für das Kahlebergersandsteingebiet. Z. schr. „Natur", Jahrg. XII, Heft 1/2. Oct. 1920. Thomas Verlag, Leipzig.

L. Grube-Einwald. Geognostisch-geologische Exkursionen im Kyffhäuser gebirge u. in dessen Umgebung. Frankenhausen am Kyffhäuser 1896.

Führer zu den Exkursionen der Deutsche Geol. Ges. 1914 (in 1920 herdrukt). Hannover.

Literatuur-opgave.

E. Schulze. Repertorium d. geol. Literatur über das Harzgeb. Berlin 1912.
Zie verder in Kayser Lehrb. der geol., Bd. 3, 1923 en Beyschlag-Krusch-Vogt. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien u.s.w. Stuttgart 1921.

Geraadpleegde literatuur.

Handboeken.

E. Kayser. Lehrbuch der Geologie. T. II. 5 Aufl. 1913 en Bd. 3. 6 u. 7 Afl. 1923. Stuttgart.
Beyschlag-Krusch-Vogt. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien u. Gesteine. Bd. II. 2 Aufl. Stuttgart 1921.

In den tektst wordt verwezen naar de volgende werken:

I. Algemeene en den Boven- en Onder-Harz betreffende.

1. Klockmann u.a. Das Berg- u. Hüttenwesen des Oberharzes. Stuttgart 1895 (met geol. overzichtskaartje p. 10).
2. Lepsius. Geologie v. Deutschland. Bd. II. Leipzig 1910. p. 286-410. (Wordt op zeer vele punten bestreden).
3. Philippi. Über die präoligocäne Oberfläche in Thüringen. Z. schr. d. Deutsche Geol. Ges. 1910, p. 334 en p. 368.
4. Stille. Senkungs- sedimentations- u. Faltungsräume. Compte rendu. Congrès géol. intern. Stockholm. Bd. II. 1910.
5. Behrmann. Die Oberflächengestaltung des Harzes. Stuttgart 1912 (met geol. kaartje).
6. Philippi. Vorlesungen. Jena 1912. p. 247.
7. v. Linstow. Über die Zeit der Heraushebung des Harzes. Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanstalt. 1913. T. I, p. 624.
8. Führer zu den Exkursionen der Deutsche Geol. Ges. Hannover 1914 (in 1920 herdrukt).
9. Grupe. Zur Frage der diluviale Hebung des Harzes. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1915. T. I, p. 387.
10. Ahlburg. Über die Verbreitung des Silurs, Hercyns u. Rhein. Devons u.s.w. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1919. T. I, p. 1.

11. Walther. Geologie v. Deutschland. 3 Aufl. Leipzig 1921. p. 288.
12. Fliegel. Über die geol. Neuaufnahme des Harzes. Monatsber. Z.schr. d. Deutsche Geol. Ges. 1922. p. 308.
(1, 2, 5, 6, 11 geven een geologische schets van den Harz.)

II. Voorland.

13. Brandes. Bemerkungen über Trümmergest. u.s.w. Prot. d. Märzsitz. d. Deutsche Geol. Ges. 1902.
14. Schroeder u. Boehm. Geol. u. Paläontologie der Subhercynen Kreidemulde. Abh. d. Preuss. Geol. Ges. N. F. Heft 56. 1909.
15. Erläuterungen. Bl. Harzburg (1914) en Bl. Lutter (1913) der Geol. Spezialkarte.
16. Hemprich. Geol. Heimatskunde von Halberstadt u. Umgebung. Halberstadt 1913.
17. Cloos. Tekt. Probleme am N.-rand des Harzes. Geol. Rundschau 1916. p. 314.

III. Boven-Harz.

18. M. Koch. Zusammensetzung u. Lagerungsverhältnisse der Schichten zwischen Acker u. Bruchberg und Oberharzer Diabaszug. (Met profiel). Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1894.
19. Beushausen. Das Devon des Nördl. Oberharzes. Abh. d. Preuss. Geol. L. A. N. F. Heft 30. 1900.
20. Erläuterungen zu Bl. Zellerfeld 1907 u.s.w. der Geol. Spezialkarte.
20a. Born. Die geol. Verhältnisse des Oberdevons von Aeketal. N. Jahrb. f. Min. u.s.w. Beil. Bd. 34. 1912, p. 553-632.
21. J. Weigelt. Die Gliederung u. die Faunenverteilung im Unteren Culm des Oberharzes. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1916. T. II, p. 157.
22. Dahmer. Studien über die Fauna des Oberharzer Kahlebergersandsteins. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1916. T. I, p. 443 en 1919. T. II, p. 161.

IV. Iberg.

23. Welter. Über die Deutung des Iberges bei Grund. Sitzungsbericht der Niederrhein. Ges. für Naturkunde (1910).
24. Bode. Über die Lagerungsverhältnisse des Iberger Kalkmassivs bei Grund. 4 Jahresber. d. Niedersächs. geol. Verein zu Hannover 1911, p. 152.
25. J. M. Clarke. Die Fauna des Iberger Kalkes. N. Jahrb. f. Min. u.s.w. II. Beilage. Bd., p. 316.

V. Brocken.

26. Erdmannsdörffer. Über Bau u. Bildungsweise des Brockenmassivs. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1905.
27. —.— Einschlüsse im Brockengranit. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1911.
28. —.— Der Eckergneiss im Harz. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1909. T. I, p. 324.
29. H. Cloos. Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Braunschweig 1921.
30. —.— Das Batholith Problem. Berlin 1923.
31. Haasemann. Bestimmung d. Intensität d. Schwerkraft im Harze u. Umgebung. Berlin 1905. Zie ook:
Born. Isostatie u. Schweremessung. Berlin (1923).

VI. Ertskunde van den Boven-Harz.

32. Baumgärtel. Oberharzer Gangbilder. Leipzig 1907.
33. Bärtling. Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands. Stuttgart 1911, p. 146.
34. Stahl. Die Gänges des Oberharzes u.s.w.
Preuss. Geol. L. A. Archiv für Lagerstättenforschung. Heft 27. 1920.

VII. Onder-Harz.

35. M. Koch. Neuere Ergebnisse der geol. Forschung im Unter-Harz. Z.schr. d. Deutsche Geol. Ges. 1897. Verhandl. p. 7 (met profiel v. de Elbingeroder Mulde). (Zie ook Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A. 1894 en 1895 (veel profielen).
36. M. Koch. Die Umdeutung der geol. Verhältnisse im Unter-

Harz. Z.schr. d. Deutsche Geol. Ges. 1898. Verhandl. p. 21.
37. Denckmann. Über Lossen's Kalkgrauwackenzone. Jahrb. Preuss. Geol. L. A. 1915. T. I, p. 249.
38. Denckmann u. Siegert. Begehungen zur Aufklärung der Stratigraphie des Unter-Harzes. Jahrb. Preuss. Geol. L.A. 1918. T. I, p. 232.
39. Dahlgrün. Über Graptolithen führende Schichten im Unter-Harz. Monatsber. Z.schr. d. D. Geol. Ges. 1922, p. 316.
40. Gehne. Beitr. z. Morphologie d. Östl. Harzes. Halle 1911. (2 karten).
41. Schriel Alte u. neue Tektonik am Kyffhäuser u. Südharz. Abh. Preuss. Geol. L. A. N. F. Heft 93.

VIII. Ertskunde van den Onder-Harz.

42. Stahl. Die Gänge des Ostharzes. Z.schr. f. Pr. Geol. 1918.
43. Frebold. Der Stand des Problems der Entstehung des Mansfelder Kupferschiefer. Geol. Rundschau. Bd. 14. Heft 3. 1924. Besprechungen, p. 261, met lit.-opgave.

IX. Kalksteengrotten.

44. Kloos. Die Höhlen bei Rübeland im Harz (7 Schriften). 1896. Bij Max Weg, Leipzig.

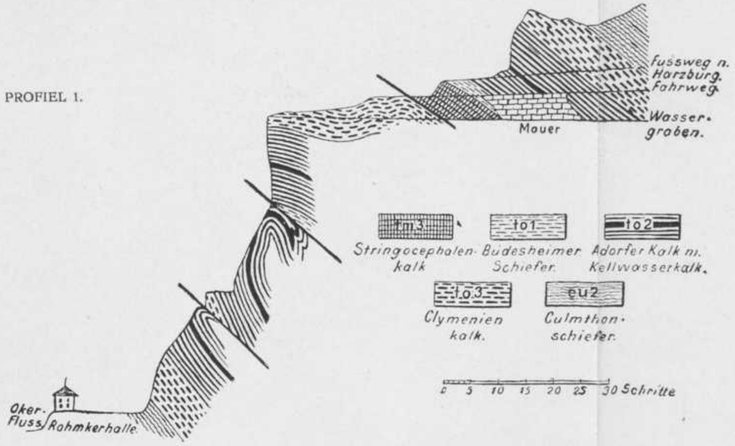
X. IJstijd.

45. Bode. Die moränenlandschaft im Odertal bei St. Andreasberg. Jahrb. d. Preuss. geol. L. A. 1905, p. 126, met lit.-opgave.
46. Hobbs. Characteristics of existing glaciers. New York 1911. Part. I.
47. Högbom. Über die geol. Bedeutung des Frostes. Bull. of the geol. Institution of the University of Upsala. Vol. 12. 1914, p. 378 en p. 382.
48. Erdmannsdörffer. Über die Blockströme am Ostrand des Brocken-granitgebietes. 7. Jahresber. der Niedersächs. geol. Vereins zu Hannover, 1914.

PROFIEL VAN DE ROHMKERHALLER WATERVAL.

(L. Beushausen, Das Devon d. nördl. Oberharzes 1900 pg. 281).

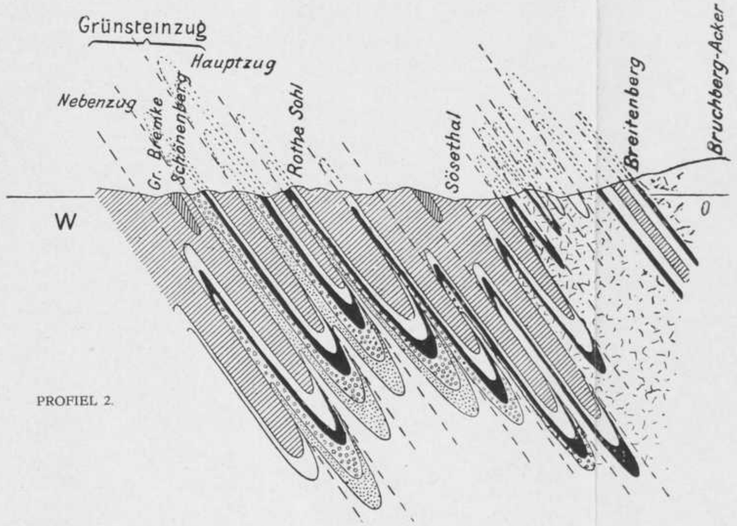
PROFIEL 1.



PROFIEL VAN DE „OBERHARZER DIABASZUG",

(naar Koch, Jahrbuch d. Pr. geol. L. A. 1894 pg. 187).

PROFIEL 2.



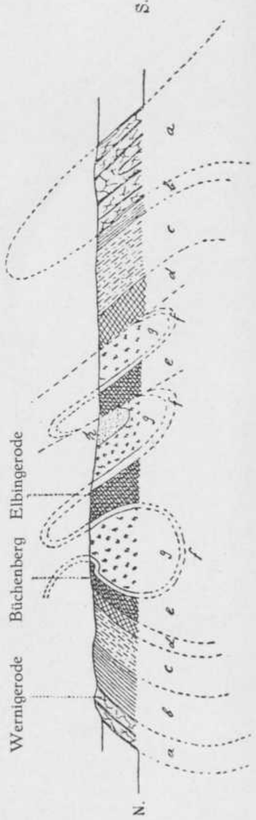
PROFIELEN VAN DE „ELBINGERODER MULDE"

Naar de vroegere opvatting.

(Zschr. d. D. geol. Ges. 1897 Verhandl. pg. 12—14).

1 : 12500.

PROFIEL 3.

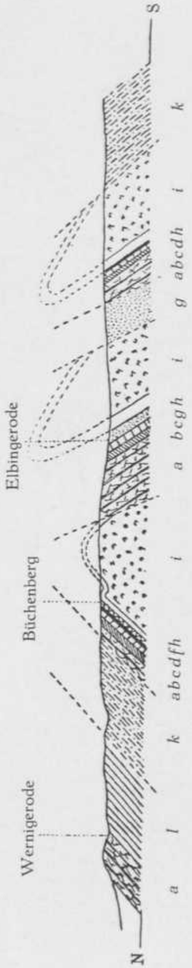


a = Kulmgrauwacke.
b = Posidonien lei.
c = Kulmkiezellei.
d = Cypridinenlei.
e = Elbingeroder grauwacke en Zorgerlei.
f = Schaalsteen.
g = Schaalsteen.
h = Iberger kalk.
a = Tannergrauwacke.
b = Kalksteen, kiezel- en kleilei v/d onderste afd. v/d „Unterer Wiederschiefer".
c = Kleilei en diabaas v/d bovenste afd. v/d „Unterer Wiederschiefer".
d = „Oberer Wiederschiefer" en „Hauptquarzit".

PROFIEL 4.

Tegenwoordige opvatting (naar Koch).

1 : 25000.



a = Kulmgrauwacke.
b = Posidonien lei.
c = Kulmkiezellei.
d = Cypridinenlei.
f = Clymenien kalk.
g = Iberger kalk.
h = Stringocephalen kalk.
i = Schaalsteen
k = „Oberer Wiederschiefer" en „Hauptquarzit".
l = Boven-Siluur.

Fig. 1.
Prof. Hobbs.

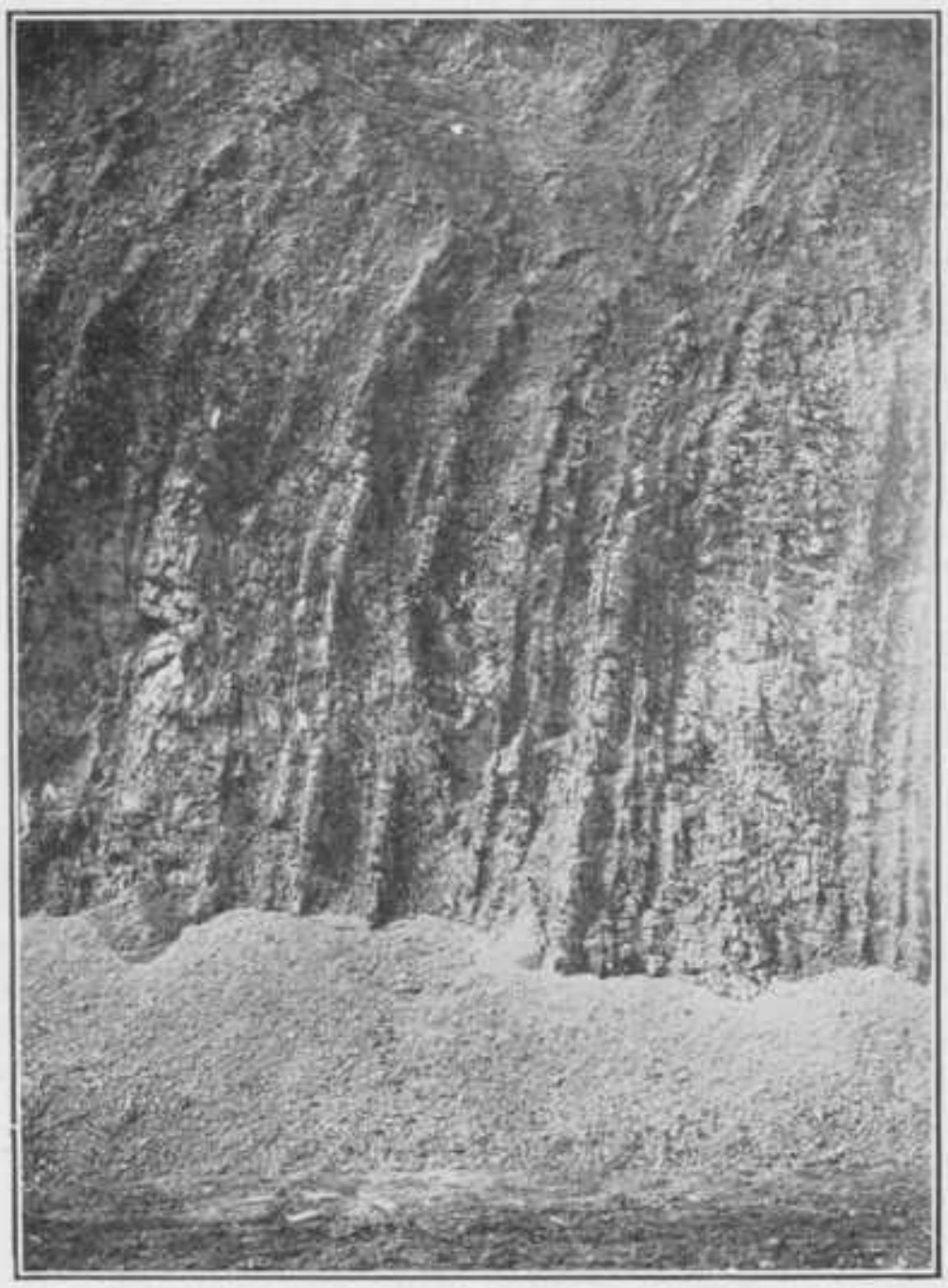


Fig. 2.
Steilstaande Turoonlagen van den Harlyberg, p. 45.

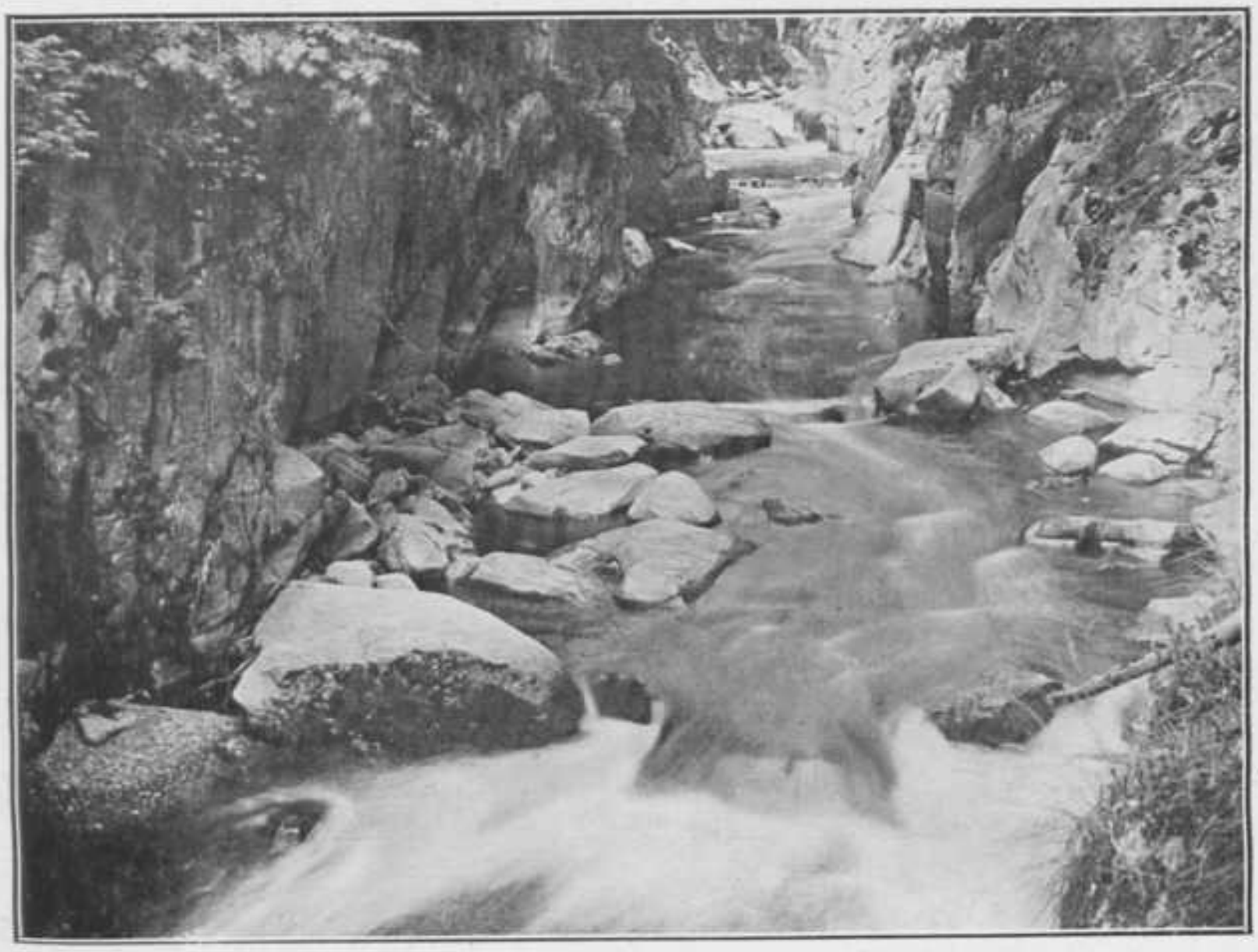


Fig. 3.
„Bode Kessel", p. 54.

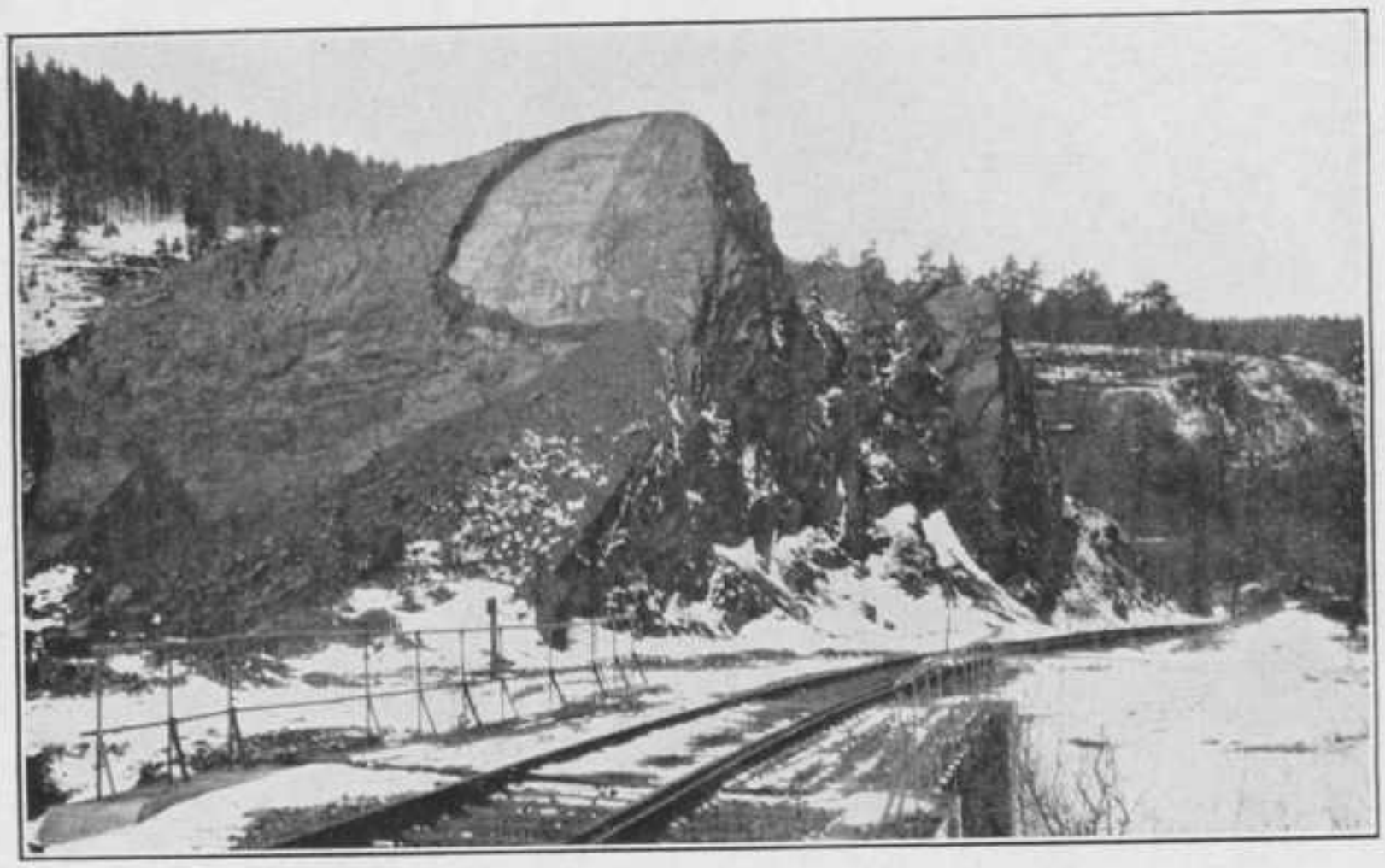


Fig. 4.
Wrijfspiegel op Kulmgrauwacke bij Wildemann, p. 47.

Fig. 5.
„Romkerhaller" Wasserfall, p. 50.

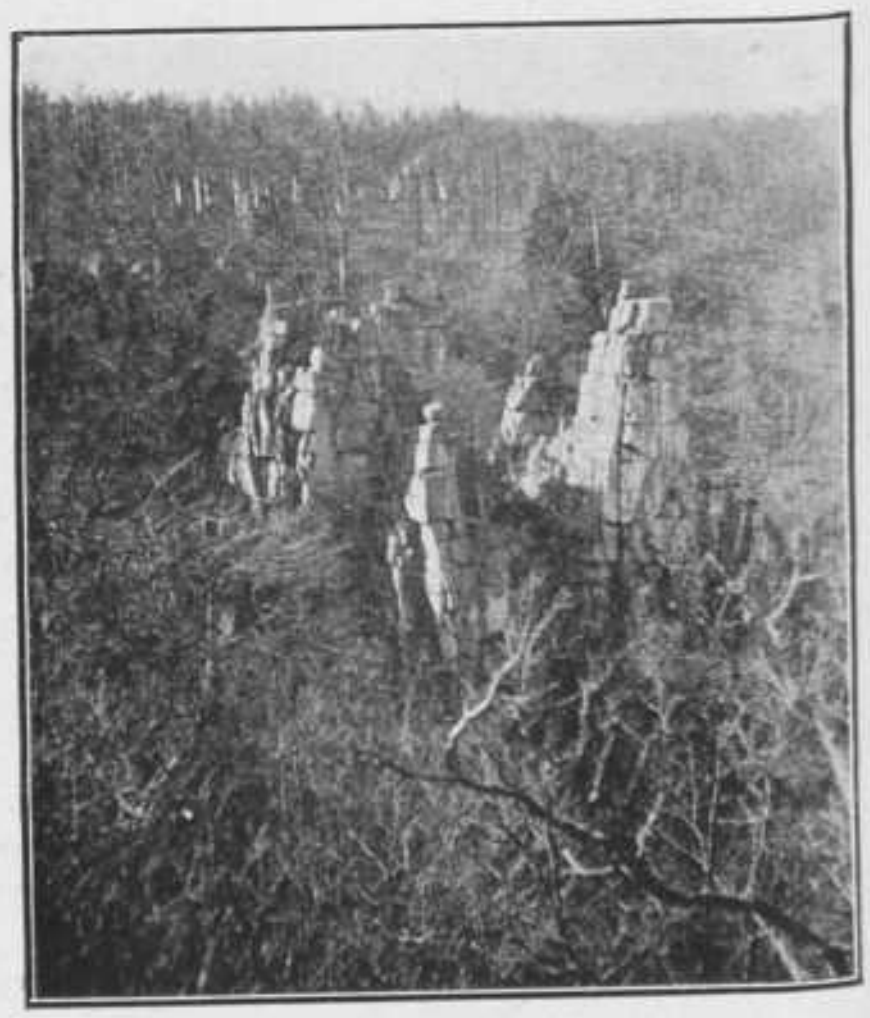


Fig. 6.
Erosie in het Bodethal, p. 54.

Fig. 7.
Zechsteinkalk bij Schweinsrücken, p. 43.

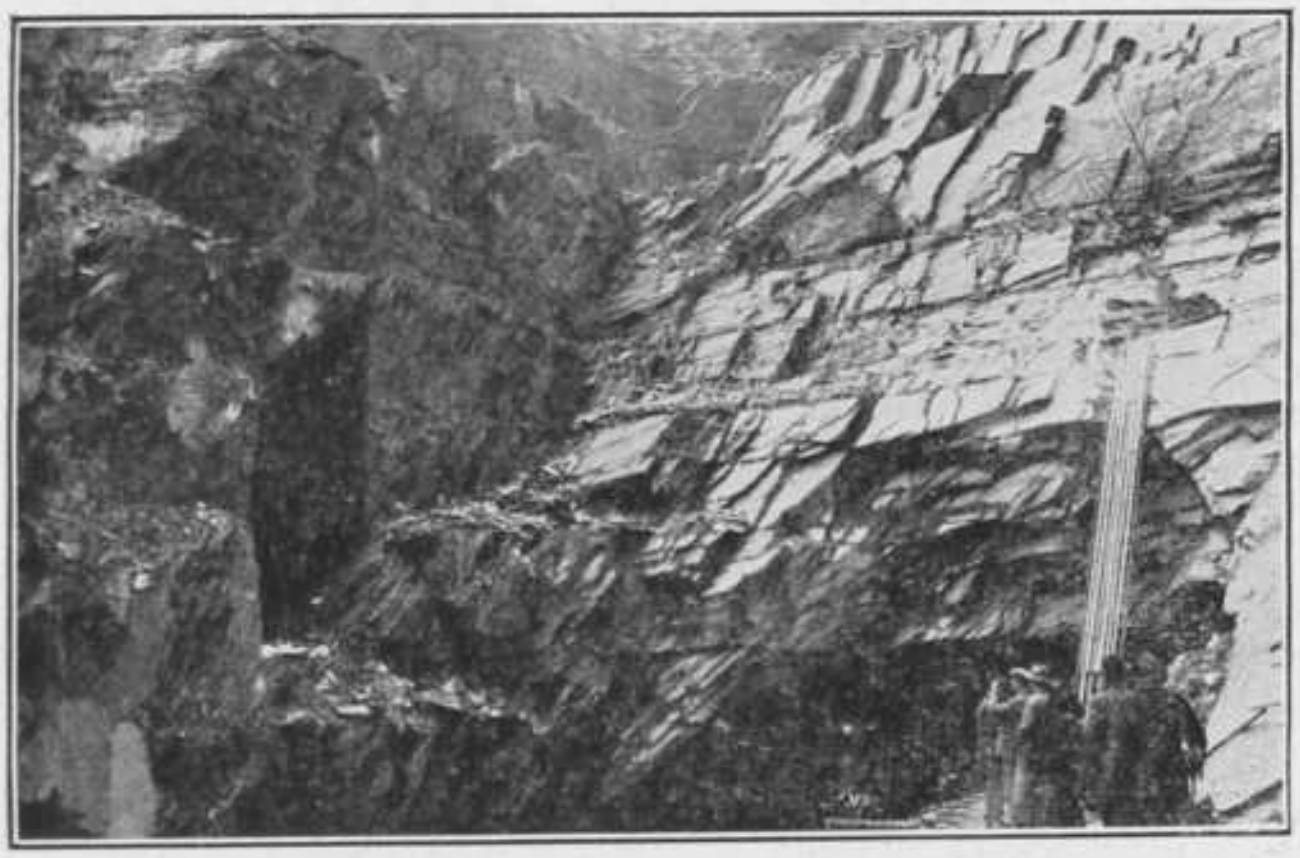


Fig. 8.
Wissenbacherleigroeve bij Goslar, p. 45.

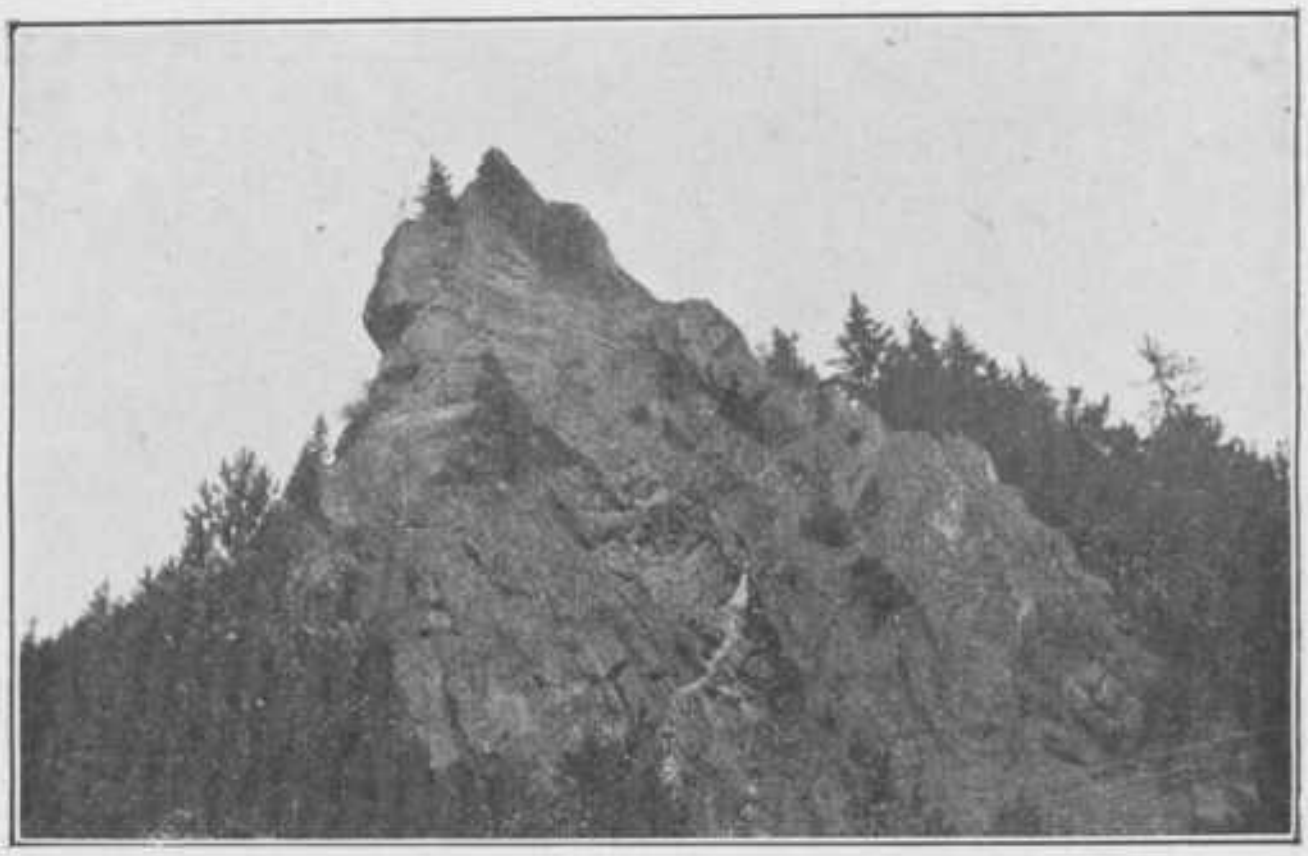


Fig. 9.
„Rabenklippe", p. 49.

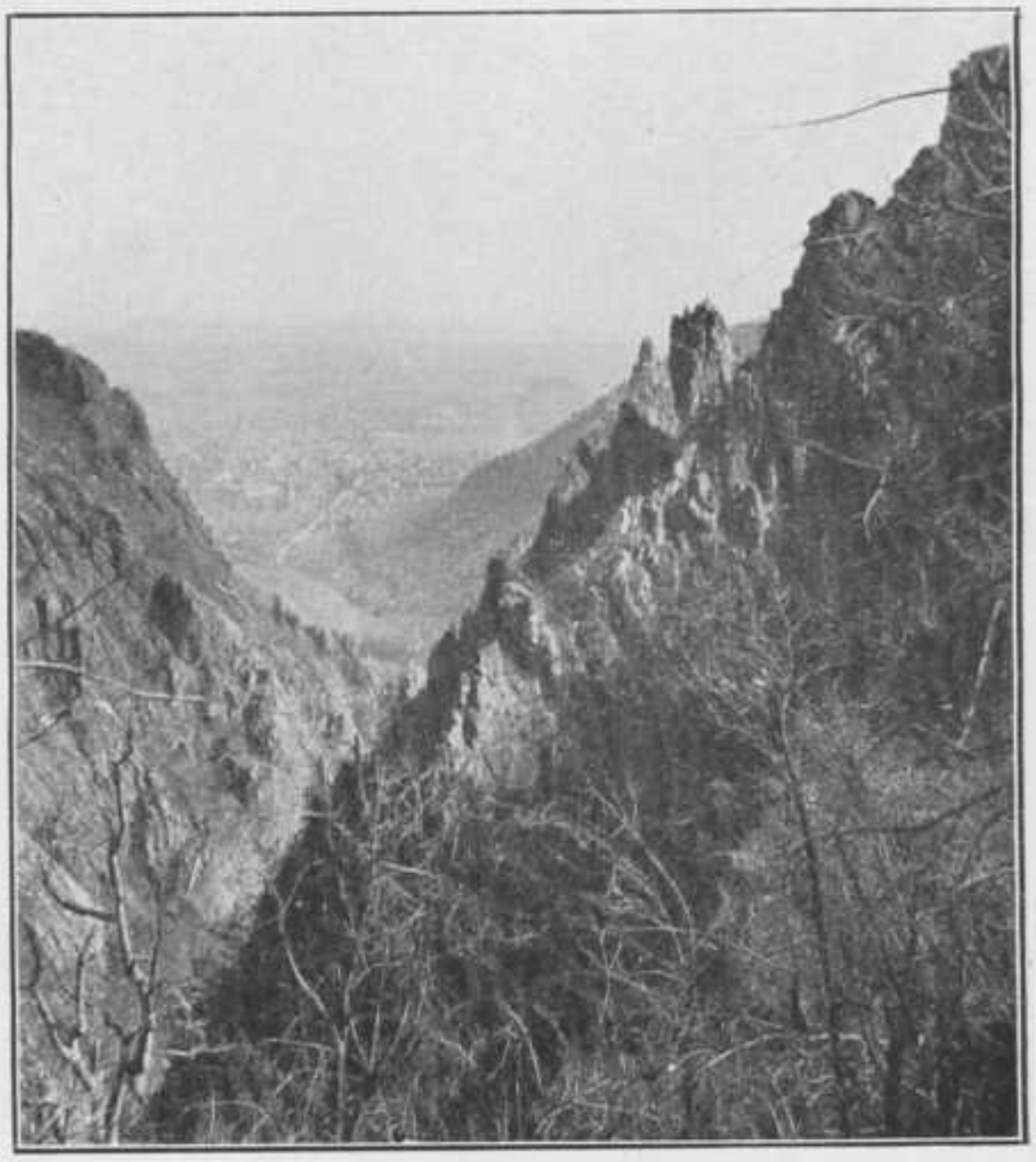


Fig. 10.
Bodethal, p. 54.

DE BEVENDE AARDE.

Verslag eener voordracht, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging, op 5 Maart 1923,

door Dr. W. VAN BEMMELEN.

Volgens het spraakgebruik zijn aardbevingen verschijnselen waargenomen in de buitenste aardkost; bij de bevende aarde wordt gedacht aan trillingen, die om en door het aardlichaam heen loopen, na door een aardbeving verwekt te zijn.

De laatste zijn enkel waar te nemen bij 't opduiken aan de oppervlakte. Bij den oorsprong kan het natuurverschijnsel: de aardbeving waargenomen worden; ter plaatse, waar de trillingen weer aan de oppervlakte te voorschijn treden, kunnen ze met de seismograaf opgeteekend worden.

Het onderzoek der aardbevingen heeft geleerd, dat de hoofdoorzaak der schudding bestaat in het plotseling toegeven van de aardkorst aan bestaande spanningen, waarbij ze scheurt en groote schollen zich verschuiven. Dat zijn de tektonische aardbevingen. Andere oorzaken, b.v. vulkanische, ontwikkelen niet voldoende energie om de trillingen door het geheele aardlichaam te doen voortplanten.

Bij de opteekening der trillingen door de seismograaf wordt gebruik gemaakt van het middel eener trage massa.

De eerste opteekening van een ver verwijderde beving (Tokyo) geschiedde door von Rebeur Paschwitz te Straatsburg op 17 April 1889, waarbij het seismogram inleidende trillingen vertoonde, die zich met een veel grootere snelheid (ruim 11 K.M./sec.) hadden voortgeplant dan met de reeds bekende snelheid van 3.7 K.M./sec. Dadelijk werden zij door v. Rebeur Paschwitz herkend als trillingen, die dóór het aardlichaam heen waren geloopen, in tegen-

stelling met de langzame (3.7 K.M./sec.), welke zich over het aardoppervlak uitbreiden.

Het voortgezet onderzoek toonde aan, dat op de seismogrammen duidelijk waren te onderscheiden: 1°. de snelst loopende trillingen (die dientengevolge het eerst aankwamen), dat zijn de longitudinale, welke in de diepere aardlagen met snelheden tot 13 K.M./sec. voortsnellen; 2°. de minder snel loopende, de transversale, met snelheden tot 6 K.M./sec.; 3°. de groote golvingen, die over het oppervlak der aarde loopen (z.g.n. Rayleighgolven) met snelheden van 3.7 K.M./sec., en die ontstaan uit een oppervlakkigen trillingstoestand, welke door de longitudinale en transversale wordt voorbereid.

Daar de snelheid bepaald wordt door elasticiteit en stramheid der doorloopen aardlagen, is het een voornaam vraagstuk om uit de waargenomen snelheden omgekeerd de toestanden in het aardbinnenste af te leiden.

Eenige algemeene kennis dier toestanden was reeds verkregen. Ten eerste, die van de gemiddelde dichtheid (5-5) en die van de schors (± 3). Vervolgens hadden de grootte der lichaamsgetijden van de aarde, alsmede de duur (427 dagen) der poolschommeling aangetoond, dat de aarde in haar geheel tweemaal strammer dan staal is.

Daar de groote gemiddelde dichtheid, vergeleken bij die der schors, bezwaarlijk door samendrukking te verklaren was, voerde Wiechert de onderstelling der metalen aardkern in.

Uit de grootte van nutatie en praecessie kon hij afleiden, dat haar straal $^4/_5$ tot $^3/_4$ der aardstraal moest zijn en haar dichtheid 8.

Het bestaan van een dergelijke kern zal de loop der trillingen sterk kunnen beïnvloeden, omdat hun snelheid in mantel en kern belangrijk zal verschillen. Ook zal aan de grens van beide een bevingsstraal gebroken en weerkaatst kunnen worden. Evenzoo aan de oppervlakte der aarde zullen de trillingen weerkaatst worden en opnieuw het aardlichaam binnendringen.

Mogelijk is het echter, dat de overgang van mantel tot kern niet abrupt, maar geleidelijk is en dan zullen die weerkaatsingen belangrijk minder zijn of uitblijven.

De looptijden en amplitudines der naar buiten tredende trillingen (die door de seismografen worden opgeteekend) zullen ook omtrent deze vragen uitsluitsel moeten geven.

De uitkomsten omtrent de looptijden kan men vereenigen in een loopkromme, d.i. een graphische lijn, die als ordinaat den looptijd bezit en als abscis den afstand tusschen epicentrum en punt van uittreding der trilling. Men kan uit de opteekeningen van één observatorium een loopkromme opmaken, wanneer maar de aardbevingen op allerlei afstanden hebben plaats gevonden.

Met behulp van zulk een loopkromme kan men de werkelijke baan door het aardlichaam afleiden. Dat gaat stap voor stap, telkens voor een verder punt van uittreding, waarbij de straal weer een diepere laag heeft bereikt. Derhalve benaderingsgewijs.

Wiechert en zijn leerling Zöppritz deden dat het eerst en ze vonden dat beneden 1500 K.M. de snelheid niet meer met de diepte toenam, maar standvastig werd. Daar begon volgens hen de aardkern.

De loopkrommen waren echter daarvoor niet voldoende nauwkeurig; daarom koos Zöppritz een andere werkwijze. Hij vergeleek de amplitudines der trillingen, die wel en die niet aan de oppervlakte weerkaatst waren. Die laatste waren veel dieper de aarde binnen gedrongen dan de weerkaatste. Wanneer ze nu niet de kern of in 't algemeen een laag van andere hoedanigheid waren binnengedrongen, was het verloop van die amplitudo-verhouding met den afstand gelijkmatig; maar hadden ze wél zulk een laag getroffen, dan was in het verloop een knik.

Geiger en Gutenberg namen het onderzoek over en die werkwijze toepassende vonden ze niet slechts één knik, maar zelfs vier knikken, zoodat er een kern met drie mantels aanwezig zouden zijn en dat in diepten van 1193, 1677, 2435, en 2900 K.M.

Het door hen aangenomen verloop is echter maar gedeeltelijk overtuigend; de middelste diepte stemt evenwel vrij nauw overeen met Wiechert's kerndiepte (1500 K.M.).

Ook Knott kwam tot zulk een uitkomst. Hij bepaalde uit de loopkromme de differentiaalquotienten der beweging op graphische wijze en leidde daaruit af de snelheden der longitudinale en trans-

versale trillingen bij toenemende diepte. Het bleek hem toen, dat tot 0.3 aardstraal diepte de snelheids-vermeerdering toenam en, dieper gaande, ze weer afneemt.

Een kern kan een soort trillingsschaduw geven. Een bevingsstraal toch is convex naar binnen toe, omdat de snelheid met de diepte toeneemt. Ze kan nu juist nog vrij van de kern loopen; een naburige straal evenwel, die iets steiler de aarde binnen dringt, kan even de kern treffen en, gebroken wordende, zal ze vervolgens een eind door de kern loopen. Verlaat ze die weer, dan wordt ze opnieuw gebroken en treedt vervolgens den steenmantel binnen, om ten slotte de aardoppervlakte veel verder van het epicentrum te bereiken dan de eerst genoemde bevingsstraal. De kern veroorzaakt op die wijze derhalve een schaduwgebied. Men meende nu dat duidelijk gevonden te hebben: de loopkromme brak af en kon eerst een eind verder weer getrokken worden.

Latere uitkomsten bevestigen dat echter niet geheel. Onlangs (1921) publiceerde Dr. Visser te Batavia een daar opgemaakte loopkromme en die wijst meer op een gradueel afnemen der trillingen door een vermoedelijke demping, dan op een bepaald afbreken. D.w.z. dat er dus niet een afzonderlijke kern zou bestaan, maar meer 'n gradueele toestandsverandering centrumwaarts.

Ook Knott kwam tot die uitkomst. Daarbij was het ook van belang te weten of de transversale trillingen het kerngedeelte vermochten te doorloopen. Dat zou toch een toestand van stramheid vereischen, omdat bij vloeibaren toestand zulks niet mogelijk is. Inderdaad schijnen ze dat niet te doen (ook Visser vond ze niet) en dientengevolge nam Knott voor de kern aan, dat ze 'n sterk samengeperste vloeistof is.

Hij kwam derhalve tot de gevolgtrekking dat de stof der aarde vast elastisch is tot ongeveer $^1/_2$ R. diepte, maar dat van $^1/_4$ R. tot $^1/_2$ R. de elasticiteit en vooral de stramheid verminderen. Dat bij het naderen van de kern, die hij een radius van 0.4 R. toekent, de stramheid snel vermindert en in de kern verdwijnt.

Gutenberg bestrijdt die opvatting: al treden de transversale trillingen niet naar buiten, toch kunnen ze door de kern heen zijn gegaan, maar daarbij veel energie verloren hebben. Ook zou onder

den ontzaggelijken druk (Rudzki berekende hem op ruim een millioen atmospheer) de vaste aggregaatstoestand ver boven de kritische temperatuur kunnen bestaan.

Voorloopig zou men kunnen aannemen het bestaan van een buitensten mantel, ± 1500 K.M. dik, met dichtheid 3, een overgangslaag, ± 1400 K.M. dik met dichtheid $5^1/_2$ en een kern met 3500 K.M. straal en dichtheid van $9^1/_2$.

Ook omtrent de dichtheden in de schors der aarde zijn belangrijke uitkomsten verkregen. De oppervlakte-(Rayleigh)-golven kunnen ons dienomtrent inlichten en bijzonder leerrijk is dit, omdat men hierbij oceaanbodem en continenten kan scheiden. Visser vindt uit de loopkromme volgens de opteekeningen van de seismograaf te Batavia opgemaakt, dat onder de continenten de snelheid 3.70 K.M./sec. bedraagt en onder de oceanen 3.78 K.M./sec. Daar de snelheid omgekeerd evenredig met den wortel uit de dichtheid is, zou dus als voor de dichtheid van het sima 3.0 aangenomen wordt, voor dat van het sial 2.87 worden gevonden.

Wegener komt op 2.9 als hij 4.7 K.M. water en 100 K.M. schorsdikte aanneemt. Maar hoe is de temperatuur-invloed, want op 5 K.M. diepte heeft de sialschol al een temperatuur van ± 130° C.?

Zoo zien we dat de seismograaf ons veel kan leeren omtrent de inwendige samenstelling onzer aarde, dat echter meerdere en nauwkeuriger waarnemingen daartoe een eerste vereischte zijn.

REISINDRUKKEN VAN AMERIKA.

Verslag van de lezing, gehouden op 10 November 1922, ter gelegenheid van het VIe Lustrum der Mijnbouwkundige Vereeniging,

door Prof. Dr. H. A. BROUWER m.i.,
Eere-lid der M. V.

Op Vrijdag, 10 November 1922, werd het 6e lustrum der M. V. ingeluid door een voordracht van Prof. Brouwer, getiteld: „Reisindrukken van Amerika". Dit was voor de mijnbouwkundige studenten weer de eerste maal, dat Prof. Brouwer na een half jaar afwezigheid tot hen sprak. Spreker, juist uit de Vereenigde Staten terug, deed een greep uit de veelheid der impressies, en sprak in hoofdzaak over studie en studentenleven, aan gindsche zijde van den oceaan.

„Amerika, het land der groote vrijheid", blijkt veelal het tegenovergestelde daarvan te zijn; men vraagt den Amerikanen dan ook bij het binnenvaren van de haven van New-York of het „Statue of Liberty" het einde of het begin der vrijheid beteekent. Het hooger onderwijs is in sommige opzichten ook niet zoo vrij als hier te lande; een president en een board of regents oefenen op de hoogeschool een zeer groote macht uit. De Universiteiten zijn tweeërlei: staatsuniversiteiten, b.v. Un. of Wisconsin, Madison; Un. of Michigan, Ann Arbor; Un. of California, Berkeley; en particuliere, b.v. Harvard, Cambridge, Mass.; Yale, New Haven; Princeton, New Jersey; Columbia, New-York; Stanford, California. Een aparte categorie vormen de instellingen voor wetenschappelijk onderzoek, de zoogenaamde research institutes, zooals Carnegie Institute, Rockefeller Institute, alwaar geen studie-opleiding wordt gegeven. Naast de Universiteiten treft men in de V. S. sinds de Moral Act van 1862, die de oprichting van landbouw en technische scholen beoogde,

vele inrichtingen aan, zooals ingenieursscholen en landbouwscholen en andere, allen op zeer verschillend peil staande en voor een deel te vergelijken met onze middelbaar technische scholen of Duitsche technicums. Verschillende hebben zich echter tot Universiteiten ontwikkeld en de z.g.n. Faculty of Engineering is een onderdeel van vele Universiteiten, terwijl afzonderlijke Technische Hoogescholen weinig talrijk zijn. De meest bekende is het Massachusetts Institute of Technology te Cambridge.

De aequivalente opleiding in Amerika tot mijningenieur en geoloog, zooals bij ons, wordt gevolgd langs den weg van een der Staats- of particuliere Universiteiten via de volgende stadia.

De intrede van het hooger onderwijs geschiedt op jonger leeftijd dan hier, de undergraduate doorloopt een cursus van vier jaar, die nog een deel omvat van onze H.B.S. of Gymnasium en verkrijgt dan het diploma Bachelor of Arts (B.A.).

Veelal is dit het einde der studie; het gros van de studenten gaat nu de praktijk in, dus op een jongere leeftijd dan bij ons. Sommigen zetten hun studie voort tot Master of Arts (M.A.), dat 1 jaar na het B.A. behaald kan worden, enkeien zetten nu nog de kroon op de studie door 1 à 2 jaar later Doctor of Science te worden. Dit laatste praedicaat eischt dus 7 jaar studie.

Het volgen van colleges is verplicht en bedraagt meestal ± 15 uur per week. De examens worden erg vrij afgenomen; er wordt op verschillende plaatsen in hooge mate vertrouwd op het eergevoel van den candidaat („honour systeem").

Naast deze verplichtingen en gebondenheid, die o.a. tengevolge hebben dat de studenten niet worden ingedeeld naar het jaar, waarin ze aankomen, maar naar het jaar waarin ze afstudeeren, zij opgemerkt, dat de studie als zoodanig zeer vrij is. De keuze van de studievakken en de wijze van verdeeling wordt in vele opzichten aan den student overgelaten.

De Universiteiten vormen een stad op zich zelf. Rondom de Campus, staan de gebouwen, niet alleen de laboratoria, schoolgebouwen, bibliotheek, enz., maar ook de huizen van diverse groepen studenten, clubgebouwen en, hetgeen nooit ontbreekt, een gymnasium, (= turngebouw), en een amphitheater voor openlucht-

sport. Het beoefenen van sport, de lichamelijke ontwikkeling, neemt een belangrijke plaats in tijdens de studie. Mede door deze sportbeoefening is de band tusschen de studenten zeer hecht, ook later, na het verlaten van de alma mater, blijft deze lang bestaan. De oud-studenten financieren dikwijls woon- en recreatie-inrichtingen van studenten.

Prof. Brouwer toonde een groot aantal diapositieven, die een indruk gaven van het „kolossale", van natuur en kunstwerken, van fauna en flora, van vroeger of thans, van steden en fabrieken, de typisch Amerikaansche verheerlijking van al wat „big" is.

J. S.

HET ONDERZOEK NAAR IJZERERTSEN DOOR MIDDEL VAN DIAMANTBOORMACHINES IN DE PROVINCIE BISKAIJE.

Verslag van de lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging, op 22 Maart 1923,

door Ir. J. C. SCHAGEN VAN SOELEN m.i.

1e gedeelte: **Verschillende Machine-typen.**

2e gedeelte: **Beschrijving van het Ertsgebied.**

1e gedeelte.

Er werd den laatsten tijd veel aandacht gewijd aan methoden voor het opsporen van delfstoffen, die op natuurkundigen grondslag berusten, zooals: metingen van dichtheidsverschillen (torsiebalans van Eötvös), van electrische golven, radioactiviteit enz. Hoewel voor de toekomst zeker niet zonder belang, vooral uit een oeconomisch oogpunt, zullen voorloopig toch nog wel werkwijzen met meer tastbare resultaten moeten worden aangewend of met eerstgenoemden gecombineerd. Wil men dan niet dadelijk overgaan tot aanleg van putten en galerijen, dan levert de diamantboor een goed hulpmiddel. Zij heeft het niet te onderschatten voordeel van een duidelijk zichtbare kern op te leveren van de doorboorde formaties en tegenover de schrootboor, die ook een kern oplevert, het voordeel van ook onder een hoek te kunnen boren (dus bijv. in ondergrondsche mijnwerken). Bij uitstek is zij op haar plaats, waar laagvormige afzettingen moeten worden gezocht of onregelmatiger, maar groote, delfstofmassa's; niet bij adervormige, tenzij deze zeer breed zijn. Vandaar dat ook in het bekende ijzererts-

gebied, om Bilbao heen, in de laatste jaren bijna uitsluitend diamantboringen zijn uitgevoerd voor het zoeken naar de voortzetting in de diepte en onder bedekkende formaties, van de tot nu toe ontgonnen ertsen.

Beginsel.

Het eigenlijke boren moeten we in twee bewegingen scheiden; de eene doet een, met ongeslepen diamanten bezette, stalen cylinder, de kroon, ronddraaien en de rots afslijpen, waarbij in de holle kroon een kern overblijft. De kroon zit geschroefd aan een kernbuis, deze weer aan holle boorstangen, die door de machine gedraaid worden.

De andere beweging is het vooruit drukken van de kroon tegen

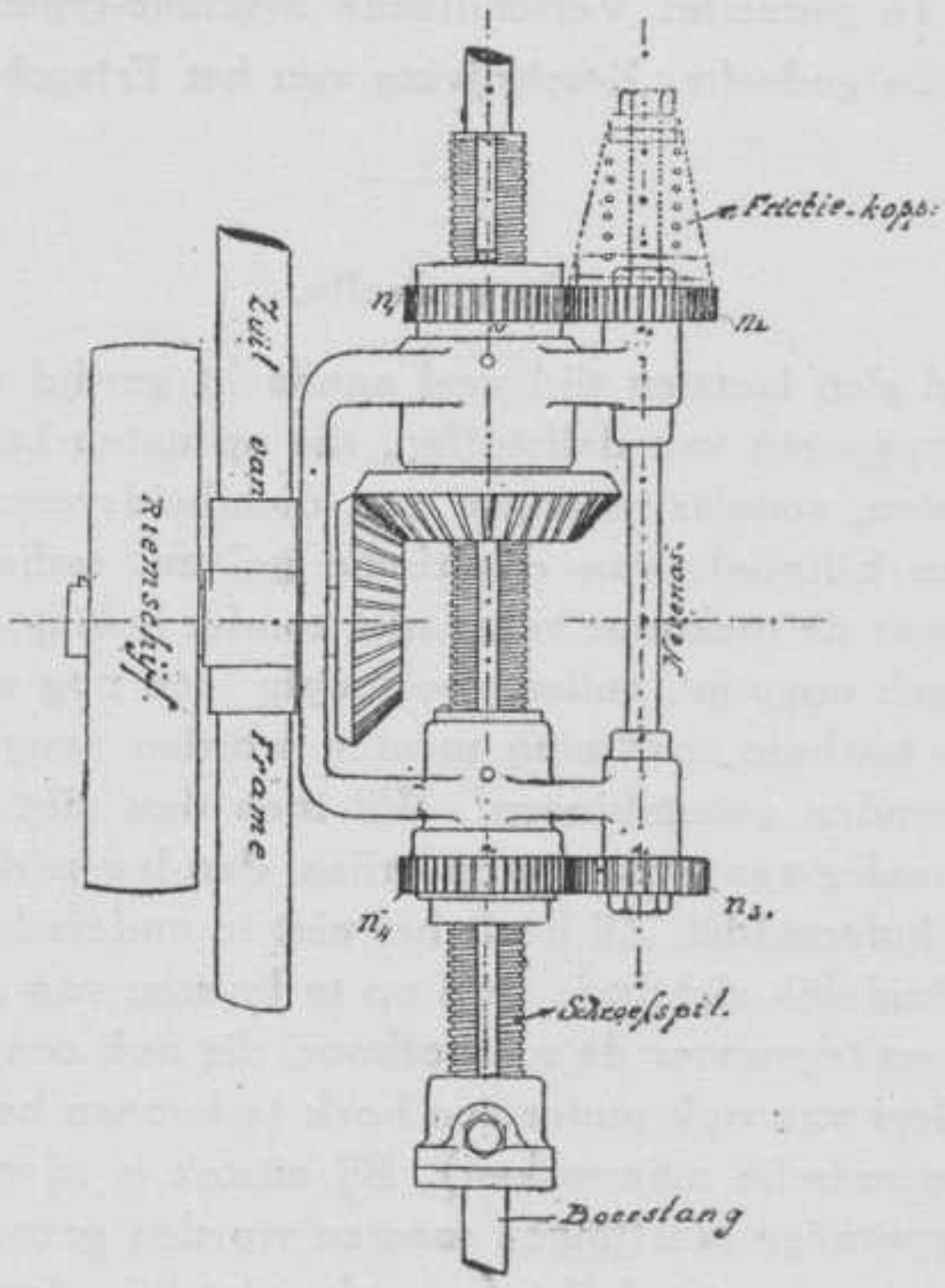


Fig. 1.

de rots. Deze voortgang (E = feed, D = vorschub) is nu bij de verschillende machines anders geregeld. In zijn eenvoudigsten vorm is het mechanisme aangegeven in fig. 1. Een holle buis, aan het buiten-oppervlak van een sterke schroefwinding voorzien, wordt door conische tandraderen door de machine gedraaid. Het eene der kegelraderen is door middel van een veerende spie op die z.g. schroefspil (spindel) bevestigd en die spie kan in een gleuf, die in de spil is uitgespaard, glijden, zoodat de schroefspil tegelijk draaien en volgens zijn as zich verplaatsen kan.

Dit verplaatsen — de voortgang — wordt verkregen door een differentiaaloverbrenging door een stel tandraderen op een nevenas. Deze doen n.l. een bus, die als moer dienst doet voor de schroefpil, in dezelfde richting draaien als deze, maar iets langzamer. Zoo zal het aantal omwentelingen van de moer zich verhouden tot dat van de schroefspil als $n_1 \times n_3$ tot $n_2 \times n_4$ waarin n_1, n_2, n_3 en n_4 resp. het aantal tanden van de tandraderen van spil, nevenas boven en beneden en van moer.

Een gebruikelijke verhouding is bijv.: $n_1 = 21$, $n_2 = 20$, $n_3 = 34$ en $n_4 = 36$. Daarbij draait de moer dan met 119 omwentelingen tegen 120 van de schroefspil en bij een spoed van de schroefdraad van 6 m.m. is de voortgang dan $^1/_{120}$ van de spoed, d.i. $^1/_{20}$ m.m. per omwenteling.

Is nu de schroefspil over zijn geheel lengte (1.25 à 1.80 M.) afgedraaid, — het boorgat dus evenveel dieper geworden, — dan haalt men deze weer op door de spie even weg te nemen, waardoor de spil met 119 maal grooter snelheid naar boven beweegt dan zooeven naar beneden en men begint opnieuw.

Boven op de boorstangen wordt de spoelkop bevestigd, die niet meedraait en waardoor het spoelwater van een pompje binnentreedt door de holle boorstangen tot op den bodem van het boorgat en daar de diamanten koel houdt en het boormeel wegvoert.

De machine is op een stevig frame gemonteerd en is daarop draaibaar voor het boren onder een hoek en verschuifbaar om het boorgat vrij te kunnen maken voor het ophalen der stangen.

Kern ophalen.

Voor het vastklemmen van de kern in de kroon dienen kernvangringen of men laat, vóór het ophalen, met het spoelwater eenige kantige kwartskorrels binnen, die verhoeden dat de kern op den bodem van het gat blijft staan, of terug valt.

In dezen eenvoudigen vorm is de machine alleen bruikbaar voor kleine diepten (max. 100 Meter) en dan nog als de te doorboren lagen niet te sterk in hardheid verschillen. Immers, bij een bepaalde rader-combinatie is de voortgang slechts voor een daarbij behoorende gesteente-hardheid geschikt. Treft men plotseling een hardere laag aan, dan gaat de kroon klemmen en draait, door de wringing, met rukken en stooten verder, zeer tot schade van de diamanten. Diamant kan n.l. wel een hoogen druk, echter geen stooten verdragen. Men moet dan stil zetten en een andere radercombinatie kiezen die bij de machines gewoonlijk geleverd worden. Om de kroon te beschermen, brengt de Sullivan Machinery Co. een eenvoudige frictie-koppeling met een spiraalveer en leeren schijven aan bovenop de nevenas. In fig. 1 is deze, in een bus gesloten koppeling gestippeld geteekend.

Voor grootere machines gaan de verschillende radercombinaties reeds op schroefspil en nevenas gemonteerd en kunnen door een grendel op de holle nevenas desgewenscht worden ingeschakeld, zonder dat de machine daarvoor behoeft te worden stil gezet. Merkt men dan toch nog onraad aan het bewegen van de kroon, dan kunnen alle combinaties worden uitgeschakeld en de spil draait vanzelf met een veel grootere snelheid naar boven, zooals reeds werd beschreven.

Expertmachine.

Een vernuftige constructie maakt de Engelsche firma Harker en Cable. Bij hun „Expert"-machine (fig. 2) is de voortgang nog tusschen veel wijdere grenzen snel te wijzigen. De voortgang wordt met de hand of automatisch geregeld. Voor het laatste geval dient een hefboom F die over een segment E loopt dat voorzien is van inkeepingen, overeenkomende met verschillende voortgang-snel-

A. Schroefspilkop voor het vastschroeven der Boorstangen.
B. Schroefspil.
C. Omkeerhefboom.
D. Horizontaal tandrad voor de voortgangsregeling.
E. Segment of kwadrant met inkeepingen.
F. Automatische voortgangsregelaar.
G. Hand-voortgangsregelaar.
H. Eerste Inkeeping (nul) van het kwadrant.

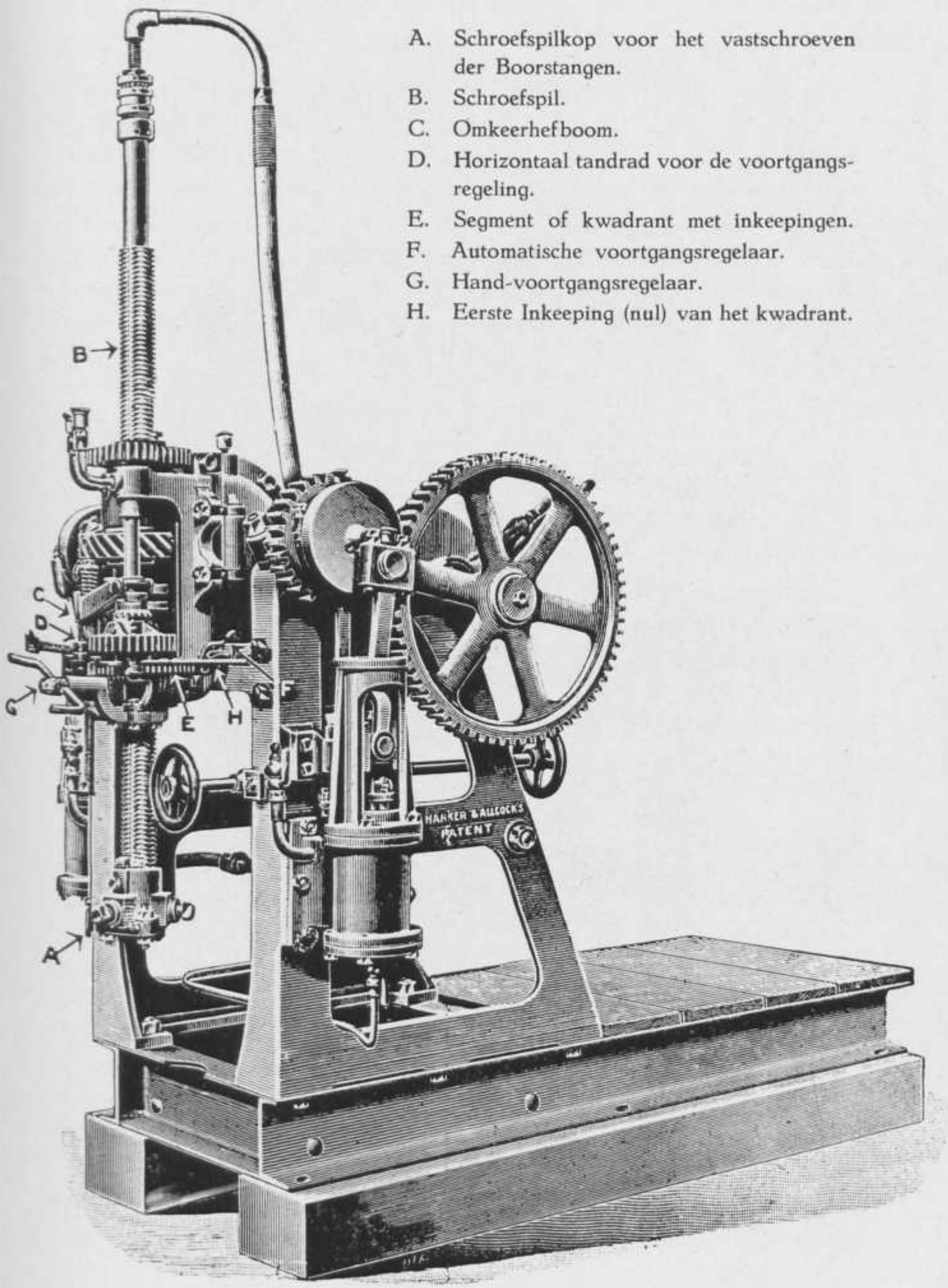


Fig. 2.

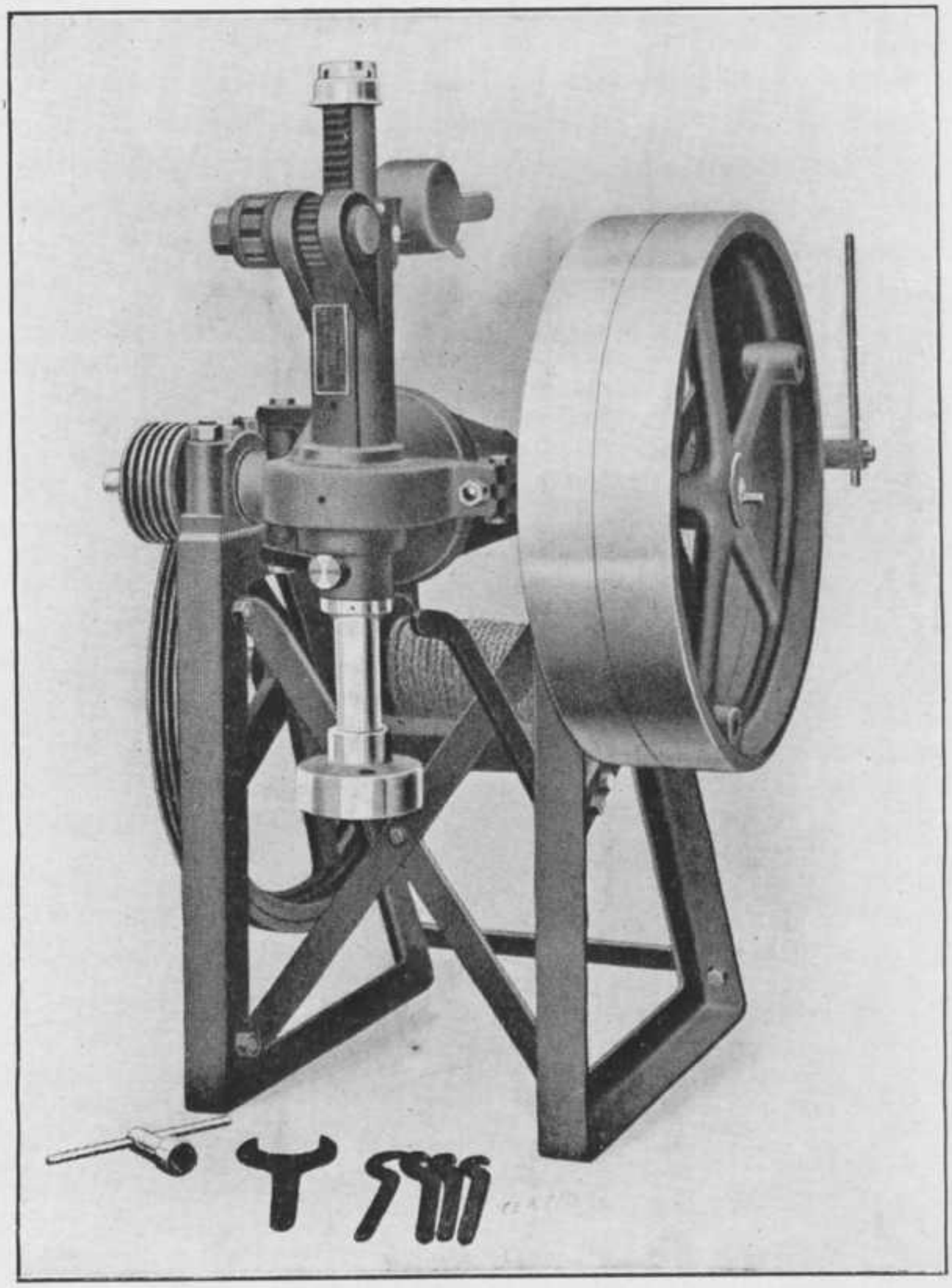


Fig. 3.

heden. Een tweede handvat G is de hand-regelaar, die men gebruiken zal als men het terrein niet vertrouwt, dus in 't algemeen aan het begin van ieder boorgat. Later kan men dan de automatische gebruiken door instellen op de inkeeping die met de hardheid van het gesteente overeenkomt. Men kan dan óók nog de handregelaar gebruiken om den ander in te halen, als het gesteente meer druk op de kroon toelaat. Men kan dan echter deze handregelaar niet meer terug draaien; een pal verhindert dit, daar de beide regelaars dan elkaar zouden beschadigen. Door dit terugdraaien van de handregelaar bij plotseling onraad, bewerkt men n.l. het naar bovenloopen van de schroefspil met een tienmaal grootere snelheid en dus ook het opheffen van de kroon van den bodem van het gat. Staat dus de automatische ingeschakeld, dan moet men deze eerst op de met 0 genummerde inkeeping zetten. Maar vlugger en zekerder kan men dan nog een speciale omkeerhefboom C omzetten, waardoor men ook het naar bovengaan van de kroon verkrijgt. De op de fig. 2 afgebeelde machine heeft de lier voor het uittrekken van de stangen en de cylinders voor stoom- of persluchtbedrijf op hetzelfde frame. Bij sommige machines wordt het met de diepte toenemende stangengewicht gecompenseerd door een schijf die op conische rollen loopt. Bij de Expert door een groot kogellager. Daardoor heeft men voor een machine die tot 350 à 400 Meter boren kan niet meer dan 5 à 6 P.K. noodig.

