

TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: C. J. H. M. VAN ZEE, Kanaalweg 17, Delft. — Redactie-adres: Kanaalweg 17, Delft.

REDACTIE: J. J. G. VAN HOEK, Jul. v. Stólberglaan 202, Den Haag, Weg- en Waterbouwkunde; L. CHR. KALFF, Nieuwe Plantage 77, Bouwkunde; A. BARGEBOER, Vrouwjuttonland 20, Werktuigbouwkunde, Wis- en Natuurkunde; A. RIBBENS, Geer 64, Scheepsbouwkunde; P. J. LUX, 2^e Ant. Heinsiusstraat 85, Den Haag, Electrotechniek; C. J. H. M. VAN ZEE, Kanaalweg 17, Scheikunde; G. E. GERST, Van Leeuwenhoeksingel 3, Mijnbouwkunde; G. D. BOERLAGE, Heemskerkstraat 28, Luchtvaart; B. BÖLGER, Economie; en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleeraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 5,—.

Verschijnt minstens 14 maal per jaar.

Druk en Administratie: Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr., Delft.

8^e Jaargang. No. 7. 9 Februari 1918.

Prijsvraag voor Physica.

Het T. S. T. wil zijn het orgaan van het *studieleven* te Delft.

De Redactie is niet verantwoordelijk voor de in de verschillende bijdragen ontwikkelde denkbeelden, evenmin voor de officieele mededeelingen der T. H., C. C. of Vakverenigingen.

Ieder abonné is gerechtigd wenschen omtrent den inhoud bij de Redactie kenbaar te maken.

Het auteursrecht van dit tijdschrift wordt gewaarborgd door de Auteurswet 1912.

Voor opgaven van abonnement, adresveranderingen en voor het aanvragen van losse nummers richt men zich tot de Administratie: Binnenwatersloot 33.

Inhoud.

Prijsvragen T. S. T.

Redactiebericht.

Fotografie in natuurlijke kleuren, door F. H. E.

Relativiteitstheorie, door A. B.

Technische dilemma's, door U. DRIEBERGEN.

De Studie in Delft, door L. V.

Buffer Systemen.

Een en ander over de Stijl van Van der Mey.

De oeconomie van de automatische telefooncentrales in verband met de gespreksduur. Lezingsverslag voor de E. T. V.

Boekbespreking.

Boekaankondiging.

Ontvangen Tijdschriften.

T. H. Examenopgaven.

Examenuitslagen.

Mededeelingen.

Algemeen Nederlandsch Verbond. Afd. Delft.

Prijsvraag Wiskunde.

De inzendingstermijn is verlengd tot 1 Maart a.s.

Er wordt gevraagd een dynamische theorie van schoorsteen. Hieruit af te leiden de optimum constructie grootheden voor een schoorsteen.

Antwoorden in te zenden vóór 1 Mei 1918 aan de Redactie van dit tijdschrift. Voor verdere voorwaarden zie T. S. T. No. 2 en 3 van dit jaar.

Redactiebericht.

Al te drukke werkzaamheden in verband met zijn examenstudie noopten eenigen tijd geleden onzen hoofdredacteur, de heer B. Bölger, ons van zijn voornemen kennis te geven, dat hij zich, zeer tot zijn spijt, genoodzaakt zag als zoodanig af te treden. Het spreekt natuurlijk wel vanzelf, dat wij een dergelijke reden moesten billijken, zoodat er niet veel anders overbleef, dan ons bij zijn besluit neer te leggen. — Nu ik zijne functie ga overnemen, zal m'n eerste werk zijn, hem, mede namens alle andere redacteurs, hierbij onzen dank te brengen voor het vele werkelijk goede, dat hij voor het Technisch Studenten Tijdschrift gedaan heeft! Wat de heer Bölger in ruim een jaar tijds als hoofdredacteur voor ons tijdschrift geweest is, kunnen in de allereerste plaats wij beseffen, die als mede-redacteurs steeds met hem in aanraking kwamen. Wij zien dan ook in hem een hoofdredacteur heengaan, die zich altoos met hart en ziel wijdde aan zijn dikwijls zoo omvangrijke taak, daarbij steeds ijverig wakende voor de belangen van het T. S. T., en gedurig er op uit den inhoud van het blad op steeds hooger niveau te brengen. — Dat hij in dit laatste niet altijd slaagde, kan zeer zeker niet aan hem geweten worden! De medewerking voor de uitgave van een tijdschrift als dit moet natuurlijk van beide kanten komen en juist van den kant der studenten wordt ons te weinig steun verleend, zoodat het voor de redactie zeer dikwijls moeielijk is met een goed nummer voor den dag te komen. Aan wie dan de schuld als er geklaagd wordt over den inhoud? Dat er van buiten af critiek uitgeoefend wordt, kan niet

anders als gunstig werken, maar van critiek alleen kunnen wij als redactie toch zeker niet leven! En als men het goed nagaat, dan zullen de redacteuren toch zeker wel de eersten zijn, die voor het T. S. T. belangstelling toonen, maar wat zouden zij alleen op den duur kunnen bereiken zonder de zoo hoog noodige medewerking van vele anderen? Zij alleen kunnen toch niet nummer op nummer vullen? En ware zulks mogelijk, dan zou dit immers toch in het geheel niet wenschelijk zijn, — de inhoud zou immers te eenzijdig worden! Wanneer ons dus van alle zijden en van alle faculteiten de noodige artikelen toestroomden, dan eerst zal het ons mogelijk worden, de inhoud van ons tijdschrift op steeds hooger niveau te brengen, waardoor het vanzelf het aangewezen blad zal worden voor alle studeerenden aan onze Technische Hoogeschool. Behoeven wij in deze verwachtingen teleurgesteld te worden? Neen immers! Vraag het U zelf af, kijk niet naar uw buurman, of die het misschien voor U zou kunnen doen, maar verleen ons zelf Uwe zoo gewaardeerde medewerking!

VAN ZEE.

Fotografie in natuurlijke kleuren.

III. Theorie van de directe methode der kleurenfotografie. (Vervolg).

Theorie van Zenker.

Het ontstaan van kleuren in de chloorzilverlaag verklaart Zenker op grond van de vorming van staande golven in de lichtgevoelige laag, tengevolge van reflexie door de onderlaag. De chemische werking van de lichtstralen vindt vooreerst daar plaats, waar het maximum van beweging is, dus in de buiken, vanwaar zij naar beide zijden zich uitbreidt, terwijl in de rustpunten van de staande golven, dus in de knopen, in het geheel geen verandering van het chloorzilver optreedt. Zenker neemt nu aan, dat de bij verandering van het chloorzilver onder invloed van gekleurd licht afgescheiden deeltjes, sterk reflecteeren, en het spreekt van zelf, dat in dit geval de glanzende deeltjes in een systeem van vlakken worden afgescheiden, waarvan de afstand tot elkaar een halve golflengte van het inwerkende gekleurde licht bedraagt.

Gaan we eerst na wat met stralen van een zelfde golflengte geschiedt. Wanneer deze door alle lagen van die glanzende partikeltjes worden teruggekaatst, bedraagt het wegverschil van de stralen, die door twee op elkaar volgende lagen worden teruggekaatst, steeds een heele golflengte. Ze zullen dus, nadat zij het lagensysteem hebben verlaten, en weer door de lucht in ons oog komen, aan de etherdeeltjes een impuls geven, zoo, dat voor ieder deeltje de stoot op elk oogenblik naar den zelfden kant werkt, m.a.w. de golven verkeerden op ieder punt steeds in dezelfde phase; zulke golven versterken elkaar, en zullen dus de kleur van de betreffende golflengte krachtig weergeven. Voor de overige stralen van het witte licht, die een grootere of kleinere golflengte hebben, wordt het wegverschil van de door twee op elkaar volgende lagen teruggekaatste stralen grooter of kleiner dan de golflengte van de werkende straal; ze zullen dus niet in dezelfde phase terugkeeren. Voor stralen met een kleinere golflengte

is duidelijk, dat het wegverschil van de door twee op elkaar volgende lagen teruggekaatste stralen grooter moet zijn als een golflengte. Zulke stralen zullen elkaar verzwakken, en zullen, wanneer het aantal reflecteerende lagen, en daardoor het phaseverschil van de enkelvoudige stralen groot genoeg is, geheel uitgedoofd worden. Hetzelfde vindt plaats met de stralen, waarvan de golflengte grooter is als die van de werkende straal. Want hier zal het wegverschil iets minder als een golflengte bedragen, en door het verschil in phase zullen de enkelvoudige stralen elkaar meer of minder uitdooven.

Van alle kleuren die in het witte licht aanwezig zijn blijft dus slechts die over, waarvan de golflengte overeenstemt met die van den lichtstraal, die de lagen heeft doen ontstaan, m.a.w. we zien de identische kleur.

Ook het ontstaan van mengkleuren is zoo gemakkelijk te verklaren. Voor iedere enkelvoudige kleur moet een bepaald systeem van staande golven ontstaan, en dus een bepaald systeem van lagen zich vormen. Dan zullen weer al die stralen van het witte licht in ons oog komen, die met de aanwezige systemen van reflecteerende lagen overeenkomen, d.w.z. die overeenkomen met de te voren werkzame stralen. Op de daarbij mogelijke afwijkingen heb ik reeds gewezen.

Vele verschijnselen zijn waargenomen, die deze theorie bevestigen. Zoo de reeds beschreven proef van Becquerel, wanneer hij zegt: „...cette portion paraît plus brillante dans la partie du spectre qui l'a produite que dans toute autre.” Blijkbaar ondersteunt deze waarneming de voorstelling, dat de photochromatische kleuren aan een spiegeling van de invallende lichtstralen hun ontstaan te danken hebben. Verder komt hier ook het eerst door Becquerel vermelde feit mee overeen, dat de kleuren in het begin zoo zuiver mogelijk zijn, later krachtiger worden, maar minder zuiver, en dat bij nog langer belichting eindelijk een grauw wit ontstaat. De chemische werking begint in de maxima, en al is het aantal afgescheiden deeltjes nog spaarzaam, hun lagen onder elkaar hebben juist den afstand van een halve golflengte van de identische kleur. Later breidt zich de chemische werking aan beide zijden van de maxima uit, zoodat de spiegeling krachtiger wordt; de lagen nemen dan echter in dikte toe, met het gevolg, dat de terugkaatsing niet meer beperkt blijft tot de identische kleur. Langzamerhand zullen de trillingen van bijna den geheelen staanden golf hun werking op het zilverchloruur hebben uitgeoefend. Maar dan verdwijnt de kleur meer en meer en er ontstaat een helder wit.

Nog een punt dient nader te worden beschouwd. Heeft n.l. de spiegeling, waarop de geheele theorie berust, aan het oppervlak plaats, dat het chloorzilver tot ondergrond dient, dan zou, wanneer de werkende stralen onder een hoek (kleiner dan 90°) invielen, de verschijnende kleur van de werkende verschillend zijn. Bij deze aanname komen de lagen verder van elkander, en zou dus de verschijnende kleur een grootere golflengte moeten hebben, d.w.z. naar het roode einde van het spectrum zijn verschoven. Deze verschuiving kon Zenker niet aantoonen. De kleuren zijn steeds overeenstemmend met die, welke bij loodrecht invallen van de lichtstralen worden verkregen. Zooals bekend is, gaan in sterker brekende lichamen de scheef invallende stralen verder in een richting naar de normaal toe. Het is zeer wel mogelijk dat de brekingsindex van het violette chloor-

zilver zeer groot is, en dus, onder welken hoek ook de stralen op de plaat invallen, we in het chloorzilver steeds met bijna loodrecht op het spiegelende vlak invallende stralen hebben te doen. De overeenstemming van de verschijnende kleuren, onafhankelijk van den invalshoek, is dan hiermee volkomen verklaard.

De beelden met behulp van zilverchloruur verkregen, te fixeeren, is niet gelukt. Het is duidelijk dat het nog aanwezige chloorzilver in het licht ontleedt. De lagen moeten in hun ligging onveranderd blijven; wegnemen van het chloorzilver zou dus de kleur van het beeld doen verdwijnen. Het fixeermiddel zou in staat moeten zijn het chloorzilver zoo te veranderen, dat het verder in het licht onveranderd blijft.

Het bedekken van het beeld met een vernis, kan het bederven van het beeld niet tegen gaan, wel iets vertragen. Willen de kleuren zijn waar te nemen, dan moet de vernis voor de stralen van het zichtbare spectrum doorlaatbaar zijn, en mag hoogstens de onzichtbare stralen tegenhouden.

De theorie van Zenker werd bestreden door Schultz-Sellack. Deze toonde experimenteel aan, dat zoowel kristallen van de zilverhaloiden, als ook doorzichtige joodzilverlagen onder invloed van chemische stralen in een gekleurd poeder kunnen uiteenvallen, en dat de kleur niet van de soort van het licht, maar alleen van de intensiteit en den duur van den lichtindruk afhankelijk is.

