

IN NEDERLANDSCH-INDIË

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,
Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,
waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. C. P. J. Süverkrupp.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. P. P. Bijlaard;
Leden: ir. G. Meesters,
dr. ir. Tan Sin Hok.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Huygensweg 22, Bandoeng.

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Ter herdenking Ir. A. M. J. Meesters†, door ir. S. Snuijf. — Moderne electrische lichtbronnen, door ir. H. van der Veen. — Algemeene tabellen voor de berekening van doorgaande liggers, door ir. G. Meesters. — *Varia*. — *Berichten van allerlei aard*. — *Boekbespreking*. — *Personalia*. — *Kon. Inst. v. Ingenieurs*: Bestuursmededeelingen.

Ter herdenking

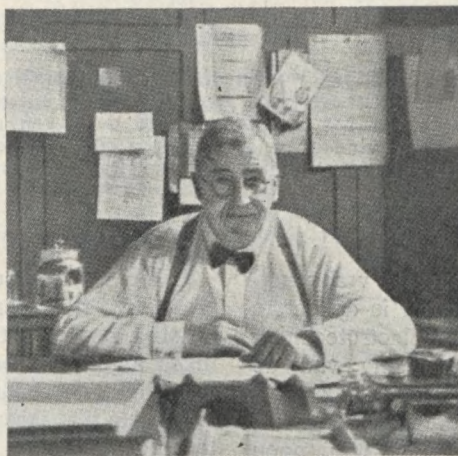
Ir. A. M. J. Meesters †

(Avereest, 14-5-1883 — Overveen, 13-12-1939).

Het voorrecht heb ik gehad Meesters, die in 1908 Delft als civiel-ingenieur verliet, reeds te kennen in zijn studententijd, daarna vrij geregeld met hem in contact te blijven en gedurende de laatste jaren in door vriendschap gedragen zakelijke relatie hem vaak te ontmoeten.

Ik heb hem gekend in den besten tijd van zijn jeugd, toen hij als student den Rietveldschen Toren bewoonde met de opgewektheid en den juiststen geest om aan die zeer bijzondere huisvesting het goede reliëf te geven. Diezelfde joviale mentaliteit kenmerkte hem nog in wezen toen ik met andere vrienden hem op 26 October van het vorig jaar uitgeleide deed op Tjililitan, vanwaar hij Java verliet in uitgeputten toestand en met de innerlijke overtuiging dit land niet weer te zullen zien.

Korten tijd daarna — op 13 December — is hij overleden in Nederland, waar hij zijn gezin had



(Cliché welwillend afgestaan door de Redactie van het dagblad „Mataram” te Djokjakarta.)

achtergelaten. Dat heengaan te midden van zijn familie moet hem een groote vergoeding en troost zijn geweest. Hoe zwaar de zorgen hem ook vaak drukten, als zijn gedachten gingen naar vrouw en kinderen — en daar waren zij schier altoos — dan leefde hij op en kwam de vroolijkheid weer boven. Ofschoon vele zijner vrienden zijn gezin nimmer zullen hebben gekend — ook voor mij was dat voorrecht niet weggelegd — wisten wij toch allen, dat in Bram's hart zijn „Auke” de eerste plaats innam. Wijlen Meesters was gehuwd met Mej. Auke Andreae en laat vier kinderen achter.

Zijn ingenieurs-loopbaan is Meesters begonnen bij het bekende bureau van Hasselt & de Koning te Nijmegen, waarop een korte werkzaamheid volgde op Curaçao ten behoeve van het samenstellen van een ontwerp van de haven van dat

eiland onder leiding van den huidige President van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs in Nederland, jhr. ir. O. C. A. van Lidth de Jeude.

Weldra vertrok hij in dienst van de Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij naar deze landen. Die vreugde was slechts kort. Zijn mentaliteit leende zich niet voor het dienen in een groot corps en zoo zien we hem op 1 April 1912 overgaan naar het Constructie Atelier der Vorstenlanden te Djokjakarta, van welk lichaam hij op 30 October 1914 als directeur-bedrijfsleider optrad. Die functie heeft hij dus schier vijf en twintig jaren vervuld.

De overgang naar genoemde fabriek beteekende tevens het vaarwel zeggen van zijne carrière van civiel-ingenieur; aan de nieuwe werktuigkundige richting heeft hij zijn verdere leven gewijd met veel enthousiasme. Vooral voor de suikerindustrie heeft hij belangrijk werk geleverd en zijn naam is blijvend verbonden aan een door hem uitgevonden en ook gepatenteerde verbetering der molenbatterijen. De zoogenaamde „voedingsrol”, waarmede thans vrijwel alle fabrieken op Java zijn uitgerust, bracht belangrijke verbetering in de maalcapaciteit en de bij het persen te behalen resultaten.

De depressie in de suikerindustrie van de dertiger jaren trof het door wijlen Meesters beheerde bedrijf in zeer ernstige mate en het was noodzakelijk naar ander werk om te zien. Hij specialiseerde zijn fabriek voor het maken van klein massa-gietwerk, bouwde ook de eenige inrichting hier te lande, waar-

in kleine voorwerpen konden worden geëmailleerd. Daaruit is de samenwerking tusschen „De Vorstenlanden” en mij ontstaan. In die fabriek worden namelijk de reservoirs gegoten ten behoeve van het door mij gepropageerde stelsel van drinkwatervoorziening in de volkswijken.

In hoeverre hij heeft deelgenomen aan het Instituutsleven kon ik niet nagaan. Als inwoner van Djokja behoorde hij tot Kring III, waarvan ik slechts een enkele keer de bijeenkomsten kon bijwonen. Maar wij hebben het genoeg gehad hem nog als gast van Kring II te ontmoeten, toen in April van het vorig jaar prof. dr. ir. F. K. Th. van Iterson voor die afdeeling een voordracht hield.

Maar wel kan ik verklaren, dat de samenleving zijn warme belangstelling had, speciaal die in de plaats zijner inwoning. O.a. aan zijn stuwende kracht heeft Djokja zijn Hoogere Burgerschool te danken en hij was dan ook tot zijn vertrek naar Nederland lid van de commissie van toezicht. Hij was ook de oprichter van de Vaderlandsche Club ter plaatse en zeer langen tijd was hij voorzitter.

Het is — vooral voor zijn vrouw en kinderen — te betreuren, dat Meesters zoo jong is heengegaan, doch er is ons gelukkig overgebleven de herinnering aan een goed mensch ook als werkgever, aan een trouw vriend van echt Delftschen inslag, aan een enthousiast ingenieur.

Bandoeng, Januari 1940.

S. S n u i j f.

Moderne elektrische lichtbronnen *)

door

ir. H. VAN DER VEEN,

Chef van het Zesde Telegraaf- en Telefoondistrict (P.T.T.) te Medan.

Samenvatting.

In het eerste gedeelte wordt na een inleiding, waarin enkele natuurkundige factoren worden besproken, welke de beoordeeling van lichtbronnen bepalen, een overzicht gegeven van de ontwikkeling, welke de elektrische gloeilamp in recente tijden heeft ondergaan. In het tweede gedeelte volgt een overzicht over de beginselen, welke in metaaldampontladingslampen toepassing vinden, waarbij uitvoerig wordt stilgestaan bij de hoogedruk kwikdamp- en de natriumdamp- lamp, terwijl als slot het luminescentieverschijnsel en de toepassing daarvan wordt besproken.

I. INLEIDING.

Na de oplossing van de fundamentele vraagstukken voor de opwekking van electriciteit is de eerste belangrijke stap in de ontwikkeling der electrotechniek ongetwijfeld de uitvinding en toepassing van de elektrische verlichting geweest.

Deze ving aan met de booglamp, die door de groote lichtsterkte snel voor verlichting van straten, open ruimten en werkplaatsen toepassing vond en hier en daar nog vindt. Zelfs thans wordt verder de koolboog nog gebruikt op plaatsen waar groote lichtsterkte wordt vereischt, zooals in bioscoopinstallaties voor de filmprojectie.

Echter werd reeds vroegtijdig gezocht naar een elektrische lichtbron van kleiner vermogen, welke een redelijk rendement bezat. Deze werd gevonden in de thans algemeen toegepaste gloeilamp.

In het laatste decennium, doch vooral gedurende de laatste vijf jaren, heeft de elektrische verlichtingstechniek zoodanig belangrijke schreden vooruit gedaan, dat het den schrijver gewenscht voorkomt in dit tijdschrift een overzicht over deze ontwikkeling te geven. Naast een betere bekendheid met de eischen, welke worden gesteld aan behoorlijke verlichting in verschillende omstandigheden, hebben n.l. enkele nieuwe beginselen in de techniek der lichtbronnen zelve toepassing gevonden. Het geheele streven is daarbij geleid door een pogen tot het opvoeren van het rendement in het zichtbare gebied der lichtuit-

*) Voordracht gehouden voor den Kring Medan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

straling zelf, terwijl door scherp stellen der eischen voor de verlichting een juiste toepassing van dit verhoogde rendement wordt verkregen.

Wat de gloeilampen betreft heeft een grondige kennis der in de lamp optredende verschijnselen geleid tot verschillende verfijningen. Een geheel nieuw gebied is echter betreden door de toepassing van gas- en metaaldampontladingslampen, terwijl de laatste jaren in het bijzonder de aandacht wordt gevraagd voor de toepassing van het luminescentieverschijnsel ter verbetering van de samenstelling van het licht.

Deze ontwikkeling van meer licht met minder stroom is nog in het geheel niet afgesloten. Er bestaat een voortdurend streven naar het opvoeren van de stralingsenergie in het gebied van het zichtbare spectrum door de vermindering van bijv. nuttelooze warmtestraling.

Een duidelijk beeld van den vooruitgang, die gemaakt is wat betreft het rendement, wordt wel gegeven door een vergelijking van de lamp van Goebel van 1854 met bijvoorbeeld een moderne natriumdamp-lamp. De lichtopbrengst per toegevoerd energie-eenheid is bij de natriumdamp lamp ongeveer het zestig-voudige geworden.

Het is noodzakelijk in een artikel voor dit tijdschrift de materie, welke wordt behandeld, flinke beperking te doen ondergaan. Teneinde een goed begrip van de te stellen eischen te verkrijgen is echter een korte natuurkundige uiteenzetting gewenscht¹⁾.

In een gloeilamp wordt electriciteit omgezet in licht door temperatuurstraling. Voor een bepaalde temperatuur ligt de energieverdeeling over de verschillende golflengten van een in thermisch evenwicht stralend lichaam vast in de formule van Planck. Het in het zichtbare gebied vallend gedeelte van de stralingsenergie neemt sterk toe met toenemende temperatuur. Nadat bij relatief lage temperatuur het maximum der straling in het infrarode gebied gelegen heeft, beweegt dit zich volgens de verschuivingswet van Wien bij toenemende temperatuur meer naar het zichtbare gebied, totdat bij circa 7000°K de maximum hoeveelheid energie in het zichtbare gebied wordt uitgestraald. Bij verdere verhoging van temperatuur verplaatst het maximum zich verder naar het ultraviolette gebied. Aangetoond kan worden, dat voor de straling in het zichtbare deel van het spectrum de waarde van 40 procent van de totale straling niet kan worden overschreden.

De gevoeligheid van ons oog is in het zichtbare gebied niet overal gelijk²⁾. Zij vertoont een maximum bij een golflengte van omstreeks 5500 Å. Teneinde nu de physiologische werking van de straling vast te leggen moet de energieverdeelingskromme met die van de ooggevoeligheid worden vermenigvuldigd om een visueel rendement te verkrijgen. In tabel 1 is voor enkele temperaturen van het zwarte lichaam opgeteekend het aandeel in de geheele straling van het zichtbare gedeelte en het daaruit berekende visuele rendement. Aangetoond kan worden, dat het maximaal te bereiken visuele rendement van de

temperatuurstraling van een zwarte lichaam beneden 14,1 procent blijft. Het ligt bij circa 6500°K. De lichtopbrengst bedraagt daarbij 87,4 lm/W.

Gedeelte van de totale straling, dat in het zichtbare gebied valt, en visueel rendement van een zwart lichaam bij verschillende temperaturen.

TABEL 1.

Temperatuur van het zwarte lichaam in °K	1 700	3 000	4 000	5 000
Zichtbare straling (4100— 7200 Å) in procenten	0,2	9,3	22,6	32,5
Visueel rendement in procenten	0,05	3,1	8,1	12,0

Het is na het hiervoren betoogde duidelijk, waarom men in de electrotechniek gezocht heeft naar lichtbronnen waarvan het visueel rendement groter is. Men is daarbij gekomen op toepassing van het principe van de elektrische ontlading in gassen en dampen. In een verdund gas stoot de electronenstroom de atomen aan. Het gevaar, dat de aangestooten deeltjes hun energie door botsing afgeven gedurende den tijd, dat zij in de aangestooten toestand verkeerden, is gering, zoodat vrijwel alle opgenomen energie bij terugvallen in den normalen toestand uitgestraald wordt met een bepaalde frequentie. Het is op deze wijze mogelijk bij zeer geringe dampdrukken de door den electronenstroom afgegeven energie voor bijna 100 procent in straling in het zichtbare gebied om te zetten. Experimenteel³⁾ verkreeg men zelfs een lichtopbrengst van 430 lm/W, d.i. 90% van de met natriumdamp maximaal bereikbare waarde van 477 lm/W. Indien de plaats van de resonantiestraling in het spectrum nog gunstiger ware geweest, d.w.z. indien de resonantielijnen van Na-damp bij 5550 Å (maximale gevoeligheid van het oog), in plaats van bij 5890 Å had gelegen, zou het theoretische maximum van 621 lm/W kunnen worden benaderd.

Naast deze zeer sprekende technisch bereikbare verbeteringen in de lichtopbrengst staat echter het nadeel van de zeer intense kleuring van het op deze wijze verkregen licht, dat uit straling op een of enkele spectraallijnen bestaat. De toepassingsmogelijkheden blijven daardoor beperkt, totdat een oplossing gevonden wordt ter verkrijging van straling die dichter het witte licht benadert. De oplossing van dit vraagstuk wordt o.a. gezocht in toepassing van het luminescentieverschijnsel.

Tenslotte zij nog een korte samenvatting gegeven van de fotometrische eenheden in gebruik in de lichttechniek⁴⁾.

De eenheid van lichtsterkte is de kaars. De internationale kaars, waarmede in de meeste landen gerekend wordt, is bepaald door de horizontale lichtuitstraling van bepaalde standaardlampen waarvan de verschillende factoren zijn vastgelegd. In Duitschland gebruikt men nog de z.g. Hefner kaars, die een iets kleiner eenheid vastlegt. Door vergelijkende metingen is vastgesteld, dat

$$1 \text{ int. K} = 1,11 \text{ HK} \dots\dots\dots (1)$$

1) *Lichttechnik*, 13, (1936), 1—8.

2) *Bur. Stand. J. of Res.*, 6, (1931), 465.

3) *Z. techn. Phys.*, 11, (1930), 482.

4) DIN 5031.

De oppervlaktehelderheid van een lichtbron is het aantal kaarsen per oppervlakte-eenheid en wordt een Stilb (sb) genoemd. Hier geldt dus:

$$1 \text{ sb} = 1 \text{ K/cm}^2 \dots\dots\dots (2)$$

Een lichtbron van 1 int. K straalt in den ruimtelijken eenheidshoek een lichtstroom van 1 lumen (lm) uit.

De lichtstroom van 1 lm veroorzaakt op een afstand van 1 m op een boloppervlak van 1 m² een verlichtingssterkte van 1 lux (lx); dus

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 \dots\dots\dots (3)$$

De eenheden zijn samengevat in fig. 1.

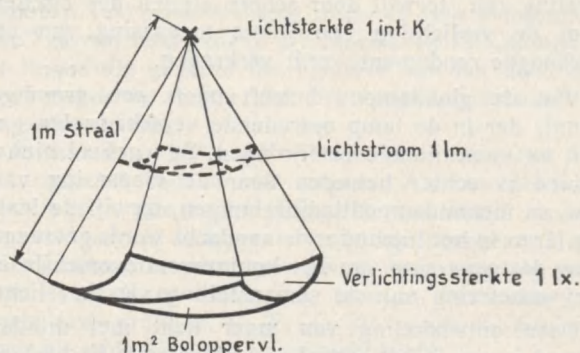


Fig. 1. Fotometrische grootheden in gebruik in de licht-techniek.

II. GLOEILAMPEN.

1. Materiaal.

De eerste praktische ontwikkeling van de gloeilamp vond in de Vereenigde Staten van Amerika plaats. Op 21 October 1939 werd het feit herdacht, dat door Th. A. Edison precies zestig jaar geleden de eerste geslaagde proeven werden genomen met door electrischen stroom in vacuum gloeiend gehouden kooldraden. De techniek van deze lampen ontwikkelde zich snel, terwijl ook spoedig gezocht werd naar gloeilichamen, welke met hooger rendement dan de koolstofdraad (circa 2 lm/W) electrische energie omzetten in zichtbaar licht. De gloeitemperatuur kan n.l. niet boven 1 700°K worden gebracht zonder zeer snelle verdamping van den kooldraad te veroorzaken.

Zoo ontwikkelde zich naast de oorspronkelijke koolstofdraden — verkoolde bamboevezels — en later grafieltdraden, een geheele serie toepassingen met draden uit metalen met hoog smeltpunt, zooals osmium, tantaal en wolfram, waarbij met de toepassing van den wolframdraad de serie voor de praktijk voorloopig is afgesloten. De gloeidraad van de meeste in gebruik zijnde electrische lampen bestaat uit wolfram. Sommige metaalcarbiden en -nitriden gedragen zich nog gunstiger. Het is echter technisch nog niet gelukt deze materialen voldoende homogeen te vervaardigen voor practisch gebruik als gloeilichaam voor verlichting.

2. Rendement en levensduur.

Teneinde de resultaten van de in de laatste jaren toegepaste verfijningen in de gloeilampentechniek goed te begrijpen is het noodzakelijk te bedenken, dat de lichtopbrengst per toegevoerde eenheid energie overeenkomstig de verschuivingswet van Wien met toenemende temperatuur van den gloeidraad grooter wordt. Dit gaat evenwel ten koste van den levensduur, voornamelijk doordat de gloeidraad verdampt. Uit tabel 2⁵⁾ blijkt wel duidelijk hoezeer de levensduur afhankelijk is van de temperatuur. Bij deze tabel zij aangeteekend, dat in de praktijk is gebleken, dat in den loop van den gemiddelden levensduur 10%

verdampt (sublimeert) en dat hier dus als levensduur is aangenomen de tijd welke noodig was om 10% gewichtsverlies door verdamping te verkrijgen.

Rendement en levensduur van een gloeienden rechtgespannen wolframdraad als functie van de temperatuur.

TABEL 2.

Abs. temp.	Rendement	Verdampings snelheid	Levensduur bij ϕ 0,01 mm	Levensduur bij ϕ 0,1 mm
°K	lumen/W	gr/cm ² /sec	uur	uur
2 000	2,93	$15,5 \times 10^{-15}$	$1,04 \times 10^7$	$10,4 \times 10^8$
2 200	5,71	$22,4 \times 10^{-13}$	$7,20 \times 10^4$	$7,20 \times 10^5$
2 400	9,77	$13,8 \times 10^{-11}$	$1,17 \times 10^3$	$1,17 \times 10^4$
2 600	14,8	$41,7 \times 10^{-10}$	38,6	386
2 800	20,9	$83,3 \times 10^{-9}$	1,9	19
3 000	27,8	$10,5 \times 10^{-7}$	0,15	1,5

In de gloeilamp dient een compromis belichaamd te worden van zoo hoog mogelijke lichtopbrengst door zoo hoog mogelijke temperatuur, waarbij de verdampingssnelheid zoo laag mogelijk moet worden gehouden teneinde een redelijken levensduur en zoo weinig mogelijk zwart aanslaan van de ballon te bereiken. De moleculen van de uit den gloeienden wolframdraad vrijkomende wolframdampen vliegen in de luchtledige ruimte vrijwel ongehinderd verder, waardoor de verdampingssnelheid vrij groot is. Bovendien slaan deze dampen neer op den relatief kouden ballonwand, waardoor na eenigen tijd wel 20 tot 30% van het licht geabsorbeerd wordt voordat dit uit de ballon treedt. Er blijft dus niets anders te doen over dan de gloeitemperatuur zoo laag te houden dat de verdamping van den draad en het zwart worden van de ballon tot op een redelijk niveau is teruggebracht. Hiermede werd echter ook aan het lichtrendement een grens gesteld. Ofschoon dus het smeltpunt van wolfram bij 3 650°K ligt, branden de gloeidraden van vacuumlampen bij circa 2 400°K.

3. Gasvulling.

Voor de verdere ontwikkeling van de gloeilamp is het van belang de reeksen onderzoeken te memooreen, die voornamelijk verricht werden door Dr.

5) *Physica*, 5, (1925), 252.

Irving Langmuir, onderdirecteur van het Wetenschappelijk laboratorium van de General Electric Co. te Schenectady. Langmuir⁶⁾ was van den beginne af in het bijzonder geïnteresseerd in het onderzoek van het gedrag van den wolfram gloeidraad in hoog vacuum. Zuiver uit wetenschappelijke belangstelling voor de mogelijk kwade gevolgen voor den gloeidraad van gasresten, werd de invloed van ieder gas afzonderlijk bestudeerd. Hierbij werden de onderzoeken uitgestrekt over een groot bereik van temperaturen en drukken, tot atmosferischen druk toe, zonder dat men in het bijzonder bepaalde verbeteringen op het oog had.

Bij toepassing van een vulling met edelgasen in stede van vacuum bleek echter spoedig, dat de verdampingssnelheid van den gloeidraad zeer snel afnam bij verhooging van den druk, zoodat bij atmosferischen druk de verdampingssnelheid nog slechts enkele procenten bedroeg van die snelheid bij het best bereikbare vacuum.

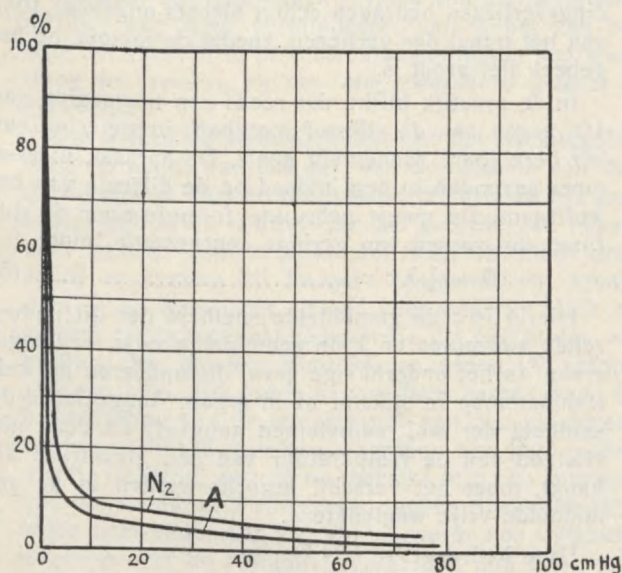


Fig. 2. Verdampingssnelheid van gloeiende wolframdraden in een stikstof- resp. argonatmosfeer als functie van den gasdruk.

In fig. 2 is weergegeven op welke wijze de verdampingssnelheid van den gloeidraad afhangt van de gasvulling. Hieruit ziet men duidelijk dat bij een druk, welke van de orde van grootte van den atmosferischen druk is, de verdampingssnelheid gereduceerd is tot enkele procenten van de waarde bij een zoo hoog mogelijk vacuum.

De verklaring⁷⁾ van dezen invloed van de gasvulling op de verdampingssnelheid moet gevonden worden in het feit, dat een van den gloeidraad verdampend metaalatom na eenige botsingen met gasmoleculen spoedig de aanvangsenergie verloren heeft en dat hierna het toeval geheel bepaalt of het metaalatom terugvalt op dan wel zich verder verwijderd van den gloeidraad. Een eenvoudige beschouwing doet dan zien, dat bij een zich telkens herhalen van dit alternatief reeds zeer spoedig een groote reductie optreedt van het aantal zich van den gloeidraad ver-

wijderende metaalatomen, m.a.w. de verdampingssnelheid en, als verder praktisch gevolg, het zwart worden van den ballon neemt zeer snel af met toenemenden druk.

4. Spiraliseering.

De gasvulling kon niet rechtstreeks op de bestaande lampen worden toegepast, aangezien behalve door straling daarbij bovendien nog door geleiding (en strooming) van het gas groote hoeveelheden warmte werden afgevoerd, terwijl bij vacuumlampen uitsluitend met de warmtestralingsverliezen rekening was te houden. Het rendement vooral van de dunnere draden nam sterk af, doordat de temperatuur van den gloeidraad door geleiding bij dezelfde verhoudingen sterk daalde. Ook bij het onderzoek naar deze moeilijkheden werd door Langmuir baanbrekend werk verricht.

Geheel tegen de verwachtingen in bleek, dat bij de in beschouwing komende drukken een tienvoudige diameter van den gloeidraad relatief slechts een kleine toename aan warmteafvoer door geleiding veroorzaakt. Daarentegen bleken de warmteverliezen uiteraard evenredig met de lengte van den gloeidraad.

De verklaring van het verschijnsel wordt door Langmuir als volgt gegeven. Het warme gas in de ballon raakt in strooming, wat o.a. tengevolge heeft dat op het glas een gelijkmatige temperatuurverdeling optreedt. Echter wordt de draad zelf omringd door een gashuidje van eenige mm diameter, dat in rust blijft, omdat door de hoge temperatuur de inwendige moleculaire wrijving zeer hoog is. De rol van deze gashuid is daardoor de volgende: behalve door straling verliest de gloeidraad slechts door geleiding zijn warmte, echter niet door strooming, terwijl verder de effectieve verdampingssnelheid van den gloeidraad betrekkelijk gering is, doordat de vrijkomende wolframatomen zich slechts door het langzame diffusieproces door het gashuidje van den gloeidraad kunnen verwijderen. De dikte van dit cilindervormige huidje wordt o.a. bepaald door de stroomingssnelheid aan de oppervlakte van den cylinder en is weinig afhankelijk van den diameter van den zooveel dunneren draad. De energieverliezen door aanwezigheid van het gas worden dus bepaald door de warmtegeleiding van de stilstaande laag en zijn dus evenredig met de lengte van den draad en weinig afhankelijk van den diameter ervan.

Ten einde nu de warmteverliezen te beperken en dus wederom een behoorlijk rendement te verkrijgen bij gasgevulde lampen, lag het voor de hand te pogen den dunnen gloeidraad als een spiraal op te winden en op deze wijze de voor warmteverliezen voornamelijk van belang zijnde lengte te verkleinen.

Hiermede deed omstreeks 1913 de met gas gevulde lamp met gespiraliseerden gloeidraad zijn intrede, welke toentertijd als halfwatt-lamp op de markt kwam.

5. Dubbele spiraliseering.

Een lamp waarvan de draad gespiraliseerd is gedraagt zich wat de warmteverliezen betreft ongeveer als een lamp met een draad van de lengte en van den diameter van het gashuidje om de spiraal. Het ligt

6) Gen. El. Rev., 40, (1937), 569.

7) Proc. Am. Inst. El. Eng., 32, (1913), 1915.

dus voor de hand om de doorsnede van de spiraal zoo groot mogelijk te kiezen, dan wordt de verkorting des te sterker. Hier treedt het bezwaar op, dat de stevigheid spoedig zoodanig vermindert, dat door uitzakking kortsluiting van de windingen onderling ontstaat. Een andere oplossing bestaat in het dubbel spiralisieren, d.i. de reeds spiraalvormig opgewonden draad wordt nogmaals gespiraliseerd. Ook dit werd spoedig na de gedachte van het enkel spiralisieren getracht, doch mocht niet gelukken, doordat de draad na enkele uren branden uitzakte, hetgeen sluiting der windingen veroorzaakte. Het is evenwel door een juiste voorbehandeling mogelijk geworden tegenwoordig deze werkwijze in de practijk toe te passen.

Het groote bezwaar is, zooals gezegd, de moeilijkheid van de deformatie van de spiraal. Indien de doorzakking met f wordt aangeduid, dan geeft de formule

$$f = a_1 + a_2 t^b \dots\dots\dots (4)$$

het verloop van deze doorzakking aan ⁸⁾. Hierin is a_1 de doorzakking bij eerste verhitting van de draad en $a_2 t^b$ het verdere verloop van de doorzakking als functie van den tijd. Door een thermische voorbehandeling, voornamelijk bestaande uit het langeren tijd op hooge temperatuur houden van de reeds gespiraliseerden draad, waardoor een geschikte kristalstructuur wordt verkregen, is het mogen gelukken om a_1 en b sterk te reduceeren. Waar bij den oorspronkelijken draad a_1 , a_2 en b resp. 0,08, 0,08 en 0,150 bedroegen, zijn de waarden van deze factoren bij een volgens het nieuwe proces behandelde draad resp. 0,01, 0,08 en 0,005. Hieruit volgt dat de spiraal zelfs na langeren tijd branden slechts zeer weinig zal zijn doorgezakt.

Voor een 60 W lamp wordt tegenwoordig het wolfram eerst getrokken tot een rechten draad van $\frac{1}{20}$ mm, bijna onzichtbaar voor het ongewapend oog.

Deze draad wordt met 13 windingen per mm op een dunnen molybdeendraad, mandril genaamd, gewonden, welke een hoog smeltpunt heeft. De windingen liggen zodoende zoo dicht bij elkaar, dat zij elkaar niet aanraken. Deze draad wordt weer gewonden op een mandril met circa 28 windingen per cm. Na de thermische voorbehandeling wordt de mandril chemisch verwijderd. Op deze wijze wordt de effectieve lengte van den dubbel gespiraliseerden gloeidraad ongeveer de helft van die van den enkel gespiraliseerden, waardoor minder afkoeling door het gas plaats heeft, de draad op hogere temperatuur brandt, en het lichtrendement 10 tot 20 procent hoger is ⁹⁾ dan van den enkel gespiraliseerden gloeidraad.

Pécheux ¹⁰⁾ geeft voor een meting aan een 65 Dlm 115 V dubbelgespiraliseerde lamp een rendement van 13,02 lm/W tegen 10,67 lm/W voor een overeenkomstige enkelgespiraliseerde lamp. Lampen met dezen dubbelgespiraliseerden gloeidraad zijn normaal in den handel verkrijgbaar.

6. Gasvulling met zware edelgassen.

Langmuir gebruikte stikstof voor gasvulling, echter is reeds een twintigtal jaren argon hiervoor in gebruik. Het meest past men thans een mengsel van 80—90% argon en 10—20% stikstof toe, omdat zuiver argon een vrij lage elektrische doorslagspanning heeft.

Het gebruik van argon is vooral van belang, omdat het warmtegeleidingsvermogen van het gas en de verdampingssnelheid van den gloeidraad kleiner is, naarmate het gas, dat voor de vulling worden gebruikt, een hooger atoomgewicht heeft.

Oorspronkelijk was men van meening, dat de verliezen door de warmtegeleiding van veel invloed waren. Waar het warmtegeleidingsvermogen bij 2000°C van krypton $0,87 \times 10^{-4}$ cal/cm/sec, van argon $1,59 \times 10^{-4}$ cal/cm/sec en van stikstof $2,45 \times 10^{-4}$ cal/cm/sec bedraagt, zijn de verliezen bij krypton- en argonvulling merkbaar minder. Deze warmtegeleidingsverliezen bedragen echter slechts ongeveer 10% van het totaal der verliezen, zoodat de invloed op het geheel niet groot is.

In de practijk blijkt, dat reeds een toevoeging van 1% argon aan de stikstof merkbare verbetering van het bereikbare rendement geeft. De oorzaak hiervan moet gevonden in den invloed op de diffusie van het wolfram. De meest gebruikte formule voor de diffusie van gasen van geringe concentratie luidt:

$$D = \frac{1}{3} \lambda c \dots\dots\dots (5)$$

Hierin is c de gemiddelde snelheid der diffunderende moleculen en λ de gemiddelde vrije weglengte ervan. In het onderhavige geval diffundeeren de wolframatomten in stikstof of in argon. Aangezien c de snelheid der wolframatomten aangeeft en deze uitsluitend van de temperatuur van den gloeidraad afhangt, moet het verschil gezocht worden in de gemiddelde vrije weglengte λ .