Hydraulische voortgang.

Geheel anders is de inrichting bij de grootere Sullivan-machines. Hier nu geen differentiaal-overbrenging meer, maar een cylinder waarin water wordt geperst en waarvan de holle zuigerstang de boorstangen opneemt. De beweging van den zuiger wordt overgebracht door een kraag met kogellagers op een huls, die weer aan een kop, onderaan, de boorstangen meeneemt. Huls en stangen worden gedraaid door een kegeltandrad, dat weer met een veerende spie in een gleuf is opgezet, (als bij de schroefspil-machines). De druk in den cylinder wordt door een manometer aangegeven en door den boormeester naar den aard van het doorboorde gesteente geregeld door aan- en afvoerkranen. De druk

op de kroon is dus hier onafhankelijk van de omwentelingssnelheid der machine en het stangengewicht wordt opgenomen door het water onder den zuiger. Ook het plotseling oplichten van de kroon is weer mogelijk door inlaat van perswater onder den zuiger. Deze machines zijn vooral in Amerika, ook voor petroleumboringen tot 1500 Meter met succes gebruikt.

Craelius-machine.

Bij de nu volgende machine (fig. 3) wordt de voortgang geheel met de hand op eenvoudige wijze geregeld; alléén bij volkomen betrouwbaar gesteente, door een gewicht aan een hefboom. Het is het Zweedsche patent van Craelius. Ook hier weer een holle huls, die de boorstangen opneemt, en door tandraderen door de machine of met de hand (bij het kleinste machinetype) wordt gedraaid. Deze huls draait in een tweeden. De laatste draagt aan twee zijden een getande lijst. Door een daarin grijpend tandraadje, dat zich in het draaipunt van een hefboom bevindt, is die laatste huls op en neer te bewegen. De beweging wordt door kragen op kogels medegedeeld aan de binnenste huls en de boorstangen. Dit nu is de geheele „Vorschub"-inrichting. Men drukt eenvoudig de hefboom zoover naar beneden als men voelt dat de kroon velen kan. Deze inrichting veroorlooft een zeer gevoelig „tasten" naar den weg voor de kroon, die ten allen tijde bovendien door denzelfden hefboom plotseling kan worden opgehaald, zoodra dit noodig is. Men voelt, met de hand aan den hefboom, precies wat de kroon beneden doet. Een heel eenvoudige constructie dus en eenvoud is bij machines veel waard, vooral waar men bij exploraties in binnenlanden vaak met ongeoefend en onontwikkeld werkvolk te doen heeft. Een dubbelwerkende pal verhindert het wegzakken van de stangen en mogelijke beschadiging van de kroon, waar een spleet zou worden aangetroffen. Heeft men gelijkmatig gesteente, dan kan de druk op den hefboom in plaats van met de hand, geschieden door er een gewicht aan te hangen. Evenals de reeds beschreven Expert-machine, zijn ook deze Craelius-boren zoo gebouwd, dat het deel met het draaiingsmechanisme op scharnieren op zij gedraaid kan worden, zoodat men ruimte krijgt voor het uittrekken

van de boorstangen. Wordt het stangengewicht groot, dan wordt dit hier gecompenseerd door den hefboom naar de tegenover gestelde kant om te leggen en ontlastend in plaats van belastend op de stangen te laten werken. In den regel doet men dit bij meer dan 70 M. diepte.

Een liertje voor het ophalen van de stangen gaat op hetzelfde frame en wordt door gegroefde frictie-raderen aangezet door middel van een hefboom die tevens de rem ervan bedient, alles van den standplaats van den boormeester.

De afgebeelde machine is het type A voor boringen tot 300 à 350 M. diepte. Bij de grootere machines wordt het stangengewicht nog verder gecompenseerd door ophangen aan een kabel die over een trommel loopt, en waarvan de spanning met de hand wordt geregeld.

Boorkroon.

Men boort gewoonlijk voor diepten van 400 tot 500 M. met geen wijdere kroon dan 56 m.m.; gewoonlijk zelfs slechts met 46 of 36 m.m. Daar de wanddikte van de kroon slechts 6 à 7 m.m. is, blijft er in het laatste geval nog 22 m.m. over voor de kerndikte, wat genoeg is als het gesteente of erts niet al te zeer verkruimelt.

Voor het zetten van de diamanten, boort men in de blanke kroon gaten en vat daarin de diamanten in een bedding van rood koper. Daarna wordt het staal van de kroon om de diamant wat aangedreven, zoodat deze geheel vast komt te staan. Dit is het z.g. „Stemm verfahren", en geschiedt met een stel speciale beiteltjes. De steenen worden afwisselend buitenwaarts en binnenwaarts gezet en wanneer ze niet de geheele wanddikte mochten bestrijken, ook nog enkele steenen daartusschen. Gewoonlijk worden nog eenige kleinere steentjes ($^1/_2$ karaat) in de zijwand gezet. Dit „stemmen" vereischt veel geduld en nauwkeurigheid; door misslaan van den beitel kunnen al steenen verloren gaan, terwijl slecht-gevatte steenen bij het boren kunnen uitvallen, wanneer het staal wat afgesleten raakt. Men moet er ook volkomen betrouwbare menschen voor hebben.

Rund Disken-systeem.

Er is nu een andere methode, het z.g. „Rund Disken"-systeem. Aan de fabriek worden de diamanten zuiver gemonteerd op kleine cylindertjes van hard staal. Dit geschiedt door soldeeren, waarbij de steekvlam niet direct op de diamant mag gericht worden. De cylindertjes (de z.g. disken) worden in het veld in de kroon gemonteerd en het sekure werk wordt dan slechts beperkt tot het zuiver boren van de gaatjes voor het opnemen van de disken langs binnen- en buitenwand van de kroon. Met het oog op de kleine middellijn der disken (4 à 5 m.m.) kon men echter bij deze methode geen groote diamanten gebruiken; ten hoogste 1 karaat (0,205 Gram). De methode is dan ook al weer wat gewijzigd. Men maakt de disken nu n.l. ook wel zoo, dat zij een rechthoekigen kop hebben, zoo breed als de wandddikte van de kroon; alleen het onderste deel is cylindrisch en smaller. De kop kan dan ook grootere diamanten opnemen. Men gaat bij kronen van niet meer dan 56 m.m. doorsnede echter toch niet tot meer dan $1^1/_2$ karaat voor elke diamant.

Hoe weinig ook, de diamanten slijten af. De laatste meters door een versleten kroon geboord, zullen dus door een nieuwe kroon eerst moeten worden verwijd.

Diamanten.

Voor het boren wordt die diamant gebruikt, die door kleur of gebrek aan helderheid niet deugt voor slijp. Er zijn drie soorten: Carbons of zwarte diamanten (uit Brazilië), Ballas en Boarts, maar daarin bestaan nog talrijke kwaliteiten.

Het uitzoeken van geschikte steenen vereischt veel speciale kennis. Carbon is het hardst bekende materiaal, ballas komt het zeer nabij, het zit in den compacten bouw. Maar er zijn daarom wel slechte Carbonsoorten, die minder hard zijn dan goede Boarts.

Voor zachte lei en zandsteen zijn Boarts voldoende; voor verkiezelde gesteenten en kwartsiet moeten goede Carbons of Ballas gebruikt of combinaties.

De prijzen loopen zeer uiteen: Boarts van *f* 25,— tot *f* 70,—;

Ballas van *f* 60,— tot *f* 150,— en Carbons van *f* 80,— tot *f* 200,— per karaat afhankelijk van de kwaliteit. Dit geldt voor steenen tot twee karaat. Grootere steenen zijn per karaat ook duurder. Een 36 m.m. kroon kan, al naar gelang van de diamantsoort, komen op *f* 300,— tot *f* 1000,—.

In Bilbao werd met machines geboord, die tot ten hoogste 350 M. diepte konden gaan. Deze vereischen motoren van 6 tot 7 P.K. Het meest werden benzine-motoren gebruikt.

Diamant-boormachines zijn echter al tot diepten van 1500 M. met succes in de petroleumvelden in het strijdperk getreden met beitelboor-methoden. Men gebruikt dan echter veel grooter boorkronen dan de hiervoren besprokenen.

Boorkosten varieeren sterk met het diamantverbruik. In Bilbao kwam de meter op *f* 7,50 tot *f* 32,— te staan, gemiddeld *f* 18,—. Verbuizen en cementeeren der boorgaten deed de kosten ook varieeren.

Schrootboor.

Hoewel geen diamantboor, moge hier ook een korte vermelding volgen van de schrootboor, die ook een kern geeft en in Bilbao is gebruikt. Met het spoelwater worden stalen kogeltjes „schroot" ingelaten, die door een sleuf in een stalen schoen op den bodem van het boorgat komen. Schoen, kernbuis en stangen draaien op een kransje van die kogeltjes, waardoor de rots afslijpt, zelfs zeer harde rots, terwijl een kern overblijft. De afslijtende kogeltjes worden gelijkmatig aangevuld. Daarvoor is er een speciaal ingerichte toevoerbuis en spoelkop. In zachte gesteenten werken de kogeltjes zich wel vast; dan gebruikt men een schoen met hardstalen tanden, de freeskroon. Deze krast of slijpt de rots niet af maar werkt, door afwisselend vastklemmen en voortspringen, onder invloed van de wringing in de boorstangen als een draaiende beitelkrans. Men kan er niet tot zulke kleine boorgat-doorsneden mee gaan als bij diamantboren, n.l. niet minder dan 70 m.m., d.w.z. een kern van 40 m.m.

De machine is naar verhouding wat zwaarder gebouwd, verbruikt meer water en meer kracht. Het voordeel is dat men de

diamantslijtage en eventueel kostbaar verlies van een kroon bij vastklemmen vermijdt. De voortgang geschiedt onder het gewicht der stangen, dat gedeeltelijk wordt gecompenseerd door ophanging aan een kabel. Treft men spleten aan, dan gaan spoelwater en schroot natuurlijk daarin weg en men moet eerst cementeeren.

Het is het patent Calyx, waarbij dan nog gevoegd is de freeskroon van Davis. De machine wordt onder den naam Davis-Calyxboor door de Ingersoll Rand Co. in den handel gebracht.

2e gedeelte.

Voorkomen van het erts.

Het ijzererts bij Bilbao komt voor in een 80 tot 100 Meter dikke kalksteenbank die tot het Onderkrijt en wel Urgo-Aptien behoort. Men noemt haar de koralenkalk, maar beter is ter voorkoming van verwarring Toucasiakalksteen; daar zij zeer rijk is aan dat fossiel. Onder den kalksteen liggen zandsteen en lei, eveneens Urgo-Aptien en hij wordt bedekt door mergelige lei van het Cenomaan, eenige honderde meters dik.

In het Tertiair is een opheffing ontstaan die geleid heeft tot een bergrug in een richting Z.O.-N.W. Op en langs deze rug liggen de voornaamste ijzermijnen van Bilbao. Op de hoogste gedeelten, die slechts in enkele toppen boven 600 Meter gaan en in enkele dalen is door de erosie nog slechts de Onderkrijt-zandsteen overgebleven. De lagere gedeelten vertoonen den kalksteen met het erts min of meer volledig aanwezig en aan de beide flanken duiken deze onder de Cenomaan-lei weg. Plooiing heeft in het eigenlijke mijndistrict haast niet plaats gehad. Het was meer een breken in schollen, horsten en slenken vormende verschuivingen. Daardoor ontstonden verschuivingen, die vooral in den mijnbouw vaak duidelijk zijn bloot gelegd. Er zijn twee systemen: Het eene loopt Z.O.-N.W. over vele kilometers in nagenoeg parallelle lijnen door. Het andere N.-Z., tot N.N.O.-Z.Z.W.; zij zijn ouder en door de eerste verschoven. Zij zijn daardoor minder goed vervolgbaar in het terrein.

Er is bij al deze verschuivingen gewoonlijk een groote horizontale ontbondene, zooals vaak aan wrijvingsspiegels te zien is. Ten

slotte is er nog een derde verschuivingssysteem, bijna zuiver O.-W., dat slechts plaatselijk optreedt en verband houdt met een toenemende spronghoogte van die van het eerste systeem in een bepaalde richting.

Langs deze verschuivingen zijn de ertsoplossingen omhoog gekomen. Volgens een andere meening, vooral in Amerika verbreid, zijn de ijzeroplossingen van hooger liggende nu geërodeerde formaties gekomen. Voor Bilbao geldt dit echter wel niet. Doorlaatbaarheid en aantastbaarheid der gesteentelagen spelen bij den vorm der afzettingen een groote rol. De oplossingen tasten de kalksteenwanden van de spleet, hoe smal die overigens ook geweest moge zijn, aan en zetten den kalksteen deeltje voor deeltje om in ijzercarbonaat, door „metasomatose" dus. Tegen de minder permeabele mergellei aan, die den kalksteen bedekt, hebben de oplossingen

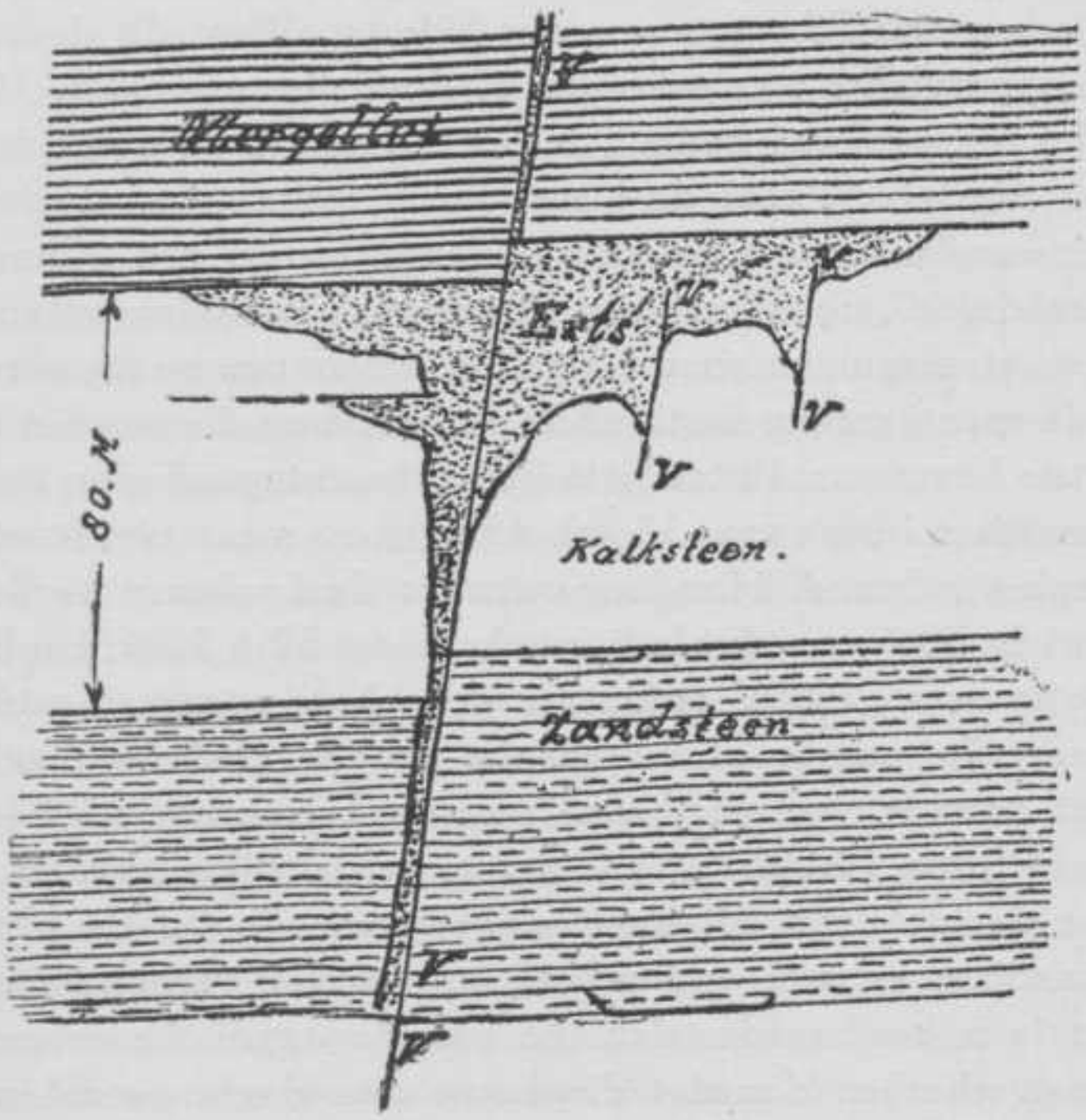


Fig. 4.

zich uitgebreid, in de bovenste kalksteenlagen dus; in de onderste lagen doet zich het erts meer als een ader voor. De doorsnede van het ertslichaam wordt daardoor parasol- of paddestoelvormig (zie fig. 4). Toch komen ook wel verbreedingen op het vloergesteente van den kalksteen voor of midden in den kalksteen; in het laatste geval vaak door een zeer dun laagje lei in den kalksteen of door een wrijfspiegel. Zeer groote ophoopingen ontstaan vaak op het snijpunt der verschuivingssystemen. Dieper gezonken schollen zijn vaak het meest productief geweest, omdat zoo'n ingezonken kalksteenschol dan geheel omringd was door onaantastbaar en minder doorlaatbaar gesteente. Enkele mijnen van slechts een tiental hectaren hebben daardoor soms millioenen tonnen erts opgeleverd.

Oxydatie.

Het oorspronkelijke erts was dus Sideriet. Waar dit door erosie aan de oppervlakte was gekomen of door niet meer dan 30 à 40 meter lei of puin was bedekt, is het verweerd, in hoofdzaak tot het z.g. „Rubio"; naar de kleur; het beteekent blond erts en is limoniet en glanskop. Verdere overgangsvormen zijn „Campanil" en „Venadulce", roodijzersteen met meer of minder water. Deze laatste soorten zijn zoo goed als geheel ontgonnen en tegenwoordig neemt de spaatijzer-productie al de overhand op die van het Rubio. Dit laatste bevat van 48 tot 54% ijzer. Het campanil ging tot 60%. Het spaatijzer bevat van 38 tot 45% ijzer, maar wordt vóór de verscheping gebrand. Hierdoor ontwijkt de koolzuur, verliest het aan gewicht 30% en stijgt in ijzergehalte tot 52 à 58%. De Bilbaoersten zijn zeer gewild, omdat ze door hun porositeit makkelijk smeltbaar zijn, een groot stukgehalte hebben (behalve het spaatijzer dat, geroost, veel stof bevat), weinig kiezelzuur, n.l. 8—12%, weinig fosforus (0.025%) en andere schadelijke bestanddeelen.

Voor de toekomst zal men aangewezen zijn op de productie van spaatijzer en wel onder veel ongunstiger verhoudingen. De exploitatie is kostbaarder dan die van de oxydische ertsen door het roostverlies en doordat diepbouw den dagbouw zal moeten vervangen. De tegenwoordige tijdsomstandigheden zijn er dan ook

zeer ongunstig voor. Men heeft met verschillende diamantboringen de voortzetting van het erts aangetoond tot 300 meter diepte, onder deklagen van 180 tot 240 meter mergellei.

Gunstige boorpunten.

Uit hetgeen over de ontstaanswijze gezegd is, volgt, dat gunstige punten voor het boren zijn: de nabijheid van verschuivingen en bij voorkeur snijpunten van verschuivingen; verder, gezonken schollen, maar daar ligt het erts dan ook weer zooveel moeilijker om te ontginnen. De opsporing wordt bemoeilijkt door de volgende omstandigheden: De Urgo-Aptien zandsteen en lei en de cenomane mergellei bevatten lagen die geheel op elkaar kunnen lijken en deze beide formaties zijn juist vaak door de groote spronghoogten der verschuivingen tegen elkaar komen liggen; m.a.w. een gidslaag ontbreekt behalve dan de kalksteen zelf, als die aan de oppervlakte ligt. Maar de mergellei bevat ook wel plaatselijk kalksteenlagen, die op die van het Urgo-Aptien lijken. De verschuivingen van het tweede systeem zijn niet altijd duidelijk zichtbaar aan de oppervlakte; men wordt eenigszins geholpen doordat de riviertjes en hun zijtakken zich gewoonlijk ongeveer volgens de brokkelige verschuivingszones hebben ingeslepen. Verder is de strekking der lagen niet altijd parallel aan die der verschuivingen, waardoor in zekere richting langs de verschuiving het erts dieper kan komen te liggen, ook zonder dwarsverschuiving er tusschen.

Gewoonlijk staan de verschuivingen onder 70° à 80° met het horizontale vlak. Is de verschuiving tegenhellend dan kan men in het boorgat een verdubbeling van de kalksteenbank en daarmee van het erts aantreffen. Is zij meehellend, dan ontstaat tusschen de kalksteenschollen een gaping en de boor treft in het geheel geen kalksteenbank aan en men kan aan de kern vaak niet zien, dat men van cenomaan in urgaptien terecht gekomen is. Vooral dit laatste is veel voorgekomen, doordat de eerste boringen niet over voldoende gegevens over de verschuivingen beschikten. Die gaping geeft n.l. aanleiding tot onvruchtbare strooken langs de verschuivingen. Neemt de spronghoogte in zekere richting toe, dan zal in die richting de onvruchtbare strook breeder worden.

Ten einde zulke teleurstellingen zooveel mogelijk te voorkomen, moet men zeer bizonder de aandacht wijden aan veranderingen van helling van de lagen, waardoor men menige verschuiving kan aanwijzen, die anders niet zou zijn opgemerkt; verder moeten alle gegevens die uit weginsnijdingen en uit den mijnbouw reeds over de verschuivingen zijn verkregen, stelselmatig verzameld worden en in een zooveel mogelijk gedetailleerde terreinkaart worden ingedragen. Van dit oude mijndistrict bestaat echter nog geen goede topografische opmeting. Er is eerst onlangs door het Staatsmijnwezen begonnen met het verzamelen van allerlei gegevens over de verschuivingen en van Provinciewege wordt nu ook een juiste terreinopname gemaakt. Deze bemoeiingen van de overheid duiden er wel op, dat men inziet, dat men het nu reeds 40 jaar bloeiende mijngebied, een langer bestaan wil verzekeren.

Ongetwijfeld is voor Biskaye de beste tijd voorbij d.w.z. de tijd van goedkoope dagbouw-ontginning en van de beste oxydische ertsen. Tot welke dieptegrens men met de ontginning van het spaatijzer zal kunnen gaan, laat zich in dezen malaise-tijd niet zeggen. Er zitten zeer zeker in dit district nog groote hoeveelheden spaatijzer in den bodem, waarvan in de naaste toekomst een groot deel zal worden ontgonnen, vooral wanneer de pogingen om zulke gruis- en stofrijke ijzerertsen anders dan in hoogovens — waar gruis en stof onwelkom zijn — op ijzer te verwerken, met succes worden bekroond.

PETROLEUM EN OZOKERIET VAN BORYSLAW.

Verslag der lezing, gehouden voor de Mijnbouwkundige Vereeniging, op 1 Mei 1923,

door Ir. N. A. VAN DOORNINCK.

Polen is op dit oogenblik met een productie van 730.000 ton het achtste petroleumland van de wereld. De petroleum komt er uitsluitend voor aan den noordrand van de Karpathen in het vroeger Oostenrijksche Galicië en dan nog slechts in belangrijke hoeveelheid in de vereenigde velden van Tustanowice, Boryslaw en Mraznica bij Drohobycz, die in 1922 een productie van 400.000 ton hadden. Minder belangrijke velden zijn die van Slanok, Ropianka, Rapa, Smolnica, Schodnica-Orów, Bitkow Pasieczna ten zuiden van Stanislaw en die van Sloboda rungurska bij Kolomya.

Exposé der stratigraphie.

Men onderscheidt in de Karpathen de volgende horizonten:

Jura: Strambergerkalk, alleen in exotische blokken:

Krijt: a. inoceramenlagen, mergelige en kalkhoudende zandsteenen in vrij dunne lagen, vaak met kalkaders, in afwisseling met grijze leien. De zandsteenen bevatten soms fucoïden, en dikwijls aan den onderkant hieroglyphen. Ze zijn wegens hoogst zelden erin gevonden inoceramen als krijt geparalleliseerd.

b. Jamnalagen, bestaande uit dikkere grofkorrelige zandbanken met weinig leien ertusschen.

Eoceen: a. bovenste hieroglyphenlagen, bestaande uit veel zandsteenen met weinig leien, groen en rood gekleurd.

b. Popiele lagen: die weinig van de vorige verschillen.

Oligoceen: menilietlagen. Deze bestaan uit een gewoonlijk 45 à 50 M. dikke laag van Boryslawer-zandsteen aan de basis waar-

boven een 20 à 30 M. dikke bank van hoornsteen of meniliet. Hierin bevinden zich veel vischresten, zooals haaientanden, schubben, vooral van Meletta Crenata van de familie der haringen. Hierdoor is dit gesteente als oligoceen geparalleliseerd. Boven deze hoornsteenbank bevinden zich voornamelijk zwarte en bruine bitumineuze leien met weinig zand en hoornsteenen.

Mioceen: Waarschijnlijk reeds Mioceen zijn de Dobrotowerlagen. Ze bestaan uit veel grijze leien met glimmer en weinig zandsteen.

In deze lagen bevindt zich het Truskawiec-conglomeraat, waarin voorkomen resten van de oudere lagen, ook de Jura en, merkwaardigerwijs, resten van een chlorietlei waarvan het oorspronkelijke nergens bekend is.

Hierop volgen de zoutkleien, grijze leien met veel gips en haliet, die bij droog weer fraaie uitbloeiingen geven. Er tusschen zitten fijnkorrelige zandsteenen met biotiet en muscoviet.

In deze zoutkleien komen vele grootere zoutafzettingen voor, o.a. de bekende van Wieliezka bij Krakau. In Stebnik is een saline voor zout, waarin weinig dunne kalizoutlenzen voorkomen. In Kalusz is een saline met groote sylvienlenzen in ontginning, voordeelig wegens het geringe kalkgehalte.

Op dit geheele lagencomplex, dat een dikte van ongeveer 1500 M. heeft, rust discordant het diluvium, hier en daar misschien van fluvioglaciale oorsprong.

Tektoniek.

Hierbij valt in de eerste plaats op het dekblad, uit het Zuiden overgeschoven, waarvan de wortels diep in het gebergte zitten. Het bestaat uit Krijt, Eoceen, Meniliten en Dobrotower-lagen, die zeer onregelmatig geplooid zijn en waarin storingen voorkomen. De rand ervan heet Karpathenrand.

Onder dit dekblad komt de plooi van Boryslaw, die vroeger als autochthoon beschouwd werd. Daaronder volgt een overliggende plooi.

Omtrent de plooi van Boryslaw is door de boring Henryk I in Tustanowice een andere opvatting ontstaan. Bij deze boring zijn na het doorboren van de verschillende lagen van de plooi van

Boryslaw, op 1817 M. weer Dobrotower lagen aangetroffen. De plooi van Boryslaw is dus te beschouwen als een dieper dekblad.

In de kern van de Boryslaw-plooi bleken de lagen erg gestoord, hetgeen o.a. te zien was aan vele stukken met wrijfvlakken en -krassen. Hiervan is echter weinig bekend.

De lagen van de plooi zijn in lengterichting niet overal even hoog, hetgeen te zien is aan de dwars- en lengteprofielen. De lagen komen het hoogst bij Potok tusschen Boryslaw en Popiele. De Zuidgrens der Boryslaw-plooi is onbekend.

Ten slotte zijn er nog dwarsoverschuivingen, die jonger zijn dan de dekbladen, want ze gaan door alles heen. Enkele belangrijke zijn die van Ratoczyna, Popiele en van Ponerlanka. De horizontale componente is hier aanwezig, daar de Karpathen naar het Westen meer naar voren komen.

In dit lagencomplex van afwisselend zandsteenen en klei, komt nu de petroleum voor en wel in 6 horizonten.

1. In het bovenste dekblad. Daar de lagen hier onregelmatig en sterk gestoord zijn, komt dus ook de olie onregelmatig en zonder constant niveau voor.

2. In de zoutkleien en Dobrotower lagen, waarvoor het niet vaststaat of dit werkelijk één horizont is. De olie is er zeer onregelmatig en zonder constant niveau. Ze komt voor op zandsteenen en gebonden aan gangen die dikwijls met ozokeriet zijn gevuld, waarover straks meer. Vroeger is deze horizont sterk uitgebuit.

3. In de meniliet lagen, op dezelfde wijze als op de zandsteenen. Echter heeft deze zone veel gas.

De menilietleien zelf bevatten ook veel olie, daar ze bitumineus zijn, maar daar de poriën van leien klein zijn, is de olie er niet met een diepboring uit te halen.

4. In de Boryslawer zandsteen, welke horizont verreweg de belangrijkste is, met een zeer constant niveau en ook veel gas.

5. In het Eoceen, onregelmatig, waarschijnlijk in verband met spleten.

6. In de kern der Boryslawer-plooi, dus in het Krijt, hier en

daar ook Eoceen. Hierin is het voorkomen hoogst problematisch en onregelmatig.

Van deze zone's is de vierde verreweg de belangrijkste. In November 1919 waren van de dagelijksche productie van 192 wagens er 117 van de vierde, 27 van de vijfde, 45 uit de zesde en 3 uit de andere tezamen. Dit is des te belangrijker, indien men bedenkt, dat Mraznica uitsluitend petroleum van de vierde zone levert en juist van de drie de plaats is, die in productie nog vooruit gaat, in tegenstelling met Boryslaw, dat langzaam en Tustanowice, dat snel achteruit gaat.

Thans omtrent de waterzone's het volgende.

1. Aan de oppervlakte dringt het atmospherische water in den bodem en vormt daar het grondwater. Dit komt voor in het diluvium, natuurlijk niet in de zoutkleien, daar deze ondoordringbaar zijn, wel echter in verscheidene zandsteenen van het dekblad, dus in het Noorden en het Zuiden.

De leien sluiten het grondwater naar beneden af, beschermen dus de daar zittende petroleum tegen uitdrijving en oxydatie. Vooral de zoutkleien, Dobrotower- en Menilietlagen zijn hiervoor van belang.

2. De tweede waterzone is zout en komt voor in de Dobrotower lagen, alleen in het Zuiden van Tustanowice en in Mraznica. Ze is weinig samenhangend en onconstant van niveau. Immers, Zofia I geeft op 1600 M. nog olie van de Boryslawer zandsteen, maar in Tustanowice komt reeds op 1300 M. dit zoute water in dat gesteente voor.

3. De derde zone is zeer constant gebonden aan het eoceen, en vormt een samenhangend geheel door het heele veld, altijd optredend in het eoceen op een diepte van ongeveer 1300 M. en stijgend in de boorgaten tot 1000 à 1100 M. Dit water is dus tegenwoordig op een hoogte van 1300 M. en stond vroeger lager, stijgt dus steeds en doet zoo het einde van het boorveld voorspellen.

De constante stijghoogte bewijst, dat het geen verband houdt

met atmospherisch of ander water. De hoeveelheid is geweldig, want zoowel de horizontale als de verticale uitbreiding is groot.

4. Ten slotte een vierde zone, onder de zesde oliezone, die in de boorgaten echter ook tot ongeveer 1000 M. stijgt. Ze staat dus in verband met zone 3, waaruit het water door spleten is toegestroomd.

Een dergelijk pakket van voornamelijk lagen zandsteen en lei in snelle afwisseling, gezamenlijk van aanzienlijke dikte, bestaande dus uit terrigeen materiaal, wordt door de Poolsche geologen „flysch" genoemd. Het materiaal is door rivieren naar zee gebracht en aldaar afgezet zonder dat de zee-zelf er een essentieel aandeel aan gehad heeft. Waarschijnlijk heeft Zuber, in zijn boek „Flysch i Naphta," deze naam het eerst uitgebreid tot een facies, waar zij oorspronkelijk was gegeven aan het Eoceen der Alpen, en noemde zoo, onafhankelijk van den geologischen ouderdom, dikkere pakketten mariene afzettingen van terrigeen materiaal in ondiep water.

Uit het feit dat er weinig mariene kalk-afzettingen tusschen voorkomen blijkt dat de afzetting snel is geschied, hetgeen dus wijst op een neerslagrijk, waarschijnlijk tropisch klimaat.

De aard van het materiaal, n.l. zanden en kleien, wijst op riviertransport met delta's en lagunen. Fossielen komen weinig voor. Wel was de zee waarin de afzetting plaats had vol van leven maar het anorganische materiaal kwam in zoo groote hoeveelheden, dat de dieren- en plantenresten in verhouding niet vele waren. Daarbij komt nog, dat bij de rotting en de andere processen, die de organische substantie hierbij doorloopt, veel CO_2 wordt gevormd, waardoor de kalk als dubbelkoolzure kalk in oplossing gaat en van de schalen en andere verteerende deelen niets overblijft. Wat nog wel vrij veel voorkomt zijn resten van wieren, chondrieten en fucoïden.

Een derde kenmerk zijn de z.g. hieroglyphen, allerlei onregelmatigheden, speciaal aan de onderkant van het laagvlak der zandsteenen. Ze danken hun ontstaan aan golven van het water (ribbelingen), afglijden van zandmassa's over de klei, kruipsporen van wormen, kreeften en watervogels, gaten van wormen, soms afdrukken van mossels en slakken. De omstandigheid, dat hieroglyphen

altijd aan de onderkant voorkomen, is zeer aangenaam voor het herkennen van omgekeerde series.

Aan deze flysch-afzettingen is nu, volgens Zuber in zijn boek „Flysch i Naphta", over de geheele wereld veelal de petroleum verbonden. Daarbij denkt hij zich de petroleum, volgens de theorie van Höfer-Engler, ontstaan voornamelijk uit dierenresten, microplanchton en ook natuurlijk uit planten, diatomaeën en de organische resten door rivieren naar de zee gebracht. Weliswaar vinden in de open zee de lijken van het planchton, d.i. het in de bovenste lagen drijvende gedeelte van het leven der zee, op hun reis naar beneden of beneden aangekomen, altijd wel een hongerige mond om als voedsel te dienen. Maar in zeeën, waar snel en veel terrigeen materiaal wordt afgezet, dus op kusten en binnenzeeën, blijven veel afgestorven organismen onverorberd en komen aldus in de afzetting terecht.

Door werking van enzymen ontstaan dan vetstoffen, die op de een of andere wijze verzeept worden. Uit de zóó ontstane vrije vetzuren ontstaan dan door CO_2 verlies (bituminisatie-proces) de koolwaterstoffen, waaruit de petroleum bestaat. Het is dan nog mogelijk dat hoogere koolwaterstoffen in lagere gesplitst worden, doch dit vereischt zeker andere condities dan in het slik aanwezig zijn; misschien het bituminisatie-proces ook al.

Zoo denkt men zich dus het ontstaan van petroleum in de z.g. flysch, waardoor ook verklaart wordt dat petroleum daarin altijd voorkomt met zoutwater, dat dan fossiel zeewater is. Want, waar de petroleum sinds zijn ontstaan niet uit die afzettingen is verdwenen, daar zal ook die andere vloeistof gebleven zijn. Dit zoute water heeft één verschil met het zeewater; door de oxydeerbare organische stof is het sulfaat gereduceerd tot zwavel of sulfiden, die zich afgezet hebben. Het zoute water uit de boringen is dan ook sulfaat-vrij. Die reductie heeft reeds in het slik plaats, vandaar de blauwe of donkere kleur, als gevolg van ijzersulfide, die het slik en ook veel leien hebben, zooals in Boryslaw. Gedeeltelijk heeft die reductie later plaats, hetgeen het voorkomen verklaart van zwavel-

houdende ertsen (galeniet en sfaleriet) bij petroleum, zooals in de buurt van Boryslaw, in Truskawiec.

Thans komt het tweede element voor de vorming van het productieve olieterrein: de orogenese.

De lagen, door diagenese verhard tot zandsteenen en leien, worden opgeplooid, meer of minder intensief. De erin voorkomende vloeistoffen, olie en zoutwater, voorzoover in de leien aanwezig, blijven daar zooveel mogelijk in, daar de poriën klein zijn en ze dus moeilijk percoleeren. Vandaar dat op aarde het grootste gedeelte, $^4/_5$, door de leien wordt vastgehouden, waaruit de petroleum niet met diepboringen te winnen is. Men moet de olie eruit stoken en wanneer eens de petroleum der zanden en kalken uitgeput zal zijn, zal de mensch hiernaar moeten grijpen om door deze oilshale-industrie de olie te kunnen winnen. Bekend zijn de oilshales van Utah en Montana, die van Schotland, waar reeds ontginning heeft plaats gehad, de posidoniënschiefer van de Lias van Schwaben en de graptolithenleien van de Baltische landen. Ook de menilietleien zullen op den duur belangrijk worden.

In de zandsteenen, ook in doorlaatbare kalksteenen, kunnen de vloeistoffen wel stroomen en heeft er bij de orogenese migratie plaats, soms wel, soms niet over grootere afstanden. Het resultaat is dan, dat de olie en zijn gas in de hoogere deelen, de antiklinen, terecht komen, omdat ze lichter zijn, het zwaardere zoutwater in de lagere gedeelten.

Nu is voor een olieterrein natuurlijk noodzakelijk, dat het naar boven en naar beneden afgesloten blijft door de ondoorlaatbare leien. De kans is echter groot dat de zandsteenen aan de oppervlakte komen en dus atmospherisch water opnemen. Dan wordt de lichtere olie uitgedreven, dikwijls ook geoxydeerd, het zoute water op den duur verzoet. Vandaar dat, in het gebergte zelf, alsmede in andere gebieden waar de oliehoudende lagen hoog zijn komen te liggen, die lagen weinig of niet productief zullen zijn. Olie is dus te zoeken in de antiklinen van de gedeelten, die dieper zijn komen te ligen.

Uit die antiklinen nu haalt men de olie, die door de hydrosta-

tische druk, gewoonlijk ook door de druk van het ontstane gas, meestal vanzelf te voorschijn komt, dikwijls met kracht, zoodat een spuitende bron ontstaat.

Deze opvatting komt voor de Galicische petroleum goed uit. De flysch is bij het ontstaan van de Karpathen afgezet in een zee, waarvan de tegenwoordige Zwarte Zee een restant is, een deel van de aloude Thetis.

Bij de opplooiing werden de vloeistoffen natuurlijk gedeeltelijk uitgeperst. De petroleum is daarbij of daarna zeker vernietigd. Maar het zoute water heeft, in een woestijnklimaat komend, spoedig zijn zout afgezet, althans zoo denkt Prof. Nowak zich dat. Als argument hiervoor kan gelden dat in het Westen het Mioceen alleen steenzout bevat, b.v., Wieliczka, terwijl er dan meer naar het Oosten kalizouten bij komen. Natuurlijk zijn hiervoor ook andere argumenten, maar de theorie is pas opgesteld en nog niet goed uitgewerkt.

Deze is een van de theorieën voor het ontstaan van petroleum. Volgens een andere is de petroleum van magmatische oorsprong. Deze theorie berust op het feit dat bij inwerking van water op metaal carbiden, metaaloxyden en koolwaterstoffen ontstaan.

Voor Boryslaw is dit echter onwaarschijnlijk, vooral omdat aan de Noordzijde der Karpathen weinig en speciaal in de buurt van Boryslaw, heelemaal geen magmatisch gesteente voorkomt.

De metaalcarbidentheorie van Mendelejeff is tegenwoordig geheel verlaten. Ware petroleum op die wijze ontstaan, dan zou het in ieder geval een diepteverschijnsel moeten zijn waarop de weinig veranderde zandsteenen en leien nu juist niet wijzen.

Een derde theorie, dat olie ontstaan zou zijn uit kool, wordt voorgestaan o.a. door Cunningham Graig. Als argument wordt aangevoerd dat in kool veel methaan (CH_4), dus koolwaterstof, voorkomt, maar dan is nog niet duidelijk, hoe verklaard moet worden, dat, althans in de carboonkool van Europa, wel methaan en niet de andere koolwaterstoffen voorkomen.

Een tweede argument is dat kool en olie veel samen voorkomen,

maar dit is met het flyschbegrip en zijn ontstaan gemakkelijk te verklaren. Het is n.l. zeer goed mogelijk, dat gedurende een kort tijdvak de sedimentatie de ondiepe zee doet verlanden, waarbij de olieserie in een koolserie overgaat, daar het klimaat, tropisch of subtropisch, medewerkt.

Terugkomend op de olie van Boryslaw, volgen hier eenige physische bijzonderheden.

De daar voorkomende olie is de z.g. paraffine-olie, meest koolwaterstoffen van de verzadigde reeks $C_n H_{2n}$, en men onderscheidt daarin twee soorten.

De eerste is die van het dekblad, dus horizont I, met een s.g. 1,9 en een paraffine-gehalte van 4,9%.

De oliën uit de vijf andere horizonten verschillen weinig. Het s.g. varieert van 0,85 tot 0,87 en het paraffine-gehalte van 7,5 tot 9,5%.

Merkwaardig is dat het s.g. en het paraffine-gehalte afhankelijk zijn van de diepte. Hoe dieper, hoe kleiner s.g. niet alleen bij vergelijking der verschillende horizonten, maar ook in iedere horizont zelve.

Eene verklaring hiervoor heeft men niet. In vele olievelden bestaat een dergelijke regelmaat, doch ook dikwijls andersom. In het laatste geval misschien een scheiding der vlakken naar het s.g..

In het eerste geval is mogelijk dat de bovenste petroleum zwaarder geworden is door verlies der lichtere koolwaterstoffen. Dit staat echter niet vast.

Nog merkwaardiger gedraagt zich het paraffine-gehalte. Dit is het grootst in de vierde zone en neemt in de andere zone's naar boven en naar beneden af. In de vierde zone zelf, de Boryslawerzandsteen is het paraffine-gehalte op het hoogste punt maximaal en neemt vandaar naar de diepte af.

Een behandeling van de andere physische eigenschappen der olie zou te ver voeren. Voor verkoop en raffinage zijn ze wel degelijk van belang. Het verband met het ontstaan of met de geologie is echter totaal onbekend.

Aan den kop van de Boryslawplooi, in de zoutkleien en Dobrolagen komt de ozokeriet of aardwas voor, in gangen en lagen, soms ook in nesten, in ieder geval onregelmatig. Belangrijke centra zijn Neue Welt, Potok, Debra, Duczki, Wolanka.

Ozokeriet in verband met petroleum is allang bekend. Het is een vrij zacht en licht mineraal, zwart of bruin, soms geel of groen gekleurd, bestaat uit een mengsel van vaste verzadigde koolwaterstoffen, dus $C_n H_{2n}$, en komt dan ook alleen voor bij oliën met een paraffine basis.

Asfaltische oliën geven bij hun uittreden aan de oppervlakte asfalt, b.v. de asfaltmeeren van Trinidad en van Bermudez. Asfalt is dus wat anders dan ozokeriet; het heeft een veel ingewikkelder samenstelling o.a. met O en S.

Wel verwant met ozokeriet zijn eenige wasachtige bitumina, zooals elateriet van Derbyshire, hatchettin van Schotland en Wales, Guayaquiliet van Guayaquil.

Er zijn verschillende soorten ozokeriet, afnemend in hardheid en smeltpunt;

marmerwas of boryslawiet; smeltpunt tot 100°; komt tegenwoordig bijna niet meer voor.

hard- of sprongwas:

vezelwas,

blaaswas,

bagga,

kandebal, kendebal of kindebal, zeer zacht, bijna vloeibaar, geheel gedrenkt met petroleum; smeltpunt 50°; ook wel Teufelsdreck genoemd.

Lep is het nevengesteente, doordrenkt met was. Het komt veel voor en wordt ook wel ontgonnen.

Ontstaan van ozokeriet.

Hierover bestaan 3 theorieën:

1. ozokeriet ontstaan uit petroleum;
2. petroleum ontstaan uit ozokeriet;
3. tezamen ontstaan.

De beide laatsten zijn in strijd met de geologie. En wel hierom. De olie komt voor in de flysch en is daarin ontstaan. De ozokeriet komt voor in spleten en daar mede verband houdend boven de lagen die de meeste olie bevatten. Hoe die dan de olie gegeven heeft en hoe die olie dan in de lagen eronder gekomen is, is onbegrijpelijk. Bovendien komt onder 600 à 700 M. geen ozokeriet meer voor.

Een groot bezwaar tegen de tweede theorie is, dat het niet duidelijk is hoe die omzetting heeft plaats gehad. Wel heeft men proeven gedaan waarbij door „kraken" (Engelsch: cracking) de ozokeriet overgaat in lagere koolwaterstoffen, maar daarbij ontstaan ook altijd onverzadigde koolwaterstoffen, o.a. die van de olefinereeks of koolwaterstoffen met een dubbele binding, zooals acethyleen, propyleen, butyleen of terpeen-reeks met meerdere dubbele bindingen of driedubbele bindingen der C-atomen.

Dat dat chemisch mogelijk is, bewijst nog niet dat het in de natuur ook zoo gebeurt, want van die onverzadigde koolwaterstoffen vinden we zoo goed als niets in de gassen van de ozokeriet, waarin methaan en aethaan overheerschen en slechts weinig aethyleen, propyleen en butyleen voorkomt.

De bezwaren tegen de eerste theorie, volgens welke ozokeriet uit petroleum ontstaan zou zijn, berusten gewoonlijk op de verkeerde meening dat lagere koolwaterstoffen noodzakelijk in hoogere overgaan onder oxydatie van twee H-atomen.

In de petroleum van Boryslaw komen juist veel paraffinen, dus hoogere koolwaterstoffen voor. Nu is het zeer goed denkbaar dat onder omstandigheden, b.v. het komen in hoogere niveau's en daardoor drukverlies, die hoogere koolwaterstoffen niet opgelost blijven, aan de oppervlakte petroleum en gas wegstroomen en aardwas achter laten.

In overeenstemming daarmee is, dat de ozokeriet beneden een zeker niveau niet meer voorkomt, van beneden naar boven in hardheid toeneemt, beneden vooral kindebal, naar boven de hardere soorten, bovenaan de nu bijna geheel uitgeputte marmerwas.

Ook heeft men waargenomen, dat op de stort neergeworpen

kindebal, na eenige jaren verhardt, terwijl ook de andere soorten bij staan aan de lucht verharden.

Verder pleit voor deze theorie het feit, dat in de leidingen van de olieën zich wel een weeke zwarte massa afzet, lijkende op kindebal.

Echter is nog niet duidelijk, waarom uit de petroleum niet de paraffine ontstaat, de gekristalliseerde vorm, maar wel de amorfe aardwas, die men bij de raffinage der olie nooit krijgt.

Behalve in Boryslaw komt ozokeriet ook nog op andere plaatsen in Galicië voor, b.v. in Truskawiec. Speciaal eigenaardig voor deze vindplaats is het voorkomen in nesten met zwavel en sulfiden der zware metalen. In de buurt bevindt zich dan ook een pyriet-, lood- en zinkmijn.

Bovendien is Truskawiec, door het voorkomen van H_2S-houdend water, een badplaats.

Een andere vindplaats zijn de omstreken van Solotwina, ten Z.W. van Stanislau. Ze komt er voor in lagen en gangen die zich vrij diep uitstrekken, tezamen met zwavel en sulfidische ertsen.

Ook dit voorkomen staat in verband met petroleum. Merkwaardig is echter dat de hoofd-antikline veel verder weg ligt, naar het Z. Dit is hier het hoogste punt van het zadel van het autochtoon onder het dekblad van Bitków. De antikline loopt over Pasieczna, Bitków en Maniawa.

Uit de mijn van Stanmia zijn de beroemde resten van jongdiluviale dieren afkomstig, zooals mammuth en Rhinoceros antiquitatis of Rhinoceros tichonius. Men vond daar een jeugdig exemplaar, met nog niet goed ontwikkelde hoorns, dat met huid en haar en ingewanden in de was zoo goed was geconserveerd, dat arbeiders de eene helft van het vleesch hebben opgegeten. Met het oog op deze vondsten is een bezoek aan het museum te Lemberg zeer aan te raden.

In Dzwiniac is evenals in Truskawiec ook nu nog ontginning. Op andere plaatsen is het niet tot ontginning gekomen, ook in Roemenië niet.

Wel van belang is het eiland Tscheleken in de Kaspische Zee vlak bij de bekende Kara Bugas of Adjidarja, met zijn zout-afzettingen.

De ozokeriet komt aan de zuidzijde van het eiland voor onder de naam van Naphtagie, ook hier gebonden met paraffine-olie.

Bakoe heeft geen paraffine-olie, maar petroleum met in hoofdzaak cycloparaffine-structuurformule. Ook hierbij een vaste substantie, Kir geheeten, die echter meer op asfalt gelijkt.

Verder komt op aarde ozokeriet alleen nog in Utah voor, waar het echter niet geëxploiteerd wordt.

Wat exploitatie betreft, staat Boryslaw vrijwel alleen, want wat Truskawiec, Solotwina en Tscheleken geleverd hebben, heeft op de markt geen invloed gehad.

Petroleum was in Boryslaw al lang bekend. Reeds in 1810 werd er naar „geschürft". Ook staat vast dat er in 1835 al 20 bronnen waren die olie gaven. Die olie werd door de boren zelf gewonnen, in eigen gemaakte vaatjes naar de markt in Drohobycz gebracht en daar verkocht. De dikvloeibare olie werd voor wagensmeer, de dunvloeibare voor leersmeermiddel gebruikt.

Grootere ozokerietvondst wordt gemeld van 1854, in welk jaar tevens in Amerika petroleum het eerst gebruikt werd voor verlichting, hetgeen de eerste opbloei der petroleum-industrie tengevolge had.

In 1856 ontstonden dan ook in Boryslaw werkelijke schachten van 10 à 13 M. diepte, wier aantal in 1862 tot 1500 was gestegen.

De ozokeriet werd in dien tijd weggeworpen of hoogstens door de boeren gebruikt, wegens zijn brandbaarheid.

Echter kreeg ook dit product waarde toen in 1862 tevens werd ontdekt, dat uit ozokeriet bij overdestilleeren paraffine ontstaat, maar de olie bleef ook nog in dit tijdperk hoofdzaak.

Dit veranderde toen in 1875 gevonden werd dat uit aardwas, zonder destillatie, maar door behandeling met zwavelzuur, een stof te maken was, ceresine, die zeer veel geleek op bijenwas en veel waarde had. Bovendien daalden in dienzelfden tijd de petroleum-

prijzen sterk, zoodat ook daardoor de ozokeriet hoofdzaak werd.

In de eerste tientallen jaren van zijn bestaan als mijnstad, heeft Boryslaw werkelijk ongelooflijke toestanden gekend. Van alle kanten stroomden menschen toe, zonder identiteit, zoodat bij overlijden niemand zich erom bekommerde wie de doode was, bovendien zonder geld, zoodat niemand grootere stukken grond koopen kon, maar grond huurde onder belofte van bruto-percenten aan den eigenaar en dan gewoonlijk nog in onzinnig kleine stukjes, die de pachter dikwijls op zijn beurt weer onder-verhuurde in nog kleinere stukjes. Zoo is bijvoorbeeld een terrein bekend van 3300 M²., onder-verdeeld in 115.000 deelen, ieder dus met een gemiddelde oppervlakte van 3 d.M².

De stand der grondbezitters ging het eerst ten gronde, daar de bruto-procenten of de koopsom nooit werden betaald, terwijl ze hun grond niet meer konden bebouwen. Vele zijn nu nog in Boryslaw aanwezig als arbeiders van de mijnbezitters, hun pachters.

De kleinere mijnveldbezitters moesten zich met hun buren verbinden om tot exploitatie te kunnen overgaan. Maar van mijnbouwtechniek, die in dien tijd al vrij hoog was, wist in Boryslaw natuurlijk niemand iets. Men legde dan ook schachten aan van 50 à 60 c.M. diameter, eerst door het diluvium, dan in de zoutkleien, met bekleeding van hout en gevlochten wilgentakken, die men uit het dicht bijzijnde bosch ging halen. Oorspronkelijk ging men tot een diepte van eenige tientallen meters, later tot 180 M. Zij-gangen, ventilatie en bemaling waren er niet, verlichting was te gevaarlijk voor het mijngas. In de schacht waren geen ladders, alleen een lier met henneptouw om personen en producten op te hijschen.

Nu werd zooiets lucratief bij een z.g. „Matka", d.i. een uitpersing van de was uit het gesteente in de schacht, soms zelfs tot boven eruit. Men behoefde maar af te hakken en werd rijk, tenminste, indien men er voor kon zorgen dat niet het grootste deel in handen viel van georganiseerde roovers en dievenbenden, de eenige organisaties die in Boryslaw bestonden. Vuistrecht was hier de eenige basis der maatschappelijke verhoudingen. Het spreekt vanzelf dat ook veel gestolen werd door de arbeiders, die de was plat sloegen en onder hun kleeren mede namen, z.g. pazuchy-was.

Zelfs in 1900, toen de toestanden reeds geheel anders waren en het grootste gedeelte der productie in handen van een kartel was, moest dit toegeven, dat hem per jaar nog 2 waggons ontstolen werden.

Het gestolene in de jaren 1865 en 1890 wordt bij elkaar dan ook op 1200 waggons geschat.

In den beginne werkte men uitsluitend op dergelijke „Matka's. Dat de arbeider daarbij bijna zeker het leven verloor, was van geen belang. Op kleinere wasvondsten werd niet gelet. Het was dus echte roofbouw, met een ontzettend aantal schachten. In de jaren 1866 tot 1875 werden er 4500 als in bedrijf genoteerd. Daar dit natuurlijk telkens andere waren, kan men het totaal aantal gerust op 12.000 schatten, verdeeld over een gebied van nog geen vierkante K.M.

Men trachte zich dit terrein nu eens voor te stellen, met schacht aan schacht, de lieren vlak naast elkaar, waartusschen koopers en verkoopers, natuurlijk meest Joden, zich verdringen en schreeuwen als op een jaarmarkt, de noodige vechtpartijen over grondbezit of tusschen werkgevers en werknemers over loon. Daar tusschen de neergestorte grond, waarin allervuilste kinderen nog naar was zoeken.

Gevaarlijk was die toestand ook. Een brand in 1866 b.v., toen Boryslaw nog lang zoo groot niet was als nu, verwoestte 150 schacht-inrichtingen. Zich 's avonds te verplaatsen was levensgevaarlijk, omdat men zeker in een oude schacht zou vallen.

Het vervoer met wagens, kruiwagens en machines was onmogelijk, zoodat nog tot 1900, toen toch veel grootere maatschappijen bestonden, voor het bovengrondsch vervoer dragers werden gebruikt, evenals in Afrika.

Natuurlijk ging door deze manier van exploitatie de grond verschuiven naar het midden toe, waardoor de schachten verplaatst en als kurketrekkers gedraaid werden.

Van mijnwater had men oorspronkelijk weinig last, maar door de vele uitgehaalde en boven neergestorte grond kwam het diluvium, dat oorspronkelijk boven lag en niet dik was, hoe langer

hoe dieper en daar het diluvium doorlaatbaar is in tegenstelling met de zoutkleien, kwam er dus weldra veel water in de mijn.

Bemaling gaf niets, want het opgepompte water liep door de naastgelegen schacht weer terug. Een leiding leggen over al die terreinen, was wegens het absolute gebrek aan samenwerking tusschen de 1200 exploitanten onmogelijk.

Voor de opgehaalde grond had men gewoonlijk op zijn eigen terrein geen plaats. De eenvoudigste oplossing was daarom de grond in de schacht van zijn buurman te werpen tijdens diens afwezigheid.

Het allerdroevigst was wel de toestand der arbeiders. Door de slechte toestand der schachten, door de matka's zelve, het vele gas, zoowel het natuurlijke als het bij de rotting van het hout ontstane H_2S en later ook door waterdoorbraken, was het werk buitengewoon gevaarlijk. In den beginne vielen honderden dooden, later minder, in de jaren 1878-1900 jaarlijks 3 à 6 per duizend.

Van mijn-inspectie was geen sprake. De eerste zwakke poging tot verbetering ging in 1864 van eenige bezitters zelf uit. In 1867 gaf de regeering eenige macht aan een door de eigenaars betaalde inspectie, die dus volkomen afhankelijk was. In 1872 werd een reddingsbrigade opgericht met een hospitaal met zes bedden. Echter was dit nog altijd totaal onvoldoende.

De reden waarom de regeering niets deed was een politieke.

In Oostenrijk-Hongarije, met zijne vele volken, was regeeren met een parlement zeer moeilijk en als tegenwicht tegen de Czechen, die altijd in oppositie waren, zocht iedere regeering steun bij de Polen en Roethenen en wel bij de grondeigenaren. Om die in het gevlei te komen werden de bitumina, die nu niet zoo onomstootelijk en uitsluitend door mijnbouw worden gewonnen, gehouden buiten het regaal, d.i. het principe, dat de nuttige delfstoffen den staat toekomen. Daardoor werd wetgeving op dit gebied uiterst moeilijk.

In den beginne waren de toestanden voor de arbeiders nog niet zoo ongunstig, want er waren handen te kort en de loonen dus hoog. Later ging de mijnbouw achteruit en waren er arbeiders te

veel, die op de slavenmarkten door de Kassierer, die bedrijfsleiders van mijnen waren, werden opgekocht en naar hun mijnen gedreven.

Op den duur echter veranderde de toestand. Door den roofbouw werden de financieele vooruitzichten slechter, matka's gingen natuurlijk ontbreken, de moeilijkheden met water en gas werden grooter terwijl nu ook de mijnen dieper moesten worden.

Weinig kapitaalkrachtige ondernemers konden het niet meer houden en grootere maatschappijen ontstonden. Reeds eerder gedane pogingen hiertoe waren tot 1890 mislukt wegens de geweldige versnippering van den grond en ook de kwade wil.

Zoo ontstonden dan omstreeks 1890 de Société française, de Galicische Credietbank, de Jüdische Bank, de Aktien Gesellschaft Boryslaw, opgericht door de Länderbank.

Maar den doodsteek aan den roofbouw gaf toch de regeering door de bepaling dat de schachten minstens 60 M. van elkaar verwijderd moesten zijn en de minimum schachtdoorsnede 4 M^2.

De grootere maatschappijen dreven een betere mijnbouw. Er werden zijgangen gedreven, alle was werd weggenomen en niets liet men zitten. Ze zorgden voor rationeele ventilatie en bemaling en voerden het gebruik van veiligheidsspringstoffen in. De schachten werden verbeterd, er kwamen betere ophaalmachines, dikwijls zelfs schachttransport met een kooi. Grootere schachtbokken werden gebouwd, de eerste van hout, latere zelfs van profielijzer.

Groote productie echter was niet meer mogelijk, omdat reeds veel was weggenomen was. Het jaar 1885 had een maximumproductie van 12.000 ton. Vóór 1900 was de gemiddelde prijs *f* 60,—, na 1900 komt er door opdrijven van het kartel een prijsverhooging.

Het artikel werd echter veel te veel vervalscht met ruwe olie, hars en kindebal, terwijl ook de bereide ceresine gewoonlijk tot 59% paraffine bevat met als gevolg dat de vraag naar deze artikelen vermindert.

Langzaam neemt de productie steeds af. In den oorlog bereikte

ze een minimum. Daarna een kleine opleving door daling van den Poolschen mark. De productie in 1922 was 429 ton, hetgeen nog maar alleen mogelijk was door de lage valuta.

Op het oogenblik zijn de mijnen in Boryslaw in handen van de Aktien Gesellschaft Boryslaw, evenals de mijn te Dzwiniac, die nog in exploitatie is.

In Truskawiec, waar gelijke toestanden geheerscht hebben als in Boryslaw, is de exploitatie weer ter hand genomen door de petroleum-maatschappij Silvaplana.

De ozokeriet, die van de schacht komt, moet nog een scheiding van het gesteente ondergaan. Gewoonlijk gebeurt dit met de hand. Er bestaat ook een waschmethode, die echter tegenwoordig niet meer wordt gebruikt.

Lep, d.i. het met was geïmpregneerde nevengesteente, wordt met water in ketels gekookt. Daarbij smelt de was uit, komt boven drijven en wordt dan afgevoerd.

Ook de gewone ozokeriet wordt vóór de verzending nog omgesmolten en in een cylindrische vorm gegoten. De omgesmolten was wordt per spoor vervoerd naar de ceresine-fabrieken van Oostenrijk, Czecho-Slowakye en Duitschland. De uitvoer naar Engeland en Amerika gaat over Danzig.

Vroeger werd ozokeriet, zooals gezegd, hoofdzakelijk gebruikt voor omdestillatie tot paraffine, tegenwoordig weinig meer, daar paraffine niet zoo veel waard is.

Het vindt verder toepassing als isoleermiddel in de electrotechniek, als impregneermiddel en bij het maken van cosmatique.

Verreweg het belangrijkste product dat men eruit verkrijgt is de ceresine, de zuivere, amorphe verzadigde koolwaterstof, zuiver wit, gelijkend op bijenwas. Het wordt dan ook hoofdzakelijk gebruikt voor de waskaars-industrie, waarvoor vóór den oorlog veel was naar Rusland ging, hoewel volgens de orthodoxe ritus voor de waskaarsen slechts dierlijke was gebruikt mocht worden.

Verder gebruikt men ceresine voor schoencrême, vaseline, als impregneermiddel, in de verfindustrie en in de papierindustrie voor waspapier.

Toen nu door de achteruitgang van de ozokeriet-mijnbouw, Boryslaw op het punt stond geheel ten onder te gaan, ging men daar meer aandacht schenken aan de petroleum, en de productie steeg belangrijk toen van de petroleum nieuwe gebruiksartikelen werden gevonden, zooals benzine. Van nog geen 100.000 ton in 1900 steeg de productie tot 2 millioen ton in 1909. In 1907, 1908 en 1909 droegen de spuitende bronnen bij Tustanowice belangrijk tot deze productievermeerdering bij. Zoo steeg de productie van de Oil City-schacht, die in 1907 nog maar 860 ton leverde, na den 9den Februari 1908 met spuiten te zijn begonnen, tot 100.000 ton in dat jaar, hierbij niet gerekend wat bij de groote brand van 4 Juli tot eind Augustus is verloren gegaan. In 1909 neemt zijn productie langzaam daarna snel af tot een tegenwoordige productie van 410 ton.

Naphta II heeft deze productie in 1909 nog overtroffen. Deze gaf toen 150.000 ton.

Na 1909 nemen de drie velden gezamenlijk af en wel doordat het veld van Tustanowice langzamerhand uitgeput raakt. De productie bereikte een minimum in 1915 tijdens de Russische bezetting, in 1916 weer stijging, daarna geregelde daling van het geheel tot in 1922 bij uitzondering ook Boryslaw zelf weer steeg, doordat Ratoczyn I gespoten heeft, met een productie van 200 ton per dag, die nu weer gedaald is tot 50.

De aldaar gebruikelijke boormethode is de Canadeesche.

Beneden een beitel, dan een zwaarstang, schaar en stangen, bovenaan een omzet-inrichting, die met de hand bediend werd en een kop, die met een kabel aan de balans hangt, welke weer door een stoommachine zonder condensatie (wegens onregelmatige belasting) in beweging wordt gebracht.

Een liertje dat ook met de stoommachine verbonden kan worden, dient voor het ophalen van de stangen en tevens voor het op en neer laten van de zandbuizen, waarmede, in plaats van met waterspoeling, gereinigd wordt.

De praestatie's zijn echter gering; in den beginne een 100 M. per maand, later afnemend tot 30 en minder nog. Vooral in de

hoornsteen worden zeer slechte resultaten bereikt, waarin men b.v. bij de Herzfeld I in 15 maanden slechts 6 M. vorderde.

Andere methoden worden daar niet toegepast, want het personeel is hieraan gewend en bovendien is deze Canadeesche waarschijnlijk wel de beste in deze lagen van afwisselende hardheid. Kabelboringen zouden hier te gauw uit het lood gaan.

Bij Premier zou men binnenkort beginnen het American Rotation System toe te passen.

Behalve deze boortorens zijn op zoo'n olieterrein nog aanwezig een apart houten ketelhuis met lokomobielketels, gestookt met gas van de boorgaten, maar zoo ingericht, dat ze ook met olie te stoken zijn.

Op één plaats, Padua I, worden Dieselmotoren gebruikt.

Verder bevindt zich op een olieterrein natuurlijk nog een smederij, soms een gascentrale met gasketels en dan een kantoorgebouwtje.

Bijzonder is de geweldige electrische centrale van Premier, die zijn geheele bedrijf electrificeeren wil en dan ook het American Rotation System wil toepassen.

De olie stroomt gewoonlijk vanzelf uit het boorgat, een enkele maal spuitend.

Geschiedt dat niet meer, dan moet er gepompt worden, soms met een eenvoudige plunjer, die in het boorgat wordt neergelaten en bij het ophalen de olie meeneemt. Gewoonlijk gebruikt men gewone hefpompen.

Van Boryslaw wordt de olie weggevoerd in pijpleidingen of per spoor. In Drohobycz zijn eenige raffinaderijen, maar ook veel olie gaat naar Duitschland en Czecho-Slowakye.

In de raffinaderijen wordt de olie dan in de verschillende producten gescheiden, zooals lampolie, benzine voor motoren, smeerolie, stookolie.

Maar de technologie van de aardolie is zoo'n uitgebreide wetenschap, dat er hier niet verder op ingegaan kan worden. De olie van Boryslaw bevat zooals gezegd veel paraffine, welke in de staats-

raffinaderijen in Drohobycz afgescheiden wordt en op kaarsen verwerkt.

De bedrijvigheid in Boryslaw is geweldig groot. Op het oogenblik zijn 300 schachten productief, terwijl natuurlijk nog vele aan het afboren zijn.

In 1919 waren in het geheel 31 K.M. afgeboord.

Een bijzonderheid van Boryslaw zijn de straten. Met vochtig weer vormen deze één langgerekte modderpoel, decimeters diep, waar men soms tot de knieën inzakt. Dit wordt onhoudbaar wanneer één van de pijpleidingen gebroken is en de olie zich met de modder vermengd.

In deze modderpoel verdringen zich dan auto's en wagens, die de modderspatten overal in het rond doen vliegen.

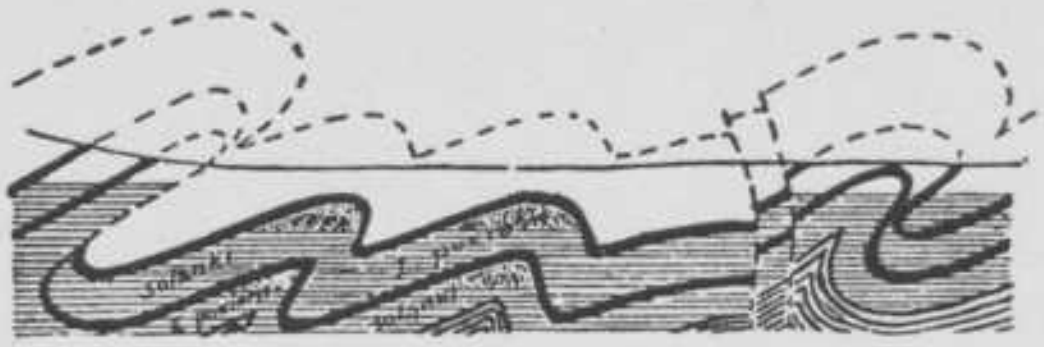
Als trottoir dient een smal houten plankier, even boven de modder van de straat.

In dergelijken staat verkeert ook de hoofdstraat, de Ulica Pánska, waar alle winkels zijn. Winkels in alle soorten; van kleine kraampjes, zelfs onderste boven gekeerde kisten, tot huizen met twee verdiepingen toe. Er is echter in de heele Ulica Pánska geen een oogelijk huis. Het neringdoende gedeelte van de bevolking is natuurlijk allemaal Joodsch.

Nog vreeselijker moet Boryslaw zijn wanneer na eenige dagen droogte de modder opgedroogd is en alles grijs maakt.

Echter is hier al veel verbeterd vergeleken bij vroegere jaren.

Ten slotte sprak spreker zijn erkentelijkheid uit over de wijze waarop hij in Boryslaw en de rest van Polen ontvangen was, zoowel door geologen en technici als anderen en eindigde met zijn dank uit te spreken aan allen die hem bij het prepareeren voor dien avond hadden bijgestaan met het leenen van diapositieven en handstukken, met het verschaffen van inlichtingen en wel speciaal Dr. Gutswiller van de Koninklijke Petroleum-Maatschappij.