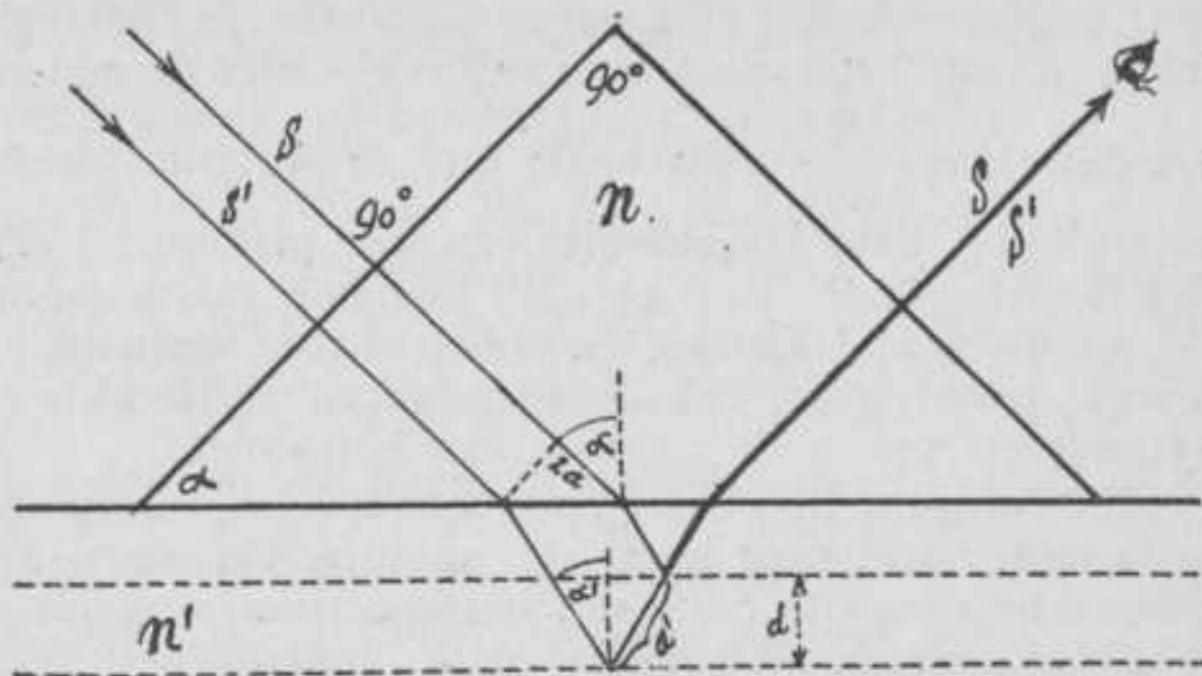
De juistheid van de Zenker'sche theorie is bewezen, wanneer kan worden aangetoond, dat de bij de photochromieën optredende kleuren door interferentie ontstane schijnkleuren en niet door absorptie ontstane kleuren zijn. Om dit bewijs te leveren moeten de volgende vragen worden beantwoordt:

Verandert de kleur, wanneer het licht scheef invalt?

Deze vraag heeft Zenker reeds trachten te beantwoorden, doch zonder resultaat. De oorzaak van het mislukken van zijn proeven vond hijzelf daarin, dat in lichamen met een groote brekingsindex, zooals de chloorverbindingen van het zilver, de gebroken stralen ook bij een tamelijk grooten invalshoek, nagenoeg loodrecht op het oppervlak verder gaan. Met behulp van een laag cassia olie ($n = 1.68$) probeerde hij de lichtstralen een schuinere richting te geven, een proef die natuurlijk mislukte, omdat een doorzichtige plan-parallelle plaat de richting van de lichtstralen niet verandert.

Wiener gelukte het, de richting van de lichtstralen in het sterk brekende medium een belangrijke afwijking van de normaal op het oppervlak te geven. De uit het chloorzilver komende lichtstralen gaan door een rechthoekig prisma met een groote brekingsindex ($n_D = 1.75$). Ook scheef uittredende stralen kunnen nu door het oog worden waargenomen. Is de golflengte van de beschouwde lichtstraal in de lucht λ , de brekingsindex van het prisma n , die van de lichtgevoelige laag n' , de afstand van twee spiegelende lagen d , de invalshoek op het grensvlak glas-chloorzilver α , aan de laag α' , dan kan gemakkelijk worden berekend, welke kleurverandering bij de beschouwing door het prisma moet optreden. Het wegverschil van de stralen S en S' is bij hun vereeniging na de terugkaatsing:

$$\Delta = 2 a' \frac{n'}{\lambda} - 2 a \frac{n}{\lambda}.$$



Verder is: $d = a' \cos \alpha'$

$$a = d \operatorname{tg} \alpha' \sin \alpha.$$

dus
$$\Delta = \frac{2 d n' - n \sin \alpha \sin \alpha'}{\cos \alpha'}$$

Daar
$$n \sin \alpha = n' \sin \alpha'$$

is
$$\Delta = \frac{2 d n'}{\cos \alpha'} = \frac{2 d n'}{\lambda} \sqrt{1 - \frac{n^2}{n'^2} - \sin^2 \alpha}.$$

In het algemeen zal het oog de opname door lucht, en wel loodrecht beschouwen; dan is $\cos \alpha' = 1$, dus

$$\Delta = \frac{2 d n'}{\lambda}.$$

Zooals we hebben gezien, verschijnt die kleur, waarvoor het wegverschil Δ van door twee op elkaar volgende lagen teruggekaatste stralen een geheele golflengte bedraagt, ($\Delta = 1 = \lambda_0$)

Dus
$$\lambda_0 = 2 d n'$$

Bij scheef uittreden der lichtstralen wordt het wegverschil voor een andere golflengte gelijk 1:

$$\lambda = 2 d n' \cos \alpha' = \lambda_0 \cos \alpha'$$

Inplaats van λ_0 bij loodrechte beschouwing komt nu $\lambda_0 \cos \alpha'$, m.a.w. de cosinus van de invalshoek is de maat voor de kleurverandering:

Noemt men $\frac{\lambda}{\lambda_0} = \cos \alpha' = F$, dan is de verhouding van de golflengte van de veranderde kleur en de oorspronkelijke bij loodrechte beschouwing zonder prisma, dus in de lucht, voor een invalshoek van 45° :

$$F_l = \sqrt{1 - \frac{1}{2 n'^2}}.$$

Met het prisma:

$$F_p = \sqrt{1 - \frac{n^2}{2 n'^2}}.$$

De verhouding van beide veranderingen is dus:

$$\frac{F_p}{F_l} = \sqrt{\frac{2 n'^2 - n^2}{2 n'^2 - 1}}.$$

We zien hier de redeneering van Zenker bevestigd. Hoe grooter de berekeningsindex n' , des te meer nadert de waarde $F = \frac{\lambda}{\lambda_0}$ tot 1, d.w.z. het verschil λ en λ_0 is in bepaalde omstandigheden zoo gering, dat het niet kan worden waargenomen. Bij gebruik van

het prisma wordt het grooter, naarmate de brekings-index n van het prisma die van het chloorzilver nadert.

De betrekking $\frac{F_p}{F_l}$ drukt beide uit; ze geeft de kleursverandering aan bij gebruik van een prisma, bij een beschouwingshoek van 45° . Bij toename van α wordt de waarde $\cos \alpha'$ kleiner, en zooals uit de vergelijking $\lambda = \lambda_0 \cos \alpha'$ volgt, ook de waarde van λ . De kleuren veranderen dus in de richting van het violet.

Bij de volgens Becquerel verkregen spectra, vertoonde, in overeenstemming met de theorie, de door het prisma beschouwde helft van het spectrum, vergeleken met de daarnaast door de lucht geziene helft, een belangrijke kleurenverandering in de richting van het violet. Onder het prisma verscheen groen in plaats van geel. Dit was echter niet waar te nemen bij spectra die volgens Seebeck of Poitevin waren verkregen. Hieruit volgt, dat de kleuren van de photochromieën van Becquerel door interferentie ontstane schijnkleuren, die van de photochromieën van Seebeck en Poitevin door absorptie ontstane kleuren zijn.

De tweede vraag luidt: Zijn de kleuren in doorgaand licht de complementaire van die in teruggekaatst licht, of met deze identisch? Hierop heeft Zenker ook reeds een antwoord gegeven op grond van zijn waarnemingen aan photochromieën van Poitevin, n.l. dat de kleuren in beide gevallen dezelfde zijn. Daar het doorgaande licht zeker niet de directe voortzetting van de aankomende stralen is, maar voor een deel ook door terugkaatsing is ontstaan, zullen ook die kleuren overheerschen, die met den afstand van de verschillende lagen overeenkomen, d.w.z. de identische kleuren. Zenker zag in dit verschijnsel een bewijs voor zijn theorie. Terecht zag Wiener hierin een tweede bewijs voor de absorptiekleuren van de photochromieën van Poitevin. De kleuren die in doorgaand licht optreden, moeten de complementaire zijn, van die in teruggekaatst licht, want samen moeten ze wit geven, daar door interferentie alleen, afgezien van absorptie geen verlies aan stralingsenergie kan optreden.

Tenslotte kan men zich afvragen: Zijn de aan de achterzijde in teruggekaatst licht waargenomen kleuren, andere, als de kleuren, welke aan den voorkant onder dezelfde omstandigheden verschijnen of komen ze met deze overeen? Wat betreft de photochromieën van Becquerel gaven proeven van Wiener hierop het antwoord. Hij nam waar, dat de aan de achterzijde teruggekaatste kleuren, vergeleken met die aan de voorzijde, zeer sterk verschoven waren, en vond hierin een tweede bewijs voor de interferentie-natuur van deze kleuren.

Voor de interferentiefotografieën van Lippmann gelukte het Neuhauss de volgens de theorie aanwezige dunne plaatjes in de dwarsdoorsnede van de photochromatische laag, experimenteel aan te toonen. Daar de afstand van de onder het mikroskoop waarneembare streepen van *Amphipleura pellucida* slechts 0.00022—0.00025 m.m. bedraagt, terwijl de afstand van de Zenkersche plaatjes gelijk de halve golflengte van de kleur, dus bij rood ± 0.00038 m.m. is, kwam hij tot de conclusie, dat het streepensysteem van Zenker, onder het mikroskoop duidelijker waarneembaar moest zijn als dat van de diatomee. De bij vierduizendvoudige lineaire vergrooing verkregen mikrofotogrammen vertoonden 6—8 streepen aan die zijde van den plaat,

die bij de opname tegen het kwik had gelegen, terwijl de andere helft van de doorsnede glashelder was gebleven. De meting van den afstand der streepen, gaf waarden, die met de berekende overeenkwamen. Hiermee is dus het bewijs experimenteel geleverd, dat door staande golven in de Lippmann'sche photochromieën lagen zijn gevormd, en dus de kleuren op de door Zenker aangegeven wijze ontstaan.

Een nadeel van het Lippmann proces is, dat het niet voor vermenigvuldiging kan dienen, maar dat voor ieder nieuw beeld, een nieuwe opname noodig is. In het bijzonder Krone, Lumière, Valenta & Neuhauss hielden zich met de praktische moeilijkheden van dit proces bezig.

Krone gelukte het zonder gebruik te maken van een kwikspiegel, het spectrum op eiwitplaten gekleurd te fotografeeren, door de gevoelige laag met zwart fluweel te bedekken. Volgens Wiener ontstaan nu staande golven door reflexie aan de tegen het fluweel zich bevindende luchtlaag.

Lippmann gebruikte later als een gevoelige laag een mengsel van albumine of gelatine en kaliumbichromaat, en belichtte dit in de kwikcassette. Wordt de belichte plaat nat gemaakt, dan komen de kleuren goed te voorschijn; in doorgaand licht worden zij door de complementaire vervangen. Bij drogen verdwijnen de kleuren, en komen, wanneer ze bevochtigd worden, weer te voorschijn. De verklaring van Lippmann is de volgende: Bij belichten ontstaan door terugkaatsing aan het kwikzilver staande golven, en daardoor in den plaat aan de vlakken van de buiken lagen van geringe, aan de vlakken van de knopen lagen van normale opzwellbaarheid. Bij het bevochtigen moeten, als gevolg van verschillende opzwellbaarheid lagen van verschillend brekend vermogen worden gevormd, en dus ook verschillende kleuren optreden.

F. H. E.

(Wordt vervolgd).

Relativiteitstheorie.

In aansluiting met de voordracht gehouden door Prof. Dr. M. de Haas voor het Technologisch Gezelschap in December 1917.

Wanneer we een natuurverschijnsel mechanisch willen omschrijven volgens de Gallilèi-Newton'sche mechanica, valt het ons op, dat we beginnen met een vast stelsel aan te nemen (Gallilèische ruimte) waarop we al onze grootheden betrekken.

Het is dus voor de hand liggend, dat we ons de vraag stellen, in hoeverre de keuze van dit vaste stelsel van invloed is op het resultaat van onze beschrijving.

Zooals bekend veronderstelt mag worden, zijn de Newton'sche vergelijkingen invariant bij transformatie tot een stelsel, dat ten opzichte van het eerst aangenomene in eenparig rechtlijnige beweging verkeert, onafhankelijk van de oorsprong-ligging (relativiteits-principe). Dit feit is dan ook in volkomen overeenstemming met proeven als de volgende:

Een bal rolt op een schip, dat zich eenparig rechtlijnig voortbeweegt ten opzichte van het land, evenals ze op het land zou rollen en we verkrijgen de snelheid van de bal t.o.v. het land, door de eigensnelheid vectorisch te vermeerderen met de snelheid van het schip.

Hetzelfde geldt van slingerproeven, proeven omtrent de voortplanting van het geluid (mits in een afgesloten ruimte, zoodat het medium wordt meegesleept).

Dit alles kunnen we samenvatten als volgt:

Het is ons onmogelijk uit te maken of een stelsel A zich eenparig rechtlijnig beweegt ten opzichte van een stelsel B , of wel dat het omgekeerde het geval is.

Hieruit volgt dat uit deze verschijnselen niet is te concludeeren, of de aarde zich eenparig rechtlijnig door een vacuumruimte (wereldruimte) beweegt of niet.

Men nam daarom zijn toevlucht tot verschijnselen, die zich door deze ruimte voortplanten, n.l. de optische verschijnselen. Hierbij doet zich direct de vraag voor: wordt door een bewegende lichtbron het medium meegesleept of niet. In het eerste geval zou de lichtsnelheid de som van die in het tweede geval zijn en de eigen snelheid. Dit is echter op verschillende gronden weerlegd b.v. door prof. de Sitter op grond van de studie van de verplaatsing van spectraallijnen bij dubbelsterren.