Deze bedraagt:

$$\lambda = \frac{1}{\pi v_2 (\sigma_1 + \sigma_2)^2 \sqrt{1 + \frac{m_1}{m_2}}} \dots\dots\dots (6)$$

In deze formule zijn v_2 de dichtheid van de gasatmosfeer (in het beschouwde geval resp. stikstof en argon), σ_1 en σ_2 de doorsneden en m_1 en m_2 moleculaire gewichten in het mengsel. Bij het doorrekenen van de formules (5) en (6) voor de waarden $\sigma_A = 2,8 \times 10^{-8}$, $\sigma_{N_2} = 3,1 \times 10^{-8}$, $\sigma_W = 5,5 \times 10^{-8}$, $m_A = 40$, $m_{N_2} = 28$ en $m_W = 184$ vindt men inderdaad een verklaring voor de geconstateerde minder snelle diffusie van wolfram in argon dan in stikstof.

Kwalitatief blijken echter de verschijnselen bij de gasvulling met stikstof of met argon niet overeen te stemmen met de berekening onder in achtnaam van de eigenschappen van warmtegeleiding van het gas en diffusie van den gloeidraad. De verklaring hiervoor werd eerst in 1929 door Chapman gegeven ¹¹⁾. Hij constateerde, dat indien in de ruimte waarin zich een gasmengsel bevindt, verschillende

8) Philips' Techn. Tijdschr., 1, (1936), 100.

9) Lux, 8, (1935), 8.

10) Rev. Gén. de l'El., 38, (1935), 803.

11) Phil. Mag., 41, (1929), 1.

temperaturen heerschen, terwijl het mengsel bestaat uit een licht gas en een zwaar gas van kleine concentratie, het zware bestanddeel van het mengsel naar het koudste deel van de ruimte zal stroomen. Dit verschijnsel wordt aangeduid met de benaming van thermische diffusie (of verschijnsel van Soret). Waar normale diffusie bestaat uit de neiging om concentratieverschillen te vereffen, veroorzaakt thermische diffusie juist deze verschillen. In het gashuidje van Langmuir bedraagt over een afstand van de orde van grootte van 1 mm het temperatuursverschil gauw 2000° (temperatuur van den gloeidraad van 2600° en van den gasgevulden ballon van 600°). Daar de zware component in het mengsel de wolframdampp is met een atoomgewicht 184, hetwelk zeer hoog is ten opzichte van het moleculairgewicht 28 van stikstof, doch zich beter verhoudt ten opzichte van argon met een atoomgewicht van 40, bestaat in het geval van stikstofvulling een ideale toestand voor het verschijnsel van thermische diffusie.

Wil men den nadeeligen invloed van de thermische diffusie nog meer verminderen, dan is het van belang het verschil in de moleculairgewichten nog meer terug te brengen en dus nog zwaardere gassen te gebruiken.

Zoo wijzen de verschijnselen van het warmtegeleidingsvermogen van het gas, van de diffusie van den gloeidraad en van de thermische diffusie in het gashuidje alle in de richting van het gebruik van zwaardere gassen. Echter blijkt wolfram chemisch zeer actief te worden bij hogere temperaturen, zoodat men in de keuze der gassen zeer beperkt blijft en vrijwel uitsluitend aangewezen is op edelgassen als krypton (Kr, atoomgewicht 84) en xenon (X, atoomgewicht 131). Bij gebruik van deze gassen voor de ballonvulling kan de temperatuur van den gloeidraad verder verhoogd worden, waardoor het licht witter wordt. De beste resultaten, bereikt met een mengsel van deze zeldzame edelgassen, geven ongeveer 25% beter lichtrendement. In tabel 3 wordt een overzicht gegeven over de resultaten verkregen met een reeks van meer dan 10 000 lampen, waaruit duidelijk het voordeel blijkt van het gebruik van de genoemde zware edelgassen¹²⁾.

Overzicht van het gemeten lichtrendement van eenige overeenkomstige typen van gloeilampen (enkel gespiraliseerd), gevuld met resp. een argon-stikstofmengsel en een krypton-xenonmengsel.

TABEL 3.

Watt (115 Volt)	15	25	40	60	75	100	300
A-N-vulling	8,2	8,6	10,4	12,0	12,8	13,3	15,9
Kr-X-vulling	10,40	12,07	14,32	15,33	16,38	17,35	20,42
Watt (220 Volt)	40	60	75	100			
A-N- vulling	8,5	10,1	10,9	11,9			
Kr-X- vulling	11,75	13,06	13,94	15,37			

12) *Génie Civil*, 106, (1935), 495.

De gunstige thermische eigenschappen van deze zware edelgassen maken een belangrijke verkleining van het te gebruiken gasvolume mogelijk tot ongeveer 50 à 40% van de bij argonvulling noodzakelijke hoeveelheid. *Figuur 3* geeft een denkbeeld van de verkleining van den balloninhoud. Het is ook mogelijk om met gunstig rendement 15 Watt gasgevulde lampen te fabriceren. Waar het afscheiden van deze gassen vrij kostbaar is, is dit een welkome eigenschap; hierdoor is ongetwijfeld op den duur een vervanging van argonlampen door bijv. kryptonlampen in uitzicht te stellen. Reeds thans zijn deze lampen op de markt verkrijgbaar.

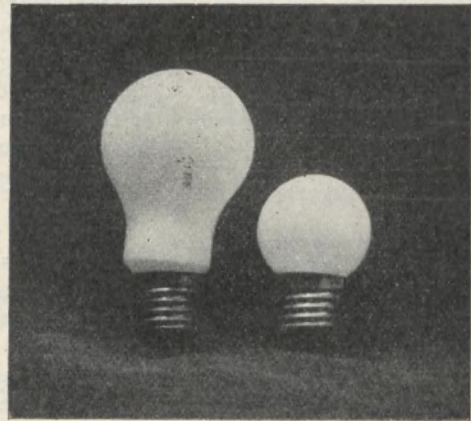


Fig. 3. Twee gloeilampen van 40 W; links met argon-, rechts met kryptonvulling.

7. Slotopmerking.

De aandacht zij erop gevestigd, dat niettegenstaande de hiervoren beschreven verbeteringen het rendement van gloeilampen nog slechts betrekkelijk gering is. De toegevoerde energie in een 100 W gloeilamp verdeelt zich over warmte-verliezen, onzichtbare straling en zichtbare straling ongeveer als in tabel 4 aangegeven. Zelfs met de beste gloeilampen komt men voor de zichtbare straling niet verder dan circa 15 procent¹³⁾.

Het is daarom begrijpelijk, dat men zoekt naar nieuwe wegen om tot een beter rendement te komen in het gebied van de zichtbare straling.

Energieverdeling in procenten en lichtopbrengst in lm/W van eenige 100 W gloeilampen.

TABEL 4.

	Vacuum-lamp	Argon-lamp	Krypton-lamp
Warmteverliezen in de doorvoerleidingen, de huls en in het gas in procenten	7	22	11
Onzichtbare straling in procenten	86	68	76
Zichtbare straling in procenten	7	10	13
Lichtopbrengst in lumen per Watt	10,4	13,8	16,8

13) *Electricité*, 20, (1936), 385.

III. ONTLADINGSGLAMPEN ¹⁴⁾.

1. Ionisatie en aanslag.

Een elektrische ontleding in haar eenvoudigsten vorm vindt plaats in een met een gas of damp gevulde ruimte, aan welker uiteinden twee elektroden A en K (fig. 4) zijn ingesmolten, die aan een spanningsbron zijn aangesloten over een weerstand R. Indien stroom tusschen A en K vloeit, gaan de electronen naar de positieve pool A, waar zij worden opgenomen, terwijl de ionen loopen naar de negatieve pool K, waar zij zich vereenigen met de daaruit vrijkomende electronen tot neutrale atomen.

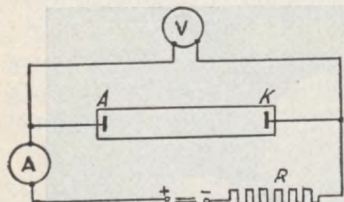


Fig. 4. Schakeling van een elektrische ontleding.

De mogelijkheid van een voortdurende ontleding (geleiding) van electriciteit door gassen of dampen berust daarop, dat onder zekere voorwaarden zich een zoodanige toestand van het gas instelt, dat de vorming van nieuwe ionen (ionisatie) even groot is als de recombinatie. Zou deze ionisatie grooter zijn dan de recombinatie, dan zou de stroomsterkte stijgen. Daardoor neemt dan het spanningsverval aan den weerstand R toe en daalt de spanning tusschen de polen A en K. In het algemeen neemt hierdoor de ionisatie weer af, zoodat de ontleding naar een stationnaire instelling streeft. Deze negatieve stroomspanningskarakteristiek maakt het gebruik van een uitwendigen weerstand R in deze gelijkstroomschakeling beslist noodzakelijk voor het verkrijgen van een dergelijke stabiliteit. Ons interesseert intusschen de geleiding minder dan de lichtemissie, waarmede deze gepaard gaat.

Wij kunnen, teneinde een verklaring te geven, eenvoudigheidshalve beginnen met de beschouwing van het waterstofatoom. In den stationnairen toestand van het waterstofatoom bestaat dit uit een kern van een enkelvoudige positieve lading en een electron. In fig. 5a zijn verder enkele concentrische cirkels 2, 3, 4, 5, 6 en 7 om het atoom geteekend, welke aangeven, dat het electron zich ook in deze banen kan bewegen, waarbij telkens de energie grooter is. Deze hogere energietoestanden worden de aangeslagen toestanden genoemd. Eerst als de straal van deze banen zoo groot wordt, dat het electron buiten de invloedssfeer komt van de kern, heeft ionisatie plaats, welke een positief ion (in dit geval de kern alleen, het proton) en een afgesplitst vrij electron oplevert.

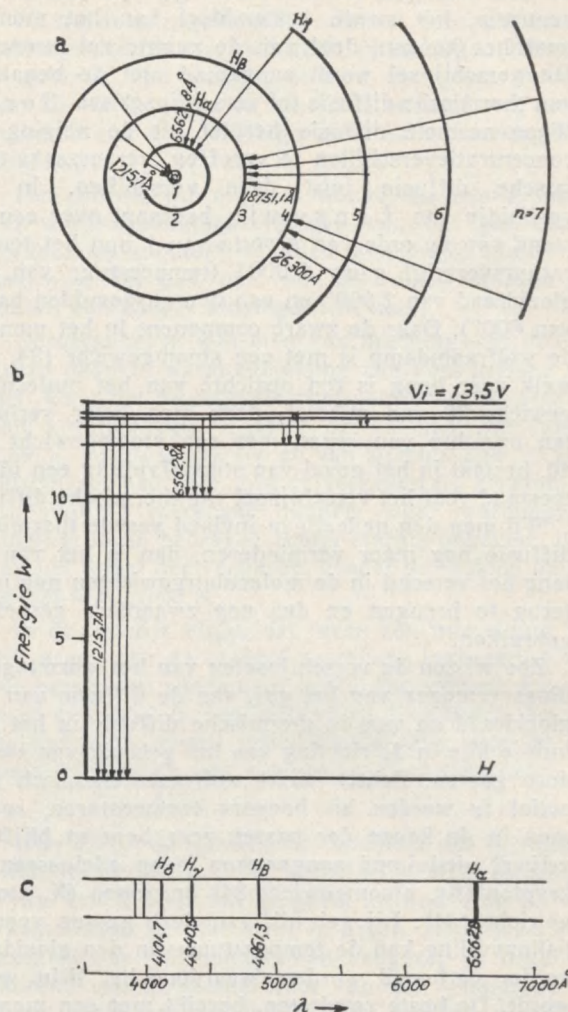


Fig. 5. Waterstofatoom.
a. Banen der aangeslagen toestanden.
b. Vereenvoudigd energieschema.
c. Zichtbaar spectrum.

Terwijl de geïoniseerde toestand van belang is als mechanisme voor de geleiding van electriciteit door het gas, zijn juist de aangeslagen toestanden van belang voor de lichtemissie. Een aangeslagen atoom toch heeft de neiging na korten tijd terug te keeren van dezen toestand van verhoogde energie naar den stationnairen toestand onder uitzending van een hoeveelheid energie, die gelijk is aan het energieverval ($W_2 - W_1$) der beide toestanden. Bij dezen overgang behoort volgens de betrekking van Planck een straling van de frequentie:

$$\nu = \frac{W_2 - W_1}{h} \quad \dots \dots \dots (7)$$

en dus een golflengte

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{hc}{W_2 - W_1} \quad \dots \dots \dots (8)$$

waarin c de absolute lichtsnelheid voorstelt en h de constante van Planck. Voor een waterstofatoom met de in fig. 5a aangegeven mogelijkheden van aanslag bestaan vele mogelijkheden van terugval naar

- 14) a. Uytterhoeven, Elektrische Gasentladungslampen, Springer, Berlin. (In dit boekwerk wordt een uitvoerige literatuurlijst aangegeven).
- b. v. Engel en Steenbeck, Elektrische Entladungen, Springer, Berlin.
- c. Seeliger, Physik der Gasentladungen, Barth, Leipzig.
- d. Emeleus, The Conduction of Electricity through Gases, Methuen, London.

toestanden van minder energie en naar den grondtoestand, telkens onder uitstraling van een bepaalde hoeveelheid energie en dus gepaard gaande met een straling van een zeer bepaalde golflengte. Voor zoover deze golflengten in het zichtbare gebied liggen zijn zij de oorzaak van de lijnen in het zichtbare waterstofspectrum, zooals dat in fig. 5c is aangegeven.

Voor een goed begrip zij in herinnering geroepen, dat het zichtbare gebied zich uitstrekt van 40×10^{13} Hertz (rood) tot 76×10^{13} Hz (violet), d.i. van ongeveer $7\,000 \text{ \AA}$ tot ongeveer $4\,000 \text{ \AA}$ golflengte.

Hoewel het uitermate aantrekkelijk is dieper op de atoomtheorie in te gaan, teneinde een volledige verklaring te zoeken van de optredende verschijnselen, is het in verband met dit artikel van belang de beschouwingen te beperken. Hetgeen verder volgt is dan ook door de opgelegde beperking slechts in zeer algemeen zinn van waarde.

2. Natrium- en kwikdamp.

De ontladingen in natrium- en kwikdamp worden ten behoeve van verlichtingsdoeleinden tegenwoordig in de praktijk het meest toegepast. Wij dienen dus een oogenblik stil te staan bij de structuur van de Na- en Hg-atomen en bij de wijze waarop zij worden aangeslagen.

Er is een zekere hoeveelheid energie benodigd om een electron van de atoomrust af te scheiden; zoo wel bij natrium als bij kwik blijkt daarbij het buitenste electron gemakkelijker te verwijderen te zijn (ionisatie) dan de volgende. Om dit gedaan te krijgen moet, zooals reeds bij het geval van waterstof uiteengezet, een bepaalde hoeveelheid energie toegevoerd worden aan het atoom, b.v. door een electron er tegen te doen botsen, dat door een electrisch veld voldoende versneld is om de benodigde energie aan het atoom over te kunnen dragen.

Heeft een electron met een lading e een spanningsverschil doorlopen van een Volt, dan is de daarbij verkregen kinetische energie een electronvolt, of anders uitgedrukt: het electron heeft een energie van 1 Volt verkregen, een waarde die overeenkomt met ongeveer $1,6 \times 10^{-12}$ erg.

Om nu een natrium- en een kwikatoom te kunnen ioniseeren zijn noodig electronen met een energie van 5,12 V en 10,38 V. Botsen electronen met minder dan deze energie tegen het atoom, dan kan dit niet worden gefoniseerd. De natrium- en de kwikatomen zijn toch in staat om kleinere hoeveelheden energie op te nemen, waardoor zij echter in de hiervoor genoemde aangeslagen toestanden geraken. Deze hoeveelheden energie bestaan telkens uit zeer bepaalde bedragen, welke overeenkomen met de voor de aangeslagen toestanden benodigde hoeveelheden energie.

Indien nu tegen een Na-atoom een electron botst, dat een spanningsverschil heeft doorlopen van 2 V of minder, dan heeft een volkomen elastische botsing plaats. Komt het atoom echter in aanraking met een electron, dat 2,1 V doorlopen heeft, dan kan de verkregen energie overgedragen worden aan het atoom, dat daarbij in de eerste aangeslagen toestand komt, van waaruit het spoedig (b.v. na ongeveer 10^{-8} sec) terugkeert in den grondtoestand onder uitzending

van de opgenomen hoeveelheid energie als een kwantum, dat volgens formule (8) een zeer bepaalde golflengte van $5\,890 \text{ \AA}$ heeft en in dit geval in het gebied van het zichtbare licht valt. Dit is een der gele lijnen waaruit het natriumlicht, spectroscopisch ontleed, blijkt te bestaan.

Zooals reeds bij waterstof aangehaald werd, zijn verschillende aangeslagen toestanden mogelijk. Het terugvallen van een electron vanuit een bepaalden willekeurigen aangeslagen toestand naar een anderen geschiedt steeds onder het uitstralen van energie, waarvan de golflengte wordt bepaald door de reeds genoemde formule (8). Indien wij nu, door de botsende electronen steeds grotere energie te geven, meerdere aangeslagen toestanden forceeren, zullen wij ook de mogelijkheid van meerdere uitgezonden spectraallijnen krijgen totdat in het geval van natrium bij te groote energie, n.l. 5,12 V ionisatie optreedt.

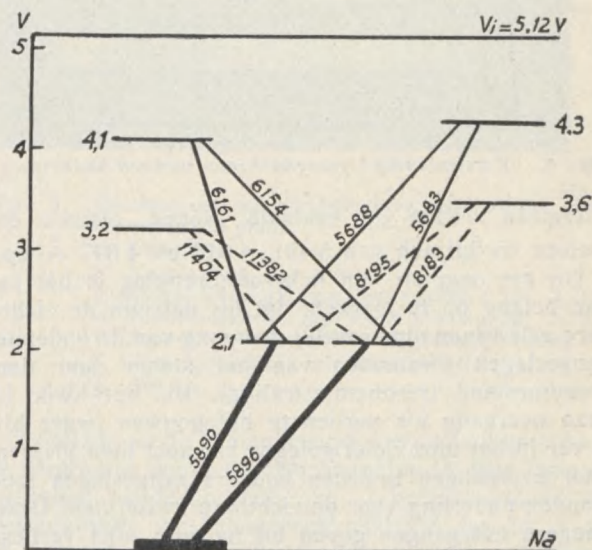


Fig. 6. Vereenvoudigd energieschema van een natriumatoom. De niet-horizontale strepen geven mogelijke overgangen aan; de buiten het zichtbare spectrum gelegen overgangen zijn gestippeld. De getallen betekenende de bij den overgang behorende golflengten in $\text{\AA}$.

In het z.g. energieschema van natrium fig. 6 is op de verticale as het aantal Volts aangegeven, dat een botsend electron minstens moet hebben doorlopen om het natriumatoom op een bepaald niveau aan te slaan, terwijl verder telkens de getallen zijn vermeld, aangevende de golflengten van de straling bij het terugvallen van een niveau in het andere. Wij zien daaruit, dat naast de beide gele lijnen van de eerste aangeslagen toestanden naar den grondtoestand nog verschillende andere stralingsmogelijkheden bestaan, die niet alle in het zichtbare gebied liggen, zooals bijv. de infrarode lijn van $11\,404 \text{ \AA}$.

In fig. 7 is hetzelfde energieschema voor kwik geteekend. Hier ziet men, dat bij $6,7 \text{ V}$ een aangeslagen toestand ontstaat, die bij terugvallen een ultraviolette lijn van $1\,850 \text{ \AA}$ produceert, welke dus direct voor een lichtindruk van geen belang is. Eerst bij hogere

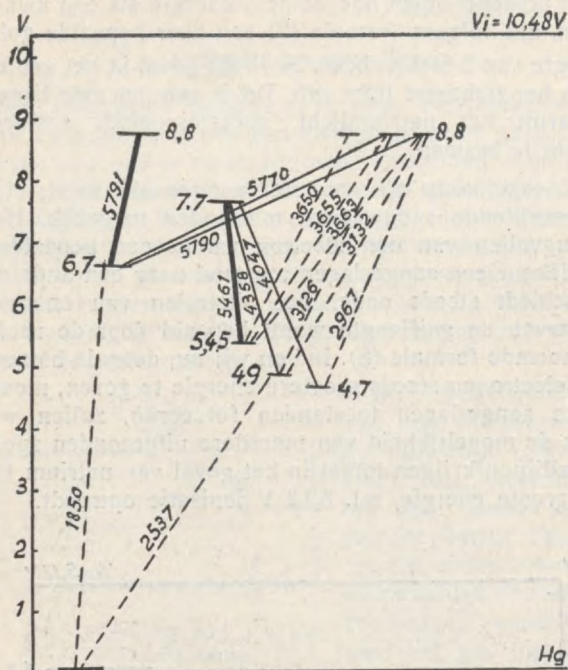


Fig. 7. Vereenvoudigd energieschema van een kwikatoom.

energieën treden de bekende groene, blauwe en violette kwiklijnen van 5 461, 4 358 en 4 047 Å op.

Uit het oogpunt van lichtvoortbrenging is het nu van belang op te merken, dat bij natrium de zichtbare gele lijnen ontstaan bij overgang van de onderste aangeslagen toestanden van het atoom naar den grondtoestand (resonantiestraling). Bij het kwik is deze overgang als verlies te beschouwen, want hij is ver in het ultraviolet gelegen en moet men grijpen naar overgangen tusschen hoogere aangeslagen toestanden onderling voor de zichtbare kwiklijnen. Deze hoogere overgangen geven bij natrium juist verlies, omdat zij infrarode lijnen leveren. In deze feiten ligt het fundamentele verschil in de technische ontwikkeling van de natrium- en de kwiklampen.

De eisch van een zoo hoog mogelijk nuttig effect van de zichtbare straling beteekent, dat men er voor zorgt, dat bij natriumlampen de resonantiestraling overheerscht en zoo weinig mogelijk overgangen optreden tusschen hoogere aangeslagen toestanden, terwijl bij kwiklampen het mechanisme juist zoo moet zijn, dat de straling tusschen hoogere overgangen een zoo groot mogelijke rol speelt. Dit heeft er toe geleid natriumlampen met zoo laag mogelijke dampdrukken en stroomdichtheden te construeeren en kwiklampen daarentegen met zeer hoge dampdrukken en stroomdichtheden. De grenzen worden bepaald door in de technische practijk te verwezenlijken maximale en minimale dampspanningen en temperaturen.

3. De natriumlamp.

Het voordeel van de natriumlamp is, dat de ooggevoeligheid bij de resonantiestraling (gele lijnen) van natrium zeer groot is, n.l. 76,5% van de maximale waarde, en dat dus met natrium een practische lichtbron is te verkrijgen met zeer hoog rendement. Het

nadeel van de natriumlamp is, dat door de enkelvoudige kleuring van het uitgestraalde licht, deze slechts in zeer bepaalde gevallen bruikbaar is.

In de practijk diende in de eerste plaats gevonden te worden een glassoort, welke bij de optredende temperaturen niet door natriumdamp werd aangetast. Men vond deze in het boraatglas, dat dan ook, na overwinning van diverse technische moeilijkheden, algemeen wordt toegepast.

De dampdruk van het natrium is bij normale temperatuur zoo laag, dat geen ontlading mogelijk is, zoodat de lamp behalve van natrium ook van een neongasvulling is voorzien, welke laatste de ontsteking mogelijk maakt. Door de neon-ontlading wordt de glaswand verwarmd, waardoor het erop neergeslagen natrium verdampt, zoodat na eenigen tijd de druk van het natrium voldoende groot wordt om in de lichtstraling te overheerschen. Vandaar dat de lamp bij ontsteken de betrekkelijk zwakke roode neonkleur vertoont, om geleidelijk over te gaan naar de groote intensiteit van het gele licht der natriumontlading, waarvan de volle lichtsterkte na 8 à 10 minuten wordt bereikt. Men moet ervoor zorgen, dat de lamp met zoo min mogelijk energie op de juiste temperatuur gebracht en gehouden wordt. Hiervoor dient warmte-isolatie te worden toegepast. Deze wordt gevonden door toepassing van een vacuumglas om de lamp. Van de drie reeds bij de gloeilamp besproken vormen van warmteverlies, n.l. straling, geleiding en convectie (strooming), ontbreken dan de twee laatste.

De ontwikkeling van de natriumlamp werd verder geleid door den eisch van behoorlijke temperatuurverdeling. Voor het verkrijgen van den vereischten dampdruk (ongeveer 10^{-5} at) moet de temperatuur van de koudste plaats in de lamp ca. 280°C bedragen, terwijl de ballon of buis, o.m. met het oog op de aantasting van het glas, nergens veel warmer mag zijn.

Er werden uit deze beperkingen een laagspannings-booglamp ontwikkeld (10—30 V bedrijfsspanning) met geringen elektroden-afstand en een zuilontladingslamp met grooteren elektroden-afstand en hogere spanning (100 V en hooger).

Het electrodensysteem bestaat bij de laagspannings-booglamp uit een in het centrum der ontladingsruimte opgestelde kathode en twee ringvormige anoden, die zich op ca. 2 cm afstand onder en boven de kathode bevinden. De kathode wordt afzonderlijk verwarmd door een gloeistroomtransformator. De zuillamp, die uitsluitend op wisselstroom kan branden, heeft aan elk einde van de U-vormig omgebogen buis een electrode, die als kathode zoowel als anode dienst moet doen. In de laatstgenoemde positieve phase is de verwarming zoo groot, dat een speciale gloeistroomtransformator hier niet noodig is. Voor de beide typen van lampen dient een stroombegrenzend apparaat geschakeld te worden, hetwelk de functie heeft van den weerstand R in fig. 4. Dit wordt gevonden in een lektransformator, welke bij onbelasten toestand een voldoende hoge ontsteekspanning levert en daarna door zijn groote impedantie den stroom begrenst.

Er zijn in de practijk enkele lampentypen ontstaan, die veel toepassing vinden. Vooral de buislampen

komen veel voor. Zij worden uitgevoerd in typen, welke een lichtstroom opleveren van 2 500, 4 000, 6 500 en 10 000 lm bij een opgenomen vermogen (d.i. zonder voorschakelapparaat) van resp. 45, 60, 85 en 140 W. Hieruit volgt voor de lamp zelve een rendement van rond 40 tot 75 lm/W netto, d.i. met voorschakelapparaat blijft de lichtopbrengst toch nog steeds rond 35 tot 60 lm/W, hetgeen het drie- tot viervoudige is van die van de gloeilamp.

Het sterk monochromatische karakter en de reeds gemelde gunstige ligging der gele natriumlijnen in verband met de ooggevoeligheid bepalen de beperkte bruikbaarheid en tevens de aantrekkelijkheid van de lamp. Door het monochromatische karakter en dus door de afwezigheid van chromatische aberratie in het oog is de gezichtsscherpte bij natriumlicht groter dan bij gloeilampenlicht. De waarnemingssnelheid, welke zeer nauw samenhangt met de gezichtsscherpte, is ook groter. Ook uit het oogpunt van successieve verblinding levert het Na-licht belangrijke voordeelen.

Het monochromatische karakter beperkt het gebruik tot die gevallen waar weergave van kleuren geen rol speelt. Huisverlichting, straten in stadscentra enz., zijn hierdoor dus onmiddellijk uitgeschakeld. Helaas wordt hiertegen door al te ijverige, doch weinig deskundige, vertegenwoordigers der lampenfabrikanten wel eens gezondigd, hetgeen slechts tot gevolg heeft, dat op plaatsen, waar de lampen zeer goed en wel met voordeel bruikbaar zouden zijn, zij door vooroordeel bij den afnemer opgewekt, niet worden toegepast. Dit kan niet anders dan den ontwikkelingsgang schaden.

Natriumlampen zijn bij uitnemendheid bruikbaar in gevallen waarbij gezichtsscherpte van groot belang is, of waar waarnemingssnelheid een rol speelt, dan wel in gevallen waar de helderheidsniveaux zoo laag zijn, dat groote contrastrijkheid gewenscht is en waar verblinding moet worden vermeden, dan wel waar zeer groote oppervlakten moeten worden verlicht. Dit is bijv. van toepassing op buitenwegen met druk verkeer. Zoo werd in Nederland vastgesteld, dat deze verlichting in beschouwing genomen kan worden op alle groote rijksstraatwegen met een verkeersdichtheid van meer dan 2 400 voertuigen per etmaal. Na de eerste proeven met den straatweg Amsterdam — Haarlem werd besloten deze verlichting geleidelijk op andere hoofdverkeerswegen toe te passen. Spoorweg-emplacementen en rangeerterreinen vormen eveneens een dankbaar object. Zoo is bijv. het emplacement te Medan van de Deli Spoorweg Maatschappij van natriumverlichting voorzien.

Samenvattend constateeren wij, dat we in de natriumdampamp een lichtbron bezitten met een hoog rendement die verder in bepaalde gevallen door het monochromatische karakter van het licht groote voordeelen biedt en waarvan het gebruik aan den anderen kant door deze eigenschap juist beperkt wordt.

4. De kwiklamp.

De met de natriumlamp overeenkomstige lagedruk kwiklamp is voor directe lichtopwekking van weinig beteekenis, omdat de Hg-resonantielijne van 2 537 Å ver in het ultraviolette ligt. Deze soort lampen wordt evenwel toch uitgevoerd als lagedruk kwiklamp met

gloeikathode, waarbij de opgewekte straling in zichtbaar licht wordt omgezet met behulp van op de ballon aangebrachte fosforen, waarover in het laatste gedeelte van dit artikel meer wordt gesproken.

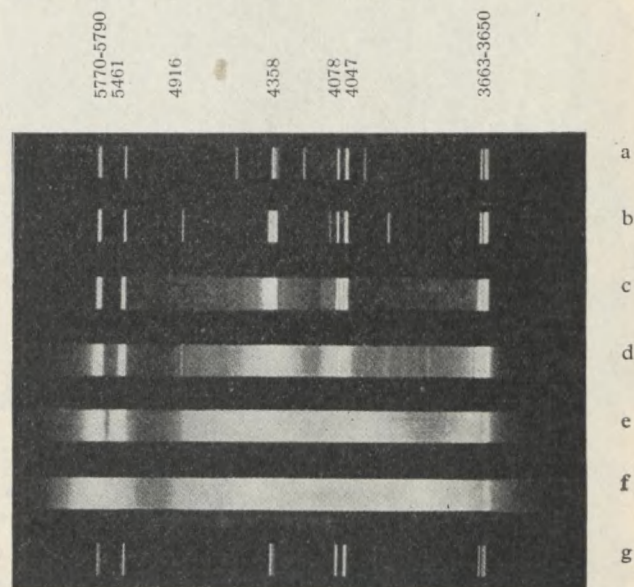


Fig. 8. Opname van het kwikdampspectrum op een panchromatische plaat.

- a. Lage druk.
- b. Hooge druk, ca. 1 at.
- c. Superhoogedruk, met lucht gekoeld, ca. 20 at.
- d. Superhoogedruk, met water gekoeld, ca. 20 at.
- e. Superhoogedruk, met water gekoeld, ca. 125 at.
- f. Superhoogedruk, met water gekoeld, ca. 175 at.
- g. Als a.

Teneinde nu de lichtopbrengst van de kwikontlading te vergrooten wordt de dampspanning in deze lampen verhoogd, bij de normale voor verlichtingsdoeleinden gebruikelijke z.g. hoogedrukkwiklamp tot ca. 1 at en bij de superhoogedrukkwiklamp tot ca. 20 atm. Doordat in het algemeen de regel geldt, dat bij hooger dampdruk en grootere stroomdichtheid het spectrum rijker zal zijn aan straling van langere golflengten, terwijl tevens de ultraviolette straling door de kwikdamp wordt geabsorbeerd, zal het rendement in het zichtbare gebied bij dezen druk groter zijn, dan bij den druk van de in de vorige alineae genoemde lamp. Ook worden de karakteristieke kwiklijnen breder en er komt een zwakke continue ondergrond in het spectrum te voorschijn. De afwijking van de spectrale verdeling van die van het daglicht en van die van het gloeilampenlicht is nog zeer aanzienlijk bij deze lampen, ofschoon de subjectieve waardeering van de superhoogedrukkwiklamp reeds is: een iets blauw getinte witte kleur. Bij opvoeren van den druk tot ongev. 200 at in de watergekoelde superhoogedrukkwiklampen krijgt het continue spectrum zelfs een zeer groot aandeel in de lichtopbrengst. Fig 8 geeft een denkbeeld van de verandering, die het spectrum ondergaat bij verhooging van den dampdruk en vergroting van de stroomdichtheid¹⁵⁾.