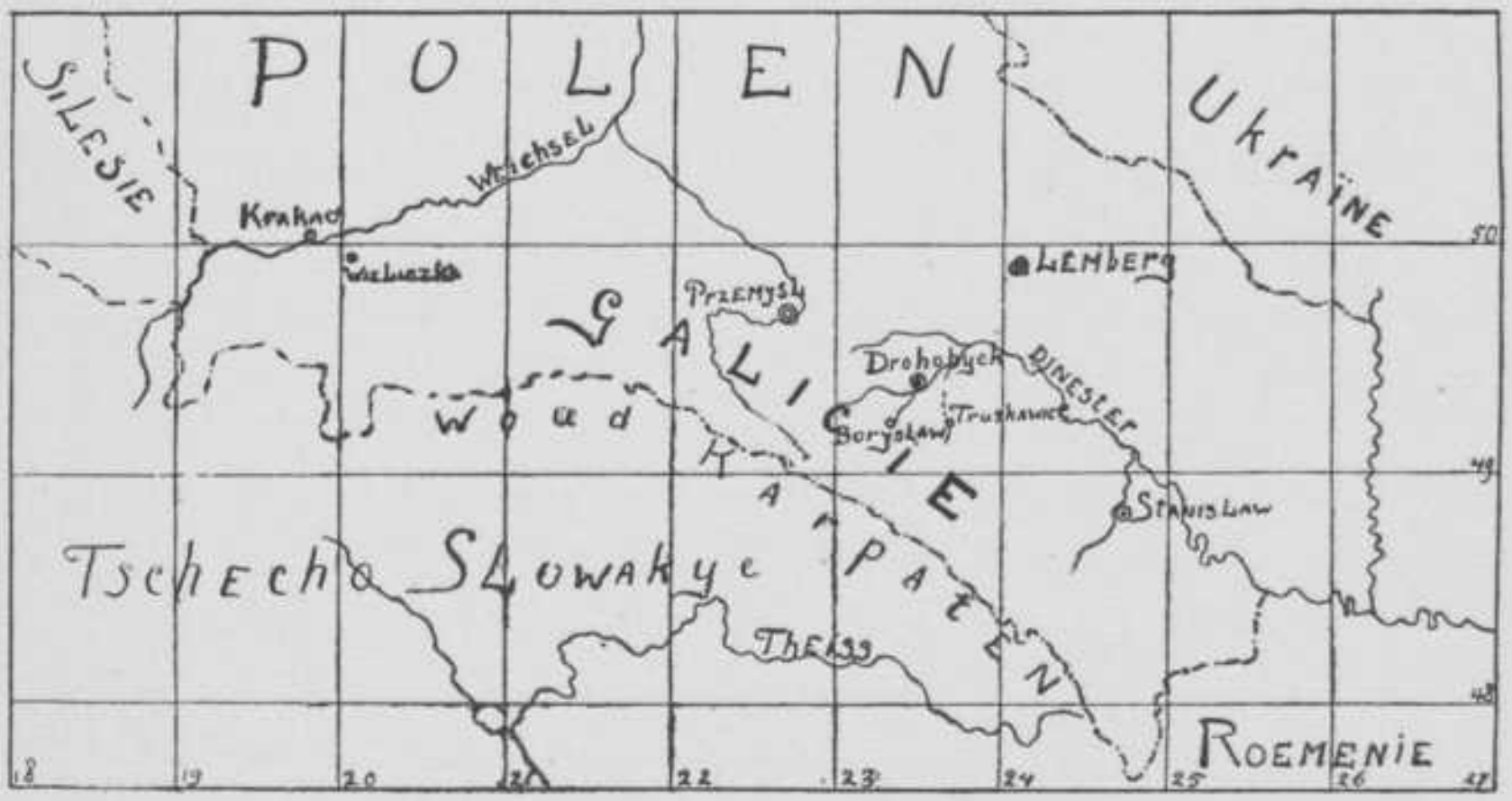


Schematische voorstelling der verdeeling van petroleum en zoutwater in de verzakkingsgrenzen.

ondoorlaatbare lagen.

petroleum.

zoutwater.



Overzichtskaart van Zuid-Polen.

ERRATA.

Pag. 126 (14e regel van onder) te lezen in plaats van afgezonden: afgezonderd.

Pag. 141 (2e regel van onder) te lezen in plaats van moeilijk: niet moeilijk.

Pag. 149 (formule bij fig. 10) te lezen in plaats van b: b_2.

Pag. 158 (2e regel van onder) te lezen in plaats van de hoek van a met c: de hoek van c met c-as.

Plaat II, te lezen in plaats van hornblende: hoornblende.

Waar verwezen wordt naar pag. 157 is bedoeld: pag. 156.

PLEOCHROÏTISCHE VELDJES IN MINERALEN.

Verslag der lezing, gehouden op 22 Februari 1922, door het lid P. S. BAKELS.

Pleochroïtische veldjes danken hun ontstaan aan microscopisch kleine insluitsels, meestal van zirkoon of apatiet, die het middelpunt blijken te zijn van een sterk pleochroïtische, geheel — of nagenoeg geheel — bolvormige sfeer. Deze veldjes, goed bestudeerd vooral in biotiet, blijken veroorzaakt te worden door inwerking van de stralen, die tengevolge van het radium of thoriumgehalte van het kristalletje uitgaan.

De veldjes zijn niet homogeen, maar bestaan uit verschillende concentrische bollen, welker radiën in verband staan met het doordringingsvermogen van de onderscheidene stralen van de bekende radioactieve elementen en uit welk verband eenige conclusies omtrent den ouderdom van het veldje en dus ook van het heele mineraal, zijn te trekken.

Alvorens tot het eigenlijke onderwerp over te gaan, zullen eerst de voornaamste eigenschappen der radioactieve stoffen in het kort worden nagegaan.

Inleiding.

De radioactiviteit is ontdekt in 1896 door Henri Becquerel. Iets vroeger had Röntgen de opzienbarende ontdekking gedaan, dat als kathodestralen op glas stootten, dit glas begon op te lichten, te luminesceeren en tevens een geheimzinnig soort stralen uitzond, naar den ontdekker Röntgen-stralen genoemd. Deze stralen drongen o.a. dwars door allerlei media heen, voor andere stralen ondoordringbaar, om daarna nog op een photographische plaat te werken. Nieuwenglowski nam nu onmiddellijk proeven met andere

stoffen die luminesceerden, zooals CaS dat doet na bijv. door de zon bestraald te zijn. Hij hoopte dat ook dit luminesceeren zou samengaan met uitzending van Röntgen-stralen; zijn proeven hadden echter niet veel succes. Becquerel had hetzelfde idee in zijn hoofd; hij was echter hardnekkiger en onderzocht een heele reeks stoffen, waaronder ook uraanzout, dat immers glas prachtig doet fluoresceeren. Hij pakte wat zout in een zwart papier, legde dit in de donkere kamer op een photographische plaat en zie: toen hij deze den volgenden dag ontwikkelde, was er een zwarte vlek op.

Uraanzouten zonden dus geheimzinnige stralen uit en, zooals spoedig bleek, ook het metaal zelf. Toen echter het echtpaar Curie ontdekte dat het uraan-erts, de Pechblende, nog sterker werkte dan het metaal zelf, kreeg men een vermoeden, dat niet het Ur straalde, maar één of ander onbekend bijmengsel. Reeds in 1898 konden de heer en mevrouw Curie een publicatie doen verschijnen waarin o.a. het volgende stond: „Wij stelden ons ten doel deze stof uit de Pechblende te bereiden en hebben het bewijs kunnen leveren, dat het mogelijk is met behulp van gewone analytische methoden uit de uraniniet praeparaten af te zonderen, die het metaal uranium 100.000 maal in radioactiviteit overtreffen." — Het was uit deze praeparaten, dat een heele reeks van elementen werd afgezonden, als het radium, het polonium, het aktinium, die alle, de ééne meer, de andere minder, stralen uitzonden. Schmidt ontdekte in 1899 dat thoriumertsen ook radioactief waren en eveneens een reeks van stralende elementen in zich opgesloten hielden. Verder kon men, hoe ijverig men ook zocht, geen radioactieve ertsen meer vinden; was een mineraal radioactief, dan bevatte het steeds uraan of thorium.

In 1909 ontdekten Duitsche onderzoekers dat ook de elementen kalium, rubidium en caesium radioactief waren. Hun stralings-vermogen is $\pm$ 0.001 van de activiteit van U_3O_8.

De voornaamste eigenschappen der nieuwe stralen waren zeer spoedig bekend, het zijn de volgende:

1°. Het absorptievermogen van een absorbeerende stof wordt ongeveer bepaald door haar S.G.;

2°. De inwerking op een photographische plaat is heftig; vele andere chemische reactie's worden beïnvloed;

3°. De inwerking op de huid doet ontstekingen en brandwonden ontstaan, voor kleine dieren is ze doodelijk;

4°. Een magnetisch veld doet de stralen uit hun baan afbuigen;

5°. Gassen worden geïoniseerd;

6°. Glas en vele mineralen worden gekleurd, bij verhitting kan deze tint weer verdwijnen;

7°. Wurziet, diamant, scheeliet en andere mineralen en ook kunstmatige kristallen als $Ba\,Pt\,(CN)_4$, lichten op als ze door de stralen getroffen worden.

Al spoedig bleken de stralen niet homogeen te zijn, sommige werden door een magneet uit hun baan gebracht, andere niet. — De straling blijkt drie-ledig te zijn (fig. 1, de magn. krachtlijnen staan loodrecht op het vlak van teekening), en bestaat uit:

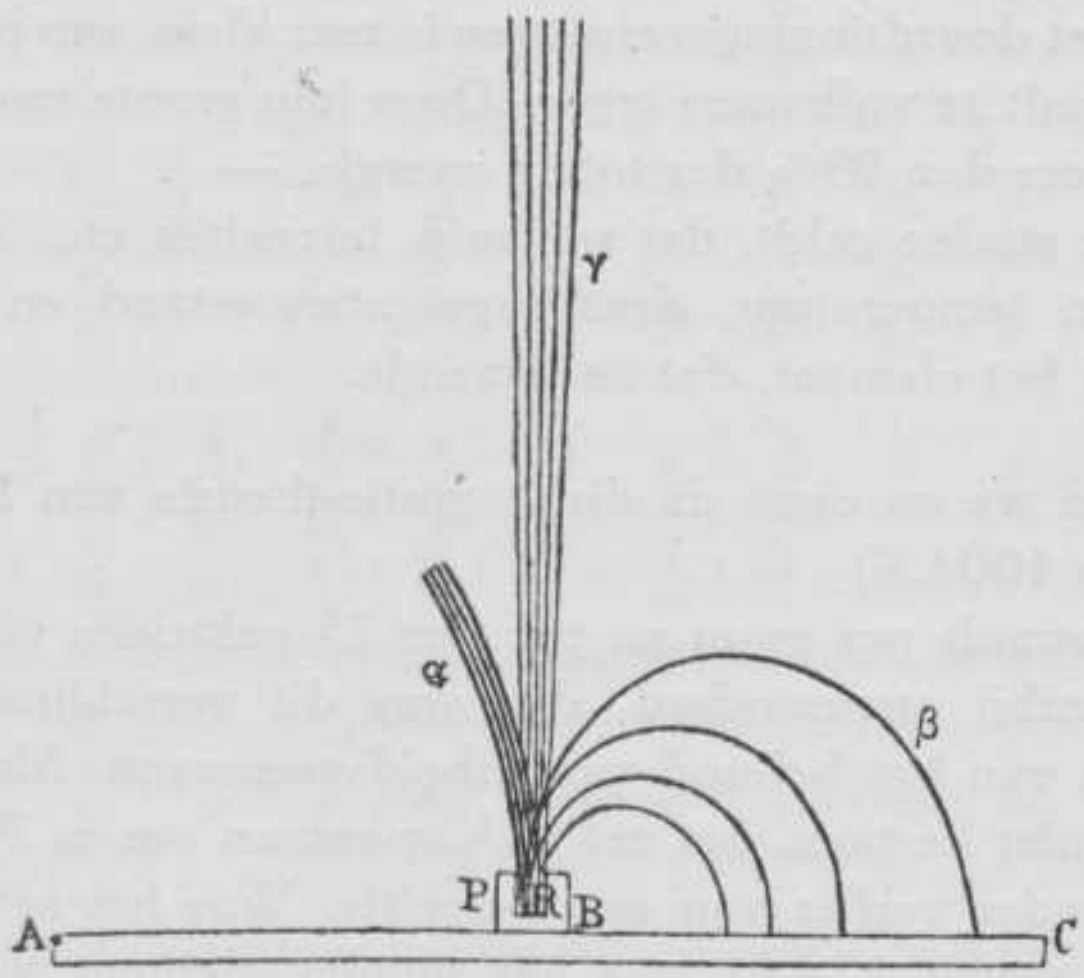


Fig. 1.

1°. de γ-stralen, Röntgenstralen met zeer korte golflengte. Ze worden niet door een magneet beïnvloed en planten zich voort met de snelheid van het gewone licht; het zijn trillingen van electromagnetischen aard, $v = 300.000$ K.M./sec.

Ze worden o.a. ook opgewekt door de beide andere soorten, hebben een grooter doordringingsvermogen dan de α- en β-stralen, maar vertegenwoordigen minder energie.

2°. de β-stralen. Dit zijn kathodestralen met grooter snelheid dan die welke men in een Röntgenbuis kan opwekken. Hun snelheid bedraagt $\pm$ 240.000 K.M./sec. Ze worden door een magneet aanzienlijk uit hun baan gebracht, immers het zijn negatieve electronen met een massa $= \frac{1}{1800}$ van een waterstofatoom. Hun doordringingsvermogen is niet zoo groot als dat der γ-stralen, een plaatje lood van 2 m.M. houdt ze practisch geheel tegen.

3°. de α-stralen. Dit blijken heliumatomen te zijn, atomen dus met een massa $= 4 \times$ die van een waterstofatoom, met een dubbele positieve lading. Hun snelheid is veel geringer, $\pm$ 15.000 K.M./sec. Vergeleken met de β-stralen is de afbuiging door een magnetisch veld zeer gering, de afwijking is natuurlijk tegengesteld aan die der β-stralen. Het doordringingsvermogen is zeer klein, een plaatje lood van 10 μ houdt ze volkomen tegen. Door hun groote massa leveren ze echter meer dan 99% der totale energie. —

Voor alle stralen geldt, dat snelheid, intensiteit etc., onafhankelijk zijn van temperatuur, druk, agregatietoestand en chemische binding van het element, dat ze uitzendt.

Bespreken we nu eerst de disintegratie-theorie van Rutherford, opgesteld in 1904. [1])

Radium straalt per gram en per uur 25 calorieën uit. Bleef dit element daarbij onveranderd, dan was dit verschijnsel in strijd met de wet van het behoud van arbeidsvermogen. Maar het element blijft niet bestaan, het zet zich spontaan om in Ra-emanatie of Niton, onder verlies van een α-deeltje. Was het atoomgewicht 226.0, het wordt 224.0; was het uitgangselement verwant met barium en een metaal, het nieuwe element is éénatomig, inert, een o-valent gas.

(Vergelijk de tabel op blz. 129).

---

[1]) Rutherford and Soddy: Phil. Mag. 5, 1903, pg. 576.

Element.	At. Gew.	Straling.	L = gemidd. levensduur.	K in sec.	α-deeltjes			Chem. gedrag.
					v_0 in 10^9 sec.	R_{lucht} c.M.	$R_{glimm.}$ m.M.	
Uraan 1	238.18	α	6.5×10^9 jaar	4.9×10^{-18}	1.40	2.53	0.0118	
↓ Uraan X	234.0	$\beta+\gamma$	34.4 dag	37×10^{-7}	—	—	—	Lijkt op Th.
↓ Uraan 2	234.0	α	3×10^6 jaar	$\pm 10^{-14}$	1.46	2.91	0.0137	Isotoop met Ur 1.
↓ Ionium	230.0	$\alpha+\gamma$	1.3×10^5 jaar	2.4×10^{-13}	1.48	3.03	0.0141	Isotoop met Th.
↓ Radium	226.0	$\alpha+\beta+\gamma$	2280 jaar	1.39×10^{-11}	1.51	3.121	0.0156	Lijkt op Ba.
↓ Emanatie	222.0	α	5.56 dag	2.082×10^{-6}	1.61	3.91	0.0196	Inert gas.
↓ Ra A	218.0	α	4.40 min.	3.78×10^{-3}	1.69	4.48	0.0224	Isotoop met Po = Ra F.
↓ Ra B	214.0	$\beta+\gamma$	38.7 min.	4.31×10^{-4}	10.8-22.2 (β)	—	—	Isotoop met Pb.
↓ Ra C	214.0	$\alpha+\beta+\gamma$	28.1 min.	5.93×10^{-4}	1.92	6.60	0.0330	Isotoop met Bi.
↓ Ra D	210.0	$\beta+\gamma$	23 jaar	1.37×10^{-9}	9.9 (β)	—	—	Isotoop met Pb.
↓ Ra E	210.0	$\beta+\gamma$	7 dagen	1.66×10^{-6}	23 (β)	—	—	Isotoop met Bi.
↓ Ra F (polonium)	210.0	$\alpha+\gamma$	197 dagen	5.88×10^{-8}	1.59	3.72	0.0177	Lijkt op W en Te.
↓ Ra G	206.0	—	∞	—	—	—	—	Is uraanlood.

Dit heeft Rutherford het eerst duidelijk uitgesproken. Hij beweert: het radiumatoom bestaat uit een zeer kleine, samengestelde positieve kern, waaromheen in vrijwel cirkelvormige banen een groot aantal negatieve electronen loopen. Op een gegeven oogenblik ontsnapt een deel der positieve kern als kern van een heliumatoom, voert twee positieve landingseenheden mee en weet tusschen de electronenringen door te komen. Het heele stelsel verliest nog twee electronen uit de ringen en wat eerst een 2-waardig positief element was, wordt nu een 0-waardig, en is geen Ra meer.

Hebben we N moleculen, dan zullen in een tijdselement dt, dN moleculen uiteen vallen. Het experiment leert ons, dat voor kleine tijden het aantal atomen dat transmuteert, evenredig is met den tijd dt en ook evenredig aan het aantal voorhanden moleculen N, of in formule:

$$dN = - \varkappa N dt \quad (\varkappa \text{ een constante}). \qquad (1)$$

N wordt steeds kleiner, vandaar het — teeken in het tweede lid.

Deze differentiaalvergelijking is zeer eenvoudig, maar tevens buitengewoon formeel; een atoom toch kan evengoed na 2 secunden als na millioen jaren uiteen spatten!

Na integratie krijgen we:

$$\ln N = - \varkappa t + \ln C;$$
$$N = Ce^{-\varkappa t}.$$

Stel bij t = 0 hadden we een hoeveelheid N_0, dan blijkt $C = N_0$ te zijn:

$$N = N_0 e^{-\varkappa t}. \qquad (2)$$

Deze formule kan grafisch afgebeeld worden, in fig. 2 is voor ThX op de X-as t en op de Y-as N in willekeurige maat afgezet.

Voor:

$$t = \frac{1}{\varkappa} \quad \text{is} \quad \frac{N}{N_0} = e^{-1} = \frac{1}{e}.$$

$\frac{1}{\varkappa} = L$ heet de gemiddelde levensduur of periode van een element.

Dus:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{t}{L}}.$$

Wanneer is de helft van het element uiteengevallen?

Voor

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{t}{L}} = {}^1/_2,$$

of

$$e^{\frac{t}{L}} = 2,$$

derhalve

$$t = L \ln 2.$$

Deze tijd heet de halveeringstijd H. We hebben dus de betrekking:

$$H = L \ln 2 \quad \text{of}$$
$$H = 0.69 \times L.$$

Voor radium is L $\pm$ 2280 jaar en H = 1500 jaar. De tabel van blz. 129 geeft de voornaamste leden van de Ra-reeks. — Bovenaan staat het uraan met een ontzaggelijk lang leven. Toch moet het op den duur overgaan in RaG: lood. Ra is één van de

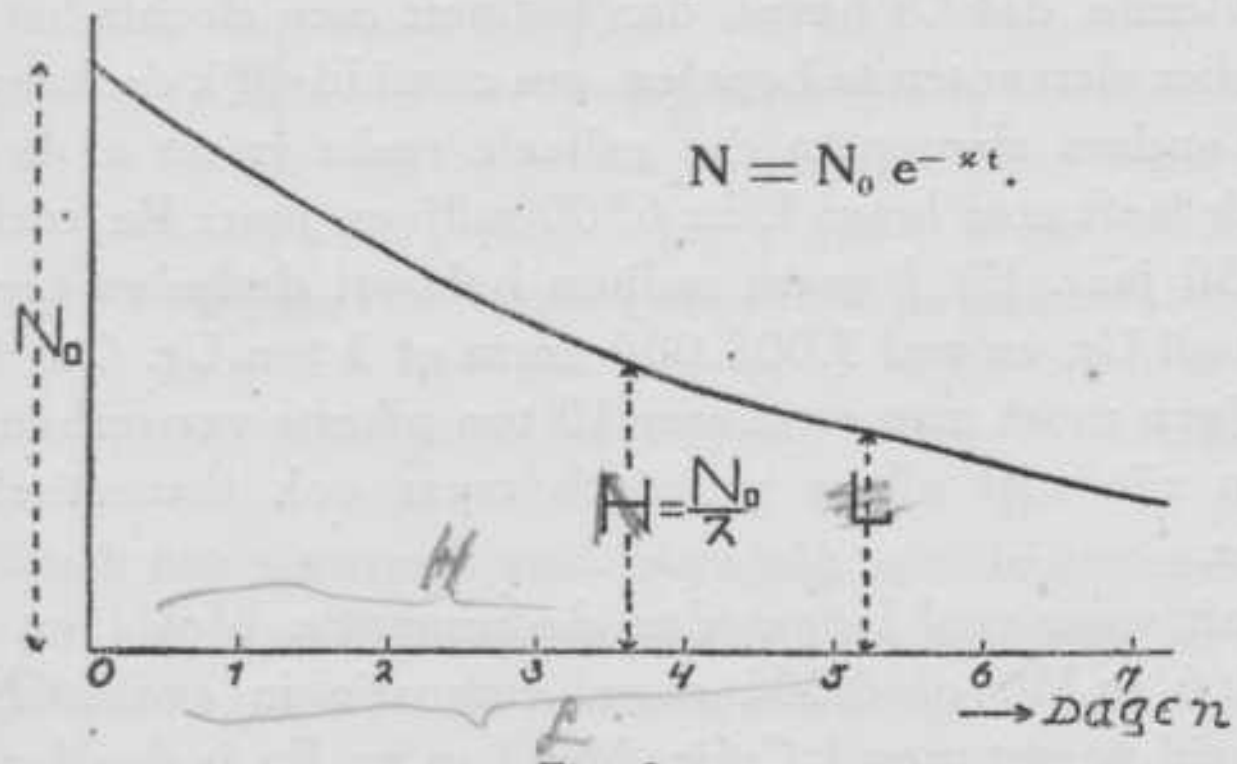


Fig. 2.

tusschenstadia. Isoleeren we het element Ra analytisch-chemisch van zijn ouders en kinderen, dan blijft het het eerste oogenblik

zuiver Ra. Het gehalte aan emanatie wordt echter spoedig merkbaar en moet met den tijd steeds grooter worden, ten koste van het Ra. Dit zou steeds doorgaan, als de emanatie zelf bestendig was; deze valt echter zelf uiteen en wel harder naarmate er meer is, immers dN is evenredig met N [zie (1)]. Ze gaat over in RaA: er moet een moment komen waarop er in een tijdje dt evenveel emanatie-moleculen geboren worden — welk aantal we dN_{Ra} zullen noemen — als er verdwijnen in den vorm RaA, welk aantal we dN_E zullen stellen.

We hebben dus uit (1):

$$\text{a)} \quad \frac{dN_E}{dt} = - \varkappa_{Ra} N_{Ra} \quad \text{en} \quad \text{b)} \quad \frac{dN_{Ra}}{dt} = - \varkappa_E N_E$$

Nu is a) = b) of $\varkappa_{Ra} N_{Ra} = \varkappa_E N_E$

en

$$\frac{N_{Ra}}{N_E} = \frac{\varkappa_E}{\varkappa_{Ra}} = \frac{L_{Ra}}{L_E}$$

We hebben dus de stelling: verkeeren de leden van een reeks radioactieve elementen met elkaar in evenwicht, dan verhouden hunne hoeveelheden zich als hun perioden L.

Deze stelling is zeer belangrijk. Beschouwen we b.v. een mineraal als pechblende, dat Ur bevat, dan behoeft men slechts het gehalte van één dier elementen te bepalen, om onmiddellijk de hoeveelheid van alle andere elementen der geheele reeks er uit af te kunnen leiden. Ur leeft zeer lang: L = 6500 miljoen jaar; Ra veel korter, L = 2280 jaar. Bij 1 gram radium behoort derhalve een groote hoeveelhedi Ur, en wel 3.000.000 gram of 3 ton Ur. Om 1 gr. Ra te verkrijgen moet men ongeveer 10 ton pikerts verwerken; rijkere Ra-ertsen zijn niet alleen practisch maar ook theoretisch onbestaanbaar.

Ra leeft weer veel langer dan de emanatie. Met 1 gr. Ra zijn slechts 0.6 m.M^3. of 0.006 m.gr. emanatie in evenwicht. Deze hoeveelheid noemt men 1 Curie. Met 1 m.gr. Ra is dus 1 millicurie in evenwicht.

Het voorkomen van alle elementen in een vaste verhouding in een complex dat langen tijd aan zichzelf is overgelaten — wat met

de mineralen zeker eenige miljoenen jaren het geval is — geldt niet voor die producten, die zelf niet weer uiteen vallen, zooals in ons geval met het laatste der Ur-reeks: de RaG, en het He. Deze hoopen zich meer op naarmate het mineraal ouder is en men begrijpt, dat hier het uitgangspunt is om den ouderdom van mineralen in jaren vast te leggen.

Men zal zich afvragen hoe kleine hoeveelheden als een millicurie afgezonderd en gemeten kunnen worden. Een balans is ten eenenmale uitgesloten voor dergelijk werk; we maken dan ook geheel gebruik van de electrische eigenschappen der stoffen en passen den electrometer, of juister, dezen in verbinding met de ionisatiekamer, toe. Deze kamer bestaat uit een wand die geleidend met de aarde verbonden wordt, en waarin goed geïsoleerd twee plaatvormige electroden I en II (fig. 3) opgesteld zijn. Tusschen

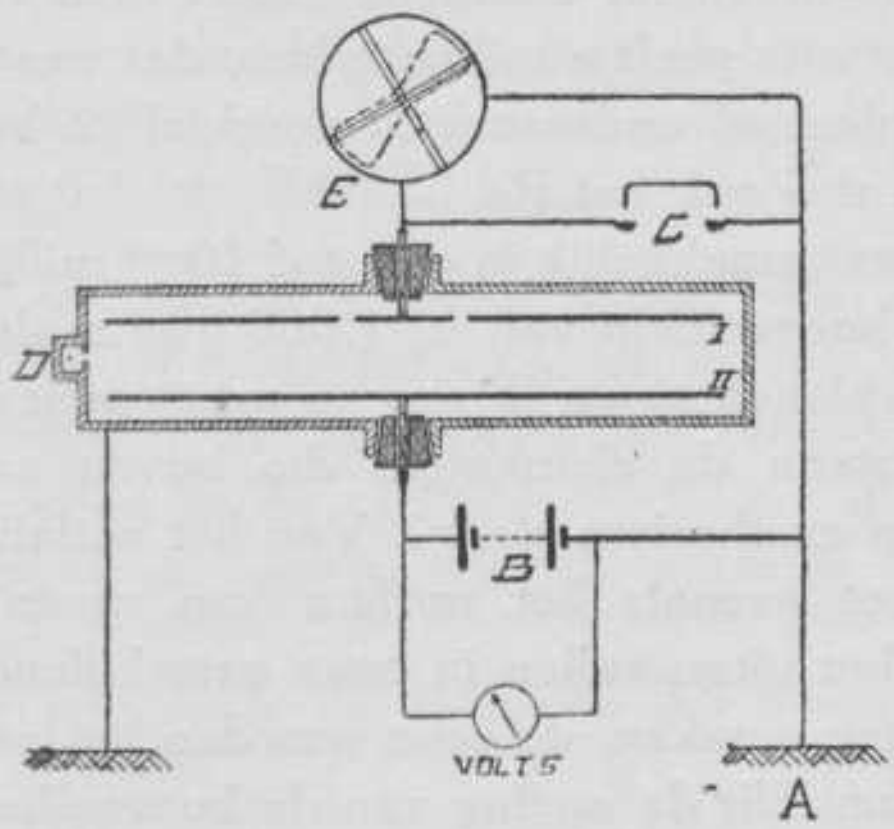


Fig. 3.

deze platen is een electrisch veld aanwezig van de batterij B. Is na aarding van den kwadrant-electrometer E zijn uitslag 0, dan zal, wanneer de lucht tusschen de platen niet geleidend gemaakt wordt, ook na verbreken van de aarding bij C de meter gelijk blijven. Brengt men echter een spoor Ra-zout bij D, dan wordt de lucht geïoniseerd, de gasionen worden naar gelang hun lading naar de positieve of negatieve plaat getrokken en staan daar hun lading af.

Het totaal der lading is op den kwadrant-electrometer te vinden en hieruit laat zich de ionisatiestroom, dit is de lading die per sec. naar den electrometer vloeit, berekenen. Hoe grooter het potentiaalverschil tusschen de beide plaat-electroden, hoe sterker de ionisatiestroom. Deze ionisatiestroom neemt echter niet toe evenredig met het potentiaalverschil, maar nadert tot een maximum: de verzadigingsstroom. Dit verschijnsel ontstaat, doordat bij een gering potentiaalverschil een groot percentage der gasionen zich weer met elkaar vereenigt, vóór ze op de electroden terecht komen. Het percentage neemt sterk af met het toenemend potentiaalverschil en tenslotte vangt men alle ionen, die door de straling ontstaan zijn, op de platen op. Het is deze verzadigingsstroom die een juist beeld geeft van de mate van ionisatie der lucht.

De verzadigingsstroom blijkt evenredig te zijn aan de hoeveelheid van het uiteenvallend complex. Heeft men eenmaal geijkt: 1 gram Ur in het erts geeft a milliampères, dat weet men, als men een ander Ur mineraal onderzoekt, onmiddellijk het aantal milligrammen Ur en dus ook het Ra.

Zoo kunnen we gemakkelijk in een stof 10^{-16} milligram emanatie vaststellen, een hoeveelheid van $\pm$ 1.000.000 moleculen. —

Enkele opmerkingen meen ik nog te moeten bespreken:

1°. Hoe ontstaan de elementen, die boven aan de reeksen radium, actinium en thorium staan? Van het actinium wordt aangenomen dat het evenals het radium van uraan afstamt. Het ionium zou bij het uiteenvallen in twee verschillende evenwichtstoestanden kunnen geraken, de eene was dan het pro-actinium, de andere het radium. Uit de meting van de hoeveelheden van beide elementen in de pechblende, is op te maken dat van elke 8 atomen ionium die desintegreeren, er 7 tot Ra uiteenvallen en slechts 1 tot actinium. (Er bestaan meer van zulke vertakkingen, b.v. bij RaC). Dat thorium ook van uraan afstamt is uitgesloten. Het is mineralogisch volkomen onafhankelijk, zooals we straks nog zullen zien. Maar waar komen deze twee dan wèl vandaan, want al telt men hun perioden in milliarden jaren, ze vallen toch ook uiteen. Men kan toch niet aannemen, dat er billioenen jaren geleden zooveel meer van deze elementen in het heelal was dan nu, want

dan moest ons zonnestelsel b.v. bijna geheel bestaan uit lood, hun beider eindproduct. En was er niet zooveel meer Ur en Th dan nu, b.v. evenveel als er nu is plus het gewicht aan lood, dat tegenwoordig aanwezig is, dan was thans practisch alles uiteen gevallen. De eenige aannemelijke oplossing is, dat elementen, behalve uiteenvallen, onder bepaalde conditie's ook opgebouwd kunnen worden. De oplossing van dit probleem zal misschien eens de bepaling van den absoluten ouderdom van ons zonnestelsel in het algemeen en van de aarde in het bijzonder, mogelijk maken.

Tenslotte zij gewezen op het bestaan van isotope elementen, elementen die in atoomgewicht verschillen, doch in chemisch opzicht absoluut identiek zijn. [1]) Het atoomgewicht van RaG, het eindproduct der Ra-reeks, is 206.0. Dat van het ThD, het eindproduct van de Th-reeks, 208.0, dat van het gewone lood 207.1. Dit is wellicht een mengsel der beide andere. Ook gedragen zich RaB, RaD, ThB en AcB chemisch geheel als lood. Dergelijke „pleiaden" van isotope elementen zijn tegenwoordig legio bekend. Ik noem hier alleen maar die van Ra, Th, Po, Ac, Ce, Pb, Ne en Hg.

Beschouwen we nu de α-stralen nader. We weten dat deze α-stralen meer dan 99% der uitgezonden energie van het Ra met al zijn afstammelingen, vertegenwoordigen. Hun doordringingsvermogen is zeer gering en de snelheid $\pm$ $^1/_{20}$ van die van het licht. Ons doel is thans de wetten die de α-stralen beheerschen, te onderzoeken.

Rutherford formuleerde de absorptie der β- en γ-stralen reeds in 1901 in de vergelijking $I = I_0\ e^{-\lambda d}$; hierin is I_0 de aanvangsitensiteit en d de dikte van het absorbeerend medium, terwijl de constante λ voornamelijk van het atoomgewicht van het medium afhangt; het is dus dezelfde wet als geldt voor de absorptie van het licht. Ook voor de α-stralen vond hij deze wet vrijwel bevestigd. Wel was b.v. in lucht op een afstand van $\pm$ 7 c.M. van de stralende stof het ionisatievermogen vrijwel plotseling $= 0$ geworden, maar

---

[1]) F. N. Aston. Isotopes.
K. Fajans, Radioaktivität. Sammlung Vieweg Nr. 45.

dit verklaarde hij, doordat het α-deeltje daar twee electronen tot zich trok en in een onschadelijk heliumatoom veranderde.

Dit was een voldoende verklaring. De exponentiëele wet, welke slechts in eerste benadering geldt als de stralende stof (b.v. gepoederd U-erts) een dikke laag vormt, heeft echter het vinden van de eigenlijke absorptiewet der α-straling wel eenige jaren vertraagd. Pas in 1904 toonden Bragg en Kleeman aan, dat de absorptie-verschijnselen niet met de gebruikelijke hypothese te verklaren waren; kort daarna gaf Rutherford de volledige beschrijving van het verschijnsel in zijn beroemde theorie van den atoombouw. We volgen hieronder eenige van zijn beschouwingen.

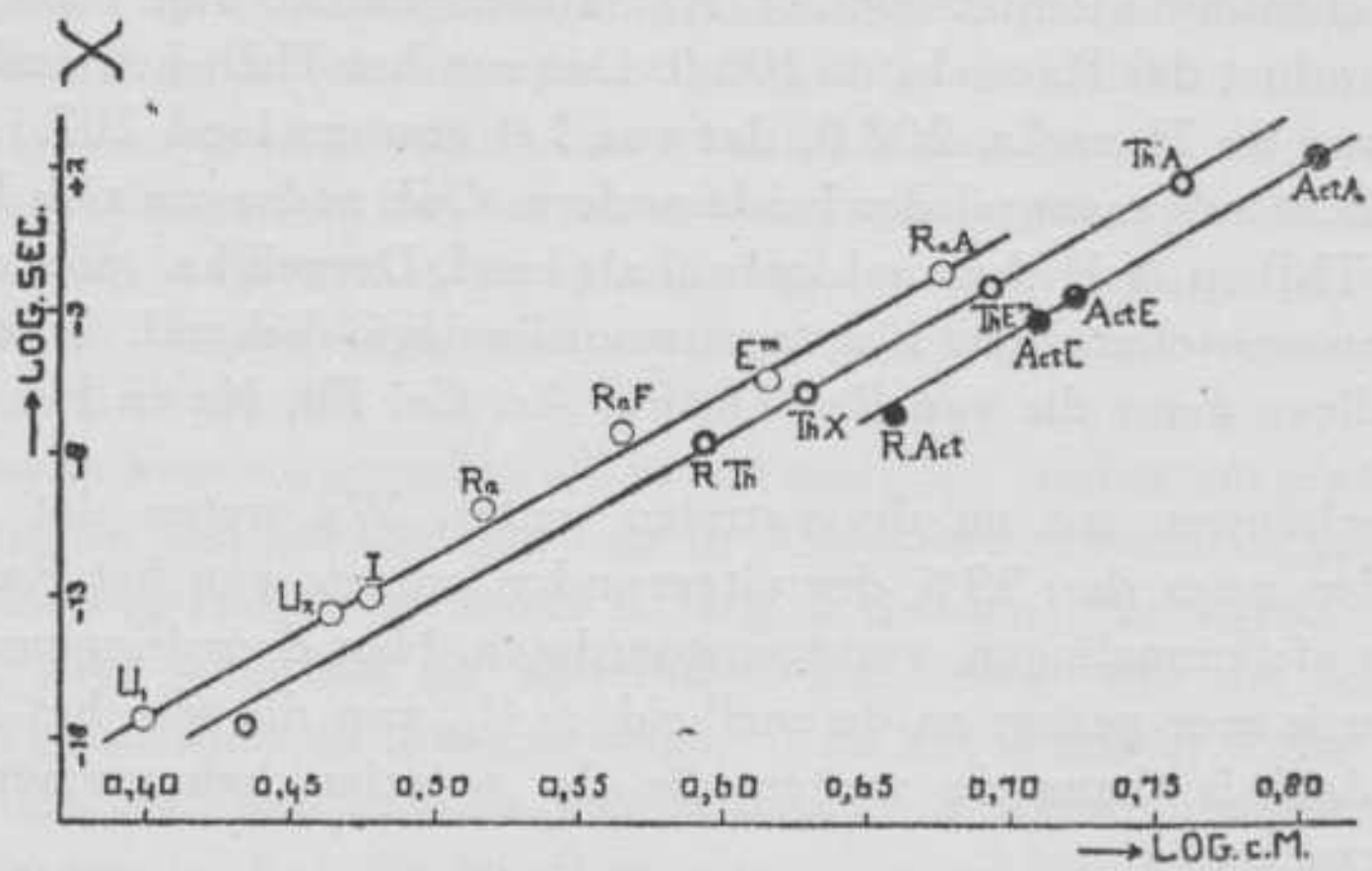


Fig. 4.

Het α-deeltje verlaat het explodeerende element met een snelheid v_0, die voor ieder element constant is. Deze aanvangssnelheid hangt op de een of andere, vrijwel geheel onbekende wijze, samen met de desintegratie-periode van het element dat ze uitzendt: Geiger en Nuttal plaatsen op de absis-as van een rechthoekig coördinatenstelsel de logarithmen van v_0 (fig. 4), op de ordinaat-as zetten ze de logarithmen van L af. Dit doen ze voor alle elementen die α-deeltjes uitzenden. De punten blijken voor elke reeks op een rechte te liggen, de drie rechten zijn evenwijdig; er moet dus een betrekking bestaan:

$$\log L = a + b \log v_0;$$

$$L = c v_0^b,$$

of $$v_0 = f(L).$$

Zoo zien we in onze tabel dat in de Ra-reeks de stralen van U1, dat het langste leven heeft, het langzaamste zijn: $1{,}4 \times 10^9$ c.M./sec., en die van RaC, dat zeer kort bestaat, ook het snelst starten, $v_0 = 1{,}92 \times 10^9$ c.M./sec. In het luchtledige is de snelheid rechtlijnig en eenparig; in lucht, in blaadjes metaal enz., die men op zijn weg kan plaatsen, wordt het α-deeltje gehinderd door de atomen der materie. Deze atomen van het medium zijn milliarden in getal, toch is de een van de ander, als we hun middellijn als eenheid nemen, nog ontzaggelijk ver verwijderd. Het α-deeltje is als een meteoor, die door de hemelruimte vliegt, de atomen zijn de sterren. Maar deze sterren blijken zelf nog complex te wezen. Electronen (tot 80 en 90 toe) wentelen zich als planeten om de positieve kern, welker middellijn nog wel 100.000 maal kleiner is dan die van het geheele atoom. Onze atoom-sterren zijn dus wel ware zonnestelsels. Een α-deeltje zelf heeft geen planeet-electronen, het is een naakte positieve kern en is zelf dus fabelachtig klein. Milliarden atomen kan het dan ook voorbijsnellen, waar het op een enormen afstand vandaan blijft; maar komt het eens in de buurt van een atoom, dan kan het zich er vlak langs bewegen of er doorheen gaan en richt in die samenleving een groote katastrophe aan; door zijn dubbele positieve lading brengt het de electronen, die het nadert, uit hun gewone baan en kan zelfs voorgoed de electronen van het oorspronkelijk atoom losmaken en aldus de materie ioniseeren. Eén α-deeltje afgeschoten door RaC, verwekt $2{,}47 \times 10^5$ ionenparen! Maar het doet dit niet ongestraft. Het uiteenjagen van een positief en negatief geladen deel van een atoom kost energie. Waar komt deze energie vandaan? Wel, het gaat ten koste van het arbeidsvermogen van beweging van het α-deeltje. Bij het ioniseeren van een atoom moet telkens gelijk veel energie afgestaan worden; we kunnen dus onze eerste conclusie opstellen: de ionisatie op ieder punt van de baan van het α-deeltje is evenredig aan de geabsorbeerde energie,

of

$$I = b^1 \frac{-d\,(^1/_2\,mv)^2}{dx} \quad \text{of} \quad I = -b\frac{dv^2}{dx}. \tag{3}$$

Thans moet ik U een tweede conclusie aannemelijk maken. Sterrenkundigen, die zich met storingsproblemen bezig hielden, hebben al voor meer dan 100 jaar het volgende probleem opgelost: hoe zouden de planeten van een zonnestelsel gestoord worden als er een komeet met groote massa dwars door het zonnestelsel heen kwam vliegen? De storingen zullen grooter zijn, naarmate deze komeet zich langzamer beweegt, of de storing zal omgekeerd evenredig zijn aan de snelheid.

C. G. Darwin heeft dit geval nagerekend voor het atoommodel van Rutherford. [1]) In 1913 heeft N. Bohr onder enkele bijzondere aannamen, dit probleem eenvoudiger behandeld. Ik geef van dit betoog alleen de eindconclusies, n.l.: de kans, dat een atoom uiteengerukt wordt tot electron en ion, is grooter, naarmate het α-deeltje zich langzamer beweegt. Of wel voor een groot aantal atomen, waarvoor de wetten der statistiek opgaan:

$$I.\,v = K, \tag{4}$$

waarin K een constante is.

3) geeft ons het verband tusschen I, v en x.

4) geeft ons het verband tusschen I en v alleen.

Zoeken we allereerst het verband tusschen v en x door I te elimineeren.

Uit 4) en 3) volgt dan:

$$\frac{K}{v} = -\,b\,\frac{dv^2}{dx}$$

$$Kdx = -\,b\,\sqrt{(v^2)}\,d\,(v^2)$$

$$Kx = -b_1\,(v^2)^{3/2} + C$$

$$Kx = -\,b_1\,v^3 + C$$

$$v^3 = -\,K_1\,x + C_1,$$

[1]) Phil. Mag. 1911. pag. 669.

of anders geschreven:

$$v^3 = a\,(R - x), \qquad (5)$$

waarin R een constante (fig. 5).

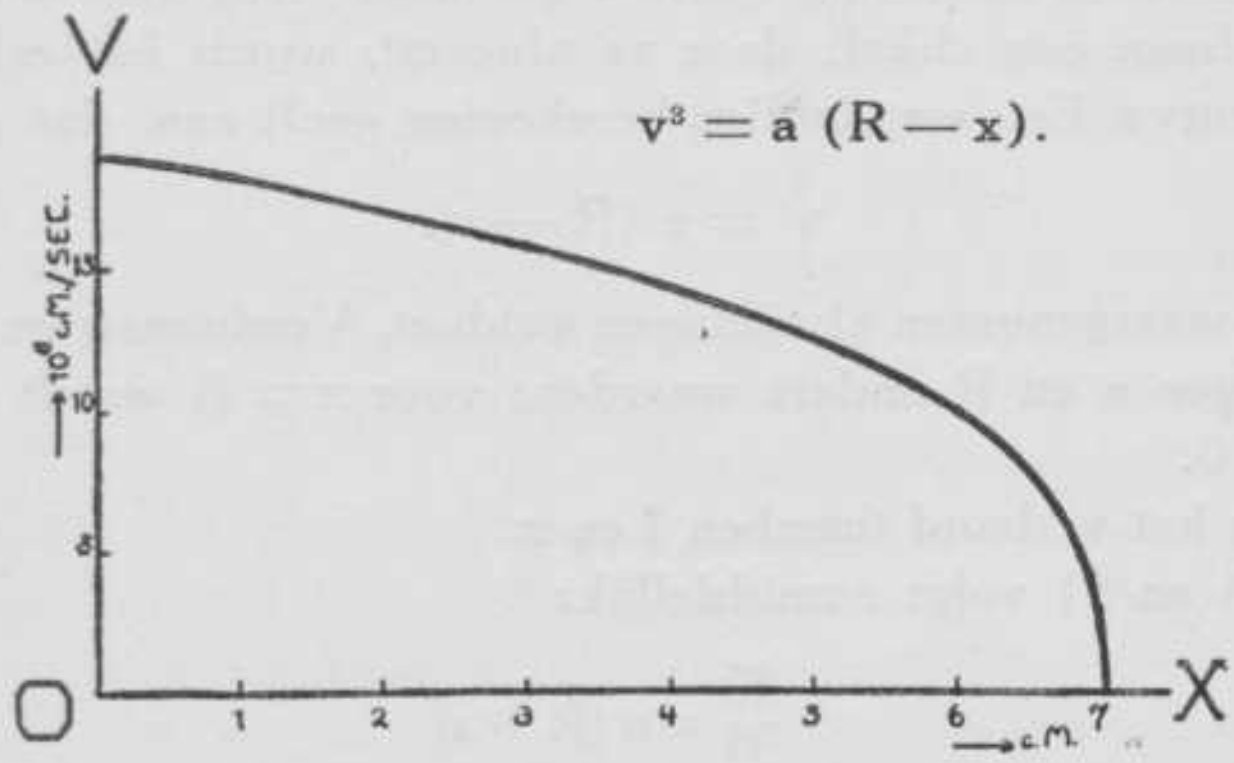


Fig. 5.

Hier hebben we nu de vergelijking die de snelheid van het α-deeltje op ieder punt van zijn baan aangeeft. Deze functie was reeds door Geiger, te Weenen, gevonden langs den weg van het experiment. [2]) De proef is als volgt: we moeten ten eerste een stroom van α-deeltjes hebben, die alle gelijke beginsnelheid bezitten. Het gemakkelijkst is hiervoor polonium, dat onder uitzending van α-deeltjes alléén, tot lood overgaat en waarbij dus geen complicatie's optreden. Het polonium, na verwant aan bismuth, laat zich van de andere elementen zeer gemakkelijk scheiden door het electrolytisch b.v. op een platinadraadje, neer te slaan. — We laten nu de stralen door een paar nauwe spleten gaan en hebben zoo een bundel verkregen, die weinig divergeert. De bundel treft een schermpje met ZnS bedekt. Dit licht op bij ieder α-deeltje dat het treft; waar de bundel het schermpje treft zien we dus een voortdurend lichtend punt. Nu plaatsen we den bundel tusschen de polen van een sterken electromagneet: hij gaat zich krommen en de lichtstip op het schermpje verplaatst zich. Zij wordt iets grooter en minder scherp van rand, een bewijs dat alle α-deeltjes niet precies

[2]) Proc. Royal Soc. 1910, pag. 506.

even snel zich bewogen, het verschil in snelheid is evenwel gering. Door nu het schermpje op verschillende afstanden te plaatsen en telkens nauwkeurig de verplaatsing van het lichtstipje te meten, kan de baan in teekening worden gebracht. Was v constant, dan was de baan een cirkel; daar ze afneemt, wordt het echter een andere curve. Een eenvoudige berekening geeft aan, dat

$$v^3 = a\,(R - x)$$

aan alle waargenomen afwijkingen voldoet. Verdunnen we het gas, dan krijgen a en R andere waarden; voor $x = R$ wordt de snelheid $= 0$.

Thans het verband tusschen I en x.

Uit 4) en 5) volgt onmiddellijk:

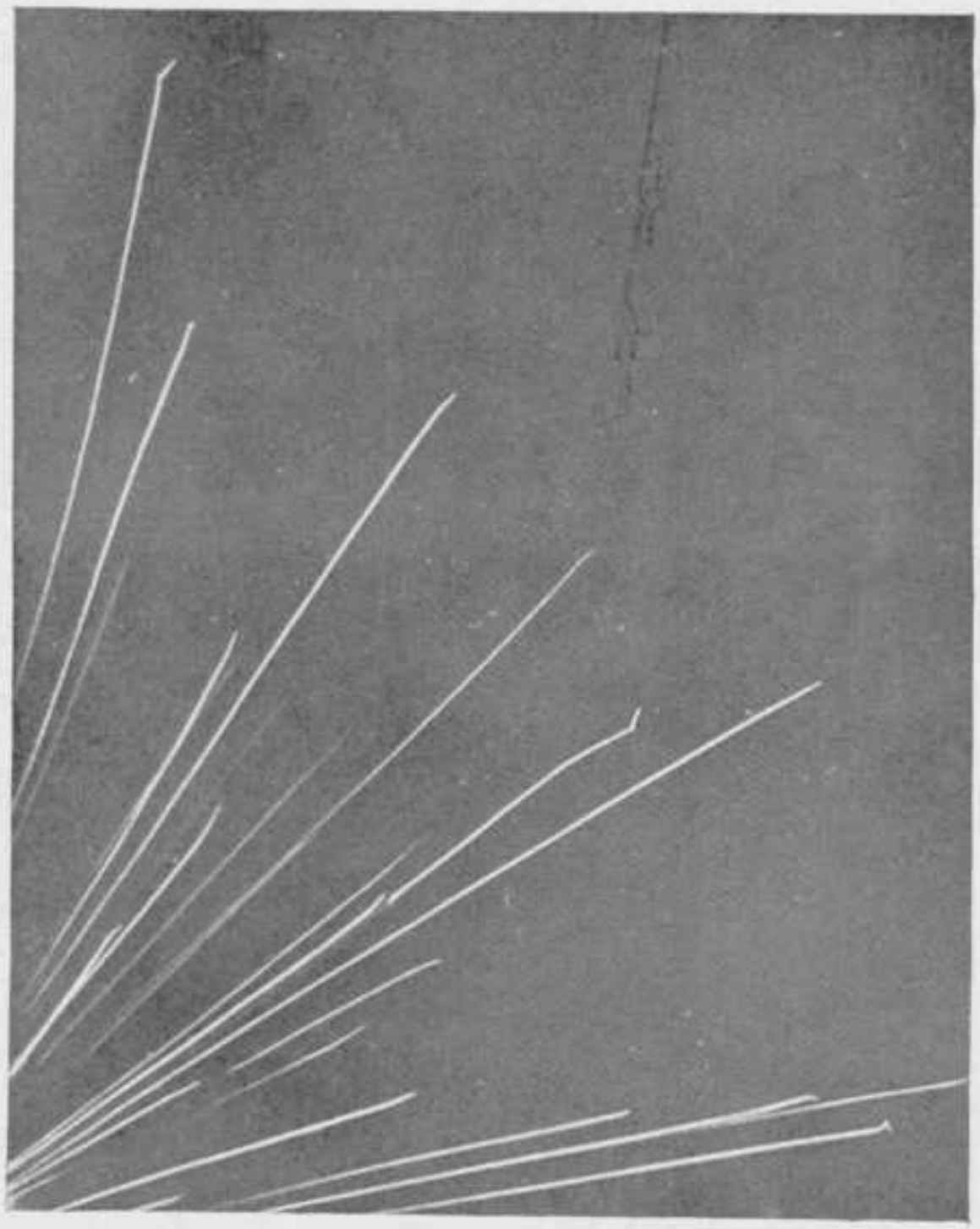
$$\frac{K}{I^3} = a\,(R - x)$$

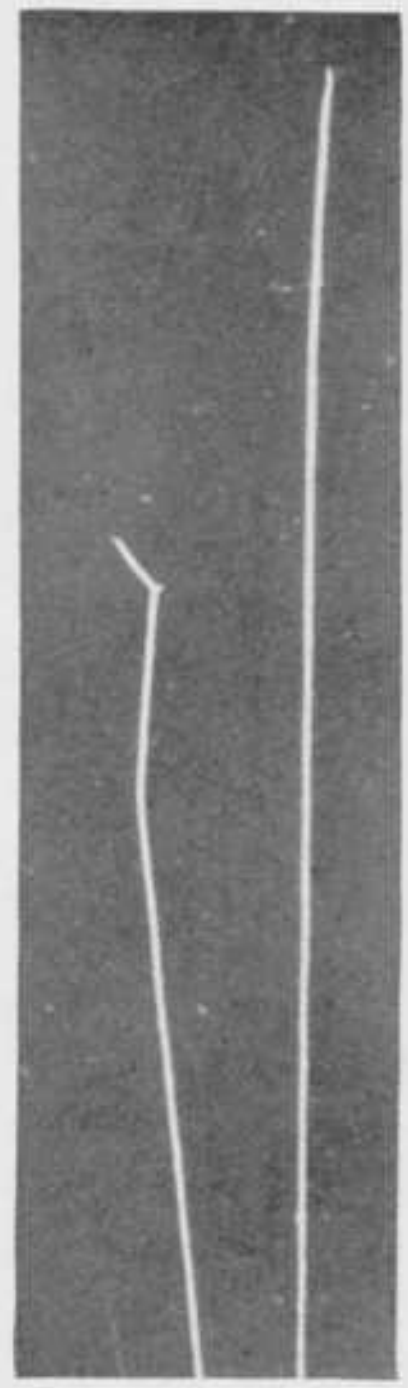
$$I^3 = \frac{b'}{R - x} \qquad (b' \text{ constant}). \qquad (6)$$

Deze vergelijking geeft aan hoe groot de ionisatie op ieder punt is, en kan eveneens geverifieerd worden. Men kan n.l. op ieder punt der baan de ionisatie vaststellen door den bundel tusschen de electroden door te zenden, en van de eene electrode slechts een klein deel te gebruiken. Onze vergelijking (6), graphisch voorgesteld in fig. 6, doet zien, dat de ionisatie toeneemt naarmate we van onze stralingsbron afgaan, en niet, zooals Rutherford dacht, afnam volgens de wet

$$I = I_0\, e^{-\lambda d}.$$

Gebruikt men een hooge spanning tusschen de electroden, en concentreert men de stralende massa in een zeer klein punt of een zeer dunne laag (b.v. electrolytisch neergeslagen Po), dan ziet men werkelijk een snelle toename van het ioniseerend vermogen van den straal. Heeft men echter een dikke laag stralend materiaal, dan bederven de stralen, die uit de diepere deelen der stof komen, geheel het effect van die welke door de oppervlakte worden uitgezonden.





Nu wordt voor $x = R$, $I = \infty$. Is dit echter waar, m.a.w. is b′ misschien niet geheel een constante maar nog afhankelijk van x? — We hebben gezien, dat als het α-deeltje door de buitenste electronenringen van het atoom vliegt, het kans heeft het atoom te ioniseeren.

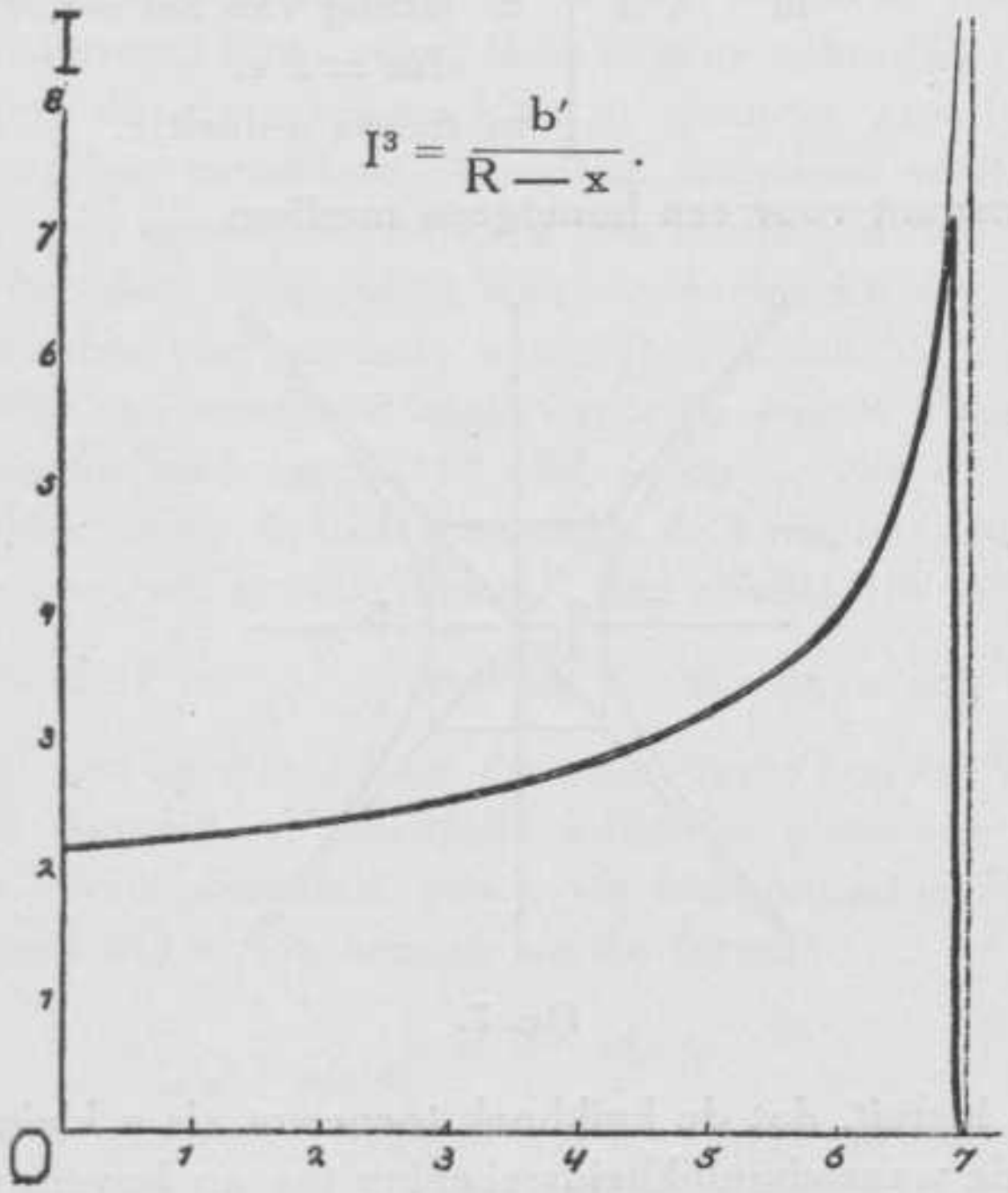


Fig. 6.

Wat gebeurt er echter als het dicht langs het atoom passeert? De +kern en het positieve α-deeltje stooten elkaar af, laten we aannemen, volgens de wet van Coulomb: de baan wordt een hyperbool (fig. 7). Voor ons lijkt het, of het α-deeltje langs de eene asymptoot aan komt stuiven en na een knik langs de andere weer weg vliegt. Het verschijnsel heet dan ook de knik van de baan van het α-deeltje, in het Engelsch „the scattering of the ray". Als de constantes bekend zijn, is het moeilijk om aan te toonen, dat de knikhoek alleen afhangt van den afstand d waarop het

α-deeltje de kern zou passeeren, als er geen afstootende kracht was, en van de snelheid van het deeltje v.

$$\operatorname{tg} {}^1/_2\, \varphi = \frac{NeE}{m} \cdot \frac{1}{v^2 d}$$

N atoomnummer = $\pm\, {}^1/_2$ atoomgewicht,
e lading van 1 electron,
E lading van het α-deeltje dus = 2 e,
m massa α-deeltje.

$\frac{NeE}{m}$ is constant voor een homogeen medium.

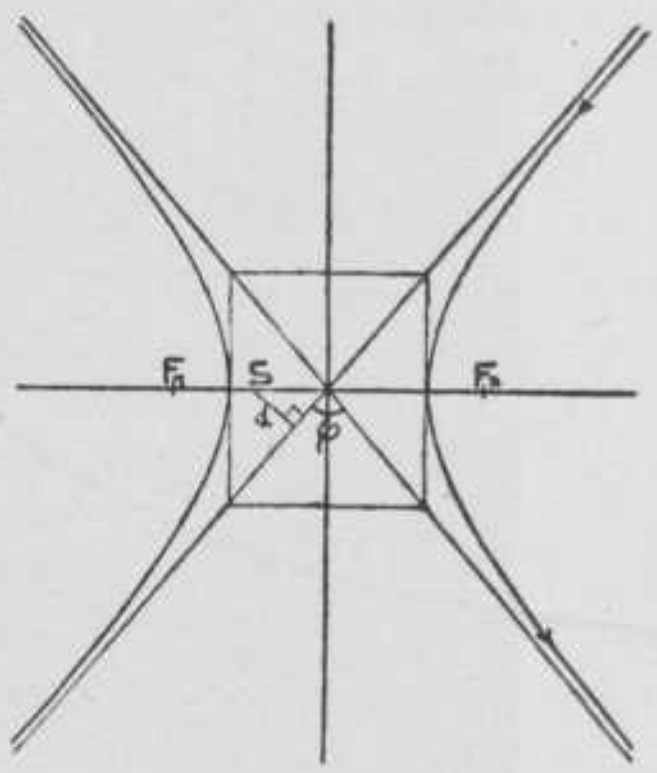


Fig. 7.

We zien hieruit, dat de knikhoek toeneemt als v kleiner wordt. Past men de waarschijnlijkheidsrekening toe op bovenstaand verband, dan volgt de betrekking:

$$d^2 P = Q\, n \left(\frac{NeE}{m}\right)^2 \cdot \frac{dx \,.\, d\,O}{4\, r^2\, v^4 \sin^4 {}^1/_2\, \varphi}\,.$$

d^2P is het aantal deeltjes over een stukje dx der baan, dat per sec. onder een hoek φ uit de baan wordt gebracht, en dat daar het deel dO van het scherm treft, dat zich op een afstand r van het punt waar de knik plaats greep, bevindt. Q is het aantal deeltjes dat per sec. aan dit punt voorbij vliegt; n het aantal atomen per c.M^3. medium, door de straling doorloopen.

Deze formule is zoo aardig, omdat er geen enkele evenredigheidsconstante in voorkomt, en alle grootheden meetbaar zijn. Zoowel quantitatief als qualitatief doorstaat de formule glansrijk de vuurproef. [1]) α-deeltjes b.v. kunnen zeer goed onder hoeken van $\pm$ 180° geknikt worden, en dus terug gestuurd worden, al neemt de kans, zooals we zien, af met de 4e macht van sin $^1/_2\ \varphi$. Bij dergelijke groote knikhoeken is de botsing natuurlijk zeer hevig. U weet allen, dat de positieve kern in sommige gevallen, als bij stikstof, phosphor en andere elementen, uit elkaar wordt geschoten. — We zien tevens dat de kans, om onder een bepaalde $\angle\ \varphi$ geknikt te worden, vermindert met de 4e macht van v. Bij de groote snelheden van de orde van 10^9 c.M./sec., is de kans op knikking over een meetbare hoek werkelijk enorm klein. B.v. bij een aanvangssnelheid van 2.10^9 c.M. is op $^7/_8$ van de baan (de snelheid is hier tot op de helft gedaald), de kans, dat een α-deeltje knikt over een hoek grooter dan 5°, nog slechts $1{,}6 \times 10^{-33}$! De ionisatieformule $I^3 = \frac{b'}{R-x}$ gaat op $^7/_8$ der baan nog volkomen door. Heeft het deeltje echter dit punt overschreden, dan daalt de snelheid spoedig en wordt de knikkans plotseling zeer snel grooter. — Door eliminatie van v uit bovenstaande formule en integratie naar dO en dx krijgen we de formule:

$$Q = Q_0\ e^{K\left\{R^{-1/3} - (R-x)^{-1/3}\right\}}.$$

Hierin is Q_0 het aantal deeltjes per sec. door het stralende punt uitgezonden en Q het aantal deeltjes, dat op een afstand x van het stralende punt nog ongeknikt over is. De graphische voorstelling laat ons zeer duidelijk zien, dat het aantal deeltjes eerst nagenoeg constant blijft, om dan plotseling op het einde der baan tot 0 te dalen (fig. 8).

Proeven van Wilson maken den knik der α-deeltjes direct zichtbaar. Hij maakt gebruik van de eigenschap, dat de ionen waterdamp in onverzadigden toestand onmiddellijk om zich heen doen condenseeren. Laat men nu α-deeltjes in gering aantal vliegen

---

[1]) Phil. Mag. 1913 pg. 604.

door met waterdamp verzadigde lucht, en zet door b.v. plotseling aan een zuiger te trekken, het volume der lucht uit, dan wordt de lucht door de kleine afkoeling oververzadigd en teekenen zich de banen der α-deeltjes als fijne miststrepen af (plaat I).

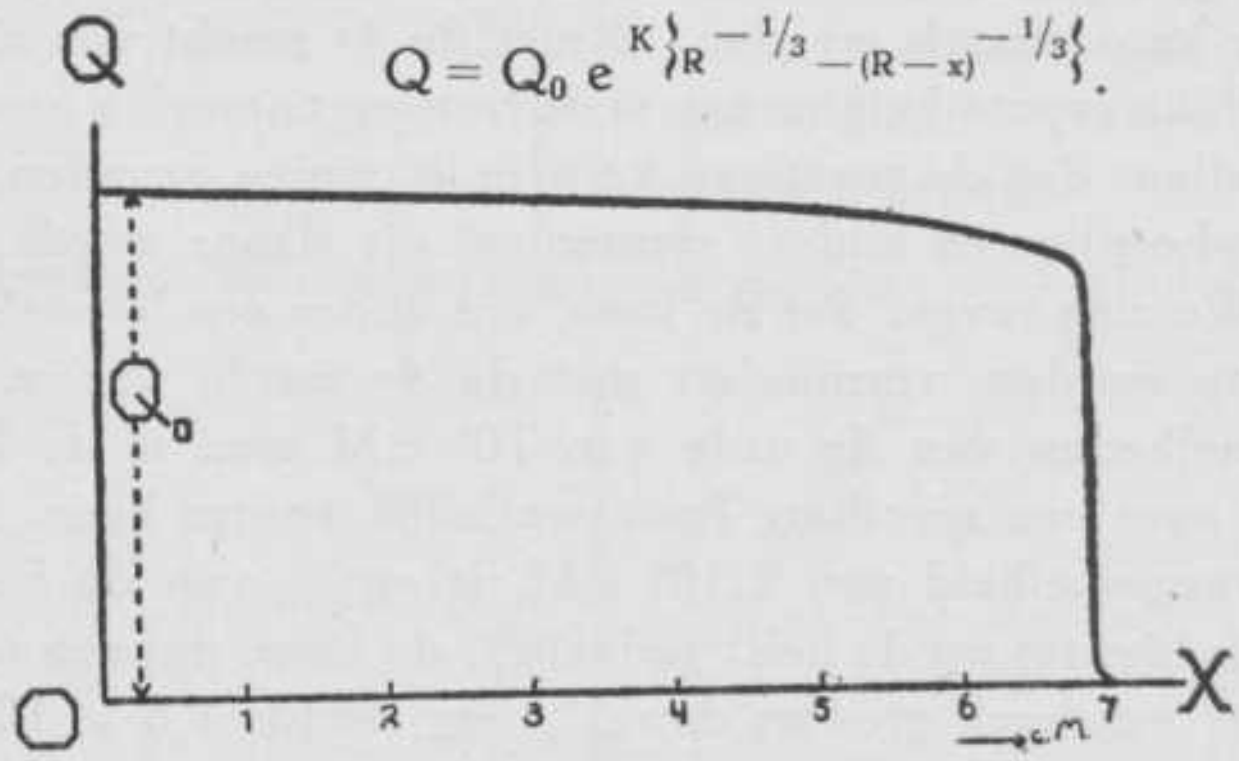


Fig. 8.

Van 1 deeltje was het ioniseerend vermogen:

$$I = \frac{b''}{(R-x)^{1/3}}.$$

Voor Q-deeltjes:

$$\frac{Q\, b''}{(R-x)^{1/3}},$$

of wel in verband met bovenstaande formule:

$$I = Q_0\, b''\, (R-x)^{-1/3} \,.\, e^{K\{R^{-1/3} - (R-x)^{-1/3}\}}. \qquad (7)$$

Voor $x = R$ wordt I dus niet ∞ (blz. 140), maar $= 0$, het product heeft de waarde $0 \times \infty = 0$ (regel van l'Hôpital). — De kromme heeft een maximum bij $x = R - K^3$, dat is, daar K zeer klein blijkt te zijn, vlak bij het eindpunt. De kromme zal ons straks de verklaring van het ontstaan der veldjes geven (verg. fig. 10).

Na den afstand R doorloopen te hebben, verliezen dus de α-deeltjes hun snelheid, knikken ongeveer alle, en de ionisatie zinkt van maximum plotseling op 0. De deeltjes nemen na het

knikken spoedig twee electronen tot zich en gedragen zich weder als gewone gasmoleculen. Deze R nu heet in het Engelsch „the range", wij zullen haar werkingsstraal noemen.

$$(5): \qquad v^3 = a\,(R - x)\,,$$

hieruit volgt voor $x = 0$: $v^3 = aR$ en

$$R = \frac{v_0^{\,3}}{a}\,;$$

of de werkingsstraal is evenredig met de 3e macht van de aanvangssnelheid v_0.

We zien dus $R = \varphi\,(v_0)$ en daar $v_0 = f\,(L)$ (blz. 137), kunnen we zeggen $R = \varphi\,(v_0) = \psi\,(L)$. [1])

Behalve van v_0 hangt R nog af van a; deze a hangt natuurlijk van het medium af. Hoe grooter a, hoe kleiner R; a kunnen we dus zeer geschikt het remmend vermogen van het medium noemen. Uit onze voorgaande redeneering volgt ten duidelijkste, dat de temperatuur van het medium a niet kan beïnvloeden. De warmtebeweging is daarvoor in vergelijking met v_0 veel te klein. Ook de chemische binding is van geen invloed, we behoeven slechts atomen te beschouwen.

De R is ook naar alle richtingen even groot, invariant met de richting, en de werkingsspheer een zuivere bol, ook bij dubbelbrekende gekristalliseerde stoffen, want overal is de tralie-afstand omgekeerd evenredig aan de dichtheid waarmede de tralie-vlakken met atomen bezet zijn; van secundaire factoren, die den bolvorm beïnvloeden, wordt hier afgezien. [2])

Naar alle richtingen heeft het α-deeltje dus een gelijke kans om een atoom te ontmoeten, dat het kan ioniseeren. Het is dan ook door Bragg's proeven gebleken dat het remmend vermogen evenredig is met het aantal atomen per $c.M^3$. Tevens is de a evenredig met den wortel van het atoomgewicht:

---

[1]) Bragg and Kleeman, Phil. Mag., 1904, pg. 726.
Bragg and Kleeman, Phil. Mag., 1905, pg. 381.
Bragg and Kleeman, Phil. Mag., 1906, pg. 466.

[2]) Heil. Ann. der Phys., 1920, p. 201.

$$R = \frac{v_0^3}{a} = \frac{p v_0^3}{n \sqrt{A}};$$

p = evenredigheidsconstante van de grootte 15×10^{-9};
n = aantal atomen;
voor lucht $n = 2.\ 2{,}7075 \times 10^{19}$; $\sqrt{A} = 3.79$ en $a = 1{,}1 \times 10^{27}$.

Nu is het soortelijk gewicht van een stof $d = n\ .\ A$, of $n = \frac{d}{A}$; dit geeft ingevuld:

$$R = p \frac{\sqrt{A}\ v_0^3}{d}.$$

Voor twee verschillende media krijgen we, als we dezelfde stralingsbron gebruiken:

$$\frac{R_1\, d_1}{\sqrt{A_1}} = \frac{R_2\, d_2}{\sqrt{A_2}} \quad \text{en} \quad R_1 = \frac{\sqrt{A_1}}{d_1} \left(\frac{d_2}{\sqrt{A_2}}\right) \times R_2.$$

Hebben we media, uit verschillende atoomsoorten opgebouwd, dan moeten we het gemiddelde atoomgewicht der stof nemen.

Men is gewoon om alle werkingsstralen R te vergelijken met die in lucht. Nu is: $\frac{d}{\sqrt{A}}$ van lucht $= 0{,}000341$;

dus algemeen

$$R = \frac{\sqrt{A}}{d}\ 0{,}000341\ R_{\text{lucht}}.$$

Voor kwarts verloopt de berekening a.v.:

$$A_{SiO_2} = (28{,}3 + 2{,}16) : 3 = 20{,}1.$$

$$\sqrt{A} = 4{,}5;\ d = 2{,}65;\ \text{dus}$$

$$R = \frac{4{,}5}{2{,}65}\ .\ 0{,}000341\ .\ 6{,}60 = 0{,}004 \text{ c.M.} = 0{,}04 \text{ m.M.}$$

In tabellen 2 zijn alle radioactieve elementen, die α-deeltjes uitzenden, vereenigd, met de waarden voor R_{lucht} en R_{glimmer}.

TABELLEN 2.