Beweegt zich n.l. een individu van een dubbelster S met een snelheid v naar de aarde A , en noemen we de afstand $AS = a$, dan volgt uit de volgende redeneering het verband tusschen het trillingsgetal n van de uitgezonden stralen en n_1 van de op aarde ontvangen stralen: gedurende de tijd dt wordt op de ster uitgezonden $n dt$ trillingen.

De aan het begin van deze periode dt afgezonden trilling moet de afstand a afleggen, daarentegen moet de trilling, die aan het eind van de periode dt wordt afgezonden afleggen de afstand $a - v dt$.

Volgens de meesleepingstheorie is aan het begin van dt de lichtsnelheid $c + v$ en aan het eind $c + v + \frac{dv}{dt} dt$.

De eerste trilling bereikt de aarde dus na de tijd $\frac{a}{c + v}$ en de laatste na de tijd $dt + \frac{a - v dt}{c + v + \frac{dv}{dt} dt}$.

Het verschil van deze tijden is de tijd dt_1 in welke n -trillingen worden ontvangen. Het trillingsgetal n_1 is dus bepaald door de betrekking:

$$n_1 dt_1 = n dt$$

of

$$n_1 = n \frac{dt}{dt_1}$$

nu is $dt_1 = dt + \frac{a - v dt}{c + v + \frac{dv}{dt} dt}$

$$- \frac{a}{c + v} \cong dt \left(1 - \frac{v}{c} - \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt} \right)$$

$$\text{dus } \frac{dt}{dt_1} = \frac{1}{1 - \frac{v}{c} - \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt}} \sim 1 + \frac{v}{c} + \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt}$$

zoodat volgens deze theorie

$$n_1 = n \left(1 + \frac{v}{c} + \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt} \right)$$

Beschouwen we nu de punten waarin S de maximum en minimum afstand tot de aarde heeft. Zijn partner is dan steeds in oppositie ($\Sigma mrv = \text{constant}$) en zal dus als S_1 in het punt van minimum afstand staat, S_2 in het punt van maximum afstand staan en omgekeerd.

Dan is dus voor S_1 en S_2 $v = 0$. De versnelling $\frac{dv}{dt}$

zal echter van de twee van tegengesteld teeken zijn zoodat

$$\text{dan voor } S_1 \quad n_1 = n \left(1 - \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt} \right) \text{ en}$$

$$\text{en } S_2 \quad n_1' = n \left(1 + \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt} \right).$$

Wanneer ze bovendien dan met de aarde in een rechte liggen, treedt hier een verduistering op (we kennen er zoo meerdere dubbelsterren). Nu kan $\frac{a}{c^2}$ zeer groot zijn want c is altijd klein t.o.v. a . Stel nu dat nu nog $1 - \frac{a}{c^2} \frac{dv}{dt}$ zichtbare stralen zou geven, dan zullen de lichtsoorten door S_1 en S_2 uitgezonden zeer verschillen. Zoo zou de D lijn in het spectrum voor S_1 b.v. in het rood komen en voor S_2 in het groen. Bij verduistering zouden we dus waarnemen, dat dan de verdwijnende groenlijn niet samenviel met de blijvende roode, terwijl ze toch beide de D -lijn zijn. Deze gevolgtrekking blijkt echter geheel in strijd te zijn met de waarnemingen, waarbij altijd de verduisterde lijn samenvalt met de blijvende m.a.w. onze onderstelling, dat de lichtsnelheid afhankelijk zou zijn van de snelheid van de lichtbron is onjuist. Dit is eigenlijk wel een betreurenswaardig feit, aangezien we anders de a (afstand van ster naar aarde) konden berekenen uit waarnemingen omtrent de verplaatsing van spectraallijnen.

We komen dus tot de stelling, dat de lichtsnelheid onafhankelijk is van de snelheid van de lichtbron.

We zien echter ook direct in, dat de lichtsnelheid, die een zich eenparig rechtlijnig bewegende waarnemer meet, onafhankelijk is van zijn beweging; deze heeft immers slechts relatief tot de lichtbron beteekenis en het bewijs schuilt dus reeds in de bovengenoemde stelling. Bovendien zou anders de lichtsnelheid in verschillende richtingen verschillend zijn (want de beweging is gericht) en dit zou zich b.v. moeten uiten in dubbelbrekende eigenschappen van de ons hier op aarde omgevende ether (door de aardbeweging); deze zijn echter nooit waargenomen.

We komen zoo tot het paradoxale resultaat, dat de snelheid van dezelfde lichtstraal ten opzichte van een passagier van een electroon dezelfde is, dan ten opzichte van een aardbewoner.

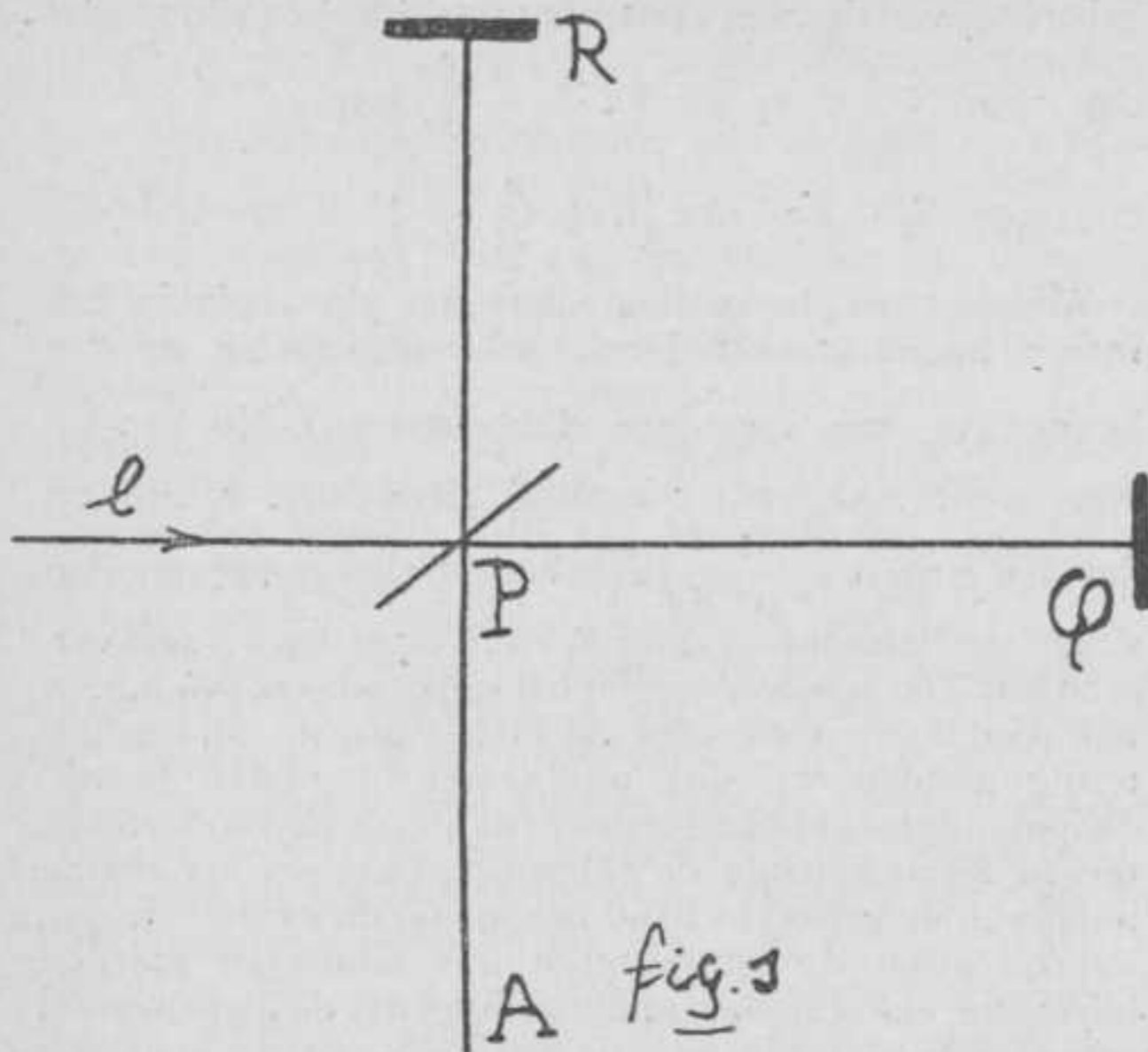
Dit is zooals we zien, geheel in strijd met de Gallilëi-Newton'sche opvatting van snelheid. Hier zouden namelijk de lichtsnelheden verschillen met de relative snelheid van aarde en electron.

De volgende proef, die reeds door Maxwell in principe werd aangeduid, en door Micholsen (Chicago) in 1891 werd uitgevoerd, doet den tegenspraak zeer duidelijk uitkomen. (Zie fig. 1).

Een lichtstraal l passeert onder een hoek van 45° de glasplaat P . Een deel gaat door en wordt door de spiegel Q teruggekaatst, om dan, na gedeeltelijke reflexie op P in A te worden opgevangen. Een ander deel wordt door de spiegel R naar A gereflecteerd. Stel nu dat $PQ = PR$ en dat eerst PQ , daarna PR de richting van de aardbeweging om de zon is (32 KM./sec.)

We zullen dan zien, dat volgens de Newton'sche aannamen van de absoluteheid van ruimte, tijd en massa, deze aardbeweging in het eerste geval van invloed moest zijn op de phase van de gereflecteerde lichtstraal PQA , in het tweede geval op PRA n.l.

Is de lichtsnelheid t. o. v. de zon c , dan zou deze



t. o. v. de aarde zijn $c - v$, als v de aardsnelheid t. o. v. de zon is.

In de richting PQ is dus de lichtsnelheid $c - v$ en in richting QP $c + v$ en in de richting PR of RP ... c .

Is verder $PQ = PR = a$, dan is de tijd, die de lichtstraal gebruikt om PQP af te leggen:

$$t_1 = \frac{a}{c-v} + \frac{a}{c+v} = \frac{2ac}{c^2-v^2} = 2 \frac{a}{c} \times \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (1)$$

en om PRP af te leggen: $t_2 = 2 \frac{a}{c}$.

Het tijdsverschil (resp. phase-verschil) is dus

$$\begin{aligned} t_1 - t_2 &= 2 \frac{a}{c} \left\{ \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} - 1 \right\} = \\ &= 2 \frac{a}{c} \times \frac{1}{\frac{v^2}{c^2} - 1} \sim 2t \times \left(\frac{v}{c} \right)^2 \end{aligned}$$

waarin t de tijd is die de lichtstraal gebruikt om de afstand PR af te leggen.

$\frac{v}{c}$ is hier ongeveer 10^{-4} , dus

$\left(\frac{v}{c} \right)^2 = 10^{-8}$. Deze orde van grootte viel verre

binnen het meetbereik. In *A* kreeg men door afstandsverschil van PQ en PR interferentie strepen. Deze moesten dus verschuiven, wanneer men het geheele toestel 90° draaide, zoodat PR de bewegingsrichting der aarde werd. Deze verschuiving moest bedragen 0,4 van de streepbreedte, terwijl men slechts 0,02 waarnam (deze grootte viel niet binnen het nauwkeurighedsbereik).

We komen dus hier in flagrante tegenstrijd met de Newtonsche resultaten, resp. beginselen. Hier zij reeds even opgemerkt, dat uit formule (1) volgt, dat de contradictie tusschen theorie en proef opgeheven wordt, indien we aannemen, dat tengevolge van de relatieve beweging de lengte PQ en de tijdsseenheid een con-

tractie ondergaan hebben, en wel in de verhouding van

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Deze conclusie werd toen reeds getrokken door Lorentz en Fitzgerald.

Later is deze proef nog eens herhaald door Micholson en Morley met geheel hetzelfde resultaat.

Een andere proef, die volgens de Gallilei-Newtonsche beschouwingen ook geheel andere resultaten moest geven, was de proef van Fizeau over de voortplanting van een lichtstraal door stroomend water.

Volgens G.-N. moest deze snelheid ten opzichte van de buis zijn,

$$c' = c + v,$$

waarin c de lichtsnelheid ten opzichte van het water is, en v de stroomingssnelheid van het water. Hij vond echter

$$c' = c + \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) v.$$

Bovendien blijkt, dat de Maxwell-Lorentz'sche differentiaalvergelijkingen voor de electro-magnetische verschijnselen *niet* invariant zijn ten opzichte van de bovengenoemde Gallilei-transformatie.

We zagen als voornaamste feit te voorschijn komen, dat een lichtstraal zich in het vacuum in alle richtingen even snel voortplant (m. a. w. de golffronten zijn concentrische bollen), onafhankelijk van de eenparig rechtlijnige beweging van het betrekkingstelsel.

De vraag is dus: door welke transformatie zou analytisch aan te geven zijn, dat voor twee stelsels $S(x, y, z)$ en $\bar{S}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ die zich ten opzichte van elkaar in rechtlijnige eenparige beweging bevinden, een lichtstraal zich met dezelfde snelheid in alle richtingen voortplant?

Als eerste eisch volgt hieruit, dat de lichtstraal recht blijft: rechte lijnen moeten overgaan in rechte lijnen (deze eisch wordt ook gesteld door de overige mechanische verschijnselen als de rollende bol op het schip. ... enz.) Deze eisch komt hierop neer, dat de transformatie formules lineair moeten zijn.

Ze zijn dus van de vorm:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + a_{14}t, \\ \bar{y} &= a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + a_{24}t, \\ \bar{z} &= a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z + a_{34}t, \\ \bar{t} &= a_{41}x + a_{42}y + a_{43}z + a_{44}t. \end{aligned} \quad (2)$$

De coëfficiënten a_{jk} moeten dan zoo gekozen worden, dat aan de bovengenoemde eisch wordt voldaan. Deze was terug te brengen tot de eisch, dat de golffronten bollen waren, terwijl bovendien de lichtsnelheden gelijk waren.