15) Elenbaas, *Ned. Tijdschr. v. Natuurkunde*, 4, (1937), 65—87.

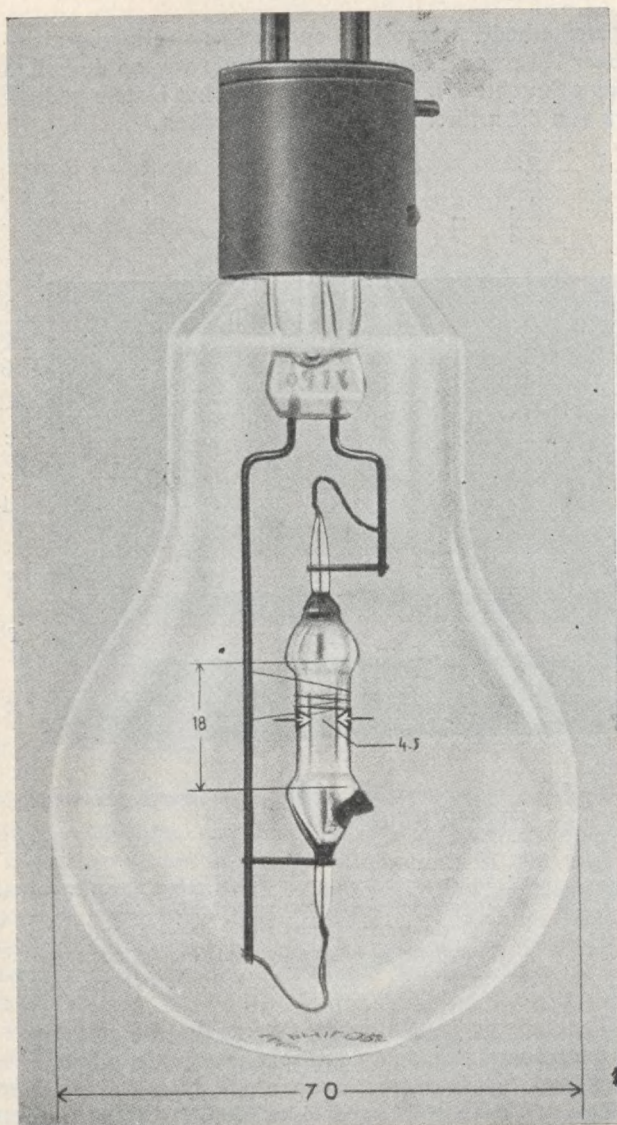


Fig. 9. Superhoogedruk kwikdamplamp.

In fig. 9 wordt een afbeelding gegeven van de luchtgekoelde superhoogedrukkwiklamp. De ontleding heeft plaats in een klein kwartsbuisje in het midden van den ballon. Aan de beide einden ervan zijn de electroden ingesmolten; de afstand der electroden is 18 mm en de inwendige diameter van het buisje circa 4,5 mm. In de ballon om dit buisje bevindt zich een gas, waardoor o.a. de warmteafgifte wordt vergroot. Bij een toegevoerd vermogen van 75 W in een bepaalden uitvoeringsvorm levert dit type lamp een lichtstroom van 3 000 lumen, hetgeen een rendement geeft van 40 lm/W. De lampen moeten echter, zooals bij alle gasontladingslampen, die een negatieve stroomspanningskarakteristiek hebben, voorzien zijn van een middel tot stroombegrenzing, waartoe in de practijk voor wissel-

stroom een smoorspoel of een transformator met groote strooiing wordt gebruikt, waarin een verlies optreedt van ca. 15 W. Hierdoor wordt het netto rendement teruggebracht tot 33 lm/W, hetgeen evenwel ten opzichte van de 13 lm/W van de normale gloeilamp een flinke verbetering is. Eenzelfde lamp voor 5 000 lumen en een vermogen van 120 W is eveneens op de markt verkrijgbaar.

Een nadeel is, evenals dat het geval is bij de Na-lamp, dat eerst na eenigen tijd, bijv. na 2 à 4 minuten, de volle lichtstroom wordt uitgezonden. Verder komt daar voor de kwiklamp bij, dat deze pas opnieuw kan worden ontstoken nadat zij behoorlijk is afgekoeld, omdat de ontsteekspanning bij den hoogen kwikdampdruk zeer hoog ligt.

De gebruiksmogelijkheden van de superhoogedruk kwiklamp worden, hoewel het licht niet monochromatisch is zooals natriumlicht, eveneens beperkt door het niet zuiver continu zijn van het spectrum en vooral door het ontbreken van de roode kleur. Deze lampen kunnen dus gebruikt worden op dezelfde plaatsen als de eerder genoemde natriumlamp, zooals voor de verlichting van buitenwegen en straten met weinig bebouwing, voor fabrieksterreinen, voor fabriekshallen waar geen kleurbeoordeeling noodig is, enz., in het kort op plaatsen waar een hoog rendement en een groote gezichtsscherpte gewenscht is, doch geen kleuronderscheid behoeft te worden gemaakt.

Echter zijn de afmetingen van de hier bedoelde hoogedruk kwiklampen vergelijkbaar met die van de grootere gloeilampen. Zij kunnen tezamen met een gloeilamp in een z.g. menglicht armatuur geplaatst worden en geven dan in bepaalde verhoudingen als menglicht een zeer goede benadering zelfs van de daglichtkleur. In deze uitvoering komen zij in aanmerking voor utiliteitsverlichting, vooral aangezien van dit menglicht het rendement nog altijd vrij hoog is. Behalve dit maken zij kleurbeoordeeling mogelijk, die bij gloeilampenlicht nog wel eens te wenschen overlaat door overmaat van rood licht ten opzichte van blauw en groen. Dit menglicht vindt verder ook steeds



Fig. 10. De verlichtingsinstallatie van een der sorteerzalen in het postkantoor te Medan (gloeilampen).

meer toepassing in ruimten waar het daglicht niet altijd toereikend is, zooals in kantoorruimten en fabrieken, daar hiermede valsch licht kan worden voorkomen. De meest getrouwe nabootsing van het daglicht verkrijgt men door de lichtstroomen der lampen ongeveer in de verhouding 1 : 1 te mengen, dus bij een 75 W kwiklamp een 200 W gloeilamp. Echter geeft een mengverhouding 2 : 1 of zelfs 3 : 1 nog voldoende kleurcorrectie. Deze overwegingen deden den schrijver van dit artikel er o.a. toe besluiten voor te stellen een dergelijke menglichtinstallatie te plaatsen in de sorteerzalen van het postkantoor te Medan. Bij vergelijking van fig. 10 en fig. 11 is duidelijk zichtbaar, welk een verbetering de nieuwe installatie ten opzichte van de oude in een dezer zalen heeft gegeven. Het totale stroomverbruik is ongeveer hetzelfde gebleven, terwijl de verlichtingssterkte, die oorspronkelijk onvoldoende was, thans varieert van 60 tot 180 Lux en de kleur aangenaam aandoet. Voor proef werd in een der zalen een lichtstroomverhouding kwiklamp : gloeilamp = 1 : 1 en in de andere een verhouding 2 : 1 toegepast. De resultaten in deze laatste zaal zijn nog zeer bevredigend, terwijl het rendement uiteraard hooger is dan bij de menging van 1 : 1. De uitkomsten zijn zeer veel economischer dan het gebruik van verlies veroorzakende filters, zooals bijv. bij de z.g. daglichtgloeilamp het geval is. De toegepaste verlichtingsmethode is telkens ten deele



Fig. 11. De verlichtingsinstallatie van dezelfde sorteerzaal in het postkantoor te Medan als fig. 10 met kwikmenglicht. Het geïnstalleerd vermogen is ongeveer gelijk aan dat in de vorige figuur.

zuivere algemeene verlichting en ten deele plaatse-lijke verlichting met toegevoegde algemeene verlichting, waardoor twee soorten armaturen op de foto's zichtbaar zijn.

Aangezien specifieke lichtopbrengst, levensduur en aanschaffingskosten in engeren zin de factoren zijn, die het rendement van een verlichtingsinstallatie bepalen, is het mogelijk uit te rekenen bij welken stroomprijs een gasontladingsverlichting in het bedrijf goedkoper is dan een gloeilampenverlichting. Echter dient steeds rekening te worden gehouden met het feit, dat andere overwegingen een rol spelen.

IV. LUMINESCENTIE ¹⁶⁾.

1. Grondslagen.

Fluorescentie is de eigenschap van een stof om geabsorbeerde straling van geschikte golflengte weder als licht uit te zenden. Als dit oplichten nog waarneembaar blijft nadat de bestraling heeft opgehouden, wordt het verschijnsel fosforescentie genoemd. Vastgesteld is thans wel, dat alle stoffen, die door bestraling lichtend worden, steeds een eindigen nalichtduur vertoonen, die echter uiteenloopt van een honderd-miljoenste seconde bij de eene tot eenige maanden bij de andere stof. Daarom worden de beide verschijnselen wel samengevat onder den naam van luminescentie. Indien het oplichten veroorzaakt wordt door bestraling met licht spreekt men van fotoluminescentie ter onderscheiding van verschijnselen van lichtuitstraling onder invloed van röntgenstralen, kathodestrallen, warmte, mechanische deformatie, chemische reactie, enz.

Luminescentie treedt met lage helderheden op in een groot aantal organische producten in ons dage-

lijksch leven, zooals zaden, planten, hout, melkproducten, smeerolie, papier. Ook anorganische verbindingen vertoonen dit verschijnsel. De emissie vertoont telkens karakteristieke eigenschappen, die het mogelijk maken variaties in substantie en zelfs kwaliteitsverschillen vast te stellen. Steeds meer gaat men in de meest uiteenlopende gevallen het nut van luminescentiewaarneming in grondstoffen- en procédé-controle inzien.

In dit artikel interesseeren ons echter in de eerste plaats de kunstmatig bereide krachtig fluoresceerende producten, meest vaste anorganische stoffen, zooals sulfiden, oxyden, wolframaten, silicaten, boraten en fosfaten. Deze vaste stoffen worden vaak ietwat inconsequent aangeduid als fosforen of beter als luminoforen. Zij worden reeds jaren toegepast in de röntgentechniek en korter in de televisietechniek. De toepassing ervan in de verlichtingstechniek dateert echter eerst van omstreeks 1934 ¹⁷⁾.

Reeds van den eersten tijd af, dat men zich bezig hield met de technische opwekking van licht, heeft men getracht, het luminescentieverschijnsel toe te passen. Eerst sedert de ontwikkeling der metaaldamp-

16) a. Fonda, *El. Engg.*, 57, (1938), 677—680.
b. de Groot, *Philips' Techn. Tijdschr.*, 3, (1938), 129.
c. Gisolf en de Groot, *Philips' Techn. Tijdschr.*, 3, (1938), 245.

17) Rüttenauer, *Licht*, 7, (1937), 1.

en gasontladingslampen is echter de techniek der fosforen zoodanig vooruitgeschreden, dat zij hierin praktische toepassing heeft gevonden. Deze lampen zenden bijv. in het geval van de kwik- en neonlampen behalve de zichtbare straling, zooals hiervoor werd uiteengezet, een aanzienlijke hoeveelheid onzichtbare straling uit. Met behulp der fosforen gelukt het nu een gedeelte van deze straling in zichtbaar licht om te zetten en aldus het lichtrendement te vergrooten. Verder is het van belang, dat deze fosforen ons in staat stellen de samenstelling, d.i. de kleur, van het licht te wijzigen.

Doordat luminescentie zeer algemeen optreedt — men kan wel zeggen, dat behalve niet-verontreinigde metaaloppervlakken bijna iedere substantie bij bestraling met licht van geschikte golflengte luminesceert — werd dit verschijnsel reeds vroeg opgemerkt. De ontdekking van fosforescentie dateert bijv. van 1602, toen Casciarolus baryt in het vuur verhitte en daarbij een praeparaat verkreeg, dat, na aan het licht bloot gesteld te zijn geweest, in het donker met roode kleur bleef nalichten. Fluorescentie werd ontdekt door Grimaldi in 1665, die opmerkte, dat een aftreksel van een bepaalde voor geneeskrachtig gehouden houtsoort in doervallend licht geel en in opvallend licht blauw gekleurd is. Eerst de ontwikkeling van de natuur- en scheikunde in de 19de en 20ste eeuw deed de mogelijkheid aan de hand om de meestal zeer ingewikkelde verschijnselen te onderzoeken. Het zijn vooral Kayser¹⁸⁾ en Lenard¹⁹⁾ geweest, die zich interesseerden voor fluoresceerende en fosforesceerende praeparaten. Vooral laatstgenoemde verrichtte baanbrekend werk op het gebied van de verklaring der verschijnselen, welke optreden met de aardalkalifosforen.

Teneinde eenig begrip te verkrijgen van het fluorescentieverschijnsel is het van belang te beginnen met een beschouwing van het resonantieverschijnsel bij een eenatomig gas, omdat de verhoudingen hier het eenvoudigst zijn. Wij nemen daartoe natriumdamp, welke onder bepaalde omstandigheden beschouwd kan worden als te bestaan uit natriumatomen, welke zich volkomen vrij van elkaar bewegen.

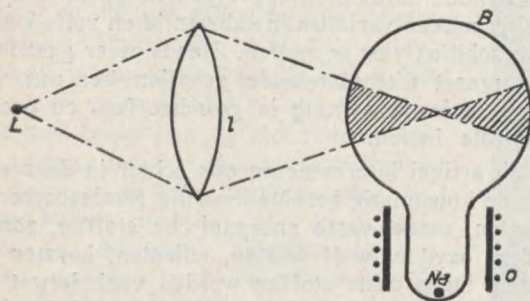


Fig. 12. Resonantiestraling van natriumdamp.

Indien van de lichtbron *L* van fig. 12, die licht voortbrengt voornamelijk bestaande uit de *D*-lijnen van het natriumspectrum, het licht geconcentreerd wordt door een lens *l* in een ballon *B* waarin zich zuivere natriumdamp van zeer geringe dichtheid bevindt, dan

wordt men in de ballon een gele lichtkegel gewaar. Volgens de quantentheorie bestaat het door *L* uitgestraalde licht uit lichtquanta, die door de dampatomen in de ballon *B* kunnen worden geabsorbeerd waardoor deze in den 2,1 V aangeslagen toestand komen, zooals in fig. 6 is aangeduid. Deze atomen zullen bijna onmiddellijk daarna, nl. voordat zij in botsing komen met een ander atoom, de opgenomen energie weer uitstralen. Dit is het gele licht, dat men waarneemt. Men duidt dit verschijnsel aan met resonantie, een minder juiste naam, welke teruggrijpt naar de opvattingen over absorptie en emissie van straling in den tijd, dat het verschijnsel voor het eerst werd onderzocht (Wood, 1905). Voegt men aan den natriumdamp stikstof toe, dan vermindert het resonantie-licht. De aangeslagen natriumatomen geven voor een deel door botsing hun energie af aan stikstofmoleculen, welke laatste hierdoor in hun geheel in voortgaande beweging geraken (translatie-energie), of waarvan de atomen in trillende beweging komen (vibratie-energie). De natriumatomen keeren in dit geval zonder licht te hebben uitgestraald naar den grondtoestand terug.

De resonantieverschijnselen bij andere eenatomige gassen, waartoe wij kwikdamp en neon zouden kunnen beschouwen in verband met het hiervoor behandelde, worden reeds ingewikkelder. Echter is voor een goed begrip van de fluorescentieverschijnselen in vloeistoffen en vaste stoffen de sprong naar tweeatomige moleculen thans gewenscht. Een typisch voorbeeld van een tweeatomig gas is jodiumdamp. In jodiumdamp zijn de twee atomen, waaruit het molecuul bestaat, vrij om ten opzichte van elkaar te trillen; dit houdt in, dat er verschillende vibratietoestanden van de beide atomen ten opzichte van elkaar mogelijk zijn. Bovendien kan het molecuul roteeren om de as, welke de beide atomen vereenigt; waaruit volgt dat er verder nog waarden bestaan, die de rotatie-energie van het molecuul kan aannemen. Het gevolg is, dat niet alleen de normaal te verwachten atomaire energieniveaux aanwezig zijn. Het corresponderende lijnspectrum wordt een bandspectrum.

In jodiumdamp bevinden zich bij kamertemperatuur alle moleculen in den grondtoestand en wel in den laagsten vibratietoestand daarvan. Tengevolge van de warmtebeweging zullen echter wel verschillende rotatietoestanden aangetroffen worden. In al deze rotatietoestanden is door absorptie van licht van passende golflengte aanslag naar een hooger electronentoestand mogelijk. Indien de dampdruk zoodanig is, dat botsing ontstaat tusschen aangeslagen moleculen met andere, zal er ook een wijziging mogelijk zijn in de vibratie- en rotatietoestanden. Dientengevolge zullen de electronen als zij naar hun normale energieniveaux terugvallen, dit niet doen tegelijk met de bekende uitgesproken quanta-emissie, doch door sprongen van verschillende grootte, waarvan de energie bepaald wordt door den abnormalen toestand, waarin het molecuul door de botsing is gekomen. Deze toestanden liggen uiteindelijk zoo dicht bijeen, dat de lichtstraling niet meer in een lijnspectrum kan worden opgelost, doch verschijnt als een spectrum van banden. Als gevolg van de botsing is het aangeslagen molecuul energie kwijtgeraakt,

18) Kayser, Handbuch der Physik, IV, 1908.

19) Lenard, Handbuch der Experimentalphysik, XIII, 1, 1928.

zoodat bij het terugvallen de uitgestraalde energie in het algemeen een verschuiving in de richting van de lange golven zal vertoonen, ten opzichte van de geabsorbeerde energie (regel van Stokes).

Deze beide verschijnselen, het breeder worden van de geëmitteerde straling en de verschuiving naar het rood, zijn karakteristiek voor luminescentie.

De verschijnselen optredend bij resonantiestraling in gasen doen reeds inzien, welke complicaties ontstaan als men overgaat van eenatome naar tweeatome gasen en van zeer lage drukken naar drukken van enkele millimeters. Het zal duidelijk zijn, dat als de concentratie en de samenstelling der atomen en moleculen nog verder wordt voortgezet, zooals bij vloeistoffen en vaste stoffen het geval is, de wederzijdsche invloed der krachten veel en veel ingewikkelder en geprononcerder wordt.

De theoretische ontwikkeling in de laatste jaren heeft aangetoond, dat de energieniveaux in een vast lichaam niet kunnen worden voorgesteld als enkele lijnen van bepaalde waarden, als in eenatome gasen van zeer lage druk, of zelfs als lijngroepen welke corresponderen met de vibratie- en rotatietoestanden in tweeatome gasen. De onderlinge inwerking der krachten tusschen atomen zoo dicht opeen als in vaste lichamen is zoo menigvuldig, dat iedere groep van energieniveaux practisch een continue band wordt ²⁰⁾.

2. Practische toepassing.

Luminesceerende stoffen kunnen, zooals hiervoor uiteengezet werd, gebruikt worden als transformatoren (fluorescentie) en als accumulatoren (fosforescentie) van straling. Het eerstgenoemde geval interesseert ons in verband met dit artikel het meest. Hierbij treedt als beperking op, dat bij deze transformatie de golflengte volgens den regel van Stokes practisch altijd toeneemt. Door toepassing van geëigende luminesceerende stoffen is het mogelijk van bepaalde ontladingen zoowel het rendement als de kleur belangrijk te verbeteren.

In de practijk gaat men uit van een gegeven ontlading en tracht een fosfor te vinden, die aan het gestelde doel beantwoordt. Men kan den nadruk leggen op rendementsverbetering, dan wel op kleurverbetering. In het eerste geval moet het maximum van de absorptiekromme van den fosfor in de buurt liggen van het maximum der ultraviolette emissie van de stralingsbron. De emissiekromme van den fosfor, die op zichzelf liefst een zoo hoog mogelijk quantarendement moet hebben, moet een maximum vertoonen in de omgeving van de maximale ooggevoeligheid d.i. bij circa 5 550 Å. Op deze wijze is het mogelijk in de practijk rendementen tot 100 lm/W te verkrijgen, echter uiteraard met als resultaat sterk gekleurde lichtbronnen.

Een practische toepassing vindt men in de hoogspannings-lagedruk kwik- en neonlampen in de reclameverlichting. Zonder bijzondere aandacht aan het rendement te schenken kan men deze tegenwoordig in velerlei kleuren verkrijgen ²¹⁾.

Deze hoogspanningsfluorescentie buislampen worden echter ook als witte lichtbronnen voor algemeene verlichting in den handel gebracht. In deze buislamp vindt de electricische ontlading plaats in kwikdamp van lage druk. De binnenzijde van de buis is bedekt met een fosfor, die de groote hoeveelheid ultraviolette straling van de lagedruk ontlading omzet in zichtbaar licht met een breed spectrum. Het rendement ligt in de buurt van 25 lm/W, ongeveer het dubbele van de moderne gloeilamp. De bezwaren verbonden aan deze lampen zijn dat zij slechts bruikbaar zijn met hoogspanning (bijv. met een 220/6 000 V transformator), en dat zij in het algemeen in buisvorm van 2 m lengte worden geleverd. Zij komen dus slechts in aanmerking bij lichtinstallaties van grooteren omvang, zooals vergaderzalen, theaters, kantoorzalen, bepaalde industrieën, enz.

Tegenover de normale gasontladingslampen op wisselstroom, waarbij met elke periode twee maal duisternis optreedt, kunnen de fosforen zoodanig gekozen worden, dat de nalichttijd ervan de duistere perioden compenseert, waardoor het verloop der lichtsterkte die van de gloeilampen benadert. Hierdoor wordt het hinderlijke flikkeren, dat aan de gasontladingslampen inhaerent is ten deele opgeheven ²²⁾.

Teneinde tegemoet te komen aan de vraag voor eenvoudiger lichtbronnen met kleurcompensatie is men ertoe overgegaan den ballon van de superhooggedruk kwiklamp in normale uitvoering, welke hiervoor werd beschreven (fig. 9), aan de binnenzijde te voorzien van een fluoresceerende laag. Deze lampen geven inderdaad een merkbare kleurverbetering, doch deze is niet zoodanig, dat een volstrekt witte lichtkleur ontstaat. Zij zijn zeer aan te bevelen voor industriele of buitenverlichtingsinstallaties, waar zij een verbetering van kleur bewerkstelligen ten opzichte van de overeenkomstige kwiklampen zonder kleurcorrectie en minder gecompliceerd zijn dan menglichtinstallaties. De 75 W lamp geeft hier weer een lichtopbrengst van 3 000 lm, ongeveer het 2,5-voudige van de overeenkomstige gloeilamp.

Uit de kleur van het uitgestraalde witte licht van verschillende lichtbronnen kan men in het algemeen nog niet besluiten, hoe de kleuren van verlichte voorwerpen in dit licht worden weergegeven. Om dit te kunnen beoordeelen, moet men weten, hoe de intensiteit van de lichtbron verloopt als functie van de golflengte. Dit zou een kromme of een omvangrijke tabel vereischen voor iedere lichtbron.

Het is echter mogelijk gebleken een lichtbron voldoende nauwkeurig te karakteriseeren door het spectrum in acht vakjes te verdeelen en den lichtstroom, die in elk van die acht vakjes wordt uitgezonden, op te geven. Er is zelfs een speciale fotometer voor het uitvoeren van deze metingen ontworpen.

Een resultaat van eenige metingen met dezen fotometer wordt gegeven in de tabel 5. Uit deze tabel blijkt, dat het licht van de gloeilamp afwijkt van het zonlicht door te veel aan rood en te weinig aan blauw. Dit verschil wordt ten deele gecompenseerd door een geschikt filter (ballon van de zonlichtlamp). De kwiklamp wijkt sterk af van het daglicht door een

²⁰⁾ Seitz en Johnson, *Journ. Appl. Phys.*, 8, (1937), 84.

²¹⁾ Rüttenauer, *E.T.Z.*, 59, (1938), 1158.

²²⁾ Andresen, *Licht*, 7, (1937), 235 en 8, (1938), 51.

teveel aan violet en een gebrek aan rood; deze afwijking is bij de lagedruk kwiklamp groter dan bij de hoogedruk kwiklamp. Door toepassing van fluoresceerende stoffen is het echter mogelijk met be-

hulp van een ontleding in kwikdamp een lichtbron samen te stellen die tusschen de gloeilamp en het daglicht ligt: de — het laatst besproken — super hoogedruk kwiklamp met kleurcorrectie.

Relatieve lichtstroom vallende in verschillende spectraalgebieden voor enkele der in dit artikel behandelde lichtbronnen.

TABEL 5.

Golflengte	4000	4200	4400	4600	5100	5600	6000	6600	7200
Superhoogedruk kwiklamp:									
Spectrale lijnen	0,012	0,86	0	0	50,0	41,4	0	0	
Continue ondergrond	0,002	0,01	0,04	0,84	3,1	2,7	0,94	0,09	
Totaal	0,014	0,87	0,04	0,84	53,1	44,1	0,94	0,09	
Superhoogedruk kwiklamp met kleurcorrectie:									
Spectrale lijnen	0,003	0,32	0	0	43,9	36,1	0	0	
Continue ondergrond	0,008	0,06	0,19	1,85	5,6	7,4	3,91	0,28	
Totaal	0,011	0,38	0,19	1,85	49,5	43,8	3,91	0,28	
Menglicht kwiklamp met gloeilamp 1:1	0,010	0,47	0,15	3,10	43,2	43,4	8,76	0,82	
Moderne gloeilamp met wolframdraad	0,005	0,06	0,25	5,35	33,5	42,8	16,59	1,54	
Zonlicht wolframlamp (filter)	0,009	0,09	0,40	7,6	39,6	39,5	11,7	1,0	
Daglicht	0,025	0,26	0,91	11,10	40,9	36,2	9,95	0,73	
Zonlicht	0,016	0,18	0,64	9,2	39,3	38,2	11,6	0,9	

V. SLOTOPMERKING.

De bedoeling van deze uiteenzettingen is o.a. geweest duidelijk te maken, dat op de ontwikkeling der elektrische lichtbronnen de laatste jaren geheel nieuwe principes toegepast worden. Het is verheugend te kunnen constateeren, dat in de Nederlandsche industrie ook op het gebied der wetenschappelijke en technische voorbereiding hiervoor baanbrekend werk

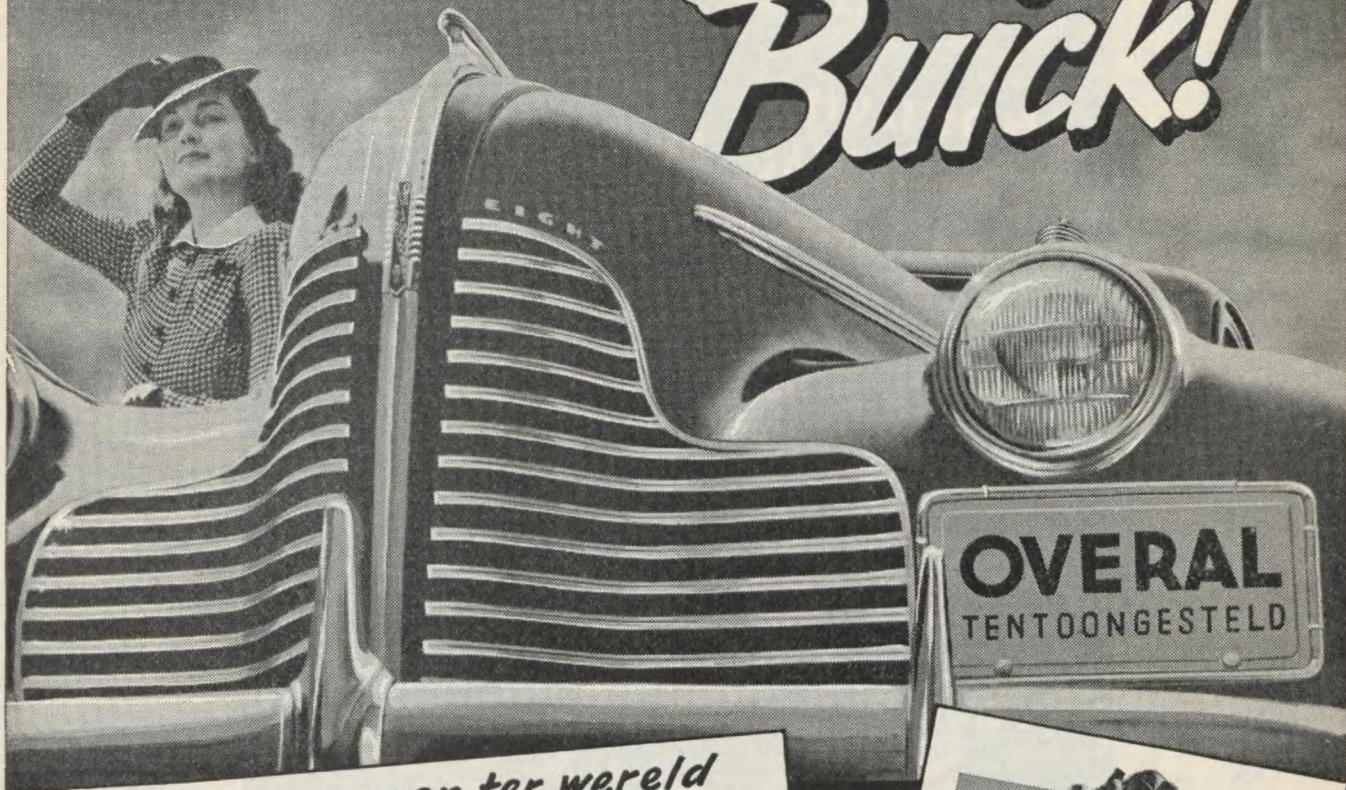
is verricht. Het verdient voor iederen ingenieur, die met verlichting te maken heeft — en dat is een zeer groote categorie — aanbeveling nader met deze ontwikkeling kennis te maken. Dit kan niet anders dan tot heil zijn voor hemzelf, voor zijn werkgever en voor de Nederlandsche industrie.

Literatuurlijst.

(Herhaling van de voetnoten).

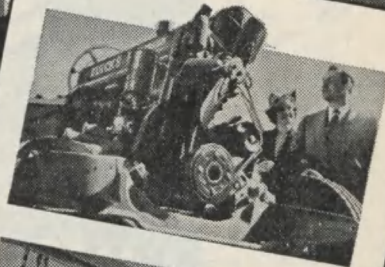
1. a. Lax, Pirani en Rompe, *Naturwiss.*, 23, (1935), 393—403.
b. Pirani, *Lichttechnik*, 13, (1936), 1—8.
2. Judd, *Bur. Stand. J. of Res.*, 6, (1931), 465 e.v.
3. Pirani, *Z. techn. Phys.*, 11, (1930), 482—486.
4. DIN 5031.
5. Zwicker, *Physica*, 5, (1925), 252.
6. Langmuir, *Gen. El. Rev.*, 40, (1937), 569.
7. Langmuir, *Proc. Am. Inst. El. Eng.*, 32, (1913), 1915.
8. Geiss, *Philips' Techn. Tijdschr.*, 1, (1936), 100.
9. Lux, 8, (1935), 8.
10. Pécheux, *Rev. Gén. de l'El.*, 38, (1935), 803.
11. Chapman, *Phil. Mag.*, 41, (1929), 1.
12. *Génie Civil*, 106, (1935), 495.
13. *Electricité*, 20, (1936), 385.
14. a. Uytterhoeven, *Elektrische Gasentladungslampen*, Springer, Berlin. (In dit boekwerk wordt een uitvoerige literatuurlijst aangetroffen).
- b. v. Engelen Steenbeck, *Elektrische Entladungen*, Springer Berlin.
- c. Seeliger, *Physik der Gasentladungen*, Barth, Leipzig.
- d. Emeleus, *The Conduction of Electricity through Gases*, Methuen, London.
15. Elenbaas, *Ned. Tijdschr. v. Natuurkunde*, 4, (1937), 65—87.
16. a. Fonda, *El. Engg.*, 57, (1938), 677—680.
b. de Groot, *Philips' Techn. Tijdschr.*, 3, (1938), 129.
c. Gisolfende Groot, *Philips' Techn. Tijdschr.*, 3, (1938), 245.
17. Rüttenauer, *Licht*, 7, (1937), 1.
18. Kayser, *Handbuch der Physik*, IV, 1908.
19. Lenard, *Handbuch der Experimentalphysik*, XIII, 1, 1928.
20. Seitz en Johnson, *Journ. Appl. Phys.*, 8, (1937), 84.
21. Rüttenauer, *E.T.Z.*, 59, (1938), 1158.
22. Andresen, *Licht*, 7, (1937), 235 en 8, (1938), 51.