	R_{lucht} c.M.	$R_{glimmer}$ m.M.
Uraan 1	2.53	0.0137
Uraan 2	2.91	0.0118
Ionium	3.03	0.0141
Radium	3.21	0.0156
Emanatie	3.91	0.0196
Ra A	4.48	0.0224
Ra C	6.60	0.0330
Ra F	3.72	0.0177

	R_{lucht} c.M.	$R_{glimmer}$ m.M.
Thorium	2.75	0.013
Radio Th.	3.81	0.019
Th. X	4.13	0.020
Emanatie	4.80	0.023
Th A	5.39	0.026
Th C_1	4.53	0.022
Th C_2	8.17	0.040

	R_{lucht} c.M.
Protactinium	3.48
Radio Act.	4.43
Act. X	4.14
Emanatie	5.49
Act. A	6.24
Act. C	5.22
Act. C′	(6.1)

Hebben we een kwartsplaatje van $^4/_{100}$ m.M. dikte en leggen we daarop een korreltje van een radiumzout, dan kan er nooit een α-deeltje doorheen dringen: stralen van andere desintegratie-producten dan RaC zijn alle minder snel. De α-straling wordt volkomen tegengehouden, en op een onderliggende photographische plaat kunnen alleen β- en γ-stralen inwerken.

Wat gebeurt er nu als we een korreltje radioactieve stof, dat in evenwicht is met al zijn desintegratie-producten, met den electrometer onderzoeken? Dan zenden alle elementen van uraan tot RaF α-stralen uit, die elkaar superponeeren. Telkens bereikt de ionisatie een maximum bij afstanden die met de verschillende R's overeenkomen. De allereerste proef van Bragg en Kleeman in 1904 had betrekking op het onderzoek van de ionisatie van een Ra-zout,

men verkreeg de curve van fig. 9; de verklaring is op het oogenblik gemakkelijk. De verschillende ionisatie-curven van fig. 6 zijn eenvoudig op elkaar gesuperponeerd, en de maxima in de verschillende deelen der kromme verraden nog haar bouw. In 1904

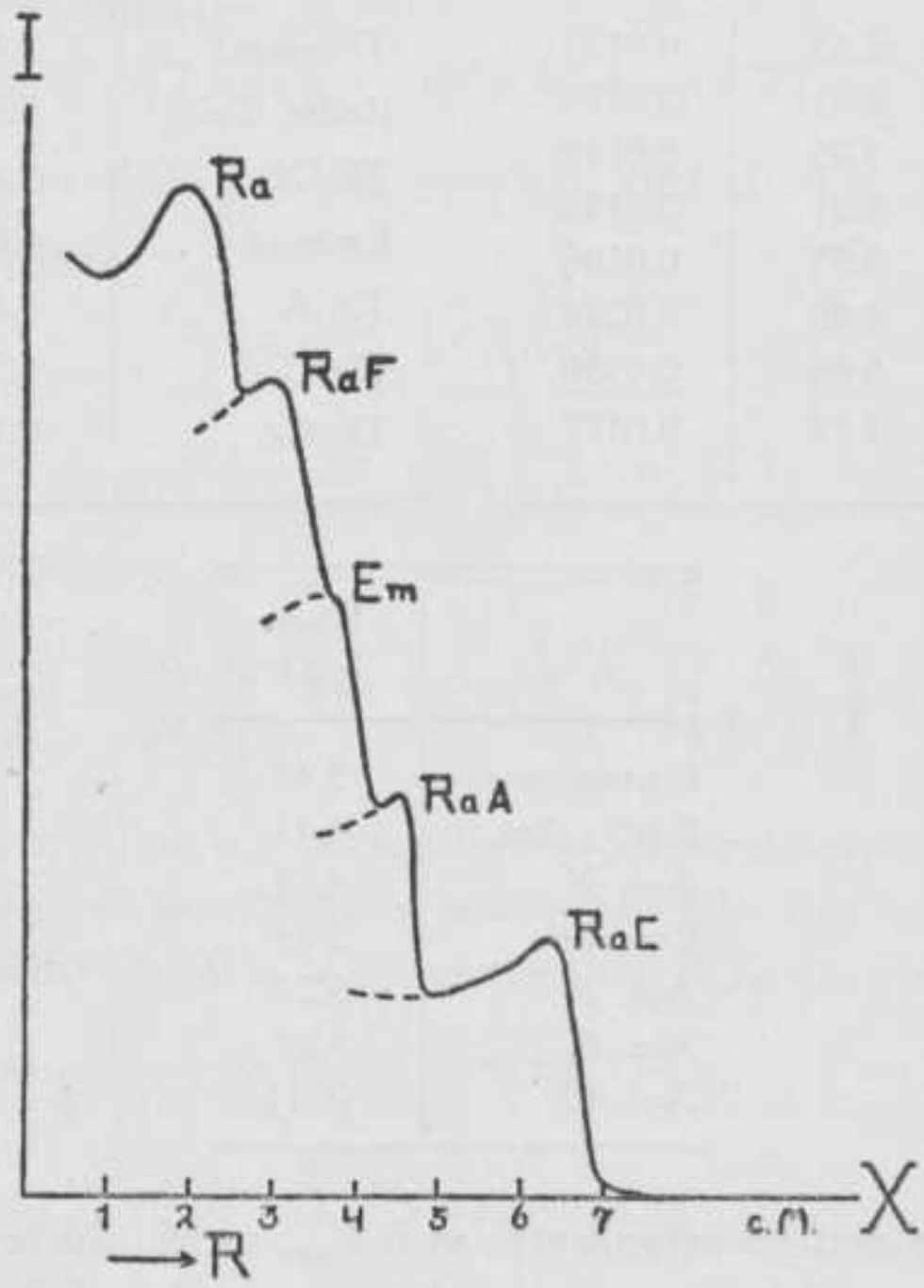


Fig. 9.

echter, toen de desintegratie-theorie nog nauwelijks bekend was, moest deze golvende kromme aan de onderzoekers wel zeer raadselachtig voorkomen.

Al het voorgaande had betrekking op een bundel evenwijdig voortvliegende α-deeltjes. In werkelijkheid divergeeren de stralen. Het aantal deeltjes, dat door de eenheid van volume zich per sec. beweegt, is dan omgekeerd evenredig met het quadraat van x, den afstand tot het stralende korreltje. Bleef de ionisatie overal langs de baan constant, dan nam deze af, zooals de intensiteit van licht, dat van een puntvormige bron uitstraalt. We moeten, als we een

stralend korreltje in het oog vatten, onze formule dus a.v. wijzigen: voor

$$I = \frac{b''}{\sqrt[3]{R - x}} \text{ komt } I = \frac{b_2}{x^2 \sqrt[3]{R - x)}},$$

en voor:

$$(7)\ I = Q_0 b'' \frac{e^{K \left\{ R^{-1/3} - (R - x)^{-1/3} \right\}}}{(R - x)^{1/3}} \quad I = Q_0 b_2 \frac{e^{K \left\{ R^{-1/3} - (R - x)^{-1/3} \right\}}}{x^2 (R - x)^{1/3}} \quad (7\ I)$$

welke laatste kromme in fig. 10 is afgebeeld.

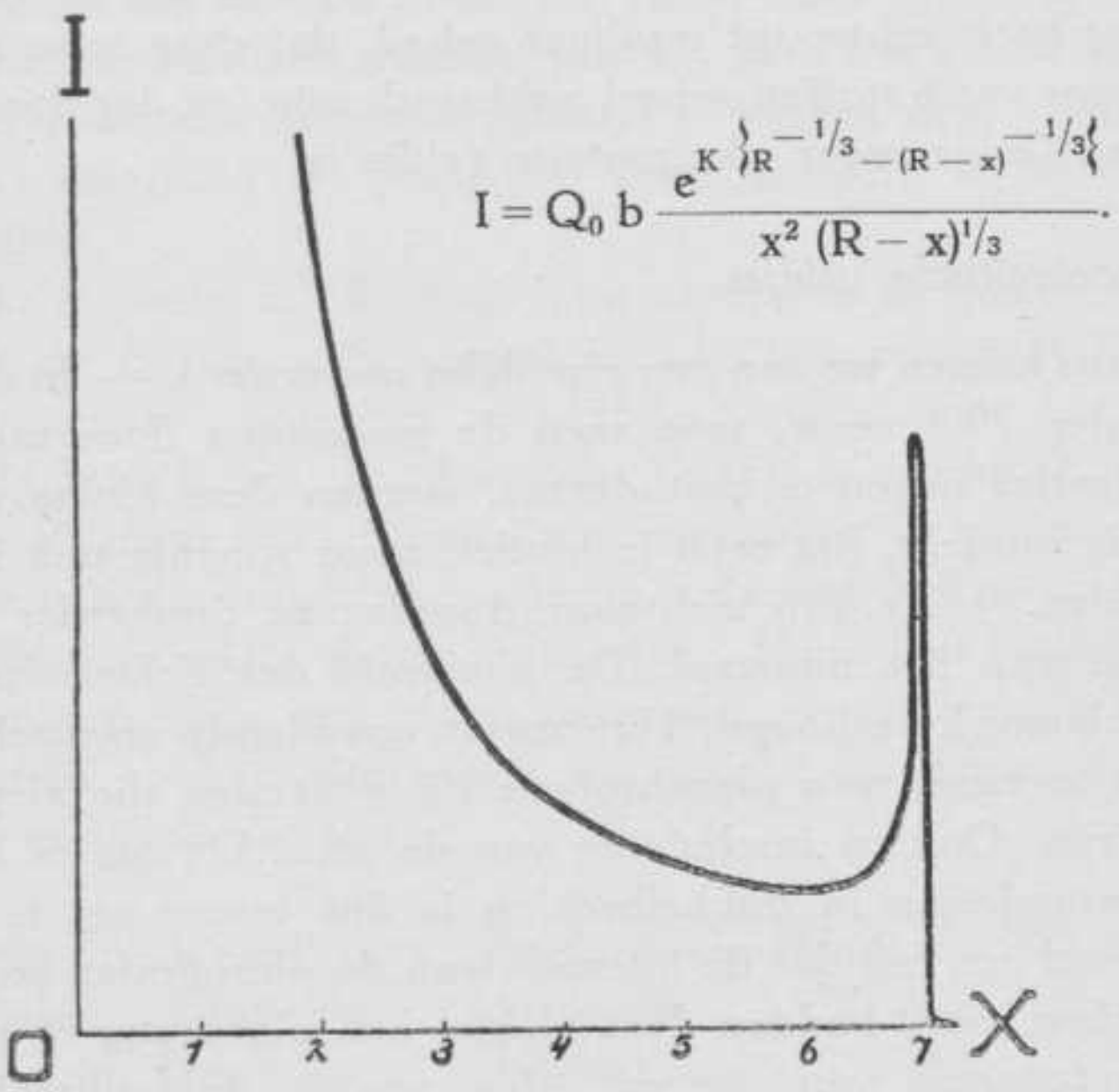


Fig. 10.

Bij een serie stralende elementen worden dergelijke krommen weer gesuperponeerd. Vlak bij het korreltje is I ∞ groot, in de praktijk zeer groot; dan daalt zij voor ieder der krommen tot een minimum, om daarna een steil maximum te geven en snel tot 0 te dalen.

De ionisatie in gassen is in de ionisatiekamer na te gaan. Hoe verloopt het proces echter in vaste stoffen? De α-deeltjes worden ook hier geremd. Wordt de energie, hierdoor afgegeven aan de materie, ook voor ionisatie gebruikt? Dit is niet noodzakelijk en heeft er inderdaad ionisatie plaats, dan zouden hier nog wel andere wetten dan in gassen kunnen heerschen. De voorgaande formules, gebaseerd op de twee aannamen:

$$I.v = \text{const. en } I = -b\,\frac{dv^2}{dx},$$

waren dan niet meer geldig. — Het onderzoek der pleochroïtische veldjes heeft echter tot resultaat gehad, dat deze twee aannamen ook voor vaste stoffen geheel voldoende zijn, en dat dus de kromme van Geiger voor elke materie geldig is.

Pleochroïtische veldjes.

Thans komen we aan ons eigenlijke onderwerp. — In de tweede helft der 19de eeuw, toen men de gesteenten door middel van slijpplaatjes begon te bestudeeren, werden deze kleine vlekjes al spoedig ontdekt, het eerst in biotiet, maar spoedig ook in andere mineralen. [1]) Ze zijn zichtbaar doordat ze donkerder zijn dan de rest van het mineraal. De absorptie der lichtstralen is hier dus belangrijk verhoogd. Hun meest opvallende eigenschap is de groote toename van pleochroïsme bij mineralen die al pleochroïtisch zijn. Ook na inschuiving van de nicol blijven ze zichtbaar, een verandering in dubbelbreking is dus tevens op te merken. Dit is wel een feit dat de interesse van de petrografen sterk moest opwekken, want hadden deze vlekjes hun oorsprong in een plaatselijke toename van pigment, dan zou de dubbelbreking nooit zoo sterk kunnen veranderen. De kleine zonnetjes, ter grootte van enkele honderdsten van millimeters, werden allerbelangrijkste voorwerpjes. Steeds had men gezegd: de optische eigenschappen van een mineraal zijn bij bepaalde temperatuur en druk

---

[1]) Lacroix. Les enclaves des roches volcaniques. Ann. de l'Acad. de Maçon. 1893, X.

constant en hetzelfde geldt voor de dubbelbreking, en nu had men hier plaatselijk in die mineralen gedeelten, die alle theorieën omver dreigden te werpen. Men dacht aan verwering, maar dat is midden in absoluut frissche kristallen toch moeilijk aan te nemen. Men ging ze nader onderzoeken en vond dat er soms in het centrum van het veldje een klein voorwerpje zat, een insluitsel met hooge dubbelbreking. Een enkele maal was dit insluitsel te definieeren als een zirkoonkristalletje, maar meestal was het te klein. De veldjes waren vaak van onregelmatigen vorm, maar als het insluitsel zoo klein was, dat men het nauwelijks meer kon waarnemen, was de omtrek van de halo steeds een cirkel. Men nam aan, dat als men geen spoor van een insluitsel zag, dit toch het veldje veroorzaakt had, maar niet in het slijpplaatje te vinden was, omdat het veldje niet centrisch was gesneden. Deze aanname is naderhand juist gebleken.

Men zocht ijverig in alle mogelijke mineralen en gesteenten en kwam tot de merkwaardige conclusie, dat ze nimmer te vinden waren in tertiaire gesteenten, niet in de bommen van den Eifel, niet in de lava's van de Vesuvius. Dat men werkelijk ijverig gezocht heeft blijkt wel uit onze literatuuropgave. Een beschrijving van concentrische bollen van verschillende tint heb ik vóór het jaar van de ontdekking der radioactiviteit, 1896, niet kunnen vinden, alleen een lijstje van mineralen waarin ze zijn waargenomen, dat sindsdien nooit is uitgebreid; wel een bewijs dat er degelijk werk was verricht. Het zijn:

cordiëriet	biotiet	groene hoornblende	toermalijn.
andalusiet.	muscoviet	aktinoliet	
	lepidoliet	glaucophaan.	
	chloriet		
	ottreliet.		

De voornaamste zijn:

biotiet	(hexagonaal).
cordiëriet	(rhombisch).
hoornblende	(monoklien).

Voorkomende insluitsels:

Zirkoon, rutiel, cassiteriet.
Pleonast.
Topaas, dumortieriet, orthiet, titaniet.
Apatiet.
Ertsen.

De voornaamste hiervan zijn: zirkoon en apatiet, de eenige die veel voorkomen.

Het was in het jaar 1907, dat onze kennis belangrijk vermeerderd werd door Prof. Otto Mügge in Göttingen in de publicatie „Die radioaktivität als Ursache der pleochroïtische Höfe des Cordierit". [1]) Hij redeneerde als volgt. Door radiumstralen treden dikwijls verkleuringen op in glas en mineralen. Het is bekend dat vele gesteenten iets radioactief zijn. Waar deze radioactiviteit vandaan komt weet men nog niet precies, maar volgens de onderzoekingen van Mevrouw Curie zijn alleen thorium en uraan de dragers van de radioactiviteit en zijn andere elementen niet actief. Als ik nu aanneem, dat dit kleine radioactieve gehalte der gesteenten geconcentreerd is in de kernen der pleochroïtische veldjes, dan kan daarmee verklaard worden: 1°. het ontstaan der veldjes, 2°. het feit dat ze in jongere gesteenten niet voorkomen, 3°. de oorsprong der radioactiviteit der gesteenten; want deze kan niet voortvloeien uit de gewone gesteente-mineralen, die Ur- en Th-vrij zijn.

Mügge ontving van een vriend een paar korreltjes $RaBr_2$ en legde ze op plaatjes van cordiëriet, dat zich het gemakkelijkst van de genoemde mineralen liet slijpen en prepareeren. Het resultaat? Na vijf dagen was er al wat te zien en na vijf weken waren er volledige halo's gevormd, die van de natuurlijke niet te onderscheiden waren. Ook de dubbelbreking was tot op de helft verminderd. Hieruit volgt dus:

1ste. door radioactieve mineralen kunnen de optische constanten van een mineraal veranderd worden,

2e. het gehalte aan radioactieve stof in de insluitsels moet fabelachtig klein wezen, want men kreeg met zuiver $RaBr_2$ na vijf weken

---

[1]) Centralblatt für Mineralogie, 1907, pag. 397.

reeds volledige veldjes. Hoe weinig moeten dan wel de zirkoon-insluitsels bevatten, die zich bevinden in de cordiëriet van de uitgeworpen bommen der Eifelvulkanen! Rondom deze zirkoontjes is nog geen spoor van verkleuring waar te nemen, hoewel het mineraal al op zijn minst een millioen jaar oud is.

Een tweede proef was de volgende: Mügge legde op de cordiëriet een plaatje aluminium van een halve m.M. dikte en hierop het $RaBr_2$. Na acht weken was nog geen spoor van verkleuring waar te nemen; toch werkte ditzelfde kristalletje door het plaatje heen reeds in één secunde op een fotografische plaat. Dus volgt hieruit:

3e. Het ontstaan der veldjes is niet het gevolg van de β- en γ-stralen, maar kan met groote waarschijnlijkheid aan de α-stralen worden toegeschreven. Mügge geeft deze 3e conclusie echter onder voorbehoud.

Veel méér heeft de publicatie van 1907 ons niet te vertellen. In 1909 deed Mügge uitgebreider onderzoekingen. We zullen deze hier niet bespreken, ze zijn later nog eens ten deele overgedaan, ten deele verbeterd en uitgebreid door H. Hövermann, zoodat we nu zeer goed op de hoogte zijn van alles wat deze veldjes betreft.

Ik wil de verandering der optische eigenschappen thans uitvoeriger nagaan.

Het is u bekend, hoe stralen bij mineralen kleurveranderingen teweeg kunnen brengen. Reeds zonlicht doet dit, ultraviolette stralen nog meer, kathode-stralen en Röntgenstralen soms zeer snel en krachtig, evenals de radioactieve stralen. Ik meen hier het boekje van Doelter, verschenen in Sammlung Vieweg: „Die Farben der Mineraliën", van 1915. Door bestraling met Ra-preparaten wordt glas violet tot grijs gekleurd al naar zijn chemische samenstelling, kleurlooze veldspaat wordt bruin, steenzout geel, sylvien paars. De meeste edelsteenen veranderen geheel van tint. Kunziet, een violette spodumeen, wordt groen; saffier kleurloos, kortom er is haast geen mineraal of het ondergaat wel eenige verandering en de kleur der edelgesteenten wordt tegenwoordig zelfs voor een groot deel aan radioactieve werking toegeschreven. Al deze kleurveranderingen moeten echter aan β- en γ-stralen worden toegeschreven; ze gaan nooit gepaard met noemenswaardige verandering der opti-

sche constanten. — De werkingsstraal der α-stralen is veel te gering om geheele kristallen te kleuren. De verkleuring door α-stralen beperkt zich in de natuur tot de begrenzingsvlakken van spleten waardoor radioactieve oplossingen hebben gecirculeerd en tot onze veldjes. Daar zirkoon homogeen uraan bevat, gaan hier uit elk punt van het kristal α-stralen uit en kunnen zij het heele kristal verkleuren en het een diep roodbruine tint geven; de zirkoon heeft dan waarde als edelsteen en heet hyacinth. Chemisch zuiver bereide zirkoonaarde, door polonium bestraald, neemt dezelfde bruine kleur aan. We concludeeren dus voorloopig: alleen α-stralen kunnen een verandering brengen in de brekingsindices van een stof.

Mügge maakte kunstmatig veldjes in alle mineralen, waarin ze in de natuur waren aangetroffen en vond dat ze in alle opzichten gelijk waren aan de natuurlijke. Hij onderzocht nog vele andere dan de genoemde mineralen; cordiëriet bleek echter voor α-stralen het gevoeligst.

Nu is het juiste bedrag der verandering van alle optische constanten in veldjes, hetzij natuurlijk, hetzij kunstmatig vervaardigd, niet nauwkeurig te meten, deze zijn hiervoor te klein. Hövermann verrichtte voor eenige mineralen onderzoekingen. [1])

Ie. Cordiëriet. Zie plaat II t.o. blz. 157. Dit is een waterhoudend MgAl-silikaat. Het kristalliseert in rhombische zuilen, vaak verdrielingd volgens prisma, als aragoniet. Het heeft de dubbelbreking en brekingsindex van kwarts, vertoont echter pleochroïsme. Het komt voornamelijk voor in metamorfe gesteenten.

Hövermann had groote kristallen uit den Oeral, sleep hier plaatjes van // aan de drie pinakoïden en $\perp$ op één der optische assen. Hij legde nu een stukje Pt-blik, waarop Po electrolytisch was neergeslagen op het slijpplaatje en liet het 75 dagen liggen.

Langzamerhand kon hij verandering der dubbelbreking waarnemen, deze verminderde regelmatig, tot ze na 40 dagen in het geheel niet meer veranderde: het plaatje raakte blijkbaar over-

---

[1]) Centralblatt für Min. etc., 1909, bl. 65, bl. 113, 147.
Hövermann, Neues Jahrbuch für Min. etc. BB 34, 1912, bl. 321—401.

belicht, de verandering der constanten bleek aan een maximum gebonden.

Hövermann vergeleek nu de eigenschappen met onbestraalde plaatjes van dezelfde vindplaats.

Absorptie. De drie hoofdtrillingsrichtingen hadden de volgende tinten:

	Vóór de bestraling	Na de bestraling	absorptie
// a = c	lichtbruingeel	donker bruingeel	sterk toegenomen
// b = a	donkerblauw	donkerblauw	gelijk
// c = b	lichtblauw	lichtgeel	nagenoeg gelijk.

We zien: de verandering der absorptie betreft in werkelijkheid maar die van één straal: n.l. die, welke niet evenwijdig loopt aan de kristallographische c-as. De geheele kleursverandering en verandering der absorptie is toe te schrijven (dit blijkt uit het absorptie-spectrum) aan het feit, dat het blauwe en violette licht in deze richting veel en veel sterker geabsorbeerd worden dan vóór de bestraling. Wat zijn de gevolgen hiervan? Wel, dat in plaatjes // aan de basis, dus plaatjes ⊥ op de c-as, waarin lichttrillingen // c dus uitgesloten zijn, geen of weinig onderscheid is vóór en na de bestraling, maar dat dit het sterkst is // het vlak (100), tevens het assenvlak. Het komt duidelijk uit in het volgende schema:

		Vóór de bestraling	Na de bestraling
kleur van de vlakken in gewoon licht.	// (100)	lichtblauwgeel	donker warmgeel, iets roodachtig
	// (010)	bruingeel	spoortje donkerder
	// (001)	donkerblauw	donkerblauw.

De conclusie, die Mügge al maakte, is: in plaatjes // (100) zullen veldjes duidelijk en scherp te zien zijn, in die // (001) zijn ze echter geheel onzichtbaar. Daar kunnen we dus zirkoontjes waarnemen, die naar onzen eersten indruk in het geheel geen uraan bevatten. — In plaatjes // het assenvlak komt vaak een tweelingstreping voor, geheel als bij plagioklaas. Cordiëriet is hiervan dan niet, ten minste niet van een bepaalde oligoklaas, die recht uitdooft, te onderscheiden. Rosenbusch merkte al op, dat het voorkomen van veldjes

in zoo'n geval een uitstekend middel is om beide mineralen te onderscheiden.

Grootte der brekingsindices. De drie hoofdbrekingsindices werden voor en na de bestraling nauwkeurig gemeten. De meting geschiedde met monochromatisch licht, en wel in rood (Li), geel (Na) en groen licht (Tl). De brekingsindices zijn alle drie grooter geworden (fig. 11), β en γ zijn ongeveer met een gelijk bedrag

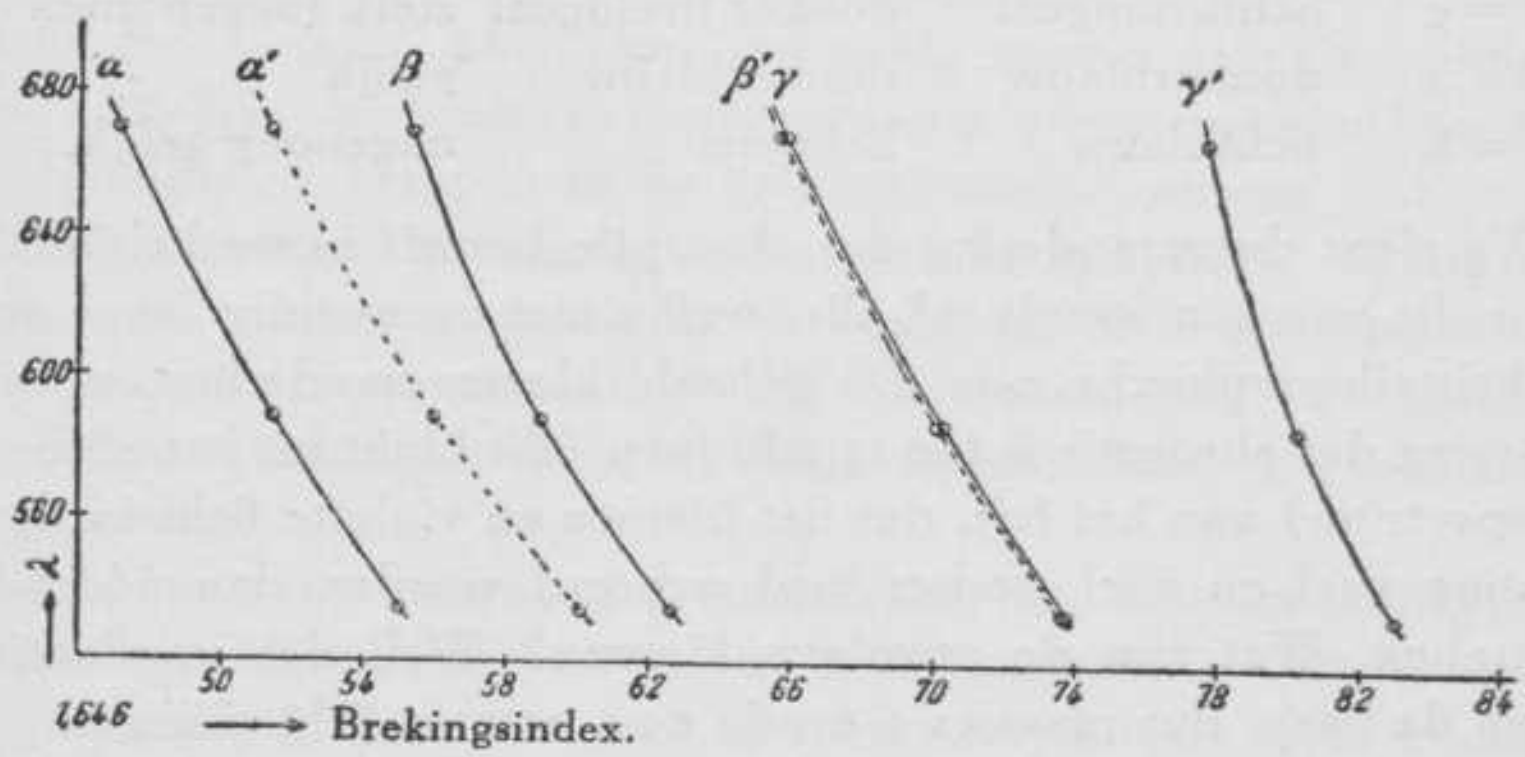
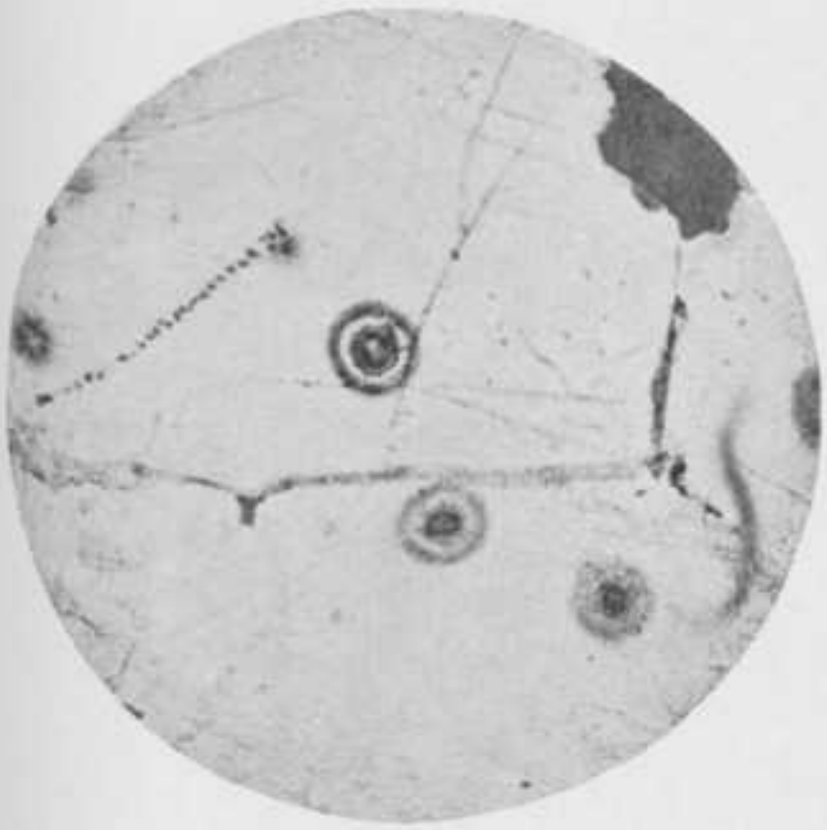
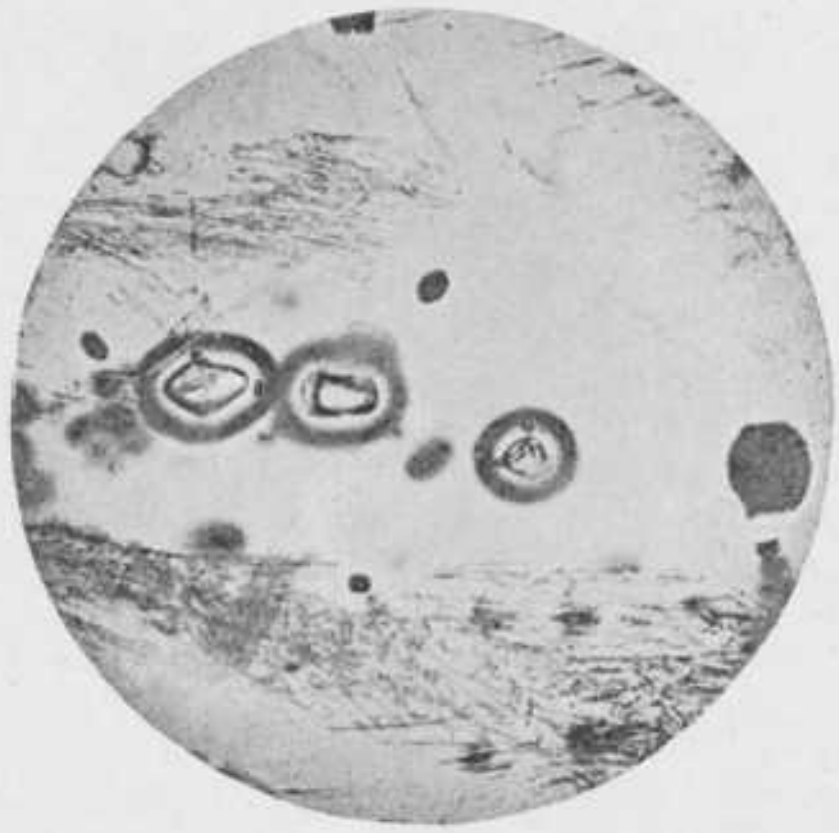


Fig. 11.

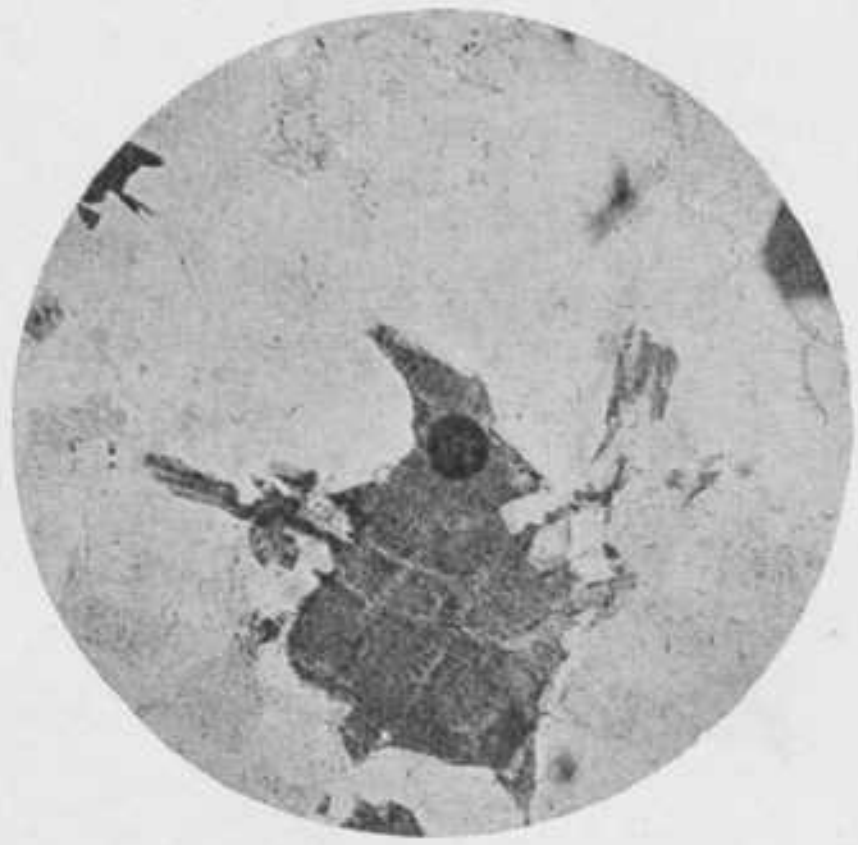
toegenomen, α, de kleinste brekingsindex, in veel sterkere mate. Deze α hoort bij straal $\mathfrak{a}$, die immers // de kristallographische c-as trilt. Dit is niet toevallig. Reeds Liebisch toonde aan, dat de absorptiecoëfficiënt $\varkappa$ evenredig is met het quadraat van den brekingsindex. Neemt dus de brekingsindex toe, dan zal ook de absorptie van $\mathfrak{a}$ moeten toenemen. Waren alle drie brekingsindices met eenzelfde bedrag verhoogd, dan zou er geen verandering in de dubbelbreking waar te nemen zijn. Nu hebben we echter, omdat α sterker toegenomen is dan β of γ, als gevolg dat β—α en γ—α kleiner zijn geworden, terwijl γ—β niet noemenswaard veranderd is. Fig. 12 toont de veranderingen der dubbelbreking; we zien, β—α is tot op de helft verminderd en γ—α veel verkleind, terwijl γ—β ongeveer hetzelfde blijft. In slijpplaatjes zal tusschen gekruiste nicols het veldje dan ook onmiddellijk opvallen door veel lagere interferentiekleur.

Pleochroïtische veldjes.





In cordiëriet.



In hornblende.

In biotiet.

Door veranderingen van α, β en γ moet de hoek tusschen de optische assen eveneens varieeren.

De assenhoek is:

vóór de bestraling:	2V =	115°	(Li)
		116°	(Na)
		114°	(Tl)
na de bestraling:	2V =	88°	(Li)
		92°	(Na)
		107°	(Tl).

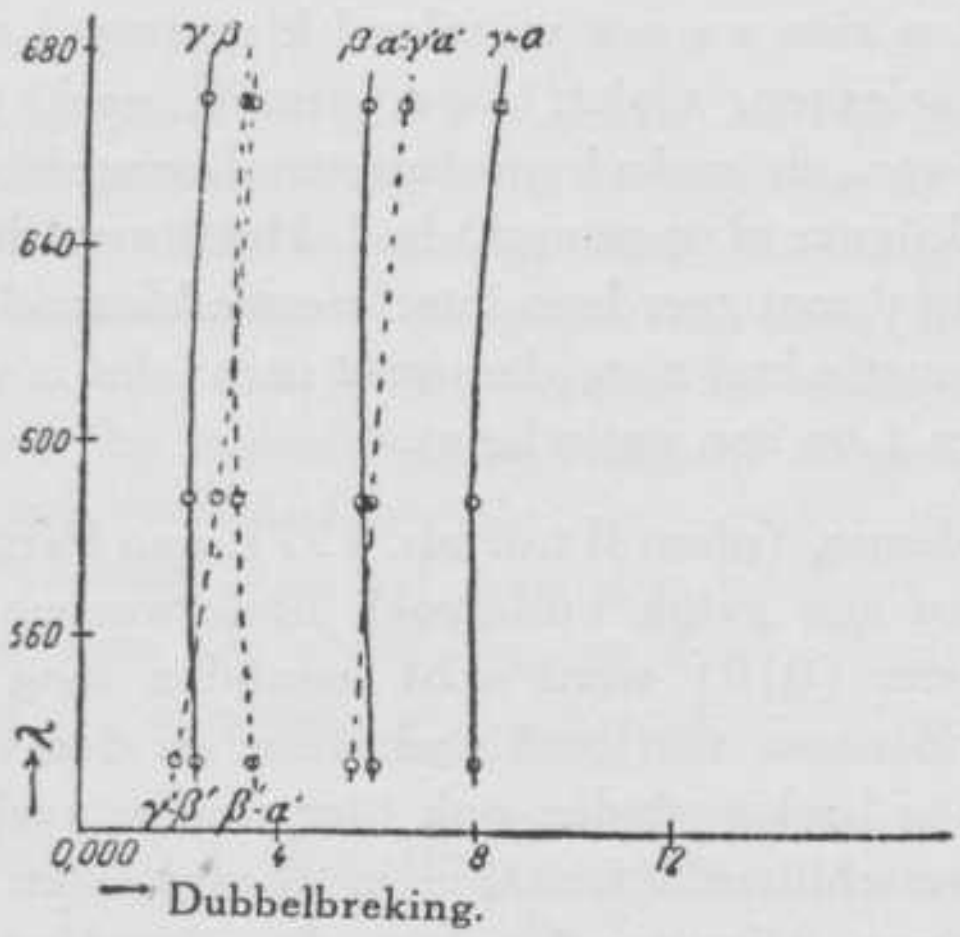


Fig. 12.

Voor de roode stralen is dus V van grooter dan 90° kleiner dan 90° geworden, en is niet meer a scherpe bissectrix, maar c. Het mineraal is voor de roode Li-stralen dus van positief 2-assig, negatief 2-assig geworden. Voor Na en Tl licht is het mineraal positief gebleven. De dispersie der optische assen, d.w.z. hier het verschil tusschen V_{Li} en V_{Th} is van $-\frac{1}{2}°$ gerezen tot $+ 8,5°$. Dit komt prachtig uit in een plaatje $\perp$ op een optische as. Vóór de bestraling is er in dit plaatje niets abnormaals. De dubbelbreking in het plaatje (het is slechts voor één kleur loodrecht op de as geslepen) is uit den aard der zaak zeer gering. Na de bestraling liggen de

optische assen van Na, Li en Th echter zoover uiteen, dat maar één van hen ook practisch ⊥ op het plaatje kan staan. Een constructie van Fresnel, om in een stereographische projectie, waarin de beide optische assen gegeven zijn, voor ieder punt der projectie de uitdoovingshoeken te bepalen, wijst uit, dat in ons geval, waar de assen van Li en Tl meer dan 8° in richting verschillen, het verschil in uitdoovingshoek voor de diverse golflengtes in de nabijheid der optische assen wel tot $22^1/_2$° kan stijgen. Wat zien we dus als we de voorwerptafel draaien? Telkens dooft één kleur van het spectrum uit, en we nemen de complementaire kleur waar. Draaien we de tafel, dan zien we een wisselend kleurenspel en wel achtereenvolgens: geelgroen, violet, rood, oranje, geel, groen, blauw, violet, geelwit enz., de reeks komt tweemaal terug bij draaiing over 360°, zooals Brögger al opgemerkt had. Heeft men dus in een slijpplaatje een kristal met zeer lage interferentie-kleur, dat zoo'n kaledoscopisch zonnetje laat zien, dan weet men: dat is een cordiëriet-kristal geslepen ⊥ op een optische as.

IIe. Hoornblende, (plaat II t.o. blz. 157), van Pargas in Finland. Deze werd aan een gelijk onderzoek onderworpen. Een plaatje geslepen volgens (010) werd acht maanden lang belicht. Ook hier was een toename van brekingsindices en dus van absorptie; en daar de eene brekingsindex ook hier sterker variëerde dan de andere, een verschillende toename in absorptie en dus toename van pleochroïsme. Hier werd echter de γ veel grooter dan de andere, γ—β en γ—α namen dus toe, en er had dus toename van dubbelbreking plaats. 2V, de hoek der optische assen, veranderde door het variëeren van α, β en γ ook sterk, n.l. van 80° tot 100°, en het optische teeken van het mineraal wisselde hier voor het geheele spectrum. De dispersie der optische assen bleef echter klein. De absorptie van alle drie stralen was zooveel toegenomen, dat het veldje hier in alle richtingen zichtbaar moest zijn, wat ook bevestigd is in de studie's van Mügge. Er komt echter een nieuw verschijnsel bij. Hoornblende is monoklien, heeft een scheeve uitdooving, de hoek van $\mathfrak{a}$ met $\mathfrak{c}$ is 23,4°. Deze werd onder het bestralen steeds kleiner en daalde tot 18,8°. Ook dit

was al in de veldjes waargenomen, ze dooven dikwijls uit onder een andere hoek dan de rest van het kristal. Daarenboven geeft dit een verklaring waarom we in de natuurlijke veldjes vaak een verhooging van dubbelbreking zien, soms echter een verlaging. De verhooging was te verwachten. De verlaging kan echter optreden aldus: eerst was het plaatje niet loodrecht op een optische as gesneden en was er een sterke dubbelbreking. Na de bestraling is de ellipsoïde zoo gedraaid, dat er juist één optische as ongeveer loodrecht op het plaatje staat. Dan moet de dubbelbreking wel $\pm$ 0 worden.

IIIe. Biotiet (plaat II t.o. blz. 157). Hier blijken de assenhoek en ook de uitdoovingshoek zeer weinig te veranderen. De hoek tusschen de optische assen is klein en staat nagenoeg loodrecht op de basis. Het mineraal is dus ongeveer één-assig. Beschouwen we het als zoodanig, dan kunnen we zeggen: de extra-ordinaire straal verandert weinig bij bestraling, de ordinaire sterk. Zijn brekingsindex wordt sterk verhoogd, gevolg: een groote toename der dubbelbreking in verband met het negatieve karakter van het mineraal en een toename van absorptie van den ordinairen straal, wat identiek is met een vergrooting van het pleochroïsme. —

De volgende regels blijken algemeen geldig te zijn:

1°. De brekingsindex neemt steeds toe, nooit af; gevolg: de absorptie wordt in alle gevallen grooter.

2°. De brekingsindices nemen geheel onafhankelijk van elkaar toe en dus ook de absorptie der hoofdstralen. Gevolg: veranderingen in dubbelbreking, optische assenhoek, dispersie, 2de gevolg: toename van pleochroïsme.

3°. De stand van de ellipsoïde kan veranderen. Gevolg: is er scheeve uitdooving, dan kan de uitdoovingshoek veranderen.

4°. De optische eigenschappen veranderen vrijwel evenredig met het aantal doorgelaten α-deeltjes. De verandering groeit regelmatig aan, echter tot een zeker bedrag. Het plaatje noemen we bij verdere bestraling overbelicht.

Door dit onderzoek van Hövermann is ten duidelijkste gebleken, dat er geen chemische omzettingen in het mineraal plaats hebben, dat er geen overgang van de eene isomeer in de andere is. Biotiet blijft biotiet, dat echter door continue verandering van de constanten optisch anomaal wordt, zooals we b.v. ook kwarts door druk twee-assig kunnen zien worden. Deze optische anomalieën bereiken echter veel grootere bedragen die op andere wijzen te bereiken zijn.

Dimensies der veldjes.

Uit de publicatie van Mügge blijkt ten duidelijkste, dat hij er in het geheel niet aan gedacht heeft om de resultaten van Bragg en Kleeman, reeds in 1904 verkregen, over den maximum schootsafstand der α-deeltjes, op de door hem bestudeerde „Höfe" toe te passen, wat eigenlijk voor de hand lag. Dit heeft echter Prof. Joly, te Dublin, in 1910 gedaan. Als Engelsch geleerde was hij terdege op de hoogte van de onderzoekingen uit de school van Rutherford, en als geoloog stelde hij veel belang in de beschouwingen van Mügge. — Met een mikrometer in den microscoop was hij in staat de middellijn der veldjes nauwkeurig te bepalen. Hij moest hier natuurlijk centraal gesneden veldjes voor kiezen, en wel die, waarin de kern zeer klein was, daar anders geen zuivere cirkel optrad maar een veldje, dat den omtrek van het kristalltje volgde. Hij mat veldjes in al de voren genoemde mineralen en vond steeds, dat de stralen der cirkels precies zoo groot waren als de werkingsstralen die te verwachten waren van α-deeltjes, uitgezonden door RaC of ThC, respectievelijk de α-stralen met de grootste aanvangssnelheid, uitgezonden door de uraan- en thorium-reeks (fig. 13). Het feit, dat de veldjes hun ontstaan te danken hebben aan α-stralen alléén, was dus wel bewezen. — In biotiet zijn de gemeten middellijnen 0,08 m.M. en 0,066 m.M., juist de dubbele van de R van de elementen RaC en ThC (verg. blz. 147). Verklaard is nu ook geheel het feit dat de cirkelvorm der veldjes volmaakter is naarmate het insluitsel kleiner is. En een sterk bewijs levert deze ontdekking voor de hypothese van Bragg, dat de „stopping power" alleen afhangt van atoomgewicht en soortelijk gewicht.

Actinium-halo's kon Joly niet vinden. Ook dit is verklaarbaar. Van de 8 ionium-atomen gaan er immers waarschijnlijk 7 over in radium en 1 in actinium. Ontstond er dus wellicht een actinium-verkleuring, zoo zou die door de 7-voudige werking der desintegratie-producten van het radium waarschijnlijk geheel overdekt worden. Was actinium werkelijk een element uit een geheel onafhankelijke serie, zoo als thorium dat is, dan moesten we ook in de natuur actinium-halo's vinden.

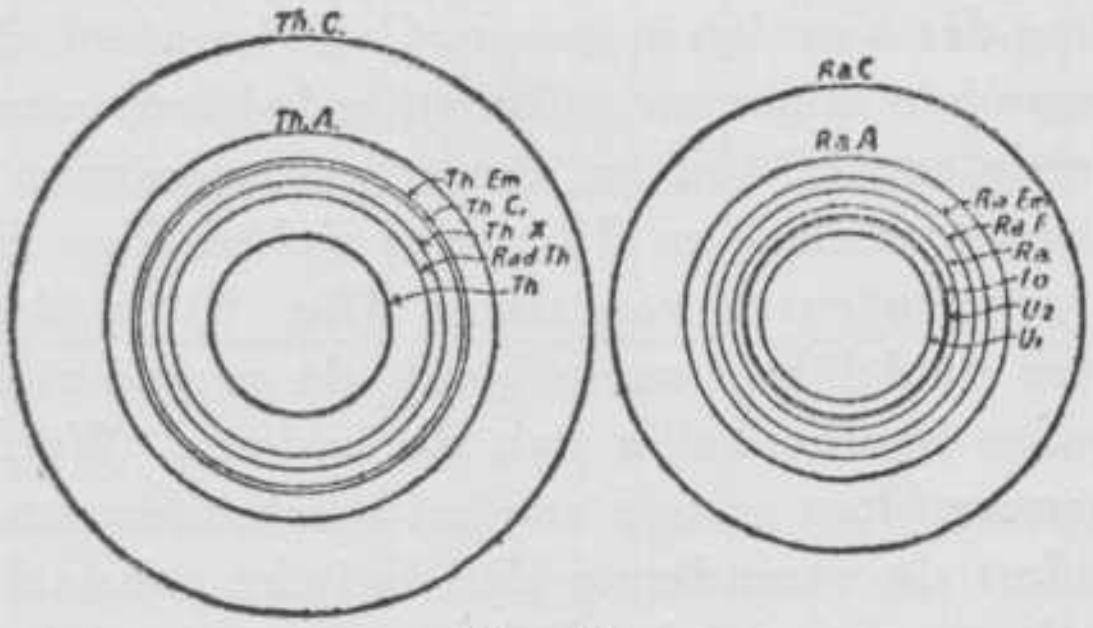


Fig. 13.

Nu moeten, zooals we in de inleiding gezien hebben, alle radioactieve elementen van een reeks in een bepaalde gewichtsverhouding in de kern aanwezig zijn. Aan de vorming van de veldjes moeten dus α-stralen van al deze elementen deelgenomen hebben. Joly zocht dus tevens of hij ook veldjes kon vinden, waarin de werking van andere stralen dan van RaC alléén nog merkbaar waren. Deze waren gauw gevonden. Mügge had ook al ontdekt, dat in enkele gevallen het veldje was opgebouwd uit een meer donker gedeelte in het midden en een lichtere zône er om heen. De lichte zoom is natuurlijk door de werking van RaC alléén gevormd, omdat die stralen grooter doordringingsvermogen bezitten, de donkere kern is ontstaan uit alle andere stralen. Bij de thoriumhalo's was iets dergelijks waar te nemen. De meting der middellijn van de middelste cirkels wees uit, dat ze behoorden bij RaA en ThA. Maar de twee cirkels kunnen slechts in zeer enkele gevallen in gewoon licht onderscheiden worden.

Joly wees ten slotte nog op een verschijnsel, dat vooral bij zeer onduidelijke veldjes optreedt. Deze veldjes zijn zoo flauw, omdat ze nog te weinig „belicht" zijn, wat weer te wijten is óf aan te jongen ouderdom van het gesteente, óf een te gering gehalte der kern aan uraan. Bij deze veldjes zien we de tint intenser worden naarmate we ons van de kern verwijderen. Het donkerste gedeelte ligt aan den buitenrand en komt scherp uit tegen de onveranderde rest van het kristal. Soms zijn er meerdere ringen waarbij dit verschijnsel zich herhaalt. Dit is geheel in overeenstemming met het gedrag der α-stralen in gassen. Ook hier neemt de ionisatie, na een uitgesproken minimum vertoond te hebben, eerst langzaam toe, dan steeds sneller, om na een scherp maximum bereikt te hebben, vrijwel plotseling op 0 terug te zinken. Zoo zien we hier feitelijk de geheele curve van Bragg (fig. 9) in de mineralen terug en is ten duidelijkste aangetoond: de verandering der optische constanten is afhankelijk van de ionisatie. Wordt de halo maar lang genoeg bloot gesteld aan het bombardement der α-deeltjes, dan nadert de verandering der optische constanten tot een maximaal bedrag, eerst vlak bij de kern en aan den buitenrand van den cirkel, vervolgens in het midden der straal R. Dit geldt voor ieder element. Zetten we, als in fig. 14, op de basis de lengte van de werkingsstralen der verschillende stralende elementen af, maar nu op de ordinaat-as niet de ionisatie maar de daarmee vrijwel evenredige verkleuring, dan zal, wanneer het complex eenigen tijd gestraald heeft, het verloop van de som der verkleuringen, de totale verkleuring, zijn als in fig. 14 I. We herkennen in de figuur nog duidelijk de maxima van elke R.

Na langeren tijd heeft de verkleuring reeds over een grootere lengte het maximum bereikt (II) en ten slotte zal in III nog slechts een veld met twee intensiteiten zijn waar te nemen.

In de natuur zien we inderdaad veldjes, die met deze stadia overeenkomen, en alle overgangen van het eene stadium naar het andere treden op. Het eindstadium is, dat het heele veldje overbelicht is, overal dezelfde tint heeft. De onderbelichte veldjes zijn voor ons het meest interessant.

De karakteristieke stadia bij de uraan-halo zijn de volgende:

1°. Kleine ringetjes met straal ± 0,013 m.M.; zeer flauw te zien. Ze stammen van U1 en U2, welker afzonderlijke werking nooit aan te toonen is.

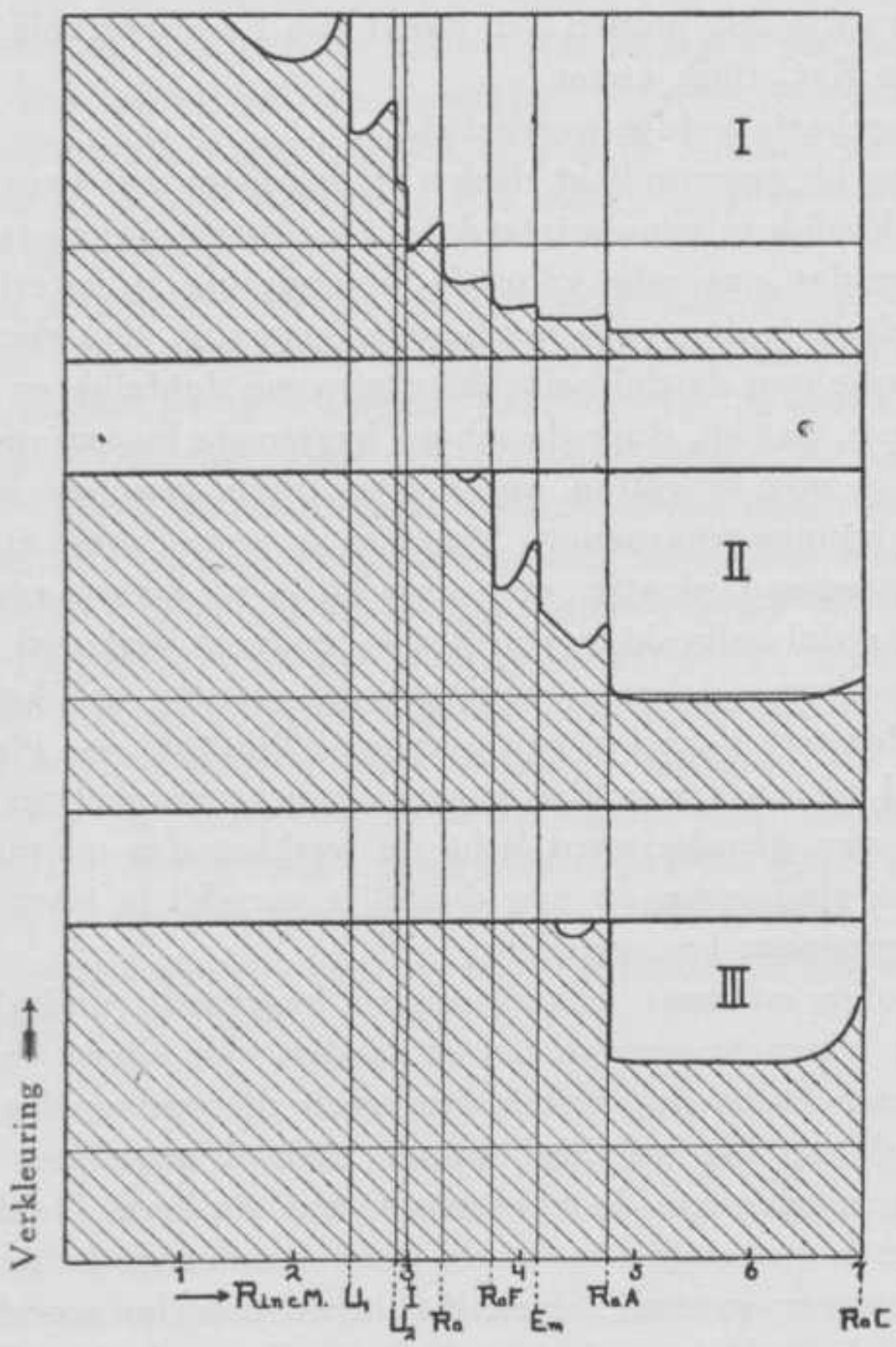


Fig. 14.

2°. Het veldje binnen de uraan-ringen overbelicht; daar omheen een kring van ± 0,019 m.M. straal, stammende van Ra, RaF en RaEm.

3°. Het veldje binnen de uraanringen overbelicht. Het veldje is binnen den emanatie-ring flink getint. Ring van RaA zeer flauw zichtbaar.

4°. Het veldje binnen den straal van RaA reeds zeer donker. Ring van RaC merkbaar.

5°. Het veldje ook binnen den straal van RaA overbelicht; binnen die van RaC flink getint.

6°. Het geheele veldje overbelicht.

Vindt men bij gewoon licht slechts zelden meer dan twee ringen, het is gemakkelijk in gepolariseerd licht meerdere ringen te onderscheiden, omdat ons oog voor de verandering in interferentiekleur gevoeliger is dan voor het bepalen van tint. Een zeer kleine toe- of afname van de dubbelbreking zien we duidelijk en Hövermann beweert, dat hij, door de scherp begrensde buitenranden der cirkels in het oog te vatten, soms alle cirkels tusschen gekruiste nicols heeft kunnen waarnemen. Men kan ze vooral mooi zien door een compenseerend plaatje, een gipsplaatje of kwarts-wig, in te schuiven. De dubbelbreking wordt dan zooveel verlaagd, dat ze voor eenige kleuren geheel gecompenseerd wordt; men krijgt dan volkomen donkere ringen in een overigens lichtveld. — Het bleek vaak, dat al scheen een veldje in gewoon licht overbelicht te zijn, bij gebruik van gepolariseerd licht de werking der α-stralen nog lang niet ten einde was, en nog duidelijk verschil in interferentiekleur waargenomen kon worden.

Ringvormige en naar buiten scherp begrensde onderbelichte veldjes zijn alleen te verwachten en treden ook alleen op als de insluitsels zeer klein zijn, anders bederven de stralen, die uit het diepere deel van het insluitsel komen, geheel het effect van de stralen, uitgezonden aan de oppervlakte van de kern. De onzekerheid van de begrenzingen is vooral sterk, omdat de kern meestal een veel hooger soortelijk gewicht heeft dan het omsluitende medium en de α-deeltjes dus in de kern al een belangrijke vertraging ondergaan, waardoor R vrij veel kleiner kan worden. Wel treden scherpe zone's op rondom groote insluitsels, als de radioactieve stof hierin niet homogeen verdeeld is, maar in een dun laagje geconcentreerd is aan de oppervlakte van het kristal.

Ontstaan der veldjes.

Joly vermoedde in 1913, dat de optische veranderingen samenhangen met een chemische verandering van het ijzeratoom, dat volgens hem in alle mineralen, waarin de veldjes optreden, voorkomt. Door zijn gemakkelijken overgang van 2-waardig tot 3-waardig atoom zou het licht tot kleursveranderingen aanleiding kunnen geven; dus zooals in een oxydatie- en reductie-parel. Dat lijkt onwaarschijnlijk, want waarom treden de veldjes dan wel op in amfibool en niet in pyroxeen, dat hierop in chemische samenstelling geheel gelijkt?

Strutt geloofde eerst dat het helium-gehalte der veldjes de oorzaak der verandering was. Maar dit is onjuist. Immers verandering van het optisch karakter van het gedeelte vlak bij den kern kon dan nooit optreden, hier gaan alle α-stralen zonder uitzondering aan voorbij. Gaven de He-atomen kleur, waarom treedt deze verkleuring dan ook niet op in andere getinte mineralen waarin zirkoon is ingesloten? Speciaal bij de kleurlooze zouden we dan verkleuring verwachten, o.a. bij kwarts en veldspaat. Ligt echter het insluitsel b.v. op de grens van mica en veldspaat, dan is de halo een halve bol in de mica, maar tegen de veldspaat als met een mes afgesneden. Ja, zit de zirkoon in de kwarts, dan zien we alleen een deel van den bol in de aangrenzende mica! We zullen nog zien dat het aantal α-deeltjes dat afgeschoten is, werkelijk zoo klein is, dat we de veldjes als een vacuum voor helium-moleculen kunnen beschouwen.

We weten, dat de veldjes uitsluitend optreden in mineralen met groote moleculen (wel in hoornblende en niet in augiet), dus in die mineralen, waarin de atomen in een zeer ingewikkeld puntenstelsel zijn gegroepeerd.

We weten nog meer; de verandering hangt nauw samen met de ionisatie-kromme van Geiger. In een gas verbinden de gevormde ionen zich onmiddellijk weer tot neutrale moleculen. In de kristallijne stoffen zal door het dubbel positief geladen α-deeltje ook een heftige verstoring van alle electrische krachten, waarmede de atomen op hun plaatsen in het net worden gehouden, plaats hebben.

Na deze heftige storing zal de evenwichtstoestand hersteld worden, echter deze evenwichtstoestanden kunnen hier en daar anders uitvallen dan vóór de invasie van het α-deeltje. Wellicht treden kleine blijvende wijzigingen in den opbouw van het kristal op, dus worden de onderlinge afstanden van de atomen iets veranderd. En de afstanden behoeven maar weinig te veranderen om de optische constanten belangrijk te wijzigen. Als we b.v. een kwartskristal door zijdelingschen druk twee-assig hebben gemaakt, hoeveel zijn dan de atomen in de richting van den druk elkaar nog maar genaderd?

Persoonlijk heb ik me van de verandering der constanten de volgende voorstelling gemaakt. Bij den tocht van het α-deeltje ioniseert het, evenals in lucht, talrijke atomen (blz. 137). In de lucht trokken de voor een oogenblik gescheiden positieve en negatieve deeltjes elkaar weer aan, waardoor we, als we geen sterk electrisch veld aanbrachten, van de ionisatie niets meer merkten. In de kristallijne stoffen zullen ook atomen en electronen uit het tralieverband gerukt worden. Nu zijn mica en de andere mineralen zeer slechte geleiders voor electriciteit; de positieve en negatieve brokstukken zullen zoo ver uit elkaar gebracht worden, dat de kracht, waarmee ze elkaar aantrekken, niet in staat is om de weerstand van het medium te overwinnen. Met hun ladingen zijn ze dus blijvend op een geheel vreemde plaats in het puntenstelsel gekomen. Ze moeten hier een plaatsje vinden, en zoo zal een nieuw blijvend evenwicht geschapen worden. Zulk een geladen voorwerpje kan juist door zijn lading ver in het rond de evenwichtstoestanden van talloozen atomen een weinig anders maken, zoodat de tralie merkbaar gedeformeerd wordt.

Eén α-deeltje veroorzaakt $\pm$ 446.000 van deze geladen ionen (223.000 ionen-paren). We zullen zien dat 60 millioen α-deeltjes reeds een prachtig veldje maken. [1]) Dat zijn dus 26 milliard ionen per veldje of omgerekend $1{,}2.10^{19}$ per c.M^3. Dat eene ion zou dus

---

[1]) Phil. Mag. April 1913, blz. 644.
Sollas. Trans. Roy. Irish Academy. Jan. 1891.

in een bol van 300 atoom-afstanden, de atomen min of meer verschuiven.

Op deze wijze is nog een derde feit te verklaren. De veldjes in cordiëriet zijn bij verhitting in kokende paraffine, bij 350°, na 10 minuten volmaakt verdwenen. [Bij alle mineralen gebeurt hetzelfde, alleen bij biotiet is het nog niet gelukt, omdat dit mineraal begon te bladderen en zwart te worden vóór de veldjes verdwenen waren]. Al het werk van millioenen jaren wordt in 10 minuten vernietigd! Waarschijnlijk is bij deze hooge temperatuur het mineraal beter geleidend en kunnen de deeltjes thans geneutraliseerd worden. —

Ook deze hypothese is zeker wel aanvechtbaar. Misschien brengt het kristalonderzoek door middel van Röntgenstralen echter nog eens meer licht in deze problemen.

We zullen thans nog bespreken den *tijdsduur* die noodig is om de veldjes te vormen, waarbij we tevens gelegenheid hebben om wat meer te vertellen over de *natuur en grootte der insluitsels.*

We hebben al vermeld, dat de veldjes niet in tertiaire gesteenten worden aangetroffen, en dat Mügge hieruit reeds concludeerde, dat de vormingstijd zeer groot moest zijn. Maar zelfs in de palaeozoïsche gesteenten treft men naast volledige nog zeer sterk „onderbelichte" veldjes aan, ja zelfs wel geheel embryonale halo's, flauwe aanduidingen van de uraan-ringetjes om een zeer klein kerntje! In deze moet het gehalte aan radioactieve stof wel buitengewoon klein zijn. —

Onder leiding van Rutherford is te Manchester geprobeerd den ouderdom van veldjes te bepalen, en daarmede tevens dien van het gesteente dat ze bevatte, een graniet uit de buurt van Dublin. De graniet komt voor als een batholiet, die ingeperst is tijdens de Caledonische plooiing in steil opgerichte Silurische leien, welke sterk contact-metamorph veranderd zijn. Van deze graniet en van de leien zijn rolsteenen gevonden in de Old Red, dat geheel ongeplooid en horizontaal discordant over de graniet en de Silurische leien ligt. De intrusie der graniet en ook haar afkoeling moet dus plaats hebben gehad in het alleronderste Devoon. Het feit, dat

mijlen ver in den omtrek geen spoor van een jongere formatie dan Old Red gevonden wordt, en het feit dat deze zandsteen zeer weinig regionaal-metamorph veranderd is, maken het bijna zeker, dat na het devoon hier nooit meer dikke lagen sediment zijn afgezet, dat dit gedeelte nooit meer diep in de aardkorst gelegen heeft en zijn temperatuur nooit hooger gerezen is dan b.v. 100°. We hebben dus een goeden waarborg, dat de werking der α-stralen sindsdien niet meer door hoogere temperaturen vernietigd is.

De biotiet van deze graniet heeft een warme lichtbruine kleur, een hoogen glans en een vlakke splijting. Er zitten zooveel halo's in, dat geheele stukjes mica daardoor makroscopisch al donkerder van tint zijn. De veldjes liggen alléén rondom zirkoontjes en danken zonder uitzondering hun ontstaan aan stralingen van elementen der uraan-reeks. Ze variëeren in grootte en zijn in alle ontwikkelingsstadia aanwezig.

Het is duidelijk dat het ouderdomsprobleem opgelost is als we twee vragen beantwoorden:

1°. hoeveel He-atomen moeten er per c.M^3. in de glimmer afgeschoten worden om een bepaalde verkleuring van het mineraal te verkrijgen?

2°. hoeveel uraan bevat de kern?

Vatten we eerst de eerste vraag in het oog. We merken dan op, dat deze vraag alleen zin heeft voor onderbelichte veldjes. Wanneer de maximum-verkleuring bereikt is, is het natuurlijk geheel onmogelijk te zeggen, hoeveel α-deeltjes daarna nog door het materiaal heen zijn gegaan.

Rutherford richtte het onderzoek als volgt in:

Hij perste 25 millicurie emanatie in een haarbuisje, dat daarna toegesmolten werd. Dit plaatste hij 1,5 c.M. boven een looden plaat met een gaatje van 4,2 m.M. diameter. Onder deze plaat werd een blaadje mica ter dikte van 0,04 m.M. gelegd. Het geheel werd nu onder de klok van een luchtpomp geplaatst, leeggepompt en een week aan zich zelf overgelaten. De α-stralen der emanatie en weldra ook die van haar desintegratie-producten, drongen nagenoeg ongehinderd door den wand van het zeer dunne haarbuisje en konden verder ongehinderd door het ronde gaatje in de lood-

plaat de mica treffen. Eén gram radium zendt per secunde $3,4 \cdot 10^{10}$ α-deeltjes uit naar alle richtingen. 1 curie emanatie is hiermee in evenwicht (blz. 131), straalt dus een gelijk aantal uit, en geeft na een week $1,5 \cdot 10^{13}$ α-deeltjes per c.M^2. in de mica. Het plaatje was zoo dik genomen (0,04 m.M.), dat alle deeltjes er in werden geabsorbeerd. — Rutherford bestraalde op deze wijze vijf proefplaatjes waarin telkens het aantal deeltjes per c.M^2. berekend kon worden. Hij had nu een schaal van vijf tinten verkregen en kon hiermede de verkleuringen der onderbelichte veldjes vergelijken. Van de mica werden dan plaatjes gespleten van gelijke dikte als de proefplaatjes en hierin de halo's gezocht die in tint overeenkwamen met de kunstmatig verkregene. —

Er moet bij het onderzoek op gelet worden, dat de kern aan den buitenkant voorkomt, als in fig. 15 en niet, zooals in fig. 16; er is dan een gelijkmatige tint over een groot deel van het veldje te verwachten is, geheel alsof de straling niet uit een enkel punt afgezonden was. Door scherp instellen van den microscoop kan bij sterke vergrooting de ligging van de kern vrij nauwkeurig bepaald worden en kunnen de geschikte veldjes goed uitgezocht worden.

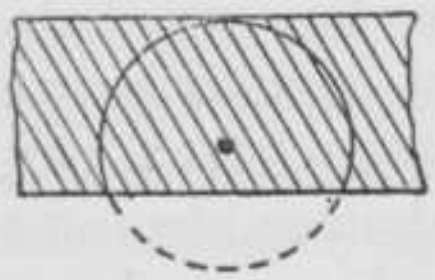


Fig. 15.

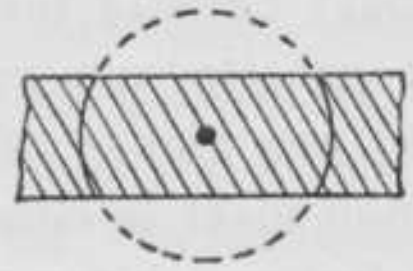


Fig. 16.

Beschouwen we een halo, die in tint overeenkomt met het boven nader beschreven proefplaatje dat per c.M^2. $1,5 \times 10^{13}$ α-deeltjes bevatte. In een oppervlakte van een cirkel met een straal van 0.0224 m.M. (R_{RaA}) zijn nu 2.36×10^8 deeltjes aanwezig en in den geheelen bol (vergelijk fig. 15) 4.72×10^8.

Deze zijn afkomstig van alle elementen der uraan-reeks, dus van acht radioactieve elementen die α-stralen uitzenden. Zijn de elementen met elkaar in evenwicht, wat practisch betrekkelijk spoedig het geval is, dan zendt ieder element per sec. evenveel α-deel-

tjes uit; van één radioactief element, b.v. van het radium, stammen dus $\frac{4.72}{8} \cdot 10^8 = 5{,}9 \times 10^7$ deeltjes. Deze $\pm 6 \times 10^7$ deeltjes zijn ontstaan, doordat $6 \cdot 10^7$ Ra-atomen desintegreerden, die op hun beurt van evenveel U-atomen afkomstig zijn. Sinds de stolling van de graniet en haar afkoeling onder 100° zijn dus ongeveer 60.000.000 U-atomen verdwenen.

Gaan we thans over tot de berekening hoeveel uraan-atomen er nu nog bestaan. Het zal blijken, dat deze schatting veel lastiger is. Het is wel typisch dat het hier gemakkelijker is aan te toonen wat er niet meer is, dan wat er nog wel is.

We moeten twee grootheden kennen:

1°. de massa der ingesloten kernen,

2°. haar gehalte aan uraan.

Bepalen we ons eerst tot de tweede vraag en gaan we in het kort het onderzoek van Rutherford na.