Nu is de plaats van de lichtbron willekeurig. Nemen we dus deze in de oorsprong, dan is na de tijd t de straal van een golffront ct en dus de vergelijking:

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 = 0$$

Dit moet dan evenzoo voor het tweede stelsel zijn, zoodat we de gelijkheid kunnen opstellen:

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 = \bar{x}^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2 - c^2 \bar{t}^2 \quad (3)$$

Substitueeren we hierin de vergelijkingen (2) dan resulteren de voorwaarden:

$$(4) \begin{cases} a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 - c^2 a_4^2 = 1 & (j = 1, 2, 3) \\ a_{14}^2 + a_{24}^2 + a_{34}^2 - c^2 a_{44}^2 = -1 \\ a_{1j} a_{1k} + a_{2j} a_{2k} + a_{3j} a_{3k} - c^2 a_{4j} a_{4k} = 0. \end{cases}$$

$$\left(\begin{array}{l} j, k = 1, 2, 3, 4 \\ j \neq k. \end{array} \right)$$

We zullen nu het eenvoudige geval beschouwen, dat beide stelsels rechthoekig zijn en zich zoo bewegen, dat de Z assen blijven samenvallen, zoodat de relative snelheid is

$$\dot{z} = v.$$

Zooals gemakkelijk te contrôleeren is, worden dan de vergelijkingen (2)

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} x = x' \\ y = y' \\ z = k z' + k v t' \\ t = \frac{k v}{c^2} z' + k t' \end{array} \right.$$

De algemeene transformatie (2) noemen we in tegenstelling van de vroeger genoemde: Lorentz transformatie.

Beschouwen we eerst deze vergelijkingen iets nader:

Uit de eischen (4) volgt, dat bovendien de betrekking bestaat:

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

De beteekenis hiervan zien we als volgt:

Gesteld een staaf met de lengte 1 ligt op de \bar{z} as (dus in stelsel \bar{S}) en beweegt zich met een snelheid v langs deze.

Hoe doet dit verschijnsel zich voor aan een bewoner van het stelsel S ?

Voor $t' = 0$ zijn dan de einden van de staaf

$$z'_1 = 0 \text{ en } z'_2 = 1$$

en voor een willekeurige tijd

$$z'_2 - z'_1 = 1$$

Uit (5) volgt nu:

$$z_2 - z_1 = k(z'_2 - z'_1) + k v (t'_2 - t'_1)$$

verder is

$$t_2 - t_1 = 0$$

(overal in het stelsel zijn de klokken synchroon)

$$\text{dus } t'_2 - t'_1 = -k \frac{v^2}{c^2} (z'_2 - z'_1)$$

Substitueeren we dit in bovenstaande vergelijking dan resulteert

$$z_2 - z_1 = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} (z'_2 - z'_1) = \frac{1}{k} (z'_2 - z'_1)$$

De waarnemer in S ziet dus de staaf verkort en wel in de verhouding

$$\frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1} \quad *)$$

Volgens het relativiteits principe moet nu een waarnemer in \bar{S} hetzelfde zien, als de staaf zich langs de z as met dezelfde snelheid in tegengestelde richting beweegt, en de eenheid van lengte heeft voor stelsel S .

Dit blijkt als volgt:

In dit geval is $t'_1 = t'_2$ (alle klokken in een stelsel zijn synchroon voor een waarnemer in dit stelsel), dan is dus

$$z_2 - z_1 = k(z'_2 - z'_1)$$

*) Dat door beweging van een lichaam contractie optreedt is niet zoo vreemd, wanneer men bedenkt, dat de intramoleculaire krachten moeten worden opgevat als spanningen in den „ether“.

$$\text{of } (z'_2 - z'_1 = \frac{1}{k} (z_2 - z_1).$$

De waarnemer vindt dus, dat de staaf, die voor een bewoner van S de lengte 1 had, verkort is en wel in de houding

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Ze zien dus gelijke verschijnselen gelijk.

Hieruit en het volgende blijkt, dat reeds aan de eisch van invariantie der natuurverschijnselen in relatief niet versnelde stelsels voldaan wordt, wanneer voldaan is aan de eisch van de constantheid der lichtsnelheid.

De weg, die we volgden om de transformatieformules af te leiden, beruste op de eisch van constantheid der lichtsnelheid, terwijl dit weer een speciaal geval was van het algemeene principe.

Het is ons onmogelijk bij de keuze van een betrekkingstelsel de voorkeur te geven aan één van twee relatief eenparig zich bewegende stelsels.

Het was A. Einstein, die in 1905 dit (het zg. covariant zijn van de natuurwetten) mathematisch formuleerde door middel van de invarianten theorie, en verkreeg zoo de algemeene vergelijkingen, die voor ons speciaal geval geheel met de door Lorentz verkregen vergelijkingen overeenstemden.

Hij vond later de algemeene relativiteitstheorie, die ook geldt voor relatief versnelde stelsels; het voorgaande is op te vatten als een speciaal geval hiervan en wordt daarom genoemd de speciale relativiteitstheorie, in tegenstelling met de algemeene relativiteitstheorie.

Alvorens echter hiertoe over te gaan, zullen we nog eenige resultaten uit de vergelijkingen (5) afleiden.

Ten eerste blijkt, dat ook de tijdseenheid (en dus ook tijd) evenals lengte slechts een relatief begrip is; we zien dat t afhangt van z' en t' dus respectievelijk van de plaats en de tijd.

We komen zoo te spreken van „plaatstijd“ (Ortszeit van Lorentz). Immers is voor iemand in S

$$t_2 - t_1 = \frac{k v}{c^2} (z'_2 - z'_1).$$

Dus terwijl de bewoner van S vindt, dat zijn klokken overal synchroon zijn, constateert de bewoner van S' dat dit slechts het geval is voor de klokken in vlakken \perp de gemeenschappelijke Z -as. Evenzoo vinden we hier ook de covariantie.

Stel nu, dat de twee waarnemers op dezelfde plaats zijn, en elkaars klokken controleeren.

De waarnemer in S_1' vindt:

$$t_2 - t_1 = k(t'_2 - t'_1)$$

Hij vindt dus, dat de klok van mijnheer S achter loopt.

De waarnemer in S vindt (v is tegengesteld gericht)

$$k(z'_2 - z'_1) = k v (t'_2 - t'_1)$$

nu is volgens de laatste van vergelijking (5)

$$t_2 - t_1 = -\frac{k v}{c^2} (z'_2 - z'_1) + k(t'_2 - t'_1)$$

zoodat resulteert

$$t_2 - t_1 = k \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) (t'_2 - t'_1)$$

of

$$t'_2 - t'_1 = k(t_2 - t_1)$$

m. a. w. de waarnemer in S vindt, dat de klok van mijnheer S' achter loopt.

We zullen nu de boven geciteerde proeven eens beschouwen in het licht van deze theorie:

ie. in stelsel S plant zich langs de Z -as een lichtstraal met de snelheid c voort.

Hoe doet dit verschijnsel zich voor aan een waarnemer in stelsel S ?

Analytisch wordt voor stelsel S de voortplanting van een evenwichts verstoring in den ether aangegeven door

$$(z_2 - z_1) = c(t_2 - t_1)$$

Dit gesubstitueerd in vergelijking (5) geeft:

$$k(z_2' - z_1') + kv(t_2' - t_1') = \frac{kv}{c^2}(z_2' - z_1') + k(t_2' - t_1')$$

of

$$z_2' - z_1' = c(t_2' - t_1')$$

m. a. w.: de waarnemer in S' is het roerend eens met die in S .

Nu de rollende bal op het schip!

Vaart het schip (stelsel S') langs de Z as van S met de snelheid v , en heeft de bal een snelheid S componenten w in deze richting t. o. v. het schip, wat is dan de snelheid van de bal tenopzichte van het land (S)?

Deze vraag is volgens Newton'sche begrippen nogal naïf. Het antwoord is dan: natuurlijk $u = v + w$.

Het zal blijken dat dit geenszins het geval is.

Differentieeren we namelijk in vergelijkingen (5) z naar t , dan verkrijgen we:

$$\frac{dz}{dt} = k \frac{dz'}{dt'} \times \frac{dt'}{dt} + kv \frac{dt'}{dt}$$

en uit de laatste vergelijking:

$$1 = \frac{kv}{c^2} \frac{dz'}{dt'} \frac{dt'}{dt} + k \frac{dt'}{dt}$$

Deze twee gecombineerd geeft:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\frac{dz'}{dt'} + v}{\frac{v}{c^2} \frac{dz'}{dt'} + 1}$$

nu is $\frac{dz'}{dt'} = w$ en $\frac{dz}{dt} = u$

oodat het resultaat is:

$$u = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}}$$

we vinden dus een kleinere waarde voor de resultante, dan volgens de Newton'sche mechanica. We zouden dezelfde uitkomst verkrijgen, wanneer de lichtsnelheid c oneindig groot was. De Newton'sche mechanica is dus ook te beschouwen als een eerste benadering van de werkelijkheid.

Is het schip het stroomende water, en de bal een lichtstraal, die zich hierdoor voortplant, terwijl het land de buis is, dan hebben we de proef van Fizeau en volgens deze theorie is dus de snelheid van de lichtstraal ten opzichte van de buis:

$$u = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}}$$

Daar $\frac{vw}{c^2}$ klein is, is dit ook met groote benadering

$$u = (v + w) \left(1 - \frac{vw}{c^2} \right) = v + w - v \frac{w^2}{c^2}$$

($v \frac{w^2}{c^2}$ verwaarloozen we om bovengenoemde reden)

nu is $\frac{w}{c} = n =$ de brekingsindex van water

zoodat

$$u = w + v \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

Dit is het resultaat dat Fizeau experimenteel verkreeg en dat in 1911 door prof. Zeeman bevestigd werd.

$1 - \frac{1}{n^2}$ is dan de Fizeau'sche meesleepingscoëfficiënt.

Al deze, eenigszins paradoxaal klinkende resultaten werden op de voordracht gedemonstreerd aan het aardige toestel van E. Cohn.

Nemen we voor tijdseenheid $c\sqrt{-1}$, en noemen x, y, z, t , resp. x_1, x_2, x_3, x_4 , dan wordt vergelijking (3):

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = x_1'^2 + x_2'^2 + x_3'^2 + x_4'^2$$

of voor differentialen:

$$d\sigma^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2 = dx_1'^2 + dx_2'^2 + dx_3'^2 + dx_4'^2 = \text{inv.}$$

Nu weten we, dat in een rechthoekige 3 dimensionale ruimte $d\sigma^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2$ invariant is, namelijk een baan-element. Als analogon komen we hier dus tot het resultaat, dat de waarde $d\sigma$ in relatief onversnelde ruimten invariant is, terwijl dit blijkbaar *niet* met ds het geval is; $d\sigma$ vervult in deze 4 dimensionale ruimte dus de rol van een baan-element en wel van de z. g. „wereldlijn” van het punt. Het was Minkowski, die deze eigenschap benutte om het meetkundig verband tusschen de grootheden weer te herstellen. Eerstens valt op te merken, dat voor een bepaald oogenblik, de toestand van de ruimte geheel te omschrijven is door de 3 coördinaten x_1, x_2 en x_3 (dus een „verschijnsel”) m. a. w.: onze drie dimensionale wereld is een momentopname van de werkelijke, vier dimensionale. Wij zijn alleen in staat tot het doen van momentopnamen, vandaar onze drie dimensionale waan. Een reeks van deze „wereldpunten” geeft ons een beeld van het „ding”: wereldlijn, en het veld van punten is ons „gebeuren”. Daarechter al onze verschijnselen coïncidenties van twee of meer „dingen” zijn, is een verschijnsel op te vatten als een snijding van twee of meer wereldlijnen. We zullen straks zien, dat het Euclidische karakter van onze ruimte ook slechts een fictie is en alleen geldend is voor ruimten waarop deze *speciale* relativiteitstheorie van toepassing is.

We zullen nu nog enkele punten van de dynamica beschouwen.

Volgens Newton'sch tweede axonia is de „kracht” als volgt bepaald:

$$K = m \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}$$

Gaan we nu eens na hoe deze grootheid zich gedraagt volgens de speciale relativiteits theorie.

Als eerste eisch vonden we, dat de grootheid zoo moet zijn, dat ze covariant is tenopzichte van de Lorentz transformatie.

We zien direct, dat dit het geval is, wanneer we van de algemeene krachtbetrekking

$$K = \mu p \quad (1)$$

waarin μ de z.g. „Ruhmasse“ (onafhankelijk van de beweging van het systeem) en p het equivalent voor een versnelling, voor p nemen de componenten:

$$\begin{aligned} p_x &= \frac{d^2x}{d\tau^2} \\ p_y &= \frac{d^2y}{d\tau^2} \\ p_z &= \frac{d^2z}{d\tau^2} \\ p_t &= \frac{d^2t}{d\tau^2} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{waarin } d\tau = \sqrt{dt^2 - dz^2} = dt \sqrt{1 - \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} = \frac{dt}{k}$$

immers τ is dan invariant en de getransformeerde grootheden worden dan:

$$p'_x = \frac{d^2x'}{d\tau^2}$$

enz., dus covariant met de x, y, z en t .