"Geen beter keus dan Buick!"

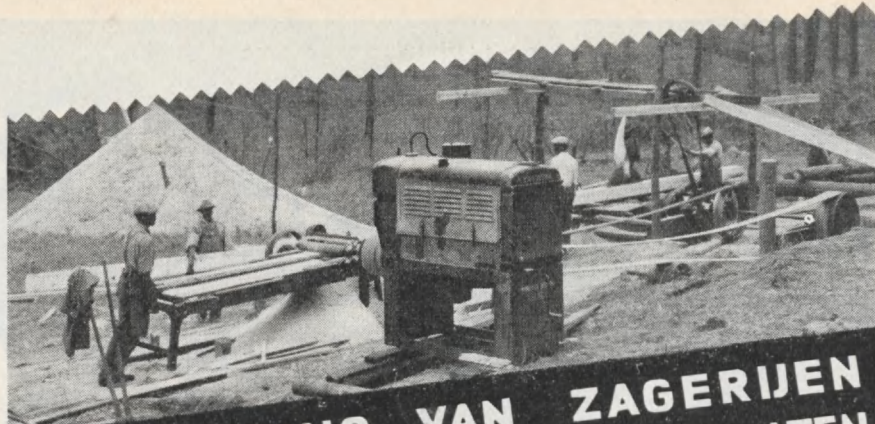


*Geen andere wagen ter wereld
bezit al deze kenmerken*

★ ZUIVER UITGEBALANCEERDE ACHTCYLINDER KOPKLEP-
PENMOTOR ★ SPECIALE OLIE-SPARENDE ZUIGERVEEREN
EN „ANOLITE” ZUIGERS ★ RADIATORKOELING MET VER-
STERKTE LUCHTOEVOER EN ZEER SNELLE CIRCULATIE
ONDER DRUK ★ TORSIEVRIJE VEERING; SCHROEFVEEREN
VOOR EN ACHTER ★ TORSIEBUIS-AANDRIJVING EN CAR-
DANAS UIT ÉÉN STUK ★ EXTRA LICHT PEDAADRUK DER
KOPPELING ★ VERBETERDE HYDRAULISCHE REMMEN ★
AUTOMATISCHE CHOKE ★ LICHT STUUR-GANGWISSEL-
SCHAKELING ★ MEER EN BETER LICHT



N. V. GENERAL MOTORS JAVA H. MIJ.
TANDJONG PRIOK



**AANDRIJVING VAN ZAGERIJEN
INTERNATIONAL MOTORAGGREGATEN
BIJ HONDERDEN IN GEBRUIK**



LINDETEVES-STOKVIS

MACHINES VOOR HOUTBEWERKING

Cirkelzagen—raamzagen—schaafbanken—
vlak- en van diktebanken—fraismachines
enz.

LINDETEVES-STOKVIS

AFDEELING WERKTUIGMACHINES

Algemeene tabellen voor de berekening van doorgaande liggers.

Inleiding.

In het Juni-nummer (1939) van *DEMAG-Nachrichten*, het huisorgaan van de DEMAG, werd door Ing. H. Holzwarth, Duisburg, onder den titel: „Berechnung von Durchlaufträgern auf drei, vier und fünf starren Stützen” een algemeen toepasselijke rekenwijze gegeven, welke door haar eenvoudige en weinig bewerkelijke geaardheid in staat stelt om de vraagstukken welke met doorgaande liggers verband houden nauwkeurig op te lossen, zonder daarbij tot de fundamentele vergelijkingen der toegepaste mechanica voor die gevallen terug te grijpen. Dat is te zeggen, de methode is uiteraard op deze grondslagen gebouwd, doch door het invoeren van geëigende coëfficiënten in gebruiksformules is een groote hoeveelheid theorie vermeden.

De rekenwijze heeft nog het groote voordeel, dat zij ingericht is voor het rekenen met verschillende constante of constant te beschouwen (gemiddelde) traagheidsmomenten per overspanning. Met behulp van een drietal tabellen, die verderop zijn opgenomen, kunnen de invloedsgrontheden van een doorgaanden

ligger op 3, 4 of 5 vaste steunpunten met eventueel verschillend lange velden, in de beide laatste gevallen althans bij symmetrische verdeeling daarvan, worden berekend. Uit elke tabel is in de eerste plaats als uitkomst te verkrijgen de grootte van elk der steunpuntsreacties bij het aangenomen belastinggeval. Er wordt gerekend met den *puntlast* P , terwijl de tabellen naar hun hoogte zijn ingedeeld volgens de tiende-deelspunten van iedere overspanning.

Zoodra de grootte van de steunpuntsreacties is vastgesteld, kan men op eenvoudige wijze het verloop van de momentenlijn berekenen, daar het belastinggeval als geheel nu statisch bepaald is geworden. Ook voor de dwarskrachten komt men via de steunpuntsreacties en de aanwezige belasting gemakkelijk tot een uitkomst.

De auteur geeft in het geciteerde artikel een drietal toepassingen, welke als voorbeeld van den eenvoud en de handigheid der methode dienen. Hier moge het laatste tevens meest uitvoerige rekenvoorbeeld (III) van den schrijver eveneens worden overgenomen, om de werkwijze nader toe te lichten.

Zahlenbeispiel III: Der Durchlaufträger auf fünf Stützen.

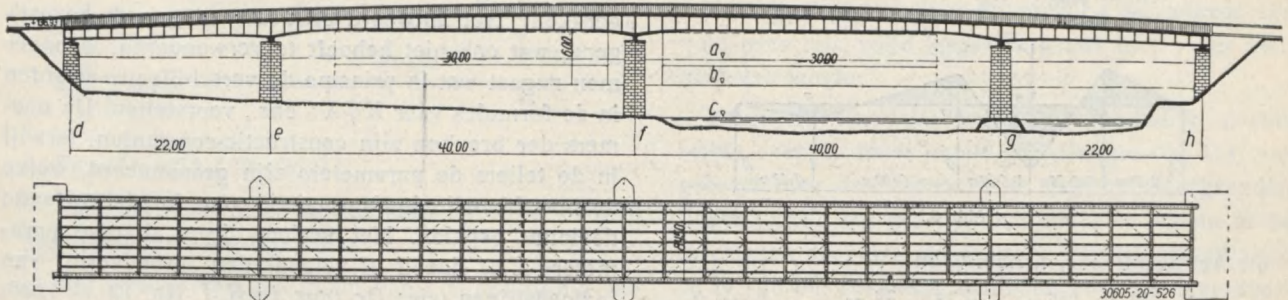


Abb. 5. Straßenbrücke. a = höchstes Hochwasser = + 133,75 m, b = hydraulischer Stau, = + 130,90 m, c = Normalwasser = + 127,29 m, d und h = linkes und rechtes Widerlager, e, f und g = Pfeiler 1, 2 und 3.

Für eine von der DEMAG ausgearbeitete Strassenbrücke, Abb. 5, mit den Stützweiten $a = 22$ m und $c = 40$ m sowie den mittleren Hauptträgerquerschnitten mit $J_1 = 2\,094\,930$ cm⁴ und $J_2 = 2\,623\,490$ cm⁴ ist die Hauptträgerbeanspruchung durch eine 24-t-Dampfwalze zu bestimmen, die sich unter Berücksichtigung einer Stossziffer $\varphi = 1,32$ in Brückenmitte über Trägerschnitt 15 befindet.

Da sich die 24-t-Dampfwalze in Brückenmitte befindet, muss jeder Hauptträger die halbe Last $\varphi \cdot P = \frac{1}{2} \cdot 1,32 \cdot 24 \frac{\infty}{\infty} 16,0$ aufnehmen, die als Einzellast in nachstehende Untersuchung eingeführt sei.

Für J_c kann jeder beliebige Vergleichswert gewählt werden, der im vorliegenden Falle zu $J_c = J_2 = 2\,623\,490$ cm⁴ angenommen sei; daher ergeben sich mit den Angaben der Tafel III:

$$\varphi_1 = \frac{J_c}{J_1} = \frac{2\,623\,490}{2\,094\,930} = 1,25$$

$$\varphi_2 = \frac{J_c}{J_2} = \frac{2\,623\,490}{2\,623\,490} = 1,00$$

$$k = \frac{a}{c} = \frac{22}{40} = 0,55$$

$$\alpha = \varphi_1 \cdot k = 1,25 \cdot 0,55 = 0,6875$$

$$\beta = \varphi_1 \cdot k^2 = 1,25 \cdot 0,55^2 = 0,3781$$

$$\delta = \varphi_1^2 \cdot k^3 = 1,25^2 \cdot 0,55^3 = 0,2600$$

$$\epsilon = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot k = 1,25 \cdot 1,00 \cdot 0,55 = 0,6875$$

$$\eta = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot k^2 = 1,25 \cdot 1,00 \cdot 0,55^2 = 0,3781$$

$$\lambda = \varphi_2 = 1,00$$

$$\mu = \varphi_2 \cdot k = 1,00 \cdot 0,55 = 0,55$$

$$\tau = \varphi_2^2 = 1,00$$

$$\xi = \varphi_2^2 \cdot k = 1,00^2 \cdot 0,55 = 0,55$$

$$\sigma = 1000 (2\alpha + 1,5\lambda)$$

$$= 1000 (2 \cdot 0,6875 + 1,5 \cdot 1,00) = 2875$$

$$\psi = 1000 (4\delta + 15\eta + 9\xi) =$$

$$= 1000 (4 \cdot 0,26 + 15 \cdot 0,3781 + 9 \cdot 0,55) = 11\,662$$

$$\omega = 1000 (\beta + \mu) = 1000 (0,3781 + 0,55) = 928$$

$$L = 2 (a + c) = 2 (22 + 40) = 124\text{ m}$$

für die last $P = 16\text{ t}$ im Trägerschnitt 15

$$X'_{15} = \frac{1250\delta + 5250\eta + 375\xi + 4500\xi + 1125\tau}{2\psi} P =$$

$$= \frac{1250 \cdot 0,26 + 5250 \cdot 0,3781 + 375 \cdot 0,6875 + 4500 \cdot 0,55 + 1125 \cdot 1}{2 \cdot 11662} 16 =$$

$$= \frac{325 + 1985 + 258 + 2475 + 1125}{23324} \cdot 16 = 4,23\text{ t}$$

$$X''_{15} = \frac{1000\beta + 1375\mu + 375\lambda}{4\omega} P =$$

$$= \frac{1000 \cdot 0,3781 + 1375 \cdot 0,55 + 375 \cdot 1,00}{4 \cdot 928} 16 =$$

$$= 6,50\text{ t}$$

$$X'''_{15} = \frac{1375\alpha + 750\lambda}{\sigma} P = \frac{1375 \cdot 0,6875 + 750 \cdot 1,00}{2875} \cdot 16 = 9,43\text{ t}$$

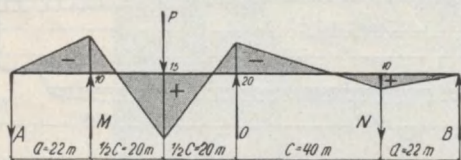


Abb. 6.

die Auflagerdrücke, s. Abb. 6, zu:

$$A = \frac{10a + 15c}{10L} P - X'_{15} - \frac{2c}{L} X''_{15} - \frac{1}{2} X'''_{15} =$$

$$= \frac{10 \cdot 22 + 15 \cdot 40}{10 \cdot 124} 16 - 4,23 - \frac{2 \cdot 40}{124} 6,50 -$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 9,43 = -2,56\text{ t}^*)$$

$$B = \frac{10a + 5c}{10L} P - X'_{15} + \frac{2c}{L} X''_{15} - \frac{1}{2} X'''_{15} =$$

$$= \frac{10 \cdot 22 + 5 \cdot 40}{10 \cdot 124} 16 - 4,23 + \frac{2 \cdot 40}{124} 6,50 -$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 9,43 = +0,67\text{ t}$$

$$M = X'_{15} + X''_{15} = 4,23 + 6,50 = +10,73\text{ t}$$

$$N = X'_{15} - X''_{15} = 4,23 - 6,50 = -2,27\text{ t}$$

$$O = X'''_{15} = +9,43\text{ t}$$

*) In den tekst worden naar boven gerichte oplegreacties positief gerekend.

Die Bieugungsmomente folgen daher zu

$$M_{10} = A \cdot a = -2,56 \cdot 22 = -56,32\text{ tm}$$

$$M_{15} = A \left(a + \frac{c}{2}\right) + M \cdot \frac{c}{2} = -2,56 \left(22 + \frac{40}{2}\right) +$$

$$+ 10,73 \cdot \frac{40}{2} = +107,1\text{ tm}$$

$$M_{20} = B (a + c) + N \cdot c = +0,67 (22 + 40) - 2,27 \cdot$$

$$\cdot 40 = -49,26\text{ tm}$$

$$M_{10}' = B \cdot a = +0,67 \cdot 22 = +14,74\text{ tm}$$

Vorhanden ist in den beiden äusseren Feldern ein Trägerquerschnitt mit $J_1 = 2\,094\,930\text{ cm}^4$, $W_1 = 24\,400\text{ cm}^3$ und in den beiden Mittelfeldern mit $J_2 = 2\,623\,490\text{ cm}^4$, $W_2 = 30\,100\text{ cm}^3$.

Die Beanspruchung im Trägerquerschnitt „15“ durch die Dampfwalze folgt daher zu

$$\sigma_{15} = \frac{M_{15}}{W_2} = \frac{107\,100\,000}{30\,100} = 356\text{ kg/cm}^2.$$

Inrichtung der tabellen ook voor gelijkmatig verdeelde belastingen.

Wanneer men meermalen met deze eenvoudige, vlugge en nauwkeurige methode gewerkt heeft, zal men wellicht tot den begrijpelijken wensch komen, dat niet alleen met puntlasten, maar ook met *gelijkmatig verdeelde belastingen* zal kunnen worden gewerkt. Bieden voor dit laatste de gegeven tabellen ook een weg om tot even nauwkeurige uitkomsten te geraken? Het antwoord op deze vraag luidt bevestigend, wat ook niet behoeft te verwonderen, wanneer men nagaat wat in principe de verschillende waarden in de tellers de parameters zijn gesommeerd, welke de betrokken invloedsgröotheid voor het betreffende deelpunt bepalen. Het verloop dezer diverse parameters is of lineair of volgens den „grondvorm” van invloedslijnen (zie: *De Ingr. in N.-I.* No. 12 — 1936, blz. I. 175) ofwel een combinatie van deze twee mogelijkheden.

Nu we dit eenmaal hebben geconstateerd, is integratie over een veldlengte al zeer eenvoudig. Ongeacht welke combinatie van lineair of grondvormverloop er optreedt, voor deze integratie zijn slechts de op de *middendoorsnede* van een veld betrekking hebbende waarden noodig. Voor de over een veldlengte lineair verlopende parameterwaarden is die van dit middenpunt de rekenkundige gemiddelde; voor de volgens den grondvorm verlopende parameters geldt, dat dit parameteraandeel in de integratie-uitkomst met $\frac{2}{3}$ moet worden vermenigvuldigd; voor de combinatie ten slotte: het lineaire gemiddelde van de uiteinde-waarden, plus (algebraïsch!) $\frac{2}{3}$ van den pijl van den gesuperponeerden tak van den grondvorm. Dit is een vrij uitvoerige omschrijving, een voorbeeld kan beter toelichten, dat het inderdaad eenvoudig is.

Hiertoe beschouwen wij bijv. de waarden van X' uit *tabel III* en wel de twee groepen: van 0—10 en van 10—20, dus over heele veldlengten.

Eerste veld (0—10):

De factoren van γ loopen van 0 (punt 0) tot 4 000 (punt 10) en bevatten het verloop van den grondvorm gesuperponeerd op het lineaire verloop van 0—4 000. De pijl van den grondvorm is dus groot (zie den factor voor γ bij deelpunt 5): $2\,750 - 2\,000 = 750$. Voor de oppervlaktebepaling moet hiervan $\frac{2}{3}$ worden genomen of 500 en voor de integratie van het lineaire verloop geldt de waarde 2 000. Totaal derhalve 2 500 als factor van γ . Voor den factor van ε geldt een dergelijke redeneering. De pijl van het grondvormverloop bedraagt hier (punt 5): 2 250; voor $\frac{2}{3}$ gerekend wordt dit 1 500. Van het lineaire verloop, waarop de grondvorm is gesuperponeerd, is de middenwaarde 7 500. Totaalfactor van ε bij integratie: 9 000.

Voor τ is een lineair verloop aanwezig: integratiewaarde dus gelijk aan den factor bij punt 5 i.c. 4 500. Voor δ is alleen de grondvorm aanwezig: integratiewaarde dus $\frac{2}{3} \times 1\,125 = 750$. En tenslotte voor η ook weer evenzoo: $\frac{2}{3} \times 3\,375 = 2\,250$.

Zodoende verkrijgt men als integratie-uitkomst over het geheele veld:

$$\sum_0^{10} X' = \frac{2500 \gamma + 9000 \varepsilon + 4500 \tau + 750 \delta + 2250 \eta}{2 \pi} \cdot aq.$$

Tweede veld (10—20):

Voor het veld tusschen de punten 10 en 20 krijgen we op overeenkomstige wijze:

Het verloop van den factor van δ is rechtlijnig van 4 000 tot 0, waarvan *afgetrokken* de grondvorm (pijlwaarde bij 15 is $2\,000 - 1\,250 = 750$). Voor de integratie over de veldlengte wordt dus de factor van δ : $2\,000 - \frac{2}{3} \times 750 = 1\,500$.

Analoog is het geval met den factor van η . We vinden bij integratie als factor voor η : $7\,500 - \frac{2}{3} \times 2\,250 = 6\,000$.

De factor van ε verloopt volgens den gewijzigden grondvorm, met een buigpunt; niettemin blijft de integratieregels van $\frac{2}{3}$ der middenordinaat geldig. Daardoor wordt de factor voor het geheele veld $\frac{2}{3} \times 375 = 250$ voor ε .

Wat den factor van ξ betreft, deze bestaat uit een constante van 4 500 waarop gesuperponeerd is een verloop dat pool-symmetrisch is ten opzichte van de waarde van punt 15. Bijgevolg geeft integratie 4 500 als factor van ξ voor het veld. Terwijl tenslotte het

verloop van den factor van τ gelijkvormig aan dat van dien van ε . De integratie geeft dus $\frac{2}{3} \times 1\,125 = 750$ als factor van τ .

Het eindresultaat van integratie over de veldlengte 10—20 is derhalve als volgt:

$$\sum_{10}^{20} X'' = \frac{1\,500 \delta + 6\,000 \eta + 250 \varepsilon + 4\,500 \xi + 750 \tau}{2 \psi} \cdot cq.$$

Op te merken valt na dit voorbeeld voor het verkrijgen van de sommatiefactoren over geheele veldlengten, dat wat de tabel-kolommen betreft, waarin de oplegdrucken (A, B, M, N enz.) zijn neergeschreven, de integratie over telkens één veldlengte zich daarbij nog veel eenvoudiger voordoet. Men beschouwe daartoe slechts de in de tabellen onderaan gegeven uitkomsten in vergelijking met de voor de deelpunten geldende waarden.

Als gevolg van deze exacte integratie kan de toepasselijkheid van de oorspronkelijke tabellen van Ing. Holzwarth op eenvoudige wijze uitgebreid worden tot het gebruik voor berekeningen met gelijkmatig verdeelde belastingen per veldlengte. Onderaan de aan de in den aanhef genoemde publicatie ontleende tabellen zijn dan ook thans opgenomen de desbetreffende uitkomsten van de integratie der diverse invloedsgrontheden, voor de gevallen dat telkens een veld over zijn volle lengte is belast met q per eenheid van lengte.

Voorts is *Tabel II*, welke oorspronkelijk slechts reikte over de halve totale liggerlengte (0—15), uitgebreid over de verdere helft van den doorgaanden ligger tot 30. Dit geeft gemak en beter inzicht in de (overigens door symmetrieoverwegingen gemakkelijk op te sporen) invloedsgrontheden voor de liggerdoorsneden voorbij punt 15 en voor de gevallen van belasting der velden 10—20 en 20—30.

Aanvullend voorbeeld.

Ten slotte moge nog een voorbeeld van berekening voor gelijkmatig verdeelde belasting, dat zich bij het tevoren weergegeven voorbeeld III van den meergenoemden auteur aansluit, hier worden aangevoerd.

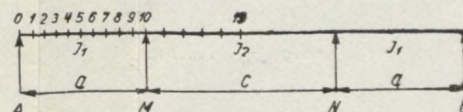
Gegeven: het eigen gewicht van elk der hoofdliggers van de in voorbeeld III behandelde brug zij 400 kg/m in de eindoverspanningen en 460 kg/m in de middenvelden.

Gevraagd: de oplegreactionen door dit eigen gewicht.

De verschillende factoren (parameters), die in de uitdrukkingen voor de invloedsgrontheden worden gebruikt blijven natuurlijk dezelfde als in voorbeeld III berekend.

TABEL II: Invloedsgrootheden voor een ligger op 4 steunpunten.

Last P in punt :	X'	X''	Oplegdrukken			
			A	B	M	N
0	0	0	P	0	0	0
1	$\frac{299\alpha + 300\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{299\beta + 198\alpha + 100\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{19a + 10c}{10L} P - X_1' - \frac{c}{L} X_1''$	$\frac{a}{10L} P - X_1' + \frac{c}{L} X_1''$	$X_1' + X_1''$	$X_1' - X_1''$
2	$\frac{592\alpha + 600\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{592\beta + 384\alpha + 200\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{18a + 10c}{10L} P - X_2' - \frac{c}{L} X_2''$	$\frac{2a}{10L} P - X_2' + \frac{c}{L} X_2''$	$X_2' + X_2''$	$X_2' - X_2''$
3	$\frac{873\alpha + 600\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{873\beta + 546\alpha + 300\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{17a + 10c}{10L} P - X_3' - \frac{c}{L} X_3''$	$\frac{3a}{10L} P - X_3' + \frac{c}{L} X_3''$	$X_3' + X_3''$	$X_3' - X_3''$
4	$\frac{1136\alpha + 1200\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1136\beta + 672\alpha + 400\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{16a + 10c}{10L} P - X_4' - \frac{c}{L} X_4''$	$\frac{4a}{10L} P - X_4' + \frac{c}{L} X_4''$	$X_4' + X_4''$	$X_4' - X_4''$
5	$\frac{1375\alpha + 1500\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1375\beta + 750\alpha + 500\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{15a + 10c}{10L} P - X_5' - \frac{c}{L} X_5''$	$\frac{5a}{10L} P - X_5' + \frac{c}{L} X_5''$	$X_5' + X_5''$	$X_5' - X_5''$
6	$\frac{1584\alpha + 1800\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1584\beta + 768\alpha + 600\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{14a + 10c}{10L} P - X_6' - \frac{c}{L} X_6''$	$\frac{6a}{10L} P - X_6' + \frac{c}{L} X_6''$	$X_6' + X_6''$	$X_6' - X_6''$
7	$\frac{1757\alpha + 2100\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1757\beta + 714\alpha + 700\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{13a + 10c}{10L} P - X_7' - \frac{c}{L} X_7''$	$\frac{7a}{10L} P - X_7' + \frac{c}{L} X_7''$	$X_7' + X_7''$	$X_7' - X_7''$
8	$\frac{1888\alpha + 2400\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1888\beta + 576\alpha + 800\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{12a + 10c}{10L} P - X_8' - \frac{c}{L} X_8''$	$\frac{8a}{10L} P - X_8' + \frac{c}{L} X_8''$	$X_8' + X_8''$	$X_8' - X_8''$
9	$\frac{1971\alpha + 2700\delta}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1971\beta + 342\alpha + 900\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{11a + 10c}{10L} P - X_9' - \frac{c}{L} X_9''$	$\frac{9a}{10L} P - X_9' + \frac{c}{L} X_9''$	$X_9' + X_9''$	$X_9' - X_9''$
10	$\frac{1}{2} \cdot P$	$\frac{1}{2} \cdot P$	0	0	P	0
11	$\frac{\psi + 270\gamma}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1600\alpha + 72\gamma + 944\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 9c}{10L} P - X_{11}' - \frac{c}{L} X_{11}''$	$\frac{10a + c}{10L} P - X_{11}' + \frac{c}{L} X_{11}''$	$X_{11}' + X_{11}''$	$X_{11}' - X_{11}''$
12	$\frac{\psi + 480\gamma}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1200\alpha + 96\gamma + 792\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 8c}{10L} P - X_{12}' - \frac{c}{L} X_{12}''$	$\frac{10a + 2c}{10L} P - X_{12}' + \frac{c}{L} X_{12}''$	$X_{12}' + X_{12}''$	$X_{12}' - X_{12}''$
13	$\frac{\psi + 630\gamma}{2\psi} \cdot P$	$\frac{800\alpha + 84\gamma + 568\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 7c}{10L} P - X_{13}' - \frac{c}{L} X_{13}''$	$\frac{10a + 3c}{10L} P - X_{13}' + \frac{c}{L} X_{13}''$	$X_{13}' + X_{13}''$	$X_{13}' - X_{13}''$
14	$\frac{\psi + 720\gamma}{2\psi} \cdot P$	$\frac{400\alpha + 48\gamma + 296\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 6c}{10L} P - X_{14}' - \frac{c}{L} X_{14}''$	$\frac{10a + 4c}{10L} P - X_{14}' + \frac{c}{L} X_{14}''$	$X_{14}' + X_{14}''$	$X_{14}' - X_{14}''$
15	$\frac{\psi + 750\gamma}{2\psi} \cdot P$	0	$\frac{1}{2} P - X_{15}'$	$\frac{1}{2} P - X_{15}'$	X_{15}'	X_{15}'
16	$\frac{\psi + 720\gamma}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{400\alpha + 48\gamma + 296\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 4c}{10L} P - X_{16}' - \frac{c}{L} X_{16}''$	$\frac{10a + 6c}{10L} P - X_{16}' + \frac{c}{L} X_{16}''$	$X_{16}' + X_{16}''$	$X_{16}' - X_{16}''$
17	$\frac{\psi + 630\gamma}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{800\alpha + 84\gamma + 568\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 3c}{10L} P - X_{17}' - \frac{c}{L} X_{17}''$	$\frac{10a + 7c}{10L} P - X_{17}' + \frac{c}{L} X_{17}''$	$X_{17}' + X_{17}''$	$X_{17}' - X_{17}''$
18	$\frac{\psi + 480\gamma}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1200\alpha + 96\gamma + 792\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + 2c}{10L} P - X_{18}' - \frac{c}{L} X_{18}''$	$\frac{10a + 8c}{10L} P - X_{18}' + \frac{c}{L} X_{18}''$	$X_{18}' + X_{18}''$	$X_{18}' - X_{18}''$
19	$\frac{\psi + 270\gamma}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1600\alpha + 72\gamma + 944\delta}{2\omega} \cdot P$	$\frac{10a + c}{10L} P - X_{19}' - \frac{c}{L} X_{19}''$	$\frac{10a + 9c}{10L} P - X_{19}' + \frac{c}{L} X_{19}''$	$X_{19}' + X_{19}''$	$X_{19}' - X_{19}''$
20	$\frac{1}{2} \cdot P$	$-\frac{1}{2} \cdot P$	0	0	0	P
21	$\frac{1971\alpha + 2700\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1971\beta + 342\alpha + 900\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{9a}{10L} P - X_{21}' - \frac{c}{L} X_{21}''$	$\frac{11a + 10c}{10L} P - X_{21}' + \frac{c}{L} X_{21}''$	$X_{21}' + X_{21}''$	$X_{21}' - X_{21}''$
22	$\frac{1888\alpha + 2400\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1888\beta + 576\alpha + 800\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{8a}{10L} P - X_{22}' - \frac{c}{L} X_{22}''$	$\frac{12a + 10c}{10L} P - X_{22}' + \frac{c}{L} X_{22}''$	$X_{22}' + X_{22}''$	$X_{22}' - X_{22}''$
23	$\frac{1757\alpha + 2100\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1757\beta + 714\alpha + 700\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{7a}{10L} P - X_{23}' - \frac{c}{L} X_{23}''$	$\frac{13a + 10c}{10L} P - X_{23}' + \frac{c}{L} X_{23}''$	$X_{23}' + X_{23}''$	$X_{23}' - X_{23}''$
24	$\frac{1584\alpha + 1800\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1584\beta + 768\alpha + 600\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{6a}{10L} P - X_{24}' - \frac{c}{L} X_{24}''$	$\frac{14a + 10c}{10L} P - X_{24}' + \frac{c}{L} X_{24}''$	$X_{24}' + X_{24}''$	$X_{24}' - X_{24}''$
25	$\frac{1375\alpha + 1500\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1375\beta + 750\alpha + 500\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{5a}{10L} P - X_{25}' - \frac{c}{L} X_{25}''$	$\frac{15a + 10c}{10L} P - X_{25}' + \frac{c}{L} X_{25}''$	$X_{25}' + X_{25}''$	$X_{25}' - X_{25}''$
26	$\frac{1136\alpha + 1200\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{1136\beta + 672\alpha + 400\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{4a}{10L} P - X_{26}' - \frac{c}{L} X_{26}''$	$\frac{16a + 10c}{10L} P - X_{26}' + \frac{c}{L} X_{26}''$	$X_{26}' + X_{26}''$	$X_{26}' - X_{26}''$
27	$\frac{873\alpha + 900\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{873\beta + 546\alpha + 300\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{3a}{10L} P - X_{27}' - \frac{c}{L} X_{27}''$	$\frac{17a + 10c}{10L} P - X_{27}' + \frac{c}{L} X_{27}''$	$X_{27}' + X_{27}''$	$X_{27}' - X_{27}''$
28	$\frac{592\alpha + 600\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{592\beta + 384\alpha + 200\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{2a}{10L} P - X_{28}' - \frac{c}{L} X_{28}''$	$\frac{18a + 10c}{10L} P - X_{28}' + \frac{c}{L} X_{28}''$	$X_{28}' + X_{28}''$	$X_{28}' - X_{28}''$
29	$\frac{299\alpha + 300\delta}{2\psi} \cdot P$	$-\frac{299\beta + 198\alpha + 100\gamma}{2\omega} \cdot P$	$\frac{a}{10L} P - X_{29}' - \frac{c}{L} X_{29}''$	$\frac{19a + 10c}{10L} P - X_{29}' + \frac{c}{L} X_{29}''$	$X_{29}' + X_{29}''$	$X_{29}' - X_{29}''$
30	0	0	0	P	0	0
Gelijkm. verd. belasting q over :	10 — 0	$\frac{\Sigma_0 X_{10}'}{2\psi} = \frac{1250\alpha + 1500\delta}{2\psi} \text{ aq}$	$\frac{\Sigma_0 X_{10}''}{2\omega} = \frac{1250\beta + 500\alpha + 500\gamma}{2\omega} \text{ aq}$	$\frac{15a + 10c}{10L} \text{ aq} - \Sigma_0 X_{10}' - \frac{c}{L} \Sigma_0 X_{10}''$	$\frac{5a}{10L} \text{ aq} - \Sigma_0 X_{10}' + \frac{c}{L} \Sigma_0 X_{10}''$	$\frac{10M_{10}}{\Sigma_0 X_{10}'} + \frac{10N_{10}}{\Sigma_0 X_{10}''}$
	10 — 20	$\frac{\Sigma_{10} X_{20}'}{2\psi} = \frac{\psi + 500\gamma}{2\psi} \text{ cq}$	$\Sigma_{10} X_{20}'' = 0$	$\frac{10a + 5c}{10L} \text{ cq} - \Sigma_{10} X_{20}' - \frac{c}{L} \Sigma_{10} X_{20}'' = \frac{1}{2} \text{ cq} - \Sigma_{10} X_{20}'$	$\frac{10B_{20}}{10L} \text{ cq} - \Sigma_{10} X_{20}' + \frac{c}{L} \Sigma_{10} X_{20}'' = \frac{1}{2} \text{ cq} - \Sigma_{10} X_{20}'$	$\frac{10M_{20}}{\Sigma_{10} X_{20}'} + \frac{10N_{20}}{\Sigma_{10} X_{20}''} = \frac{10M_{20}}{\Sigma_{10} X_{20}'} - \frac{10N_{20}}{\Sigma_{10} X_{20}''}$
	20 — 30	$\Sigma_{20} X_{30}' = \Sigma_0 X_{10}'$	$\Sigma_{20} X_{30}'' = -\Sigma_0 X_{10}''$	$\frac{5a}{10L} \text{ aq} - \Sigma_{20} X_{30}' - \frac{c}{L} \Sigma_{20} X_{30}'' = \frac{5a}{10L} \text{ aq} - \Sigma_0 X_{10}' + \frac{c}{L} \Sigma_0 X_{10}''$	$\frac{15a + 10c}{10L} \text{ aq} - \Sigma_{20} X_{30}' + \frac{c}{L} \Sigma_{20} X_{30}'' = \frac{15a + 10c}{10L} \text{ aq} - \Sigma_0 X_{10}' - \frac{c}{L} \Sigma_0 X_{10}''$	$\frac{20M_{30}}{\Sigma_{20} X_{30}'} + \frac{20N_{30}}{\Sigma_{20} X_{30}''} = \frac{20M_{30}}{\Sigma_{20} X_{30}'} - \frac{20N_{30}}{\Sigma_{20} X_{30}''}$
Constanten : $\varphi_1 = \frac{J_c}{J_1}$ $\varphi_2 = \frac{J_c}{J_2}$ $k = \frac{a}{c}$ $\alpha = \varphi_1 \cdot k^2$ $\beta = \varphi_1 \cdot k$ $\gamma = \varphi_2$ $\delta = \varphi_2 \cdot k$ $x = 1000 (2\alpha + \delta)$ $\psi = 1000 (2\alpha + 3\delta)$ $\omega = 1000 (2\beta + \gamma)$ $L = 2a + c$						



TABEL III : Invloedsgrontheden voor een ligger op 5 steunpunten.