De graniet werd zoo fijn mogelijk gepoederd en met een zware vloeistof in een schei-trechter de zware bestanddeelen afgezonderd. Het produkt bevatte toen nog tal van andere insluitsels, en het werkelijk gehalte aan zirkoon-aarde viel analytisch-chemisch in het geheel nog niet te bepalen! Met zoutzuur koken, om zoo het product nog meer te concentreeren, durfde men niet, uit vrees nu ook een deel van het uraan op te lossen. Kortom, deze bepaling werd gestaakt, en men vergenoegde zich met groote zirkoonkristallen op uraan te onderzoeken, om dan aan te nemen dat in de kleine insluitsels het uraan-gehalte ongeveer even groot was!

Deze metingen waren reeds zeer nauwkeurig geschied door W. Strutt (Lord Rayleigh), een geleerde, die zich wel het meest geïnteresseerd heeft voor de radioactiviteit van gesteenten en den absoluten ouderdom van mineralen. Niet minder dan 111 mineralen heeft hij op hun gehalte aan uraan of thorium onderzocht, waaronder ook de zirkoon en apatiet, die immers zoo vaak als kernen der veldjes optreden. Hij heeft zirkonen van veertien verschillende

vindplaatsen met bijzondere nauwkeurigheid geanalyseerd. [1]) Hij vond het gehalte variëerend van 38. tot 3.10^{-4}, gemiddeld 10^{-3} of 0,1% [Het hooge getal $38 . 10^{-4}$ is van zirkoon uit de buitengewoon radioactieve lava's van de Vesuvius]. We kunnen niet zeggen of zirkoon nog meer Ur zou kunnen bevatten; het zou wellicht physisch-chemisch aan kunstmatige zirkoon na te gaan zijn en zoodoende de bepaling van den minimalen ouderdom betrouwbaarder kunnen maken.

Toch is er iets door Mügge gevonden wat ons voorzichtig moet stemmen. Mügge heeft ook graniet gemalen, de zware bestanddeelen geconcentreerd en het residu na wassching en droging uitgestrooid in de gelatine van een photographische plaat. Na 125 dagen was er na ontwikkeling van de plaat effect te bespeuren; de korreltjes die straalden waren blijkbaar zirkoontjes, — de straling was echter niet regelmatig, maar ging uit van puntjes of hoeken! Dit doet vermoeden dat niet de heele zirkoon radioactief was, maar dat de radioactiviteit opgehoopt aanwezig is in een nog onbekend mineraal dat met de zirkoon vergroeid is of erin opgesloten ligt. Thoriet schijnt hier evenwel uitgesloten.

Keeren we terug tot de proeven van Rutherford, waarin het niet mogelijk bleek het gehalte van de zirkoon met eenige nauwkeurigheid vast te stellen en waar genoegen genomen werd met een vrij willekeurig percentage als maximum te stellen. Werd als zoodanig 10% genomen, dan verliep de berekening van den minimum-ouderdom der veldjes als volgt:

De massa van de kern vinden we uit de S.G. (4,7) van zirkoon en uit het volume der kernen. Het laatste is echter niet zoo eenvoudig na te gaan. Onder den microscoop zien we alleen de projectie van de kern. Dit is een stipje met een middellijn van b.v. 1 μ (micron). Het is nu gemakkelijk tot in tienden van micron, dus tot in 0.00001 c.M., te meten. De meeste kerntjes mogen als bollen opgevat worden en uit hun diameter kan het volume berekend worden. Andere vertoonen zich als rechthoekjes, zoodat

---

[1]) Proceedings of the Royal Society of Science 1905, p. 95; 1907, p. 436; 1908, p. 56 en 572.

men hier aanneemt, dat de tetragonale zuiltjes met de viertallige as // het splijtvlak van de glimmer liggen en van deze de dikte gelijk gesteld kan worden aan de breedte van het lichaampje.

De kern van het op blz. 169 beschouwde veldje bleek juist 1,5 μ in diameter te zijn. Het volume van het kristalletje, als bol opgevat, geeft een inhoud van $176 \,.\, 10^{-14}$ m.M^3. Het gewicht van de zirkoon is dus $4{,}7 \,.\, 176 \,.\, 10^{-14} = 82{,}7 \,.\, 10^{-13}$ gram. Het gehalte aan uraan op 10% geschat, geeft dan $82{,}7 \,.\, 10^{-14}$ gram uraan.

Eén atoom waterstof weegt $1{,}6 \,.\, 10^{-24}$ gr.

Eén atoom uraan $238{,}2 \,.\, 1{,}6 \,.\, 10^{-24}$ gr. $= 381 \,.\, 10^{-24}$ gr.

In de kern zitten dus $\dfrac{82.7 \times 10^{-14}}{381 \times 10^{-24}} = 217 \times 10^7$ atomen; 2170 millioen atomen zijn er over. 60 millioen atomen waren er verdwenen. 2230 Millioen atomen zijn er dus geweest in onderdevonischen tijd.

Herinneren we ons de formule:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\varkappa t} = e^{-\frac{t}{L}} \qquad \text{(blz. 129).}$$

Deze toegepast geeft:

$$e^{-\frac{t}{L}} = \frac{2170 \times 10^6}{2230 \times 10^6} = \frac{217}{223}$$

of:

$$t = L\,(\ln 223 - \ln 217).$$

Nu is:

$L = 7.2 \times 10^9$ jaar en $t = 7.2 \times 10^9 \times 0.02278 = 164 \times 10^6$ jaar.

Volgens deze bepaling is het gesteente dus minstens 164 millioen jaar oud.

Meer dan dertig halo's zijn op deze wijze aan een onderzoek onderworpen. De gevonden tijden varieeren sterk van 20 tot 500 millioen jaar. Dit is niet te verwonderen, daar behalve de aanname van het 10% uraan-gehalte, ook afwijkende schattingen van den inhoud van de kern groote schommelingen in het eindresultaat brengen. Hadden we de diameter van onze kern, inplaats

op 1,5 μ, op 1,4 μ geschat, dan hadden we reeds als eindresultaat inplaats van 164 millioen, 250 millioen jaar gekregen.

Het is te betreuren dat deze bepalingen niet beter slaagden, want de veldjes leken vooral voor palaeozoïsche gesteenten, waar ze zoo algemeen verbreid zijn, voor determinatie bij uitstek geschikt. Men had b.v. kunnen hopen met hen te kunnen uitmaken of een graniet bij de Caledonische of Hercynische plooiing was ingeperst.

Of men er ooit in zal slagen, de veldjes meer dienstbaar te maken aan de historische geologie? Het moet betwijfeld worden; vooral het feit, dat eenigszins hoogere temperaturen ze geheel doen verdwijnen, zal zekerheid bij ouderdomsbepaling wel blijven uitsluiten.

Toch heeft het onderzoek van Rutherford ons één ding duidelijk doen zien en hier wil ik den nadruk op leggen: de minimum ouderdomsbepaling is als zoodanig onaanvechtbaar. — Het schatten van de verschillende grootheden geeft toevallige fouten waarvan de middelbare waarde te berekenen is; de schatting van het Urgehalte kan alleen een z.g. constante fout geven. Stel nu het gehalte aan uraan was werkelijk 10% in alle kernen, dan vinden we uit de 30 bepalingen van Rutherford als gemiddelde waarde 123 millioen jaren en als middelbare fout 20 millioen jaar. Het ware bedrag wijkt niet meer van de middelbare waarde af dan 3 maal de middelbare fout, dus niet meer dan 60 millioen jaren. Het onderdevoon ligt dus volgens deze aannemelijke redeneering meer dan 123 — 60 = ± 60 millioen jaren achter ons. Het 10% Urgehalte is echter zeker te hoog, het is derhalve zeker, dat het onderdevoon veel verder in het verleden terug ligt dan 60 millioen jaren.

Dit is het positieve resultaat van Rutherford's onderzoek; en ligt het onderdevoon werkelijk al meer dan 60 millioen jaren achter ons, dan moet de ouderdom der archeische lagen zeker op meer dan 100 millioen jaren geschat worden.

Ouderdom der aarde.

Het eerst is deze bepaald door Lord Kelvin: 1°. uit de afkoe-

ling der aarde; 2°. uit die der zon. Beide bepalingen gaven aan ± 100 millioen jaar. Kelvin vond zelf die bepalingen zoo mooi, dat hij beweerde, dat de omtrek der aarde in verhouding niet nauwkeuriger bekend was! De biologen schrokken van dezen korten tijdsduur, in deze 100 millioen jaar konden ze de geheele evolutie van bacil tot mensch al heel moeilijk laten afspelen. In 1904 kwam Rutherford met de mededeeling, dat indien de aarde een gehalte van $4{,}6 \,.\, 10^{-14}$ aan radium bevatte, zij in het geheel niet afkoelt, maar integendeel warmer wordt. En het bleek al spoedig dat de meeste gesteenten op aarde, als graniet e.a., meer dan 200 maal dat gehalte bevatten. — De biologen herademden, Kelvin's bepaling had afgedaan. Er kwamen echter spoedig andere bepalingen, van Sollas, Clarke en Joly, die in 1909 in een reeks van zeer lezenswaardige artikelen aantoonden, dat Kelvin niet ver van de waarheid kon zijn. Van al deze artikelen is door Joly een uitvoerige samenvatting in de Philosophical Magazine van 1911 gegeven. De bepaling is opgevat als maximum-bepaling en berust op het nagaan van het zoutgehalte der oceanen en het meten van het totale pakket sediment sinds het begin van het algonkium afgezet.

Prof. Strutt deed de eerste poging om uit het helium-gehalte van mineralen den ouderdom ervan te bepalen. Eerst deed hij het met phosphaatknollen, toen met ijzerertsen, die beide opvallend veel He in zich opgesloten hadden, veel meer dan in het gesteente waarin ze ingebed lagen, en later met zirkoon, wat betere resultaten gaf. We weten reeds dat hij er 14 onderzocht. In alle 14 analyses bepaalde hij het gehalte aan uraan en het geoccludeerde helium, en berekende hieruit den ouderdom op geheel dezelfde wijze als voor de veldjes uitvoerig nagegaan werd. Het resultaat geeft tabel 3 (blz. 176). [1]) Ook dit zijn minimum waarden, want als het helium voor een gedeelte weggediffundeerd is, valt de ouderdomsbepaling te laag uit.

De waarden liggen alle boven de 100 millioen jaren; ze lijken

---

[1]) R. W. Lawson. Naturwissenschaften 5, 1917, p. 429.

goed betrouwbaar, want het quotient $\frac{He}{U}$ wordt grooter naarmate het mineraal uit een ouderen horizont komt. Proeven, ook bij hoogere temperatuur, hebben bewezen, dat het helium zich heel lastig uit de harde, vrijwel onverweerbare en onverwoestbare zirkoon laat verdrijven. Zirkoonkristallen uit de diamantkraterpijpen bij Kimberley geven geen Permischen ouderdom, maar een archaeischen, wat duidelijk is, als we bedenken, dat zirkoon in brokstukken van een veel ouder gesteente, dat in breccieuse stukken door de Kimberliet mee naar boven gestuwd is, ingesloten ligt. We trekken de conclusie: zelfs bij temperaturen van gesmolten lava verdwijnt het helium nog niet uit het mineraal in noemenswaardige hoeveelheid.

De minimum bepaling van Strutt lijkt wel ongeveer de juiste te zijn. Met meer recht kan getwijfeld worden aan een reeks bepalingen o.a. door Becker verricht, die uit het loodgehalte van uraanmineralen hun ouderdom trachtte te bepalen. Deze bepaling geeft aanleiding tot maximum waarden, want zit er bij het lood, uit het uraan ontstaan, gewoon lood, dan valt de bepaling te hoog uit. Bij het voornaamste uraan-mineraal, de Pechblende, hebben we b.v. te doen met een lood-uranaat. Het is echter te verwachten, dat we bij andere mineralen, als b.v. autuniet, een uraan-calciumphosphaat, dat bij recente vorming geen spoor lood bevat, meer succes zullen hebben.

Tabel 3 op blz. 176 geeft een overzicht van de uitkomsten.

Nu is een ouderdom als b.v. 11000 millioen jaar voor het algonkium wel heel hoog en Becker gaf zelfs toe, dat hier gewoon lood in het mineraal bijgemengd moet zijn geweest. Sollas c.s. vonden dus tot 1913 alleen Strutt als bestrijder met exacte cijfers tegenover zich; totdat Rutherford met zijn beschreven radioactieve methode kwam, met de veldjes, die ook minimum waarden gaven en zeer goed met die van Strutt klopten. U ziet, 123 millioen jaar voor het onder-devoon als minimum, en 200 millioen jaar voor denzelfden tijd door Strutt gevonden, komen zeer goed overeen. Daarom was deze bepaling in 1913 zoo interessant, omdat hiermede Strutt in zijn strijd tegen Kelvin's vertoog, een stevigen steun kreeg.

TABEL 3.

Ouderdomsbepalingen der Aarde.

Millioenen jaren.	1). Sedimentatie en Erosie 2). Zoutgehalte der oceanen	Minimum bepaling uit het qoutiënt $\frac{He}{U}$		Maximum bepaling uit het quotiënt $\frac{Pb}{U}$	
	Tijdperk	Tijdperk [1])	Plooiingsphase	Tijdperk	Plooiingsphase
0	Heden		Alpien		Alpien
		Jura			
100	Archaeïcum	Carboon	Hercynisch		
200		Onderdevoon	Caledonisch		
300		Palaeozoïcum		Carboon	Hercynisch
400				Devoon Gothlandien	Caledonisch
500					
600		Algonkium	Huronisch		
700					
800					
900				Algonkium	Huronisch
1000					
1100					
1200					
1300					
1400				Archaeïcum	
1500				Oudste gneisachtige granieten	

[1]) Zie voor uitvoeriger Landolt-Börnstein, Physikalisch-Chemische Tabellen, 5e Auflage blz. 14.

Toen eenigen tijd later Fajans e.a. de isotopenleer ontwikkelden en daarmee de mogelijkheid gaven, uraanlood van gewoon lood te onderscheiden, kregen we een derde betrouwbare methode voor de ouderdomsbepaling uit het quotient $\frac{Pb}{Ur}$. Enkele jaren geleden is deze bepaling verricht door mej. Horowitz en Hönigschmidt, die zeer nauwkeurig bröggeriet uit het Algonkium bij Moss in Noorwegen, onderzochten. Deze bröggeriet kwam uit een syeniet. De verhouding $\frac{Pb}{Ur}$ was $= {}^1/_3$, waaruit voor het Algonkium een ouderdom volgde van 925 millioen jaren. Eveneens werd het atoomgewicht bepaald op 206,4, dit is dat van zuiver uraanlood. (Gewoon lood at. gew. = 207,1).

Deze waarde komt vrij goed overeen met die voor een zirkoon uit Ontario.

Een bepaling van het Zweedsche praecambrium, ook met behulp van het quotient $\frac{Pb}{Ur}$, op dezelfde wijze verricht, gaf tot uitkomst 650 millioen jaren.

In 1920 werd te Edinburgh een groot congres gehouden, waarop het ouderdomsvraagstuk uitvoerig besproken werd door geologen, biologen en physici. [1]) Op dit congres kwam ten duidelijkste de groote tegenstelling tusschen Sollas en zijn medestanders aan den éénen kant en de specialiteiten op radioactief gebied aan den anderen kant, uit.

Een compromis schijnt uitgesloten; hebben de physici gelijk dan zullen de geologen hun ideeën omtrent erosie en sedimentatie grondig moeten herzien; dan moeten b.v. naast tijdperken van krachtige erosie (zooals tegenwoordig na de tertiaire plooiing), tijdperken van langdurige rust aangenomen worden (b.v. het mesozoïcum). Blijkt de andere partij gelijk te hebben, dan moet de desintegratie-theorie der zware elementen gewijzigd worden. Waar vóór 1910 nog gezegd kon worden dat de bepalingen van het quotiënt

---

[1]) Nature, 1920, pag. 279 e.a.

$\frac{He}{Ur}$ niet juist waren, doordat He toegevoerd zou zijn, thans is dit argument niet met goeden grond houdbaar. Men kan dus eigenlijk alleen nog aan de conclusie, dat de aarde minimaal één milliard jaren oud is, ontkomen, door de actualiteit van de desintegratie-theorie in twijfel te trekken en zich derhalve af te vragen, welke zekerheid er bestaat, dat in de formule $N = N_0 e^{-\frac{t}{L}}$ de grootheid L door alle tijden heen dezelfde waarde heeft gehad. Als deze L vroeger kleiner was, vallen de ouderdomsbepalingen te hoog uit. Maar nu is voor de werkingsstraal R van RaC in lucht gevonden 6,60 c.M., in pleochroïtische veldjes in biotiet wordt R = 0,033 m.M., zelfs voor praecambrische veldjes is R = 0,033 m.M. Dus R is ten allen tijde constant. Ook bestaat de betrekking

$$R = \varphi\ (v_0) = \psi\ (L),$$

dus als R constant is, geldt hetzelfde voor v_0 en ook voor den gemiddelden levensduur.

Echter is alle twijfel hiermee niet opgeheven, want al is L voor alle elementen constant, daarom behoeft L voor U en Th, de moeder-elementen, nog niet dezelfde waarde te bezitten, deze toch verkeeren in een andere positie, omdat ze in tegenstelling met de andere radioactieve elementen, geen ouders hebben.

Inderdaad vond Prof. Joly in één geval een te groote werkingsstraal voor U, maar Rutherford verklaarde dit door grooter ijzergehalte van de biotiet, waarin het veldje opgesloten lag. Voor U en Th is L dus hoogstwaarschijnlijk ook constant met den tijd:

1. omdat, als U vroeger sneller uiteen viel dan tegenwoordig, het vreemd zou zijn, dat er nog U overbleef,

2. omdat in fig. 4 U en Th op de rechte lijnen, die de wet tusschen L en de aanvangssnelheid der α-deeltjes symboliseeren, liggen. Dit is een bewijs dat U bij het uiteenvallen zich gedraagt als zijn afstammelingen.

Nu geldt de betrekking $\lg L = a + p \,.\, \lg v_0$, en kan men zich afvragen of de bepaling van $L = 6{,}5 \times 10^9$ jaren wel te vertrouwen is; het punt voor U komt n.l. dan juist op die rechte te liggen. Echter is L vóór U al bepaald in 1905 en is de betrekking

$$\lg L = a + p \lg v_0$$

pas gevonden in 1911.

Is de ligging van dit punt echter geen toeval? L is gevonden uit de wet, die zegt dat de halveeringstijden evenredig zijn met de hoeveelheden, waarmede de radioactieve elementen voorkomen in zeer oude mineralen als pechblende:

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Geldt echter de desintegratie-theorie voor U niet, dan geldt ook deze wet niet en moet L dus anders uitvallen.

Maar dan komen we tot een cirkelbetoog, want we zeggen: de desintegratie-theorie is juist, want de betrekking $\lg L = a + p.\lg v_0$ geldt; bij de opstelling van deze wet gebruiken we echter den halveeringstijd voor U en deze is weer afgeleid uit de desintegratie-theorie! Streng wetenschappelijk is de bewering, dat $U = 6{,}5 \times 10^9$ jaar is en ook steeds geweest is, niet te noemen. —

Krijgen de physici gelijk dan is een opbouw van een absoluten historischen tijdschaal met behulp van de bepaling van de quotiënten $\frac{Pb}{Ur}$ en $\frac{He}{Ur}$ zeer goed mogelijk.

Resumeerende komen we tot de volgende conclusie:

De snelheid waarmede de radioactieve elementen uiteenvallen is niet alleen onafhankelijk van temperatuur, druk, chemische bindingen, aggregatietoestand, maar heeft door alle geologische tijdperken heen ook nooit gevarieerd. Het onderzoek van de merkwaardige pleochroïtische veldjes, een onderzoek verricht in innige samenwerking van geologen, petrographen en physici, heeft dit buitengewoon waarschijnlijk gemaakt, ja onweerlegbaar voor alle elementen, behalve voor U en Th, bewezen. Was de rechtstreeksche ouderdomsbepaling door middel van de veldjes niet geschikt, indirect hebben zij groote waarde voor het vaststellen van een absoluten tijdschaal op de wijze die Strutt in 1906, dus vóór de ontdekking van Mügge, reeds met enthousiasme begonnen was. —

De veldjes hebben ons echter nog meer geleerd dan de betrekking L = constant.

1°. Ze hebben ons laten zien hoe kristallijne stoffen op dezelfde wijze door α-stralen beïnvloed worden als gassen. De ionisatiekromme wordt teruggevonden in de nuanceering der tint van cordiëriet en glimmer. Indirect steunen onze veldjes dus krachtig de atoomhypothese van Rutherford.

2°. De veldjes geven ons een middel, om hoeveelheden van stoffen aan te toonen, nog veel kleiner dan men met de electroscoop kan meten. Met den electroscoop konden wij nog 1 millioen atomen emanatie aantoonen. In de kernen zijn maximaal 2170 millioen atomen uraan aangetoond. Hiermede is in evenwicht 0.006 atoom emanatie! Dat wil natuurlijk zeggen: zoo nu en dan ontstaat er een atoom, dat spoedig weer uiteenvalt, dan is er een heelen tijd geen enkel, totdat er weer eens één gevormd wordt, enz. Dat ze er inderdaad geweest zijn, leeren ons de veldjes, waarin we den ring, gevormd door de emanatie-deeltjes, duidelijk kunnen waarnemen. — 60 Millioen α-deeltjes waren door elk der radioactieve elementen verschoten in minstens 60 millioen jaar, dat is hoogstens dus 1 per jaar. Kernen waaruit eens per eeuw een α-deeltje wordt afgeschoten geven in archaeïsche gesteenten nog flinke veldjes. Dit zijn wel de kleinste hoeveelheden stof, die ooit aangetoond werden!

3°. Ze leveren een duidelijk bewijs, dat bij gewone temperaturen althans, alléén door thorium, uraan en hun afstammelingen α-deeltjes worden uitgezonden. Alleen Th- en U-veldjes zijn waargenomen, actinium is niet zelfstandig. Andere elementen, als cerium of lanthanium, hebben nooit veldjes gevormd. Ieder onverkleurd stukje mica doet ons zien, dat de gewone elementen als Si, Fe, Al, Ca, enz., zeker niet desintegreeren.

4°. Ze leveren het bewijs, dat practisch de radioactiviteit der gesteenten geheel geconcentreerd is in kleine insluitsels van zirkoon en apatiet. Dat zag Mügge in 1907 al in. De radioactiviteit van gewone stollingsgesteenten (ze bevatten vaak een Ra-gehalte van meer dan 10^{-11}), wordt veroorzaakt door hun rijkdom aan zirkoon en apatiet. Hoe basischer de gesteenten, hoe minder van die mineralen. Geen wonder dan ook, dat Prof. Strutt vond, dat het sima-

tische magma veel minder radioactief was. We kunnen tegenwoordig vrij zeker zeggen: de radioactiviteit der aarde is gebonden aan het salische magma. De buitenste schil van de aardkorst is alleen drager der radioactiviteit, de kern zal daarvan vrij zijn. Dit moet ook wel. Want het gehalte 10^{-11} is 200 maal zoo groot als het gehalte, dat volgens Rutherford noodig was om de aarde warmer in plaats van kouder te doen worden. De aarde zou dan in de laatste 100 millioen jaar weer vloeibaar geworden zijn.

In het voorgaande is in het kort weergegeven, hoe de afleiding van de geheimzinige kromme van Geiger geheel verklaard kan worden uit de atoomhypothese van Rutherford en daaruit mathematisch kan worden afgeleid.

Tot de veldjes zelf overgaande is geschetst hun ontdekking in de 19e eeuw, de verklaring van het verschijnsel door Mügge in 1907 en de verandering der optische eigenschappen, zooals deze onderzocht werden door Hövermann; daarna hoe Joly aantoonde dat ze veroorzaakt werden door de α-stralen alléén en eindelijk het belang, dat ze voor de berekening van den absoluten ouderdom der gesteenten, bezitten.

LITERATUUR.

Marx. Handbuch der Radiologie.

Teil I. Geitel. Die Radioaktivität der Erdkrust, 1920.

Teil II. Rutherford. Radioaktieve Substanzen und ihre Strahlungen.

Philosophical Magazine.

1910. Febr., blz. 327-331. Prof. J. Joly on pleochroitic haloes.

1910. April, blz. 630-648. Prof. J. Joly and Mr. A. L. Fletcher on pleochroitic haloes.

1911. April, blz. 613. Geiger and Nuttal. A quantitative relation between the Range of an α Particle and the period of transformation of the emetting element.

1913. Januari, blz. 10-31. Dr. N. Bohr. On the theory of the decrease of velocity of moving electrified particles on passing through matter.

1913. April, blz. 644-657. Prof. J. Joly and Prof. E. Rutherford. On the age of pleochroitic haloes.

1913. April, blz. 604-624. H. Geiger and E. Marsden. On the laws of deflection of α-particles through large angels.

Proceedings Royal Society A.

1905, pg. 312. R. J. Strutt. The age of Rocks, etc.

1909, pg. 166. The age of Rocks, etc.

1910, pg. 96-99. The age of Rocks, etc.

1910, pg. 284-301. The age of Rocks, etc.

1910, pg. 506. H. Geiger. Investigations on the velocity and ionisation of α particles.

Centralblatt für Mineralogie.

1907, pg. 397. O. Mügge. Radioaktivität und pleochroitische Höfe.

1909, pg. 65-113-142. Radioaktivität und pleochroitische Höfe.

Neues Jahrbuch für Mineralogie etc.

1912, pg. 321-401. G. Hövermann. Über pleochroïtische Höfe etc.

Smithonian Institution. Annual report 1914, pg. 313. J. Joly. Pleochroitic haloes; overgenomen uit The Huxley lecture, uitgave Bedrock, Londen 1913.

Geologische Rundschau.
1910, pg. 241. J. Königsberger. Berechnungen des Erdalters auf physikalischer Grundlage.

Doelter, 1915, Sammlung Vieweg. Über die Farben der Mineralien.

Nature, 1921, 27 November. British Association. Congres in Edinburgh.

VERSLAG OVER DE WERKZAAMHEDEN OP S.M. MAURITS TOT 30 MAART 1924. *)

S. M. Maurits beschikt over een ondergrondsche **uitgestrektheid** van circa 1200 H.A., en bezit een bovengrondsch terrein van circa 125 H.A. Volgens de reeds bekende profielen is de **kolenvoorraad** niet minder te achten dan die van boring S. M. XIX.**) Noordelijk van de verschuiving van Heerlerheide zullen de bovenste lagen gaskool opleveren op niveau's onder 600 M., terwijl bij de zetel de vetkoollagen, en meer naar het Zuid-Oosten de magerkolengroep direct onder de deklagen bij ongeveer 300 M. diepte onder maaiveld beginnen. De kolenvoorraad tot 1200 M. mag minstens op 150 millioen ton geschat worden, wat een levensduur van 125 jaar aangeeft, bij een dagelijksche productie van 4000 ton.

Voor de **aansluiting aan het Staatsspoor** is men bezig met den aanleg van een spoorwegemplacement voor 14 sporen, die langs de voorloopige schachtbokken in een richting Z.Z.W. zullen komen te liggen.

Het **hoofdgebouw** is bijna klaar, en het zal eerstdaags voor wat de baden betreft, gedeeltelijk in gebruik genomen worden. Het is een gebouw van 50 bij 80 M.; het middengedeelte heeft een 18 M. hooge vorst, en is omringd door lagere deelen met plate forme. Aan weerszijden van den hoofdingang heeft men de kaartenkamers, de appartementen voor de directie, voor den mijnbouwkundigen en voor den werktuigkundigen ingenieur, voor den hoofdopzichter; daarachter de loonhal met rechts de opzichterszaal, links en achter verschillende bureau's; daarachter de hooge hal met kleeren-ophanging door haak en ketting voor 5000 man; links en rechts daar-

*) Dit verslag is te beschouwen als een vervolg op de drie in vorige Jaarboeken over S. M. Maurits verschenen verslagen.

**) Zie Eindverslag van de Rijksopsporing van Delfstoffen.

van gemeenschappelijke en afzonderlijke baden met 280 douches; dan afzonderlijke badkamers voor jongens, meester-houwers, opzichters en directie. De werklieden komen binnen langs een zij-ingang achter de baden. Die zij-ingang brengt direct in de trapzaal, van waaruit omhoog een brug zal leiden via de lampisterij en boven de werkplaats naar de schachten. Het hoofdgebouw bezit over zijn heele uitgestrektheid één groote kelder, dienende voor magazijnsgoederen en fietsenbergplaats. Het gansche gebouw bestaat uit een betonnen skelet, gemaakt door de Industrieele Beton Maatschappij, en is verder geheel in baksteen uitgevoerd, aannemer J. M. Bronswaar, Maastricht.

In de nabijheid komt een gebouw, bevattende de verbandkamer en appartementen voor de controleerende geneesheeren van de rijksverzekeringsbank (eigen risico), van het algemeen mijnwerkersfonds, en voor den mijnarts.

De betonwerken voor de **lampisterij,** uitgevoerd door de reeds genoemde betonmaatschappij, zijn begonnen. De **watertoren** is reeds klaar. Hij bestaat uit een waterbak van 675 M³. inhoud, 10 M. binnendiameter en 10 M. hoogte, ondersteund door 6 achtkantige pooten. In het midden daarvan is de klimkoker, met 2 M. diameter en opgevoerd tot boven den waterspiegel van den watertoren. Hij dient als contrôle en tevens voor de leidingen. De bovenkant van den toren is 40 M. hoog. De heele toren is van gewapend beton.

Het gebouw van de **definitieve werkplaats** bevat behalve de smederij en de timmermanswerkplaats, ook de voorloopige transformatoren, het voorloopige magazijn, 1 Schütz-laagdruk-compressor van 2200 M³. per uur, gedreven door een synchrone motor en twee compressoren van 2500 M³. elk, gedreven door asynchrone motoren. De druk wordt bereikt in twee trappen: 1,50—1,90 atm. en 6,2 atm.

De bekleeding van het vroegere bevrieshuis is overgebracht naar de plaats waar een nieuw **compressorenhuis** zal komen en waar nu fundeeringen worden gelegd voor 2 compressoren van 2000 M³. (K. Mariënhütte), voor 1 Schütz van 2200 M³. en 1 Meehr-compressor van 6000 M³., alles electrisch gedreven.

Langs de schachten in het N.N.W. ervan, worden fundeeringen gelegd voor een **machinehuis** van 100 × 15 × 20 M., te bouwen in gewapend beton. Dit gebouw en de watertoren worden uitgevoerd door de Intern. Gew. Betonmaatschappij, Stulemeyer, Breda. Van schacht II — de uittrekkende schacht — naar schacht I gaande, heeft men achtereenvolgens:

2 hoofdventilatoren — elk 12000 M^3. per min. bij 4 M^2. mijnwijdte en een depressie van 361 m.M., of 6000 M^3. bij dezelfde mijnwijdte en 90 m.M. depressie. In het eerste geval wordt 1250 P.K. geëischt, in het tweede 200 P.K. De ventilatoren zullen elk een luchttoren als uitlaat hebben van ± 20 M. hoogte. Hun zuigopening heeft 3,60 M. diameter, de vleugelopening 5,60 M. Beneden den beganen grond staan ze in gewapend beton, erboven in ijzer. De ventilatoren worden gebouwd door de firma „Hohenzollern", in combinatie met de „Werf Conrad" te Haarlem;

een heele rij **transformatoren** 10.000—2000 volt;

5 Ilgner-aggregaten — één voor iedere transportinrichting van de 2 schachten en één reserve;

4 hoogdruk-compressoren — ieder van 750 M^3. per uur voor 175 atm. druk;

2 laagdruk-compressoren — ieder van 16000 M^3. per uur voor 6 atm. druk. Samen met het compressorenhuis zal men dus als laagdruklucht hebben: 16000 M^3. + 6000 M^3. = 22000 M^3. en 16000 M^3. + 3 × 2000 M^3. = 22000 M^3. als reserve. Dit is dus voor 2200 ton per dag (gerekend 1 : 10).

Tot nog toe liggen 2 electrische kabels tusschen S.M. Emma en S.M. Maurits. Dezen zomer komt er nog een derde bij. Meer kabels — of nog hoogere spanning — zullen wel niet noodig zijn, daar de gassen van de later te bouwen cokes-ovens genoeg energie zullen leveren om stroom voort te brengen of bijv. eventueel een Thyssen-verbrandingsmotor-compressor te voorzien. Een groot ketelhuis zal dan ook wellicht nooit komen.

Schacht I wordt de intrekkende schacht; schacht II de uittrekkende. Op schacht I komt een betonnen **bok** op 3 pooten, gebouwd door de A.B.C. (Algemeene Beton Compagnie). De **hijschinstallatie** komt boven op den bok, zooals schacht I van S.M. Hendrik.

Ze wordt geleverd door Smit en Co., Slikkerveer. Elke hijschmachine bezit aan weerszijden een gelijkstroommotor, elk van 1900 P.K. Gebruik wordt gemaakt van het Leonard-systeem met de Ilgner-aggregaten en van het Koepe-systeem. Bij 1000 M. diepte zal de dikte van den gelijkslagkabel 65 m.M. bedragen — zij 14,5 K.G. per loopenden meter —, de nuttige last 7300 Kos. bij 4 wagentjes kool en 4 wagentjes steen (700 Kos. kool of 1100 Kos. steen per wagentje). Het eigengewicht der wagentjes bedraagt 350 K.G.; de maximum-snelheid der kooi zal zijn 22 M. per sec. en er wordt gerekend op 40 trekken per uur. De snelheid bij personentransport zal zijn 16 M. per sec. De Koepe-schijf zal 6,5 M. diameter hebben, terwijl de hoogte harer as boven maaiveld 40 M. zal bedragen.

Het **transport op de losvloer** zal „zóóver mechanisch gebeuren als goed practisch uitvoerbaar". Tandem-wippers met 2 wagens achter elkaar zullen gebruikt worden; deze zijn meer bedrijfszeker dan loopende kopwippers.

De mechanische **duwinrichting** voor de leege wagens zal waarschijnlijk met perslucht gedreven worden. Bij de uittrekkende schacht komen als **luchtafsluiting** Briardsche deksels. Boven het spoorwegemplacement komen de **zeverij** en de **wasscherij.** 420 ton schachtkool zullen per uur door de 2 zeverij-systemen kunnen verwerkt worden; de wasscherij, bestaande uit 2 afdeelingen, zal per afdeeling 150 ton per uur kunnen verwerken; deze laatste wordt geleverd door de Gebroeders Coppée, Brussel, en geschiedt naar dezer systeem: eerst sorteeren dan wasschen, in tegenstelling met het systeem-Baum. De later te bouwen **cokes-ovens** komen dan achter de wasscherij, van de schachten af, en zullen verdere uitbreiding van het spoorwegemplacement vergen.

In het N.N.W. wordt een **stort** aangelegd, die er later zal uitzien als de conus van S.M. Wilhelmina.

Bij het **afdiepen met de bevriesmethode** heeft men van 0—± 20 M. de **voorschacht** gemaakt; daarna trof men: van 20—27 M. een grintlaag met waterstroomen, waarvoor 20 **hulp-bevriesgaten** tot 30 M. moesten worden geboord; van 27—160 M. zand en klei;

van 160—250 M. mergel (klei en tuf); van 250—302 M. groenzand van Herve en bij ± 303 M. de steenkolenrots.

Binnen den 12 M. diameter bezittenden bevrieskrans werden **ontlastingsgaten** aangebracht, respectievelijk tot 70—120—260—280 M. diepte, telkens tot onder een waterafsluitende kleilaag. Er waren tot 30 M. diepte, 12 **temperatuursgaten** buiten en 8 binnen den bevrieskrans, gelegen op twee loodrecht op elkaar staande middellijnen. Ze waren met loog gevuld en gaven een goed beeld van de voortschrijdende temperatuur. Deze werd afgelezen op thermometers, die in deze gaten werden opgehangen.

De **perslucht** werd gedroogd in 2 alternatief-gebruikte systemen, ieder van 2 cylindrische potten, van 36 c.M. diameter en 1 M. hoogte, parallel geschakeld, en gevuld met calciumchloride; van dit laatste werd per week 60—75 K.G. verbruikt.

Bij het **boren van de schietgaten** in de schacht werden effene holboren gebruikt van verschillende lengte tot 2,55 M. lang en met beitel in Z van 38—32 m.M. Ze werden gedreven door de kleine Flottmann type D.

Bij het **schieten** heeft men van centrum-schacht tot den wand: inbraak, hulpschoten, tweede krans, wand. De wand is altijd 1—2 M. achter op de inbraak. Men schoot ± 12 inbraakschoten, 2,50 M. diep met ± 12 patronen samen met 20—25 wandschoten, 1,80 M. diep met ± 6 patronen; na het wegruimen van het losgeschoten materiaal schoot men de hulpschoten en de tweede krans — samen 30—40 schoten — alle ± 2 M. diep met 5—7 patronen. Men gebruikte 25—40 K.G. rhenaniet (dynamiet) per Meter diepte. Men schoot alles moment met electrische ontsteking. De weerstand per schot was ± 1 ohm. Alle schoten stonden in serie, zoodat men door bijtellen van den weerstand der leiding tot aan den dag, een goede contrôle over de schakeling kon uitoefenen door middel van den ohmmeter. De ontsteking gebeurde bovengronds door aansluiting op het electrisch net. Gedurende het afdiepen bleef de spanbok steeds niet meer dan 40 M. boven den schachtbodem. De prestatie was 1,50—1,80 M. per dag.

De **bekleedingsringen** hebben een hoogte van 1500 m.M., de draagringen 285 m.M. en de sluitringen 600 m.M. Men had twee

types: type A en type B. De bekleedingsring en draagring type A bestaat uit 11 segmenten, type B uit 12 segmenten, terwijl de aansluitingsring bestaat uit 12 segmenten type A en 13 segmenten type B (bij de aansluitingsring is immers altijd een passtuk). Type A heeft flens 20 c.M., type B flens 30 c.M. De wanddikte **d** van een cuvelagestuk — gegeven zijnde de flensafmetingen — zou kunnen berekend worden met de volgende formule:

$$2\ (f + \mathbf{d} \,.\, h)\ \tau = D \,.\, p \,.\, h,$$

waarin:

f: oppervlakte in c.M². der verticale doorsnede der 4 horizontale flenzen,

d: de te berekenen wanddikte in c.M.,

h: de hoogte in c.M. van een cuvelage-ring,

τ: 1000 K.G. per c.M².,

D: gemiddelde diameter in c.M. van den cuvelage-ring,

p: 1,5 K.G. per c.M². per 10 M. van de diepte waarop de ring komt te liggen.

De draagringen werden gelegd bij ca. 160—238—270—289—306—308 en 322 M.

Na het monteeren van den aansluitingsring met passtuk blijft nog de **picotage** over. Deze gaat over een hoogte van ± 3 c.M. Daarvoor worden gebruikt: beukenslabben — een soort segmentmallen — van 180 × 22 × 3 c.M.; beuken plankjes 20 × 20 × 1 c.M.; pitch-pinen platte wiggen 19 × 20 × 1 of 20 × 4,2 × 1 of 17,5 × 4,2 × 1 c.M. of aangescherpte cylindrische of conische wiggen 22 × 2,3 of 29 × 1,8 of 20 × 2 c.M. Als curiosum moge vermeld worden, dat bij den draagring type A schacht II, 160 M. diepte, gebruikt werden: 11 slabben, 125 beuken plankjes, 1407 platte wiggen, 732 cylindrische en 630 conische wiggen. De picotagevoegen worden tegen uitdrukken beschermd door een ring uit E-ijzer, profiel 16 met wiggen en beugels aan draag- en sluitring vastgemaakt. Na picotage wordt nog, na uitnemen van de vergietproppen, door de vergietgaten van den draagring achter den sluitring cement geïnjecteerd. De draagringen bij 306 en 308 M. diepte worden ook nog gepicoteerd aan de achterzijde om een dichte

afsluiting te geven tusschen de deklagen en het steenkolengebergte.

Onder in de schacht werd een betonprop aangebracht van 5 M. dikte, waarin 16 standbuizen van 75 m.M., die bij de ontdooiing op druk en watertoevloed beproefd werden.

Bij het cuveleeren maakt men gebruik van verschillende **schachtvloertjes**: een veiligheidsvloer boven den hooger gelegen draagring; een werkvloer waarop cuvelage-stukken, hoofdbalken, beton, het noodige voor de ladder-afdeeling en al het bijkomstige worden neergelaten; een schrikvloer 4,5—6 M. daaronder voor het aandraaien der moeren, het kooken der looden voegen, en het inbouwen van de ladder-afdeeling. De **afsluiting** tusschen de **ladder- en de transport-afdeeling** geschiedt door middel van 4 ijzeren hekken van 3 M. hoogte, waarvan 2 van 1 M. breedte, 1 van 70 en 1 van 80 c.M. breedte, en bestaande uit ramen van ronde ijzeren staven van 1,6 c.M. diameter — aan de uiteinden waarvan schroefdraad zit — met een daarin gespannen netwerk van ijzerdraad. Ze worden in de flenzen van de hoofdbalken gelaten en met schroeven vast gezet. De **hoofdbalken** worden gelegd om de 3 M. verticalen afstand en vast gemaakt met bouten op de flenzen van de cuvelage. Ze worden gericht aan den eenen kant door ophangen van 2 looden, aan den anderen worden door middel van een steeklat twee afstanden met de eersten vast gelegd en zoo de plaats bepaald. De horizontale afstand tusschen twee hoofdbalken is 3,88 M.

Het verleggen van een vloertje van een ring op den daarboven liggenden duurt 3—5 minuten. Voor de **vloertjes** werd gebruikt het **patent** van den hoofdopzichter zelf van S. M. Maurits, den heer D. J. GIBBELS. Het vloertje heeft een geraamte van profielijzer waarop een houten vloer van 6 c.M. dikte en bestaat uit een middenstuk en 2 scharnierende kleppen voor het passeeren van de hoofdbalken. Het rust niet op grendels — deze zijn niet sterk, en zitten gaarne vast, zoodat ze dan met den grooten hamer worden behandeld, wat hun sterkte en de veiligheid niet verhoogt — maar op 2 pinbalken, I-ijzer profiel 28, die in een horizontaal vlak kunnen draaien om een verticale pin onder de vloer. In niet-dragenden toestand kunnen ze gedraaid worden zóó, dat het vloertje met omhoog geslagen kleppen passeeren kan tusschen de hoofdbalken;

in dragenden toestand liggen ze met hun uiteinden op de hoofdbalken.

Bij begin van een cuveleeringsperiode wordt de spanbok circa 10 M. boven den onderkant van den pas gelegden draagring vast gemaakt. Gedurende de periode naderen werkvloer en schrikvloer geleidelijk den hooger-gelegen draagring. Bij het einde der periode — dus na de picotage — wordt de werkvloer opgebroken en naar den dag gestuurd, de schrikvloer omhoog gebracht tot aan de veiligheidsvloer, deze opgebroken en beneden, $1^1/_2$ M. onder den spanbok, aangebracht. Dan laat men de schrikvloer zakken tot bij den spanbok, demonteert en brengt ze naar den dag.

Voor iedere schacht had men noodig 8400 ton gietijzer, 175 ton bouten, 80 ton plaatlood voor de voegen, 35000 K.G. drukringen, 25000 K.G. loodringen.

Na de bevriezing is men begonnen met de **buizen** te **trekken.** Ingelaten in de 36 gaten van schacht I werden (telescoop-verbuizing):

1440 M. 14″ buizen (35—40 M. diep);
2520 M. 12″ buizen (70 M. diep);
5400 M. $9^1/_4$″ buizen (150 M. diep);
9000 M. 7″ buizen (250 M. diep);
11.880 M. 5″ bevriesbuizen (tot 230 M. diepte);
11.880 M. 70 m.M. valbuizen (deze valbuizen waren aan hun ondereind dicht en over de laatste 5 M. met gaten voorzien);
samen 42.120 M. buis.

Verloren buizen bij het trekken:

0 M. van 14″;
771,47 M. van 12″;
2481,75 M. van $9^1/_4$″;
3758,94 M. van 7″;
3780,68 M. van 5″;
0 M. valbuizen;
samen 10.792,84 Meter.

Met een hydraulische pers werd een trekkracht verkregen van 330 atm. Indien de buizen niet kwamen, werden ze op de meest rationeele diepte afgesneden.

Behalve de ondiepe hulpgaten tot 30 M. zijn voor de bevriezing geen hulpgaten geboord. Voor het meten van de **afwijking van de verticaliteit** — zoowel in richting als helling — alsook voor het richten van afgeweken gaten voor schacht II en voor 3 gaten van schacht I, werd het Duitsch Patent van de „Gesellschaft für Nautische Instrumente" te Kiel en hun „Richtverfahren" gebruikt, hetwelk zeer voldeed. De grootste afwijking op 330 M. bij schacht II was 1,81 M., de kleinste 0,88 M., terwijl bij schacht I bij dezelfde diepte de grootste 3,42 M. was en de kleinste 0,38 M. De bevriesgaten stonden dus beter bij schacht II.

De **looghoeveelheid** in duizendtallen van begin tot einde bevriezing was voor schacht I: 4359,450 M^3. of 5,706 M^3. per dag; voor schacht II: 4391,868 M^3. of 7,732 M^3. per dag. Het specifiek gewicht van den loog was 1,25. Het aantal toegevoerde frigorieën in millioenen van begin tot einde bevriezing was:

voor schacht I: 8624,957 met 11,289 per dag;
voor schacht II: 6760,093 met 11,902 per dag.

De specifieke warmte van den loog was 0,72.
Het temperatuurverschil tusschen den, in de bevriesgaten op- en neergaanden, loog was ± 2° C. bij ± — 25° C. De snelheid van den loog in de valbuis was 60 c.M., in de bevriesbuis 30 c.M. per sec.

Om aan den beton gelegenheid te geven om te binden vooraleer er druk van buiten-uit op werd uitgeoefend, werd **ontdooid** van binnen-uit. De schacht werd met een hevel onder water gezet. Het gebruikte water kwam van de uitgraving van het spoorwegemplacement. Bij schacht I was de binnen-temperatuur — 15° C. bij einde delving, bij schacht II aanmerkelijk minder. Men liet de temperatuur van het water in de schacht dalen tot + 2° C. Dan werd een 7″ buis tot beneden in de schacht gelaten. 6 duplex-pompen pompten water uit de schacht door een verhitten stoomketel, en uit dezen vloeide het water verwarmd door de 7″ buis naar den bodem van

de schacht terug. Zoo werd al het water in $2^1/_2$ maand op 12° C. gebracht. Daarna werd de schacht leeg „gekübeld", en door middel van de vloeren van boven naar onder gewasschen met warm water terwijl de schroeven aangedraaid werden en de spuiters gekookt. Beneden gekomen werden de 16 standpijpen in de betonprop op druk en watertoevloed onderzocht. Hun temperatuur was toen 0,75°—3° C. Daar geen druk en geen water geconstateerd werden, kon de prop als veilig aangezien worden. Het leeg-„kübeln" gebeurde meest des nachts met een vierkanten ijzeren bak van 1 M. zijde en $1^1/_2$ M^3. inhoud, onder wigvormig toeloopend en voorzien met een klep, die automatisch zich opende bij het dalen in het water, zich sloot bij het ophijschen, en aan den dag, door een touw bevestigd aan het juk dat aan een haak bleef hangen, geopend werd, zoodat het water in een ondergeschoven goot kon uitstorten zonder kippen. Al deze werkzaamheden duurden ruim een halve maand. Dan werden pompen opgesteld om loog te doen circuleeren in 29 bevriesgaten. De loog werd óf verwarmd in den vroegeren verdamper, óf gewoon rondgepompt. 9 bevriesgaten dienden als temperatuursgaten; in twee ervan liep de loog gewoon rond. Toen de temperatuursgaten boven 0° C. aanwezen, werd gestopt met de kunstmatige ontdooiing. Het in schacht I na ontdooiing toevloeiende water werd door verder aandraaien der bouten en aankooken der looden voegen van 112 tot 40 liter per min. terug gebracht. Schacht II is ook tot ± 40 liter terug gebracht geworden.

Na de ontdooiing werd in de schacht gebruik gemaakt van **regenvloertjes,** die alleen de ton en later de kooi kunnen doorlaten. Ze bestaan uit houten ribben, waar overheen geklikte planken, die later met menie besmeerd worden, zijn aangebracht. Soms worden ze ook nog belegd met asfaltpapier. Een aparte leiding brengt dit „regenwater" daar waar men het liefst hebben wil, zoodat ten minste dit water het werk in de schacht niet hindert.

In schacht I, niet in schacht II, werden nog vóór het einde van de ontdooiing de **geleidingsbalken** ingebouwd, — waarschijnlijk om tijd te winnen — alsmede het ijzeren hekwerk om de ladderafdeeling, hetwelk het houten verving. In schacht II werd bij

de cuveleering direct het ijzeren hekwerk aangebracht. De geleidingsbalken — kopgeleiding — zijn van Amerikaansch grenenhout, 18 × 18 c.M. en 9 M. lang. Met 2 verzonken bouten worden ze aan de hoofdbalken vastgemaakt, terwijl een ijzeren lasch op hun rug ze onderling verbindt. In een over den helft van den kop inspringenden wigvormigen hoek van den onderstaanden geleidingsboom rust een passende uitspringende hoek van den bovenstaanden. Gezien het transport in de schachten dubbel zal wezen, dus voor 4 kooien — met 2 wagens achter elkaar — moeten er 8 geleidingsbalken ingebouwd worden. Zij A, B, C en D de geleidingsbalken aan den Noordelijken hoofdbalk en A′, B′, C′ en D′, deze er tegenover aan den Zuidelijken hoofdbalk, dan worden drie looden opgehangen bij A, B en B′, zoodanig dat de looden bij A en B de plaats van A en B en het lood bij B′ de plaats van B′ aangeven. C en D worden met een spoorlat geregeld naar A en B terwijl A′, C′ en D′ met de spoorlat ten opzichte van B′ en met een steeklat ten opzichte van A, C en D geplaatst worden, terwijl ook B′ ten opzichte van B met de steeklat gecontroleerd wordt. De spoorlat is een hoekijzeren lat met 4 × 2 hoekijzertjes, — deze als sporen voor de geleidingsbalken, — terwijl de steeklat een plank is van 3,56 M. lengte, belegd met ijzer aan de koppen tegen de slijtage. De looden hangen 4 c.M. van hun respectievelijke geleidingsbalken en in het vlak van de binnenzijde der balken, zoodat door er langs te kijken, men goed de balken plaatsen kan en controleeren of ze wel goed gericht zijn. Het stilhangen der looden duurt vrij lang, doch eens stil, worden ze onderaan vastgemaakt, door het touw door een vast gaatje te doen passeeren. De afstand tusschen A en A′ enz. is 3,56 M. terwijl de afstand hart tot hart tusschen A en B, C en D 1,08 M. en tusschen B en C 1,22 M bedraagt. De geleidingsbalken zitten met 2 c.M. diepe inkepingen in de flenzen van de hoofdbalken. Tusschen de flenzen is verder een houten vulling. De gaten, zoowel door de geleidingsbalken als door de hoofdbalken, worden geboord met zoogenaamde „knarren", — waaronder handige hoekboormachientjes, — geleverd door het „International Preszluft-Verlag-Berlin", en gedreven met perslucht. Deze zijn zeer practisch, gaan zeer vlug door hout en ijzer, en vol-

doen uitstekend. De geleidingsbalken worden tot op den vloer met den hijschkabel en karabijnhaak afgelaten, waar ze overgenomen worden door een kleineren hijschkabel, bediend aan den dag door een persluchtlier. Zoo bedienen twee liertjes elk één zijde van de schacht. De vloertjes bij dit inbouwen gebruikt, liggen weer op I-ijzers, profiel 28, doch daar deze niet in een horizontaal vlak draaien kunnen, gehinderd als ze worden door de ingebouwde geleidingsbalken, hebben zij nu translatie en rotatie in een vertikaal vlak, zoodat bij het verleggen van een vloertje, de draagbalken weer de hoofdbalken passeeren kunnen. Dit is ook een patent van den heer D. J. GIBBELS.

Op het oogenblik is schacht I afgediept tot 522 M. en schacht II tot 566 M. Onderaan in de schachten ligt een betonprop van 1 M. dikte. Het **afdiepen** is geschied met de **cementeermethode.** Er is overal geschoten, behalve in de storingen, waar schop en afbouwhamer volstonden. Daar is de prestatie dan ook hooger. Schacht I heeft 18 M. storing, schacht II 72 M. Het profiel hiervan geeft een aardig voorbeeld van de wondere wijze, waarop een laag kan uitwiggen. Met Flottmann E boorde men de 16 standgaten 1 M. diepte, 68—80 m.M. diameter, met holkroonboor op ± 1,30 M. afstand van elkaar onder een hoek van ± 70° naar buiten toe. Ze werden verder geboord met holboren met beitel tot 14 M. diepte en tot 32 m.M. diameter. Men verkreeg waterspoeling door inblazen van lucht, terwijl het gat met water gevuld was of werd. Nadat de gaten geboord waren, werden de standpijpen ingedraaid en vast geklemd met gummi-manchette. Dan werd bij ieder der gaten op water, en bij positief resultaat met den manometer op druk onderzocht. De maximale druk en maximale toevloed van water uit een standgat bij dit verder afdiepen, waren respectievelijk 40 atm. en 250 Liter per min. Daarna werden de gaten gecementeerd; de cementmelk was half water, half cement. Ze werd toegevoerd door een buis van boven-af en stond dus onder eenen met die toevoershoogte correspondeerenden druk. Het cementeeren duurde net zoolang totdat men boven bij den toevoer geen afname meer zag van de cementmelk. Beneden was het einde te zien door het oploopen van den druk van een manometer

tot een bij die diepte correspondeerend maximum. Daarna werden de standpijpen verwijderd, zoo noodig met den karabijnhaak. Dan begon het afdiepen tot 10 M. onder begin-injectie. Een voorloopige bekleeding als in het bevroren gedeelte van de schacht volgde steeds het afdiepen. Na afdiepen begon weer het injecteeren en zoo voort. Een definitieve bekleeding in stampbeton volgde direct op de cuvelage bij 323 M. diepte. Het **betonneeren** in ongestoord gesteente geschiedde zonder, in gestoord gesteente met ijzeren bewapening. Afdiepen en daarna betonneeren van onder naar boven geschiedde in schacht I in het niet gestoorde gesteente in trekken van 102—30—40 en 20 M. (30—40 M. normaal), in het gestoorde gedeelte in trekken van niet meer dan 10 M. De betonnen muur is ongewapend 50 c.M. en gewapend 70 c.M. dik. Een bekistingsring is 75 c.M. hoog. De planken daarbij gebruikt zijn 20—35 c.M. breed, 4 dik en 75 lang. Ze staan recht en in een cirkel, en worden vast gehouden door 2 E-ringen, profiel 16, die onderling door stelbouten vastzitten. Klampen houden de planken aan de E-ringen. De bewapening geschiedt met ijzeren bewapenings-kooitjes, met langwerpig en gekromd grondvlak van 180 × 50 c.M. De kooitjes hebben 4 horizontaal gelegen, over den heelen omtrek loopende, ronde staven van 1", verdeeld over 40 c.M. hoogte, en 12 verticale in U-vorm loodrecht op de lange zijde van het grondvlak staande, één Meter hooge, aan de boven-uiteinden als haken naar binnen omgebogen, ronde staven van $^5/_8$". Ze schuiven over elkaar heen en verspringen onderling als een steenverband. De kooitjes van éénzelfden ring zijn verbonden door „haarspelden". 12 kooitjes vormen één ring en 2 ringen samen hebben 1 M. hoogte. Daar de betonnen muur 70 c.M. dikte heeft, zitten ze, achter en vóór, 10 c.M. in den beton. Bij het opbouwen van den betonnen muur worden hierin terzelfder tijd de hoofdbalken, de ladder-afdeeling en de later noodige beugels en klemmen voor kabels en leidingen aangebracht.

Bij schacht II waren de **prestaties** van 323 tot 566 M. diepte, dus over 243 M. in de steenkolenrots:

voor de delving: 1,04 M. per werkdag in 234 dagen;

voor de definitieve bekleeding: 1,85 M. per werkdag in 131 werkdagen;
voor andere werkzaamheden: 28 werkdagen;
totale prestaties: 0,62 M. per werkdag of 15,50 M. per maand.

Voor schacht I was dit, over 199,35 M. in de steenkolenrots:

voor de delving: 0,63 M. per dag in 315 dagen;
voor de definitieve bekleeding: 1,90 M. in 105 dagen;
voor andere werkzaamheden: 45 dagen;
totale prestaties: 0,43 M. per werkdag en 10,75 M. per maand.

De prestatie bij het delven in schacht II is voor een groot deel toe te schrijven aan het feit dat de 70 M. gestoord gedeelte makkelijker waren om af te diepen.

Voor het oogenblik zijn 3 **verdiepingen** reeds bij de ontsluiting begrepen op 391, 455 en 548 M. Deze verdiepingen zullen doodloopen in het Noorden en het Noord-Oosten op de verschuiving van Heerlerheide. Alleen een Zuid-, Zuid-West- en Westveld kunnen hier bereikt worden. De bedoeling is om zoo spoedig mogelijk tot verdiepingen op ± 650 en ± 750 M. te komen, die beide, met het oog op de luchtverversching tegelijker tijd, ook onder de Noordelijke deklagen zullen doorgaan. Van de 3 bovenste verdiepingen uit zal men van de verschuiving alleen de ligging verkennen.

Schacht I is klaar tot 455 M. met de definitieve geleidingsbalken.

Schacht II wordt voor het oogenblik **definitief uitgerust,** te beginnen bij de 548 M. verdieping. Twee vloertjes worden daarbij gebruikt, die elkaar op 6 M. afstand volgen. De **geleidingsbalken** worden ingebouwd zooals bij schacht I. Tusschen de balken C en D, C′ en D′ worden ijzeren **verbindingsbalken,** E-profiel 20,9 M. lang, verticaal in het midden der hoofdbalken langs dezer binnenzijde aangebracht. Ze worden, door een hoekijzer boven, door consooltjes onder, aan iederen hoofdbalk vast gemaakt. De E-ijzers worden ook eerst met den grooten kabel naar beneden gelaten, en dan verder bij de vloertjes door een apart kabeltje bediend, waar-

van de drijvende lier aan den dag is. De prestatie bij deze uitrusting is 12 M. per dag. Men is nu tot de 391 gekomen.

Terzelfder tijd wordt nu ook een **waterleiding** met 300 m.M. buizen aangebracht. Later zal er een evengroote reserve-waterleiding bij komen, misschien komt deze in schacht I wegens gebrek aan plaats in schacht II. De proefbelasting der leiding is 90 atm. van 0—455 M. diepte en 120 atm. van 455—800 M. De waterleiding is nu reeds aanwezig van 548—455 en van 391—0 M. Een **persluchtleiding,** veel lichter dan de vorige, met eveneens 300 m.M. binnen-diameter, wordt ook ingebouwd. De buizen der leidingen hebben 9 M. lengte. De heele buizenkolom tusschen 2 verdiepingen zit tusschen 2 geconstrueerde liggers van ± 1 M. hoog, waarvan de onderste de kolom draagt. De liggers zijn ingebouwd in de aparte leiding-afdeeling van de schacht. In de beton rusten zij op verschillende rails, liggende op hun beurt op een ijzeren plaat. Op de liggers komen 2 × 2 [-ijzers, profiel 26, voor de waterleiding en 2 + 2 [-ijzers, profiel 14, voor de luchtleiding te liggen. Daartusschen hangt met een kraag een gietstuk met vorm en diameter der leiding. Tusschen de liggers in is de kolom door klemmen vastgehouden in haar verticalen stand. Onder aan het gietstuk aan het boveneind van iedere kolom zit een compensatiestuk, dat aan ditzelfde boveneind een speling geeft van 8 c.M. op en 8 c.M. neer. Het op- en neer-schuivende stuk, de degenbuis, is uit koper, heeft 33 m.M. dikken wand en beweegt in een vastgeschroefde pakking van 8 c.M. hoogte. Onder een verdieping, boven den geconstrueerden ligger buigt de leiding via den verdiepingskelder om naar een nis, uitgespaard in den wand van de laadplaats, gaat zoo omhoog, buigt bij het gewelf der laadplaats weer om en komt zoo terug in de leiding-afdeeling onder het gietstuk van den hooger gelegen, de hoogere kolom dragenden geconstrueerden ligger. De buizen worden neergelaten met den gewonen kabel tot aan de boven-liggenden verdieping en vandaar met een aparten kabel, bediend door een bovengrondschen lier, in de leiding-afdeeling tot hun plaats van bestemming. Als men dan met deze uitrusting en met de vloertjes tot boven aan den dag zal zijn gekomen, gaat men nog eens met de vloertjes tot beneden om de

I-ijzers, profiel 20, in te bouwen, dwars door de transport-afdeeling van de schacht, horizontaal van midden hoofdbalk tot midden hoofdbalk. Deze I-balken worden met hoekijzers aan de L-vormige verbindingsbalken en met doorgaande bouten aan de hoofdbalken bevestigd.

Daar de verbindingen tusschen schacht I en II op de 391 en de 455 M. klaar zijn, kan men de schachten gebruiken voor een natuurlijke **ventilatie.** Deze gaat van schacht I naar schacht II. Om deze ventilatie te activeeren heeft men in den beginne in schacht II (de laatst ontdooide schacht) langen tijd stoom ingeblazen. De temperatuur voor het oogenblik in schacht I is 3—6,5° C. en in schacht II 10—11° C. De op de verdiepingen geplaatste ventilators werken bij deze natuurlijke ventilatie wat mee.

Het **vervoer** geschiedt tegenwoordig langs schacht I met 2 kooien met 2 verdiepingen met 2 wagens achter elkaar. De kooien zijn 96 c.M. breed en 3,54 M. lang tusschen sleepzijde van de schoenen. Tusschen 2 elkaar passeerende kooien is 12 c.M. ruimte, tusschen de, later in het midden aan te brengen I-balk en de middenkooien is er 8,5 c.M. Tusschen schoen en geleidingsbalk is 1 c.M. speelruimte. De huidige hijschmachine kan maar 1000 wagentjes per dag trekken, 2 wagentjes per heffing bij 5 M. snelheid. Ze bedient de 455. Vroeger bediende ze ook de 391 M. Onder de kooien hangt een platte staart-kabel. De steen en de kool van de 391 worden afgeremd door de nog niet gebruikte tweede transport-afdeeling van schacht I naar de 455 met een Koepe-lier met twee kooitjes, — waarvan één met den leegen wagen als contra-gewicht, — geleid door 4 kabels bij de hoeken. Bij de laadplaatsen hebben ze zij-geleiding. Tot Juli 1924 zal een ander koepe-liertje met contragewicht het transport verrichten van de 548 naar de 455 langs schacht II. 3 vloertjes in rails met takkenbossen er boven op, zullen boven de 455 voor de veiligheid aangebracht worden. Juli 1924 wordt schacht II dubbele transportschacht. Eén machine zal de 455 bedienen met een vermogen van 2000 wagentjes, een andere van 1000 wagentjes de 548. Het Koepe-liertje in schacht I zal doorgaan met afremmen van de 391 naar de 455 M. Juli 1925 moet schacht I klaar zijn met definitieve

uitrusting, schachtbok en Koepe-Leonard hijschinstallatie op den bok. Op dat oogenblik zal de winning op de 391 en de 455 reeds een groote uitbreiding hebben genomen, respectievelijk in laag II en laag V.

De **watertoevloed** op 23 Maart 1924 was voor de heele mijn, inbegrepen de schachten, 207 Liter per minuut. Op 31 December 1923 gaf schacht I op zichzelf 87 Liter en schacht II 82 Liter per minuut. Op de 391 is een voorloopige pompenkamer bij de Noordelijke laadplaats van schacht II aanwezig. Het water komt eerst in een watergalerij, daarna in de „Sumpf" onder de pompenkamer. Daarin hangen buisleidingen met zuigkorven voorzien en verbonden met de pompen. Boven de „Sumpf" liggen balken met ijzeren platen bedekt, die de vloer uitmaken van de pompenkamer. Twee Heemaf-centrifugaalpompen, ieder van 6 M^3. per minuut en bediend door een triphase-motor van 1300 P.K., 2000 volt, 960 K.W. en 1480 omwentelingen, zijn aanwezig. Eén ervan hoeft maar één uur per etmaal te pompen. Het water op den bodem van schacht II wordt naar de 455 gepompt met een vizierpomp. Uit schacht I wordt door kleine pompjes, geplaatst op een vloertje, het water van 465 M. diepte tot de 455 gepompe. 2 electrisch-gedreven pompen brengen het water van de 455 naar de 391. In de schachten zijn regenvloertjes aanwezig, die het opgevangen water naar de eerst-ondergelegen verdieping doen afvloeien. Op de 455 komt een voorloopige pompenkamer met watergalerij tusschen schacht I en schacht II, terwijl op de 548 eerst een definitieve pompenkamer zal aangebracht worden. Een ⊥-stuk zal dienen als overgangsstuk tusschen de pompleiding en de waterleiding in de schacht. Een definitieve watergalerij heeft 50 M. lengte, 2,50 M. hoogte, 3 M. breedte onder en 2,50 M. boven. Een definitieve „Sumpf" is 4 M. breed, 3 M. hoog en 25 M. lang. De definitieve pompenkamer zal bevatten 4 electrisch-gedreven centrifugaalpompen met 600 M. water manometrische druk, ieder met een capaciteit van 6 M^3. per minuut en van 1300 P.K.

De **laadplaatsen** zullen gebouwd worden „en cul de sac", d.w.z. de leege wagens loopen onder een helling van 1 : 40 in een doodloopenden steengang. De locomotief, die met een trein volle wagens

bij de laadplaats van de schacht aankomt, duwt den vorigen trein volle wagens vóór zich uit, en aan de ombraak gekomen, gaat ze via de ombraak achter de schacht uit den „cul de sac" een trein leege halen, die langs de gegeven helling door haar makkelijk opgetrokken worden. Er zal dus steeds een locomotief in de laadplaats zijn en bij de ombraak zal geen kettingtransport van leege wagens plaats hebben. Hiervan is het galerij-transport op deze wijze volledig onafhankelijk gemaakt, terwijl het alleen zal afhangen van het schachttransport, aan hetwelk bij moderne mijnen steeds de grootste aandacht wordt geschonken. De lengte van den „cul de sac" zal 200 M. bedragen. Bij 1,60 M. opstellingslengte van een wagen, zullen 120 wagens achter elkaar kunnen opgesteld worden. Het stuiten der volle wagens zal geschieden met „Baum"-sche remmen. Telefonen zullen gebruikt worden bij alle winningscentra en een electrisch bloksysteem bij de kruispunten. Bij de transportverdiepingen zal de kopgeleiding bij de laadplaats inclusief den kelder over ± 8 M. onderbroken worden om wille van de ruimte, noodig bij het personentransport en plaatselijk vervangen worden, waarschijnlijk door een hoekgeleiding, omdat voor een zij-geleiding geen plaats tusschen de kooien aanwezig zal zijn.

Op de 548 is men bij schacht II begonnen met het uitzetten van de laadplaats. Een 15-tal meter is men aan weerszijden van de schacht verwijderd bij 3 M. breedte. Bij de schacht zal de laadplaats een gewelfdikte hebben van 1000 m.M. met een straal van 4900 m.M., een hoogte van 5000 m.M., een breedte van 4900 m.M. voor 4 sporen.

Op de transportverdieping op 455 M. zijn de laadplaatsen niet aan denzelfden kant van de schachten gelegen, wegens een storing Zuidelijk van schacht II. Zoo ligt de laadplaats bij schacht II aan den Noordkant, en bij schacht I aan den Zuidkant, waar ze beide dienden te liggen volgens het opgezette plan. Bij 4,90 M. breedte bestaat de bewapening van het ronde 700 m.M. dikke gewelf uit 2 ijzeren traliewerken, in dwarsrichting met staven van 1" en in langsrichting van $^5/_8$", op afstanden van elkaar als bij de bewapeningskooitjes. Ze liggen onder en boven in het gewelf en blijven 10 c.M. resp. van onder- en bovenvlak. Tusschen de tralie-

werken liggen gekromde Krupp-rails op 70 c.M. afstand. Verderop in de laadplaats krijgt men horizontale gewelven, hoogte onderkant 2,50 M. De bewapening dezer gewelven geschiedt als volgt: Bij 2,50 M. hoogte legt men als gewone kappen, iedere 50—70 c.M. een Krupp-rail; 70 c.M. boven den onderkant dezer rails komen wederom rails te liggen, loodrecht op de eerste, op een 50—70 c.M. afstand van elkaar. Een bekisting wordt aangebracht onder de onderste rails, en het geheel wordt met stampbeton gevuld. De betondikte van de wanden is 50 c.M. ongewapend of 70 c.M. gewapend met 2 traliewerken, op een afstand van 10 c.M., resp. van vóór- en achterkant beton. Op de 455 bij schacht II bouwt en betonneert men nu laadplaats en kelder; bij schacht I is de laadplaats slechts voorloopig gereed; definitieve bewegelijke laadkleppen zijn er voorloopig voor het huidige enkelvoudige transport aangebracht. De laadplaatsen op de 391 liggen naar het Zuiden. De laadplaats schacht II is 150 M. lang, waarvan 32 M. op een breedte van 4,90 M. Op 42 M. is ze geleidelijk tot 3,60 M. teruggebracht. Bij 4,90 M. breed en 5,00 M. hoog heeft het steenwerk 4 sporen; bij 3,60 M. breed en 2,50 M. hoog, 3 sporen; bij 3,00 M. breed en 2,50 M. hoog, 2 sporen; bij 2,50 M. breed in de vloer en 1,55 M. in de kop en 2,20 M. hoog, één spoor. Het locomotiefspoor heeft 60 c.M. wijdte; de rails hebben 115 m.M. profielhoogte en 7 M. lengte. Eiken dwarsliggers van 15 × 15 × 104 c.M. liggen op 70 c.M. afstand. De grootste gewelfoverspanning in beton, gewapend met dubbel hekwerk en Krupp-rails, is op de 455 bij de Noordelijke laadplaats schacht II, bij een samentreffen van laadplaats, ombraak en verbindingssteengang tusschen de schachten. Ze bedraagt 8,50 M. De beton voor het steenwerk bestaat uit 2 grind, 1 zand, 1 cement. Hij komt gemengd door een 7″ buis tot op de 391 of 455 op „betonvloertjes" terecht, van waaruit hij, natgemaakt, met de wagentjes vervoerd wordt. De persluchtleidingen bij de laadplaatsen en de hoofdsteengangen hebben 200 m.M. binnendiameter, verderop 150 m.M. Voor het buigen dezer zware leidingen is een buigmachine aanwezig.

De **ventilatie** heeft reeds één natuurlijken loop: langs schacht I als intrekkende schacht naar de 455, en dezer richtingssteengang

in laag III; dan met een steendoortocht, deelgalerij en remhelling in laag II naar den richtingssteengang van laag II op de 391, en zoo naar dezer laadplaats bij schacht II, welke de uittrekkende schacht is. In de doodloopende steengangen en galerijen geschiedt de ventilatie naar het werkfront door luchtkokers, van 50 c.M. diameter en 4 M. lengte, uit gegalvaniseerd plaatijzer, door middel van bladventilatoren, Fröhlich en Klüpfel-Barmen, gedreven met een persluchtmachientje, of door middel van turbine-ventilatoren tusschen de luchtkokers ingeschakeld, gedreven met perslucht en hebbende een diameter van 50 c.M., zooals de luchtkokers zelf. De luchtverversching is aan ieder front buitengewoon verzorgd, wat de prestaties zeer bevordert. Luchtlekken bij de persluchtleidingen en bij de luchtkokers kan men nergens aantreffen.