We krijgen dan voor de componenten van de z.g. Minkowski'sche kracht:

$$\begin{aligned} K_x &= \mu \frac{d^2x}{d\tau^2} \\ K_y &= \mu \frac{d^2y}{d\tau^2} \\ K_z &= \mu \frac{d^2z}{d\tau^2} \\ K_t &= \mu \frac{d^2t}{d\tau^2} \end{aligned} \quad (3)$$

Nu geldt in een systeem voor de snelheid

$$v^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 \quad (4)$$

Vermenigvuldigen we de vergel. (3) resp. met

$$\frac{dx}{d\tau}, \frac{dy}{d\tau}, \frac{dz}{d\tau} \text{ en } \frac{dt}{d\tau}$$

en tellen op, dan resulteert:

$$\begin{aligned} K_x \frac{dx}{d\tau} + K_y \frac{dy}{d\tau} + K_z \frac{dz}{d\tau} - K_t \frac{dt}{d\tau} &= \\ &= \mu \left\{ \frac{dx}{d\tau} \frac{d^2x}{d\tau^2} + \frac{dy}{d\tau} \frac{d^2y}{d\tau^2} + \frac{dz}{d\tau} \frac{d^2z}{d\tau^2} - \frac{dt}{d\tau} \frac{d^2t}{d\tau^2} \right\} \end{aligned}$$

Daar $d\tau = \frac{dt}{k}$, is

$$\left(\frac{dx}{d\tau}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\tau}\right)^2 + \left(\frac{dz}{d\tau}\right)^2 = k^2 v^2 \quad (4^1)$$

en daar $\left(\frac{dt}{d\tau}\right)^2 = k^2$

$$\begin{aligned} K_x \frac{dx}{d\tau} + K_y \frac{dy}{d\tau} + K_z \frac{dz}{d\tau} - K_t \frac{dt}{d\tau} &= \\ &= \mu \left\{ \frac{1}{2} \frac{d}{d\tau} \left\{ \left(\frac{dx}{d\tau}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\tau}\right)^2 + \left(\frac{dz}{d\tau}\right)^2 \right\} - k \frac{d^2t}{d\tau^2} \right\} \end{aligned}$$

en daar $\frac{d^2t}{d\tau^2} = \frac{dk}{d\tau}$

$$K_x \frac{dx}{d\tau} + K_y \frac{dy}{d\tau} + K_z \frac{dz}{d\tau} - K_t \frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{2} \mu \frac{d \{v^2 - 1\} k^2}{d\tau}$$

$$\text{nu is echter } k^2 = \frac{1}{1 - v^2}$$

dus

$$\frac{d \{v^2 - 1\} k^2}{dt} = 0$$

zoodat

$$K_x \frac{dx}{d\tau} + K_y \frac{dy}{d\tau} + K_z \frac{dz}{d\tau} - K_t \frac{dt}{d\tau} = 0$$

en daar $dt = k d\tau$, vinden we:

$$\frac{K_x}{k} dx + \frac{K_y}{k} dy + \frac{K_z}{k} dz = K_t d\tau \quad (5)$$

uit differentiatie van (4¹) volgt:

$$\frac{dx}{d\tau} \frac{d^2x}{d\tau^2} + \frac{dy}{d\tau} \frac{d^2y}{d\tau^2} + \frac{dz}{d\tau} \frac{d^2z}{d\tau^2} = \frac{1}{2} \frac{d(k^2 v^2)}{d\tau}$$

of, rekening houdend met vergelijking (3)

$$\frac{\mu}{k} \left\{ K_x dx + K_y dy + K_z dz \right\} = \frac{\mu}{k} \frac{d(k^2 v^2)}{2} \quad (5^1)$$

noemen we dus $K_t d\tau = dE$ de Energie differentiaal, dan vinden we hiervoor een covariante uitdrukking n.l.

$$dE = K_t d\tau = \frac{K_x}{k} dx + \frac{K_y}{k} dy + \frac{K_z}{k} dz = \frac{\mu}{k} \frac{d(k^2 v^2)}{2} \quad (6)$$

We zien dus, dat de Newton'sche kracht

$$P = \frac{K}{k} = K \sqrt{1 - v^2} \quad (7)$$

$$\text{of } P_x = \frac{\mu}{k} \frac{d^2x}{d\tau^2} = \frac{\mu}{k} \frac{d}{d\tau} \left(k \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d}{dt} \left(\mu k \frac{dx}{dt} \right)$$

$$\text{en } P_y = \frac{d}{dt} \left(\mu k \frac{dy}{dt} \right)$$

$$P_z = \frac{d}{dt} \left(\mu k \frac{dz}{dt} \right)$$

nu heeft het stelsel alleen snelheid in de Z-richting,

zoodat $\dot{x} = \dot{y} = 0$ en $\dot{z} = v$,

dus

$$\left. \begin{aligned} P_x &= \mu k \ddot{x} = m_x \ddot{x} \\ P_y &= \mu k \ddot{y} = m_y \ddot{y} \\ P_z &= \mu \frac{d}{dt} \frac{z}{\sqrt{1 - z^2}} = \mu \frac{\ddot{z}}{\sqrt{1 - z^2}^3} = \mu k^3 \ddot{z} = m_z \ddot{z} \end{aligned} \right\} 8.$$

We zien hieruit het merkwaardige resultaat, dat de gewone massa voor de 3 richtingen *niet* dezelfde waarde heeft, n.l.

$$m_x = m_y = \mu k = \frac{\mu}{\sqrt{1 - v^2}}$$

$$\text{en } m_z = \mu k^3 = \frac{\mu}{\sqrt{1 - v^2}^3}$$

we noemen (Lorentz) daarom

μk de transversale massa en

μk^3 de longitudinale massa van het punt.

Bovendien blijkt, dat massa ook al een relatief begrip is, n.l. afhangt van de snelheid v en oneindig zou worden, wanneer $v = 1$ werd.

Hieruit blijkt dus ook al, dat de lichtsnelheid te beschouwen is als de maximum relative snelheid. Werd deze overschreden, dan zou in een dergelijk

systeem de oorzaak ons eerder bereiken dan de werking, en dit is in strijd met ons denksysteem.

In vergelijking (6) vonden we voor de energie differentiaal

$$dE = K_t d\tau$$

terwijl we hadden

$$K_t = \mu \frac{d^2 t}{d\tau^2} = \mu \frac{d}{d\tau} \left(\frac{dt}{d\tau} \right)$$

en daar $\frac{dt}{d\tau} = k$, vinden we

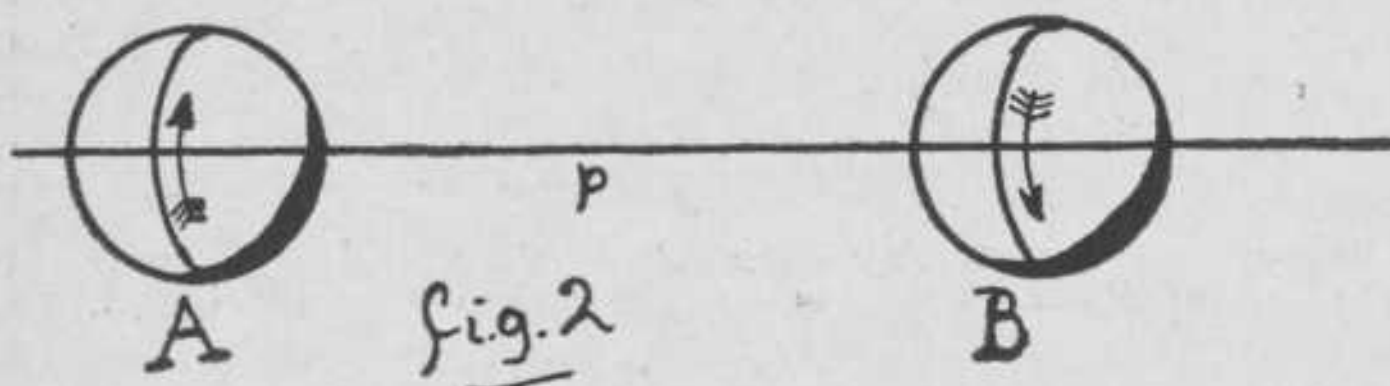
$$dE = \mu dk$$

verder was $m = \mu k$ (transversale massa) dus

$$dE = dm$$

m. a. w. de energie verandering is in dit eenheden stelsel gelijk aan de massa verandering; in dit licht beschouwd is straling = nivelleering, uitwisseling van massa of traagheid.*)

We spraken totnutoe nog altijd over *niet* versnelde stelsels. Gaan we nu eens na, hoe de verschijnselen zich voordoen aan waarnemers in relatief versnelde stelsels (algemeene relativiteits theorie). Dat het hier veel moeilijker is, aan onze eisch van de relativiteit der verschijnselen te voldoen, blijkt wel uit het volgende voorbeeld:



Twee hemellichamen A en B , die zoo ver van elkaar verwijderd zijn, dat ze op elkaar's verschijnselen niet inwerken, draaien in tegengestelde richting om hun verbindingslijn. De waarnemer op A (korter gezegd . . a), vindt dat B een hoeksnelheid ω naar rechts heeft, en b vindt, dat A een hoeksnelheid ω naar rechts heeft. Hierover zijn ze het dus relatief wel eens. Nu concludeert a uit het feit, dat B een hoeksnelheid ω heeft, het gevolg, dat dan B afgeplat moet zijn en de mate van afplatting aan de poolen is afhankelijk van ω . Hij berekent deze en seint de uitkomst naar B . Evenzoo doet b voor A en brengt voor de afplatting van A de hoeksnelheid ω in rekening, (alles volgens Newton'sche beginselen) Ze contrôleeren elkaar's uitkomsten door meting van hun „aarde” en vinden deze natuurlijk *niet* kloppend, hetgeen ze toeschrijven aan een gemeenschappelijke draaiing ω , om de as p , die natuurlijk niet door hun waar te nemen is. Nu doet zich echter de vraag voor: ten opzichte van welk systeem moet de draaiing, die nooit is waar te nemen worden opgevat? Blijkbaar is hier geen antwoord op te vinden. Hier komt dus een lacune event, een fout in de theorie te voorschijn, want volgens ons denksysteem zouden de waarnemingen en theorie *binnen* het systeem (AB , enz.) een gesloten geheel moeten vormen.

Zoo zouden we vastloopen bij de beschouwing van bijna alle verschijnselen, zooals deze zich aan ons voordoen.

*) Uit proeven van Abraham en Kaufmann bleek, dat de geheele massa van een electron gelijk is aan zijn energie. Daar voorts deze electronen in laatste instantie de stof opbouwen, is massa = Energie

Het was A. Einstein die ons uit deze chaos redde (1905 en 1916) door het opstellen van de *Algemeene Relativiteitstheorie*.

Einstein bemoeide zich niet, zooals men vroeger, bij het opstellen van de speciale Relativiteitstheorie deed, met één bijzonder verschijnsel (hier lichtsnelheid) maar stelde de algemeene eisch:

„Aangezien alle beweging voor ons relatief is, moeten de wetten der Physica zoo zijn, dat ze in betrekking op elk betrekkingssysteem gelden” of korter gezegd:

de natuurwetten moeten covariant zijn bij willekeurige transformaties.

Hierme was het fysische probleem teruggebracht tot een mathematische kwestie, die echter niet van de gemakkelijkste was.

Het resultaat is dan ook voor een deel te danken aan de vroegere mathematische onderzoekingen van Gauss, Riemann en Christoffel. Het is hier niet de plaats hier op in te gaan, maar we zullen toch zien, van welken aard deze kwesties zijn.

Om eerst tot een nieuw verband te komen zullen we het volgende voorbeeld beschouwen.

Een trein rijdt met volle snelheid langs het perron. De beweging is eenparig rechtlijnig, zoodat een mee reizend passagier tot de conclusie komt, dat het evengoed mogelijk is, dat het perron met groote snelheid langs de trein gereden wordt (op rolletjes) als dat de trein langs het perron rijdt. Hij wordt echter plotseling uit deze overpeinzingen wakker geschud, doordat de machinist met volle kracht begint te remmen. Hij voelt zich met groote kracht in de relatieve bewegingsrichting van den trein getrokken en een voorwerp dat hij van schrik los laat valt niet loodrecht, maar in schuine richting naar beneden; tegelijkertijd merkt hij, dat de relatieve snelheid van perron en trein vermindert. Hij komt nu tot de conclusie, dat het de trein is, die vertraagd wordt, en niet het perron, want in het laatste geval zou hij rustig op zijn plaats blijven staan, en het voorwerp zou loodrecht gevallen zijn. Dit resultaat komt echter in conflict met zijn overtuiging van de relativiteit der beweging en hij komt dan eindelijk tot dit compromis.

Het is voor mij hetzelfde, of het perron een vertraagde beweging had ten opzichte van mij, terwijl er een krachtveld in de richting van de trein werkte, als dat ik een vertraagde beweging had ten opzichte van het perron.

We zien hier dus als resultaat de vervanging van een versnelde beweging door een krachtveld.

Einstein wees er nu op, dat alle lichamen dezelfde versnelling hebben in een zwaartekrachtveld, hetgeen analytisch wordt uitgedrukt door de formule van Newton.

$$P = f \frac{m_z}{r^2}$$

waarin m_z de z.g. „zware” massa van het lichaam is. Volgens de tweede wet van Newton is de kracht op een lichaam, tengevolge van zijn traagheid

$$K = m_t g$$

waarin g de versnelling is en m_t de z.g. „trage massa”. Is nu $P = K$, dan is g de versnelling van de zwaarte kracht.

$$\text{Deze is dus: } g = \frac{K}{m_t} = \frac{P}{m_t} = \frac{f}{r^2} \frac{m_z}{m_t}.$$

Wil dus g constant zijn, dan moet dit ook het geval zijn voor $\frac{m_z}{m_t}$, zoodat bij geschikte keuze van de eenheden

$$\underline{m_z = m_t.}$$

Dit simpele resultaat leidt echter tot de zoo ver strekkende conclusie, dat het voor ons niet uit te maken is, of een stelsel versneld is, dan wel of het zich in een gravitatie veld bevindt; wanneer dit echter het geval is, dan moeten ze in alles ook *aequivalent* zijn. Dit is het *aequivalentie* principe van Einstein.