Last P in punt:		X'	X''	X'''	Oplegdrucken					Last P in punt:
					A	B	M	N	O	
o		o	o	o	P	o	o	o	o	o
1		$\frac{598\gamma + 2094\epsilon + 900\tau + 297\delta + 891\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{99\beta + 299\alpha + 200\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{297\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{19a + 20c}{10L} \cdot P - X_1' - \frac{2c}{L} X_1'' - \frac{1}{2} X_1'''$	$\frac{a}{10L} \cdot P - X_1' + \frac{2c}{L} X_1'' - \frac{1}{2} X_1'''$	$X_1' + X_1''$	$X_1' - X_1''$	X_1'''	1
2		$\frac{1184\gamma + 4152\epsilon + 1800\tau + 576\delta + 1728\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{192\beta + 592\alpha + 400\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{576\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{18a + 20c}{10L} \cdot P - X_2' - \frac{2c}{L} X_2'' - \frac{1}{2} X_2'''$	$\frac{2a}{10L} \cdot P - X_2' + \frac{2c}{L} X_2'' - \frac{1}{2} X_2'''$	$X_2' + X_2''$	$X_2' - X_2''$	X_2'''	2
3		$\frac{1746\gamma + 6138\epsilon + 2700\tau + 819\delta + 2457\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{273\beta + 873\alpha + 600\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{819\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{17a + 20c}{10L} \cdot P - X_3' - \frac{2c}{L} X_3'' - \frac{1}{2} X_3'''$	$\frac{3a}{10L} \cdot P - X_3' + \frac{2c}{L} X_3'' - \frac{1}{2} X_3'''$	$X_3' + X_3''$	$X_3' - X_3''$	X_3'''	3
4		$\frac{2272\gamma + 8016\epsilon + 3600\tau + 1008\delta + 3024\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{336\beta + 1136\alpha + 800\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{1008\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{16a + 20c}{10L} \cdot P - X_4' - \frac{2c}{L} X_4'' - \frac{1}{2} X_4'''$	$\frac{4a}{10L} \cdot P - X_4' + \frac{2c}{L} X_4'' - \frac{1}{2} X_4'''$	$X_4' + X_4''$	$X_4' - X_4''$	X_4'''	4
5		$\frac{2750\gamma + 9750\epsilon + 4500\tau + 1125\delta + 3375\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{375\beta + 1375\alpha + 1000\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{1125\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{15a + 20c}{10L} \cdot P - X_5' - \frac{2c}{L} X_5'' - \frac{1}{2} X_5'''$	$\frac{5a}{10L} \cdot P - X_5' + \frac{2c}{L} X_5'' - \frac{1}{2} X_5'''$	$X_5' + X_5''$	$X_5' - X_5''$	X_5'''	5
6		$\frac{3168\gamma + 11304\epsilon + 5400\tau + 1152\delta + 3456\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{384\beta + 1584\alpha + 1200\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{1152\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{14a + 20c}{10L} \cdot P - X_6' - \frac{2c}{L} X_6'' - \frac{1}{2} X_6'''$	$\frac{6a}{10L} \cdot P - X_6' + \frac{2c}{L} X_6'' - \frac{1}{2} X_6'''$	$X_6' + X_6''$	$X_6' - X_6''$	X_6'''	6
7		$\frac{3514\gamma + 12642\epsilon + 6300\tau + 1071\delta + 3213\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{357\beta + 1757\alpha + 1400\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{1071\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{13a + 20c}{10L} \cdot P - X_7' - \frac{2c}{L} X_7'' - \frac{1}{2} X_7'''$	$\frac{7a}{10L} \cdot P - X_7' + \frac{2c}{L} X_7'' - \frac{1}{2} X_7'''$	$X_7' + X_7''$	$X_7' - X_7''$	X_7'''	7
8		$\frac{3776\gamma + 13728\epsilon + 7200\tau + 864\delta + 2592\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{288\beta + 1888\alpha + 1600\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{864\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{12a + 20c}{10L} \cdot P - X_8' - \frac{2c}{L} X_8'' - \frac{1}{2} X_8'''$	$\frac{8a}{10L} \cdot P - X_8' + \frac{2c}{L} X_8'' - \frac{1}{2} X_8'''$	$X_8' + X_8''$	$X_8' - X_8''$	X_8'''	8
9		$\frac{3942\gamma + 14526\epsilon + 8100\tau + 513\delta + 1539\eta}{2\pi} \cdot P$	$\frac{171\beta + 1971\alpha + 1800\lambda}{4\rho} \cdot P$	$-\frac{513\beta}{2\sigma} \cdot P$	$\frac{11a + 20c}{10L} \cdot P - X_9' - \frac{2c}{L} X_9'' - \frac{1}{2} X_9'''$	$\frac{9a}{10L} \cdot P - X_9' + \frac{2c}{L} X_9'' - \frac{1}{2} X_9'''$	$X_9' + X_9''$	$X_9' - X_9''$	X_9'''	9
10		$\frac{1}{2} \cdot P$	$\frac{1}{2} \cdot P$	o	o	o	P	o	o	10
11		$\frac{3402\delta + 13122\eta + 243\epsilon + 8748\xi + 729\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1800\beta + 1971\mu + 171\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{299\alpha + 42\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 19c}{10L} \cdot P - X_{11}' - \frac{2c}{L} X_{11}'' - \frac{1}{2} X_{11}'''$	$\frac{10a + c}{10L} \cdot P - X_{11}' + \frac{2c}{L} X_{11}'' - \frac{1}{2} X_{11}'''$	$X_{11}' + X_{11}''$	$X_{11}' - X_{11}''$	X_{11}'''	11
12		$\frac{2816\delta + 11136\eta + 384\epsilon + 8064\xi + 1152\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1600\beta + 1888\mu + 288\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{592\alpha + 156\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 18c}{10L} \cdot P - X_{12}' - \frac{2c}{L} X_{12}'' - \frac{1}{2} X_{12}'''$	$\frac{10a + 2c}{10L} \cdot P - X_{12}' + \frac{2c}{L} X_{12}'' - \frac{1}{2} X_{12}'''$	$X_{12}' + X_{12}''$	$X_{12}' - X_{12}''$	X_{12}'''	12
13		$\frac{2254\delta + 9114\eta + 441\epsilon + 7056\xi + 1323\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1400\beta + 1757\mu + 357\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{873\alpha + 324\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 17c}{10L} \cdot P - X_{13}' - \frac{2c}{L} X_{13}'' - \frac{1}{2} X_{13}'''$	$\frac{10a + 3c}{10L} \cdot P - X_{13}' + \frac{2c}{L} X_{13}'' - \frac{1}{2} X_{13}'''$	$X_{13}' + X_{13}''$	$X_{13}' - X_{13}''$	X_{13}'''	13
14		$\frac{1728\delta + 7128\eta + 432\epsilon + 5832\xi + 1296\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1200\beta + 1584\mu + 384\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{1136\alpha + 528\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 16c}{10L} \cdot P - X_{14}' - \frac{2c}{L} X_{14}'' - \frac{1}{2} X_{14}'''$	$\frac{10a + 4c}{10L} \cdot P - X_{14}' + \frac{2c}{L} X_{14}'' - \frac{1}{2} X_{14}'''$	$X_{14}' + X_{14}''$	$X_{14}' - X_{14}''$	X_{14}'''	14
15		$\frac{1250\delta + 5250\eta + 375\epsilon + 4500\xi + 1125\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{1000\beta + 1375\mu + 375\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{1375\alpha + 750\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 15c}{10L} \cdot P - X_{15}' - \frac{2c}{L} X_{15}'' - \frac{1}{2} X_{15}'''$	$\frac{10a + 5c}{10L} \cdot P - X_{15}' + \frac{2c}{L} X_{15}'' - \frac{1}{2} X_{15}'''$	$X_{15}' + X_{15}''$	$X_{15}' - X_{15}''$	X_{15}'''	15
16		$\frac{832\delta + 3552\eta + 288\epsilon + 3168\xi + 864\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{800\beta + 1136\mu + 336\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{1584\alpha + 972\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 14c}{10L} \cdot P - X_{16}' - \frac{2c}{L} X_{16}'' - \frac{1}{2} X_{16}'''$	$\frac{10a + 6c}{10L} \cdot P - X_{16}' + \frac{2c}{L} X_{16}'' - \frac{1}{2} X_{16}'''$	$X_{16}' + X_{16}''$	$X_{16}' - X_{16}''$	X_{16}'''	16
17		$\frac{486\delta + 2106\eta + 189\epsilon + 1944\xi + 567\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{600\beta + 873\mu + 273\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{1757\alpha + 1170\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 13c}{10L} \cdot P - X_{17}' - \frac{2c}{L} X_{17}'' - \frac{1}{2} X_{17}'''$	$\frac{10a + 7c}{10L} \cdot P - X_{17}' + \frac{2c}{L} X_{17}'' - \frac{1}{2} X_{17}'''$	$X_{17}' + X_{17}''$	$X_{17}' - X_{17}''$	X_{17}'''	17
18		$\frac{224\delta + 984\eta + 96\epsilon + 936\xi + 288\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{400\beta + 592\mu + 192\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{1888\alpha + 1344\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 12c}{10L} \cdot P - X_{18}' - \frac{2c}{L} X_{18}'' - \frac{1}{2} X_{18}'''$	$\frac{10a + 8c}{10L} \cdot P - X_{18}' + \frac{2c}{L} X_{18}'' - \frac{1}{2} X_{18}'''$	$X_{18}' + X_{18}''$	$X_{18}' - X_{18}''$	X_{18}'''	18
19		$\frac{58\delta + 258\eta + 27\epsilon + 252\xi + 81\tau}{2\psi} \cdot P$	$\frac{200\beta + 299\mu + 99\lambda}{4\omega} \cdot P$	$\frac{1971\alpha + 1458\lambda}{\sigma} \cdot P$	$\frac{10a + 11c}{10L} \cdot P - X_{19}' - \frac{2c}{L} X_{19}'' - \frac{1}{2} X_{19}'''$	$\frac{10a + 9c}{10L} \cdot P - X_{19}' + \frac{2c}{L} X_{19}'' - \frac{1}{2} X_{19}'''$	$X_{19}' + X_{19}''$	$X_{19}' - X_{19}''$	X_{19}'''	19
20		o	o	P	o	o	o	o	P	20
Gelijkm. verd. belasting q over:	10 — 0	$\Sigma_0 X_{10}' = \frac{2500\gamma + 9000\epsilon + 4500\tau + 750\delta + 2250\eta}{2\pi} \cdot aq$	$\Sigma_0 X_{10}'' = \frac{250\beta + 1250\alpha + 1000\lambda}{4\rho} \cdot aq$	$\Sigma_0 X_{10}''' = -\frac{750\beta}{2\sigma} \cdot aq$	${}_0A_{10} = \frac{15a + 20c}{10L} aq - \Sigma_0 X_{10}' - \frac{2c}{L} \Sigma_0 X_{10}'' - \frac{1}{2} \Sigma_0 X_{10}'''$	${}_0B_{10} = \frac{5a}{10L} aq - \Sigma_0 X_{10}' + \frac{2c}{L} \Sigma_0 X_{10}'' - \frac{1}{2} \Sigma_0 X_{10}'''$	${}_0M_{10} = \Sigma_0 X_{10}' + \Sigma_0 X_{10}''$	${}_0N_{10} = \Sigma_0 X_{10}' - \Sigma_0 X_{10}''$	${}_0O_{10} = \Sigma_0 X_{10}'''$	10 — 0
	10 — 20	$\Sigma_{10} X_{20}' = \frac{1500\delta + 6000\eta + 250\epsilon + 4500\xi + 750\tau}{2\psi} \cdot cq$	$\Sigma_{10} X_{20}'' = \frac{1000\beta + 1250\mu + 250\lambda}{4\omega} \cdot cq$	$\Sigma_{10} X_{20}''' = \frac{1250\alpha + 750\lambda}{\sigma} \cdot cq$	${}_{10}A_{20} = \frac{10a + 15c}{10L} cq - \Sigma_{10} X_{20}' - \frac{2c}{L} \Sigma_{10} X_{20}'' - \frac{1}{2} \Sigma_{10} X_{20}'''$	${}_{10}B_{20} = \frac{10a + 5c}{10L} cq - \Sigma_{10} X_{20}' + \frac{2c}{L} \Sigma_{10} X_{20}'' - \frac{1}{2} \Sigma_{10} X_{20}'''$	${}_{10}M_{20} = \Sigma_{10} X_{20}' + \Sigma_{10} X_{20}''$	${}_{10}N_{20} = \Sigma_{10} X_{20}' - \Sigma_{10} X_{20}''$	${}_{10}O_{20} = \Sigma_{10} X_{20}'''$	10 — 20
	20 — 30	$\Sigma_{20} X_{30}' = \Sigma_{10} X_{20}'$	$\Sigma_{20} X_{30}'' = \Sigma_{10} X_{20}''$	$\Sigma_{20} X_{30}''' = \Sigma_{10} X_{20}'''$	${}_{20}A_{30} = {}_{10}B_{20}$	${}_{20}B_{30} = {}_{10}A_{20}$	${}_{20}M_{30} = {}_{10}N_{20}$	${}_{20}N_{30} = {}_{10}M_{20}$	${}_{20}O_{30} = {}_{10}O_{20}$	20 — 30
	30 — 40	$\Sigma_{30} X_{40}' = \Sigma_0 X_{10}'$	$\Sigma_{30} X_{40}'' = \Sigma_0 X_{10}''$	$\Sigma_{30} X_{40}''' = \Sigma_0 X_{10}'''$	${}_{30}A_{40} = {}_0B_{10}$	${}_{30}B_{40} = {}_0A_{10}$	${}_{30}M_{40} = {}_0N_{10}$	${}_{30}N_{40} = {}_0M_{10}$	${}_{30}O_{40} = {}_0O_{10}$	30 — 40
Gelijkm. verd. belasting q over:										

Constanten :

$$\varphi_1 = \frac{J_c}{J_1}$$
$$\alpha = \varphi_1 \cdot k$$
$$\gamma = \varphi_1^2 \cdot k^2$$
$$\epsilon = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot k$$

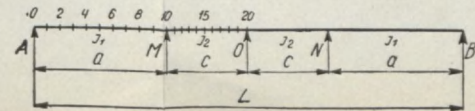
$$\varphi_2 = \frac{J_c}{J_2}$$
$$\beta = \varphi_1 \cdot k^2$$
$$\delta = \varphi_1^2 \cdot k^3$$
$$\eta = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot k^2$$

$$k = \frac{a}{c}$$

$$\lambda = \varphi_2$$
$$\tau = \varphi_2^2$$
$$\pi = 1000 (4\gamma + 15\epsilon + 9\zeta)$$
$$\rho = 1000 (\alpha + \lambda)$$

$$\mu = \varphi_2 \cdot k$$
$$\xi = \varphi_2^2 \cdot k$$

$$\sigma = 1000 (2\alpha + 1,5\lambda)$$
$$\psi = 1000 (4\delta + 15\eta + 9\zeta)$$
$$\omega = 1000 (\beta + \mu)$$
$$L = 2 (a + c)$$



We hebben dus:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= 1,25 & \varphi_2 &= 1,00 & k &= 0,55 \\ \alpha &= 0,6875 & \mu &= 0,55 & \gamma &= 1,25^2 \cdot 0,55^2 = \\ & & & & &= 0,47265625 \\ \beta &= 0,3781 & \tau &= 1,00 & \eta &= 1,25 \cdot 1,00 \cdot 0,55^2 = \\ & & & & &= 0,378125 \\ \delta &= 0,2600 & \xi &= 0,55 & \pi &= 1000 (4 \gamma + 15 \varepsilon + \\ & & & & &+ 9 \tau) = 21203,125 \\ \varepsilon &= 0,6875 & \sigma &= 2875 \\ \lambda &= 1,00 & \psi &= 11662 & \rho &= 1000 (\alpha + \lambda) = \\ & & & & &= 1687,5 \\ \omega &= 928\end{aligned}$$

terwijl verder is: $L = 124$ m, $a = 22$ m, $c = 40$ m.

$$\begin{aligned}q_1 &= 400 \text{ kg/m} & a q_1 &= 8\,800 \text{ kg} \\ q_2 &= 460 \text{ kg/m} & c q_2 &= 18\,400 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Met gebruikmaking van het nieuw bijgevoegde onderste deel van *Tabel III* krijgt men nu voor:

$$\begin{aligned}\Sigma_0 X'_{10} &= \frac{1181,64 + 6187,5 + 4500 + 195 + 850,78}{42406,25} 8800 = \\ &= \frac{12914,92}{42406,25} 8800 = + 2680,06 \text{ kg};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma_{10} X'_{20} &= \frac{390 + 2268,75 + 171,88 + 2475 + 750}{23324} 18400 = \\ &= \frac{6055,63}{23324} 18400 = + 4777,20 \text{ kg};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma_0 X''_{10} &= \frac{94,53 + 859,38 + 1000}{6750} 8800 = \\ &= \frac{1953,91}{6750} 8800 = + 2547,30 \text{ kg};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma_{10} X''_{20} &= \frac{378,13 + 687,5 + 250}{3712} 18400 = \\ &= \frac{1315,63}{3712} 18400 = + 6520,88 \text{ kg};\end{aligned}$$

$$\Sigma_0 X'''_{10} = \frac{283,58}{5750} 8800 = - 434,00 \text{ kg};$$

$$\Sigma_{10} X'''_{20} = \frac{1609,38}{2875} 18400 = + 10300,00 \text{ kg}.$$

Hiermede wordt:

$$\begin{aligned}A_{010} &= \frac{330 + 800}{1240} 8800 - 2680,06 - \\ &- \frac{80}{124} \cdot 2547,30 + \frac{1}{2} \cdot 434,00 = \\ &= 8019,35 - 2680,06 - 1643,42 + 217,00 = \\ &= + 3912,87 \text{ kg} = B_{3040}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{1020} &= \frac{220 + 600}{1240} \cdot 18400 - 4777,20 - \\ &- \frac{80}{124} \cdot 6520,88 - \frac{1}{2} \cdot 10300,00 = \\ &= 12167,73 - 4777,20 - 4207,74 - 5150,00 = \\ &= - 1967,21 \text{ kg} = B_{2030}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{010} &= \frac{110}{1240} 8800 - 2680,06 + \frac{80}{124} \cdot 2547,30 + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot 434,00 = \\ &= 780,65 - 2680,06 + 1643,42 + 217,00 = \\ &= - 38,99 \text{ kg} = A_{3040}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{1020} &= \frac{220 + 200}{1240} 18400 - 4777,20 + \frac{80}{124} \cdot \\ &\cdot 6520,88 - \frac{1}{2} \cdot 10300,00 = \\ &= 6232,26 - 4777,20 + 4207,20 - 5150,00 = \\ &= + 512,26 \text{ kg} = A_{2030}.\end{aligned}$$

Daardoor verkrijgen we voor de totale oplegreactie's door eigengewicht:

$$\begin{aligned}A &= A_{010} + \dots + A_{3040} = 3912,87 - 1967,21 + \\ &+ 512,26 - 38,99 = \\ &= + 2418,93 \text{ kg} = B.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{010} &= + 2680,06 + 2547,30 = + 5227,36 \text{ kg} \\ M_{1020} &= + 4777,20 + 6520,88 = + 11298,08 \text{ ,,} \\ M_{2030} &= + 4777,20 - 6520,88 = - 1743,68 \text{ ,,} \\ M_{3040} &= + 2680,06 - 2547,30 = + 132,76 \text{ ,,}\end{aligned}$$

$$M = N = + 14914,52 \text{ kg}.$$

$$\begin{aligned}O &= 2 (O_{010} + O_{1020}) = 2 (\Sigma_0 X'''_{10} + \\ &+ \Sigma_{10} X'''_{20}) = 2 (- 434,00 + 10300,00) = \\ &= + 19736,00 \text{ kg}.\end{aligned}$$

De som der reacties door het eigen gewicht bedraagt nu: $A + B + M + N + O =$

$$\begin{aligned}&= 2 \times 2418,93 + 2 \times 14914,52 + 19736,00 \text{ kg} = \\ &= 4837,86 + 29829,04 + 19736,00 = \\ &= + 54402,90 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Het eigen gewicht van den hier beschouwden ligter is $2 \times (8800 + 18400) = 54\,400$ kg. Het verschil van 2,90 kg teveel berust op onvermijdelijke afrondingsfouten in de voorgaande berekening en kan natuurlijk worden verwaarloosd. Rondt men de boven opzettelijk zoo ver doorgerekende uitkomsten af in 0,01 ton, dan krijgt men (uiteeraard) een juist sluitend resultaat: $2 \times 2,42 + 2 \times 14,91 + 19,74 = 54,40$ ton.

Bandoeng, Januari 1940.

G. Meesters.

VARIA.

Luchtconditioneering in Britsch-Indië.

Ten einde de jaarlijksche overplaatsing van de Regeering van Delhi naar Simla gedurende de warme zomermaanden zooveel mogelijk te bekorten, heeft het Britsch-Indische Gouvernement besloten om te beginnen met dit jaar door toepassing van luchtconditioneering de hoofdstad in die maanden tot een aangenamer verblijfplaats te maken.

Dit besluit is genomen naar aanleiding van de ernstige overbevolking van Simla, die nog meer zal toenemen, wanneer de grootere Federal Legislature ingesteld wordt. De tegenwoordige zitting van den Legislature in Simla zal afgeschaft worden en een tweede zitting zal in Delhi gehouden worden tusschen midden September en begin November, waardoor het verblijf der Regeering in eerstgenoemde stad van 6 tot 4½ maand wordt teruggebracht. Hierdoor zal het niet noodig zijn de departementen in den zomer in hun geheel over te brengen. De ambtenaren, die niet behoeven te verhuizen krijgen een vacantie in Delhi.

Het resultaat van deze plannen zal zijn, dat ongeveer 50 hogere ambtenaren, 1200 klerken en 500 minderen in de warme maanden in Delhi kunnen blijven.

Aanzienlijke sommen gelds zullen uitgegeven moeten worden om het Raadhuis, de Secretarie en de woonhuizen door middel van luchtconditioneering voor gebruik in den zomer meer geschikt te maken. De uitgaven hiervoor zijn geschat op \$ 412 500. Het Gouvernement is van plan om den onderbroken bouw van moderne woonhuizen voor ambtenaren en klerken in Delhi voort te zetten.

Door het uitvoeren van de nieuwe plannen verwacht men echter een besparing te verkrijgen, die geschat wordt op \$ 225 000 tot \$ 260 000 jaarlijks.

Het bouwen alleen zal ongeveer \$ 1 500 000 kosten, waarschijnlijk over drie jaren te verdeelen. De Secretarie zal voor \$ 150 000 geheel luchtgeconditioneerd worden; ook de bestaande woningen, die alleen op het gebruik in den winter zijn ingericht, krijgen luchtconditioneering.

De overbrenging van de Regeering naar Simla in het laatste zomerseizoen kostte bijna \$ 412 500.

Heating & Ventilating 36, 1939, No. 10, blz. 45.

C. P. M.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 December 1939 o.m. openbaar gemaakt. Onder de aandacht van belanghebbenden wordt gebracht, dat aan den Octrooiraad te 's-Gravenhage te richten bezwaarschriften tegen de verleening van octrooi en verzoekschriften tot het verkrijgen van een recht als voorgebruiker of tot vermelding van den naam van den uitvinder in het octrooi, bij het Kantoor voor den Industrieelen Eigendom (Dept. van Justitie) te Batavia-C. kunnen worden ingediend, onder aanteekening, dat tegen de verleende octrooien niet anders kan worden opgekomen dan door een vordering tot nietigverklaring of opeisching bij de gewone rechters in Nederland.

De termijn voor het indienen van bezwaar- en/of verzoekschriften loopt af op:

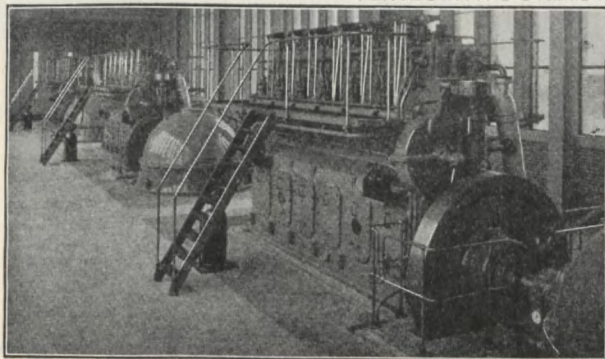
15 April 1940.

- No. 84 406 Ned. kl. 5a. T. Seifer, Berlijn: Door de spoelvloeistof gedreven stootboorinrichting.
 No. 88 155 Ned. kl. 5a. N. V. De Bataafsche Petroleum Mij., 's-Gravenhage: Werkwijze voor de bereiding van spoelvloeistoffen voor de boortechneek.
 No. 89 633 Ned. kl. 5a. N. V. Gebr. Stork & Co's fabriek van Hijschwerktuigen, Haarlem: Kernboorkroon.
 No. 89 634 Ned. kl. 5a. N. V. Gebr. Stork & Co's Fabriek van Hijschwerktuigen, Haarlem: Buizenhef- of draagklem, met drie concentrische, door kegelvlakken gescheiden draagorganen, waarvan het binnenste en het middelste elk uit twee of meer deelen bestaan.

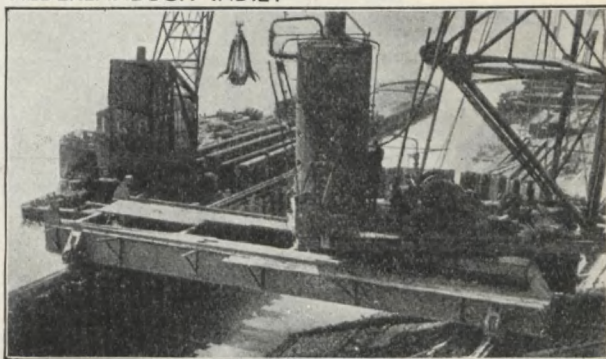
- No. 83 403 Ned. kl. 5d. The Mining Engineering Comp. Ltd. en M. S. Moore, beiden te Worcester, Engeland: Laadmachine voor den mijnbouw.
 No. 85 908 Ned. kl. 20d. Ruhrhandel G.m.b.H., Hagen-Haspe, Westfalen, Duitschland: Wielstel met losse wielen op een draaibare as, in het bijzonder voor een mijnwagen.
 No. 83 000 Ned. kl. 21g. Standard Oil Development Comp., Linden, N. J., V. St. v. Am.: Werkwijze en inrichting voor het electrisch peilen van boorgaten.
 No. 84 481 Ned. kl. 21g. Standard Oil Development Comp., Linden, N. J., V. St. v. Am.: Werkwijze voor het onderzoeken van ondergrondse lagen.
 No. 80 783 Ned. kl. 84a. Dortmund-Hoerder Hüttenverein A. G., Dortmund: Damwand voorzien van een verankering met een vervormbaar tusschenorgaan tusschen de onderlegplaat en de moer of den ankerkop.
 No. 84 348 Ned. kl. 42 l. E. E. Rosaire, Houston, Texas, V. St. v. Am.: Werkwijze voor het aantoonen van de aanwezigheid van olie of aardgassen in den grond door gasanalyse van grondmonsters.
 No. 81 594 Ned. kl. 23b7 E. W. Hultman, Larchmont, N. Y., Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het zuiveren van koolwaterstoffen.
 No. 81 637 Ned. kl. 39b3. Texaco Development Corporation, Wilmington, Delaware, Ver. St. v. Am.: Werkwijze ter bereiding van een vrijwel volledig in olie oplosbaar harsachtig polymerisatieproduct uit rubber.
 No. 85 813 Ned. kl. 45c44. Werkspoor N. V., Amsterdam: Machine voor het schillen van vruchten, knollen en dergelijke producten en voor het scheiden van noten en vruchtvleesch bij verwerking van palmvruchten en dergelijke producten.

IKANEMA-BANDOENG

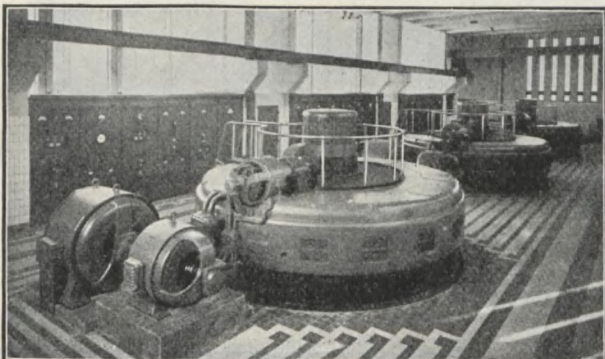
INDISCH KANTOOR VAN NEDERLANDSCHE MACHINEFABRIEKEN EN SCHEEPSWERVEN
VERTEGENWOORDIGT IN NEDERLANDSCH-INDIË:



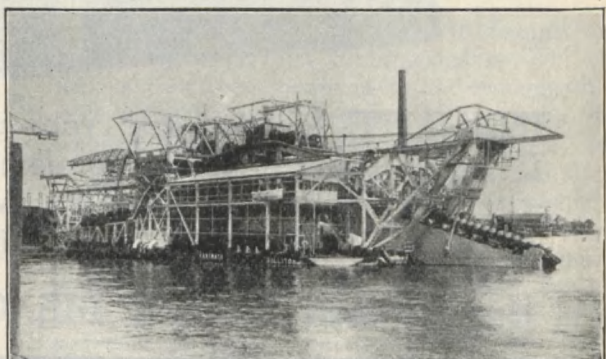
WERKSPOR N. V. — AMSTERDAM



FIGEE — HAARLEM



SMIT — SLIKKERVEER



J. & K. SMIT'S SCHEEPSWERVEN, KINDERDIJK

VOOR

Electrisch Lassen

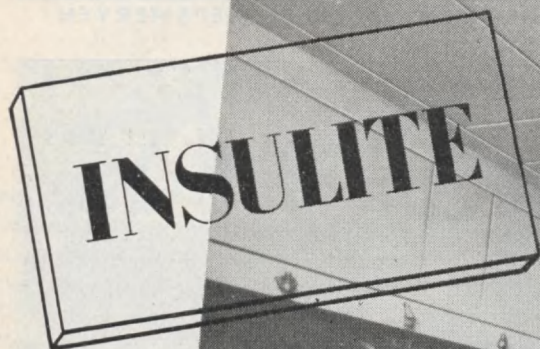
PHILIPS

LASCHTOESTELLEN EN LASCHSTAVEN

VRAAGT INLICHTINGEN

....vandaag nog!