Het hoofdsysteem van de **steengangen** wordt naar de storingen, niet naar de lagen geöriënteerd. Ze staan loodrecht op of parallel aan de strekking van de storingen. Zoo maken ze hier een hoek van ongeveer 45° met de strekking van de koollagen aan de schachten. Op de 391 heeft men nu 2338 M. steenwerk, op de 455 verdieping, 1352 M. zonder de laadplaatsen. De steengangen worden één- of tweesporig gedreven. In het vaste gesteente bestaat de betimmering uit jukken van Krupp-rails bij één Meter afstand, met steenknuppels of rijshout er achter. In het slechte gesteente en in storingen wordt de betonkoker gebruikt. De dubbelsporige heeft 3,36 M. diameter en bestaat uit betonblokken; dit zijn prisma's van 20 c.M. hoogte met trapeziumvormig grondvlak, waarvan de scheeve zijden 40 c.M., de groote basis 43 c.M. en de kleine basis 34 c.M. is. 28 zulke blokken vormen een volledigen ring, en 5 ringen geven 1 M. steenganglengte. De gedrukte voegen bezitten grenen plankjes van 4 × 20 × 40 c.M., zoodat de betonkoker medegevend is. 7 diensten van 4 man van 8 uur geven 1 à 1,40 M. prestatie bij drijven van den steengang en opbouwen van den koker samen. Het akkoord is *f* 140,— per Meter. De enkelsporige koker heeft 2,60 M. diameter. Dezelfde prestatie wordt hierbij geleverd door $4^1/_2$—5 diensten van 3 man. Het akkoord is *f* 100,— per Meter. De betonblokken worden op de mijn zelf gemaakt. Bij heel slecht gesteente, zooals in storingen, volgt de betonkoker direct

het werkfront. Bij minder slecht gesteente volgt de betonkoker op zekeren afstand het drijven van den steengang. Soms zijn in denzelfden steengang twee betonposten. De practijk bewijst, dat het akkoord veel voordeeliger uitvalt, als men de betonposten en den drijfpost vereenigt tot één post onder leiding van één posthouwer. Bij ombuigingen van de steengangen gebruikt men voor den betonkoker een polygoonvorm, waarvan de hoeken opgevuld worden door wigvormige ringen in stampbeton, waarvan de gemiddelde dikte 30 c.M. is. De betonkoker is uitstekend bestand tegen grooten druk. Het ligt althans voorloopig niet in de bedoeling het lichtere cement-gunniteeren toe te passen. Dit schijnt alleen zeer geschikt te zijn voor een gesteente, dat aan de lucht gaat poffen. De helling der steengangen is 1 : 400.

Het **galerijtransport** geschiedt met sleeper of paard. Op de 391 zijn 7 paarden, op de 455 zijn 3 paarden aanwezig. De prestatie van het paard is hier 43,3 T.K.M. (12 wagens kool of 8 wagens steen per trek). Later komt locomotieftransport met perslucht. Het ligt in de bedoeling dit zoover mogelijk tot aan de werkfronten door te drijven. Een locomotiefloods wordt reeds aangelegd op de 455 bij schacht I. Bij het drijven der steengangen wordt met zeer goede resultaten gebruik gemaakt van den laadwagen. Hij werkt uitstekend bij niet vochtig gesteente. Bij te vochtig gesteente is hij onbruikbaar, althans in den huidigen vorm van schudgoot. Een circuleerende band dient hier misschien in overweging te komen. De laadwagen heeft een schudgoot met persluchtmotor, tegen-cylinder en luchtketel en laadt een wagen in $1^1/_2$ minuut. Met stop zetten, omwisselen van volle met leege wagens en verder alles inbegrepen, is een laden van 30 wagens steen — een volle afslag — in 2 uur iets zeer gewoons. Om een continu-laden te verwezenlijken, heeft men nu de laadgoot vorksgewijze aan den bovenkant uitgebouwd, zoodat men de twee aftakkingen door het draaien van een wisselplaat om de beurt kan gebruiken, zonder dat de laadwagen dient stop gezet te worden. Hierbij gebruikt men dan ook een $3^1/_2$ M. langen wissel van nieuwe vinding uit één stuk en los op de rails liggend, die in een minimum van tijd vóór den laadwagen kan opgesteld worden. Terwijl dan aan den eenen kant

een leege gevuld wordt, wordt aan den anderen de pas gevulde door een leege vervangen. De boorwagen heeft tot nog toe niet voldaan. De oorzaak ligt wel in de onregelmatigheid, in strekking en hoedanigheid van het gesteente, alsook in de buitengewoon vele storingen, die men tot nog toe ontmoet heeft. Aan het front maakt men ook een zeer voordeelig gebruik van een $3^1/_2$ M. lange passpoor, uit één stuk. Zoo hoeft men bij het werkfront niet telkens zoo een passpoor aan te brengen en daarna weer uit te breken. Inbraak, wand, vloer en kop worden met ongeveer 14 tijdschoten in één afslag afgeschoten. Iedere afslag geeft 2 M. prestatie. Dit lukt uitstekend. Wat de **prestaties** zonder betimmering, zonder boorwagen, maar met laadwagen, betreft, heeft men over de loopende maand de maximale maandprestaties van S.M. Emma overtroffen, dus een record gehaald. Bij afmetingen van 1,55 M. breedte in den kop, 2,50 M. in de vloer en 2,20 M. hoogte onder de kap, dus voor een éénsporigen steengang, zijn de volgende prestaties verkregen:

S.M. Maurits (Maart 1924)	S.M. Emma (maximale prestaties)
148 M. per 24 volle diensten.	145 M. per 24 volle diensten.
34,28 c.M. per man-dienst.	33,5 c.M. per man-dienst.
6,17 M. per etmaal .	6,04 M. per etmaal.

Bij beide mijnen was de bezetting: 3 diensten van 6 man per etmaal. Bij deze prestatie heeft men ca. 100 wagens steen per dag. Het akkoord was 25 c.M. per mandienst. Zonder laadwagen en zonder betimmering zou men de prestatie op 4 M. per etmaal kunnen aannemen bij dezelfde bezetting. In de galerij in de kool heeft men zonder laadwagen mét railbetimmering een prestatie van 2 M. per vollen dag (3 × 3 man). De prestaties van alle steengangen en galerijen in de kool samen, waren in de laatste maand (Maart '24) 28 c.M. per mandienst.

Op de 391 is een dynamiet-magazijn voor 5000 K.G. dynamiet; op de 455 komt er een voor 10.000 K.G., dat direct geventileerd zal worden van schacht I uit naar schacht II. Beide dynamietmagazijnen zijn geheel in gewapend beton. Verder is op de 391 nog een paardenstal en een gereedschapmagazijntje.

De **veiligheidspijler** is berekend op een hoek van 55° in de deklagen en op een hoek van 70° in het Carboon. Op de 391 heeft hij ca. 400 M. straal. Op deze verdieping is de Oostelijke steengang reeds 140 M. buiten den veiligheidspijler. De Westelijke, Noord-Oostelijke en Zuidelijke steengang zullen de grens bereiken in April. Op de 455 zal de Oostelijke steengang de grens bereiken tegen eind-Mei, en de Westelijke, Zuidelijke en Noord-Oostelijke tegen einde-Juni. De **winning der kool** zal in het algemeen gebeuren met schudgootpijlers, zoo groot als de verhoudingen zullen toelaten. Aan het front zullen, gezien de helling der lagen, schudgoten het aangewezen transport zijn. Voorloopig zal geen bandtransport gebruikt worden; men wil eerst de resultaten van elders afwachten.

De koollagen, in schacht I aangetroffen, zijn:

laag I met 1,05 M. kool bij 330 M. diepte;
laag II met 0,75 M. kool bij 407 M. diepte;
laag III met 0,94 M. kool bij 425 M. diepte;
laag IV met 0,68 M. kool bij 443 M. diepte;
laag V met 0,85 M. kool bij 483 M. diepte;
laag VI met 1,27 M. kool bij 501 M. diepte.

De bovenste koollagen van het profiel (buiten het veiligheidsdak), vormen dus 2 bundels. Men zal trachten zoo vlug mogelijk op de 1e en 2e verdieping tot de exploitatie te komen van den bijbehoorenden bundel, beginnende op iedere verdieping met de bovenste laag van den respectievelijken bundel.

Op het oogenblik bedraagt het ondergrondsche **personeel** 552 man, het bovengrondsche 279 man, samen 831 man voor de heele mijn; en dagelijks worden 750 wagentjes steen en 25 wagentjes kool getrokken. Over de **productie** van de mijn aan het eind van dit en het volgende jaar zijn geen inlichtingen verkregen. Naar eigen schatting zal ze einde van dit jaar 500 ton en einde 1925 een 2000 ton kunnen bedragen.

Hierbij sluit ik dit verslag. Aan het einde moge nog een beknopt chronologisch overzicht volgen van de werkzaamheden

in beide schachten. Ik dank den Heer ingenieur Duifjes, den hoofdopzichter Gibbels, de meester-opzichters Leuvelink Tjeenk en Smeets voor hun steeds hartelijken omgang en voor de vele mij medegedeelde inlichtingen, inzichten en ervaringen in den zoo moeilijken en iederen dag nieuwe problemen stellenden kolenmijnbouw. Maar mijn dank gaat vooral naar den Heer C. A. van Goudoever de Jongh, hoofdingenieur van S.M. Maurits, niet alleen om de gelegenheid mij gegeven om S.M. Maurits nogmaals te bezoeken en zijn buitengewone bereidwilligheid bij het verstrekken van vele gegevens omtrent de naaste uitbreiding van de mijn, niettegenstaande zijn zóó drukke bezigheden in deze oversnelle ontwikkelingsperiode, maar tevens en vooral om het zeer vele, wat ik bij mijn practisch werk gedurende mijn studententijd op de onder zijn eminente leiding staande S.M. Maurits heb mogen leeren, en voor de vele allerprettigste herinneringen, die me steeds aan deze mijn zullen hechten. Ik kan dit verslag dan ook alleen maar eindigen met een oprecht „glück auf" aan S.M. Maurits en haar Directie.

April 1924. O. F. M.

BEKNOPT OVERZICHT OVER DE WERKZAAMHEDEN IN BEIDE SCHACHTEN VAN 1915 TOT 1924.

	Schacht I.	Schacht II.
1915	Tijdelijke schachtbok.	——
1916	Voorschacht, begin-boring bevriesgaten.	Fundament tijdelijke schachtbok.
1917	Einde-boring bevriesgaten.	Tijdelijke schachtbok.
1918	Temperatuurs- en ontlastingsgaten, loogleidingen.	Voorschacht.
1919	Isoleering loogleidingen, bevriezing, hulpbevriesgaten, begin-delven-deklagen.	Begin-bevriesgaten, hulpbevriesgaten, begin-bevriesbuizen.
1920	Einde-delven-deklagen, cuvelage, hoofdbalken en ladder-afdeeling.	Einde-bevries-, temperatuurs- en ontlastingsgaten, einde-bevriesbuizen, begin-bevriezing.
1921	Einde-bevriezing, ontdooiing, geleidingsbalken, begin-delving-carboon.	Delven-deklagen, cuvelage, hoofdbalken, ladder-afdeeling, einde-bevriezing.
1922	Delving-carboon met injecteeren, betonneeren, hoofdbalken, ladder-afdeeling. Boor- en bevriesbuizen trekken.	Ontdooiing, begin-delving-carboon met injecteeren, betonnen bekleeding, hoofdbalken en ladder-afdeeling.
1923	Delving-carboon tot 522 M. met betonnen bekleeding, hoofdbalken en ladder-afdeeling tot 455 M. diepte.	Delving-carboon tot 566 M. met betonnen bekleeding, hoofdbalken en ladder-afdeeling tot 548 M.
1924	t/m Maart.	Begin-inbouwen geleidbalken, perslucht- en waterleidingen en volledige uitrusting.

IETS OVER HET OPSPOREN VAN DELFSTOFFEN MET DE TORSIEBALANS VAN EÖTVÖS.

Voor het bepalen van den vorm van het geoïd (dat is een oppervlak, waarvan ieder punt loodrecht staat op de richting van de zwaartekracht en dat men zich denkt op gemiddelde zeehoogte — het geoïd wijkt slechts weinig af van het zoogenaamde Bessel'sche omwentelingsellipsoïde) kwam Lóránd Eötvös, hoogleeraar te Budapest, op de gedachte metingen te verrichten met de torsiebalans, een instrument in principe gelijk aan dat van Coulomb en van Cavendish.

De door Eötvös gebruikte torsiebalans of variometer, zooals weergegeven in fig. 1, bestaat uit een nauwkeurig uitgebalanceerde aluminium staaf, opgehangen aan een 0,04 m.M. dikke Pt-Ir-draad, welke bevestigd is aan een verdeelde cirkelrand met wijzer. De 40 c.M. lange aluminium staaf draagt twee Pt-gewichtjes, waarvan het ééne ongeveer 70 c.M. lager dan het andere; verder is aan deze aluminium balans, bij het ophangpunt, een spiegeltje vast verbonden. De draaiingshoek van den balansstaaf wordt nu door een met kruisdraden voorziene kijker en millimeterschaaltje, via dit spiegeltje waargenomen. Het geheele instrument is omgeven door driedubbele messingwanden, en hiermee geïsoleerd tegen luchtstroomen, temperatuurwisselingen en verdere storende invloeden.

Met het beschreven toestel kan men zeer kleine verschillen in zwaartekracht meten. Voor opsporing van delfstoffen komt het er nu op aan, door berekening uit de waarnemingen, die zwaartekrachtsvaraties te vinden welke veroorzaakt worden door verschillen in soortelijke gewicht der geologische eenheden.

Reeds vroeger gaf Helmert in zijn „Schwerkraft im Hochgebirge" een methode om met slingerproeven veranderingen in zwaarte-

kracht aan te toonen en hieruit conclusies te trekken omtrent geologischen bouw. Met slingerproeven kan men, wanneer de geologie

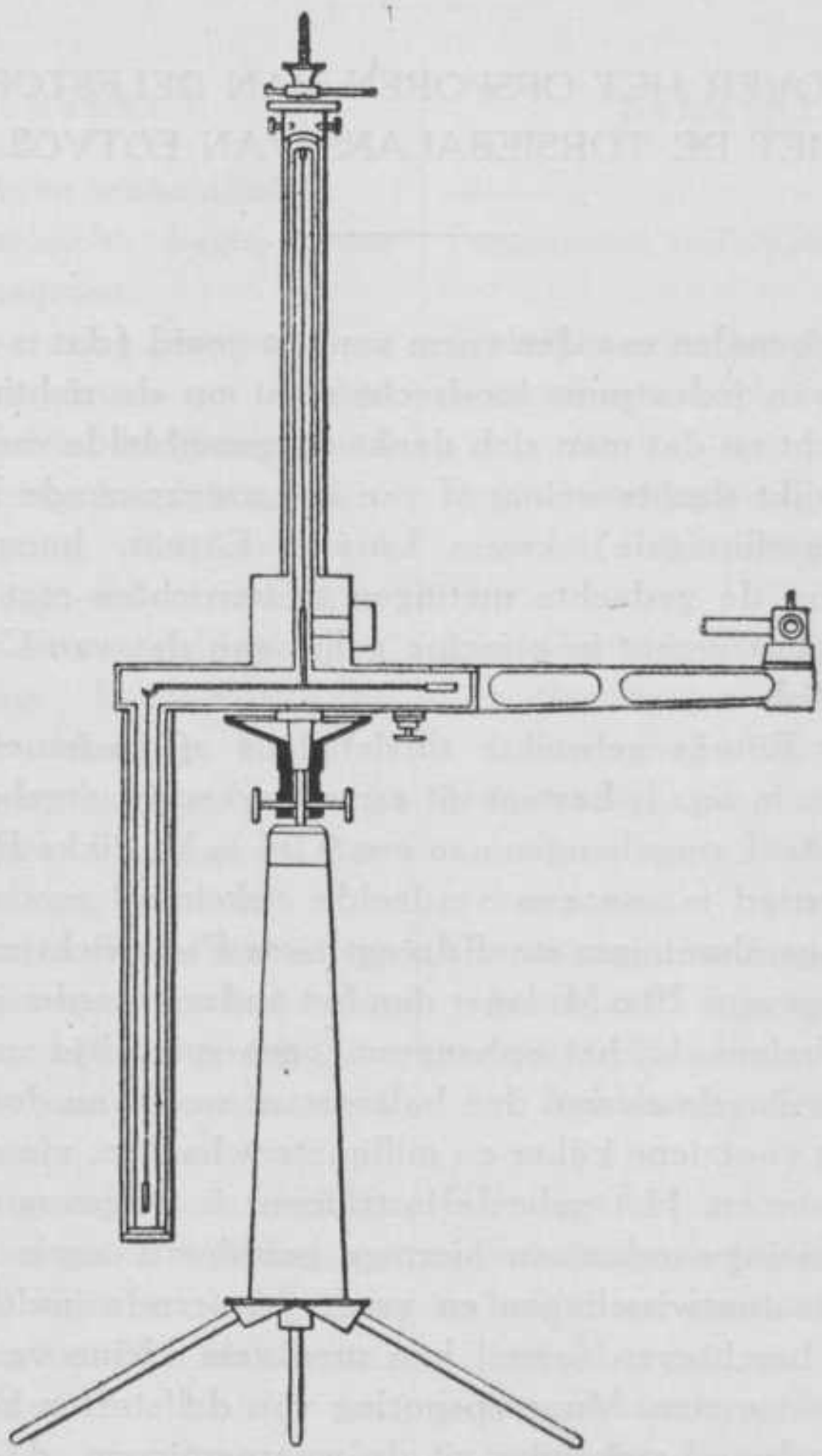


Fig. 1.

van een gebied in hoofdtrekken bekend is, de grenzen van „storende" massa's bepalen; zoo kwam in Nederland door slinger-

observaties de Peelhorst duidelijk tot uiting in de vormbepaling van het geoïd. Voor practisch geologisch detail-onderzoek zijn slingerwaarnemingen echter veel te onnauwkeurig en bovendien verloopen zij te langdurig.

De bepalingen met de torsiebalans gaan veel vlugger, zijn veel nauwkeuriger, bovendien geeft dit gevoelige instrument meerdere gescheiden grootheden afhankelijk van de zwaartekracht. Ja, de gevoeligheid van de balans is zoo groot, dat ze voor geoïd-bepalingen in Nederland onbruikbaar was: iedere zwerfsteen of konijnengang was aan te toonen!

De gevoeligheid bereikt de grens van 10^{-12} c.g.s.

De krachten, die op de met platina-gewichtjes voorziene balans werken zijn de volgende:

1. Aardattractie, gericht naar het middelpunt der aarde, bepaald door Newton's formule:

$$p = \frac{1}{15} \cdot 10^{-9} \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} \text{ (in c.g.s. stelsel).}$$

2. Centrifugale kracht, tangentiaal aan breedte-cirkels en in grootte gelijk aan $m r w^2$ (r straal van de breedte-cirkel).

1 en 2 vormen samen de zoogenaamde normale zwaartekracht, die dus in grootte afhankelijk is van: hoogte boven of beneden zee-niveau en geografische breedte. [Het laatste volgens Helmert benadert in de formule:

$$g = 978{,}00\ (1 + 0{,}00531 \sin^2 \varphi)].$$

De zwaartekracht wisselt dus van punt tot punt in grootte en richting. In het algemeen zullen dus de twee vectoren, de zwaartekrachtswerking op de Pt-gewichtjes voorstellende, elkaar kruisen, en twee horizontaal ontbondenen geven, die samen een draaiingskoppel vormen, dat in evenwicht komt met het opgewekte torsiekoppel in den ophangdraad. (fig. 2).

Slechts dan, wanneer de balans in het geodetisch hoofdvlak staat, gaande door de aard-as, kruisen de vectoren elkaar niet en is stabiel evenwicht mogelijk (in het andere geodetische hoofdvlak, dat

een standvlak is loodrecht op het vorige hoofdvlak, heerscht in zoo'n geval labiel evenwicht).

Bij de beschouwingen 1 en 2 is tot nu toe verondersteld, dat de aarde werkelijk een homogeen omwentelingsellipsoïde was; er zijn echter bergen en dalen, er is een heterogene bouw, bestaande uit gesteente-pakketten van verschillend soortelijk gewicht, met storingen, horsten en slenken en zooveel andere onregelmatigheden. Dit geeft nu aanleiding tot:

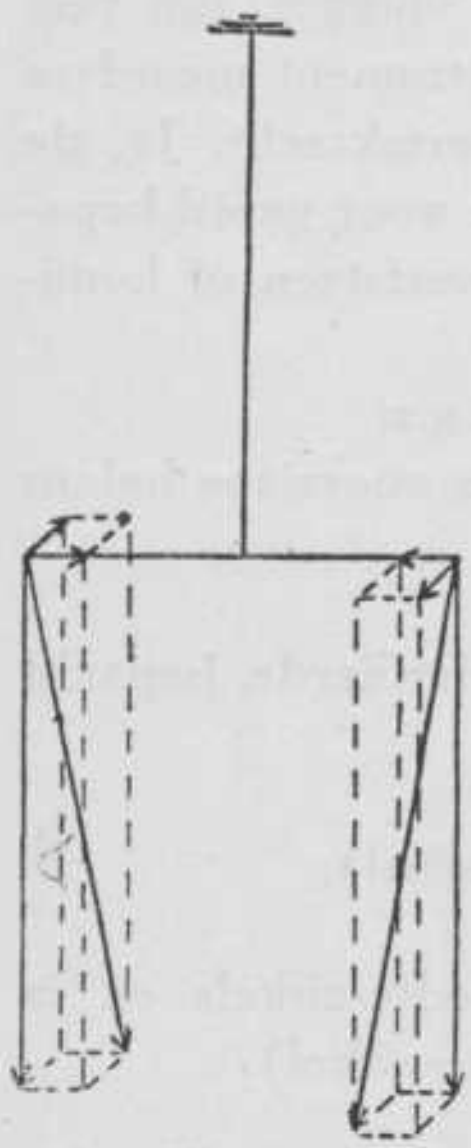


Fig. 2.

3. Attractie door zichtbare afwijkingen van het omwentelings-ellipsoïde — gelijk bekend doet een groote berg het schietlood afwijken van den verticaal, door massa-attractie weer volgens Newton's formule bepaald.

De invloeden onder punt 3 genoemd, worden voor den praktijk gesplitst in tweeën en wel: de „terrein-invloed", d.w.z. de oneffenheids-invloeden van den bodem of voorwerpen in de nabijheid (tot 100 M.) van het waarnemingsstation, welke invloeden door waterpassing berekend worden; de „cartografische invloeden", zijnde invloeden van bergen en dalen op grootere afstanden en die in rekening worden gebracht door metingen op kaarten.

4. Attractie door ondergrondsche massa's, voortspruitende uit verschillen in soortelijk gewicht. Zooals vermeld, wil men juist deze verschillen opsporen.

Ter verduidelijking zij een geval beschouwd, zooals aangenomen in fig. 3. Een massa s.g. 5,5 van 500 M. breedte, 1000 M. hoogte, onbepaald lang en op 1300 M. diepte, ligt in een omgeving s.g. = 2,6.

Aan de oppervlakte liggen waarnemingsstations op afstanden van — 1450 M., — 650 M., enz., gerekend vanaf het nulpunt, dat rechtstandig gelegen is boven de zware massa. De kracht-

effecten onder invloed van genoemde massa zijn onder de oppervlakte, vectorisch aangegeven (men denke ze in de waarnemingsstations zelve), boven deze vectoren zijn aangegeven hunne horizontaal ontbondenen, welke laatste met een volgetrokken lijn gra-

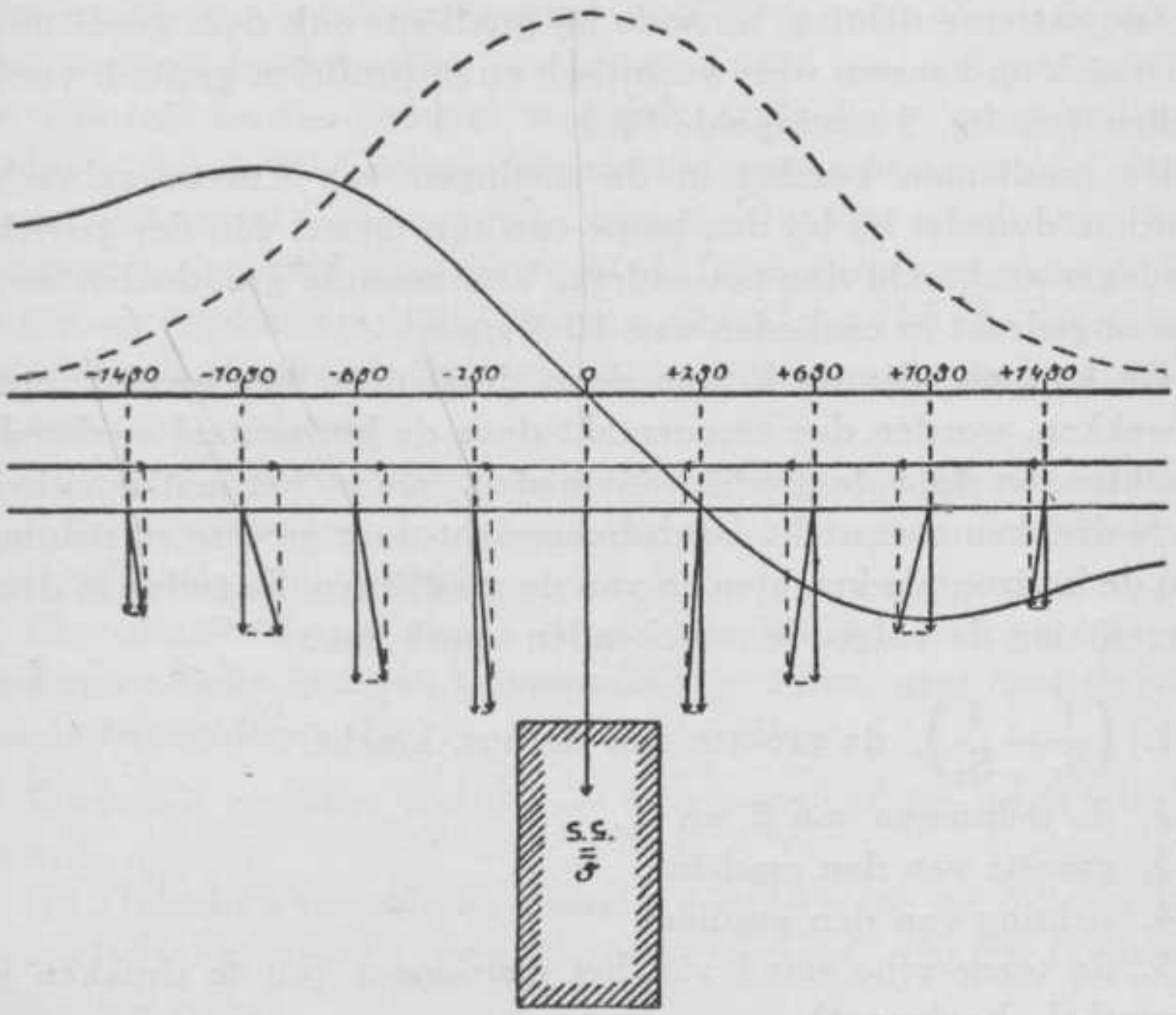


Fig. 3.

fisch nogmaals zijn voorgesteld. Men erkent nu direct den invloed van de zware massa op de balans door de hor. componenten. Uit hooger wiskundige beschouwingen volgt, dat deze horizontale, voor zoover gevolg van de ellipsoïde-vorm van de aarde, evenredig is met $\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}\right)$, waarin S_1 en S_2 de zoogenaamde geodetische kromtestralen zijn voor een plaats op aarde (behoorende bij de vroeger genoemde geodetische hoofdvlakken).

Behalve de horizontaal richtende kracht voerde Eötvös, bij zijn berekeningen, de veranderingen in grootte van de vectoren voor zekere richtingen in. De vectoren veranderen in grootte en er is natuurlijk één bepaalde richting waarin deze veranderingen maximaal zijn. De variatie van de grootte per c.M. verplaatsing, in deze laatste extreme richting, noemde hij gradiënt; ook deze gradiënten laten zich op kaarten weer vectorisch en in profielen grafisch voorstellen (zie fig. 3 gestippelde lijn).

De gradiënten konden in de metingen van Eötvös gebracht worden, doordat hij bij den bouw van zijn toestel één der gewichten lager aanbracht dan het andere. Voornoemde grootheden worden uitgedrukt in eenheden van 10^{-9} c.g.s.

De koppels, die de balans doen draaien en het torsie-koppel opwekken, worden dus veroorzaakt door de horizontaal werkende krachten, en door de gradiënt-invloeden, m.a.w. het mathematisch uit te drukken evenwicht wordt beheerscht door grootte en richting van de horizontale krachten en van de gradiënten. Er zullen in deze vergelijking de volgende onbekenden voorkomen:

1. $\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}\right)$, de grootte van de hor. kracht.
2. de richtingen van S_1 en S_2.
3. grootte van den gradiënt.
4. richting van den gradiënt.
5. de torsie-vrije stand van het instrument (uit te drukken in azimuthale hoekmaat).

Ten minste zullen dus op één station 5 metingen bij diverse beginstanden (van den torsiekop) gedaan moeten worden.

Deze waarnemingen worden 's nachts verricht (minste temperatuurwisselingen, warmtestraling, enz.) in een tent, waarin het toestel is opgesteld. Bij iedere torsiekop-verzetting moet men 20 minuten tijd geven, opdat de beweging van de balans gedempt is.

Nieuwere toestellen zijn als dubbele balansen ingericht; twee balansen zijn in hetzelfde toestel ondergebracht, er zijn dus twee diametrale pijpen waarin de lager gelegen gewichtjes zijn ondergebracht. Stelde men bij de eenvoudigste balansen de torsiekop

over de hoeken 0, 72°, 144°, enz. op, bij de laatste soort wordt dit 0, 120°, 240° en verkrijgt men tenminste 6 evenwichtsvergelijkingen. Tegenwoordig geschieden de waarnemingen zelf-registreerend langs fotografischen weg. Naast deze waarneming verricht men vaak nog magnetische waarnemingen, bepaalt men de absolute grootte van g (de variometer van Eötvös geeft alleen de variaties aan) met inachtneming van hoogte boven zee, en breedtegraad en worden verder zooveel mogelijk geologische waarnemingen gedaan, terwijl de vroeger besproken waterpassing wordt uitgevoerd, eventueel tachymetrische opname verricht wordt voor karteering van het verder gelegen gebied. De stations van waarneming liggen op regelmatige afstanden van elkaar b.v. 100 M., dit wisselt echter sterk al naar het doel waarvoor en den aard van het terrein, waarin men exploreert.

Uit bovenstaande metingen en evenwichtigs-vergelijkingen krijgt men den geoïdwaarde en richting van g; in het volgende genoemd: werkelijk gemeten waarde.

Om hieruit de verlangde getallenwaarde en richting van de ondergrondsche factoren te voorschijn te halen, gaat men de volgende bewerkingen door:

Werkelijk gemeten waarde — terrein-invloed = topografische waarde.

Uit Helmert's formule en Bessel's voorwaarden en overige formules berekent men de „normale-zwaartekracht" (bij aarde ideaal-ellipsoïde-vorm).

Hieruit krijgt men de:

Topografische storing = topografische waarde — normale zwaartekracht.

Uit de topografische storing elimineert men de voorgaand besproken cartografische invloeden aldus:

Topografische storing — cartografische invloed = ondergrondsche (geologische) storing.

Op deze wijze is het doel bereikt:

De physische invloeden van den geologischen bouw van den ondergrond op de zwaartekracht zijn in grootte en richting bekend:

men kan ze derhalve als ondergrondsche hoogtelijnen (isogamen) van een grensvlak van twee verschillend soortelijk gewicht bezittende lichamen aangeven!

Hierdoor is dus een overzicht verkregen van de uitbreiding, diepte, verloop, grenzen, vorm, eventueel dikte, van een minerale afzetting, conglomeraten, eindmoraines, verschuiving, horst, slenk of dergelijk onderwerp. En dit alles zonder kostbare, tijdroovende, riskante boringen!

Het klassieke gebied van Eötvös' succes is gelegen bij Arad op de grens tusschen de Hongaarsche vlakte en de Transsylvanische Alpen; E. toonde hier aan hoe de stolling gesteenten van de Transsylvanische Alpen zich onder de zoutbeddingen van de laagvlakte voortzetten. Een tweede gebied, waar met wonderlijk-correcte resultaten waargenomen is, ligt bij Kecskemét; hier, een seismisch gebied, gaven torsiebalansconclusies en magnetische observaties merkwaardige overeenkomsten. Het gebied bij Egbell, door Bökh, een der leerlingen van Eötvös, bewerkt met den variometer, met het doel naar olie te exploreeren, gaf geheel betrouwbare resultaten, zooals naderhand uit boringen bleek.

Bij metingen in 1917 door de Deutsche Petroleum Akt. Ges. in het Harzgebied verricht, zijn de grenzen van de daar aanwezige zouthorsten bepaald. Hier en daar zijn deze grenzen door ondergrondsche werken geverifieerd, voor zoover bekend bleven de onnauwkeurigheden hier beneden de 50—100 M. De variometer wordt, voor zoover bekend, o.m. gebruikt door de Anglo Persian Oil Co. en door de B. P. M. In de volgende landen zijn reeds metingen verricht: Duitschland, Italië, Croatië, Oostenrijk, Hongarije, Egypte, Mexico.

Torsiebalansen zijn o.a. aanwezig in Strassburg (Hecker), Frankrijk (Brillion), Palermo (Venturi), Padua (Soler), Tokio (Sinjo), Amsterdam (Zeeman), Potsdam (Schweydar), terwijl voor publicaties mede met vorige namen gewezen dient te worden op Pékár, Bökh, Rybár, Wagner, Schumann, Eggert, Vening Meinesz, Muller.

Ook in seismologisch opzicht en voor Wegener's theorie is veel te verwachten van het instrument.

Tot slot moge het volgende nog worden opgemerkt:

Eötvös' balans zal voornamelijk in vlakke landen met niet te ingewikkelde bouw of te vele storende invloeden (gletscherdepôts, ingewikkelde verschuivingssystemen, enz.) met succes worden toegepast. Door critische beschouwing van de cijfers, als resultaten van de verwerkte metingen, is men in staat conclusies te trekken omtrent de verborgen geologie. Deze resultaten behooren met groote voorzichtigheid te worden aanvaard; ze vormen waardevolle aanwijzingen voor het plaatsen van boorgaten. Het zij opgemerkt, dat de berekeningen ten grondslag aan de waarneming uitermate lastig zijn, veel hoogere wiskunde en mechanica vereischen. *) Het vraagstuk wordt nog verzwaard doordat het zeer moeilijk is de goede combinaties in de berekeningen te maken en een selectie te doen onder tegenstrijdige uitkomsten.

J. S.

---

*) Zie hiervoor ook: Verhandl. Konferenz Internat. Erdmess. 1906 Budapest S. 337-395; 1909 Cambridge S. 319-350; 1912 Hamburg S. 122, 427-438.

VERSLAG VAN DE TECHNISCHE EXCURSIE NAAR ZUID-WALES EN CORNWALL

gehouden van 5—18 April 1924, onder leiding van

Prof. R. W. VAN DER VEEN m.i.

Oorspronkelijk was deze excursie georganiseerd door de Hoogleeraren Vermaes, Knol en Van der Veen. Om verschillende redenen was echter Prof. Vermaes verhinderd mee te gaan. Prof. Knol werd bij den aanvang der vóór-excursie te St. Austell door de griep aangevallen, en heeft zoodoende niet aan de reis kunnen deel nemen.

Des te meer dank zijn de deelnemers der excursie daarom aan Prof. van der Veen verschuldigd. Dank zij zijn bekwame en aangename leiding en mede dank zij de goede zorgen van den heer Cartier van Dissel, kunnen de deelnemers met de grootste voldoening op deze excursie terug zien.

De taak van Prof. van der Veen werd verlicht door de groote welwillendheid, waarmede de verschillende managers en geleerden de excursie ontvingen. Geen moeite was hun te veel en hunne gastvrijheid kende geen grenzen. In het bijzonder gold dit voor het South-Wales Institute of Engineers. De Vice-President Mr. Spence Thomas en de volijverige Secretaris Mr. Price gaven voortdurend blijken van hun hartelijke belangstelling.

De uiterst beperkte tijd liet niet toe nog een volledig verslag over deze excursie te geven, zoodat wij besloten te volstaan met een programma en een behandeling van de voornaamste onderwerpen.

Ir. E. D. Cartier van Dissel gaf een overzicht van de geologie van het kolenbekken van Zuid-Wales, eenige mededeelingen over

den export der kolen en een beschrijving van de tinmijnen in Cornwall.

De heer G. J. de Vooys gaf een technische beschrijving van de bezochte kolenmijnen „Brittania" en „Cross Hands".

De heer E. de Wilde beschreef de Kabelfabriek „Excelsior Wire Rope Works" en Baldwins „Oresintering Plant".

De heer H. Schols gaf een overzicht van de geologie van Cornwall en van de Kaolien-industrie.

Voor de zinksmelterijen verwijzen wij naar het artikel „Metallurgie van het Zink" in het Jaarboek 1919—1920. De bezochte hoogovens en walswerken zijn ofschoon belangrijk, niet zeer modern, zoodat hierover in de bestaande literatuur genoeg te vinden is. De blikfabriek leek ons voor mijnbouwkundigen niet van voldoende direkt belang om de opname van een verslag hierover in dit Jaarboek te rechtvaardigen.

Door tijdsgebrek was het onmogelijk foto's en teekeningen op te nemen.

Aan Professor Van der Veen en de verschillende schrijvers betuigen wij hierbij onzen dank voor de bereidwilligheid, waarmee zij ons bij 't samenstellen van dit verslag terzijde stonden.

DE JAARBOEK-REDACTIE-COMMISSIE.

Delft, Mei 1924.

LIJST DER DEELNEMERS.

1. Prof. R. W. VAN DER VEEN m.i., Excursieleider.
2. Ir. E. D. CARTIER VAN DISSEL m.i., Assistent.
3. Ir. F. MARIMAN m.i.
4. F. VAN HEELSBERGEN, cand. m.i.
5. B. C. M. VAN DER HOOP, cand. m.i.
6. L. A. DE LAIVE, cand. m.i.
7. L. T. A. POTJES, cand. m.i.
8. H. SCHOLS, cand. m.i.
9. W. A. TERWOGT, cand. m.i.
10. TAN SIN HOK, cand. m.i.
11. S. J. VERMAES Hzn., cand. m.i.
12. G. J. DE VOOYS, cand. m.i.
13. E. DE WILDE, cand. m.i.
14. W. VAN ACHTERBERG.
15. L. R. BEYNEN.
16. G. A. F. KWANTES.
17. W. A. H. PEL.
18. A. E. VERMEY.

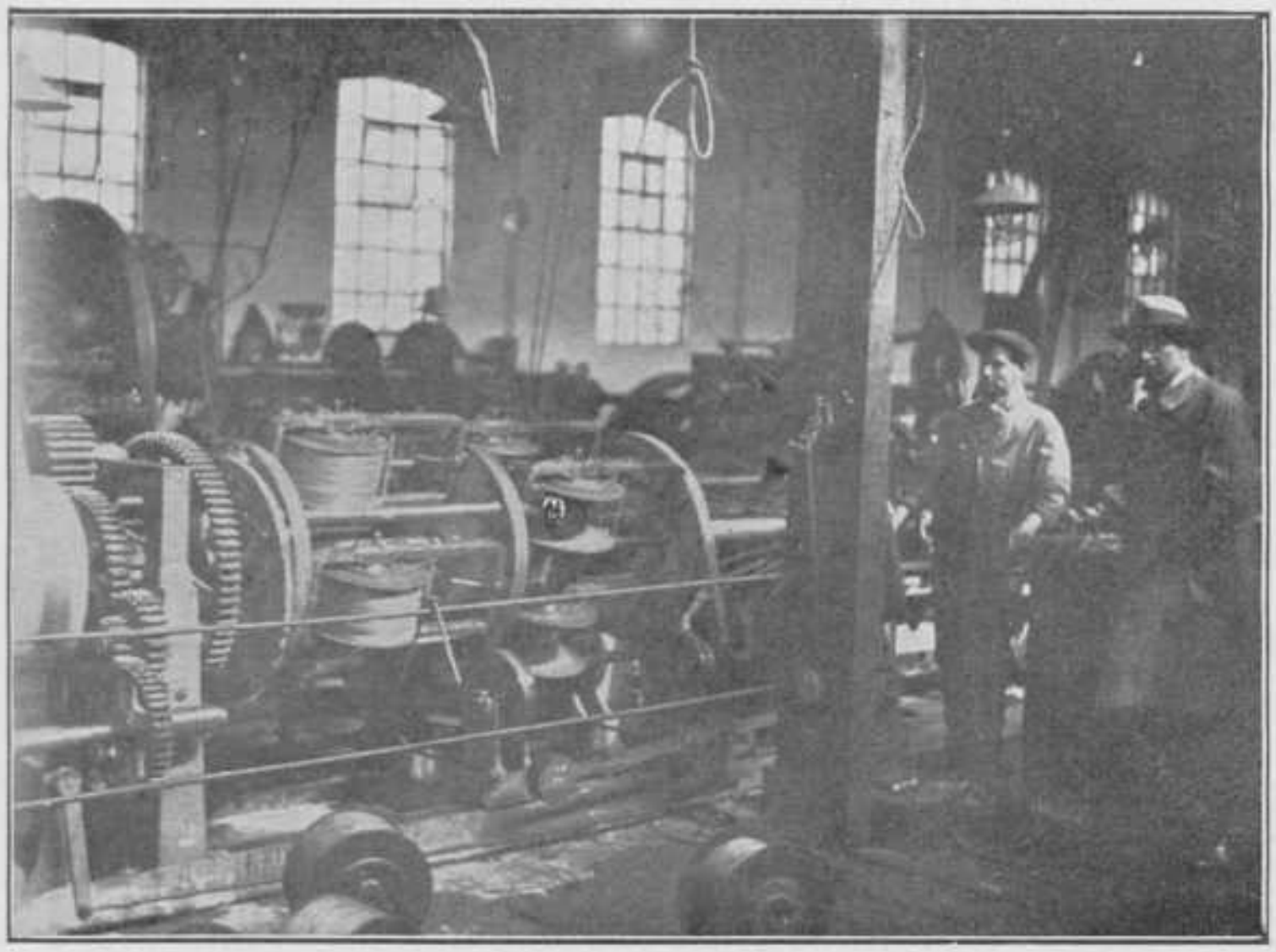


Foto 1. — Kabelwindmachine.

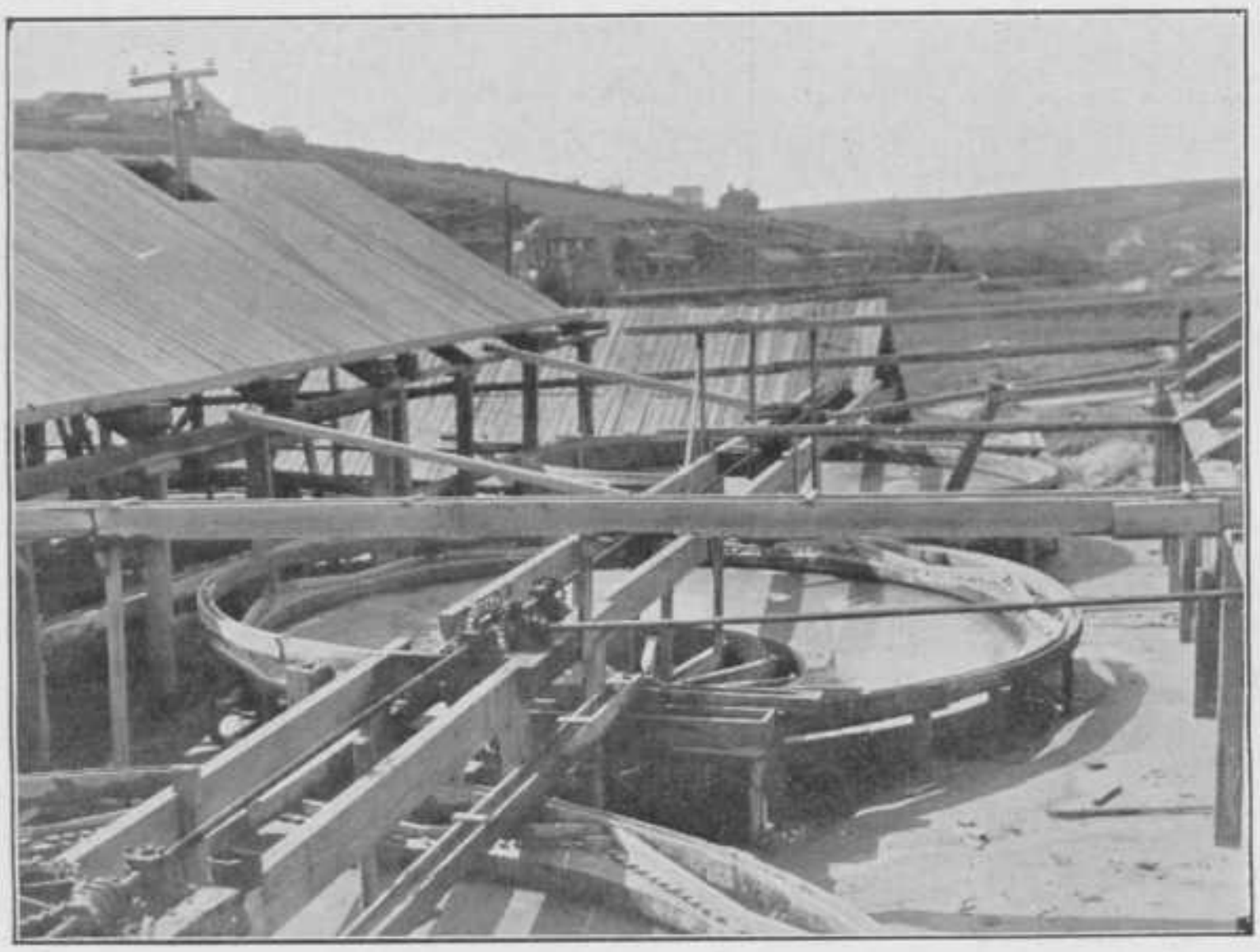


Foto 2. — Round-Frames — Geevor-Mine.

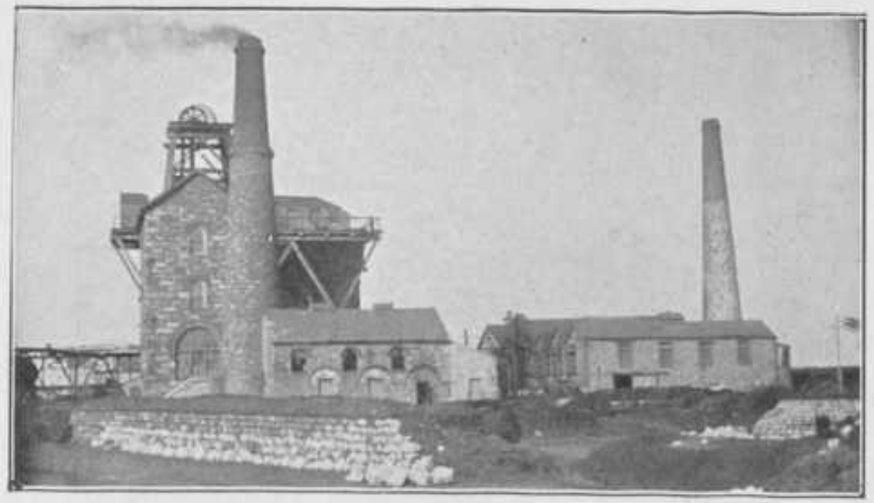


Foto 3. — Typische Cornish Tin Mine.

Foto 4. — Verschoven granietgang in de killa's, die langs het verschuivingsvlak door een jongere gang doorbroken is. Porthmeor Cove.

Deklagen.

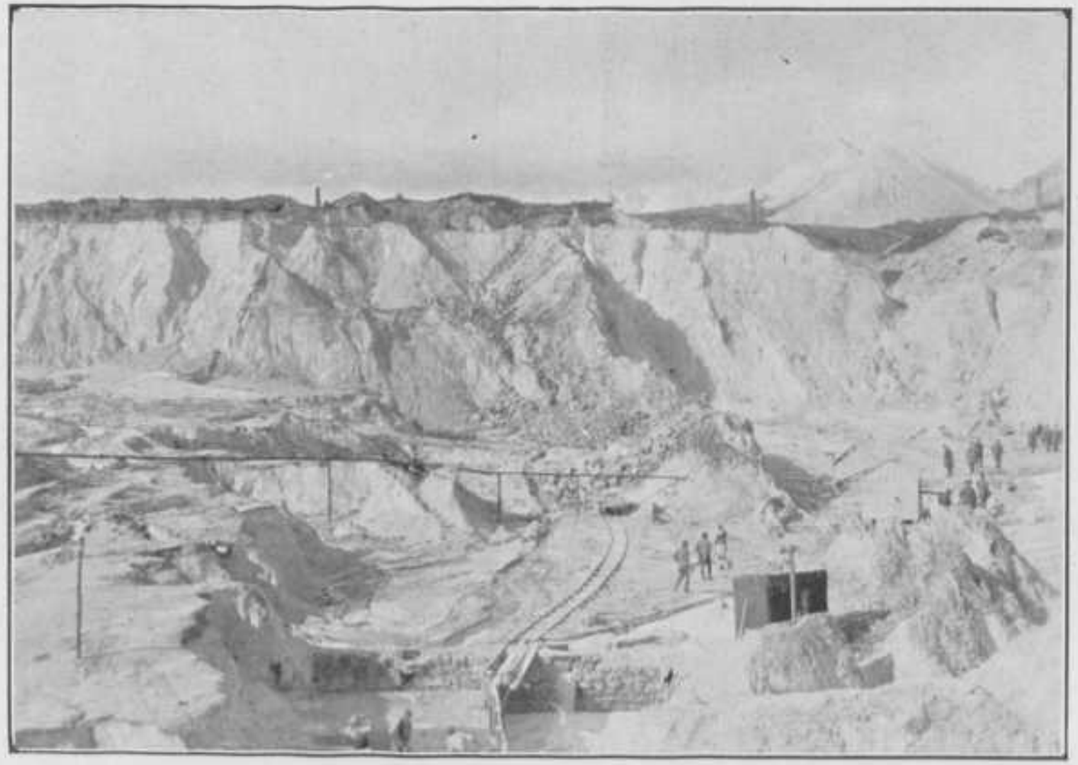


Foto 5. — Kaoliengroeve van Messrs. North & Rose te St. Austell.
In de rechterhelft is een tingang blijven staan.

PROGRAMMA.

Zaterdag 5 April 1924.

7.— n.m. Vertrek per Batavier van Rotterdam naar Londen.

Zondag 6 April.

10.10 v.m. Aankomst te Londen (Victoria).
Autotocht door Londen.
12.30 n.m. Vertrek van Londen (Paddington).
5.02 n.m. Aankomst Cardiff (General).
Overnachten te Cardiff (Dumfries-Hotel).

Maandag 7 April.

10.— v.m. Per char à banc naar de Excelsior Wire Rope Co. Ltd te Whitchurch.
Lunch aldaar aangeboden.
2.— n.m. Per char à banc naar de South Wales and Monmouthshire School of Mines te Treforest.
Tea aldaar aangeboden.
7.— n.m. Officieus diner aangeboden door den Raad van Bestuur van het South Wales Institute of Engineers.
Overnachten te Cardiff (Dumfries-Hotel).

Dinsdag 8 April.

8.20 v.m. Vertrek Cardiff (Rhymney Valley).
9.07 v.m. Aankomst Pengam. Bezoek aan de Brittania Colliery der Powell Duffryn Steam Coal Co. Ltd.
Lunch aldaar aangeboden.
1.33 n.m. Vertrek Pengam.
2.17 n.m. Aankomst Cardiff. Bezoek aan de havens van de Great Western Railway Company.
Overnachten te Cardiff (Dumfries-Hotel).

Woensdag 9 April.

9.30 v.m. Per char à banc naar de hoogovens en walswerken van Messrs Guest, Keen and Nettlefolds Ltd te Cardiff.
Lunch aangeboden in Café Dorothy.

1.30 n.m. Per char à banc naar de Blikfabriek der Melingriffith Company te Melingriffith.
Tea aldaar aangeboden.
Overnachten te Cardiff (Dumfries-Hotel).

Donderdag 10 April.

11.42 v.m. Vertrek Cardiff (General) per G.W.R.

12.55 n.m. Aankomst Swansea (High Street).
Lunch in Hotel Metropole, aangeboden door de Coal-Owners.

3.— n.m. Per char à banc naar de English Crown Spelter Works en Baldwins Ore Sintering Works.
Overnachten te Swansea (R. E. Jones' Mackworth Hotel).

Vrijdag 11 April.

9.— v.m. Per char à banc naar Cross Hands Colliery van Cleeves Anthracite Collieries.
Lunch aldaar aangeboden.

4.— n.m. Bezoek aan de Universiteit van Swansea.
Tea aldaar aangeboden.

7.— n.m. Farewell Dinner aangeboden door de South Wales Siemens Steel Association.
Overnachten te Swansea (Mackworth Hotel).

Zaterdag 12 April.

9.40 v.m. Vertrek Swansea (High Street) per G.W.R.

7.55 n.m. Aankomst Penzance.
Overnachten aldaar (Union Hotel).

Zondag 13 April.

Vrije dag. Overnachten te Penzance (Union Hotel).

Maandag 14 April.

8.— v.m. Per char à banc naar de Geevor Mine te Pendeen.
Lunch in Trewellard Hotel, Trewellard.
1.30 n.m. Per char à banc naar de Contacten van Porthmeor Cove.
Bezoek aan Lands End. Tea aldaar.
Overnachten te Penzance (Union Hotel).

Dinsdag 15 April.

8.— v.m. Vertrek Penzance per G.W.R.
8.46 v.m. Aankomst Carn Brea. Bezoek aan de South-Crofty Mine.
Per tram naar Camborne. Lunch aldaar (Commercial-Hotel).
2.— n.m. Per tram naar de Tolvaddon-Mill van de East-Pool & Agar Mine.
4.26 n.m. Vertrek Carn Brea per G.W.R.
4.51 n.m. Aankomst te Truro.
Overnachten te Truro (Red Lion-Hotel).

Woensdag 16 April.

7.50 v.m. Vertrek Truro per G.W.R.
8.12 v.m. Aankomst St. Austell.
Per char à banc naar de Kaoliengroeven van Messrs. North & Rose.
Lunch te St. Austell (White Heart-Hotel). Ontbinden der excursie.
2.14 n.m. Vertrek St. Austell per G.W.R.
10.25 n.m. Aankomst Londen (Paddington).
Overnachten in Great Western Royal Hotel te Paddington.

Donderdag 17 April.

5.45 n.m. Vertrek Londen (Victoria) naar Rotterdam.

Vrijdag 18 April.

8.— v.m. Aankomst Rotterdam (Boompjes).

EXCELSIOR WIRE ROPE Co. Ltd., WHITCHURCH NABIJ CARDIFF.

Deze fabriek legt zich voornamelijk toe op de productie van gegalvaniseerde staalkabels, hoewel zij den laatsten tijd ook hennepkabels voor het scheepsbedrijf en hennepkabels met ijzeren kern voor de visscherij produceert. Slechts de fabricatie der eerste soort zal hieronder behandeld worden.

Als uitgangsproduct wordt Zweedsch staaldraad gebruikt met 0.8 % C. en een trekvastheid van 12.000 K.G./c.M^2.

Deze draadrollen worden eerst gereinigd door ze gedurende eenigen tijd in bakken met koud HCl te behandelen, daarna worden ze afgespoten en in kalk gelegd om nog aanwezige HCl te neutraliseeren, en tevens een kalkhuidje op den draad te brengen, om het bij de nu volgende verhitting tegen roesten te beschermen.

Is dit gebeurd, dan worden de draadrollen in warme luchtkamers gedroogd bij 250° F.

Nu moeten de draden tot de gewenschte diameter gebracht en tevens hunne trekvastheid vergroot worden. Hiertoe worden ze herhaalde malen door diaphragma's van Ni-staal (E. = dies) koud getrokken. Zoo'n stalen mal heeft een rechthoekigen vorm, 10 × 25 c.M., is 4 c.M. dik en bevat een aantal gaten van bepaalde diameter, als reserve, daar de diaphragma's sterk uitslijten. Voor dat de draad door het diaphragma gaat, passeert hij een zeepzak, die het trekken vergemakkelijkt. Om het begin van den draad door den mal te krijgen, moet er eerst een punt aan gemaakt worden. Dit kan geschieden door hameren of door het volgende toestel: Het einde van den draad wordt vastgeklemd tusschen twee electrische contacten, waarna door een sterke stroom de draad ertusschen tot roodgloeiend wordt verhit; vervolgens wordt de

draad uitgetrokken tot zij breekt met een zeer fijne punt aan het einde. De getrokken draden worden op spoelen gewonden. Bij één keer trekken vermindert de draaddoorsnede met $^1/_{64}$ inch.

Door het herhaalde malen verkleinen der diameter zijn de draden zeer hard en bros geworden. Men trekt ze nu langzaam door een lange oven, waarin ze tot $\pm$ 1000° F. worden verhit. Dit verhitten dient om de inwendige spanningen op te heffen. De draden hebben daarna een gunstige vezelstructuur. De verhittingstijd, en dus de snelheid waarmee de draden door de oven worden gehaald, varieert met de draaddiameter. Deze snelheid is nauwkeurig regelbaar met een hydraulische koppeling. (Vickers Hydraulic Disc.).

Nu worden de draden verzinkt. Hiertoe dienen bakken van ongeveer 4 M. lengte, verdeeld in 2 afdeelingen. In de voorste bevindt zich weer HCl om het in de ontlaatovens gevormde oxydhuidje weg te nemen. Na de onderdompeling daarin worden de draden over rollen in de tweede afdeeling geleid. Hierin is gesmolten Zn van 99% (Spelter) juist op smelttemperatuur, om niet te veel door verdamping te verliezen. In de gesmolten massa wordt beukenhout gelegd om de oxydatie van het Zn tegen te gaan. De heete verzinkte draad wordt vervolgens door nat zand getrokken om snel af te koelen en zoo oxydatie tegen te gaan. Het overtollige Zn wordt niet afgestroopt, daar men hierbij gevaar zou loopen het zinkhuidje te beschadigen. Dit kost wel meer zink, doch is veiliger, terwijl tevens het oppervlak ruwer is.

Het Zn vormt een huidje van Zn-Fe alliage, dat de draad tegen inwerking van de atmosferiliën beschermt, doch de breukvastheid vermindert iets, waarschijnlijk door de verhoogde temperatuur in het Zn-bad. Daarom eischt men voor schachtkabels bij verzinkte draden hoogere zekerheden dan bij onverzinkte. Voor Koepekabels was de ruwheid bijzonder gunstig, doch de grootere trekvastheid doet tegenwoordig toch de onverzinkte kabels prefereeren, zelfs voor Koepe-kabels, waarbij men de wrijvingscoëfficiënt dan verhoogt door een ruwmakende harshoudende smeer.

Gedurende het trekken wordt de diameter der draden gedurig gecontroleerd. Na afloop worden zij volgens de gewone internationale methoden onderzocht op trek, buiging, torsie en vermoeidheid.

Van Staatswege is in Engeland hieromtrent niets voorgeschreven, doch men vertrouwt op 't belang der firma's om hun goeden naam op te houden. Bovendien geven deze bepaalde garanties.

Uit de afzonderlijke draden worden nu de kabels gewonden. Daartoe worden 6—8 draadspoelen bevestigd aan de omtrek van een cylinder, die om een horizontale as draait. De spoelen zijn zoodanig bevestigd, dat zij bij deze wenteling in volkomen dezelfde stand blijven, zoodat de draad niet getordeerd wordt.

Aan het eind van de as bevindt zich een verzamelplaatje met gaatjes, waardoor de draden geleid worden. De kerndraad van hennep of staaldraad wordt door de holle as naar het middelste gat van het verzamelplaatje gevoerd. Direct hier achter komen de draden bij elkaar en in een lange buis vindt het winden plaats. De streng wordt vervolgens ingesmeerd met een zuurvrij mengsel van vaseline en petroleum en op een spoel gewonden, die de draden en de streng door het toestel trekt. Zie Foto 1.

Op dezelfde wijze worden uit deze strengen kabels gemaakt, waarbij alleen bij kruisslagkabels de machine iets gecompliceerder wordt.

Als voorbeeld van een ondergrondsche transportkabel, zooals die in Zuid-Wales zeer veel gebruikt worden vinden we:

Streng: 7 draden met een △-ige kerndraad.

Kabel: 6 strengen met hennep kern, langsslag.

DE KOOL VAN ZUID-WALES.

I. SCHETS DER GEOLOGIE VAN ZUID-WALES.

Wales maakte tijdens het Paleozoicum deel uit van een geosyclinaal gebied.

Na de concordante afzetting van het Cambrium en het Siluur werd Noord-Wales geplooid door de *Caledonische plooiing* — zoodat daarna het Devoon zich hierop discordant afzette.

Deze Caledonische plooiing verflauwde echter naar het Zuiden, waardoor in Zuid-Wales de discordantie ontbreekt. Verder Zuidelijk, in Devonshire en Cornwall is echter weer een duidelijke discordantie aangetroffen.

In Boven-Carbonischen tijd begon echter een nieuwe bergvorming: De *Hercynische plooiing*. De oorzaak was een druk uit het Zuiden, die tegenstand vond in de Noordelijker gelegen Caledonische massieven en door plooiing van het voorgelegen ongestoorde gebied een uitweg zocht.

Aldus werd gevormd het Armorikaansche ketengebergte, dat zich uitstrekte van Auvergne over Bretagne-Normandië en Zuid-West-Engeland naar Zuid-Ierland. Een tweede Hercynische boog verbond Zuid-West-Engeland over Kent-Boulonnais-Ardennen met Midden-Duitschland, waar de derde boog — de Variscische — bereikt werd. Langs de randen en in de dalen van deze Hercynische ketenen zijn nu de Carbonische kolenbekkens van West- en Midden-Europa gevormd.

Terwijl aan de Zuidzijde van het door ons beschouwde geosynclinale gebied de Armorikaansche plooiing begon, daalde de bodem aan den Noordrand d.i. daar, waar thans Zuid-Wales gelegen is. Deze daling geschiedde niet geheel gelijkmatig, doch min of meer trapsgewijs: Na elke daling trad een rustperiode in, gedu-

rende welke aanzienlijke hoeveelheden erosie-materiaal van het Caledonische geplooide land aan de Noordzijde en het ontstaande Hercynische gebergte aan de Zuidzijde in het pas gevormde waterbekken afgezet werden.

In dit ondiepe moerassige gebied ontwikkelde zich nu over een breede strook de carboonflora. Opdat echter uit de plantenresten koollagen gevormd zouden worden, moesten een drietal *bijzondere condities* aanwezig zijn:

1. Voordat na een rustperiode een nieuwe daling intrad, moest het waterbekken zoover opgevuld wezen, dat de carboonflora gedurende eenigen tijd meester geweest was van het terrein en zoo een voldoende hoeveelheid plantenresten had afgezet.
2. Deze plantenresten moesten door een tijdige bedekking met slib behoed worden voor verrotting.
3. Diagenetische processen — eventueel geholpen door plooiings- of contactmetamorfose — moesten de plantenresten in steenkool omzetten.

Deze schommelende dalingen herhaalden zich een groot aantal keeren, zoodat in Wales tot 48 boven elkaar gelegen koollagen aangetroffen zijn, terwijl de totale dikte der Coal-Measures er tot 2500 M. bedraagt.

Na de afzetting der koollagen breidde de Hercynische plooiing zich verder Noordelijk uit, zoodat ook het koolgebied geplooid werd tot een groote Oost-West gestrekte syncline met kleinere anticlinen er in. De Zuidvleugel van deze syncline is steil, de Noordvleugel vlak. Naar het Westen toe nam de plooiing in intensiteit toe en heeft daar aanleiding gegeven tot gecompliceerde overschuivingen.

Sindsdien heeft de erosie het Armorikaansche gebergte grootendeels afgebroken, terwijl ook de zee een deel van haar gebied heroverd heeft, zoodat zij het kolenbekken thans gedeeltelijk bedekt.

Stratigrafie.

Onder-Carboon. Dit bestaat hier hoofdzakelijk uit kalken en leien, met eenige dolomietlagen. De kalksteen levert toeslag voor

STRATIGRAFIE.	CONTINENT.	ENGELAND.	ZUID-WALES.	SAMEN-STELLING.	Dikte in voeten.	
					S. W.	N. E.
BOVEN-CARBOON.	STEFANIEN.	B-Coal Messures = Radstockien.	Llantwit Series.	Zand, lei, kool.	1000	400
		Overgangsserie = Staffordien.	Pennant Series.	Zandsteen.	3000	700
	WESTFALIEN.	M-Coal Measures = Westphalien.	B / O Steam Coal Series	Zandsteen, lei, kool en ijzererts.	4000	1000
	NAMURIEN (LANARKIAN).	O-Coal Measures.	[Ontbreekt.]	—	—	—
		Millstone Grit.	Millstone Grit.	Grove zandsteen, conglom. en lei.	1500	300
ONDER-CARBOON.	VISEEN. TOURNAISIEN.	Carboniferous Limestone.	Carboniferous Limestone.	Lei, kalksteen en dolomiet.		
DEVOON.		Old Red Sandstone.				
SILUUR.						
CAMBRIUM.						

de hoogovens, terwijl de dolomiet in de uitgebreide metallurgische industrie veel toepassing vindt.

Millstone-Grit. Dit is een grove kwartsitische zandsteen, afgewisseld door leien en conglomeraten. Men meent wel, dat dit materiaal afkomstig zou wezen van het Noord-Oostelijk gelegen Caledonisch geplooide land.

De kwartsieten leveren uitstekende vuurvaste steenen, van welke die uit Dinas een wereldnaam heeft.

Coal-Measures. De paralleliseering van het kolenbekken van Zuid-Wales met de andere Engelsche en met de continentale kolengebieden is nog slechts in grove trekken geschied. Men neemt aan, dat de onderste Coal-Measures hier ontbreken, terwijl men de Llantwit-lagen op paleobotanische gronden tot het onderste Stephanien rekent. In het Sambre-Maasbekken en in Duitschland ontbreekt dit, doch de kolen van St. Etienne behooren er toe.

In Zuid-Wales zelve kan men de koollagen van Oost naar West goed volgen tot de Vale of Neath. Vandaar af wordt de parallelisatie lastiger en in Pembrokeshire vrijwel ondoenlijk door de sterke storingen. Bovendien is de dikke Pennant-zandsteenbank niet niveau-bestendig, doch daalt naar het Westen dieper in de Steam Coal-series.

Tusschen de koollagen komen voor lagen *ijzererts*; kleihoudende sideriet. Men denkt deze neergeslagen in lagunen uit zuurstofarme oplossingen, die afkomstig zouden zijn van geërodeerde ijzerertsen op het naburig land.

Deze ertsen gaven aanleiding tot het ontstaan van de ijzerindustrie in Zuid-Wales. Zij worden echter bijna niet meer ontgonnen. De productie die in 1856 bijna 2 millioen ton bereikte, is sindsdien geslonken tot 17.000 ton in 1913.

Verschuivingen.

Naast de Hercynische O.-W. overschuivingen, die wij reeds noemden treden 2 systemen van storingen op den voorgrond.

1. Over 't geheele gebied: N.N.W.—Z.Z.O. gerichte verschuivingen, waarbij meestal het Westen ten opzichte van het Oosten gedaald is.

2. Vanaf Neath-Vale: W.Z.W.—O.N.O. gerichte breuken, die o.a. de trog van Neath begrenzen.

Over den *ouderdom* van deze verschuivingen kan men nog niets met zekerheid vaststellen.

De eerste groep lijkt veel op de N.W.—Z.O.-verschuivingen die wij uit Limburg kennen (Zie Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff, Verh. Geol. Mijnb. Genootschap. Deel IV, p. 297 — 1919), terwijl de tweede groep vermoedelijk van jongeren datum is.

Het *kolenbekken* van Zuid-Wales strekt zich uit over de graafschappen Monmouth, Glamorgan, Carmarthen en Pembroke, over een oppervlakte van 2600 K.M².. d.i. ongeveer die van de provincie Limburg. De lengte bedraagt van Newport tot St. Bride's Bay: 150 K.M., terwijl de breedte afneemt van 35 K.M. in East-Glamorgan tot 5 K.M. in Pembroke.

Het bekken wordt naar het Westen toe dieper door de N.N.W.-Z.Z.O.-verschuivingen, terwijl de Coal Measures en met name de Pennant-zandsteenbank naar het Westen in dikte toenemen. Het gevolg hiervan is, dat de Steam Coal Series, die in het Oosten over de volle breedte worden ontgonnen, meer Westelijk alleen economisch bereikbaar zijn over een smalle strook langs de steile Zuidrand en een breedere langs de vlakke Noordrand, terwijl dit in het centrum nog slechts op enkele anticlinen en bij diepe rivierinsnijdingen het geval is. Nabij Swansea houdt ook dit op en wordt de Steam-Coal-Series alleen aan de beide randen ontgonnen.

Daarentegen nemen de Llantwitlagen, die in het Oosten alleen in het centrum — de Llantwitsyncline — worden aangetroffen, naar het Westen in uitbreiding toe.

Het aantal lagen is het grootst in East-Glamorgan, terwijl de Coal Measures hun maximum dikte meer Westelijk: in Carmarthen bereiken.

	Aantal Koollagen in M.	Totaal Kool in M.	Coal Measures in M.
Pembroke	10	$8^1/_2$	300
Carmarthen	18—34	14—26	—2500
Glamorgan	24—48	20—38	1200
Monmouth	11—21	12—14	600

Hieruit blijkt, dat de koollagen gemiddeld minder dan 1 M. dik zijn, terwijl de verhouding van de kool tot de totale koolhoudende formatie, het z.g.n. *kolenpercentage*, hier $2^1/_2$ % bedraagt.

In het algemeen neemt het *gasgehalte* met de diepte af, zoodat op éénzelfde punt de Llantwitkolen meestal eenige procenten gasrijker zijn dan de dieper gelegen Steam Coal Series. Op deze z.g.n. „Wet van HILT" zijn echter in Zuid-Wales verscheidene uitzonderingen gevonden.

Belangrijker is de *verandering in horizontalen zin*. Volgt men dezelfde laag van het Z.O. naar het N.W., dan neemt het gehalte aan vluchtige bestanddeelen geduirg af. Zoo vinden we voor de aan vluchtige bestanddeelen gedurig af. Zoo vinden we voor de laag Ras Las (= Black Vein = Nine Feet = Stanllyd), een belangrijke ongeveer 9 voet dikke laag uit de onderste Steam-Coal-Series, welke laag door de beide bezochte mijnen Brittania en New Cross Hands wordt ontgonnen:

		Koolstof.	Vlucht. Best.	$\frac{C}{H}$ Ratio.	Koolsoort.
Monmouth		88	34	17	Bitumineus
E-Glamorgan	South Crop	86	30	16	Bitumineus
	North Crop I (Brittania)	91	19	20	Steam Coal
	North Crop II	93	9	23	Dry Steam Coal
Carmarthen (Cross Hands)		94	$5^1/_2$	27	Anthraciet

Dergelijke overgangen hebben bij alle koollagen ongeveer op hetzelfde punt plaats, zoodat we het koolbekken kunnen verdeelen in verschillende evenwijdige strooken:

Zuidrand en Oostrand — Bitumineus.
Overgangsstrook — Halfbitumineus.
Centrum en N.O. — Steam Coal.
Overgangsstrook — Dry Steam Coal.
N.W. en W. — Anthraciet.

Op verschillende wijzen heeft men een verklaring gezocht voor de afname van het gasgehalte in éénzelfde laag in horizontalen zin:

1. Ontgassing door de aanwezigheid van *naburige magma's*. Dit is uitgesloten, daar de in de nabijheid voorkomende magma's allen Pre-carbonisch gebleken zijn.