Om de gevolgen hiervan te demonstreeren, zullen we de volgende proef doen.

Een kooi zweve vrij in de ruimte. Wanneer ze een eenparig rechtlijnige beweging heeft, zal een waarnemer A , die zich hierin bevindt, zich aan de bodem moeten bevestigen, om niet bij elke kleine beweging alle onmogelijke scheve standen te moeten innemen; ja nog sterker: Aangezien het bloed niet in alle richtingen met gelijke intensiteit stroomt, zal er een resulterende kringloop overschieten. De meneer in de kooi zal dan wegens de wet

$$\Sigma m r v = \text{constant}$$

zoolang blijven rondbuizen, als zijn bloed stroomt (in tegengestelde richting van zijn resulterende bloedstroom).

Er wordt een kogel in de kooi geschoten, en A zal constateeren, dat deze zich rechtlijnig voortbeweegt. Hetzelfde neemt hij waar aan een lichtbundel, die in de kooi valt.

Plotseling voelt hij, dat zijn voeten tegen de bodem der kooi drukken; voorwerpen, die hij vrij in de kooi zwevend zag, vallen naar de bodem met eenparig versnelde beweging; dingen, die hij in de hand hield drukken hierop. Hij klimt boven in de kooi (hetgeen hem nu niet zoo gemakkelijk afgaat, want hij zelf voelt dezelfde neiging als de andere voorwerpen) en voelt, dat het touw, waaraan de kooi met een haak verbonden is, gespannen is. De kogel die nu in de kooi wordt geschoten, beschrijft een parabool.

Uit dit alles concludeert hij, dat hij in een gravitatieveld verzeild is geraakt: alles is zwaar. Bij nader overdenken vindt hij het toch even waarschijnlijk, dat de kooi met eenparige versnelling door het touw wordt omhoog getrokken. Blijkbaar is hij niet in staat aan één van deze mogelijkheden meer waarschijnlijkheid toe te kennen, dan aan de andere, en komt tot de hypothese, dat altijd de gevolgen van een versnelde beweging dezelfde zijn, als van de aanwezigheid van een gravitatieveld. Hieruit volgt dan bv. dat een lichtbundel, die in de ruimte valt, en dus door de eenparig versnelde beweging een parabolische baan aflegt t.o.v. A , ook gekromd wordt door de aanwezigheid van een gravitatieveld. Zoo zal dus een lichtstraal, afkomstig van een ster, die juist door de zon verduisterd is, door het gravitatieveld van de zon gebogen worden, en zal ons dus nog bereiken; evenzoo zal even vóór dat de ster weer te voorschijn zou moeten komen, een lichtstraal ons oog reeds bereiken. De ster zal dus schijnbaar de boog, die gedurende de verduistering wordt afgelegd, sneller afleggen, dan een ander deel van de schijnbare baan. Dit verschil valt binnen het meetbereik (de afwijking van den straal zal volgens Einstein's berekening

1,7" bedragen), en zal dus bij een zonsverduistering kunnen worden gecontroleerd. Daar de lichtstralen gekromd zijn, gaat hier het bolvormig zijn van de golf-fronten, resp. de constante lichtsnelheid verloren. Ook het synchroon zijn van klokken van hetzelfde systeem bestaat hier niet meer zooals ook uit de volgende beschouwing volgt:

We nemen als systeem een draaiende vlakke schijf. Aan de omtrek heerscht een grootere snelheid dan dicht bij het middelpunt en volgens de speciale relativiteitstheorie zijn deze klokken, hoewel tot hetzelfde systeem behorende, niet synchroon. Als hiermee samengaan verschijnsel vinden we dat de centripetale versnellingen verschillend zijn; maar volgens het equivalentie principe heeft een overeenkomstig zwaartekrachtsveld hetzelfde gevolg; m. a. w.: In een varieerend zwaartekrachtsveld zijn de klokken niet synchroon. Dit alles wijst er wel op, dat de wijze van transformatie hier zeer veel gecompliceerder moet zijn.

We zagen reeds, dat in de speciale relativiteitstheorie een onversnelde ruimte vierdimensionaal is, hoewel nog Euclidisch d. w. z. ze is nog op te vullen met cubusjes. Dat dit in een relatief roteerend stelsel niet meer het geval is blijkt wel uit het volgende:

Gesteld een vlakke cirkelvormige schijf roteert om het middelpunt. Ten opzichte van het middelpunt heeft dus een eenheidslengte aan de omtrek een snelheid ωr en zal dus verkort zijn. De omtrek zal dus, met deze eenheid gemeten (bijvoorbeeld met de straal) een grooter lengte getal opleveren dan 2π m. a. w. de gestrekte hoek is hier grooter dan π . We zijn dus verzeild geraakt in een niet-Euclidische ruimte.

Einstein nam dus als coördinaten de meest algemeene n.l. de Gauss-coördinaten. We kunnen hiervan als volgt een beeld vormen:

In de Euclidische vierdimensionale ruimte wordt een punt (wereldpunt) bepaald door de doorsnijding van 4 platte vlakken, die loodrecht op de assen x_1, x_2, x_3, x_4 staan, dus door de vlakken

$$\begin{aligned} x_1 &= u_1 \\ x_2 &= u_2 \\ x_3 &= u_3 \\ x_4 &= u_4 \end{aligned}$$

Een stel waarden u_1, u_2, u_3, u_4 levert dan een wereldpunt.

Bij de algemeene coördinaten van Gauss neemt men nu als bepalende oppervlakken geen platte vlakken, maar oppervlakken in den meest algemeenen zin van het woord, zoodat nu een wereldpunt bepaald wordt door:

$$\begin{aligned} u_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, x_4) \\ u_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, x_4) \\ u_3 &= f_3(x_1, x_2, x_3, x_4) \\ u_4 &= f_4(x_1, x_2, x_3, x_4). \end{aligned}$$

Het baan element van de wereldlijn is nu niet meer

$$d\sigma^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2$$

maar wordt nu een algemeene tweede graads vorm n.l.

$$\begin{aligned} d\sigma^2 &= g_{11} dx_1^2 + g_{22} dx_2^2 + g_{33} dx_3^2 + g_{44} dx_4^2 + \\ &+ g_{12} dx_1 dx_2 + g_{13} dx_1 dx_3 + g_{14} dx_1 dx_4 + g_{23} dx_2 dx_3 + \\ &+ g_{24} dx_2 dx_4 + g_{34} dx_3 dx_4. \end{aligned}$$

Zijn van een bepaalde ruimte al deze g 's bepaald als functies van x_1, x_2, x_3 en x_4 dan is hiermee de loop van een lichtstraal ook bepaald, en eveneens is dan het gravitatie veld bepaald. We noemen daarom ook deze g 's de „gravitatie constanten”.

Nu blijkt, dat deze g 's alle op één na bepaald zijn door de covariantie eischen.

De complementaire voorwaarde moet dan geleverd worden door één waarneming uit deze ruimte; m. a. w.: zoolang we nog geen konde uit een ruimte hebben, kan een lichtstraal daar een baan naar verkiezing beschrijven. Dit hindert in zooverre niet, dat wij dan ook het bestaan van die ruimte ignoreeren.

Een van de vele hoogst merkwaardige conclusies van deze theorie is o. a., dat de baanellips van een planeet een langzame draaiing ondergaat in de richting van de beweging van de planeet van de grootte per omloop:

$$\Sigma = 24 \pi^3 \frac{a^2}{T^2 c^2 (1 - e^2)}$$

waarin a de halve groote as, T de omloopstijd in seconden, c de lichtsnelheid en e de excentriciteit is.

Einstein berekende dit bedrag voor Mercurius en vond 43" per eeuw. Dit is met zeer groote nauwkeurigheid het bedrag, dat Leverrier vond als onverklaarbare rest van de draaiing (waarvan de invloed door de storingen was afgetrokken).

Voorts blijkt, dat de „massa” niet alleen afhangt van de snelheid, zooals we vroeger reeds zagen, maar ook van de versnelling van het stelsel. Daar deze echter equivalent is met een gravitatieveld, en deze weer in verband staat met andere massa's in de ruimte en de plaats en bewegingstoestand daarvan, hangt dus de „massa”, resp. de traagheid van een lichaam af van de andere, in de ruimte aanwezige massa's. Hetzelfde geldt dus voor de energie.

Als eerste benadering sluit deze theorie de vóórnoemde speciale revaliviteitstheorie in, en deze weer de Newton'sche mechanica.

A. B.

Technische dilemma's.

Er zijn van die dingen in de practijk, waarvan men oplossingen ziet zóó onnoozel eenvoudig omdat ze zoologisch zijn, dat men er aan voorbij loopt zonder er veel

acht op te slaan. Intusschen is dat voorbijlopen de oorzaak van veel narigheid. Wie weet geen staaltjes aan te halen, dat overigens knappe ingenieurs en constructeurs zwaar hebben nagedacht en kostbare proeven genomen om fouten weg te nemen in bestaande installaties, terwijl tenslotte een betrekkelijk eenvoudige practicus met het ei van Columbus aan kwam dragen. Dat zijn onaangename dingen voor een ingenieur en toch zijn ze zóó vaak voorgekomen, dat er van die practijk-menschen zijn, die op grond daarvan alle ingenieurs over één kam scheren en zeggen: „van die theoretische lui moet ik niets hebben”. 'k Behoef in dit blad geen betoog te houden waarom die redeneering geen steek houdt maar toch is het een onplezierige situatie, die er op wijst, dat naast de studie, die ons in staat stelt moeilijke problemen, waar een louter practicus kop noch staart aan kan vinden, stelselmatig klein te krijgen, geen verwaarloozing mag optreden van het besef dat het gezond verstand ook vaak oplossingen kan geven. We kunnen het zwaartepunt van een cirkel wel vinden door integraalrekening, maar wie doet dat nu?

Ik meende, dat het den lezers zou interesseeren, zich de hersens eens te scherpen op eenige gevallen, waarvan ik voor de aardigheid pas in het volgend nummer de oplossing zal geven. Ieder kan dan zijn spitsvondigheden daarmee vergelijken. Men denke hier niet aan raadseltjes, die uit den duim werden gezogen, want van de ge-

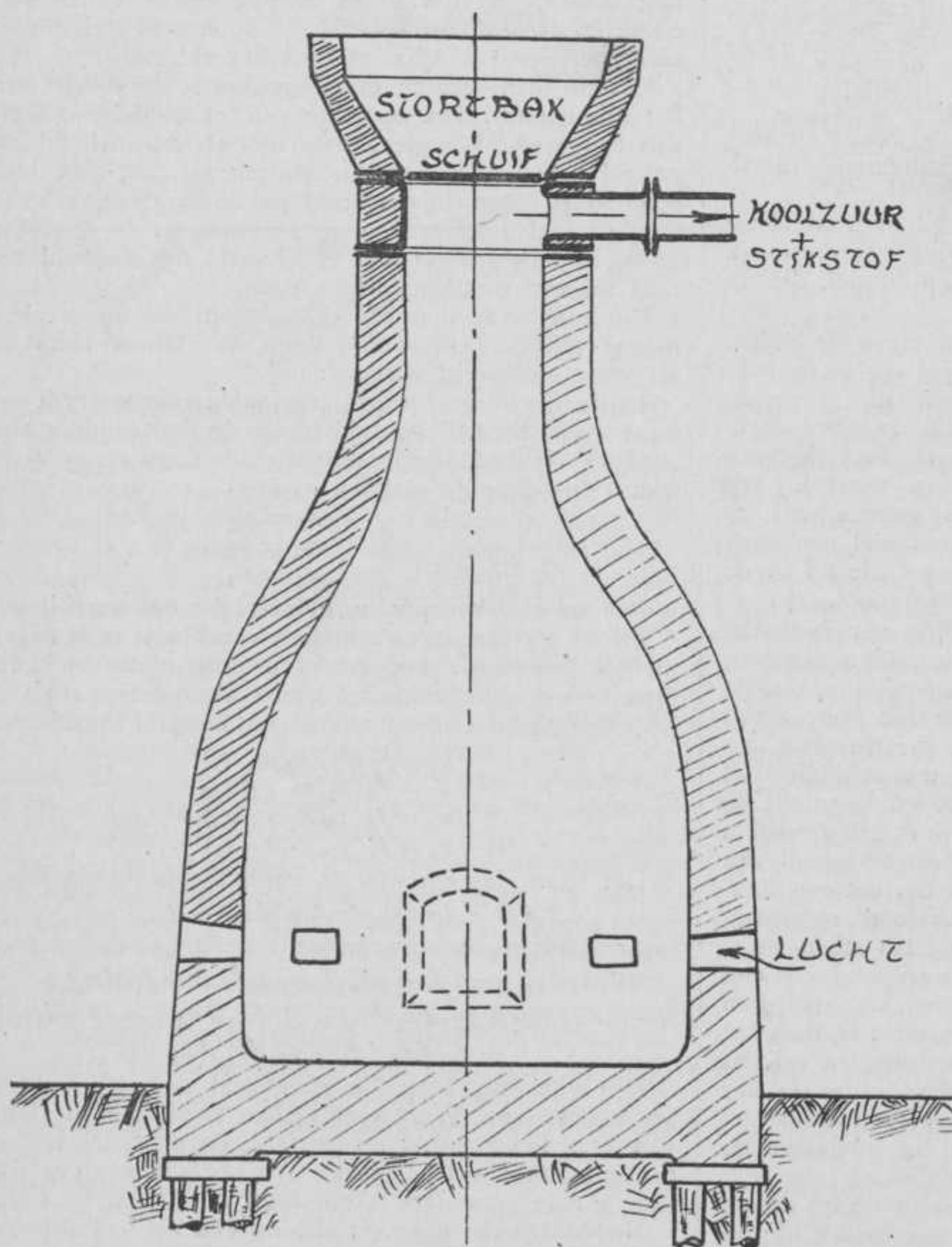


Fig. 1.