N.V. REVIMJ - Soerabaja - Batavia - Semarang - Bandoeng - Medan

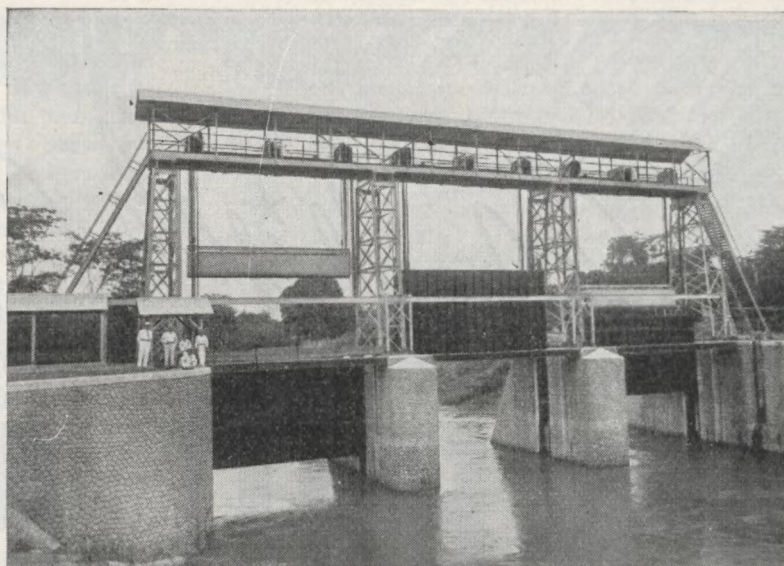


INSULITE Buildingboard voor plafonds.
INSULITE Hardboard voor lambrizeeringen.
 Koel, smaakvol en voornaam.
 Insulite producten zijn allen bestand tegen witte mieren.

Eenige imp. N. V. H. Mij. GÜNTZEL & SCHUMACHER

**CONSTRUCTIE-
WERKPLAATS**

De Bromo
PASOEROEAN



Stuwsluizen in de
Kali Sragi nabij
Gambiro.

Vervaardigt: Machinerieën voor Suikerfabrieken en
andere cultuurondernemingen. Alle Constructie-werken.

Specialiteiten: Centrifuges, Boulogne Vloeistofweegtoe-
stellen, Sluiswerken, Koffiedrogers.

- No. 86 127 Ned. kl. 89e2. J. B. Nachenius, Breda: Inrichting voor het verdampen van vloeistoffen, in het bijzonder het indampen van suikersappen.
- No. 86 228 Ned. kl. 23b4a. Standard Oil Development Company, Linden, N. J., Ver. St. v. Am.: Werkwijze ter bereiding van motorbrandstoffen met hoog octaangetal.
- No. 87 931 Ned. kl. 23b4a2. Universal Oil Products Company, Chicago: Werkwijze voor het selectief onder druk polymeriseeren van alkeengasmengsels met een vasten fosforzuurkatalysator.
- No. 88 196 Ned. kl. 23b4a2. Texaco Development Corporation, Wilmington, Delaware, Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het bereiden van klopvast motorbrandstoffen door alkyleering van isoalkanen.
- No. 90 475 Ned. kl. 21c. A. J. H. Verhaar, Delft: Holle, van een ononderbroken in lengterichting verloopende sleuf voorziene, bevestigingslijst voor het met behulp van klembeugels en schroefbouten bevestigen van buizen kabels en dergelijke leidingen tegen wanden, plafonds en dergelijke oppervlakken.
- No. 85 246 Ned. kl. 21c. Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Clichy, Seine, Frankrijk: Werkwijze voor het aanbrengen van een onbrandbare eindafsluiting voor een electrischen kabel, welke een geleidende ader, een metalen mantel en een poedervormig mineraal isolatiemateriaal tusschen ader en mantel bevat, waarbij het afsluitorgaan bestaat uit een eindstuk van vuurbestendig materiaal, dat voorzien is van een boring, voor het doorlaten van de ader en in een holte van het isolatiemateriaal van den geleider kan worden gedrukt en eindafsluiting, aangebracht volgens deze werkwijze.
- No. 82 258 Ned. kl. 21h. Gesellschaft für elektrotechnische Erzeugnisse m. b. H., Berlijn: Inrichting voor het drogen van vochtige voorwerpen, door middel van hoogfrequente wisselvelden.
- No. 89 558 Ned. kl. 37d. J. S. J. Zwart, Batavia: Roluik, bestaande uit latten, die scharnierend met elkaar zijn verbonden.
- No. 86 601 Ned. kl. 37f. S. Kool, Amsterdam: Dak voor bescherming van een gebouw tegen bomaanvallen.
- No. 80 238 Ned. kl. 65a. W. Risch, Zürich: Schip, waarvan de zijwanden uit onderling evenwijdige, in de langsrichting van het schip loopende platen zijn samengesteld, waarbij deze platen uit aan elkaar geschroefde of geklonken deelen uit licht metaal met een U-profiel bestaan.
- No. 88 118 Ned. kl. 65a. Handelsvennootschap onder de firma H. K. van Wingerden & Zonen, Gorinchem: Muskietgaasrooster voor patrijspoorten.
- No. 80 381 Ned. kl. 65a. A. P. Schat, Utrecht: Scheepsdavit, in hoofdzaak werkende als een stangenvierhoek.
- No. 85 134 Ned. kl. 74d. Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Stockholm: Inrichting voor het tellen van het aantal passeerende voertuigen of voor het regelen van het verkeer.
- No. 89 425 Ned. kl. 81d. N. V. Plaatwerkerij en Verzinkerij v/h P. Bammens & Zn., Maarsse, en N. V. Fabriek voor Wagenbouw, IJzerconstructie en Brandweermaterieel v/h J. Geesink & Zonen, Weesp: Inrichting voor het ophangen van een vuilnisemmer aan een vuilniswagen en het borgen van deze ophanging bij het kippen van den emmer.
- No. 65 830 Ned. kl. 84c. Dortmund-Hoerder Hüttenverein Aktiengesellschaft, Dortmund: Stalen heipaal, met een kern van I of ander profiel met diepe kanalen en met een verdikking van het lijf welke op eenigen afstand van de paalpunt is aangebracht.

De studie van Nederlanders in Zuid-Afrika.

„In deze dagen staat menig ouder en opvoeder voor de vraag: hoe en waar kan mijn zoon of dochter of pupil een verdere opleiding genieten?

Met het oog hierop heeft het hoofdbestuur der Nederlandsch Zuid-Afrikaansche Vereeniging te Amsterdam in Juli jl. in een rondschriften aan rectoren en directeuren van gymnasia, lycea en hogere burgerscholen in Nederland de aandacht gevestigd op Zuid-Afrika als een land waar het probleem: „Hoe komen de afgestudeerde jongelui aan den slag?” onbekend is.

Het is een feit, dat men zich in Zuid-Afrika in het algemeen niet bezorgd maakt over de toekomst van een jongmenschen, dat een universitaire opleiding heeft genoten. De ingenieur, de medicus, de jurist, de theoloog — om slechts enkele categorieën te noemen — zij vinden allen hun weg in de Zuidafrikaansche maatschappij. Waarom zou dan een Nederlander, die in Zuid-Afrika wordt opgeleid en een Zuidafrikaansch diploma heeft behaald, geen kans hebben op een goede positie in de Unie, het land door velen genoemd als het land der toekomst?

De snelle ontwikkeling van het hooger onderwijs in Zuid-Afrika sedert 1916 heeft het mogelijk gemaakt, dat een Afrikaner thans in vrijwel elk vak van wetenschap in eigen land een bevoegdheid kan behalen en dat heeft weer ten gevolge gehad dat tegenwoordig voor vrijwel elke betrekking, doch vooral voor den staatsdienst, een Zuidafrikaansche graad of diploma wordt geëischt.”

Aldus vangt aan een artikel in *Zuid-Afrika*, maandblad voor de cultureele en economische betrekkingen tusschen Nederland en Zuid-Afrika.

Er volgt dan een overzicht van den groei van het hooger onderwijs in Zuid-Afrika en een opsomming van de thans bestaande universiteiten en universiteitscolleges, de inrichting van het onderwijs aldaar en het stelsel van examens en graden, dat geheel Engelsch is. Slechts in Pretoria en Stellenbosch begint men geleidelijk wat over te nemen van het continentale stelsel.

Waarom studie in Zuid-Afrika? In het blad zijn reeds eerder weerlegd de argumenten, waarmee men het afstudeeren in Nederland stelt boven Zuid-Afrika, „maar”, aldus het artikel, „toch willen wij er nogmaals op wijzen, dat bij plaatsing in Zuid-Afrika niet zoozeer gelet wordt op een hoog wetenschappelijke graad, maar wel of bij de opleiding rekening is gehouden met de speciale wenschen, verlangens en behoeften, die Zuid-Afrika aan een (mijn)ingenieur, een natuur- of scheikundige enz., stelt. En dan denken wij nog maar aan de vrije beroepen. Bedenkt men echter dat een Nederlandsch artsdiploma geen recht geeft op uitoefening der praktijk, dat een Nederlandsch mees-

ter in de rechten niet kan worden toegelaten tot de balie of magistratuur, dat een Nederlandsch architect of civiel ingenieur zich niet als architect mag vestigen in de Unie, kortom dat aan de uitoefening van verschillende beroepen tal van voorwaarden worden verbonden, die een Zuid-Afrikaansch gegradueerde wel en een Nederlandsch niet kan vervullen, dan behoeft er o.i. over de wenschelijkheid of noodzakelijkheid van de studie in Zuid-Afrika ter verkrijging van een positie daar te lande weinig meer gezegd te worden".

Het eerste deel van het artikel sluit af met een opmerking over het gebruik der talen, Engelsch en Afrikaansch, aan de verschillende universiteiten. In het volgend nummer van het blad zal een opsomming worden gegeven van de studierichtingen, die een Nederlander kan kiezen.

Intusschen kunnen belangstellenden zich wenden tot het secretariaat der *Nederlandsch Zuid-Afrikaansche Vereeniging*, Keizersgracht 141, Amsterdam-C., voor nadere inlichtingen.

Zij die erover denken in Zuid-Afrika te gaan studeeren, moeten rekening houden met het feit dat alle cursussen in Maart beginnen en dat men tusschen tijds niet toegelaten kan worden.

Verlof in Zuid-Afrika?

„De Unie als toeristenland voor Amerikanen", voorspelden wij zooveen.

Waarom eigenlijk ook niet voor Nederlandsch-Indische verlofgangers? Velen in de Oost, die aan verlof toe waren, verzuimden tot nu toe dit aan te vragen, zoodat van verlof terugkeerende ambtenaren op non-activiteit moeten worden gesteld. Waarom opent „Koloniën" niet, evenals een aantal groote particuliere maatschappijen, de gelegenheid om verlof in andere landen, b.v. Zuid-Afrika, door te brengen? Hier kan moeilijk worden aangevoerd, dat de contracten met de „Nederland" en de „Rotterdamsche Lloyd" zich daartegen verzetten. Wij vragen verder, waar kan een Indischman, behalve in Nederland, beter zijn verlof doorbrengen dan in Zuid-Afrika? Van de drie redenen voor verlof, die „Koloniën" onlangs formuleerde, familiebezoek, recreatie en cultureele betrekkingen, zijn de laatstgenoemde ook in Zuid-Afrika te vinden en er kan ontmoeting van familieleden plaats hebben, wanneer de Nederlandsche verwanten eveneens naar Zuid-Afrika komen! Laten wij Nederlanders toch niet opzien tegen een dergelijke verplaatsing. Veler blik zou door zulk een reis worden verruimd en verbreed. Waar kan men in deze tijden beter heen gaan dan „naar zonnig Zuid-Afrika", dat, volgens de getuigenissen, die voor en na ook in dit blad zijn verschenen is, „n vakansieoord die hele jaar deur?"

Willen de verlofgangers, wil de overheid advies over de wijze, waarop het verlof het beste kan worden doorgebracht in Zuid-Afrika: het is uitvoerig te verkrijgen, gedocumenteerd en betrouwbaar. De adressen zijn bekend.

Daarentegen verleent de Zuidafrikaansche Legatie zonder bezwaar een visum aan bona fide zakenlieden of toeristen en anderen, die voor tijdelijk verblijf naar Zuid-Afrika willen vertrekken. Dit ter geruststelling van bezorgde lieden en tot tegenspraak van

hun veronderstelling, dat in zulke gevallen toch geen visum wordt verleend. Zuid-Afrika verwacht, evenals altijd, zijn gasten. Hoe meer hoe liever.

(Uit het December-nummer 1939 van *Zuid-Afrika*).

BOEKBESPREKING.

Veeltalige Woordenboeken, volgens het „Eentalig systeem".

Deel: *Grondbegrippen der Techniek*.

Voor de Nederlandsche taal bewerkt door Ir. P. von Pritzelwitz van der Horst.

Nederlandsch: Grondbegrippen der Techniek; in linnen geb. f 3,50.

Duitsch: Grundbegriffe der Technik; idem f 2,80.

Engelsch: General technical terms; idem f 2,80.

Fransch: Technologie générale; idem f 2,80.

Uitsluitend recht van verkoop voor Nederland en Koloniën: N. V. Uitgevers-Maatschappij Æ. E. Kluwer, Deventer.

Aan het prospectus van deze nieuwe uitgave wordt allereerst het volgende ontleend:

„Dit woordenboek volgens het „Eentalig systeem" is tot heden in vier talen verschenen, terwijl andere talen in voorbereiding zijn. Ieder deel is eentalig en bestaat uit twee gedeelten. In het eerste gedeelte zijn de woorden *alphabetisch* gerangschikt met vermelding van hun volgnummer. In het tweede gedeelte zijn de woorden volgens de *nummers* gerangschikt.

Het eerste (alphabetische) gedeelte van ieder deel dient om het nummer op te zoeken van het woord waarvan men de vertaling wenscht te weten; in het tweede gedeelte van het deel in de taal waarin men het gezochte woord wenscht te vertalen, treft men achter het gevonden nummer de vertaling aan.

Een *voorbeeld*: Men wil weten hoe de Engelsche, Fransche en Duitsche vertaling luidt van het woord: lasschen. In het Nederlandsche deel vindt men in het eerste gedeelte achter *lasschen* vermeld: 1173. Nu slaat men het Engelsche deel op en vindt in het tweede gedeelte achter 1173: to weld; in het Fransche deel vindt men achter 1173: souder; in het Duitsche deel: schweissen, zusammenschweissen.

Als men echter van het Engelsche werkwoord to weld uitgaat, van het Fransche souder of van het Duitsche schweissen, vindt men in het eerste gedeelte van het desbetreffende deel achter to weld, souder of schweissen het nummer 1173 en in het tweede gedeelte van het Nederlandsche deel het woord lasschen.

Dit woordenboek is ook geschikt om samengestelde uitdrukkingen in de verschillende talen op te zoeken. Zoo kan men bijv. door het nummer 1994 vinden: gewapend beton, betonijzer, steel concrete, reinforced concrete, Eisenbeton, bewehrter Beton, béton armé, ciment armé."

De basis van het systeem, waarop deze uitgave berust, is een lijst van 8 565 nummers, weergevende ruim 11 000 woorden of uitdrukkingen, welke behooren tot het domein van de grondbegrippen der techniek, waarvan elk nummer karakteristiek blijft voor

het ermede verbonden begrip, in elke taal waarvoor een der verschillende deelen der uitgave is ingericht.

Deze nummerlijst beslaat het tweede gedeelte van ieder deel, terwijl de voorste helft de alfabetische rangschikking der woorden, met vermelding van het toebedeelde kengetal achter ieder woord bevat.

Er is hierbij een sterke analogie met de gebruikelijke indeeling van een telefoongids: de naamlijst der abonné's met hunne nummers vóór, achter in de nummerlijst der geabonneerden met hun (wel is waar afgekorten) naam. Wil men iemand opbellen, dan zoekt men diens naam in het eerste gedeelte van den gids en vindt het nummer voor de telefonische verbinding. Bij deze woordenboeken: men gaat over op het andere taalgebied. Is men opgebeld door een nummer, dan biedt het achterste gedeelte van den gids de oplossing om tot den naam van den oproeper te komen. Bij deze woordenboeken: overgang van het vreemde taalgebied naar de eigentalige uitdrukking of een ander vreemd taalgebied.

Door het nemen van steekproeven met het ter bespreking ontvangen stel van de Nederlandsche en Engelsche uitgave kon worden geconstateerd, dat de omvang der woorden- en begrippenschat een zeer behoorlijke weergave vormt van de tot titel dezer uitgave gekozen „Grondbegrippen der Techniek”. Zij omvatten de technische hulpwetenschappen, wiskunde, natuurkunde, scheikunde, mechanica, elasticiteit, kennis en beproeving van grondstoffen, brandstoffen en andere energiebronnen, technisch teekenen, werktuigonderdeelen, gereedschappen, meetinstrumenten, industriele en economische organisatie. Veelvuldig voorkomende termen op speciaal vakgebied, vooral der werktuigbouwkunde en electrotechniek, voor zoover van algemeen belang, zijn tevens opgenomen.

Door de ééntaligheid van elk deel behoeft de gebruiker slechts die talen te kiezen welke hij noodig heeft en hoeft dus geen deel aan te schaffen van de talen, die hij *niet* noodig heeft.

De raadpleging is zeer gemakkelijk, het kleine formaat en de geringe dikte stempelen deze boekjes tot zakwoordenboek in den waren zin van het woord. Eenvoudig doch welverzorgd van uitvoering vormen de verscheidene deelen van de hierbesproken uitgave een welkome aanwinst als hulpmiddel bij het overbrengen van taal naar taal van de onderwerpen behorende tot het door den hoofdtitel bestreken gebied.

G. M.

PERSONALIA.

Ir. J. O. d e K a t, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is ter besch. gesteld v. d. Prov. West-Java en geplaatst te Batavia.

Dr. H. H. B r o n s en A. B a b e r, geologen bij de B.P.M., zijn overgepl. van Balikpapan naar Tarakan.

KONINKLIJK INSTITUUT V. INGENIEURS, Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde leden.

De in no. 12 van den vorigen jaargang voorgestelde leden zijn aangenomen.

Thans worden voorgesteld als *gewoon lid*:

Ir. R. D j o e a n d a, Ingenieur 2de klasse bij 's Lands Waterstaat (t.b. Prov. West-Java), Batavia-C.;

Ir. M. J. S c h i l d, Administrateur N. V. Ned.-Ind. Steenkolen Handel Maatschappij, Soerabaja;

Ir. W. H. K r a j e n b r i n k, Ingenieur 1ste klasse bij de N. V. Gemeenschapp. Mijnbouw Mij. Billiton, Medan;

Ir. C. T o n, Technisch adviseur van de Rubber Cultuur Mij. Amsterdam, Klein Soengei Karang, Galang (S.O.K.)

en als *junior lid*:

Ir. D. W. T a r e n s k e e n, Assistent aan de Technische Hoogeschool, Bandoeng.

Als *lid* werd wederom ingeschreven het voormalig gewoon lid:

Ir. A. N. P. d e W i t, Ingenieur bij den Dienst van Weg en Werken S.S., Soerabaja.

Eventuele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden vóór 31 Maart a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.

Betrekking gezocht door:

Civiel ingenieur,

diploma Delft 1935, oud 28 jaar. Wenscht bij voorkeur in dienst te treden bij Aannemersfirma. Over eenige maanden beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1939, oud 23 jaar. Wenscht bij voorkeur in Gouvernementsdienst te treden. Beschikbaar Juli 1940.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1926. Direct beschikbaar.

Electrotechnisch ingenieur,

diploma electrotechnisch ingenieur E. T. H. Zürich 1934, oud 34 jaar. Direct beschikbaar.

Bouwkundig ingenieur,

diploma Delft 1926, oud 38 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,

diploma Bandoeng 1937. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1926, oud 41 jaar. Wenscht bij voorkeur een technisch-administratieven werkring. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur en Kulturingenieur,

diploma Delft 1936 en diploma E. T. H. Zürich 1931, oud 32 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,

diploma Bandoeng 1936. Direct beschikbaar.

Mijnningenieur,

diploma Delft 1928. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,

diploma Bandoeng 1936, oud 29 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,

diploma Bandoeng 1937, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1929, oud 36 jaar. Direct beschikbaar.

Inlichtingen bij het Secretariaat van de Groep Ned.-Indië van het Kon Instituut v. Ingenieurs, Bragaweg 38, Bandoeng.

Binnenkort verkrijgbaar:

Het bouwen in seismisch gebied

door

C. P. BREST VAN KEMPEN,

Luit.-Kol. der Genie v. h. Kon. Ned.-Ind. Leger.

Overdruk van de gelijknamige publicatie uit *De Ingenieur in Ned.-Indië* Nos. 9, 10, 11, 12 — 1939 en No. 1 — 1940.

Prijs: bij vooruitbetaling f 1,50; event. rembourskosten extra.

Bestellingen uitsluitend te richten tot de Administratie van *De Ingenieur in Ned.-Indië*, Bragaweg 38, Bandoeng.

BIJ HET MARINE ETABLISSEMENT TE SOERABAJA

bestaat gelegenheid tot plaatsing van

EEN (JONG) INGENIEUR 2de KLASSE

(electrotechnisch) met Delftsch diploma.

Plaatsing voorloopig in tijdelijken dienst; bezoldiging f 275.— — f 600.—

Boven de bezoldiging worden genoten 5% standplaatstoelage, 10% Oedjoengtoelage en eventueel kindertoelage.

Ongezegelde sollicitaties met volledige opgave van leeftijd, diploma(s) c.q. werkkring(en) zoo spoedig mogelijk te richten tot het Hoofd van de Bedrijfsadministratie bij het Marine Etablissement te Soerabaja.

Bouwkundig ingenieur

38 jaar oud, ongehuwd, met bijna 14 jaren ervaring in Nederland en Zuid-Afrika, kort geleden gearriveerd, zoekt werkkring; liefst bij Gemeente, ingenieurs- of architectenbureau, aannemers firma of industriële onderneming. Brieven onder No. I. 52, N.V. G. Kolff & Co, Afd. Periodieken, Batavia-C.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.
„DE MIJNINGENIEUR”

INHOUD: On the origin of some granites from Singapore, door dr. R. W. van Bemmelen. — Economische mededeelingen. — Personalía.

On the origin of some granites from Singapore

by

Dr. R. W. VAN BEMMELEN.

(Geologist of the Geological Survey of the Netherlands-Indies).

With 9 photo's, 3 chemical analyses, 1 text figure.

Contents:

Summary	pag. 23
I. Introduction	” 23
II. General Problem	” 24
III. Bukit Timah Quarry	” 24
IV. Mandai Quarry	” 27
V. Concluding Remarks	” 32
VI. Literature Rerefences	” 34

Summary.

The origin of granitic and associated plutonic rocks can be considered from two standpoints: Either they are the crystallization product of a silicate melt (molten-state theory) or they are the result of replacements of pre-existing rocks (sedimental or igneous) by diffusions in the solid state (solid-state theory).

This study of granite varieties from the island of Singapore leads to the conclusion that concerning these granites the solid-state theory is more in harmony with the observed facts than the molten-state theory.

I. Introduction.

During a trip to the bauxite deposits of Bintan (Riouw Archipelago, South of Singapore) the author had the opportunity to make an excursion on the island of Singapore and to visit, among other localities, the granite quarries along the Bukit Timah Road (Bukit Timah quarry and Mandai quarry).

These granites are intrusive into a series of shales and sandstones containing triassic fossils (Scrivenor, 1909, 1924, 1931). They belong to the intrusion period which caused the formation of the tin-ores of this region. Scrivenor (1924, p. 6) published the following observations in this connection:

“A tourmaline-rock has been found at B. Timah, where also granite-porphry occurs. In a granite quarry at Bukit Pandjang I found, in 1906, a pocket of cassiterite, molybdenite, chlorite, and calcite. Later, tin-ore (cassiterite) was found in quantity by Mr. Loveridge at Bukit Mandi. Later again, about 1921, further specimens of molybdenite were found in one of the Bukit Timah quarries”.

The granite exposures along the Bukit Timah road from Singapore to Mandai belong to the western outcrop of the Singapore granite batholith, which has

a diameter of about 12 miles. This granitic core of the island of Singapore forms the southern part of a much greater plutonic intrusion, which occupies southern Johore on the mainland of the Malayan Peninsula.

The western outcrop of the Singapore batholith belongs to the acid type of granite; it has a high silica percentage, the amount of dark mica is not large, and quartz and felspar are abundant. On travelling over the outcrop to the east, however, a less acid type is found, characterized mainly by the occurrence of hornblende as well as dark mica. In this paper only samples of the western outcrop (with the acid granite type) are studied. The Bukit Timah quarry lies more than a mile from the contact with the triassic formation, and the Mandai quarry at somewhat less than a mile (according to the sketch map composed by Scrivenor 1924). The study of the collection of rock samples from these localities gave interesting indications for the conception that reactions in the solid state were an important factor in the genesis of these granites. Because these observations are of significance for the general question of the genesis of granites, the author decided to publish them as a small contribution to this problem.

II. General Problem.

In preceding publications (1938, 1939) the author raised the question of whether the miocene granites and granodiorites of the Soenda-arc might be considered as the products of fractionated crystallization of a molten parent magma, or whether they are of migmatitic origin (transformation in situ of pre-existing solid rocks).

The general problem can be formulated as follows: are holocrystalline, so-called "igneous" rocks always formed by crystallization of silicate melts, or is it possible that at least part of these rocks derived their "igneous appearance" by recrystallization of pre-existing material (igneous or sedimental) in the solid state?

The molten state is generally accepted as an axiom which forms the starting point of all our reasonings on petrogenesis (crystallization differentiation, the rule of Rosenbusch on the succession of the crystallization of the minerals of igneous rocks, the theories on contact metamorphism with pneumatolytic and hydrothermal stages).

Nearly all our interpretations of field- and microscopic observations are based on this fundamental conception of the molten state as a starting point. It seems to be so obvious that igneous rocks originally passed through a molten state, that this contention was hardly ever questioned.

The observations in the field of the Scandinavian school of petrologists (Sederholm) on the problems of migmatitisation, however, gave many facts, which were not in harmony with this fundamental conception. Therefore, theories based on diffusion of emanations in the solid rocks (causing reactions and metasomatic recrystallizations in these host-rocks) were developed. The special importance of these theories lies in the fact that they are based on exact observations both in the field and with the microscope, whereas the theories of magma differentiation by fractionated crystallization (such as proposed by Bowen) are formed by a complex of hypotheses on the course of crystallization of silicate melts¹⁾.

1) Perrin & Roubault (1937, p. 17) write on this subject:

"La tâche de Bowen lui a été grandement facilitée par la pauvreté actuelle des connaissances sur les diagrammes de solidification des mélanges de silicates; quelques-uns seuls sont étudiés; les roches contiennent d'ailleurs un nombre de constituants tel, que la présentation dans l'espace des diagrammes serait impossible. Ceci a permis d'ajuster les hypothèses au plus grand nombre de constatations géologiques et d'imaginer des allures de diagramme qui conduisent au résultat désiré; les bases de l'édifice sont, le plus souvent, purement artificielles".

In the new textbook of petrology, edited by Correns (Die Entstehung der Gesteine, Berlin, 1939), T. Barth writes on page 100:

"Viele Gesteine, die man früher sozusagen als Prototypen magmatischer Herkunft betrachtete, verdanken wahrscheinlich viel komplizierteren Vorgängen ihre Entstehung..... Viele, vielleicht die meisten Granite der Erde, sind nicht magmatisch sensu stricto. Sie sind durch Migmatisierung und Granitisierung älterer Sedimente gebildet. Es unterliegt überhaupt keinem Zweifel, dass die metasomatischen Prozesse ("Replacement", Verdrängung) auch bei der Entstehung der sog. magmatischen Gesteine eine sehr bedeutende Rolle spielten."

(Translation: "Many rocks, which were formerly considered as the prototypes of magmatic origin, probably owe their origin to much more complicated processes..... Many, possibly most of all granites of the earth are not magmatic sensu stricto. They were formed by migmatization and granitisation of older sediments. There is not a single doubt, that these metasomatic processes (replacement, "Verdrängung") were also of great importance for the origin of the so-called igneous (magmatic) rocks").

The publication of Schwarz (1939) on hydrothermal alterations in igneous rocks clearly demonstrates the intensive chemical and mineral changes which can take place in such solid rocks by diffusions of the oxides at relatively low temperatures.

Good examples of gains and losses of each important oxide are available. If these oxides can migrate through solid igneous rocks at relatively low temperatures, they should be able to do the same, a fortiori, at higher temperatures. Such changes caused by diffusions at higher temperatures (which, however do not reach the melting point of the rock concerned) might produce rocks with an igneous appearance of varying composition and texture. We must, therefore, be very careful before concluding that such rocks owe their mineral composition and texture to the crystallization of a molten magma. An origin of such rocks by diffusions in the solid state is an alternative possibility which has always to be seriously considered.

In the present state of development of the science of petrogenesis, therefore, it is no longer possible to consider the molten state of origin as an obvious axiom. It is necessary to consider the genesis of holocrystalline igneous rocks from both sides, viz. a) crystallization by slow cooling of a molten mass or b) reactions by diffusions in the solid state. For the sake of brevity, in the following we shall often refer to the "molten-state" and the "solid-state" theories.

III. Granites of the Bukit Timah quarry.

This quarry lies in apparently very homogeneous biotite granite. On closer examination variations in structure and composition can be locally observed. In some parts the granite has a slightly porphyritic texture and this gradually changes into the texture of the non-porphyritic parts. Differences in the biotite content cause transitions into aplitic varieties, with

very little of femic minerals (biotite). The porphyritic biotite granite consists of phenocrysts of quartz, orthoclase, albite-oligoclase and biotite of about 1 — 5 mm diameter in a granular groundmass consisting of the same minerals, with a diameter of about 0.01 — 0.1 mm.

The non-porphyritic parts have the same grain

size as the phenocrysts of the porphyritic variety. The transition of the porphyritic into the non-porphyritic variety is gradual and is effected by a shifting in the relation between the phenocrysts and the groundmass. The quantity of phenocrysts increases at the cost of the groundmass and finally the latter forms only isolated patches between the grains of the non-porphyritic biotite granite.

How can these structural and textural variations be interpreted according to both of the above mentioned points of view?

The theory starting from a molten state supposes that the porphyritic texture is the result of two phases of crystallization: first slow, gradual cooling, causing the crystallization of phenocrysts and subsequently a period of accelerated cooling, during which the finer grained groundmass was formed.

But here some questions arise.

a) Why is there no difference between the minerals of the first and the second stage of crystallization? According to the physico-chemical theories on cooling silicate melts, it should be expected that the phenocrysts have a composition other than the rest of the magma; that in the first stage only the femic minerals (biotite, hornblende) and the more basic plagioclases should crystallize, but not the alkali-felspar and the quartz, which are supposed to be the last crystallization products of the granitic magma. But these minerals appear nevertheless among the phenocrysts; they crystallized already before the second phase began and this second phase again produced biotite, alkali-felspars and quartz. There is neither an indication of fractionated crystallization-differentiation caused by these two phases, nor any trace of settling of phenocrysts by gravitation.

b) The cooling of a silicate melt is supposed to be very slow, at any rate so slow that within short distances no great differences of temperature in the magmatic melt will be possible.