2. Ontgassing door *bergvormende bewegingen*. Hiertegen pleit, dat men elders dikwijls in sterk geplooide gebieden toch bitumineuze kool aantreft.

3. Ontgassing door hooge T en P tengevolge van toenemende dikte der *bovenliggende sedimenten*, hetzelfde principe als de Wet van HILT. Hiertegen voert men aan, dat in het Z.W., waar de deklagen het dikst zijn, toch bitumineuze kool gevonden wordt.

Ten slotte pleit tegen al deze theorieën van ontgassing der reeds gevormde koollagen het feit, dat het *aschgehalte*, dat volgens deze redeneeringen zou moeten toenemen, integendeel in de anthraciet slechts $^1/_2$ tot $^1/_3$ bedraagt van dat der bitumineuze kool.

4. Oorspronkelijke verschillen in het *organisch materiaal*, waaruit de koollagen ontstaan zijn. Deze theorie heeft vele aanhangers, doch de strijd tusschen haar en de derde theorie is nog geenszins beslist.

Kolenvoorraad.

In 1913 werden de koolreserves aanwezig in lagen dikker dan 1 voet tot op 4000 voet diepte geschat voor:

Groot-Brittanië	135	milliard ton.
Zuid-Wales	36	„ „
York—Derby—Nottingham	40	„ „
Northumberland	11	„ „

Van deze 36 milliard ton van Zuid-Wales waren:

Anthraciet	22 %
Steam-Coal	48 %
Bitumineus	30 %

LITERATUUR:

1. Handbuch der Regionalen Geologie III, 1. — The British Isles — 1917.
2. Stutzer, Dr. O. — Kohle (Alg. Kohlengeologie) — 1923.
3. Gibson, Walcot — Coal in Great Britain — 1920.
4. Strahan, Sir A. — Pre-Carboniferous and Carboniferous bedded Iron ores of England & Wales. — Mem. Geol. Surv. XIII — 1920.
5. Davies, David — The Ecology of the Westphalian and Lower Staffordian — Quart. Journ. Geol. Soc. LXXVII (1921) p. 30-74.
6. Summers, A. L. — Anthracite, z.j.
7. Davies, L. D. & Davies, D. O. — South Wales Coals. — Their Analyses, Chemistry and Geology. — 1923.
8. The Coal Resources of the World. — XIIe Int. Geol. Congres. 1913.

II. DE KOLENMIJNBOUW VAN ZUID-WALES.

A. Algemeene technische beschouwing.

De kolenmijnbouw in Zuid-Wales heeft, evenals in de andere Britsche kolendistricten, onder invloed van de tectonische omstandigheden een geheel ander uiterlijk dan het continentale bedrijf.

Waar op het vasteland golvende, sterk gestoorde lagencomplexen regel zijn, hebben de Engelsche en Schotsche kolenbekkens veel minder van tectonische verandering te lijden gehad, zoodat een geringe helling der lagen regel is.

Hierdoor zijn een andere ontsluitingswijze en een daardoor geheel andere oplossing van het transportprobleem dan de onze ontstaan.

Waar wij voor ontsluiting de keten schacht-steengang-galerijen gebruiken, heeft de Engelsche methode den steengang, die bij ons de hoofdader van de mijn is, geheel laten vervallen en beginnen de galerijen bij het trefpunt van laag en schacht.

Het verdiepingsysteem, zooals bij ons gebruikelijk, vervalt of liever iedere laag vormt zijn eigen verdieping.

De algemeene vlakke ligging van de lagen brengt mee, dat de verdieping weinig van een horizontaal vlak verschilt, zoodat men een verdere ontsluiting door horizontale galerijen en stijgende remhellingen als in het continentale bedrijf in gebruik, niet practisch heeft geoordeeld. Toch was de helling groot genoeg, om het galerij-transport geheel te veranderen.

De in ons continentale systeem passende locomotieven kunnen slechts een zeer geringe helling en niet te scherpe bochten verdragen. De Engelsche galerijen golven voor locomotieftransport te sterk. Daarom heeft men de voorkeur gegeven aan kabelbanen. Deze kunnen vrij belangrijke hellingen, zoowel stijgend als dalend

verdragen, bochten daarentegen leveren groote moeilijkheden op, waarvan het gevolg is, dat bij het Engelsche kabeltransport een galerij in het verticale vlak blijft en daarin op en neer golft, terwijl in ons locomotieftransport een galerij in het horizontale vlak blijft en daarin heen en weer slingert.

De kabelbanen komen in zeer veel verschillende uitvoeringen voor; in hoofdzaak zijn te onderscheiden: heen en weer loopende en gesloten kabels, en laatst genoemde in kabels boven en onder den wagen. De heen en weer loopende kabel wordt veel gebruikt waar de baan enkel spoor heeft en is elastischer dan de rondloopende, wat het verlengen of verkorten van de baan betreft.

De gesloten kabel heeft meestal een baan met dubbel spoor noodig, maar verder geeft zij diverse voordeelen boven de heen en weer loopende, zooals: minder kabellengte en bij geringe snelheid reeds voldoende capaciteit, terwijl de baanlengte hierop zonder invloed is.

Het gevolg is, dat het hoofdtransport met een gesloten kabel geschiedt, het afdeelingsvervoer daarentegen met een heen en weer loopende.

Het vraagstuk van den kabel onder of boven de wagen is nog niet geheel opgelost: de meeste auteurs geven de voorkeur aan de bovenloopende, maar op de mijnen is laatstgenoemde uitzondering, de onderloopende kabel daarentegen regel.

Voor de toepassing van de Engelsche ontsluitingsmethode is, behalve een vlakke en weinig gestoorde ligging der lagen [elke belangrijke storing maakt een nieuwe verdieping noodzakelijk voor elke laag, die zij treft] nog zeer gewenscht, dat de mijn droog is. Het punt, waar de schacht de laag snijdt, is gewoonlijk niet het diepste punt van de verdieping, zoodat van een regelmatig afvloeien van het water naar de schacht geen sprake is, hetgeen bijzondere werken voor de verwijdering van het water vereischt.

Doordat iedere verdieping op zichzelf staat, heeft deze een volledig luchtplan in zich zelf. Hier kunnen wij weer óns schema van luchtverdeeling tegenover stellen: intrekkende lucht van de

transport-afdeeling via de afbouw naar de luchtverdieping. Beide systemen hebben hun voor- en nadeelen, zooals bij ons: een dure verder niet gebruikte luchtverdieping, bij de Engelsche methode: nooit of zelden stijgende lucht, met het daaraan verbonden bezwaar van verzameling van mijngas in hoogere deelen van de verdieping.

In de afbouw zijn, al naar de omstandigheden en inzichten der bedrijfsleiders, verschillende afbouwmethodes, vaak veel gelijkend op de onze, in gebruik.

Aan het meestal goede gesteente is toe te schrijven, dat methodes zonder opvulling veel in gebruik en lange fronten, de „long wall", zeer geliefd zijn. Een zeer moderne uitvoering hiervan wordt in het hier volgend verslag van de Brittania Colliery beschreven.

Merkwaardig is, dat vaak alleen eenige meters aan beide zijden van de galerijen opgevuld worden en dat men beweert, dat door het inbuigen van het dak in de tusschen de galerijen gelegen ruimten, deze zelf van druk ontlast worden. Deze bewering is wel het tegenovergestelde, van wat wij gewoonlijk op dit punt aannemen.

Een bijzonder bezwaar, dat bijna alle mijnen van Zuid-Wales gemeen hebben is, dat het liggende van de lagen vrijwel overal uit een zeer zachte lei bestaat, die aan kwellen onderhevig is. Dit verklaart de vrees voor water en de bestrijding van het explosiegevaar van de kolenstof, niet door besproeien en daardoor verwijderen van het stof, maar door dit te vermengen met zooveel steenstof, dat het mengsel niet meer explosief is. Bij het stof van de steamkolen in de Brittania was ± 15% steenstof voldoende.

Als in een mijn veel lagen ontgonnen worden en er dus veel verdiepingen zijn, heeft men deze ter concentratie van het schachttransport door steenhellingen verbonden. Blinde schachten zijn hooge uitzondering.

Daar in Zuid-Wales de kolen vaak dicht aan de oppervlakte zitten en nooit dure schachten door zachte watervoerende lagen gemaakt behoeven te worden, treft men hier veel kleine mijntjes aan, soms met een productie, gelijk aan die van één goede kolen-

post in Limburg. Gemiddeld leveren de mijnen ± 100.000 ton per jaar, terwijl dit cijfer in Limburg 550.000 ton is.

Bij een bezoek aan Zuid-Wales doet het gemis van vele bij ons door het mijnreglement voorgeschreven veiligheids- en gezondheidsmaatregelen, zooals: vanginrichtingen aan de kooien en in de schacht, voetpaden langs de remhellingen en het hierboven genoemde stof, eigenaardig aan.

Daartegenover zijn de voorschriften voor explosieven veel strenger dan bij ons, terwijl trolley-locomotieven absoluut verboden zijn.

Per arbeider (boven- èn ondergronds) is de productie in Zuid-Wales vrij laag:

Zuid-Wales	1913: 243
	1923: 227
Groot-Brittanië	1913: 256
	1920: 183
	1923: 239
Vereenigde Staten	1912: 660
	1918: 889
Limburg	1923: 200

Maar aangezien de kool van een buitengewone kwaliteit is, zoowel de steenkolen, die veel voor schepen gebruikt worden, als de beroemde Welsh anthracite, is de mijn-industrie als geheel één der bloeiendste van de wereld.

LITERATUUR:

Bulman, H. F. — Coal Mining and the Coal Miner. London, 1920.

B. Brittania Colliery.

Eigenaar: Powell Duffryn Steam Coal Co.
Productie: 2000 ton per dag.
Ondergrondsche arbeiders: 1300.
Jaarproductie over alle arbeiders: 450 ton.
Diepte der schachten: 670 M.

De Brittania Colliery, één der modernste mijnen van Zuid-Wales, is gelegen op de breede Noordvleugel van het bekken en wel in het Steam Coal-gebied.

Afgebouwd worden lagen uit de onderste Steam Coal-series.

De gemiddelde helling is 3—5°.

De exploitatie heeft zich, hoewel er meer lagen door de schachten ontsloten zijn, tot nu toe voornamelijk tot de hierboven reeds genoemde dikke laag „Nine Feet" bepaald.

Behalve deze werd ten tijde van ons bezoek alleen een 2—6 M. daaronder liggende laag van ± 1 M. dikte afgebouwd.

Het transport is op de verdieping van „Nine Feet" geconcentreerd. De andere laag is door een steenhelling waarin een transportband loopt met deze verbonden.

„Nine Feet" wordt ontgonnen volgens een zeer moderne variant van de long-wall-methode, welke veel op afbouw met lang front en schudgoot gelijkt, met het verschil, dat hier een heele rij posten naast elkaar staan, zoodat een front van vaak meer dan 1 K.M. lang ontstaat. Het ± 3° hellende front wordt, zooals op nevengaand schema te zien is, door paren galerijen in een aantal vakken van ongeveer 100 M. verdeeld, die elk een post op zich zelf vormen, waarop ± 20 man werken.

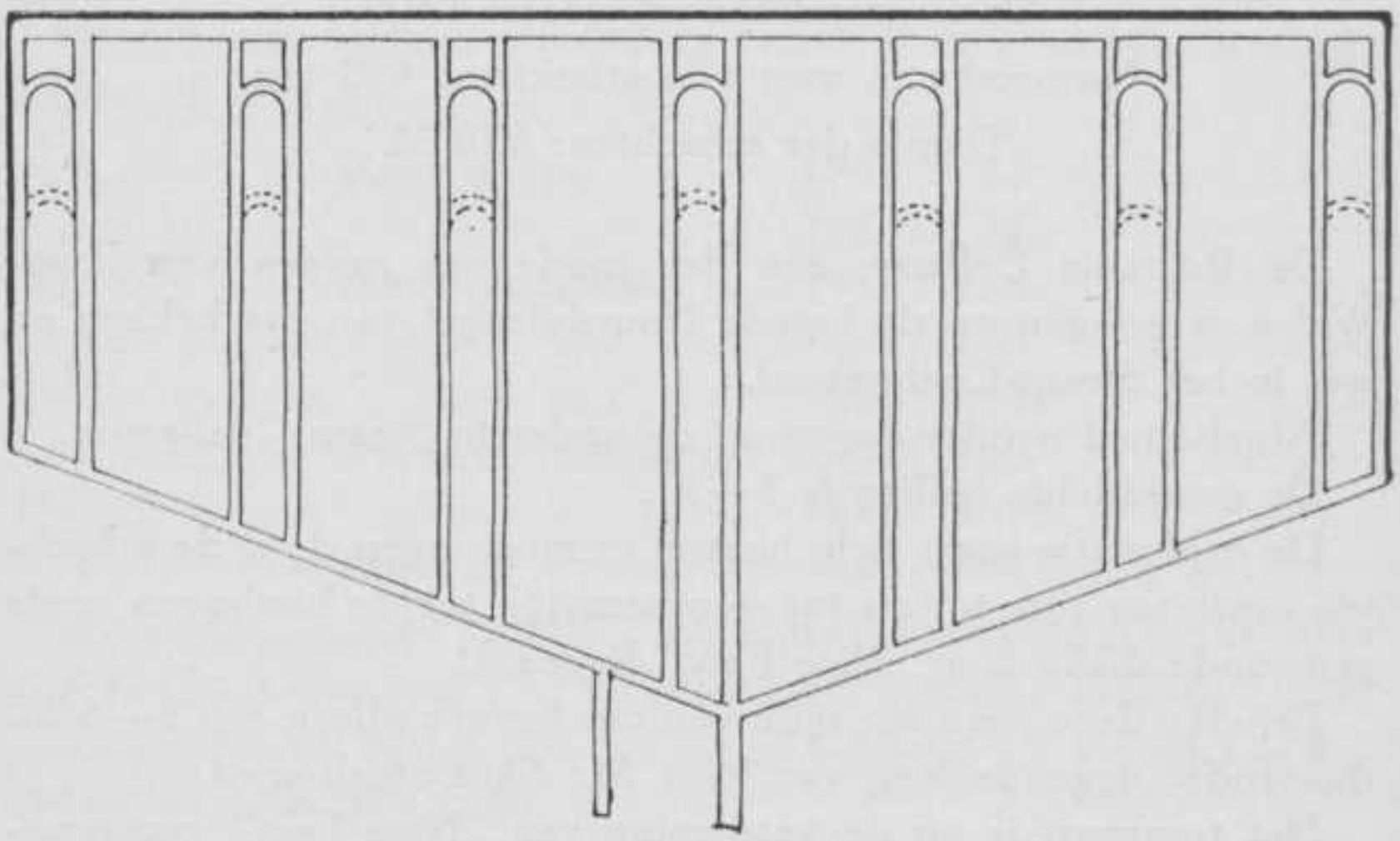
De kool wordt met de hak gewonnen. Elk vak heeft drie schud-

goten: één langs het front, één voor kolenafvoer en één voor steenen-aanvoer.

Beide laatste staan haaks op de eerste.

De kolenafvoergoot begint aan het einde der frontgoot en verplaatst de kolen over een afstand varieerend van 10—50 M. door de transportgalerij.

De steenen-aanvoergoot begint aan de steenen losplaats in de transportgalerij en vervoert de opvulling van hier door een stuk galerij naar het begin van de frontgoot.



In het begin maakte men de galerijen dubbelsporig en liet deze direct volgen, zoodat de kolen door de frontgoot in den wagen werden geworpen, en de steenen direct in deze gekiept werden. Maar daar deze breede galerijen op deze diepte (670 M.) veel reparatie noodig hadden, wat naast hooge kosten, veel bedrijfsstoornis meebracht, is men er toe overgegaan in plaats van één twee-sporige galerij, 2 één-sporige aan te leggen.

Dit bracht mee, dat deze telkens door doorslagen (cross-cuts) verbonden moesten worden.

Opdat men deze niet te vaak zou hoeven te maken heeft men nu bovengenoemde twee goten ingeschakeld.

De wagens komen nu met een kabelbaan de eene galerij op, gaan door de „cross-cut", komen onder de goot, worden gevuld en weer door een kabel naar de hoofd-transportgalerij gebracht.

De opvulling, hoewel niet perfect, is toch voldoende, de kwaliteit van het gesteente in aanmerking nemende.

De productiviteit van deze methode blijkt wel uit de jaar-prestatie per arbeider, welke dubbel zoo groot is als die voor geheel Zuid-Wales.

Het transport in de mijn geschiedt volledig door kabelbanen. Alle kabels zijn onderloopend. Zij hebben meestal druklucht als bedrijfskracht.

De 7 M. breede schachten zijn met een enkele installatie voorzien. De kooien hebben 2 verdiepingen en op elk daarvan 2 wagens achter elkaar van $1^1/_2$ ton. Zoowel laad- als losvloer zijn dubbel en van mechanische uitstoot-inrichting voorzien, zoodat de kooi niet omgezet behoeft te worden en de capaciteit van de installatie buitengewoon groot is. Merkwaardig is, dat de eene schacht kabelgeleiding heeft, wat zeker zeldzaam is bij zoo'n groote diepte.

De ophaalmachine is een combinatie van cylindrische en spiraaltrommels, welk systeem mogelijk is, daar de kooien niet omgezet hoeven te worden. De beide ophaalmachines worden aangedreven door één dubbel Ilgner-apparaat.

Opvallend is verder dat de uittrekkende schacht niet door deksels afgesloten is, maar de heele losvloer mee onder depressie staat waardoor luchtsluizen noodzakelijk worden.

De kolen worden per kabelbaan vervoerd naar de eenige mijlen verder gelegen centrale wasscherij, cokesovens en gascentrale van Bargoed.

Zooals uit bovenstaande schets blijkt is de Brittania Colliery een voorbeeld van een moderne sterk gemechaniseerde kolenmijn, waar men gedurig tracht door proeven de methodes te verbeteren en nieuwe oplossingen te vinden.

LITERATUUR:

Hann, G. — Paper on a modern colliery. Proc. S. Wales Inst. of Eng. XXXIV. 2.

C. New Cross Hands Colliery.

Eigenaar: Cleeves Western Valleys Anthracite Collieries Ltd.
Productie: 600 Ton per dag.
Ondergrondsche arbeiders: 700.
Jaarproductie over alle arbeiders: 200 Ton.

Dit is een der talrijke kleine mijntjes, gelegen op den N.-vleugel van het bekken in het anthracietdistrict. De lagen komen aan den dag met een helling van 12—45° naar het Z.O. en een strekking W.-15°-Z. Zij behooren weer tot de onderste Steam Coal-series en de voornaamste laag is weer de Nine Feet, die hier Stanllyd Seam heet en 7—8 voet dik is. Verder komen een 6-tal, ongeveer 3 voet dikke lagen voor.

Verschuivingen // en ⊥ strekking bemoeilijken den afbouw en geven veel water.

Ontsluiting.

De geaccidenteerde ligging sluit toepassing van de hierboven beschreven Engelsche methode uit en maakt ontsluiting door schachten en steengangen rationeel.

Een der 2 schachten is verticaal (diam. = 3 M.), de andere hellend (Llant). Deze laatste schacht is zeer merkwaardig en teekenend voor de Engelsche veiligheidsbegrippen.

Feitelijk is het een zeer lange en vrij steile (12—30°) enkelsporige wagenremhelling zonder eenig vangtoestel. Bij de verschillende laadplaatsen (grondgalerijen en steengangen naar naburige lagen) zijn in het spoor wissels aangebracht. Het transport geschiedt in treinen van 6 wagens, waarvan alleen de bovenste met den kabel verbonden is. Terwijl de wagens hoogerop loopen, vindt

ongestoord personenverkeeer door lagere deelen van de schacht plaats.

Hoewel de snelheid vrij groot is (4 M./sec.), is door het enkel spoor en de groote diepte de capaciteit gering.

Afbouw.

Er worden 4 verschillende afbouwmethodes toegepast:

1. De 7—8 voet *dikke* Stanllyd Seam wordt afgebouwd volgens een methode, die veel gelijkt op tweevleugelige „vereenigde streb- en pylerbouw' — met dit verschil echter, dat, inplaats van de streb volledig op te vullen, er zoo nu en dan langs de galerij eens een steenpijlertje wordt gezet.

2. In de *dunne* lagen met *geringe* helling (tot ± 18°) werd gewone strekkende strebbau toegepast. De remhelling is hier echter vervangen door een diagonale galerij, die veel langer is, doch veel minder helt en daarom voor paardentransport gebruikt kan worden. Het 60 M. lange front is niet trapvormig doch recht, daar men meent zoo minder dakbreuk te krijgen.

De onderlinge afstand der afbouwgalerijen bedraagt 13 M., terwijl elke 60 M. een nieuwe transporthelling wordt uitgespaard. Opvulling geschiedt met steen, die bij het drijven der galerijen gewonnen wordt.

3. Sinds eenigen tijd heeft men echter op deze plaatsen schudgoten ingevoerd. Dit was tot nu toe uitgesloten, daar de mijn geen perslucht had, doch uitsluitend electrische energie. Toen echter een bruikbare electrische schudgootmotor (6—10 H.P.) gevonden was, had de nieuwe methode geen bezwaren meer. Ook hier is het front recht, terwijl de lengte 60 M. bedraagt. Men vult alleen een strook langs de galerijen op.

4. Waar bij de *dunne* lagen de helling echter *grooter* wordt, gaat men over tot hellende strebbau. De losgewerkte kool schuift over blikken platen of over het liggende door de hellende galerijtjes naar de grondgalerij. De stukkool wordt soms uitgezocht en in speciale houten sleedjes naar beneden geschoven om vergruizing tegen te gaan. Opvulling geschiedt met ter plaatse gewonnen steen.

Steeds wordt de kool met de hak los gemaakt. Perslucht voor afbouwhamers ontbreekt en ondersnijmachines zouden een te groot deel van de kool verbrijzelen.

Transport. Dit heeft in den afbouw plaats door paarden en verder langs kabelbanen, aangedreven door electrische lieren van 15 à 30 P.K.

Energie. De ondergrondsche bedrijfskracht is 500 Volts-gelijkstroom, die opgewekt wordt door 3 generatoren van resp. 750, 400 en 300 K.W., aangedreven door triple-expansie-snellooperstoomwerktuigen.

Voor het steenwerk ondergronds is echter electriciteit onbruikbaar. Men heeft daartoe een ondergrondsche rijdbare compressor, die aan het boorfront gebracht wordt en door een kabel met het electrisch net verbonden is.

De ontsluitingswerken van deze mijn maken geen bijzonder gunstigen indruk, doch de mechanische installatie ondergronds is uiterst modern te noemen.

III. DE KOLENMARKT VAN ZUID-WALES.

De kool van Zuid-Wales verheugt zich in een uitstekende reputatie, dank zij:

1. De weinige rook die zij bij verbranding geeft;
2. Haar hoog calorisch effect;
3. Haar groote duurzaamheid.

Het *zeven en wasschen* der kool is echter veelal nog in een primitief stadium:

Ongezeefde schachtkool (thro' coal) wordt zelden meer geleverd, doch dikwijls is de eenige bewerking de scheiding in stukkool en fijnkool (Large and Small) door een staafzeef van $1^1/_8''$ bij de schacht.

Soms wordt deze „colliery-screened" stukkool dan aan de haventips nog 1 of 2 keer nagezeefd (single or double-screened coal; de hierbij verkregen fijnkool heet „dock-screenings".

Meer en meer echter gaat men er toe over de stukkool met de hand te lezen en vooral de verkregen fijnkool nader te zeven en te klassificeeren, wat o.a. voor de cokeskool noodzakelijk is. Deze wasscherijen voor fijnkool bevinden zich zoowel aan de mijnen als aan de havens.

Ten slotte schept men nieuwe koolsoorten door *mengen* van dry- en bituminous-coal tot steamcoal-achtige mixtures die vooral voor bunkerkool, doch ook wel voor cokeskool bestemd zijn. Ook mengt men wel grof en fijnkool tot kunstmatige thro' and thro' coal. Deze bewerkingen geschieden aan de havens.

Bij mindere vraag naar grove anthraciet *breekt* men deze wel op de gewenschte nootjesgrootte.

Handelsproducten.

Steam-Coal en Bituminous Coal.

Deze namen omvatten een uitgebreide serie koolsoorten met een gehalte aan vluchtige bestanddeelen, dat wisselt van 9—40%. De meeste gasrijke soorten worden gebruikt bij gasfabricage (± 35%), metallurgie en cokesfabricage (± 22%), de gasarmere soorten vormen prachtige bunkerkolen. De keuze van een bunkerkool hangt natuurlijk ook af van de soort ketels, rooster, trek en bunkers.

Dry Steam Coal (9—11%) is volkomen rookeloos, doch eischt krachtigen trek — is daarom geschikt voor stadsgebruik: centrales e.d. Verder wordt 't gebruikt in mixtures.

Admiralty and Cardiff Coal (11—14%) geeft het hoogste calorisch effect naast weinig rook. Voor snelle, d.z. oorlogs- en passagiersschepen is dit de beste bunkerkool ter wereld.

Monmouthshire-Coal (16—32%) maakt vlug stoom en is daarom geschikt voor locomotieven en bunkerkool, het laatste vooral in mixtures met Dry Steam Coal. De Smalls zijn een uitstekende cokeskool.

Rhondda No. 3 (21—33%) is gasrijk en zuiver en daarom in trek voor metallurgische doeleinden en als smidskolen.

Gascoal (30—40%) voor gasfabrieken.

De z.g.n. „Colliery Smalls" van deze koolsoorten worden gebruikt voor briketten en voor bunker-mixtures. Soms klassificeert men ze in nootjes en fijn, welke nootjes gevraagd worden door electrische centrales met mechanische stookinrichtingen.

Anthracite Coals.

De kool wordt hier gezeefd — nadat eventueel de stukkool gebroken is — in:

	Afmetingen	% als stukkool is: gebroken	ongebroken
Large	—$3^1/_2$"	—	23
Cobbles, French	$3^1/_2$"—$1^3/_4$"	31	18
Stoves, Pea Nuts, Beans, Peas	$1^3/_4$"—$^3/_{16}$"	41	34
Duff	$^3/_{16}$"—$^2/_{16}$"	20	19

Daar de autoriteiten streng waken tegen waterverontreiniging gaat men zoo ver mogelijk met lezen, d.i. tot ± 1¾". Daaronder wordt gewasschen.

De grofste soorten anthraciet worden gebruikt in groote vulkachels, kleinere voor zuiggasinstallaties en de Beans en Peas voor stoomketels. De Duff is lastig te gebruiken. Zij bevat 8—15% asch. Voor stoomketels is zij eigenlijk te fijn terwijl in briketten slechts een beperkt % anthraciet toelaatbaar is. De Duff wordt verder wel gebruikt voor roteerende cementovens, zwavelzuurfabrieken, zinksmelterijen, enz.

Briketten (E. Patent Fuel) worden gemaakt uit de Colliery-Smalls vermengd met Anthracite Duff en Dock-Screenings, alsmede 10% pek. Dit wordt fijngemalen, verwarmd en tot blokken geperst van twee types: huishoudbriketten van 2—3 ons en industriebriketten van 5—12 K.G. Men moet waken voor een te hoog aschgehalte.

Voordeelen der briketten boven kolen zijn de geringere ruimte die ze innemen en de makkelijker contrôle op diefstal.

Cokes worden bereid uit de washed-smalls der bitumineuze en semibitumineuze kolen, waaronder kolen met 20—24% vluchtig het geschikste zijn. Zij worden gebruikt voor hoogovens en ijzergieterijen. Bijproducten zijn: Gas, Benzol, Pek, Ammoniumsulfaat en Teerdistillaten.

Prijzen.

Tot slot geven wij een opgave van de gemiddelde prijzen f.o.b. Welsh Ports over 1922 (die over 1923 zijn abnormaal hoog door de Roerbezetting) in Shillings per Ton.

Dry Steam Coal, best large	27/—
Admiralty, best large	27/—
Manmouthshire, large	25/—
Rhondda No. 3, large	29/—
Anthracite: Cobbles, French	60/—
Anthracite: Duff	8/—
Briketten	26/—
Cokes	36/—

De mijnen voeren nu in eigen spoorwagens hun kool naar de afnemers in het binnenland, naar de briketfabrieken en cokesovens en naar de havens voor bunkeren en export.

Op dezen export willen wij eenigszins dieper ingaan.

Exporthandel.

Slechts indien verschillende gunstige condities samenwerken zal een land met succes kool kunnen exporteeren:

1. Jaarlijks moet een kwantum prima kolen voor export beschikbaar blijven.
2. Deze kool moet den afnemer zonder hooge vrachtkosten kunnen bereiken; de koolvelden moeten dus nabij een waterweg gelegen zijn, zoodat de dure spoorvrachten tot een minimum beperkt blijven.
3. De kolenschepen (E. colliers) moeten op hun terugreis van een retourvracht naar de kolenhaven of een naburige haven verzekerd zijn.
4. Voor het transport moet over een colliervloot en eventueel ook over een spoorweg-organisatie beschikt kunnen worden.

Voor den oorlog was Engeland het eenige land, waar deze condities ten volle vervuld waren. In 1913 werd van de bijna 300 millioen ton productie $^1/_4$ verscheept als exportkool. Deze export was vrijwel beperkt tot de vlak aan zee gelegen kolenbekkens van Northumberland en Zuid-Wales. Northumberland (New Castle c.s.) voorzag de Noord- en Oostzeelanden, Zuid-Wales (Cardiff, Newport, Swansea) leverde aan de geheele wereld, doch vooral aan Frankrijk, Spanje en Portugal, de Middellandsche zee en Zuid-Amerika.

Goede retourvrachten waren beschikbaar, zooals het erts van Spanje en Noord-Afrika, het graan van Argentinië en tal van landbouwproducten uit andere landen, die in West- en Zuid-Europa gevraagd werden.

Ten slotte beschikte Engeland over een enorme vrachtbootenvloot.

De overige landen hadden niet een dergelijke *wereldexport.*

Duitschland exporteerde meer naar zijn buurstaten: Oostzee, Nederland, België, Noord-Frankrijk, Zwitserland en Italië vanuit het *Roerbekken* en Oostenrijk en Rusland vanuit *Opper-Silezië.*

De *Vereenigde Staten* exporteerden, niettegenstaande hun enorme productie niet veel en dan nog grootendeels naar Canada.

De export van Voor-Indië, China, Japan, Australië en Zuid-Afrika was vóór den oorlog nog maar van geringe beteekenis.

	Productie 1913	Export	Productie 1920	Export	Productie 1923	Export
Wereld	1420	—	1280	—	—	—
Engeland	287	75	232	38	279	80
U. S. A.	550	20	640	48	580	?
Duitschland	191	35	136	?	62	?

Tijdens den oorlog begon deze toestand zich echter te wijzigen. Terwijl Engeland zijn bondgenooten Frankrijk en Italië moest helpen, die van Roerkolen verstoken waren, verloor het een deel van zijn markten aan de buiten-Europeesche exporteurs en met name aan de Vereenigde Staten.

Dit land begon zijn export op groote schaal te organiseeren. De zelfkosten van zijn mijnen waren veel lager dan die der Engelschen, daar de ondergrondsche condities er prachtig waren en de afbouw sterk gemechaniseerd. (Zie tabel pag. 238).

Hiertegenover staat echter, dat de Engelsche spoortrajecten zeer kort zijn: 6—20 mijl, terwijl de Virginische koolvelden 100 en meer mijlen van hun haven: Hampton Roads gelegen zijn. Door invoering van 100 Tons wagens (z.g.n. Mammouth Cars), speciale locomotieven en door bedrijfsconcentratie zijn de vrachtkosten echter sterk gereduceerd.

Goede retourvrachten uit Zuid-Amerika en de Pacific waren hun gewaarborgd, terwijl van af 1917 op reusachtige schaal schepen aangebouwd werden.

Op deze wijze veroverden zij een groot deel van de Zuid-Amerikaansche en Pacific-markt en begonnen zelfs naar Europa te exporteeren.

Na afloop van den oorlog kwam in Engeland wel weer een

exportquantum beschikbaar, doch inmiddels was door de hooge loonen, lage prestaties en hooge scheepsvrachten de kostprijs der Engelsche kolen zoo gestegen, dat de concurrentie zeer zwaar werd.

Zoo bedroeg de invoer van Amerikaansche kolen in Europa:

1920	$10^1/_4$	millioen ton
1921	$2^1/_2$	millioen ton
1922	—	millioen ton
1923	$2^1/_2$	millioen ton (Roer-bezetting).

Vanaf 1921, toen de scheepsvrachten snel daalden en de mijnwerkersstaking verloren werd, verbeterde de toestand wel aanzienlijk, en wisten de Engelschen een groot deel der Zuid-Amerikaansche markt weer terug te winnen.

Techniek van den handel.

Een punt waarop de Engelsche export ten slotte achter staat bij de Amerikaansche, is de *organisatie* van den exporthandel. In Engeland is de productie versnipperd over enkele groote en vele kleine maatschappijen. Voor den kooper is het lastig in dezen doolhof wegwijs te worden, terwijl hij voor een eenigszins grooter quantum van één bepaalde koolsoort zich tot een aantal mijnen tegelijk zal moeten wenden. Hij roept dus de tusschenkomst in van een makelaar.

Gewoonlijk geschiedt de verkoop f.o.b. Welsh Ports, waarbij de mijn zorgt voor het spoortransport, eventueel zeven, mixen e.d. en het storten in de schepen.

De kooper sluit dan een contract — Charter Party genaamd — met een reeder voor het transport van de kool. Ook dit geschiedt door tusschenkomst van een makelaar (brokerage = 5% van de vracht).

Soms leveren de mijnen wel c.i.f. importhaven. Zij zorgen dan zelve voor het scheepstransport.

Door tusschenkomst van de beide makelaars worden de kosten niet onaanzienlijk verhoogd. In de V.S. heeft men daarom alles in één hand georganiseerd: mijnen, spoorweg, havens, schepen en verkoopkantoor, die dus te samen een soort verticale trustorganisatie vormen.

Techniek van het transport.

Tot voor kort was in Zuid-Wales ook het spoorwegtransport over talrijke concurreerende maatschappijtjes verdeeld. Sinds 1 Juli 1923 worden echter alle spoorwegen en havens door de Great Western Railway Co. beheerd, die zich beijvert het spoortransport en het kolenladen zoo economisch mogelijk te organiseeren.

De *spoorwagens* — eigendom der mijnen — zijn zeer klein:

gemiddeld	10 Ton,
Nederland	15—20 Ton,
Duitschland	tot 40 Ton,
U. S. A.	tot 100 Ton.

De G. W. Ry gaat echter haar tips ombouwen voor 20 Tonswagens en den aanmaak hiervan stelselmatig bevorderen door lagere vrachtprijzen voor deze wagens.

Als buffer tusschen mijn en schip doen uitgestrekte *rangeerterreinen* dienst, die toch maar geringe capaciteit hebben, zoodat de veelvuldig optredende bootwerkersstakingen direct congestie van het net en belemmering der productie tengevolge hebben.

Het *overladen* van spoor in zeeschip geschiedt door:

1. Kranen: hydraulische-, stoom- en electrische. De spoorwagen wordt dan boven een bak geleegd. Deze bak wordt opgetrokken en in het ruim geleegd. (Inhoud 8—12 Ton).

2. Hoists: liften waarin de spoorwagen 12—20 M. hoog opgetrokken en dan in een goot geleegd worden, welke de kool in de luiken stort. In deze goten kunnen de zeven voor het dock-screenen aangebracht worden.

De kool lijdt bij de hoists meer, door de grootere val, zoodat diepe schepen eerst met kranen, daarna met hoists geladen worden.

In totaal zijn er in de South Wales Ports 153 hoists en 256 kranen.

De wagens worden bij het tippen gewogen, het op de wagen geschilderde tarragewicht afgetrokken en een certificaat van 't nettogewicht verstrekt.

Mixen van verschillende koolsoorten geschiedt door het achtereenvolgens tippen van wagens verschillende kool.

Als de partij aan boord is, ontvangt de verscheper van den kapitein een *laadbrief* (Bill of Lading), op vertoon waarvan de kooper in de importhaven de kool af kan halen.

Tot slot geven wij eenige cijfers:

In 1923 werd uit Zuid-Wales geleverd aan:

Bunkerkool (binnenland en kustvaart).....	21	millioen Ton
Bunkerkool (groote vaart).....	4	„ „
Export.....	30	„ „
Totale productie.....	55	millioen Ton

Van deze 30 millioen Ton export ging naar:

Frankrijk	$10^1/_2$	millioen Ton
Italië	$4^1/_2$	„ „
Spanje en Portugal.....	$1^1/_2$	„ „
Gibraltar, Malta, Egypte, N.-Afrika, Griekenland	3	„ „
Zuid-Amerika	$3^1/_2$	„ „
(1913:	6	„ „)

Tegenover deze uitvoer van 30 millioen Ton kool stond een invoer van:

IJzererts (Spanje, N.-Afrika).....	1,2	millioen Ton
Mijnhout (Frankrijk, Oostzee).....	1,5	„ „
Graan (Argentinië, Canada).....	0,5	„ „

Blijkbaar nemen dus een groot aantal colliers retourvrachten voor naburige West-Europeesche havens en varen vandaar in ballast terug naar Cardiff.

Vrachtprijzen in 1922 van en naar Welsh Ports in Shillings per Ton:

naar Marseille, Genua	9/6
Rouen, St. Nazaire.....	6/—
River Plate.....	12/6

van Bilbao: erts ..... 7/—
River Plate: graan..... 32/6
Chili: nitraat ..... 29/—
Rangoon: rijst ..... 30/—

LITERATUUR:

1. The South-Wales Journal of Commerce. — February 1924.
2. The South-Wales Ports 1924. Uitgave Great Western Railway.
3. Evans, Charles E. — Hints to Coal Buyers. Cardiff 1921.
4. Davies, L. J. and Davies, D. O. — South-Wales Coalfield. Cardiff 1920.
5. Maurette, F. — Les Grands Marchés des Matières Premières. Paris, 1922.

DE IRON ORE SINTERING WORKS VAN BALDWINS Ltd TE KINGS DOCK NABIJ SWANSEA.

Deze werken zijn tijdens den oorlog gebouwd volgens het systeem Greenewalt, een Duitsch-Amerikaan. Fijnkorrelige ijzerertsen worden hier door sinteren geschikt gemaakt om in hoogovens versmolten te worden.

Men gaat uit van:

1. Oxydisch ijzererts, dat te fijn is om direct in de hoogovens te verwerken.

2. Het residu van gerooste pyritische ertsen.

Breken en mengen.

Al het erts wordt eerst afgezeefd op $^3/_8$ inch. Het grovere wordt te samen met een bepaalde hoeveelheid cokes in walsen fijngemalen. De hoeveelheid cokes varieert met de samenstelling van het erts en bedraagt tot 8%.

Het fijne erts- en cokesmengsel wordt eenigszins vochtig gemaakt, (tot 15% water) wat gunstig is voor 't sinteringsproces en tevens het verstuiven tegen gaat. Soms wordt nog iets kalksteen toegevoegd en vervolgens wordt het fijne mengsel opgeslagen in 3 voorraadsbakken.

Elk dezer bunkers heeft aan de onderzijde een continue aftapinrichting, bestaande uit een roteerende horizontale tafel, van waar een vaste arm het erts op een centrale transportband doet vallen. Deze transportband passeert eerst de drie bunkers en vervolgens een vierde, die het onvoldoende gesinteerde erts, dat dus nog fijn is, bevat. Men laat dit veelal nog warme erts op het koude der eerste drie bunkers vallen, zoodat het de rubber transportband niet beschadigt.

Men kan in de 3 eerste bunkers verschillende ertssoorten opslaan en door regeling der aftap-inrichting de gewenschte verhouding krijgen. Het materiaal van de transportband wordt eerst nog eens dooreengemengd in een horizontale mengtrommel met spiraalvormige messen.

Sinteren.

Het mengsel wordt nu door een lange hellende transportband naar den top van het sintergebouw opgevoerd. Het eigenlijke sinteren heeft plaats in groote rechthoekige bakken van $2 \times 3 \times {}^1/_2$ M^3., die wentelbaar zijn om hun langste as. De bakken hebben ter halver hoogte, dus 25 c.M. onder den rand een staafzeef. Vier dergelijke bakken bevinden zich op $\pm$ 15 M. hoogte in het gebouw.

De lading geschiedt nu van uit een wagen, die electrisch over de vier sinterbakken bewogen kan worden. Op deze wagen bevinden zich twee bakken:

1. Een bak geladen met grof erts tot 5 c.M., zonder cokes. Dit wordt eerst in een dunne laag over het staafrooster uitgespreid.

2. Een bak geladen met het fijne sintermengsel, afkomstig van de hellende transportband.

Het grove erts dient als voorzorg tegen vastbakken aan den vloer. Als de bak geladen is, maken rollen, die aan den wagen bevestigd zijn, de charge gelijk met den bovenrand van de bak.

Achter de laadwagen is een platte wagen gehaakt ter grootte van de sinterbak. Hij bevat een oliereservoir en 12 oliebranders. Boven de sinterbak gereden, worden de branders aangestoken, die zoodoende de cokes aansteken en de sintering inleiden.

De sintering berust op het samensmelten van Fe_3O_4, dat ontstaat door reductie van Fe_2O_3. De snelle verbranding der cokes levert de hiertoe benoodigde hooge temperatuur.

Voor een snelle verbranding en goede warmtecirculatie zuigt men de lucht door het bed, zoodat de verbrandingsgassen door het rooster naar de onderste helft van de sinterbak en vandaar door de holle assen naar de ventilatoren gezogen worden. Na een

dust-catcher gepasseerd te zijn ontsnappen deze SO_2-houdende gassen in de buitenlucht.

Men laat het gesinterde erts nu eenigen tijd bekoelen en keert daarna de sinterbakken, zoodat het erts op staafzeven valt, waar 5% als te fijn doorgaat om via de 4de bunker opnieuw verwerkt te worden. Het grovere sinterproduct is gereed om per spoorwagen verzonden te worden.

Voor het laden en aansteken zijn 3 min. noodig, voor het sinteren en bekoelen 25 min., zoodat een geheele manipulatie ongeveer een half uur duurt. De capaciteit per bak is $4^1/_3$ ton mengsel. Echter wordt slechts 80% van het ingebrachte materiaal als gesinterd product verkregen, daar de cokes verbrandt, het water grootendeels verdreven wordt en ook het S-gehalte van 4—5% terug gebracht wordt op ongeveer 0,3%.

De totale capaciteit der installatie bedraagt zoodoende ongeveer 250 ton per 8 uur.

LITERATUUR:

W. E. Greenewalt: The Greenewalt Sintering Process.
Mineral Industruy 1921. Vol. XXX, p. 438.
Min. Scient. Press. 1921. 122, 18—5.

SCHETS DER GEOLOGIE VAN CORNWALL.

Cornwall is zeer merkwaardig te noemen uit petrographisch oogpunt, door de aanwezigheid van oudere basische naast jongere zure stollingsgesteenten, door de op verschillende plaatsen prachtig waar te nemen contacten tusschen deze beide en de omringende sedimenten, terwijl niet minder interessant zijn de ook technisch belangrijke ertsgangen en kaolien-voorkomens.

Het grootste deel van het land wordt ingenomen door paleozoïsche sedimenten, de z.g. „killa's", bestaande uit kleischalies, fijne zandsteenen en grits, plaatselijk afgewisseld door kalksteen, kwartsiet, hoornrots en meest sterk doordrongen met kwartsgangen. Omringd door de sedimenten vinden we nu verschillende blootgelegde granietkoppen, afgewisseld door kwartsporfiergangen en greenstoneplaten.

Vastgesteld is, dat we in Cornwall de gevolgen waar kunnen nemen zoowel van de Caledonische als van de Armorikaansche plooiing. Het sterkst is deze plooiing in het Westelijk deel, waarbij dikwijls een drukbreccie is ontstaan. Verder zijn de kila's in breede zône's om de intrusiva contactmetamorf veranderd.

1. Sedimenten.

Door het gebrek aan fossielen is de ouderdom der lagen niet altijd met zekerheid te bepalen. Plaatselijk zijn in West-Cornwall in de bovenste lagen Silurische fossielen aangetoond, terwijl in Centraal- en Oost-Cornwall voornamelijk Devoon, aan de Oostgrens zelfs wat Kulm is vastgesteld. Ook in de Lizard zijn stukken van Devonischen ouderdom gevonden.

Men spreekt hier gewoonlijk kortweg van jong- en oud-paleozoïcum, het eerste wordt dan vanaf het Devoon gerekend. Deze twee groepen zijn gescheiden door een discordantievlak met con-

glomeraten en zandsteenen, hetgeen waar te nemen is bij de Zuidgrens van het Devoon, die ongeveer Oost-West loopt, iets ten Noorden van Truro.

De oud-paleozoïsche lagen hebben door de Caledonische beweging een strekking N.O.-Z.W., terwijl de jong-paleozoïsche lagen door de Armorikaansche plooiing een meer O.-W.-strekking bezitten.

2. Stollingsgesteenten.

Dit zijn in Cornwall gedeeltelijk effusiva, voornamelijk in Oost-Cornwall, n.l. lava's en tuffen van het type der spiliten (essexieten) en daarnaast intrusiva, waarin twee typen te onderscheiden zijn, n.l. de greenstones en de graniet met zijn splitsingsproducten.

Greenstone is de verzamelnaam voor de basische stollingsgesteenten. Deze zijn ouder dan de graniet en komen te midden der killa's voor als gangen, platen en kleine lichamen. Zij hebben met alle plooiingen meegedaan, volgen in 't algemeen de strekking der geplooide killa's en blijken plaatselijk contactmetamorf veranderd door de granieten. In Centraal en Oost-Cornwall zijn ze nog te herkennen als diabaas, proterobaas en pikriet, in West-Cornwall zijn ze te sterk veranderd. Waarschijnlijk zijn ze niet even oud. In Oost-Cornwall doorbreken ze de sedimenten tot in het onder-Carboon, terwijl in West-Cornwall slechts is te zeggen, dat ze gevormd werden na het Ordovicien, doch vóór de Armorikaansche plooiing.

Waar de greenstone contactmetamorf verhard is, wordt ze als steenslag voor de wegen gebruikt.

Of er verband is en zoo ja welk, met de daarop volgende graniet-intrusie, is niet bekend.

Aan het einde van de Armorikaansche beweging had de *graniet-intrusie* plaats, met zijn splitsingsproducten, die in gangvorm optraden. De bewegingen lieten zich nog lang gelden, zoodat de gangen, die met de graniet in de plooibaarder sedimenten dienst deden als weerstanden, dikwijls nog sterk werden gestoord.

Aan de oppervlakte komt de graniet voor als 5 groote koppen, die in het heuvellandschap niet bijzonder opvallend optreden, en

nog meerdere kleinere kopjes, die naar de diepte waarschijnlijk alle samenhangen, zoodat de ondergrond van Cornwall door één groote granietbatholiet gevormd zou worden. Onder de killa's ten Zuiden van Carn Brea bij Camborne is b.v. graniet gevonden. Men verlieze niet uit het oog, dat ten tijde der intrusie de graniet bedekt was onder enkele duizenden voeten sedimenten.

De kwartsporfier of „*elvan*" en de „*mica-traps*" of minetten zijn gevormd, toen de graniet reeds begon af te koelen, als opvulling van lange spleten in graniet en killa's met meestal weer de O.-W.-strekking. De elvans hebben dikwijls dezelfde veranderingen ondergaan als de graniet en bevatten ook wel tinsteen. De mica-traps zijn zeldzaam en zonder technisch belang.

De graniet en vooral de elvan worden veel gebruikt als straat- en bouwsteen.

3. Metamorfose.

De graniet is echter vooral van belang geweest door de groote hoeveelheid gassen, die bij de afkoeling vrij kwamen en die niet alleen graniet en nevengesteente veranderden, doch ook de ertsgangen veroorzaakten, die ontstonden nadat de elvans reeds gevormd waren.

De contactmetamorfose door de gassen deed de killa's veranderen in mica-schisten, biotiet-, andalusiet- en cordieriet-hoornrots, veelal vergezeld van Bo-houdende toermalijn, terwijl in de kalkhoudende gedeelten axiniet en epidoot ontstonden. Daar de greenstone ook Ca-houdend is, ontstond daarin eveneens axiniet en epidoot en weinig of geen toermalijn. Bij de groote granietkoppen is de contactzône ± 1 mijl breed, soms ook breeder.

Bij Porthmeor Cove, 2 mijlen ten Westen van Zennor, is bijvoorbeeld een zeer fraai contact te zien tusschen graniet, killa's en greenstone. De graniet zendt tongen in de killa's en greenstone en bij het contact vinden we gevlekte schalies, cordieriet- en granaathoornrots. [Zie Foto 4].

De veranderingen in de graniet en in de elvans kan men onderscheiden in 3 hoofdtypen:

a) *toermalinisatie*. Hierbij speelt Bo een groote rol. Er ontstaat

toermalijn in plaats van mica en veldspaat, waardoor de toermalijn-graniet en schorlrots ontstaat, zooals prachtig te zien is in de Roche Rock.

b) *greisenvorming*. Hierbij wordt de veldspaat veranderd in een mengsel van kwarts en glimmer (muscoviet, sericiet, gilbertiet en zinnwaldiet) die dikwijls Li bevat. Deze verandering gebeurt onder invloed van fluor, hetgeen blijkt uit het veelvuldig voorkomen van topaas.

c) *kaolinisatie*. Hierbij wordt veldspaat veranderd in kaoliniet, mica en kwarts.

De drie veranderingen worden geacht te geschieden bij temperaturen afnemende in de gebruikte volgorde, doch ze zijn niet scherp gescheiden. In de gekaoliniseerde graniet (China-stone en China-clay) komen gangen voor van greisen en schorlrots („stent").

Kaolinisatie wordt veel aangetroffen in de wanden van ertsgangen. Doch bij St. Austell vinden we eerst recht een sterke kaolienvorming. De veldspaat is geheel kaolien geworden, over groote uitgestrektheden. Een 150-tal ontginningen zijn hier in open dagbouw aan het werk. 't Gesteente is meestal zeer zacht geworden (China Clay), doch kan ook nog harder gebleven zijn (China Stone), zooals in 't gebied tusschen St. Stephens en St. Dennis. Toch is nog goed het spletensysteem te zien. In eenige groeven wordt tinerts als bijproduct uit doorkruisende gangen gewonnen.

Of de kaolinisatie een gevolg is van de inwerking van gassen, (volgens VOGT: CO_2) of van diepgaande verweering, is niet met zekerheid uitgemaakt.

4. Ertsgangen.

Zooals reeds opgemerkt, veroorzaakten de gassen ook het ontstaan van ertsgangen, die vooral tot de Sn-Cu-groep in verschillende combinaties behooren, waarbij ook gerekend kan worden de Ur-Ra-gang van de South Terrasmine bij St. Stephen's. De ertsen bevinden zich hoofdzakelijk met de contactmineralen in de peripherie van de hoofdgraniet-massa en in de contactzône. Ze bevatten voornamelijk de volgende elementen: Sn, Wo, Cu, Pb, Zn, Ag, Mn, Co, Ni, Bi, Ur, Fe, P, Sb, As, S, Li, F. Bo.

De gassen moeten boven het kritische punt van water verhit zijn geweest en de metalen zijn als gasvormige verbindingen meegenomen en later afgezet, terwijl het nevengesteente pneumatolytisch omgezet werd. H_2O boven zijn kritische temp. 365° werkt als sterk zuur, terwijl verder ook HF, H_2S en CO_2 hebben meegewerkt. Bij doorgaande afkoeling ging de pneumatolyse over in de hydatogene phase. DAUBREE veronderstelde reeds in 1841 dat fluor het tin had meegenomen en bekend is de vergelijking

$$SnF_4 + 2\,H_2O = 4\,HF + SnO_2$$

welke het ontstaan der kassiteriet verklaart.

MAC ALISTER en P. BERESFORD LEES veronderstellen ook de mogelijkheid van vervoer als boraat.

De ertsaders zijn te verdeelen in de oudste Sn-Cu-gangen die O.—W. loopen, volgens de Armorikaansche strekking in Oost-Cornwall en O.N.O.—W.Z.W. volgens de Caledonische strekking in West-Cornwall, en de jongere Pb, Zn, Ag en Fe-gangen, die N.—Z. gericht zijn. Deze laatste vinden we vooral in Centraal en Oost-Cornwall, volgens spleten die waarschijnlijk tertiair zijn. Het staat niet vast of ze nog in verband met de graniet staan als hydatogene fase, waar de Engelschen veel voor voelen, hoewel ze nogal ver van de granieten verwijderd zijn. Ze zijn nu vrijwel uitgeput.

De belangrijkste primaire mineralen in de *Sn-Cu-gangen* zijn tinsteen, wolframiet, pyriet, chalcopyriet, arseno-pyriet, zinkblende, galeniet, met kwarts, toermalijn, chloriet en fluoriet, verder uraniet, torberniet, Co-, Ni- en Bi-mineralen.

De genetische volgorde is volgens MAC ALISTER:

1. Tinsteen, wolframiet, Cu-sulfiden, Zn- en As-mineralen, kwarts, fluoriet, chloriet, toermalijn.

2. Cu-mineralen en andere sulfiden, misschien ook wat Pb- en Ag, kwarts, fluoriet, chloriet.

3. Pb- en Ag-mineralen, carbonaten, kwarts, fluoriet.

Een bekend verschijnsel is het, dat de Cu-mineralen meer in de hoogere gangzône's te vinden zijn, en meestal in de killa's. Het is nog niet geheel uitgemaakt of dit een gevolg is van primaire dan

wel van secundaire diepte-verschillen. Waarschijnlijk heeft het een primaire oorzaak, later verborgen door secundaire veranderingen. De verklaring zou dan zijn, dat de tinsteen bij hoogere temperatuur werd afgezet dan de Cu-verbindingen, die dus verder vervoerd werden. Bij voortschrijdende afkoeling werd daarop ook Cu afgezet, waar reeds tinsteen aanwezig was. Beide mineralen komen vooral samen voor op de grens van graniet en killa's. In ieder geval had hun afzetting eenigen tijd tegelijk plaats, terwijl de Cu-afzetting nog daarna doorging.

Later werden aan de oppervlakte na erosie en verweering de Cu-sulfiden weer opgelost en het koper aangerijkt in de cementatiezône, terwijl tin aangerijkt werd in de ijzeren hoed.

De secundaire koper-mineralen, als borniet, chalcosien, covellien komen voor in de verweeringszône, de z.g. „gozzan", die tot 360 M. reikt.

MAC ALISTER onderscheidt de volgende gangstructuren:

1e. een stelsel van evenwijdige gemineraliseerde spleetjes;
2e. impregnatie of metasomatose van de gangwanden;
3e. gemineraliseerde gangbreccies.

De dikte der gangen variëert van dunne adertjes tot enkele voeten, dikwijls in dezelfde gang. De wijdere gangen bestaan uit een of meer evenwijdige gemineraliseerde spleetjes en geïmpregneerde gangwanden. Men treft verschillende benamingen aan, zooals stockwork, carbona, floor en capel. De eerste twee zijn ertslichamen van door spleetjes geheel geïmpregneerd gesteente, meer en minder regelmatig van vorm. Floors zijn impregnaties langs horizontale spleten. Capel noemt men de harde gesilificeerde gangwand vol toermalijn.

De helling der gangen is bijna verticaal, doch kan tot bijna horizontaal worden, zooals in de Great Flat Lode. Merkwaardig is 't verschijnsel van het voorkomen van meerdere evenwijdige gladde verdeelingsvlakken in de lengterichting, gevolg van shearing, die het misleidende uiterlijk hebben van valsche gangwanden.

Een tweede technische moeilijkheid levert de ver doorgaande verandering van het nevengesteente, waardoor het dikwijls lastig

is de gang te vervolgen. Goede leiders zijn dan kwartsgangen of z.g. „flucan"-slierten, d.z. slierten van kleiachtig materiaal, gevormd door de veelvuldige storing der gangen na hun ontstaan. Waar de gangen eindigen beginnen ze zich te vertakken en verloopen in een aantal waaiervormige spleten.

Dat het gangmateriaal niet tegelijk is afgezet, doch rijkelijk gebruik heeft gemaakt van de telkens ontstane latere storingsspleetjes heeft Dr. FLETT trachten aan te toonen door microscopisch onderzoek. Hij vat de geschiedenis van het ontstaan samen als volgt:

1) Opening van de spleet.
2) Afzetting van kwarts, kassiteriet en toermalijn.
3) Breccie-vorming daarvan.
4) Vorming van „peach" door afzetting van fijne toermalijn, kwarts, kassiteriet.
5) Nieuwe breccie-vorming.
6) Hernieuwde peach-vorming.
7) Spleetvorming op kleine schaal.
8) Vulling met kwarts, zelden toermalijn, geen tinsteen, wel chalcopyriet.

Tot aan het Plioceen bestaat hier verder een stratigrafisch hiaat. In het Oud-Plioceen vormde de zee echter het nu ongeveer 130 M. hoog gelegen abrasievlak rond de graniet-eilanden, welk vlak o.a. goed te zien is langs de Westkust tusschen St. Just en Porthmeor Cove. In het Jong-Plioceen begon het land te rijzen, eerst langzaam, daarna sneller, waarbij de tegenwoordige steile kust gevormd werd.

In dit horizontale opgeheven abrasievlak zijn de talrijke moerassen ontstaan als: Goss Moor, Red Moor, Bodmin Moor, waarin alluviaal stroomtin gevonden en ontgonnen is.

Een tweede kleine opheffing van enkele Meters had in het Pleistoceen plaats. Op dit kustplatform is o.a. de weg Penzance—Newlyn gelegen. Sindsdien is echter het land weer in dalende beweging, hetgeen blijkt uit de talrijke estuaria.

LITERATUUR:

1. Geological Survey of England and Wales. — Land's End District.
2. idem. — St. Austell District.
3. Hall, T. C. F. — The Geological History of the Cornish Tin Lodes (Proceedings of the Cornish Institute of Engineers).
4. Fawns, S. — The Tin Deposits of the World.
5. Alister, D. A. Mc. — Geological Aspects of the Lodes of Cornwall (Economic Geology. Vol. III).

DE TINMIJNBOUW IN CORNWALL.

De mijnbouw is vrijwel beperkt tot de tingangen, die zich aan de N.W.-zijde der twee Westelijke groote granietkoppen bevinden. Van de totale productie leverden de gangen, samenhangende met de:

Lands End Granite (Geevor, Levant)	12%
Camborne Granite (S.-Crofty, E.-Pool, Dolcoath)	86%
Andere drie granietkoppen	2%

De *tingangen* hebben in het Camborne-district de algemeene Caledonische strekking W.Z.W.—O.N.O., doch aan de N.W.-zijde van de Lands End Granite zijn zij N.W.—Z.O. gestrekt.

Dikwijls zijn deze gangen weer verbonden door dwarsgangen, die blijkbaar gelijktijdig zijn ontstaan, daar zij hetzelfde opvullingsmateriaal bezitten als de hoofdgangen en op de kruispunten met dezen een grooter ertsrijkdom vertoonen.

Op enkele plaatsen trof de excursie een sterke hematitiseering van het liggende aan, hetgeen op de werking van oppervlaktewater kan duiden. Ook werden eenige valsche gangwanden aangetroffen.

Het *ertsgehalte* is laag:

Gemiddeld	1% Sn
Geevor Mine	$1^1/_2$% Sn
South-Crofty	$^1/_2$—1% Sn

Echter bevat het erts van South-Crofty veel Arseen, dat een waardevol bij-produkt oplevert. In de Geevor-Mine wordt sporadisch koper-erts aangetroffen.

Ontsluiting en voorbereiding.

De ontsluiting geschiedt gewoonlijk door verticale schachten.

Op South-Crofty heeft men 2 verticale schachten, waarvan echter de diepste uittrekkende schacht was, hetgeen op de onderste verdieping (600 M.) een zeer hinderlijke hitte tengevolge had.

De Geevor-Mine heeft 3 schachten, die op één lijn Z.O.—N.W. evenwijdig aan de strekking der gangen gelegen zijn.

De Z.O.-schacht is de oudste. Zij is verticaal en doet alleen nog dienst voor ventilatie. De middelste of Wethered-Pit is niet geheel verticaal. Deze schacht is echter niet in een gang gelegen, doch het was noodzakelijk om een ondergrondsch punt te bereiken, dat juist verticaal onder den straatweg gelegen was. De schacht komt nu 20 M. opzij van dezen weg uit. Zij is ingericht voor skiptransport.

Sindsdien is de mijnbouw meer naar het N.W. voortgeschreden in de richting van de zee, en zoo heeft men in 1923 een nieuwe schacht gemaakt, de Robert Pit, die verticaal is en ingericht voor kooitransport.

Vanuit de verticale schachten worden nu op afstanden van 80—140 voet verdiepingen gevormd door dat men aan beide zijden dwarssteengangen ⊥ op de strekking der ertsgangen drijft. Vanuit deze dwarssteengangen worden galerijen in de ertsgangen aangezet, die zoo een ertsgang in een aantal 80—140 voet hooge afbouwvakken verdeelen.

Afbouw.

Underhand-Stoping werd toegepast in de (tot 25 M.) dikke gang op South-Crofty. De dikte en ook het ertsgehalte in deze gang varieert zeer sterk, zoodat men op armere plaatsen ertspijlers laat staan.

De afbouw gaat uit van een stortkoker tusschen de beide verdiepingen. Het erts wordt van bovenaf in schuine strooken weggeschoten, waarna het naar de onderste galerij valt. Echter laat men aan de bovenzijde een 20 voet hooge veiligheidspijler zitten, die eerst later wordt weggenomen.

Ondersteuning en opvulling zijn onnoodig.

Overhand-Stoping werd toegepast in de dunnere gangen. Op South-Crofty werd het erts direct afgevoerd en stonden de arbei-

ders op planken vloeren. Op Geevor-Mine werd echter tijdelijk opgevuld met gebroken erts, waarop de arbeider dan staat. Het teveel aan erts wordt direct door stortkokers weggevoerd. Zoodra de bovenste galerij bereikt is, laat men het gebroken erts door aftrekgaten aan de onderzijde in wagens storten. De ontstane holte wordt niet meer opgevuld.

Het harde gesteente maakt zware *boorhamers* noodzakelijk. Bij het drijven der galerijen worden deze op spanzuilen bevestigd. Meestal wordt de zuil door perslucht vastgedrukt, doch de vooruitgang van de boor moest de arbeider met de hand bewerkstelligen. Bij de nieuwe „Holman Auto"-boorhamer van de te Camborne gevestigde fabriek Holman Bros Ltd. geschiedt deze vooruitgang automatisch, daar de perslucht de hamer met een constanten druk op den bodem van het boorgat perst. Een bezwaar van de spanzuilen is het tijdroovende opstellen, waardoor slechts een klein deel van den arbeidstijd zuiver geboord wordt.

Een boorploeg aan het galerijfront bestaat uit 2 man.

De in de stopes gebruikte boorhamers zijn iets lichter.

De perslucht had 80 lbs. per □″ = 6 At. overdruk en werd algemeen door bovengrondsche zuigercompressoren geleverd (fabrikaten: Ingersoll, Holman, Sentinel-Glasgow).

Transport.

Waar skiptransport plaats vindt, worden de wagens ondergronds in de skipvoorraadsbak geleegd. De wagens kunnen daartoe aan één zijde openklappen.

De ophaalmachines waren kleine trommels. Op de Geevor-Mine werden ze bij de Wethered-Pit electrisch gedreven, op de Robert-Pit door een tweeling-compound stoomwerktuig.

Pompen.

Algemeen wordt in Cornwall de klassieke Cornish-pump gebruikt.

Hierbij bevindt zich in de schacht op een aantal verdiepingen, b.v. om de 80 M., een pompstation, waar een plunjerperspomp is opgesteld, die het water naar het naast hoogere pompstation op kan voeren.

Deze pompen worden nu aangedreven door een bovengronds opgestelde groote stoomcylinder. De stoomzuiger is verbonden met een zware balans, waaraan de dikke houten pompstangen opgehangen zijn, die hun langzaam op- en neergaande beweging aan de verschillende plunjerpompen mededeelen.

Het groote gewicht der pompstangen wordt bovengronds door een afzonderlijk tegengewicht uitgebalanceerd. Het geringe aantal slagen is te wijten aan de groote bewegende massa's.

In het algemeen geeft men in Cornwall den voorkeur aan dit systeem boven ondergronds opgestelde electrisch gedreven plunjer- of centrifugaal-pompen en wel om de volgende redenen:

1. Bij onderloopen der mijn kunnen deze pompen nog eenigen tijd blijven doorwerken, terwijl het stoomwerktuig niet beschadigd wordt.

2. Voor water van de verschillende verdiepingen is slechts één stoomwerktuig noodig, terwijl men anders evenveel motoren als pompen moet hebben.

3. De plunjerpompen zijn veel beter bestand tegen de harde deeltjes en de zure oplossing in dit mijnwater, dan de centrifugaal-pompen, die in eenige jaren versleten zijn. (Dit geldt alleen tegenover centrifugaalpompen).

4. De levensduur der bovengrondsche stoommachine is veel grooter, dan die der ondergronds opgestelde motoren.

5. Geringere bedrijfskosten. Deze bedragen bij gelijk vermogen ongeveer de helft van die van een centrifugaalpomp.

Nadeelen van de Cornish-pump zijn echter:

1. Geringer bedrijfszekerheid door voortdurende reparaties aan de pompstangen.

2. Door het geringer aantal slagen moeten de pompen grooter zijn, wat de aanschafkosten verhoogt.

Ook de aanschafkosten van het stoomwerktuig zijn hooger dan die der motoren, terwijl de kosten der pompstangen bij electromotoren wegvallen.

3. Men moet de beschikking hebben over goedkoope kolen. Op

de Geevor-Mine, 15 K.M. van de naaste haven en spoorlijn, wordt electrische energie aantrekkelijker.

Zijn dus de aanschafkosten, dus de jaarlijksche kosten aan rente, bij een Cornish-pump het grootst, de jaarlijksche kosten aan amortisatie zijn veel geringer door den langeren levensduur. Ook de bedrijfskosten zijn veel geringer. Men gaf ons over één geval de volgende cijfers:

	Aanschafkosten	Bedrijfskosten
Cornish-Pump	25.000 £	10.000 £
Electr. Plunjerpomp	15.000 £	15.000 £
Electr. Centrifugaalpomp	10.000 £	10.000 £

De mijn South-Crofty heeft 25 jaar geleden een tweedehands Cornish-pump-stoomwerktuig overgenomen, dat nu nog in uitstekende conditie is:

Vermogen	250 P.K.
Diameter stoomcylinder	2000 m.M.
Aantal slagen/min.	2—7
Gewicht balans	50 Ton
Diepste station	600 M.
Waterlevering	3 M^3./minuut

Bij de Geevor-Mine heeft men even boven het zeeniveau een tunnel gedreven vanuit de 3 schachten naar de kust. Water uit diepere gedeelten wordt door electrische centrifugaalpompen tot het tunnelniveau opgepompt en naar zee geloosd.

Energie.

Kool voor de stoomwerktuigen wordt gewoon per spoor aangevoerd. De electrische energie voor West-Cornwall wordt opgewekt in de Centrale te Hayle en vandaar als één-phasige wisselstroom met een spanning van 10.000 Volt naar de mijnen geleid. Daar heeft transformeering op 440 Volt plaats.

Op de Geevor-Mine worden alle werktuigen electrisch gedreven, uitgezonderd de ophaalmachine van de Robert-Pit.

Wasscherij.

Het bovengekomen erts wordt over een steile staafzeef gestort. De grove stukken worden door een kaakbreker stuk gebroken en te samen met het zeefproduct in een ore-bin van 300—500 Ton capaciteit opgeslagen.

Als de wasscherij niet bij de schacht gebouwd is, moet het erts er heen getransporteerd worden: Bij de Wethered Pit van de Geevor-Mine geschiedt dit door een monokabelbaan (lengte 500 M.); van de East-Pool and Agar Mine naar de Tolvaddan Mill wordt het erts in kipwagentjes door electrische locomotiefjes getransporteerd over enkele K.M. In zoo'n geval zijn er twee ore-bins noodig: één bij de mijn en één bij de wasscherij.

Men gaat nu het arme fijn vergroeide erts ($^1/_2$—$1^1/_2$% Sn) concentreeren tot ongeveer 70% Sn, daarbij zooveel mogelijk verliezen vermijdende.

Het erts wordt daartoe eerst in *stampbatterijen* vergruisd tot ongeveer 0,6 m.M. en vervolgens geconcentreerd door herhaalde verwassching met classificatie: Eerst wanneer een product minstens 2 keer in de tailings terecht gekomen is, wordt het verwijderd.

Het concentraat kan naast tinsteen bevatten: sulfiden, arseniden, wolframiet, magnetiet en monaciet.

De S en As worden verwijderd door *roosten*, waarbij het Arseen als oxyde in lange rookkanalen wordt opgevangen.

Het gerooste product wordt opnieuw geconcentreerd op tafels, buddlers en kieves en gaat zoo noodig nog na drogen naar den *magnetischen scheider* om ijzer en wolframiet te verwijderen.

Het nu verkregen concentraat bevat ± 70% Sn en wordt in zakken van 25 K.G. aan de smelterijen verkocht.

Zooals uit onderstaand schema blijkt, worden voor het *grovere* product verschillende soorten *tafels* gebruikt, zooals shaking tables en frue-fanners, terwijl het fijnere materiaal naast de tafels voornamelijk in verschillende typen buddlers: bolle, holle en gecombineerde verwerkt wordt. [Zie Foto 2].

Productiecijfers:

In April 1924 waren deze cijfers voor:

	Erts	Tin	As_2O_3
Geevor-Mine	140 Ton/dag	35 Ton/maand	—
South-Crofty	200 ,,	50 ,,	50 Ton/maand

Op de Geevor-Mine werkten in 3 diensten totaal 340 arbeiders, zoodat de ertsproductie ruim 0,4 Ton per arbeider bedroeg.

De totale productie van Cornwall bedroeg in 1880 nog 50%, in 1913 slechts 4% der wereldproductie. Zoo waren de cijfers voor 1913:

Wereldproductie	135.000 Ton
Malakka	51.000 ,,
Bolivia	26.000 ,,
Ned.-Indië	21.000 ,,
China	8.000 ,,
Australië	8.000 ,,
Siam	7.000 ,,
Cornwall	5.000 ,,
Nigeria	4.000 ,,

De Engelsche tinsmelterijen zijn echter belangrijk gebleven, daar zij de ertsen van Bolivia en Nigeria opkochten. Tijdens den oorlog zijn in Bolivia echter ook de Vereenigde Staten als kooper op gaan treden.