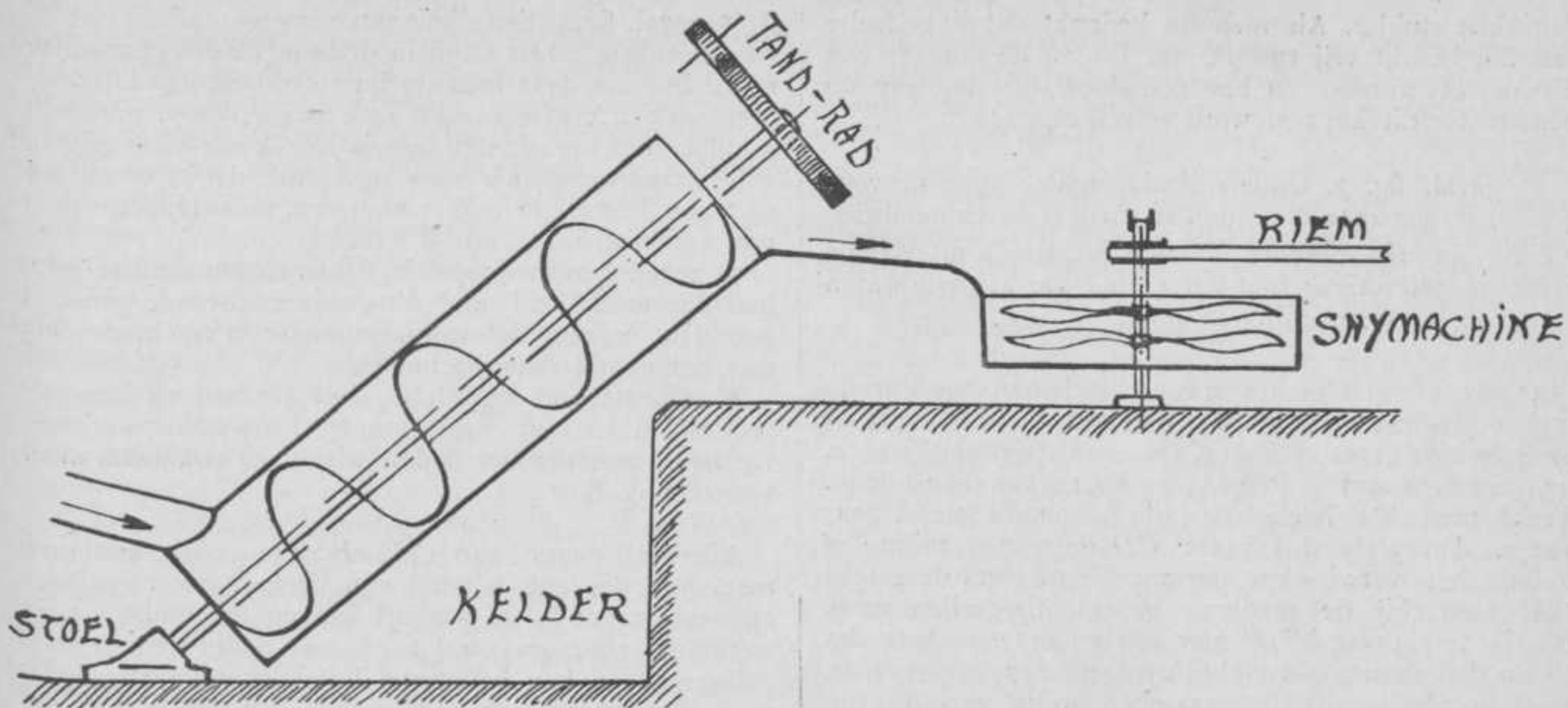


Fig. 2.

vallen kan ik verklaren, dat ze zijn voorgekomen en duizenden guldens schade hebben veroorzaakt.

1^e geval, fig. 1. Deze kalkoven (nieuw gebouwd) was vier uur na het aanzetten onbruikbaar; als u weet dat het niet kwam door den stortbak, welke constructieve fout was hier dan begaan en had men wel vooruit kunnen ondervangen?

2^e geval, fig. 2. In een beetwortelsuikerfabriek vijzelt men bieten op, die dan vallen in een snijmachine. De messen van die snijmolen zijn elk oogenblik defect. Onder het microscoop gezien vertoont de snede uit-

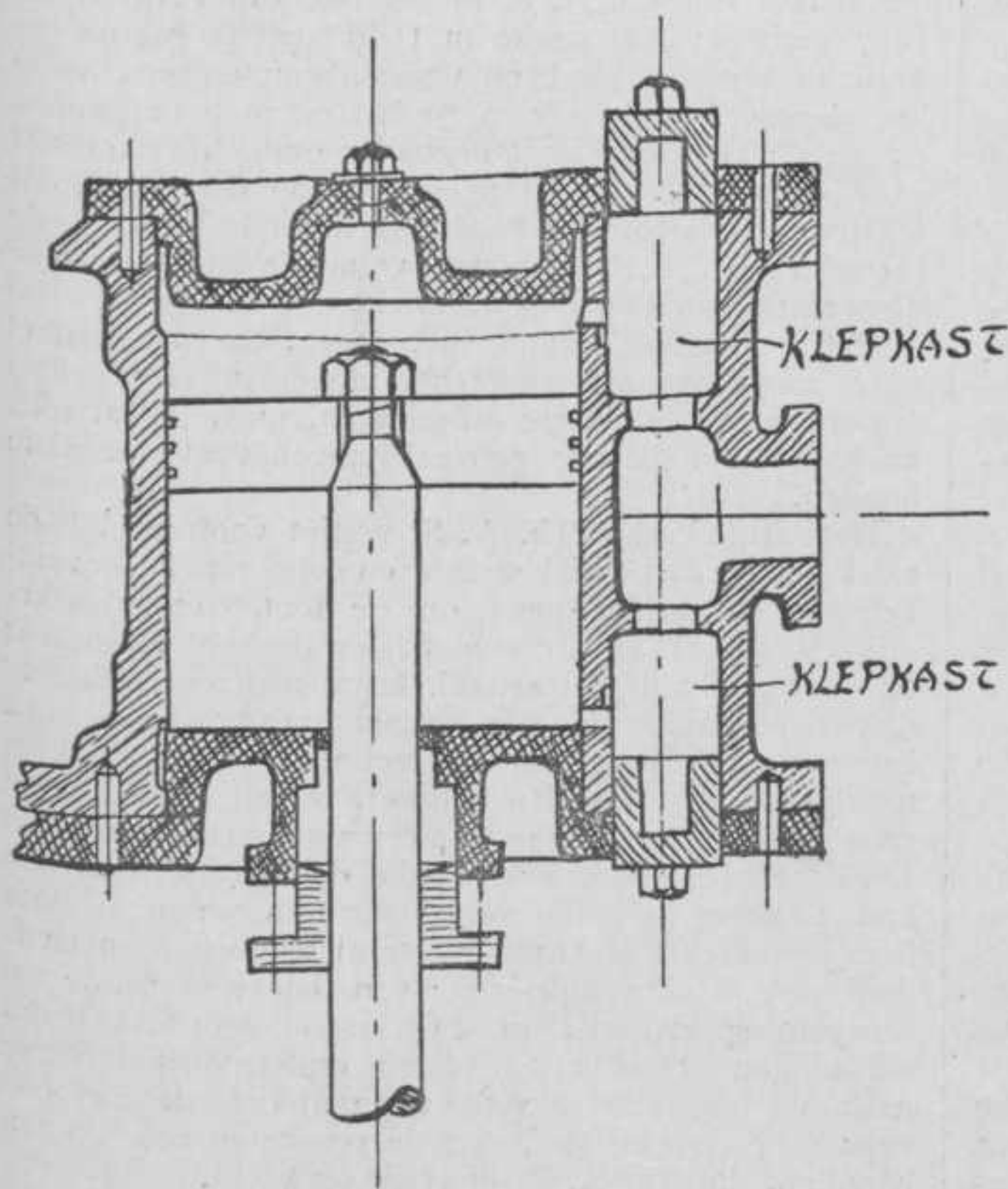


Fig. 3.

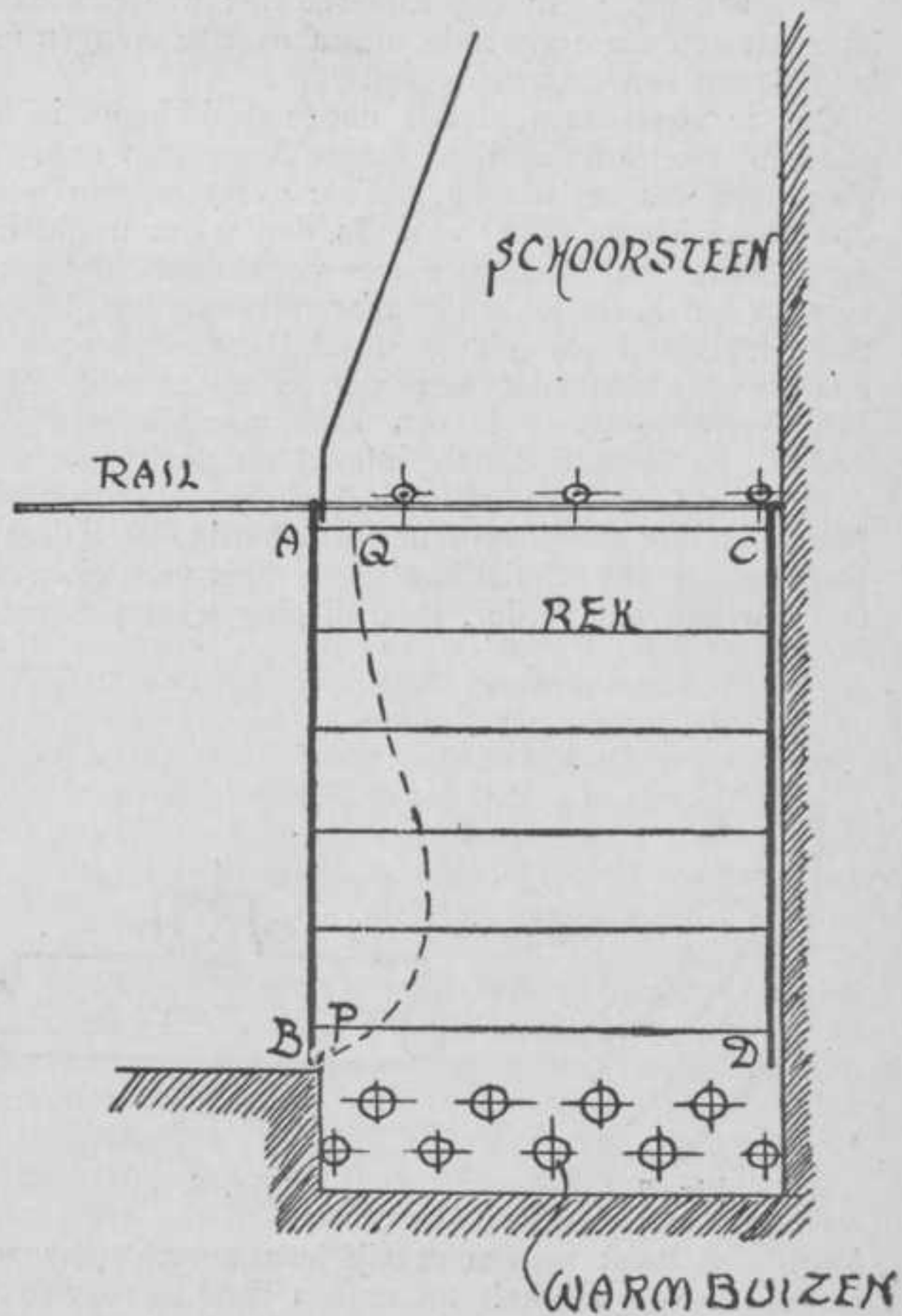


Fig. 4.

gebroken stukjes. Als men nu bedenkt dat dit gedeelte van het bedrijf vrij ruw is, wat is dan de oorzaak van dit defect worden en hoe zou door wijziging van de constructie dit kunnen worden verholpen?

3^e geval, fig. 3. Onderstaande luchtcompressor voor 4 atm. is gemaakt door de Brunswijker machinefabriek en lag na 10 minuten draaien reddeloos uit elkaar? Welke constructieve fout zat er in? De kleppen waren goed, de sterkterekening in orde.

4^e geval, fig. 4. Het drogen van wasschen in waschinrichtingen geschiedt in ruimten, waarvan de vloer verwarmingsbuizen bevat. *AB* en *CD* stellen afsluitplaten voor, waartusschen staven lopen die als rekken dienst doen. Trekt men het heele op rails loopende stelsel naar voren, dan sluit dus plaat *CD* de warme ruimte af tijdens het verwisselen der wasschen. (Tets dergelijks treft men bij de moderne groentendrogerijen aan). Nu is de sluiting bij *B* niet zóó goed te maken, dat ze op den duur tochtvrij blijft volgens den constructeur. Het gevolg is dat de wasschen links van de lijn *PQ* nog nat zijn als de rest al droog is. Hierop wachten is oneconomisch en de ongelijk natte stukken nog eens inrijden is ook al niet aan te bevelen. Hoe is men dit gebrek radicaal kwijt kunnen raken met weinig kosten?

5^e geval, fig. 5. In een suikerfabriek was een installatie om een taaie gistende massa over te brengen met behulp van een grooten worm.