But how then can it be that the granite is non-porphyritic in one place and a few centimeters away porphyritically developed? This would indicate important local differences of temperature and of the rate of cooling, which one can hardly imagine to exist in the molten state, with its greater possibilities of diffusion and movement than in the solid state. The porphyritic and the non-porphyritic granite varieties most probably originated under the same conditions of pressure and temperature. We cannot assume a hypabyssal origin (dike-intrusion) and crystallization in two phases for the porphyritic type and an abyssal origin with crystallization in one phase for the non-porphyritic type.

c) Bowen's theory of crystallization differentiation is based on three main principles:

- I) Settling of early segregated crystals by gravitation.
- II) Separation of rest-melts by external forces (filter-press squeezing).
- III) Zonal development of plagioclases and the origin of false equilibria.

However, the simple (though essential) fact of the homogeneous distribution of the crystals of biotite, quartz and felspar (with their different specific

gravities) in the granite makes the impression neither of crystal settling nor of filter-press squeezing.

This homogeneous distribution of the crystals of varying specific gravities is not a local phenomenon but a general feature of igneous rocks. This general feature is at variance with the theory of crystal settling. Clear observations of crystal settling are scarce and this process seems to occur only under favourable circumstances (low viscosity, etc.). For instance the gravitational accumulation of olivine in basaltic flows, such as has been described by Full-er (1939), or crystal settling in basic melts (Skaergaard intrusion, Greenland; Wager & Deer, 1939).

The biotite granite of Singapore shows no indications of crystal settling, nor of filter-press squeezing, nor of felspar zoning, which might have caused false equilibria. By which process could a granite magma of this composition have produced a eutectic rest-melt from which the aplitic rocks of the Mandai-quarry type should have crystallized? The only possibility for the theory of crystallization differentiation is the flight to the hidden depth, where in the deeper parts of the batholithic mass such processes of settling of early segregated biotite and plagioclase or of filter-press squeezing nevertheless took place.

The answer from the molten-state point of view to these questions is rather unsatisfactory. Now, what has the theory on reactions by diffusions in the solid-state to say in this respect?

The solid-state theory supposes that the granite was formed by granitisation of pre-existing rocks in situ. This granitisation was accompanied by changes of the chemical composition (supply and removal of material by diffusion in the solid state) and by metasomatic recrystallizations (replacements).

The surrounding rock-formation of the granite batholiths of Singapore is formed by arenaceous triassic shales (see photo 2). These shales occupy the western half of the island and the contact between the granite and the shales lies about one mile to the west of the Bukit Timah and Mandai quarries (according to the geological map ($\frac{3}{4}$ inch = 1 mile) by Scrivenor, 1924). The contact metamorphism of these arenaceous shales produced fine grained granulitic hornfels²⁾.

Fine-grained rocks have extensive contact-surfaces between the grains. The contact-surfaces between the crystals are zones of discontinuity in the crystal lattices and, therefore, they are zones out of equilibrium and with physico-chemical tensions. There will be a tendency in fine-grained rocks to become coarser grained, so that the extent of the contact-surfaces with their physico-chemical tensions might diminish. Thus they strive to attain a medium- or coarse-grained gran(ul)itic texture (Homogenisation, "Sammelkristallisation" or accretive crystallization). The slowness of diffusion in the solid state makes it impossible,

2) Such contact metamorphic hornfels have been studied by the author on the island of Bintan (South of Singapore). These rocks of Bintan and the process of their granitisation will be described in a subsequent paper (Bauxiet in Nederlandsch-Indië; Jaarb. Mijnwezen, 1940, Verh.).

however, that such a recrystallization occurs at low temperatures.

At higher temperatures, at a higher "energy level", (but not yet in the molten state!), however, the rate of diffusion, combined with the long geological times available for such processes, will be great enough that such a homogenisation of the texture might be possible.

This recrystallization might occur without further chemical changes of the hornfels, but it is more likely that in this stage of the granitisation the rocks do not form closed physico-chemical systems. When the conditions are favourable for metasomatic replacements of single crystals in the solid state (diffusions at short distances) then they will probably also allow of supply and removal of material by diffusions at greater distances.

According to the hypothesis that the medium-grained granitic texture might be formed by recrystallization and homogenisation of a finer grained granulitic texture, *the phenocrysts in the porphyritic state of transition should be younger than the groundmass.*

The above is merely a prognostic of the theory of granitisation in the solid state and we must now see what the microscopic appearance of the granite texture has to tell us with respect to this possibility.

The quartz phenocrysts of the porphyritic biotite granite show irregular embayments which are generally interpreted (according to the molten-state theory) as "magmatic corrosion", that is, partial resolution or remelting of phenocrysts by the still molten groundmass (see photo 4).

But when more closely studying these "apophyses" of the fine-grained groundmass into the quartz phenocrysts the following facts can be observed:

1) The apophyses consist, when they are about as narrow as the grain size of the groundmass, only of alkalifelspar and some (chloritized) biotite. The quartz crystals in them have the same optical orientation as the surrounding quartz phenocryst and, therefore, must be reckoned to the crystal lattice of this phenocryst (see q on photo 4).

2) Moreover, these narrow apophyses sometimes change into discontinuous patches of clustered alkalifelspar crystals (glomerocrystals) or isolated, single alkalifelspar crystals, which are on all sides surrounded by the quartz phenocryst.

3) Sometimes small idiomorphic crystals of alkalifelspar from the groundmass are surrounded for one half by the quartz phenocryst and for the other by groundmass crystals ("à cheval" position).

The completely isolated clustered or single alkalifelspar crystals cannot be the result of magmatic corrosion of the quartz phenocryst by the molten groundmass. These alkalifelspar crystals must have been enclosed by the quartz crystal during its growth. So that they already existed as crystalline aggregates *before* the quartz phenocrystal grew! These isolated inclusions in the quartz phenocryst, however, have the same composition and texture as the groundmass, so that also the apophyses of the groundmass into the quartz crystal should already have existed in

crystalline aggregates, before the quartz phenocryst extended. *These small apophyses and inclusions are not formed by corrosion of a quartz phenocryst by a molten groundmass, but on the contrary, they must be interpreted as undigested relics of a pre-existing fine-grained rock texture, which is metasomatically replaced by accretive growth of a quartz porphyroblast.*

The microscopic picture shows how the small quartz crystals of the groundmass become orientated according to the lattice of the quartz phenocrystal, which absorbs them and, therefore, shows milled edges and small apophyses extending into the groundmass (see small quartz crystals marked with q along the border of the quartz phenocryst Q on photo 4).

During this growth of Q the metal oxides of the felspar and biotite were more or less completely driven out and replaced by SiO_2 .

Thus, *the quartz phenocrystal appears to be younger than the groundmass* and might be interpreted as a phenomenon of homogenisation of the texture of a solid, granulitic hornfels.

The same observation can be made on the phenocrysts of alkalifelspar and biotite.

The phenocrysts of microperthitic orthoclase ("or" on photo 4) and of albite (-oligoclase) ("ab" on photo 4) also show milled edges and tongues connecting them with the alkalifelspar of the groundmass.

This might be interpreted as continued growth of these phenocrysts during the stage of crystallization of the groundmass (theory of molten-state), but it might also be interpreted, in analogy with the quartz phenocrysts, as a fixed moment of the metasomatic accretive growth of a porphyroblast at the cost of the fine-grained granulitic matrix (theory of reactions in the solid state).

The microperthitic orthoclase phenocrysts are hypidiomorphic, they have some quartz inclusions and are surrounded by a rim of myrmekitic intergrowth of orthoclase and quartz of the groundmass ("mr" on photo 4).

The albite (-oligoclase) phenocrysts are cloudy and contain little flakes of colourless mica (sericite). They show hardly any inclusions of groundmass-crystals and are more or less idiomorphic. Again one can say, according to the molten-state theory, that this idiomorphism might be the result of unhindered growth as phenocryst in a molten matrix, or, according to the solid-state theory, that this means that under the given conditions the crystal lattice of the plagioclase had a greater potency to assume idiomorphic forms during its metasomatic growth and to expel or digest inclusions more completely than the quartz and orthoclase phenocrystals.

There are also clusters (or "glomerocrystals") of albite, which are somewhat greater than the alkalifelspar crystals in the groundmass but smaller than the phenocrystals of albite (see near the centre of photo 4). They form transitions in size and texture between the felspar of the groundmass and the phenocrystals. Reasoning on the basis of the solid-state theory, we can imagine that the progressing homogenisation of such clusters would result in the formation of one single felspar crystal with differently

orientated parts which are derived from the original small crystalles in the clusters and which are now intergrown into one crystal, and at the same time they mutually adapted the orientation of their crystal lattices according to the various laws of twinning of the feldspar. Such a combination according to the various twinning laws would be the easiest solution for the homogenisation of the crystal lattices of differently orientated small crystals into one lattice. Are the twinning phenomena of feldspar crystals in igneous rocks not more in harmony with such an origin (homogenisation or accretive growth by slow diffusions in the solid state), than with the conception of unhindered growth in a molten matrix? For in the molten state the rate of diffusion and the tendency towards homogenisation of the crystal lattices will be much greater than in the solid state. Why should unhindered growth of a phenocryst in a molten matrix produce twinned, even complex twinned crystals instead of completely homogeneous crystals? The phenomena of twinned feldspar crystals seems to be more in favour of the solid-state theory than that of the molten-state conception.

The biotite phenocrysts are partly chloritized, and they contain small segregations of titanite and iron ore. They have irregular, xenomorphic or hypidiomorphic forms and often show poikilitic intergrowth with groundmass crystals (especially with quartz). Moreover, they contain accessory minerals (iron-ore, apatite and zircon; the latter mineral is surrounded by pleochroitic halos). The feldspar as well as the biotite often form clusters or glomerocrystals ("gl. b." on photo 4), which means that in those cases the homogenisation of the phenocrystals by accretive growth had not yet led to the formation of one, homogeneous crystal lattice.

The poikilitic habitus and the xenomorphic or hypidiomorphic forms of the biotite are also more in accordance with a metasomatic genesis by replacement

(as porphyroblast) than with the idea of a phenocryst growing freely in a molten matrix.

Summarizing we may conclude, that the microscopic picture of all the phenocrysts of the porphyritic biotite granite, but especially of the quartz, indicates that they are younger than the groundmass and metasomatically developed within a fine-grained groundmass.

This conception is more in harmony with the theory of reactions by diffusions in the solid-state than with the one of crystallization of a molten mass³⁾.

The theory of reactions in the solid-state by means of very slow diffusions also satisfactorily explains the local and gradual transitions between the porphyritic and the non-porphyritic varieties of the biotite granite. The porphyritic granite variety can be seen as a fixed stage in the process of granitisation by homogenisation and transition of fine-grained granulitic (hornfelsic) rocks into the medium-grained granitic rocks. Both granite varieties were formed under the same conditions of pressure and temperature and their textural difference is due only to the extreme slowness of the reactions in the solid state, so that a complete homogenisation of the granite mass had not yet been attained when cooling stopped the further progress of this process.

3) In this case our observations lead us to the conception of the formation of phenocryst(al)s at the cost of smaller crystals in the groundmass ("Sammelkristallisation"). Such an explanation for a porphyritic structure due to reactions in the solid state, is not the only possible one. Nature may have several means of producing phenocryst(al)s. For instance, Perrin (1934 p. 156) supposes the following way: First the development of idiomorphic (feldspar-) crystals by exomorphic contact metamorphism in the adjacent rock formation; thereafter, the magma alters the rocks, containing these porphyroblasts and the latter become embedded in a finely grained groundmass, thus attaining the appearance of phenocrysts. Such a mode of origin of porphyritic rocks has been observed by the present author on the island of Bintan (South of Singapore) and will be published in a subsequent paper (Bauxiet in Nederlandsch-Indië; Jaarb. Mijnw., Verh., 1940).

IV. Granites of the Mandai Quarry.

The granites of this quarry are somewhat less homogeneous than those of the Bukit Timah quarry. They contain: (a) small, fine-grained, dark spots (nut- or fist size) without sharp limitation with respect to the surrounding biotite granite (see photo 3). Moreover (b) aplitic masses and streaks occur in the biotite granite. The biotite granite, like the Bukit Timah granite, shows porphyritic and non-porphyritic, medium-grained varieties. Also (c) coarser grained, pegmatitic varieties with gradual transitions into the surrounding biotite granite or into the aplitic granite variety occur locally in the form of nests and streaks.

a) The fine-grained, dark spots in the medium-grained biotite granite consist of biotite, light green (uralitic) hornblende, idiomorphic plagioclase, and allotriomorphic alkali-feldspar and quartz; accessory titanite, zircon and apatite. The plagioclase has a core of andesine (cloudy, sericitic) and gradually decreasing anorthite content towards the rims, which are albite. Moreover, these inclusions contain some epidote, sericite, chlorite and pyrite as secondary minerals. They have a variable composition

and texture and might be called opdalitic (Niggli, 1923, p. 117) or quartz-monzonitic, with transitions to quartz-mica-diorites.

Are these dark spots xenoliths or autoliths; are they accidental inclusions, or are they early segregations of the magma?

The absence of exposures of the contact walls in the quarry (though the contact with the Triassic shales lies in the neighbourhood, less than one mile to the West of the quarry, according to the geological map), the absence of reaction rims between the dark spots and the host-rock, the fact that the dark spots consist of the same minerals as the surrounding biotite granite (with the exception of the presence of hornblende and the so-called secondary minerals) could be indications for their origin as segregations. If this were true such segregations might be seen as an argument for the crystallization differentiation of a cooling, originally molten magma.

But in this connection again some objections can be put forward:

1) Why did these "early segregations" not sink down? Was gravitation on vacation⁴⁾? The granitic melt itself is supposed to be a rest-melt of a more basic parent magma and should be saturated with liquifying, volatile constituents. We cannot, at will, ascribe to such granitic melts in some cases very low viscosity (lit-par-lit injections and the like) and in other cases (such as the present one) a very high viscosity.

2) Why do these "early segregations" contain alkalifelspar and quartz; minerals supposed to be the last products of crystallization of the melt?

3) Why are these dark spots generally finer grained than the granitic host? Segregation is not likely to occur where cooling is so rapid that the igneous rock becomes (is) fine-grained. The sugary texture of the dark spots is more like a hornfels texture.

GROUT (1937, p. 1548), in this connection, comes to the following conclusions:

"Any sugary-textured inclusion in an igneous intrusion should, in the absence of aplite and lamprophyre, be considered a recrystallized xenolith and not a segregation", and on p. 1570: "The sugary hornfels texture (granulitic, granoblastic, mosaic, decussate) is a strong criterion of recrystallization in a solid by contact action. Throughout most of this paper the writer has tried to maintain the attitude of an impartial judge, but at this point it seems advisable to be emphatic and strongly advocate the use of this criterion. Who ever saw a segregation that was sugary grained, or one that was porphyritic with a sugary groundmass? There has never been a well authenticated example. Most of the fine grained basic inclusions are derived from alteration of clays, but some are from the recrystallization of various other rocks"..... "A heavy burden of proof rests upon anyone who claims to have a segregated lump".

From the conclusion stated above it may be inferred, that the evidence for the origin of the dark spots in the Mandai granite as segregations (molten-state theory) is very weak. These objections against the molten-state theory are, on the contrary, in favour of the solid-state theory (contact metamorphic origin of the inclusions by diffusions in the solid state).

b) Biotite granite and aplitic granite.

The biotite granite has, in part, a porphyritic texture. The phenocrysts of such porphyritic granites are: plagioclase (sometimes zonal development, with slightly sericitized andesine of about 40% anorthite in the core, and albite-oligoclase rim); quartz (slightly undulatory extinction, corrosion phenomena, alkalifelspar inclusions, milled edges and tongues connecting the phenocrysts with the quartz of the groundmass); biotite (partly chloritized with some secondary epidote, inclusions of iron-ore, apatite, and zircon with pleochroitic halos, milled edges, xenomorphic or hypidiomorphic and poikilitic habitus with small quartz inclusions); a few small clusters of

light green, fibrous, uraltic hornblende and some epidote.

The samples of porphyritic biotite granite of the Mandai quarry differ from the porphyritic biotite granite of the Bukit Timah quarry by the fact that the first contains phenocrysts of andesine with about 40% of anorthite, whereas the latter have phenocrysts of orthoclase and albite-oligoclase. Moreover, the Mandai biotite-granite contains more biotite than that of the Bukit Timah, and the former contains uraltic hornblende and epidote, minerals not observed in the latter.

The biotite crystals sometimes form clusters (or "glomerocrystals") instead of homogeneous phenocrysts.

These glomerocrystals have the same size as the biotite phenocrysts (about 1—3 mm) but they consist of clustered, small biotite crystallets of about 0.1 mm diameter. Apparently the homogenisation of the crystal lattices into one big biotite crystal had not yet been completed. This is quite possible, when slow diffusions in the solid state cause such readjustments. If, however, the biotite should be regarded as the first crystallization product of a granitic melt, we cannot imagine why such a syncretion of the small clustered crystallets into one crystal did not take place during the crystallization from the melt, when temperature and rates of diffusion were still high.

The groundmass of the porphyritic biotite granite is granulitic, and consists of: cloudy, slightly sericitized, idiomorphic albite-oligoclase; clear, hypidiomorphic orthoclase with Karlsbad twins; xenomorphic quartz. The groundmass contains small flakes of dark mica (chloritized biotite).

Accessory minerals are iron-ore, apatite, zircon and the secondary minerals (besides the sericite and chlorite mentioned above) are epidote, clinozoisite and pyrite.

The aplitic granite variety occurs amidst this porphyritic biotite granite as light coloured masses and streaks. A remarkable feature of this aplite granite is that it sometimes shows a typically festooned, banded structure and texture, comparable with the banded structure of agate. This structure in some places gives the impression of extending like a cauliflower into the biotite granite, which is corroded by it (photo's 5 and 6). The thickness of the bands varies between a fraction of a millimeter minimum and about one centimeter maximum. These bands of aplitic granite consist of fine-, medium- and coarse-grained intergrowths (myrmekitic, (micro-) pegmatitic, graphic) of quartz and orthoclase, or microperthitic orthoclase. Sometimes these intergrowths have a columnar or feather-like development with the long axes of the columns or feathers perpendicular to the band surfaces. Such coarse- or medium-grained (micro-) pegmatitic bands alternate with fine-grained bands, which show a myrmekitic texture (photo's 7, 8).

The aplitic granite has almost a biminerale, eutectic composition. Only small flakes of green-brown biotite (about 0.02 mm diameter) occur sporadically in

4) The specific gravity of such a dark spot was determined at 2.721 and of the host rock at 2.671, the latter value should have been considerably less during its molten state.

them. In the coarser grained, (micro-) pegmatitic bands some greater biotite crystals can be observed up to 0.3 mm diameter).

The problem of the origin of this aplitic granite variety can be considered from two standpoints (the molten- and the solid-state). Reasoning on the basis of fractionated crystallization differentiation of a slowly cooling granitic melt, this aplitic granite might be interpreted as the crystallization product of a granitic eutectic rest-melt (Bowen, 1928; Vogt, 1931).

The eutectic texture (graphic and myrmekitic intergrowth of quartz and alkali-felspar) and the homogeneous composition form a strong ground for this supposition. Moreover, this aplitic granite has a chemical composition which is very similar to many other aplitic granites in the same zone of the Soenda-continent; this might also be taken as supporting the supposition that this aplitic granite is the crystallization product of a eutectic rest-melt of definite composition. For instance, when the silica content of this aplitic granite from Singapore is compared with the silica content of twelve different aplitic granitic rocks from Bintan and the southwestern part of West-Borneo (van Bemmelen, 1940), we establish an amazing similarity:

	Silica percent.
Aplitic granite from Singapore	76.55
Biotite aplitic granite, Moentil, Bintan	76.84
Quartz-porphyry, G. Kidjang, Bintan	76.26
Biotite-hornblende quartz-porphyry, G. Kidjang, Bintan	76.38
Biotite granite porphyry, Boeton, Bintan	76.76
Aplitic granite, No. 307 Matan, West Borneo	76.94
Aplitic granite, No. 24 Matan, West Borneo	76.28
Aplitic granite, No. 236 Pinoh, West Borneo	76.25
Granite porphyry, No. 648 Matan, West Borneo	76.84
Riebeckite-aegerine granite, No. 21 Koeboe, West Borneo	76.36
Riebeckite granite, No. 557 Matan, West Borneo	76.80
Riebeckite granite, No. 249 Pinoh, West Borneo	76.50

On account of these three arguments (the eutectic texture, the homogeneous composition, and the very constant SiO_2 content of these rocks) most petrologists would not doubt the contention that this type of aplitic granite is the crystallization product of the eutectic rest-melt of a granitic magma.

Nevertheless, thinking out this supposition, some questions arise which shake the certainty of this contention.

With respect to the first argument the objection can be made, that perhaps eutectic textures need not always be formed by crystallization of eutectic melts; it may be possible that they can originate by replacements in the solid state. Indeed, Perrin & Roubault (1937, p. 61) are of the opinion that eutectic textures can originate in the solid state:

"Les eutectiques et les structures correspondantes se forment aussi bien par transformations à l'état solide que par cristallisations à partir de l'état liquide: l'exemple le plus classique est celui de la perlite, eutectique de cémentite (Fe_3C) et de ferrite déposé dans l'acier par refroidissement à partir de la solution solide de carbone dans le fer γ ."

Kossoy (1938) studied graphic intergrowths of quartz and felspars from pegmatite veins of Karelia and came to the conclusion that in the course of certain periods of the vein-formation the conditions were favourable for a simultaneous growth of micro-line and quartz and that the conception "eutectic" is inapplicable to these graphic intergrowths, since a constancy of the proportions of both minerals is absent in that case.

Eutectic texture (e.g. graphic intergrowth of quartz and felspar) in itself, therefore, cannot be taken as a proof for the molten state of origin of an aplitic rock.

Then comes the homogeneous composition of these aplitic rocks as an argument for their eutectic origin.

A homogeneous composition seems to be a very valid argument for the molten state of origin of aplites as well as other igneous rocks, because in the molten state the rate of diffusions is relatively very great, so that extensive masses may attain such a homogeneous composition. But is it necessary that, in order to attain a homogenisation, the rocks of plutonic masses pass through the molten state. During the discussion of the origin of the biotite granite of the Bt. Timah quarry we have already remarked (p. 25) that the homogeneous distribution of the minerals in the biotite granite is rather at variance with the theory of crystallization differentiation. We may accept the conclusions of the petrologists, working in basement complexes, that many plutonic rocks originated by migmatitisation (granitisation). The process of granitisation is characterized by a general homogenisation of the composition and texture of the pre-existing rocks by reactions in the solid state. This homogenisation seems to be the expression of a general tendency for physico-chemical equilibrium in the earth's crust. Though the liquid state is certainly the most favourable condition for homogenisation it is not a *conditio sine qua non*. Because, when diffusions in the solid state are possible (and this has been amply demonstrated in many examples of replacement) homogenisations of texture and composition will also be possible in the solid state, though they will be much slower than in the molten state. When the temperature of the rocks was raised by heat-conduction, exothermal metasomatic reactions, and other processes, but when the molten state was not yet attained, homogenisations might also occur in the solid state during the long duration of the development of plutonic masses by granitisation. If this is true, then aplitic masses might be the ultimate product of such homogenisations by diffusions in the solid state.

There remains the third argument, i.e. the eutectic composition of the aplitic granite.

Seeing that the aplitic granite had the same silica content as many other aplitic igneous rocks in these

regions, we supposed that this indicated a eutectic composition of the melt.

According to Vogt (1931, p. 426) this silica percentage belongs to the granitic eutectic point and cotectic line which has a proportion of quartz: feldspar = 32—35 : 68—65.

According to the normative composition of the aplitic granite (see Table I), its quartz: feldspar proportion is, however, 40 : 60. This means that its quartz content is relatively too high for a eutectic. Where the aplitic granite grades into pegmatitic streaks the quartz content may become locally still higher, to nearly complete disappearance of the alkali-feldspar. When the eutectic composition of a granitic rock is the result of crystallization differentiation of a magmatic melt the cotectic line must be approached from the side which is less rich in SiO_2 than that line, and it will be impossible for the rest-melt to "surpass" the SiO_2 content of this boundary line. Nevertheless, this would have occurred in the present case.

Vogt, who also observed such cases, assumes (in order to explain this difficulty) the existence of a hypothetical mineral $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, which would be formed under high pressure in ultra deep-seated granite magmas. Later on, after the crystallization and in the last stage of cooling, this mineral would be split up into normal quartz and escaping H_2O . In this way the crystallization product of the rest-melt could become higher than the cotectic boundary line.

This explanation of Vogt's is not very convincing, because the hypothetical mineral $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ appears as some "deus ex machina". Moreover, in the present instance of the Singapore granites the batholithic intrusions were certainly not ultra deep-seated (miarolitic cavities!), and so the hydrostatic pressure could not have been excessively high. Consequently the third argument, which seemed to be conclusive for the eutectic rest-melt origin, appears to be, on closer examination, also in contradiction to the laws of crystallization differentiation.

Thus, we have not yet any definite proof for the molten origin of the aplitic granites of eutectic composition and texture. In the case of the aplitic granites of Singapore, however, the banded festoon structure provides an argument which is distinctly in favour of the solid-state theory.

The structure and texture strongly suggest that the biotite granite has been corroded by the aplitic granite (see photo's 5 and 6), in other words, the aplitic granite masses grew outward and expanded in the (solid) biotite granite like a cauliflower. For it is hardly imaginable that this banded structure is the result of successive inward crystallization of zones along the walls of pockets of rest-melt lying amidst the solid biotite granite. We then should accept an inwardly directed crystallization of the aplitic granite rest-melt in the direction of the concave side of the festoons.

Such an interpretation of the structure is quite improbable, because, in the case of cauliflower- and festoon structures [in megascopic as well as microscopic examples, in geotectonics (island- and mountain range-festoons), in meteorology (clouds, etc.), in biology, in mineralogy (grape-structure)] the convex

side of festoons or of bulging, rounded surfaces always points into the direction of growth and development. Furthermore, the feather-like structure of some bands (see photo 8) cannot be interpreted otherwise than as the result of an outward growth of the crystals.

If this outward growth may be taken as certain, we must conclude (when reasoning from the molten-state standpoint) that the aplitic rest-melt has corroded the biotite granitic crystallization product of the parent magma. This is, however, in contradiction to the laws of crystallization differentiation; the rest-melt should not be able to corrode the *main mass* of previously segregated crystals, because during the cooling of a silicate melt the chemical evolution is always continued in the same direction, with a tendency towards a distinct terminal eutectic phase, and the potentiality of assimilation of the magma will diminish during this evolution. According to the theory of crystallization differentiation of a cooling magma the residual liquids should "respect" the more basic earlier segregated crystals. If an aplite is formed by the eutectic rest-melt of the crystallization of a granitic melt it should not be able to dissolve the early segregated biotite; with other words, a eutectic rest-melt should not be able to dissolve or corrode the granite itself, from which it has been formed by previous crystallization differentiation. Perrin & Roubault (1939, p. 106) write in this connection:

"Il ne suffit pas, par un véritable jeu sur les mots, de parler de solutions pegmatitiques ou aplitiques pour leur rendre un pouvoir de dissolution. Si on admet que ces solutions résultent de la segmentation de magmas, elles obéissent aux lois de cette segmentation et ne peuvent dissoudre de la biotite, de l'amphibole, etc....."

This corrosion of the biotite granite by graphic, aplitic granite with banded festoon structure strongly pleads for the conception of replacement by diffusions in the solid state. Band after band the biotite granite was metasomatically replaced by the aplitic granite.

The oxides of iron, magnesium and calcium were for the greater part and Na_2O for a small part driven out, whereas SiO_2 and K_2O were supplied to the aplitic parts (see Table of Chemical Analyses of the biotite granite and the aplitic granite). The surrounding biotite granite, on the contrary, became richer in iron, magnesium and calcium oxides and poorer in SiO_2 .

We have already mentioned the observation, that the feldspar phenocrysts in the porphyritic biotite granite of the Mandai quarry, which comes into contact with the aplitic granite, are formed by fresh andesine with about 40% anorthite, whereas the feldspar-phenocrysts in the porphyritic biotite granite of the Bukit Timah quarry are of cloudy, stale appearance and consist of micropertitic orthoclase and albite-oligoclase with sericitic flakes.

It is quite probable that this difference of composition and appearance of the feldspar phenocrysts must be ascribed to the "contact" metamorphism caused by the aplitic granite. During the formation of the aplitic granite by metasomatic replacement of the pre-existing biotite granite of the Mandai quarry the CaO content of this rock was driven out by diffusions in the solid state. This CaO content was

probably caught up and absorbed by the acid (albite-oligoclase?) felspar phenocrysts of the surrounding porphyritic biotite granite and, consequently, these felspars changed into fresh andesine crystals with higher anorthite content. In the Bukit Timah quarry, where such later alterations did not occur, however, the felspar phenocrysts kept their alkaline composition and their cloudy, stale appearance.

Moreover, the biotite granite of the Mandai quarry contains more dark mica, uraltic hornblende and epidote than that of the Bukit Timah. This might also be the result of supply of iron-, magnesium- and calcium-oxides, which were expelled from the aplitic granite masses, and absorbed by the surrounding biotite-granite host.

On account of the above mentioned observations and reasonings the author is of the opinion that in the present case the aplitic masses of quartz-alkali-felspar graphic intergrowths originated by replacement of the biotite granite by diffusions in the solid state (diffusion-differentiation).

This does not mean, however, that such aplitic rocks always originated in this way. The possibility of multiple origins of similar appearing aggregates must always be kept in mind.

c) Pegmatitic streaks.

Within the biotite granite some coarser crystalline pegmatitic streaks and nests without sharp boundaries occur. Locally miarolitic cavities were observed in these coarse crystalline parts with well developed columnar quartz crystals (observed maximum 2 cm length and $\frac{1}{2}$ cm diameter; see photo 9). These columnar quartz crystals in the miarolitic cavities are penetrated and intergrown by tufted aggregates of tourmaline⁵⁾.

The coarse crystalline pegmatitic parts have a variable composition. Locally they consist of quartz only; in other places of quartz with some colourless mica (muscovite), partly decoloured, bleached biotite (with segregations of titanite), alkalifelspar (intergrown with sericitic muscovite) and some calcite and pyrite. In some other parts of the pegmatite calcite is the chief component, and within the calcite some crystals of quartz, muscovite and tourmaline (blue violet — colourless pleochroitic) are embedded.

According to a chemical test, made by Mr. van der Borden of the Chemical Laboratory at Bandoeng, MgO fails completely in such carbonaceous parts of the pegmatitic streaks, so that they contain no magnesite.

The way of intergrowth of the tourmaline and calcite (small needles of tourmaline in tufted aggregates, penetrating into the calcite) indicates that the tourmaline might partly be younger than the calcite.

These coarse-grained streaks and nests are the products of pneumatolytic and hydrothermal consti-

tuents of the granite. The conditions during the formation of such rocks cannot be those of a silicate melt; they might be termed aqueo-igneous.

Under the microscope the various stages of transformation of biotite granite by the bleaching of the biotite, the introduction of colourless mica and tourmaline, and of calcite and pyrite, and by the recrystallization of the quartz and alkalifelspar can be observed.

But where is the transition of the igneous into the aqueo-igneous or pneumatolytic state? The quartz in these aqueo-igneous rocks is just the same as the quartz of the adjacent igneous biotite granite. And yet the latter should be the crystallization product of a silicate melt. The experiments of Goranson (The solubility of water in granite magmas, Am. J. Sci., 1931) demonstrated that there should be a sharp distinction between granitic magma, saturated with water, on the one hand, and the postmagmatic, watery solutions on the other. This would provide us with a natural demarcation between "igneous" rocks ("Erstarrungsgesteine") and "metamorphic" rocks, but leaves no place for the conception of aqueo-igneous rocks.