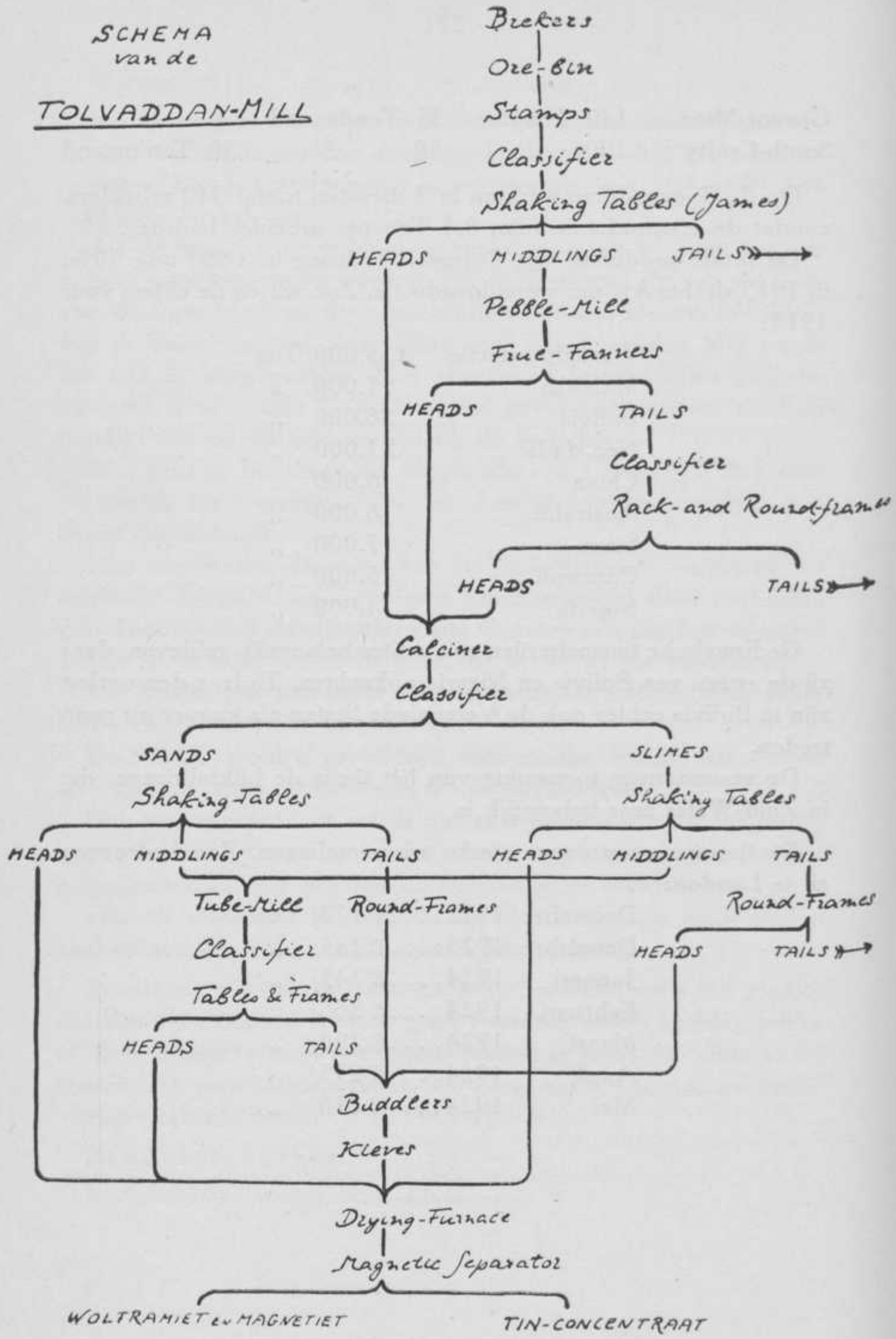
De voornaamste toepassing van het tin is de blikfabricage, die in Zuid-Wales zeer belangrijk is.

De tinprijzen vertoonen sterke schommelingen. Zoo bedroegen zij te London:

December 1922	£ 178/ Ton
December 1923	£ 235/ ,,
Januari 1924	£ 245/ ,,
Februari 1924	£ 266/ ,,
Maart 1924	£ 290/ ,,
April 1924	£ 255/ ,,
Mei 1924	£ 210/ ,,

SCHEMA
van de

TOLVADDAN-MILL



DE KAOLIEN IN CORNWALL.

Voorkomen.

Porseleinaarde of kaolien, een belangrijk handelsartikel en grondstof voor talrijke industrieën, is een omzettingsproduct van veldspaathoudende gesteenten, zooals hier de graniet, waarvan de ontstaanswijze niet met zekerheid bekend is. Bij de omzetting ontstonden allerlei oplosbare verbindingen, die door water langzaam weggevoerd werden, zoodat op de primaire plaats de kaolien (China-clay) meer of minder zuiver achter bleef. Soms is de kaolien door water weggespoeld, gezuiverd en elders gedeponeerd, maar deze secundaire afzettingen zijn meestal te sterk verontreinigd. Doch ook op de primaire vindplaats is kaolien meestal gemengd met resten van onverweerde veldspaat, die de kwaliteit sterk benadeelen, daar ze het smeltpunt verlagen, wat bij de porseleinfabricage ontoelaatbaar is. Verder komen er in voor fijne kwarts en glimmer. Zuivere kaolien is chemisch: gehydreerd aluminiumsilikaat en bevat 39,7 % Al_2O_3, 46,4 % SiO_2 en 13,9 % H_2O.

Ontginning.

Hoewel de Chineesche ontginningen het oudste zijn, wordt nu zelfs in China Engelsche China Clay geïmporteerd!

Ongeveer 175 jaar geleden werden deze waardevolle afzettingen in Cornwall ontdekt en nu nadert de productie reeds de 1.000.000 ton per jaar.

De kaolien wordt in dagbouw ontgonnen. De deklaag variëert in dikte van 3 tot 15 meter. Men schiet en hakt het gesteente los waar dit noodig is, waarna de kaolien er uit gespoten wordt. [Zie Foto 5].

Zuivering.

De losgemaakte massa laat men stroomen in bakken, waarin een groot deel der grove bestanddeelen zooals kwartsdeeltjes en grove mica bezinkt. De rest van de vloeibare massa stroomt in het pompreservoir in het laagste punt van de groeve, waaruit de melkwitte vloeistof met ongeveer 25 tot 40 gram zuivere koalien per liter opgepompt wordt, om door middel van aarden buizen via bezinktrechters naar gotenstelsels geleid te worden. Die goten zijn ongeveer 70 meter lang en hellen zeer flauw, zoodat de stroomsnelheid gering is en steeds geringer wordt door de goten telkens te verbreeden. Alle zwaardere deeltjes, w.o. voornamelijk mica, kunnen bezinken (mica clay), zoodat de kaolien reeds vrij zuiver uit die goten komt. Ze wordt dan door achtereenvolgende zeven van steeds fijner kopergaas gezeefd (tot 200 zeef), om in groote bassins gelaten te worden, waarin alle kaolien bezinkt, terwijl het schoone water overloopt en opnieuw in de groeve gebruikt wordt. De bezinkingsrest wordt gespoeld naar speciale bassins van meer dan 1000 M^3. inhoud, waarin alles opnieuw bezinkt, totdat het bassin vol is.

Na 2—3 maanden indrogen wordt de overblijvende massa van boterachtige consistentie in wagentjes geladen en naar de *droogschuren* (soms van 100 M. lengte) gevoerd, waar ze op vloeren uitgespreid en gedurende eenige dagen gelijkmatig verhit wordt. Om dit te bereiken worden de vloeren, daar ze van één kant uit door vuren en rookgangen verhit worden, van de vuurhaard af steeds dunner. Dit drogen is een belangrijke zaak, daar te groote verhitting verkleuring en verbranding tengevolge zou hebben, die het product waardeloos zou maken.

In plaats van de massa in de groeve los te spuiten en de vloeistof op te pompen, wordt ook wel de massa naar boven vervoerd en daar in een roteerende trommelzeef uitgespoten. Verder is wel voorgesteld om in plaats van de droogschuren een betere droogmethode toe te passen, door de massa uit de bezinkingstanks te voeren in een metalen trommel, waarbinnen een tweede draait, die met stoom verhit wordt, zoodat de porseleinaarde in enkele

minuten droogt. Terwijl tegenwoordig een ton steenkool 8 tot 10 ton kaolien kan drogen, zouden de nieuwe toestellen tot 45 ton kunnen gaan en dat nog in veel korter tijd.

Prima soorten kaolien worden verkregen door zuiveren met chemicaliën of door electro-osmose, of door zeer fijn malen en verspoelen met water.

De gedroogde aarde moet nog 12 tot 15 % water bevatten, daar zij anders als stof uiteenvalt en lastig te verzenden zou zijn.

Handel en toepassingen.

In de droogschuren krijgt men 3 kwaliteiten, die *f* 16, *f* 25 en *f* 40 per ton f.o.b. kosten.

Van de droogschuren gaat de waar in overdekte spoorwagens naar de haven Fowey. De verscheping geschiedt los (in bulk) of in zakken en vaten, waarbij het watergehalte beter constant blijft, wat voor sommige toepassingen noodig is.

Behalve in China en Engeland wordt kaolien gevonden in Frankrijk, Tsjecho-Slowakije, Saksen, Japan, Italië, Indië, Oostenrijk, Brazilië etc. Op den duur zullen deze wel meer gaan concurreeren.

De porseleinaarde wordt gebruikt: allereerst bij de papierfabricage, (papier wordt door deze vulling witter, vouwbaarder en verkrijgt meer affiniteit voor inkt. Krantenpapier bevat tot 25 % kaolien), daarnaast in de porseleinindustrie, verder in de katoenindustrie, voor rubber, zeep, poetsmiddelen, in de chemische industrie enz. De waarde wordt beoordeeld naar kleur, droogheid, plasticiteit en zuiverheid.

De mica clay wordt gebruikt voor ruwe soorten papier, linoleum en als kaliumhoudende meststof, de resteerende kwarts voor beton.

Voornaamste afnemer is N.-Amerika, daarna Europa.

LITERATUURLIJST. *)

I. GEOLOGIE.

Algemeene geologie.

Dr. B. G. Escher. „De gedaante-veranderingen onzer aarde". Tweede druk, 1920. Maatschappij voor Goede en Goedkoope Lectuur . . . . . f 4.35

E. Haug. „Traité de Géologie", 1907—1912.
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". Goldmark
Band I, 7e en 8e druk, 1923. Stuttgart, Enke . Ing. 25,20
Geb. 28,70
Band II. 7e en 8e druk, 1923. Stuttgart, Enke . Ing. 15,20
Geb. 18,70
Deel II. „Lehrbuch der Geologischen Formationskunde".
Band III. 6e—7e druk, 1923 . . . . . Ing. 20,50
Geb. 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 geologie), 1904 . . . . . 24 sh net
Deel II. „Earth History" Genesis-Paleozoic, 1905 . . 24 sh net
Deel III. „Earth History" Mesozoic-Cenozoic, 1906 . 24 sh net

Wind.

J. Walther. „Das Gesetz der Wüstenbildung", 2e dr., 1912. Leipzig, Quelle und Meyer. . . . . Goldmark 18,—

F. Solger, P. Graebner e.a. „Dünenbuch", 1910. Stuttgart, Enke . . . . . Goldmark 11,20

*) De prijzen zijn welwillend verstrekt door den Boekhandel Waltman te Delft.

IJs.

Goldmark

H. Hess. „Die Gletscher", 1904. Braunschweig Vieweg . 18,—
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

Goldmark

F. v. Wolff. „Der Vulkanismus", 1e d., 1914. Stuttgart, Enke 27,30
F. v. Wolff. „Der Vulkanismus", 2e deel, 1e helft, 1923 . 15.70

Aardbevingen.

A. Sieberg. „Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde" 1923. . . . . Goldmark 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 . . gMk 10,—

Tektonische geologie.

C. K. Leith. „Structural geology", 1914 . . . . . 8 sh 6 d

Geomorfologie.

W. M. Davis. „Die erklärende Beschreibung der Landformen", 1912. Leipzig, Teubner . . . . . Goldmark 13,60
Emm. de Martonne. „Traité de géographie physique", 2e druk, 1913. 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.

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
Compleet circa . . . . . Goldmark 60.—

Nederland.

J. van Baren. „De bodem van Nederland" 1908, aflevering 1—16, (nog niet compleet) Zutphen, Thieme . . f 24.—

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 . . . . . Goldmark 4.—

Verhandelingen en Verslagen van het Geologisch Mijnbouwk. Genootschap voor Nederland en Koloniën p.d. f 15.—

Tijdschrift v/h Kon. Ned. Aardr. Genootschap, Leiden Brill . . . . . Per jaargang f 17,50

II. ECONOMISCHE EN PRACTISCHE GEOLOGIE.

Algemeen.

L. de Launay. „Traité de metallogènie gîtes minéraux et métallifères" 1913 . . . . . frcs 90.—

Goldmark

Beyschlag—Krusch—Vogt. „Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien u. Gesteine I/II" 1922 (Stuttgart, Enke) 51,80

W. Lindgren. „Ore Deposits" 1922 . . . . . .

Goldmark

O. Stutzer. „Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterze" II 37,50

Richard Beck. „Lehre von den Erzlagerstätten" 2 dln. 1909, 3e dr. . . . . Goldmark 39.—

Stelzner Bergeat. „Die Erzlagerstätten" 2 bd . . .

Goldmark

Beck-Berg. „Abrisz der Lehre von den Erzlagerstätten" 1922 15,30

Emmons. „Textbook of General Econ. Geol." 1922 . .

Emmons. „Principles of Econ. Geol." 1918 . . . . . 30 sh

K. Keilbach „Lehrbuch der practische Geologie" Ferd. Enke Stuttgart 2 Bd. . . . . Goldmark 46,40

Petroleum en Steenkool

(zie voor Petroleum ook onder VII Metallurgie).

E. Blumer „Die Erdöllagerstätten" u. s. w. Ferd. Enke Stuttgart . . . . . Goldmark 17,—

E. H. Cunningham Craig. „Oilfinding". Edward Arnold London. . . . . 8 sh 6 d

W. H. Emmons „Geology of Petroleum" Mc. Graw Hill London & New-York. . . . . 36 sh

H. Potonié „Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithen, etc." Gebr. Borntraeger Berlin . gMk 11,40

O. Stutzer „Die wichtigsten Lagerstätten der Nicht-Erzen II Allgemeine Kohlengeologie" Gebr. Borntraeger Berlin . . . . . Goldmark 37,50

Beeby Thompson. „Oil field development" . . . 25 sh net

Beeby Thompson. „Coal rescources of the world". Toronto, Canada, Morang & Co. lmtd. . . . . .

Zoutafzettingen.

H. Everding. „Deutschlands Kalibergbau I". Abschnitt: Zur Geologie der Deutschen Zechstein Salze. Königl. Geol. Landesanstalt, Berlin 1907 . . . . . Goldmark 12.—

A. W. Grabau. „Geology of the non-metallic mineral deposits etc." Vol. I. Principles of salt deposition . . . 30 sh Mc Graw Hill Book Cy, London, New York.

Speciale onderwerpen.

Spurr. „The ore magmas 1923".

G. Berg. „Mikroskop. Untersuchung der Erzlagerstätten". 1915. . . . . Goldmark 9,—

J. Rouh-Brahic. „Les gîtes miniers et leur prospection" '19.

P. Krusch. „Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten 1921 . . . . . Goldmark 23,10

Beeby Thompson. Iron rescources of the world. Generalst abens litografita anstalt, Stockholm . . . . . .

III. 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. . . . . Goldmark 21,50

A. de Lapparent. „Abrégé de Géologie". Masson & Cie. Paris . . . . . frcs 9,50

A. Tornquist. „Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde". Gebr. Borntraeger, Berlin . . gMk 14.50

Joh. Walther. „Vorschule der Geologie". Gust. Fischer, Jena. 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 . . Goldmark 24,—

A. de Lapparent. „Traité de géologie". Vol. II et III. Géologie proprement dite. Masson & Cie., Paris. . frcs 38.—

L. V. Pirsson and Ch. Schuckert. „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 . . . . . Goldmark 17,50

M. Neumayr u. V. Uhlig. „Erdgeschichte II". Bibliographisches Institut. Leipzig, Wien . . . . . .

IV. PALAEONTOLOGIE.

Elementair.

J. Felix. „Die Leitfossilien aus dem Pflanzen- und Tierreich etc." Veit & Comp., Leipzig . . . . . Goldmark 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 . . . . . Goldmark 15,20

H. H. Swinnerton. „Outlines of Palaeontology". Edw. Arnold & Cy., London . . . . . 30 sh net

Handboeken.

Goldmark

E. Koken. „Die Leitfossilien". Tauchnitz. Leipzig . . . 16,—

H. Potonié. W. Gothan. „Lehrbuch der Palaeobotanik" Gebr. Borntraeger, Berlin . . . . . 24,—

G. Steinmann, L. Döderlein. „Elemente der Palaeontologie". Wilh. Engelmann. Leipzig. 12,50

K. A. von Zittel. Grundzüge der Palaeontologie". R. Oldenbourg, München, Leipzig 28,30

K. A. von Zittel. „Handbuch der Palaeontologie". R. Oldenbourg, München, Leipzig . . . . . .

V. ERTSKUNDE.

Herkenning van Ertsen.

Plattner. „Probierkunst mit dem Lötrohre" . Goldmark 12,—

Weisbach-Kolbeck. „Tabellen". Leipzig, Felix, 1923, 12e und 13e Aufl. . . . . Goldmark 5,50

Ertsscheiding.

Richards. „Ore Dressing", 4 dln. . . . . 120 sh net

Richards. „Textbook of oredressing" . . . . . 36 sh net

Goldmark

Schennen und Jüngst. „Lehrbuch der Erz- und Steinkohlen Aufbereitung". Stuttgart, Enke, 1913 . . Ing. 30,—
Geb. 39,—

S. J. Trustcott. „Textbook of oredressing" 1923 . . 40 sh net

J. Roux Brahic. „Préparation méchanique des minérais" 1922. Paris, Dunod . . . . . frcs 90,—

Speciale onderwerpen.

Richard. „Concentration by flotation" 1922 . . . . .

Th. J. Hoover. „Concentrating ores by flotation" 1916 12 sh 6 d

C. Godfrey Gunther. „Electromagnetic ore separation" 1909. . . . . 18 sh net

C. Ratel. „Broyage et tamisage des materiaux et minérais" 1920. (Dunod, Paris) . . . . . frcs 81,—

VI. MINERALOGIE EN PETROGRAFIE.

Max Bauer. „Edelsteinkunde".

H. Behrens. „Tabellen voor het bepalen van mineralen" f 2,20

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". . . . . 18 sh 6 d net

H. B. Cornwall. „Blowpipe Analyses and determinative Mineralogy" . . . . . .

E. S. Dana. „A textbook of Mineralogy" . . . . . $ 5.—

E. S. Dana. „A System of Mineralogy" . . . . . $ 12.50

C. Doelter. „Physikalisch-Chemische Mineralogie". gMk 16.—

C. Doelter. „Handbuch der Mineralchemie". . . gMk 242,—

P. P. Ewald. „Kristalle und Röntgenstrahlen" (Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher) Berlin. Julius Springer. 1923 . . . . . Goldmark 26,50

P. Groth. „Einleitung in die chemische Krystallographe." gMk 6.—

P. Groth. „Physikalische Kristallographie". . Goldmark 11.50

P. Groth. „Tabellarische Uebersicht der Mineralien." gMk 3.—

F. Klockmann. „Lehrbuch der Mineralogie" Goldmark 23.—

C. Hintze. „Mineralogie" . . . . . Goldmark 13.—

A. de Lapparent. „Cours de minéralogie" . . . frcs 15.—

Th. Liebisch. „Grundriss der physikalischen Kristallographie" . . . . . Goldmark 15.—

Henry A. Miers. „Mineralogy, an introduction to the scientific study of minerals". . . . . sh 25 net

Plattner-Richter. „Probierkunst mit dem Lötrohre". gMk 12.—

H. Rosenbusch. „Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine".

I. Die petrografisch wichtigen Mineralien, bearbeitet von Wülfing.

1. Allgemeiner Teil. (Kristalloptik, etc . . Goldmark 22.50
2. Specieller Teil. (Physiographie) . . . Goldmark 22.50

II. Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine.
1 „Tiefen- und Ganggesteine" . . . . . Goldmark 28,50
2 „Erguss-gesteine" . . . . . Goldmark 36,50

J. L. C. Schroeder v. d. Kolk. „Anleitung zur mikroskopischen Kristallbestimmung". . . . . Goldmark 2,40

J. L. C. Schroeder v. d. Kolk. „Tabellen zur mikroskopischen Bestimmung der Mineralien. Bearbeitet von Dr. Beekman" . . . . . Goldmark 3,60

G. Tschermak. „Lehrbuch der Mineralogie". 9e A. 1924. Goldmark 20,—

A. E. H. Tutton. „Crystallography and practical crystal measurement". 1923 . . . . . sh 50 net

A. E. H. Tutton. „Crystalline structure and chemical constitution" . . . . . sh 5 net

Cross, Iddings, Pirsson, Washington, „Quantitative Classification of Igneous Rocks" . . . . . $ 1.75

C. Doelter. „Petrogenesis" . . . . . Goldmark 9,50

U. Grubenmann. „Die Kristallinen Schiefer". „ 23,65

A. Harker. „Natural History of Igneous Rocks" . 6 sh 15 net

J. P. Iddings. „Rockminerals, their chemical and physical characters and their determination in thin sections" . sh 23 net

J. P. Iddings. „Igneous rocks." 2 vol.
Vol. I. composition, tecture and classification . . . sh 23 net
Vol. II. description and occurrence . . . . . sh 23 net

J. de Lapparent. „Pétrographie" 1923, Masson & Cie., Paris.

R. Rheinisch. „Petrografisches Prakticum."
I. Gesteinsbildende Mineralien. . . . . Goldmark 5.10
II. Gesteine . . . . . Goldmark 8.20

H. Rosenbusch. „Elemente der Gesteinslehre." 4e A. 1922. Goldmark 32.—

J. H. L. Vogt. „Die Silikatschmelzlösungen mit bes. Rücks. auf die Mineralbildung und Schmelzpunkt-Erniedrigung." 2 Bände . . . . . .

E. Weinschenk. „Grundzüge der Gesteinskunde."
I. Allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie. 3e A. 1913 . . . . . Goldmark 7.30
II. Specielle Gesteinskunde, mit besonderer Berücksuchtigung der Geol. Verhältnisse . . . . . .

E. Weinschenk. „Petrografisches Vademekum." Ein Hilfsbuch für Geologen. 2e A. 1913 . . . . . Goldmark 3.20

VII. METALLURGIE EN DOCIMASIE.

Algemeen.

C. Schnabel. „Lehrbuch der allgemeine Hüttenkunde". Julius Springer, Berlin . . . . . Goldmark 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 . . . . . Goldmark 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 . . Goldmark 33,50

J. Gwodoz. „Generatorgas" 1921 Wilh. Knapp, Halle (Saale) 6,20

H. Hermans. „Vergasung und Gaserzeuger" 1921. Wilh. Knapp, Halle (Saale) . . . . . 11.—

Metalen, behalve ijzer.

C. Schnabel. „Handbuch der Metallhüttenkunde I & II". Julius Springer, Berlin . . . . . Bd. I uitverkocht
Bd. II 24.—

E. Prost. „Cours de métallurgie des métaux autres que le fer". Ch. Béranger. . . . . in herdruk

W. Gowland. „Metallurgy of non ferrous metals", 1921. Griffin, London . . . . . 30 sh net

W. Borchers. „Hüttenwesen". W. Knapp. Halle G.Mk. 10,—

J. E. Cleuell. „Cyanide Handbook". Mc Graw. . . 36 sh net

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

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. Greenewalt. „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. . . . . Goldmark 2,30

IJzer.

A. Ledebur. „Manuel théorique et pratique de la métallurgie du fer". Ch. Béranger, Paris . . . . . frcs 50.—
of „Handbuch der Eisenhüttenkunde" A. Felix, Leipzig gMk. 70,—
B. Osann. „Lehrbuch Eisenhüttenkunde". Wilh. Engelmann, Leipzig . . . . . Goldmark 59,—
B. S. Bradley Stoughton. „Metallurgy of Iron and Steel" Hill Publ. Co. N. Y . . . . . 24 sh net
„Hütte für Eisenhüttenlaute" . . . . . Goldmark 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 . . . . . gMk. 800.—
Boverton Redwood and Holloway. „Petroleum and its products" . . . . . $ 13.50
E. H. Cunningham Craig. „Oilfinding". . . . 8 sh 6 d net
A. Danby. „Natural rocks, asfalts and bitumens" . 8 sh 6 d net

Economische onderwerpen.

A. Haenig. „Erz- und Metallmarkt", F. Enke, Stuttgart. 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 bd. 1921. Berlin, Springer. Goldmark I 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 gMk 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. Goldmark I 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) . . . . . Goldmark 9,—

VIII. MIJNKUNDE.

Prospecting en Waardebepaling.

A. G. Charleton. „Report-Book for Mining-Engineers". $ 2.50
E. R. Field. „The Mining Engineers Report book" . 3 sh 6 d
J. A. Finlay. „Cost of Mining". 2e Druk. . . . . sh 36,—
H. C. Hoover. „Principles of Mining, Valuation, Organisation, Administration" 1909 . . . . . sh 18,—
M. Lecomte Denis. „Guide Pratique de la Prospection des Mines et de leur mise en Valeur" 1914. 3e druk. Parijs . . . . . frcs 50.—
M. Lecomte Denis. „The Mining Library" 9 dln. £ 7 2 sh net
P. Krusch. „Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten" 1921. 3e Druk . . . . . Goldmark 23,10
C. G. Gunther. „The exanination of prospecting". . sh 15,—
H. Höfer. „Die Verwerfungen" 1917 . . . Goldmark 6,—
T. A. Richard. „The Economics of Mining" 1905 . sh 12,—
C. S. Herzig. „Mine Sampling and Valuing" 1914. . $ 2.—
J. C. Pickering. „Engineering Analysis of a Mining Share" 1916 . . . . . sh 9,—
The Harvard Travellers Club. „Handbook of Travel". 15 sh net

Algemeene Hand- en Leerboeken.

Sammelwerk. „Die Entwickelung 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 Berüchsichtigung des Steinkohlen Bergbaues" . . . . . Band I 4e druk 1921 Goldmark 11,—
Band II 4e druk 1920 Goldmark 11,—

„Coal Miners' Pocketbook". Mc. Graw-Hill Book Co., London-York. . . . . sh 30.—

W. R. Crane. „Oremining methods". 2e druk 1917. New-York. . . . . $ 3.50

„Handbook of Mining Details" Compiled from the „Engineering and Mining Journal" 1914. Mc. Graw Hill-Book Co., NewYork . . . . . sh 24.—

„Details of Practical Mining" 1916 . . . . . sh 30.—

Boringen.

Th. Tecklenburg. „Handbuch der Tiefbohrkunde" . .
I. „Das englische, deutsche und kanadische System". 2e druk 1900. . . . . Goldmark 16,—
II. „Das Spülbohrsystem". 2e druk 1906 . . Goldmark 14,—
III. „Das Diamantbohren", 1890 . . . . . .
IV. „Das Seilbohrsystem", 1912 . . . . . Goldmark 16,—
V. „Das Horizontal u Geneigt Bohren. Das Erweiteren und Sicheren der Bohrlöcher Die Unfälle" 1914 . gMk 18,—
VI. „Das Schachtbohren", 1896 . . . . . .

H. Bansen. „Das Tiefbohrwesen" 1912 . . Goldmark 18,—

Breekarbeid.

H. Bansen. „Gewinnungsmaschinen" 1912. . Goldmark 18,—

L. Martel. „Les explosifs dans les mines" 1920. . frcs 15,—

Schachtdelven.

A. Hoffmann. „Schachtabteufen von Hand" 1911. gMk. 9,80

F. Donaldson. „Practical Shaft Sinking", 1912 . . sh 15,—

J. Riemer. „Das Schachtabteufen in Schwierigen Fallen"

Ondersteuning.

H. Bansen. „Grubenausbau", 1909. 2e dr. . Goldmark 18,—

Winningsmethodes.

H. Pasquet. „Etude sur l'exploitation des couches de houille dans le bassin de la Loire" 1897 I couches puissantes fr. 11,25
II „ moyennes fr. 6,—
III „ minces fr. 7,50

L. Kirschner. „Grundriss über Aufschlussausrichting, vorrichting und Abbau von Lagerstätten", '09. Fr. Deuticke, Leipzig-Wien . . . . . .

Galery Transport.

H. Bansen. „Die Streckenförderung" 1921. . Goldmark 18,—
F. Schulte. „Die Grubenbahnen" 1915. . . Goldmark 4,—

Schachttransport.

H. Bansen. „Die Schachtförderung" 1913. . Goldmark 18,—
H. Bansen. „Die Schachtfördermaschinen" 1913. Goldmark 18,—
W. Philippi. „Elektr. Fördermasch." 1921 . Goldmark 9,—

Ventilatie.

J. Jicinsky. „Manuel de la Ventilation des Mines" 1905. frs 15,—
Rateau. „Traité des Turbomachines et ventilateurs" frs 10,—
P. Petit. „Etude sur l'aérage des travaux préparatoires dans les mines à grisou" 1901 . . . . . frs 14,—

IX. MIJNMETEN EN KARTEEREN.

W. Jordan. „Handbuch der Vermessungskunde". 3 Bd., vooral Band 2 . . . Bd. I, 7e dr. 1920, Goldmark 24,—
Bd. II, 8e dr. 1914, Goldmark 35,—
Bd. III, 7e dr. 1923, Goldmark 33,50

P. Uhlich. „Lehrbuch der Markscheidekunde" 1901. gMk. 15.—
O. Brathuhn. „Lerhbuch der Praktische Markscheidekunst" 1908 . . . . . Goldmark 12.—
O. Brathuhn. „Handbuch der Markscheidekunst" 1906. J. J. Weber, Leipzig . . . . . Goldmark 3,—
L. Mintrop. „Einführung in die Markscheidekunde" 1923. . . . . Goldmark 6.75

Park. „Textbook of theod. surveying and levelling for stud. eng. land-and mine surveyors". 5th, 1922 . . . . 30 sh net
H. J. van Leusen. „Landmeten und Waterpassen" . f 6.75
Ch. Schols. „Landmeten und Waterpassen" . . . . f 6.60
H. J. Heuvelink. „Bijlage Q" . . . . . f 1.75
Miller und Seidel. „Instrumentkunde für Forschungsreisende". 1906 . . . . . Goudmark 5.20
J. F. Zajicek. „Das Nivellieren und seine anwendung in der Kulturtechnik" . . . . . Goldmark 4.25
Gehrke. „Markscheiderisches Uebungsbuch" 1920 Wallker & Co., Berlin Leipzig . . . . . Goldmark 4.—
H. Lüscher. „Photogrammetrie". Aus Natur und Geisteswelt. Teubner, Leipzig . . . . . Goldmark 1.60

Tabellen.

E. Lüling. „Mathematische Tafeln für Markscheider und Bergingenieure" . . . . . Goldmark 6.—
L. Mintrop. „Zahlentafeln der Seigerteufen und Sohlen" 1912, J. Springer, Berlin. . . . . Goldmark 1,—
W. Jordan. „Hilfstafeln für tachymetrie" . . Goldmark 7.50
F. Reger. „Tachymetrie Tafeln" . . . . . Goldmark 7,50
Pons. „Tables tacheométriques" voor Fransche instrumenten. (centesimaal) . . . . . frcs 10,—
W. Jordan. „Barometr. Höhentafeln" . . . Goldmark 2.40
F. G. Gausz. „Trigon. u. polygonometr. Rechnungen" gMk. 10,—

Karteeren.

H. Zondervan. „Allgemeine Kartenkunde", Leipzig 1901. Goldmark 6.—
R. Rothe. „Darstellende Geometrie des Geländes". gMk. 80.—
J. A. R. Stuffken. „Karteering van Steenkolenmijn" (Jannet)
J. A. R. Stuffken. „Karteering van Ertsmijnen." . . f 8.25
H. Höfer von Heimhalt. „Anleitung zum geologisch Beobachten, Kartieren und Profilieren", Vieweg & Zn. Braunschweig 1921 . . . . . Goldmark 3.—
G. Wenz. „Atlas zur Landkarten—Entwurfslehre". 1885 Goldmark 2.80

NAAMLIJST VAN DE GEWONE LEDEN VAN DE MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

* Buitengewone leden
van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap.

*Achterbergh, W. van	J. Pz. Coenstraat 34, den Haag.
*Bemmelen, R. W. van	Willem de Zwijgerstraat 10, Delft.
Berg, J. van den	Lelyhof, Maasland.
Besselink, H. P.	Blokmakersstraat 10b, Rotterdam.
*Be Tiat Tjong.	Ln. van Meerdervoort 52b, den Haag.
*Beynen, L. R.	Ln. Copes v. Cattenburgh 51, d. Haag.
Blok, J. J.	2e Schuytstraat 127, den Haag.
Blom, J. G. van	Voorstraat 107, Delft.
*Bong Soe Hian.	Suezkade 172, den Haag.
Bogaers, A. L. J.	Haagweg 57, Rijswijk (Z.H.).
*Boots, B. P.	Willem de Zwijgerstraat 10, Delft.
*Bouman, E. F.	Sweelinckstraat 222, den Haag.
Bouwens, A. L.	J. Pz. Coenstraat 39, den Haag.
*Bourdrez, H. H.	Danckertsstraat 35, den Haag.
*Broeke, H. J. W. ten	Verspronckweg 9, Haarlem.
*Browne, J. F.	Hugo de Grootstraat 9, den Haag.
*Bruggen, G. ter	Voorstraat 77, Delft.
*Buss, K. A. H.	Oranjeplein 17, Haarlem.
Cosijn, E. J. A.	Zuiderstraat 216, Delft.
*Deenen, J. M.	Oude Delft 135, Delft.
*Douze, E. J. C.	Burgwal 22a, Delft.
Duurentijdt, H. H.	Avenue Concordia 92, Rotterdam.

De namen van hen, die voor het eerst zijn ingeschreven, zijn cursief gedrukt.

Dijkstra, B.	Markt 37b, Delft.
*Edelman, C. H.	Teylingerstraat 50b, Rotterdam.
Engberts, E.	Hoogewoerd 45, Leiden.
*Feringa, G.	Deimanstraat 198, den Haag.
Goch, A. H. J. van	Oude Delft 21, Delft.
*Hamer, H. J. E. M.	Spoorsingel 5, Delft.
*Hagen, J. ten	Voorstraat 77, Delft.
*Heelsbergen, F. van	Simonsstraat 83, Delft.
*Heerdt, W. H. Baron van	Bachmanstraat 28, den Haag.
Hilwig, W. J.	Ieplaan 23, den Haag.
*Hoff, W. A. van der	Frederik Hendrikstraat 29, Delft.
*Hoop, B. C. M. van der	Hooikade 12, Delft.
*Houten, L. van	Wilhelminapark 8, Haarlem.
Houten, C. G. van	Wilhelminapark 8, Haarlem.
Hüpscher, H. J.	Cornelis Trompstraat 41, Delft.
*Jaspers, F. P. A.	Gouda.
*Jong, P. H. de	IJsclubstraat 32b, Rotterdam.
*Kersten, W. M.	Brabantsche Turfmarkt 47, Delft.
*Kleinsmiede, J.	Willem de Zwijgerstraat 10, Delft.
Klinkert, J. C.	Bentinckstraat 140, den Haag.
Kluft, T. J. C.	Nieuwelaan 36, Delft.
*Konijnenburg, W. J. van	Poortlandlaan 88 F, Delft.
*Kooten, C. van	Oranjelaan 62, Rijswijk (Z.H.).
*Kuiper, M. J.	Phoenixstraat 13, Delft.
Kwantes, G. A. F.	Pootstraat 19, Delft.
*Laive, L. A. de	v. Leeuwenhoeksingel 27, Delft.
*Lanzing, W. J. R.	Westvest 18, Delft.
*Lefebvre, P. H.	Zuidwal 7a, Delft.
Lely, J. van der	A 239, Maasland.
Lint, V. J. van	Markt 52, Delft.
*Lith, A. P. van	Kolk 16, Delft.
Loenen, L. L. J. van	Delfgauwscheweg 61a, Delft.
*Loon, C. C. van	Noordeinde 4, Delft.
Lugt, D. J. de	Carpentierstraat 113, den Haag.
Lummel, C. J. A. van	Hugo de Grootstraat 31, Delft.
*Memelink, O. W.	Cornelis Trompstraat 70, Delft.

*Meulen, J. A. C. ter	St. Janstraat 24, Rotterdam.
Meyjes, E. L.	Poortlandlaan 70, Delft.
Minnigh, L. D.	Alexanderstraat 8, Haarlem.
*Mulder, A. J.	v. Leeuwenhoeksingel 4, Delft.
*Paulen, A.	Kleverlaan 172, Haarlem.
Pel, W. A. H.	Wilhelminastraat 146, den Haag.
*Pelster, F. L.	Voorstraat 79, Delft.
*Poel, H. J. J. te	Burgwal 22a, Delft.
Pomes, H.	Obrechtstraat 270, den Haag.
*Potjes, L. T. A.	Kipstraat 91, Rotterdam.
*Potjes, H. G. A.	Kipstraat 91, Rotterdam.
*Quartel, H. J. M. W. de	Archimedesstraat 46, den Haag.
Raalten, C. H. van	Poortlandlaan 70, Delft.
*Raaf, J. F. M. de	Nieuwstraat 4, Delft.
*Reeuwijk, W. J. van	Bergweg 259, Rotterdam.
*Regout, W. A. H.	Hooikade 12, Delft.
*Rosenquist, J.	Bentinckstraat 140, den Haag.
*Schepers, L.	Voorstraat 77, Delft.
*Schols, H.	Buys Ballotstraat 57, den Haag.
*Schölvinck, E. C. R. M.	Singel 42, Amsterdam.
Schot, A. G. G.	Danckertstraat 44, den Haag.
Speyer, A. E.	Plaats 7, den Haag.
*Stheeman, H.	v. Leeuwenhoeksingel 19, Delft.
*Tan Sin Hok.	Hugo de Grootstraat 30, Delft.
*Tan, B. T. B.	Voldersgracht 29, Delft.
*Terpstra, H.	Oosteinde 164, Delft.
*Terwogt, W. A.	Binnenwatersloot 2, Delft.
*Thomeer, J. H. M. A.	Molenstraat 36, Delft.
Tilborg, G. C. J. van	Burgwal 3, Delft.
Tondu, A. W.	Oude Delft 28, Delft.
*Ulrich, V. P.	v. Leeuwenhoeksingel 17, Delft.
*Vaes, J. F.	Mathenesserlaan 284, Rotterdam.
Venne, L. M. A. van de	Oude Delft 15, Delft.
*Verhoef, N.	Emmastraat 31, Rijswijk (Z.H.).
*Verlinden, G. H. J.	Burgwal 3, Delft.
*Vermaes Hzn., S. J.	Leeuwendaallaan 47, Rijswijk (Z.H.).

*Vermeulen, J. A.	Zandvoorterweg 65, Aerdenhout.
*Vermey, A. E.	Oude Delft 161a, Delft.
*Voort, J. A. W. van der	Goudenregenstraat 270, den Haag.
Vooys, G. E. de	Verhulststraat 53, den Haag.
Vries, Tj. de	Kleverparkweg 72, Haarlem.
Weezenbeek, G. P. J. E. M. van	Oudedijk 158, Rotterdam.
*Westerman, J. H.	Oude Delft 148, Delft.
Westerveld, J.	Rotterdamscheweg 9, Delft.
*Wiessner, M. F.	Jacob Hopstraat 27, den Haag.
*Wilde, E. de	Zuiderstraat 222, Delft.
*Willems, H. W. V.	Newtonplein 74, den Haag.
*Wilde, J. C. de	Voorhout (Z.H.).
*Wilde, L. A. van der	Thomsonlaan 40, den Haag.
*Willigen, J. H. G. van	Cornelis Trompstraat 86, Delft.
*Willigen, G. van	Tweeboschstraat 4, Rotterdam.
Woensel Kooy, J. W. van	Binnenwatersloot 30, Delft.
*Wijffels, F. C. M.	Simonsstraat 105, Delft.
Wijnhoven, M. J. M.	Annastraat 14a, Delft.
Zaalberg, P. H. A.	Lubeckstraat 78, den Haag.
*Zermatten, H. L. J.	Piet Heinstraat 32, Delft.
*Zijderveld, P. H.	Oude Delft 226, Delft.

Het aantal leden bedraagt 115.

NAAMLIJST VAN DE INGESCHREVENEN VOOR MIJNINGENIEUR, GEEN LEDEN DER MIJNBOUWKUNDIGE VEREENIGING.

F. Hennequin.
L. L. van Praag.
W. T. B. Reimering.
Jhr. H. M. van der Wijck.

„ARMER SCHLEPPER IN DER ERDE
ZUR HIMMEL WIRST DU STEIGER WERDEN"

„A MINE IS A HOLE IN THE GROUND
OWNED BY A LIAR"
(MARK TWAIN)

NAAMLIJST DER AAN DE DELFTSCHE ACADEMIE, POLYTECHNISCHE SCHOOL EN TECHNISCHE HOOGESCHOOL AFGESTUDEERDE MIJNINGENIEURS.

(Bijgewerkt tot 26 Mei 1924).

* Buitengewone leden van de Mijnbouwkundige Vereeniging.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Abendanon, E. C.	1900	Elspeeterweg „Edmar Hoeve, Nunspeet.	Bijzonder Hoogleeraar aan de Universiteit te Amsterdam. Oud-Ing. 3e kl. van het Mijnwezen in N.-I.
Aernout, W. A. J.	1910	Hoofdbureau Mijnwezen, Batavia.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten in Ned.-Indië.
Akkeringa, J. E.	1852	Overleden.	
Akkersdijk, M. E.	1923	Elisabethville, Belg. Congo.	Ir. Geoloog Union Minière du Haut Katanga.
Arntzenius, W. P. O.	1860	Overleden.	
*Bakels, P. S.	1924	Wagenweg 4, Haarlem.	
*Bakker, H. Th.	1923	Berouw, O.-Borneo.	Ingenieur bij de N.V. Steenkolen-Mij. Parapattan.
Bakker Gzn., J.	1923	Terwinselen, Staatsmijn Wilhelmina.	Adjunct-Ingenieur bij de Staatsmijnen in Limburg.
Bakker Jzn., J.	1921	Graaf Florisstr. 95a, Rotterdam.	Tijdelijk leeraar H.B.S. 5-j. c.
*Bauermann, M. K. H.	1907	Benoordehoutscheweg 33, 's-Gravenhage.	Geoloog bij de Bataafsche Petroleum-Maatschappij.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Beekman, Dr. E.H.M.	1905	Maarten Trompstraat 25, Delft.	Leeraar H.B.S.
*Beens, E. J.	1916	Hoofdbureau Mijnwezen, Batavia. Collardl. 3, Assen (adres in Nederl.).	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Bergstein, M. J. A.	1921	Rumpen.	Ingenieur bij de Staatsmijn Hendrik.
*Bevervoorde, W.F.C. Engelbert v.	1919	's-Gravenhage.	Ingenieur Wm. H. Müller & Co's Algem. Mijnbouw-Maatsch.
Beyerinck, Dr. F.	1890	Rembrandtlaan 6, Apeldoorn.	Oud-Ingenieur 2e klas van het Mijnwezen in Ned.-Indië.
*Beukers, C. A.	1924	p/a Erdmann & Silke, Batavia.	Ing. bij de Mijnb.-Mij. „Simau".
*Beelen, A. van	1919	Mangani via Pajacombo S.W.	Ingenieur bij de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator".
Beyl, Z. S.	1903	Bloemiststraat 17, Arnhem.	Raadgevend Ingenieur
Bianchi, F. J. C.	1922	Pension O. N. Mijnen, Heerlen.	Ingenieur b. d. Oranje Nassau Mijnen.
*Biegman, K. A.	1909	Tandjon Pandau, Billiton.	Ingenieur bij de Billiton-Maatschappij.
*Biermann, J. G. A. M.	1921	Astra Romana, Campina, Roemenië.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatsch.
Birnie, S. L. C.	1872	Overleden.	
*Bliek, P. F.	1903	Uncia (Bolivia).	Gerente de la Empresa Minera „La Salvadora" (S.I. Patino)
*Bloemgarten, H.	1920	Pankalan, Brandan (Sum. Oostkust).	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Boers, R. J.	1893	Galileïstraat 191, 's-Gravenhage.	Oud-Hoofdingen. bij 's Lands Mijndiensten in Ned. Indië. Oud-chef der Banka Tinwinning.
Boachi, A.	1849	Overleden.	
*Bolderdijk, M. J. F. W. G.	1922	Elisabethville, Congo-Belge.	Ingenieur bij de Union Minière du Haut Katanga.
Bosse, P. M. van	1900	Nassau Zuilensteinstr. 14, 's-Gravenhage.	Directeur van de Oost-Borneo Maatschij.
*Both, W. A. Jonkers	1903	Temsstraat 35, Heerlen.	Dir. der fa. Frölich u. Klüpfel te Barmen.
*Bothé, A. Chr. D.	1918	Tandjong Balie.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Bouwmeester, G.	1916	Timor Koepang.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Braake, A. L. ter	1916	Ten Hovestraat 85, 's-Gravenhage.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Braam Houckgeest, J. van	1902	Rio de Janeiro.	Ingenieur bij de firma Gebrüder Goedhart
*Broek, J. van den	1915	Tandpong Pandan, Billiton. p/a Biltstraat 109, Utrecht.	Administrateur der Billiton-Maatschij.
Brouwer, Dr. H. A.	1908	Oranjelaan 87, Rijswijk (Z.-H.).	Hoogleeraar T.H.
*Bruining, J. E.	1908	Manggar, Billiton.	Administrateur bij de Billiton-Maatij.
*Bruyn, E. E. de	1922		c.o. Keen & Woolf Oil C., Keyston Building Houston, Texas.
*Bunge, E. M.	1922	Prins Hendriklaan 10, Amsterdam.	Assistent T. H.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Burck, H. D. M.	1919	Spaarne 17, Haarlem.	Geoloog bij den Rijks Geolog. Dienst.
Buysman, H. J.	1895	Djokjakarta.	Wnd. Directeur der Prinses-Juliana-School.
*Bydendijk, J. G.		Muntok, Banka.	Leider der Banka Tinwinning.
*Caron, M. H.	1910	Frankenslag 100, 's-Gravenhage.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten in N.I. met verlof.
Collot d'Escury, H. A. A. Baron	1912	Daendelsstraat 31, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Cool, H.	1903	Overleden.	
Cordes, J. H.	1863	Overleden.	
*Cornelissen, A. J. R.	1916	Pangkal Pinang, Banka.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Cosijn, A. J.	1918	Gara Baicoi Moreni, Roemenië.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Curvers, J. H.	1920	Hooge Rijndijk 22, Leiden.	
Dam, W. van	1922	Usselincxstraat 37, 's-Gravenhage.	
*Deelken, J. E.	1913	Balik-Papan, Oost-Borneo.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Degens, Dr. P. N.	1902	Djokjakarta.	Directeur der Algem. Middelbare School.
*Diermen, J. F. van	1916	Stadhoudersplein 5, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Diest, P. H. van	1855	Overleden.	
*Dinger, H. L.	1923	Semarang.	Moeria Tras Maatij.
*Doorninck, N. H. van	1922	Elisabethville, Katanga Congo-Belge.	Ingenieur-Geoloog bij de Union Minière du Haut-Katanga.
*Dissel, E. D. Cartier van	1924	Oude Delft 209, Delft.	Assistent T. H.
Dorsser, S. van	1904	Tulsa, (Oklahama U.S.A.)	Ing. bij de Roxana Petroleum Comp.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Dorp Jr., J. F. van	1921	Oruro, Bolivia. Adres in Holland: Burg. Weentsstr. 43, Arnhem.	Gerente de la Empresa minera Japo. Simón J. Patiño.
*Douglas, E. A.	1905	Tandjong (Enim), Palembang.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Douw, A. H.	1922	Box 1704 Jerome Arizona U.S.A.	
*Dozy, C. M.	1909	Alea Alexandra 24, Boekarest.	Consul-Generaal der Nederlanden, Directeur-Generaal der Petr.-Mij. „Sospiro"
Drift, J. B. C. van der	1912	Overleden.	
Drift, J. B. van der	1911	Staatsmijn „Emma", Hoensbroek (L.)	Ing. bij de Staatsmijnen in Limburg
Dubourcq, P. L.	1903	Nieuwe Plantage 54, Delft.	Dir. der N.V. Fransch-Holl. Oliefabrieken Calvé-Delft.
Dusseldorp, C. G. van	1902	Lijsterbesstraat 157, 's-Gravenhage.	Raadgevend Ingenieur.
Duyfjes, G.	1904	Onderweg 18, Geleen (L.).	Ing. bij de Staatsmijnen.
*Duynen, J. van	1909	Chalcis (Eubea), Griekenland.	Ing. b. d. Int. magnesietwerken, R'dam.
Dijk, P. van	1855	Overleden.	
Edixhoven, G. H.	1918	Eygelshoven (L.).	Ing. b. d. Mijn „Laura en Vereeniging".
Elst, O. J. van der	1906	Prins Hendrikstr. 26, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Imp.-Exp. Mij. J. M. C. van Borselen & Co.
Ermenius, F. L.	1901	Overleden.	
*Es Jr., L. J. C. van	1912	Hoofdb. Mijnwezen, Weltevreden.	Geoloog bij 's Lands Mijndiensten.
Estor, W.	1909	Wilbertstraat 11, Hengelo (O.).	Leeraar Gymnasium en H.B.S.
*Everdingen, A. F. v.	1923	Culemborg.	
Everwijn, R.	1852	Overleden.	

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Faber, B. von	1902	Weltevreden.	Hoofding. bij 's Lands Mijndiensten.
*Faber, F. J.	1923	Marconistraat 71, 's Gravenhage.	Hoofdassistent T.H.
Fennema, R.	1872	Overleden.	
Ferf, A. G.	1906	Delistraat 39, 's-Gravenhage.	Ingenieur b.d. Billiton-Maatschappij.
*Fermin, P. G. H. A.	1923	Huygenslaan 2, Eindhoven.	Leeraar in Scheik. en Warenkennis.
*Fock, J. F.	1922	Rumpenderstraat 66, Rumpen (L.).	Adj.-Ing. b. d. Staatsmijnen.
*Frijlinck, C. P. M.	1922	Ploesti (Roemenië) Societaté de Petrol Ploesti.	Ingenieur en Geoloog bij de Société de Petrol „Orion".
Frijling, H.	1906	Blinjoe, Banka.	Tijd. Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Geerlings, B. A.	1923		
*Gelder, Dr. J. K. v.	1905	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Gemeren, D. van	1923	Oostplein 7, Delft.	Assistent T. H.
*Geursen, G. J.	1918	Soengeiliat, Banka.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Gevaerts, E. A. L.	1922	Venezuela.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
*Gisolf, Dr. W. F.	1909	Weltevreden.	Leeraar Koning Willem III School.
Godefroy, C.	1913	Blinjoe, Banka.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Godefroy, W.	1877	Speykstraat 8, 's-Gravenhage.	Oud-Hoofding., Chef der Afd. Mijnw. in N.-I., Commiss. der Reg. bij de Billiton-Maatschappij.
Göllner, E. R. D.	1904	Tambang Sawah, Benkoelen.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Goudoever de Jongh, C. A. van	1902	Rijksweg 8, Geleen.	Hoofdingenieur bij de Staatsmijnen.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Gouka Jr., A. J.	1902	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Hoofdingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Grandjean, J. B.	1916	Julianalaan 19, Bandoeng.	Ingenieur b. d. Dienst van den Mijnbouw. Leeraar M.T.S.
Gravendeel, H. A. D.	1921	Bodemplein 27, Rumpen.	Adsp.-Adj.-Ingenieur bij de Staatsmijnen.
Gravenhorst, G. E.	1904	Weltevreden.	Hoofdingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Greve, W. H. de	1859	Overleden.	
*Greve, I. R. J. de	1917	Salida Painan via Padang S.W.	Hoofdadministrateur van de Salida-mijn.
Grondijs, H.	1916	Tandjoeng bij Moeara Enim.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Grondijs, H. F.	1905	Huerfanos 1326, Santiago (Chili).	Adviseerend Ingenieur
Groot, C. de	1848	Overleden.	
Groot, C. F. A. de	1918	Spekholzerheide (L.).	Bedrijfsingen. van de N.V. Nederl. Steenkolenmijnen „Willem" en „Sophia".
*Groot, P. F. de	1916	Lumeystraat 83, 's-Gravenhage.	Oud-Technisch Chef der N.V. „De Vereenigde Jodiumfabrieken.
*Groothoff, Dr. Ch. Th.	1910	Huize Zonnewinde, Rumpen (L.)	Hoofd-bedrijfs-ingen. der Staatsmijnen.
Grutterink, J. A.	1902	v. Bleiswijkstraat 139, 's-Gravenhage.	Hoogleeraar T.H.
Guffroy, C. A.	1905	Soerabaja.	Leeraar Koningin Emmaschool.
*Haan, W. de	1909	Mangani via Pajacombo S.W.	Hoofdadministrateur-Vertegenwoordiger der Mijnbouw-Mij. „Aequator".
*Haar, C. ter	1919	Sumatra's O.K.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Haart, P. de	1917	Giantiweg 15, Tjepoe (Java).	Bedrijfsgeoloog bij de Bataafsche Petroleum-Maatschappij.
*Haeften, C. S. van	1916	Boeton, Celebes.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Hannik, S.	1923	Oostzeedijk 64, Rotterdam.	
Hal, C. J. J. van	1918	Valkenburgerweg 6, Heerlen.	Adj.-Ingenieur bij de Bruinkoolgroeve „Carisborg".
Ham, A. Guyot v. d.	1909	Weissenbruchstr. 36, 's-Gravenhage.	Ingenieur bij het Technisch Bureau van het Departement van Koloniën.
*Harreveld, B. P. van	1921	Paramaribo, Suriname	Vertegenwoordiger d. Maatij. „Pepita".
*Harting, A.	1918	Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Heek, J. G. B. van	1903	Weltevreden.	Waarn. Hoofding., Hoofd v. d. Dienst voor den Mijnbouw
*Hetzel, Dr. W. H.	1921	Stagen (P. Laut).	Ingenieur b. d. dienst van den Mijnbouw.
*Hemert, P. J. L. van	1920	Pladjoe, Palembang.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
*Hendrichs, W. Th. M.	1921	Moreni, Roemenië.	Bedrijfsgeoloog bij de Bataafsche Petrol. Maatschappij.
Henkemans, G. Snoeck	1921	Ned. Sanatorium, Davos.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten in N.I. met verlof.
*Hes, F. L.	1922	Gara Baicoi, Roemenië.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Heukelom, J. C. van	1877	Overleden.	
*Hoek, A. van	1918	Benkoelen.	Ingenieur b. h. Techn. Bureau „Weva".

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Hoekstra, J. A.	1916	Maracaibo, Venezuela. c.o. Caribbean Petroleum Co.	Ing. bij de Caribbean Petroleum-Maatij.
Hoepen, Dr. E.C.N. v.	1909	Bloemfontein.	Directeur aan het Transvaal-Museum.
*Hofman, A.	1913	Paleleh, Celebes.	Ingenieur bij de Mangaanmijn te Kleripan.
*Hogenraad, G. B.	1905	Indaroeng, Padang.	Hoofdadministrateur d. Portlandcementfabriek,,Indaroeng" Padang.
*Holleman, W.	1912	Tambang, Sawah, Benkoelen.	Mijningenieur.
*Honert, A. van den	1912	Godelindeweg 3, Hilversum.	Particulier.
Hooze, J. A.	1872	Overleden.	
Horst, J. W. A. v. d.	1921	C. Speelmanstraat 60, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
*Houwink, L.	1898	Semarangstraat 7, Weltevreden.	Hoofdingenieur van 's Lands Mijndiensten in Ned.-Indië.
Huguenin, J. A.	1861	Overleden.	
Huguenin, O. F. U.	1862	Overleden.	
Huffnagel, P. A.	1905	Overleden.	
*Hupkes, L.	1904	2e Emmastraat 173, 's-Gravenhage.	Ingenieur bij de firma Wm.H.Müller & Co.
*Hövig Jr., P.	1901	Weltevreden.	Hoofd v. d. Dienst v. d. Mijnb., m. verlof
*Hylkema, H. K.	1922	Casilla 154, Oruro, Bolivia.	Ing. bij de Compania Mineras de Oruro, Bolivia.
Iongh Dz., W. H. D. de	1903	Prof. Willemstr. 60, Maastricht.	Ing. van het Staatstoezicht.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Jansen, P. J.	1922	Lebong Tandai, Benkoelen.	Oud-Ing. 2e kl. v. het Mijnwezen. Hoofdadm. d. Mijnbouw-Mij. „Simau".
Jonker, H. J. W.	1860	Overleden.	
*Jong, W. F. de	1922	Lipkensstr. 11, Delft.	Assistent T.H.
Jongh, A. C. de	1906	Wilhelminalaan 14, Weltevreden.	Wd. Hoofdingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw.
Jongh H.zn., D. de	1873	Overleden.	
Jongh, C. A. de	1906	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Hoofdingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Jongh, W. D. Munniks de	1908	2e Schuytstraat 277, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
*Julius, M. W.	1909	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Kamp, J. W. C. Op den	1914	Rumpen (L.)	Bedrijfs-ingenieur Staatsmijn Hendrik.
*Keen, C. D.	1909	Louisiana, Shreveport, 203 Commercial National Bank.	Ingenieur bij de Ned. Maatij. voor Mijnbouwk. werken.
Kerssen, A. W. F.	1896	Overleden.	
*Klein, Dr. W. C.	1907	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Kloes, J. van der	1901	Sawah Loento, Sumatra.	Hoofding. Hoofd van den Dienst van den Mijnbouw.
Knol, W. A.	1902	Stadhoudersplein 9, 's-Gravenhage.	Hoogleeraar T.H.
Knoppert, L.	1909	Overleden.	
Koning Knijff, J. de	1889	W. de Zwijgerlaan 2, 's-Gravenhage.	Oud-Chef v. h. Mijnwezen in N.-Indië. Buitengew. Hoogleeraar T.H.
Koomans, J.	1894	Overleden.	
*Koopmans, H. P.	1924	Delfgauwscheweg 197, Delft.	Assistent T.H.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Koperberg, M.	1883	v. Beverningkstr. 13, 's-Gravenhage.	Oud-Hoofdingenieur van het Mijnwezen in Ned.-Indië.
*Kort, M. C.	1917	Koba, Banka.	Sectiechef b.d. Bankatinwinning.
*Korte, P. C. J.	1921	Pladjoe, Sumatra.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Kromhout, F. W.	1908	St. Moritz, Engadin.	Leeraar H.B.S. te Bandoeng, met verlof.
Kunert, F. M. A.	1906	Hotel de la Promenade, Scheveningen	Oud-Ingenieur bij het Mijnwezen in N.-I.
*Kuyk, S. H. van	1922	St. Louis Potosi, Bolivia. Adres in Nederland: Leeuwendaallaan 3, Rijswijk.	
Lange, J. de	1904	Overleden.	
*Ledeboer, J. L. A.	1905	Paleleh, Celebes.	Hoofdadministrateur van de Mijnbouw-Maatij. „Palehleh".
Leeuw, K. F. de	1920	Overleden.	
Leger, L.	1907	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur b. d. Dienst van den Mijnbouw.
Lely, C. W. A.	1904	Zutfenschestraat 1, Wooth-Rheden.	President v. h. Intern. Electrometallurgie- en Handelssyndicaat.
Lessen, A. H. van	1893	Frankenslag 329, 's-Gravenhage.	Oud-Chef v. h. Mijnwezen in Ned-Indië.
*Leyds, L. W.	1913	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Liebert, F. C. A.	1850	Overleden.	
*Lier, F. C. van	1905	Weltevreden. Adres in Nederland: Okeghemstraat 5, Amsterdam.	

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Lier, R. J. van	1901	J.Pz. Coenstraat 33, 's-Gravenhage.	Dir. der N.V. Holl. Spitsbergen Comp.
*Linden, B. H. v. d.	1906	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Chef-Geoloog bij de Bat. Petroleum-Mij.
Löb, K. L.	1907	Halstersche straatweg, Bergen op Zoom.	Oud-Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten in Ned.-Indië.
*Lohr, J. A.		p/a Miss Cooke, Embong Kemiri 8, Soerabaja.	Directeur van het Syndicaat „Banjoe Irang".
*Lohuizen, H. J. van	1911	Rengat, Indragiri.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Loon, C. J. van	1885	Overleden.	
*Lynden, L. L. J. Baron van	1912	Dennenweg 118a, 's-Gravenhage.	Assistent T.H.
Mansvelt, H. A.	1859	Overleden.	
*Mariman, O. F.	1924	Sint Niklaas, België.	
Marck, E. B. van der	1918	Overleden.	
*Mathijsen Gerst, G. E.	1921	Trinidad (B. W. I.). United British Oilfields of Trinidad Point Fortin.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
*Mathijsen, P. M.	1919	Mangani via Pajacombo.	Ingenieur bij de Mijnbouw-Maatschappij „Aequator".
*Mekel, J. J. A.	1916	Nassau Zuylensteinstr. 31, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Menschaar, C.	1905	Boort. Louise via Balik Papan, Borneo.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Menten, J. H.	1860	Overleden.	
Mesdag, F. T.	1911	Frederikslaan 12, Bandoeng.	Ingenieur bij het bur. voor de Centr. techn. econom. voorber. v. versch. groote bedr.
Middelberg, E.	1896	Loenersloot.	Oud-Hoofd-ingenieur van 's Lands Mijndiensten in N.-I.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Moerman, C.	1902	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Tijd. Geoloog bij 's Lands Mijndiensten in Ned.-Indië.
*Molengraaff, G. J. H.	1920	Willemstad, Curaçao.	Chef van den Mijnbouwdienst.
Muller, J. A. W.	1923		Opz. b. d. Domaniale Steenkolenmijnen.
*Nash, J. M. W.	1923	Université Grénoble, Frankrijk.	
*Neeb, E. A.	1896	Muntok, Banka.	Hoofdingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Nelissen, T.	1921	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Nes, C. L. van	1903	Hoofdbureau Staatsmijnen, Heerlen.	Ingenieur der Staatsmijnen.
Nix, F. E.	1922		
*Oolbekkink, H.	1920	Oplaca, Chocaya near Uyuni, Bolivia.	Ing. bij de Compania Minera y Agricola Oplaca de Bolivia, Santiago.
*Oosten, W. H.	1919	Balik Papan, Oost-Borneo.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Oppenoorth, W. F. F.	1916	Oranjelaan 4, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Overstraten Kruysse, A. van	1922	Tintea (Gara Baicoi) Prahova Roemenië.	Ing. bij de Soc. Anon. de Petrol „Orion".
*Oyens, F. A. H. Weckherlin de Marez	1910	Ploesti (Roemenië) Bucunesti, 16 Strada Romana.	Hoofdvertegenwoordiger der Ned. Kol. Petroleum-Maatij.
*Planten, O. M.	1921	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Ploeg, F. P. C. S. v. d.	1904	Laan Trivelli 37, Weltevreden.	Hoofdingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Ploem, V. H.	1910	Soerabaja.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Post, K. G. P.	1923	Oostzeedijk 229, Rotterdam.	Ing. b. d. Comp. Minera de Oruro, Bolivia.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Pott, G.	1921	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Puy, J. H. de	1922	Willemstad, Curaçao.	Ingenieur bij de Mijnb. dienst.
*Raedts, C. E. P. M.	1921	Heideveldrug, Heerlerheide.	Bedrijfs-ingenieur b.d. Oranje-NassaumijnIV
Rant, H. F. E.	1853	Overleden.	
Renaud, G. P. A.	1863	Overleden.	
Renaud, P. J. A.	1868	Bandoeng.	Oud-Hoofdingenieur van het Mijnwezen in Ned.-Indië.
Retgers, Dr. J. W.	1880	Overleden.	
*Reyzer, J.	1910	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Ribbius, W. G.	1880	Overleden.	
Römer, B. F. P.	1904	Alex Battalaan 26, Maastricht.	Oud-Geoloog bij het Mijnwezen in Ned. Indië. Ingenieur der Mijnen.
*Roos Jr., G.	1922	Ochterveldstraat 32, Rotterdam.	
*Rueb, Dr. J.	1900	Bazarstraat 17. 's-Gravenhage.	Dir. Mijnbouw-Mij. „Aequator".
Ruys, Th.	1922	Maastricht.	Leeraar H.B.S.
*Salm, J.	1923	Sepandjang O. L. S. S. Res. Soerabaya.	Particulier.
*Sandick, O. Z. van	1918	Sepandjang, Soerabaja	Ingenieur bij de Mij. „De Vereenigde Jodium-Fabrieken".
Schäfer, J. H. W.	1918	Rumpen (L.).	Ing. bij de Staatsmijn Hendrik.
Schagen van Soelen, J. C.	1907	Wilhelminaweg 14, Apeldoorn.	
Schelle, C. J. van	1870	Overleden.	
*Schieferdecker, A. A. G.	1918	Tampico, Mexico.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Schlosser, J. P.	1854	Overleden.	
*Schmutzer, Dr. J. I. J. M.	1904	Djokjakarta.	Lid v. d. Volksraad.
Scholtens, K.	1922	Saftlevenstraat 5, Rotterdam.	Leeraar Chr. Lyceum te Hilversum.
*Schouten, C.	1907	Rotterdamsche weg 224, Delft.	Assistent T. H.
*Schuiling, D. Th.	1910	Goeroepahi, Noord-Celebes.	Wd. Administrateur d. Exploratie- en Exploitatie-Maatschij. „Bolang Mongondou".
*Schuiling, H. J.	1923	Elisabethville, Katanga, Congo Belge.	Ing.-Geol. b. d. Union Minière du Haut Katanga.
*Schuurman, J. A.	1877	Emmastraat 39, 's-Gravenhage.	Oud-Hoofdingenieur van het Mijnwezen in Ned.-Indië.
*Seelig, J. C. L. J.	1918	Hanover. Ontario (Canada).	Superintendent bij de Hanover Cement & Stone Ltd.
*Seldenrath, Th. R.	1922	Oruro, Bolivia.	Ing. bij de Compania Minera de Oruro.
Sengers, J. J. M.	1920	Sophiakade 81, Rotterdam.	Leeraar 2de Gem. H.B.S. 5-j. c.
*Siccama, E. L.	1915	Tijd. adres: van Aerssenstraat 272, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij., met verlof.
*Söhnlein, M. G. F.	1908	Compania 1264, Santiago, Chili.	Adviseerend Ingenieur
*Schilden, B. van der	1924	Oranjelaan 13, 's-Gravenhage.	
Sonneveld, J.	1902	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Directeur der Intern. Petroleum-Maatij.
Steggewentz, J. H.	1919	Balikpapan, Oost-Borneo.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Stigter, P. J.	1900	Tjitjalengka, Java.	Ing. b. h. Bur. v. d. Centr. techn. econ. voorbereid. v. verschill. groote bedr.
Stoop Jr., A.	1878	Bloemendaalsche weg 134, Bloemendaal.	Oud-Directeur der Dordtsche Petroleum-Maatschappij.
Stork, H. J.	1883	Overleden.	
*Straatman, A. G. H.	1922	Verh. Metmanstr. 86, Rijswijk (Z.-H.)	Assistent T.H.
Stuffken, J. A. R.	1903	v.Steenbergenlaan 11, Terneuzen.	Tijd. leeraar H.B.S.
*Tan, J.	1918	Tjikini 47, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Taverne, N. J. M.	1916	Hoofdbureau Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Teklenburg, J. J.	1922	Ter Apel.	Leeraar H. B. S.
Tesch, Dr. P.	1902	Zomerluststraat 16, Haarlem.	Leider van de Rijksopsporingsdienst van delfstoffen.
Thijwissen, M. P. E. H.	1919	Keulsche weg 68, Venlo.	Particulier.
*Tijn, J. van	1920	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Maatij.
Tromp, H.	1901	Bandoeng.	Hoofdingenieur bij d. Dienst van den Mijnbouw.
Timmermans, Ph. W.	1908	Blinjoe, Banka.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Twiss, W. J.	1905	Valeriusstraat 8, 's-Gravenhage.	Hoofding. bij 's Lands Mijndiensten in N.I. met verlof.
*Ubaghs, J. G. H.	1923	Adres onbekend.	
*Unger, F. A.	1905	Johannesburg, P. O. Box 2269.	Ass. Consulting Engineer Consolidated Mines Sel. Co. Ltd.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Valk, A. D.	1913	Hoofdb. Mijnwezen, Batavia.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Veen, Dr. A. L. W. E. van der	1908	Sneeuwbalstraat 99, 's-Gravenhage.	Geol.-Adv. ing., Tijd. Ing. bij den Octrooiraad.
Veen, R. W. van der	1906	Duinvoetlaan 22, Wassenaar.	Hoogleeraar T.H.
Veenenbos, R. G.	1910	Mijn Wilhelmina, Terwinselen.	Bedrijfs-Ing. der mijn Wilhelmina.
*Velde, J. van de	1915	Telok, Bajor. Beraoe, O.-Borneo.	Administrateur N.V. Steenkolen-Maatij. „Parapattan",
*Veldkamp, J.	1909	Hoofdb. Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Verbeek, Dr. R. D. M.	1866	C. Speelmanstraat 19, 's-Gravenhage.	Oud-Chef v. h. Mijnwezen in Ned-Indië.
Vermaes, S. J.	1890	Oude Delft 174, Delft,	Hoogleeraar T. H.
Versluys, Dr. J.	1905	Emb. Tandjoeng 32, Soerabaja.	Dir. der gemeentelijke drinkwaterleiding.
*Verstege, A.	1920	Balik Papan, Oost-Borneo.	Bedrijfsgeoloog bij de Bat. Petroleum-Mij.
Vis, M. D. Th.	1921	Hoofdb. Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Vooren, J. van	1906	Benoni, P.O. Box 25, Zuid-Afrika.	Ing. New-Modderfontein Gold Mining Co. Ltd.
*Vriendt Jr., H. W. de	1915	Mangar, Billiton.	Ing. b.d. Billiton-Mij.
Vries, J. de	1902	Prins Mauritsplein 8, 's-Gravenhage.	Conservator T.H.
Vreugde, L. M. H.	1923	Tampico, Mexico.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Co.
*Wally, G. J.	1922	Kebon Sirih 82, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
Waterschoot van der Gracht, W. A. J. M. v.	1922	Ponca City, Okla, U. S. A.	Ing. bij de Marland Refining Cy.
Weber, D. W.		Hoofdb. Mijnwezen, Weltevreden.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.

NAMEN.	Afgestudeerd in:	WOONPLAATS.	BETREKKING.
*Weelden, A. van	1922	c.o. Roxana Petr. Corporation Box 1865, Houston (Texas).	Geoloog.
Wertheim, C. J. M.	1892	Casuariestraat 3, 's-Gravenhage.	Oud-Ing. 1e kl. v. het Mijnwezen in N.-I., Raadgevend Ing.
*Wicherlink, E. H. Th.	1909	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Mij.
*Wilhelm, Ch. H. J.	1921	Singapore. Postbox 571.	Ing. b.d. Singkep-Tin-Maatschappij.
*Wiessing, G. E. J.	1908	Casilla 154, Oruro (Bolivia).	Gerente de la Comp. Minera de Oruro.
Wing Easton, N.		Geestbrugweg 23, Rijswijk.	Oud-Hoofding. v. het Mijnwezen in N.-I.
*Witteveen, G.	1905	Mesdagstraat 52, 's-Gravenhage.	Ing. bij de Bataafsche Petroleum-Mij.
Witteveen, J. J.	1911	Boekarest, Roemenië.	Ing. bij de Petrol.-Mij. „Astra Românà".
*Wijk, G. D. van	1910	Treebeekstraat 3, Staatsmijn Emma, Hoensbroek.	Ing. b.d. Staatsmijnen.
*Wijngaarden, Th. C. van	1903	Stagen Poeloe Laut, Oost-Borneo.	Ingenieur bij 's Lands Mijndiensten.
*Zee, P. F. de	1921	Treebeekstraat 4, Staatsmijn Emma, Hoensbroek.	Ing. b.d. Staatsmijnen.
*Zeylmans van Emmichoven, C. P. A.	1921	Binnenwatersloot 2, Delft.	Ingenieur bestemd v. 's Lands Mijndiensten in Ned.-Indië.

BOVENDIEN ZIJN NOG BUITENGEWOON LID.

NAMEN.	WOONPLAATS.	BETREKKING.
Erb, Dr. J.	Carel v. Bylandtl. 30, 's-Gravenhage.	Directeur B. P. M.
Gogh, F. A. A. van	Josef Israëlslaan 47, 's-Gravenhage.	Chef Centrale Geologische Afd. B.P.M.
Koker, Mej. Dr. E. M. J.	Huize „Quadenoord", Renkum.	
Langezaal t., Mej. Ir. A. M. D.	Haven 18, Leiden.	
Lijn, J. van der	S. F. Krebet, Malang.	Ass. Tuinopziener.
Vereeniging van Ingenieurs bij 's Lands Mijndiensten.	Batavia.