It seems to be rather arbitrary to consider the quartz in the biotite granite as the latest product of crystallization of a molten magma, if we consider the same quartz in the deuteric altered biotite granite and in its coarse crystalline aqueo-igneous products, as the product of post-magmatic solutions. Why should the quartz in the one case be the product of crystallization of a rest-melt and in the other be the deposition of a solution. There are no valid criteria for such a distinction.

"The line of demarcation between the freezing of a magma and the deposition of minerals from the liquid residual solutions is impossible to draw" (Alling, 1936, p. 260).

Such a rest-melt of the granite magma, which should have produced the quartz in the biotite granite, is indeed supposed to have been saturated by hyperfusible constituents which considerably lowered the melting point of quartz (which lies above 1700° C). But physico-chemically it seems a rather hazardous hypothesis to assume that precisely the mineral with the highest melting point of all other major rock minerals⁶⁾ should stay longest molten. Is it not more logical to assume that also the quartz of the biotite granite had nothing to do with a silicate rest-melt but that it should be considered as deposited by a watery solution containing dissolved quartz? Why should we not go one step further and suppose that this solution from which the quartz was deposited was not more than a pore solution or an intergranular film causing metasomatic replacements in the solid state; in other words, granular quartz-rich rocks with igneous-

6)	melting point
Quartz (cristobalite)	1728°
Orthoclase	1175 — 1235°
Albite	1120 — 1215°
Anorthite	1490 — 1520°
Biotite	1145 — 1240°
Hornblende	1150 — 1220°
Enstatite	1380 — 1400°
Olivine	1360 — 1445°

5) The presence of miarolitic cavities is an indication for the depth of formation of these granites. This must have been relatively shallow, since the pressure was not so great that these cavities collapsed during the formation of the granite (during its formation the granite must have been considerably weaker on account of its higher temperature and chemical mobilization).

appearance need not be the crystallization product of a molten magma. They might as well originate by such reactions and replacements by means of diffusions along intergranular films. Because if such alterations and reactions by diffusions in the solid-state are possible in the pneumatolytic and hydrothermal stages, they should be also possible, a fortiori, at higher temperatures. But these temperatures need not have been so high that we must accept a molten state of the rock.

The natural form of quartz (α quartz) in granites indicates that the temperature of its formation was possibly below its transition point into β quartz (575°C) but at any rate below its transition point into tridymite (870°C). Other observations also point to low temperatures of granite formation. Shand ("Eruptive rocks", 1927) estimates the crystallization

temperature of igneous rocks containing large amounts of alkalispar and quartz at $600 - 375^\circ\text{C}$. Such low temperatures are more in favour of the theory that most of these rocks were formed by reactions in the solid-state than of that of a molten origin⁷⁾.

7) That low temperatures of formation are not restricted to anchi-eutectic and anchi-cotectic granite magmas but also may occur in monomineralic basic igneous rocks has been demonstrated by Sosman (1938), who found an intrusion temperature of about 500°C of a peridotitic dike into a coal layer. The fusion temperature of such a rock is above 1093°C . For this type of intrusion Sosman proposes the conception of a mass of crystals lubricated by very thin films of a liquid, which is not a silicate melt but is simply water or a watery solution at a temperature far below the melting temperature of any rock constituent or system of constituents.

V. Concluding remarks.

In the Bukit Timah and the Mandai granite quarries of Singapore several varieties of granitic rocks occur; namely 1) dark spots in biotite granite (quartz-monzonitic), 2) porphyritic and non-porphyritic biotite granite, 3) aplitic granite, 4) pegmatitic-pneumatolytic-hydrothermal rocks.

The chemical analyses of these rocks (see Table I) might be arranged in some type of diagram (for instance the Niggli-diagram, see fig. 1) and the variation of the composition might be interpreted as the result of crystallization differentiation of a slow-cooling, granitic silicate melt. Such a conclusion, however, would be premature. Nature has given us a veritable touchstone, namely the minute study of the rocks in the field and under the microscope. If we free our minds from the dogma of the molten origin, which might lead us to premature conclusions, we may perceive that the structural and textural pictures of granitic and associated rocks often are more in favour of the theory of metasomatic reactions (replacements) by diffusions in the solid state.

In 1938 the author came to similar conclusions during his study of the miocene granite batholiths of Java and Sumatra. Perrin & Roubault (1939) made a convincing plea for the origin of granites by reactions in the solid state: The photo's in plates I and II in their publication of 1939 look amazingly like those of the contacts of miocene granites of Java given by the present author in 1938 (plates I and II).

Rittmann & Cloos (1939) also reject the molten-state theory for the genesis of granite batholiths in orogenic zones. According to these authors the plutonic masses of orogenic zones are all of migmatic origin. This means that they originated in situ by transformation (ultra-metamorphism) of pre-existing solid rocks by supply of material from the depth (by diffusion in gaseous or fluid states) combined with a general heating of these rocks. Perhaps such a rise of temperature might cause locally palingenetic magmatic melts of granitic composition (called "migma" by Reinhard).

Perrin & Roubault (1939) lay stress on direct diffusions of the oxides in the solid state and they attach less importance to diffusions by means of

some gaseous or watery intermedium. With respect to the water they say (loc. cit. p. 56), that its role in petrogenesis cannot be denied and that most probably it is capable of promoting some reactions catalytically. But they refuse to accept the role of a "deus ex machina" in petrogenesis for water, which, its task ended, should be able to disappear almost completely, leaving practically no traces.

Many other modern petrologists, on the other hand, attach a primary importance to gaseous and watery solutions as an intermedium for the reactions in the solid state (ichor of Sederholm, pore-magma of Eskola, intergranular film of Wegmann). Perhaps this attitude is the result of some anthropomorphic "feeling", some aversion of the mind to imagine the possibility of reactions in the solid state, without the intermediate help of infinitesimally small traces of gas or liquids. In this connection Perrin & Roubault (1937 p. 23) cite a pronouncement of the Chemist J. A. Hedvall⁸⁾:

"In jenen Werkstätten der Chemie aber, wo man sich von alters her mit Umsetzungen in Gasen oder Flüssigkeiten beschäftigte und der noch jungen Ionenchemie mit Eifer und Erfolg widmete, galt leicht erklärlich noch lange in das zwanzigste Jahrhundert hinein die Starrheit und unbesiegbare Trägheit der festen Materie als ein so fest eingebürgertes Dogma, dass in Fällen, wo man unmöglich an einer Reaktionsbeteiligung fester Stoffe vorbeikommen konnte, gern nach sogar den winzigsten Spuren von Gasen oder Flüssigkeiten als Reaktionsvermittlern gesucht wurde."

Though perhaps Perrin & Roubault are right when they warn against exaggerations with respect to the role of volatile constituents in petrogenesis, we must not forget that the highly explosive volcanism of orogenic zones provides us with direct evidence of the high amount of volatile constituents of these magmas (at least in those parts which are near the surface and which cause the volcanic activity of orogenic zones). The outburst of the granitic batholith of Toba, which intrusion was most probably of

8) "Die Entwicklung unserer Kenntnisse über die Reaktionsfähigkeit des festen Zustandes." Zeitschr. f. angewandte Chemie, Neue Folge, 49, 5 Dec. 1936, pp. 875—879.

migmatic origin, demonstrated very clearly the high amount of volatile constituents that may occur in the upper part of such a migmatic granite magma (see van Bemmelen, 1939).

The problem of the composition, origin and state of the migrating substances needs further study. Perhaps the name "emanations" given by Holmes is, provisionally, the best, because it implies neither a certain composition, nor a certain origin, nor state of this material.

The transformation of pre-existing rocks into granites or "granitisation" might be interpreted as a textural and chemical homogenisation of the outer rock shell of the earth. Such a homogenisation fits into the general conception that every process during the evolution of the earth's crusts strives for physico-chemical equilibrium (called by the author: "equilibrio-petal" reactions).

This general tendency to physico-chemical equilibrium causes the migration of components ("emanations") by diffusion through the crustal rocks, resulting in recrystallisations, replacements, etc., until the final product is a granitic rock. Granite, in the present state of development (cooling) of our planet, seems to be the ultimate stable rock type in the earth's outer rock-shell.

If we accept the possibility of this point of view, far-reaching petrological consequences have to be faced. One of these consequences, for instance, is that the chemical variations of plutonic masses need not be the result of differentiation of a parental magmatic melt, which in the beginning had a homogeneous composition; but, on the contrary, the

chemical and petrographical differences within plutonic masses might be the last traces of the different composition of the pre-existing rock formations which were granitised. A plutonic mass need not be the end-pole of a process, which began with a homogeneous melt and ended with differentiated holocrystalline rocks; it might as well be a fixed stage in the process of granitisation (homogenisation) of different rock formations. If chemical and other differences occur in a plutonic mass, this might be thus interpreted, that the end-pole of the process of homogenisation was not yet reached (because the further progress of the homogenisation had been stopped by cooling or other factors).

TABLE I. Analyst: R. Ali Tirtosoewirjo 1939

Number of the analysis	968	969	974
Name	aplitic granite	biotite granite	quartz-monzonitic inclusion
SiO ₂	76.55	69.68	59.83
Al ₂ O ₃	12.78	14.58	16.21
Fe ₂ O ₃	0.38	0.84	1.33
FeO	0.37	2.35	5.64
MnO	tr.	0.04	0.10
MgO	0.12	0.98	2.43
CaO	1.46	3.19	4.57
Na ₂ O	2.56	3.38	3.90
K ₂ O	5.04	3.60	2.63
H ₂ O +	0.33	1.13	2.02
H ₂ O —	0.22	0.28	0.42
TiO ₂	tr.	0.47	0.84
P ₂ O ₅	tr.	tr.	tr.
Total	99.81	100.52	99.92
spec. grav.	2.640	2.671	2.721
Niggli-values			
si	492.0	321.8	204.2
al	48.3	39.6	32.5
fm	5.0	18.9	32.2
c	10.1	15.8	16.7
alk	36.6	25.7	18.6
k	0.56	0.41	0.31
mg	0.23	0.36	0.39
c/fm	2.02	0.84	0.52
ti	—	1.6	2.2
p	—	—	—
qz	+ 245.6	+ 118.9	+ 29.7
Magma type acc. Niggli-system	aplite granitic	yosemite granitic	between opalitic and quartzdioritic
Normative composition according to C. I. P. W. system			
Q	39.05	26.54	8.23
or	29.80	21.29	15.57
ab	21.58	28.56	32.96
an	7.26	13.93	18.90
C	0.44	—	—
di	—	2.43	4.79
hy	0.34	3.89	11.11
mt	1.11	2.44	3.85
il	—	0.90	1.60
Subrang:	1.3 (4).1.1'3 Liparose	1''. 4.2.3'' Toscanose	11.(4)5.3.4 Andose

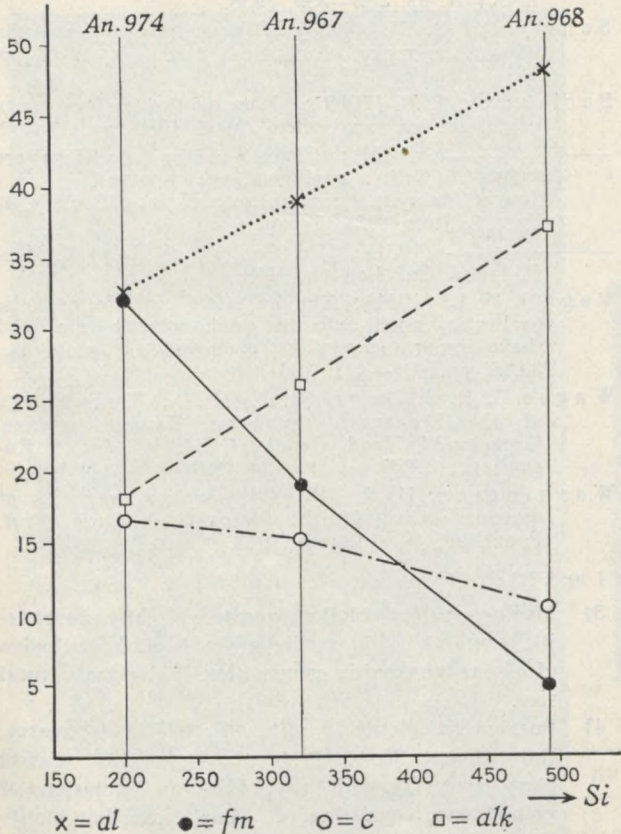


Fig. 1. Diagram of the Niggli-values of three varieties of Singapore granites.

The plutonic mass of Bohemia, for instance, consists for only one quarter of granites. The rest is formed by gabbro's, gabbrodiorites, syenites, etc. Orlov recently published a study on the petrology of plutonic mass, and gave the following interpretation (in the classical manner) of the genesis of this plutonic mass:

"En résumé, le pluton de la Bohême centrale est interprété comme un batolite, dont le processus de la formation est envisagé comme un phénomène de consolidation de masses magmatiques énormes mais homogènes. La consolidation, très lente, a été accompagnée par une différenciation." (l.c. p. 502).

But, is it possible that the present state (a differentiated plutonic mass) is a fixed stage of a reverse process, namely the homogenisation of different rocks into granite, instead of the differentiation of a homogeneous magmatic melt? Both possibilities should be carefully studied for every plutonic mass, because for both points of

view sound arguments can be put forward. The conception of granitisation or homogenisation of pre-existing formations, for example, is supported by the observations of Bellair, that the composition of the Pelvoux batholith in the western Alps depends on the composition of the invaded formations. ("Le granite a digéré sur place les roches existantes et sa composition chimique dépend étroitement de celle de ces dernières").

The general conclusion of this paper is that modern study of petrology in the field and under the microscope of plutonic masses of granite and associated rocks has resulted in a noteworthy tendency to the conceptions of migmatitisation, granitisation, diffusion differentiation, etc., in other words: a genesis by diffusions of emanations in the solid-state. This study of some granites of Singapore, which by no means claims to be exhaustive on the subject, also provides strong evidences in this direction.

VI. Literature references.

- Alling, H. L. (1936): "Interpretative petrology of the igneous rocks". McGraw-Hill, New York, 1936.
- Barth, T. F. W., Correns, C. W. & Eskola, P. (1939): "Die Entstehung der Gesteine". Berlin. Jul. Springer, 1939.
- Bellair, M. P. (1938): "Sur l'origine du granite de Pelvoux". C. R. Ac. Sci. Paris, 206, fasc. 3, 17 Janv. 1938, pp. 189—190.
- Bemmelen, R. W. van (1938): "On the origin of the Pacific magmatypes in the volcanic innerarc of the Soendamountain-system". Ing. in Ned.-Indië, 5, No. 1, Sect. IV, pp. 1—15, Batavia, Jan. 1938.
- (1939): "The volcano-tectonic origin of Lake-Toba (North-Sumatra)". Ibidem, 6, No. 9, Sect. IV, pp. 126—140, Batavia, Sept. 1939.
- (1940): "De geologie van het westelijke en zuidelijke deel van West-Borneo." (with English summary). Jaarb. Mijnwezen, 68, 1939, pp. 187—330.
- Bowen, N. L. (1928): "The evolution of igneous rocks." Princeton Univ. Press, 1928.
- Cloos, H. & Rittmann, A. (1939): "Zur Einteilung und Benennung der Plutone". Geol. Rdsch., 30, 5, pp. 600—608, Stuttgart, 1939.
- Fuller R. E. (1939): "Gravitational accumulation of olivine during the advance of basaltic flows". J. Geol., 47, 3, April-May, 1939, pp. 303—313.
- Grout, F. F. (1937): "Criteria of origin of inclusions in plutonic rocks." Bull. Geol. Soc. Amer., 48, pp. 1521—1572, New York, 1937.
- Kossov, L. A. (1938): "Intergrowth of quartz and feldspars from the pegmatite veins of Karelia". Comptes Rendus (Doklady) de l'Ac. des Sci. de l'URSS, 1938, 19, No. 4, pp. 272—275.
- Orlov, A. (1937): "La pétrologie de la Bohême centrale". Bull. Soc. Géol. France, VII, 8, pp. 497—512.
- Perrin, R. (1934): "Extrapolation a la géologie des données métallurgiques". Ann. des Mines, 13me Série, 6, No. 9, p. 135—170, Paris, 1934.
- Perrin & Roubault, M. (1937): "Les réactions a l'état solide et la géologie." Bull. Service Carte Géol. de l'Algérie, 5e Série, Pétrographie, No. 1, Alger, 1937.
- (1939): "Le granite et les réactions à l'état solide". Ibidem, 5e Série, Pétrographie, No. 4, Alger, 1939.
- Sosman, R. B. (1938): "Evidence of the intrusion-temperature of peridotites". Am. J. Sci., 5, Vol. XXXV-A, pp. 353—359, 1938.
- Schwartz, G. M. (1939): "Hydrothermal alteration of igneous rocks". Bull. Geol. Soc. Am., 50, 2, pp. 181—238, Febr. 1939.
- Scrivenor, J. B. (1909): "Note on the igneous rocks of Singapore, etc.". Geol. Mag. 1909, pp. 17—22.
- (1924): "The Geology of Singapore Island". (With a geological sketch map). Journ. Malayan Branch Royal Asiatic Society, 2, Part 1, June 1924, 8 pages.
- (1931): "The Geology of Malaya". Macmillan & Co., London, 1931.
- Vogt, J. H. L. (1931): "On the terms eutectic, cotectic, peritectic, anchi-eutectic, anchi-cotectic, etc. and their importance in petrogenesis". J. of Geol., 39, 5, pp. 401—431, 1931.
- Wager, L. R. & Deer, W. A. (1939): "The petrology of the Skaergaard intrusion, Kangerdlugssuaq, Greenland". Medd. Grønland, Bd. 105, Nr. 4, København, 1939.
- Washington, H. S. (1917): "Chemical analyses of igneous rocks". United States Geol. Surv., Prof. Paper 99, Washington 1917.

Photo's (Plate I and II):

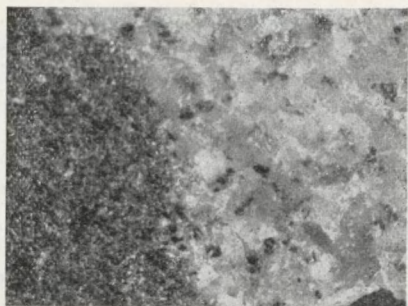
- 1) Bukit Timah granite quarry, $7\frac{3}{4}$ miles NW of Singapore.
- 2) Quarry in arenaceous triassic shales. Alexandra Brickworks, Singapore.
Note the thrust planes, with SW direction of the movements (in the direction of the Soenda-arc). The granitic masses, which are intrusive into this intensively folded formation, show hardly any stress phenomena, and, therefore, these intrusions must be younger than the folding period.
- 3) Medium-grained biotite granite (slightly porphyritic texture) with a fine-grained, dark inclusion of quartz-monzonitic composition. Twice the natural size.
- 4) Porphyritic biotite granite. Bukit Timah quarry. Enlargement 20 $\times$. Note the "corroded" quartz phenocryst (Q), with "apophyses" and inclusions of groundmass, consisting of alkali-feldspar and biotite (b), whereas the quartz grains (q) in these "apophyses" already have optically the same



1



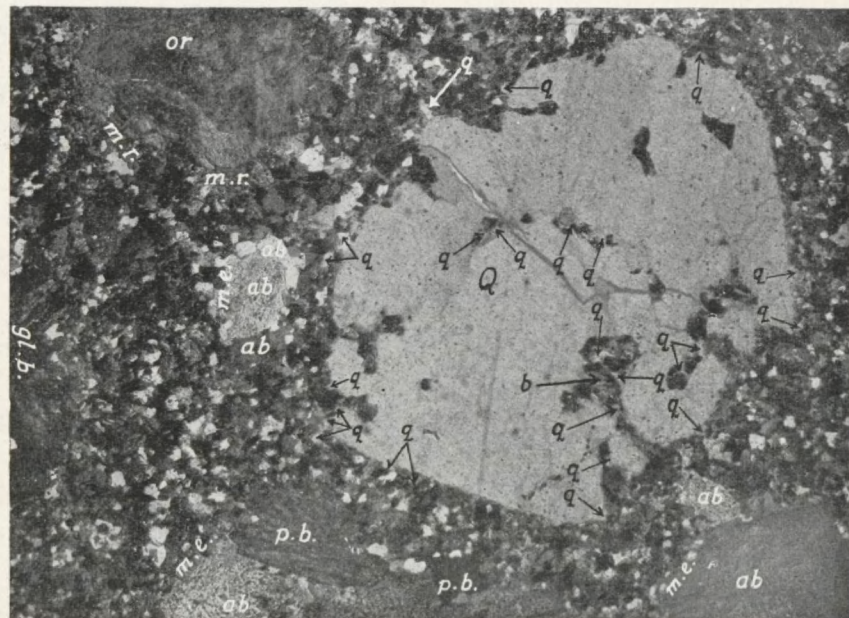
2



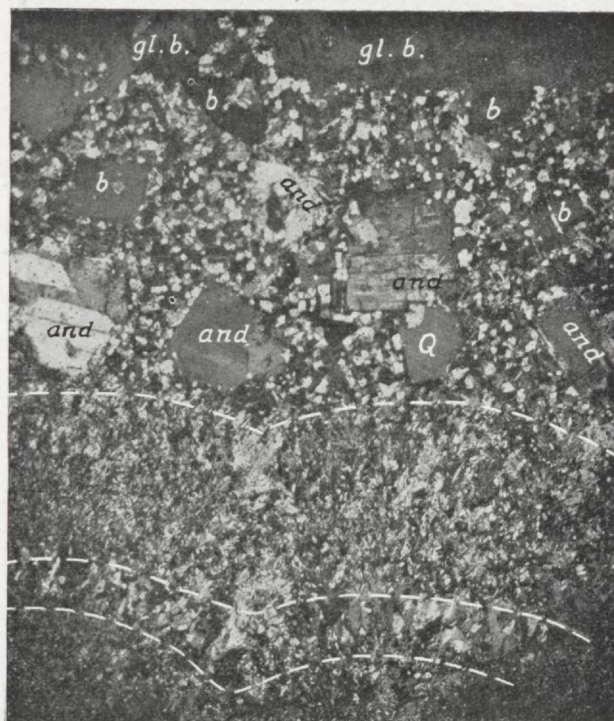
3



9



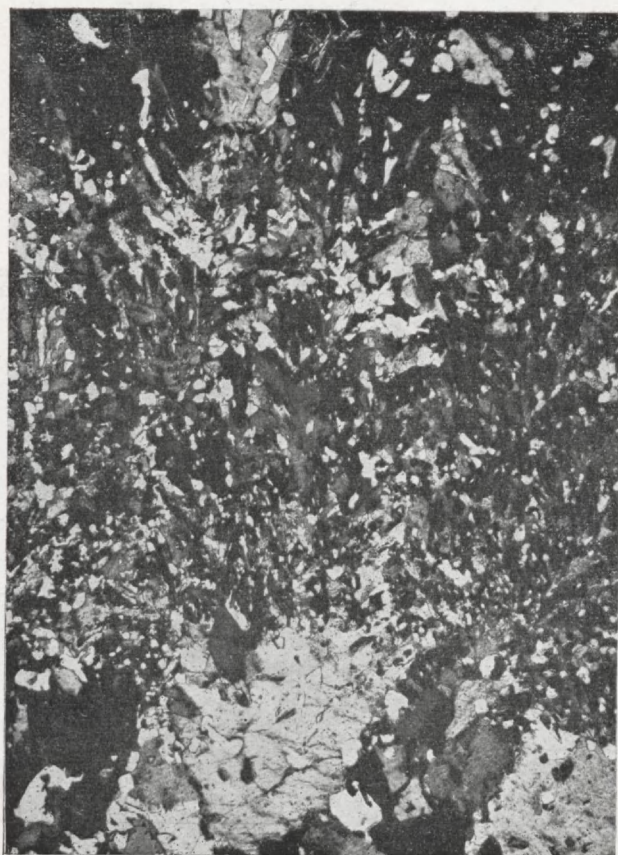
4



7



5



8



6

orientation as the phenocryst. These "apophyses" and inclusions of alkalispar cannot be taken as proofs that the quartz was a phenocryst, which (in a later stage of crystallization) was corroded by a molten groundmass. These embayments, tongues and inclusions of groundmass material in the quartz phenocryst are, conversely, the remnants of a pre-existing granular matrix corroded by the metasomatic and accretive growth of a quartz crystal. The latter, therefore, is not a phenocryst but a porphyroblast. The same interpretation, contrary to the classic interpretation of phenocrysts, might be true for the poikilitic biotite (b) and the glomerocrystals of biotite (gl. b.). The phenocrysts of alkalispar (orthoclase = or, albite-oligoclase = ab) show milled edges (m.e.) and myrmekitic rims (m.r.). There are transitions of size between the small crystals of alkalispar in the groundmass and the phenocrysts; these intermediate crystals form often small clusters (glomerocrystals, centre of the photo), which might be interpreted as a stage of the progress of the homogenisation of many small crystals with different orientation of the crystal lattices into one big crystal with several twinning phenomena as the easiest solution of such a homogenisation (see pp. 26—27). These textural features can be explained as the result of continued growth of the phenocrysts during the crystallization of the groundmass (molten-state theory), but also, and with more reason,

as a fixed stage in the metasomatic, accretive growth of phenocrystals at the cost of small crystallites of the groundmass (solid-state theory).

- 5) Contact of porphyritic biotite granite and banded, festoon shaped, aplitic granite. Polished surface. Actual size. Mandai quarry.
- 6) Contact of porphyritic biotite granite, which is corroded by aplitic granite. Polished surface. $\frac{1}{2}$ Actual size. Mandai quarry.
- 7) Contact of porphyritic biotite granite and fine-grained, banded, aplitic granite. Enlargement 14 $\times$. Crossed nicols. Note the glomerocrystals of biotite (gl. b.) in the upper edges of the photo. and = andesine phenocrysts.
- 8) Medium- or coarse-grained, banded, aplitic granite. Enlargement 20 $\times$. Crossed nicols. One band has a granular texture and consists of quartz and micropertitic orthoclase, the other has the tendency of columnar or feather-like development of intergrown quartz and orthoclase crystals in the direction of the convex sides of the banded festoons. This convex side, therefore, indicates the direction of growth of the aplitic granite masses in the biotite granite, probably by diffusions in the solid state.
- 9) Miarolitic cavity in pegmatitic streak of the biotite granite. Actual size. Mandai quarry. The cavity shows along the wall idiomorphic, columnar quartz crystals, which are intergrown with tufted aggregates of tourmaline needles.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1939		1938	
	Dec.	t/m Dec.	Dec.	t/m Dec.
Java en Ma-				
doera.....	81 056,6	840 956,7	71 095,2	933 595,3
Noord-Suma-				
tra.....	86 154,6	984 014,8	89 723,8	905 099,5
Palembang ..	272 691,-	3 125 035,-	242 550,6	2 747 023,1
Djambi	105 840,-	1 211 269,6	94 247,6	1 010 713,-
Oost-Borneo..	83 821,3	992 050,1	84 137,8	984 685,6
Tarakan.....	55 304,8	683 759,9	65 464,-	735 097,5
Ceram	7 752,5	106 144,3 ¹⁾	5 964,5	81 559,9
Nederlandsch-				
Indië	692 620,8	7 943 230,4	653 183,5	7 397 773,9

¹⁾ werkelijke productie Nov. 1939 7 980,9 kgt.

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1939		1938	
	Dec.	t/m Dec.	Dec.	t/m Dec.
Gouvernements-				
bedrijven ...	117 028	1 222 406	89 228	972 782
Steenkolen Mij.				
„Parapattan”	24 940	303 000	21 000	279 300
Oost-Borneo				
Maatschappij	11 731	140 944	12 926	127 008
Loa-Boekit				
kolenmijnen.	3 391	52 568 ²⁾	4 431	32 988
Loa-Teboe				
kolenmijnen.	1 700 ³⁾	20 906	1 770	14 849
Toeajan.....	2 337	14 812	915	6 307

²⁾ werkelijke productie Nov. 1939 5 268 kgt.

³⁾ geschat; werkelijke productie Nov. 1939 1 927 kgt.

Mijnbouw Maatschappij Redjang Lebong.

Gedurende de maand December 1940 werden:

6 810 metr. tons erts vernalen { 3,43 g goud per ton.
van gemiddeld { 25,0 g zilver „ „
2 090 metr. „ „ sands,
4 760 metr. „ „ slimes.

Geëxtraheerd werden ca. 18 435 g goud en ca. 145 992 g zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm f$ 39 000,—, benevens bijproducten ter waarde van f 3 000,—.

De bedrijfskosten over December 1940 bedroegen $\pm f$ 50 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand December 1940 werden:

7 848 tons erts vernalen van { 9,2 dwts goud per ton.
gemiddeld { 120,— dwts zilver „ „

2 875 „ „ sands,
4 804 „ „ slimes en
286 „ „ concentraten behandeld.

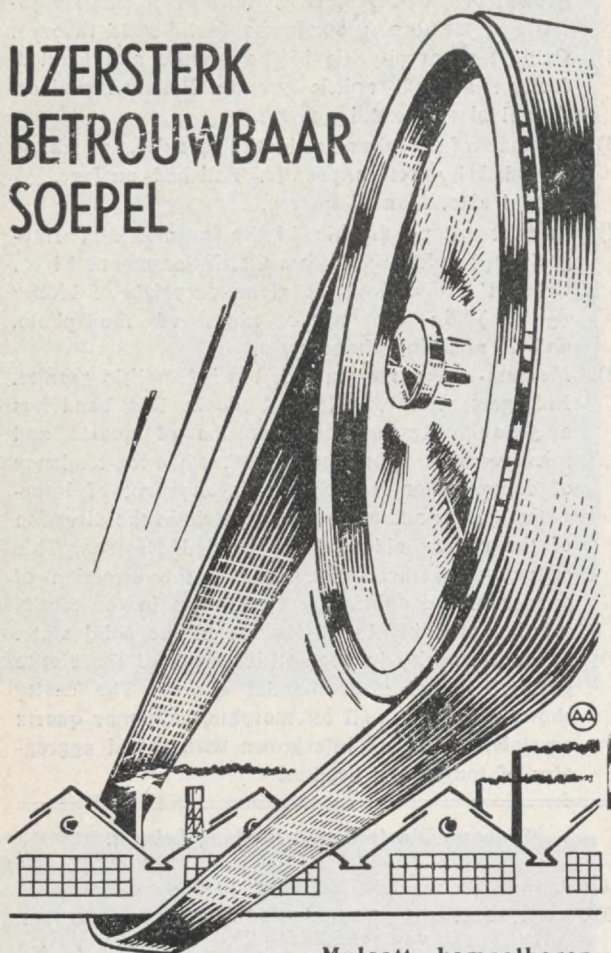
Geëxtraheerd werden ca. 3 617 ozs. goud en ca. 48 194 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm f$ 250 000,—.

De bedrijfskosten over December 1940 bedroegen $\pm f$ 134 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven $\pm f$ nihil en voor prospecteren der nieuwe vergunnings-terreinen $\pm f$ nihil.

PERSONALIA.

Ir. W. J. R. L a n z i n g, ambtenaar terugverwacht van buitenlandsch verlof, is herbenoemd tot Ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw en ter beschikking gesteld van den Leider der Boekit Asam Steenkolenmijnen.

IJZERSTERK
BETROUWBAAR
SOEPEL



Mulcott kameelharen drijfriemen zijn vervaardigd van lange haren, op een bijzondere wijze geweven, waardoor een groote trekvastheid en elasticiteit worden verkregen. Absoluut waterproof. Worden nòch door verschil in temperatuur, nòch door droogte of vocht beïnvloed.

Mulcott
KAMEELHAREN
DRIJFRIEMEN

Imp: N. V. BORNEO SUMATRA HANDEL MIJ.
TECHNISCHE ZAKEN



Kogellagers

en

Kussenblokken

van de

Kugellagerwerke

J. Schmid-Roost A.G.

Zürich — Oerlikon

Alle
maten
steeds in voorraad

Typen-Catalogus op aanvraag

BECKER & Co.

BATAVIA

SOERABAJA