Om te voorkomen, dat te hooge drukkingen in het gesloten reservoir zouden kunnen optreden door het gistproces was het noodig, dat de overgang van worm op reservoirbuis open was. In den warmen tijd had men echter het onaangename verschijnsel, dat elken morgen het heele lokaaltje waar de worm zich bevond tot het plafond vol schuim stond. Dit werd als onbruikbaar weggedaan met een warme waterstraal. Maar behalve dit was het een heel moeilijk werk om gedaan te krijgen, dat de inhoud uit den worm weer continu in het reservoir ging loopen door den tegendruk. Men bereikte dit door den worm hard te laten draaien zoolang tot de schuimdamp in de buis verbroken was en dan liep het verder. Daarbij ging weer product te



Fig. 5.

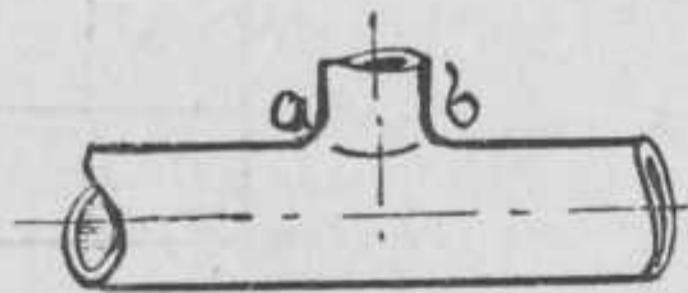


Fig. 6.

loor. Zóó heeft men ruim vijf jaar gewerkt (gewoonte is een tweede natuur!) tot er een listeling voor 50 cent de zaak in orde bracht. Hoe zou hij dat hebben klaargespeeld?

6^e geval, fig. 6. Een zijtuit aan een gegoten buis met inwendige druk levert altijd in den ring *ab* een gevaarlijke zône. Immers daar mist de buis een weerstandbiedend oppervlak *ab*. Nu bestaat er een goedkoop, practisch middel om te maken, dat de buis daar 'k zou haast zeggen, zoo sterk wordt als men maar wil, dat is te zeggen niet een bestaande buis verbeteren, maar bij het maken van een nieuwe.

7^e geval. Een snellooptje, dat overigens normaal liep, had de aardigheid om een oorverdoovend, gonzend geluid te maken, dat van toonhoogte en kracht wisselde met het aantal omwentelingen.

Men heeft heel logisch de fout afgeleid uit deze verschijnselen en toen weggenomen. Probeer het ook eens. De menschen die het deden wisten er ook niets meer van dan ik hier zeg.

Allemaal eieren van Columbus, maar die met tienmaal hun gewicht in goud zijn betaald geworden. Zoek er eens naar: in de practijk komen dergelijke dingen werkelijk voor en omdat ze niet onder een bepaald college vallen kan het beste dictaat niet helpen, zoodat we op ons zelf zijn aangewezen. En dat is juist het zure. (?)

U. DRIEBERGEN.

De Studie in Delft.

Van de plaatsruimte, door de redactie aan belangstellenden aangeboden, voor overwegingen betreffende het artikel van Th. A. S. in het No. van 1 November 1917 getiteld: „De studie in Delft” wil ik gaarne gebruik maken, ten einde mijn gezichtspunten betreffende het technisch onderwijs in Nederland in het algemeen en de T. H. meer in 't bijzonder onder de aandacht van de studenten te brengen. Voorop zij gesteld, dat schrijver dezes tot een andere faculteit behoort, als de inzender van het hierboven vermelde stuk, te weten de werktuigbouwkundige faculteit.

Het is mogelijk, dat de meeningen, die in dit artikel naar voren worden gebracht, misschien niet geheel opgaan voor de andere afdeelingen, maar ik zal toch trachten mijn betoog zooveel mogelijk algemeen te houden.

Het artikel van Th. A. S. vestigt voornamelijk de aandacht op de politiek-sociale en economische ontwikkelingen en verhoudingen, om de fouten en tekortkomingen der T. H. in een helder daglicht te stellen: bij 't lezen van het artikel, krijgt men onwillekeurig den indruk, mits men zijn gedachtengang onderschrijft dat een omvorming van het technisch onderwijs bijna tot de onmogelijkheden behoort, indien niet te gelijk onze geheele samenleving op een andere leest geschoeid wordt. De eenige conclusie, die de inzender dan ook kan trekken, ten einde de veranderingen in de door hem gewenschte richting tot stand te doen brengen is dan ook slechts beperking: van het gedoecerde en vroegere specialisatie in de verschillende takken der afdeelingen. Slechts ten deele onderschrijf ik deze meening, omdat ik er van overtuigd ben, dat zelfs een beperking der leerstof, niet de resultaten zou kunnen bereiken, die Th. A. S. hiervan verwacht.

Om dit nader toe te lichten, wil ik even uitwijden

over de drie groote categorieën van onderwijs, die de Nederlandsche wetgeving heeft doen onderscheiden.

Ten 1^o. Het lager onderwijs, in zijn meest algemeene vorm, dat ieder Nederlander verplicht is te volgen, en dat dient om lezen, schrijven en rekenen te leeren. Langer wil ik hier niet bij stilstaan.

Ten 2^o. Het middelbaar onderwijs, dat, zooals de naam uitdrukt, staat tusschen het lager en hooger onderwijs. Het aantal inrichtingen, waar middelbaar onderwijs wordt gegeven, breidt zich voortdurend uit; een zeer verklaarbaar feit, als men bedenkt, dat een goede ontwikkeling van dit soort onderwijs een voortdurende eisch is van de maatschappij.

Het middelbaar onderwijs laat zich splitsen in twee groote deelen.

a. Het algemeen vormend theoretisch onderricht, dat als grondslag moet dienen voor de groote klasse geestelijke middenstanders, en dat onderwezen wordt op de H. B. S. en met 5-en 3-jarige cursus, en de M. U. L. O. scholen, welke laatste ik ook tot het M. O. gerekend wil zien.

b. Het vakonderwijs, dat naast algemeen vormend theoretisch onderricht een zeer voorname plaats inneemt op de scholen voor ambacht, handel, landbouw, techniek, industrie, zeevaart, enz.

Hoe de aard van een middelbare school ook mag zijn, zij draagt steeds het kenmerk; algemeene vorming in de onderwijsvakken der inrichting.

Ten 3^o. Het Hooger Onderwijs, draagt evenals het M. O. een tweeslachtig karakter. Scherpzinnige geesten willen dat verschil ook tot uitdrukking brengen in den naam, en onderscheiden diengevolge Universiteiten en Hoogeschoolen, welke laatste als het ware de schakel vormen tusschen de lagere en middelbare scholen eenerzijds en de Universiteiten anderzijds. Het eerstgeboorterecht wordt niet maar zoo ineens opgegeven. Laat ons bescheiden zijn en deze onderscheiding aanvaarden; aan de Universiteiten zij de taak toegewezen de wetenschap tot hoogere ontwikkeling op te voeren onafhankelijk van de praktische toepassing en het doel der Hoogeschoolen zij het verband te leggen tusschen de wetenschap en de techniek van het bedrijf.

Het kenmerk van H. O. is, zooals Th. A. S. zeer terecht in zijn bespreking constateerde, zelfstandig onderzoek in de betrokken richting, die de student als studievak heeft gekozen, onverschillig of die richting een theoretische, praktische of meer technische zij.

Doel is nu vooreerst de verhouding vast te stellen van het H. O. tot het M. O. Tot op het huidige tijdstip, trokken onze Universiteiten hun leerlingen van de gymnasia, die ik bij het overzicht der verschillende onderwijs-inrichtingen in Nederland met opzet heb overgeslagen, daar zij volgens de wet behooren tot het H. O., maar naar hun aard en volgens de boven omschreven kenmerken tot het M. O. gerekend moeten worden.

Het is te hoopen en ik meen, dat reeds tekenen daarop wijzen, dat de werking van de Wet Limburg, waarvan de bekrachtiging in Juni, toen Th. A. S. zijn artikel schreef, nog in 't geheel niet zeker was, hier een groote verandering in zal brengen, te meer daar dat tot gevolg zal hebben, dat de groote toeloop van studenten naar Delft, waarvan Th. A. S. in zijn betoog de nadeelen opsomt, eenigzins zou kunnen stuiten. Het staatsexamen, dat vele jongelui, die een bijzondere

voorkeur voor de exacte wetenschappen hadden, er van afhield, om aan die lust gevolg te geven en die, om toch een hoogere onderwijs inrichting te bezoeken, zich te Delft lieten inschrijven, is voor diegenen nu geen beletsel meer.¹⁾ Wij kunnen dus nu, nadat de Wet Limburg bekrachtigd is veilig zeggen, dat de Universiteiten voor ex H. B. S.ers en gymnasiasten open staan. Welke richting men nu als studievak aan één onzer Universiteiten mag kiezen, het vak sluit altijd direct aan bij de onderwijsinrichting, die men verlaten heeft; de werkwijze moge anders worden, maar we kunnen van een \pm 20 jarig jongmensch verwachten, dat hij op eigen beenen kan staan. De wetenschap, die men tot studierichting heeft gekozen, kan men op zijn studeervertrek leeren kennen en in zich opnemen. Indien er zich al één enkele uitzondering mocht voordoen, b.v. de geneeskundige faculteit, dan staat den medischen student in de verschillende hospitalen zooveel materiaal ter beschikking, dat hij daar de noodige praktische gegevens voor zijn studie kan verzamelen. In 't algemeen mogen wij dus zeggen; het universitair onderwijs is theoretisch en sluit direkt aan bij den theoretischen grondslag, die bij de studenten, dank zij hun opleiding op onze middelbare scholen, aanwezig ondersteld kan worden.

Behalve de Universiteiten telt ons land nog twee Hoogeschoolen, namelijk de Technische Hoogeschool te Delft en de Nederlandsche Handelshoogeschool te Rotterdam. De militaire opleidingsscholen evenals de Landbouw en Veeartsenijkundige Hoogeschool, die trouwens nog geen werkelijkheid is, blijven hier buiten beschouwing.

Alvorens ik overga tot een bespreking van het technisch onderwijs en de T. H. wil ik even in 't kort iets mededeelen omtrent de N. H. H. en hare wordings-geschiedenis, met het oog op de analogie die er tusschen deze beide onderwijs-instellingen bestaat.

Het Handelsonderwijs is in Nederland evenals bijna alle vakonderwijs zeer stiefmoederlijk bedeed geweest, en dat ons land nu op 't voorbeeld van het buitenland een inrichting voor hooger handelsonderwijs bezit is bijna uitsluitend te danken aan het particulier initiatief. In de koopmanswereld werd het gebrek aan handelsonderwijs, reeds een 40 tal jaren geleden, terdege gevoeld; dank zij het werken van de Vereeniging voor handelsonderwijs in Nederland werd te Amsterdam de eerste handelsschool geopend. Na haar eerste moeilijke jaren, maar vooral na een grondige reorganisatie van het studieplan, heeft deze onderwijsinrichting zich ontwikkeld in de handelsschool met 5-jarige cursus. De goede resultaten der Amsterdamsche handelsschool heeft tot gevolg gehad, dat meerdere van deze inrichtingen ontstonden, zoodat bij de opening der N. H. H. te Rotterdam ons land een aantal middelbare handelsscholen telde met gezamenlijk 600 leerlingen. In handelskringen bleef men echter behoefte gevoelen, om hen, die geroepen zullen worden aan de leiding van groote handelslichamen deel te nemen, in staat te stellen een diepere studie van de handelswetenschappen te maken, dan de handelsscholen hen konden geven; steeds bleef de gedachte levendig, de kroon op het werk te zetten door stichting van een handelshooge-

¹⁾ Door verschillende personen wordt de meening bestreden, dat de Wet Limburg het aantal studenten te Delft op den duur zou verminderen; in dit opzicht zal de werking van deze wet slechts van tijdelijken aard zijn.
L. V.

school. Met voorbeeldige spoed, wederom door particulier initiatief werd dit denkbeeld in werkelijkheid omgezet en kon in November 1913 de N. H. H. te Rotterdam geopend worden.

Deze Hoogeschool kan dus zijn leerlingen trekken, van die instellingen, die een voor opleiding op elementaire grondslag geven, waarop aan de hogere onderwijs inrichting kan worden voortgebouwd, want, hoewel ook de eindexamen's Gymnasium en H. B. S. toegang geven tot de examens der N. H. H. is bij de samenstelling van het leerplan, de kennis der handelswetenschappen, zooals die op de handelsscholen worden onderwezen, als grondslag aangenomen, en de studenten met eindexamen H. B. S. en Gymnasium worden er met nadruk op gewezen, zich tot dezelfde hoogte in deze vakken te bekwamen, alvorens zij zich als handelstudent laten inschrijven.

De Rector-Magnificus der N. H. H. Prof. Dr. G. W. J. Bruins vestigde er in zijn rede, ter gelegenheid van de opening, dan ook de aandacht op, dat de middelbare handelsscholen als de noodzakelijke voorloopers der hoogeschool beschouwd moesten worden; het hoge peil waartoe deze onderwijs-inrichtingen zijn opgeklimmen maakte het mogelijk deze gedragslijn te volgen.

„De N. H. H. wijkt hiermede op een der vitale punten af van een zeer groot deel der buitenlandsche handelshoogeschoolen, die, dikwerf daartoe genoot door een niet gelijkwaardig voorbereidend handelsonderwijs, hunne poorten hebben geopend voor kringen, die naar Nederlandsche universitaire begrippen niet rijp zijn voor hoogeronderwijs.

Dat onze hoogeschool hierdoor wellicht in aantal ingeschrevenen bij deze buitenlandsche inrichtingen zal achterstaan: een nadeel is dit allerminst.”

Deze manier van werken is m.i. een gezonde methode.

Het hogere vakonderwijs, waaronder wij het hogere handels-onderwijs moeten rekenen, behoort te steunen op een middelbaar vakonderwijs, waar de leerlingen hun vooropleiding moeten genieten, alvorens zij met vrucht het hogere onderwijs kunnen volgen. Deze werkwijze zal tevens tot gevolg hebben, dat alleen zij, die wetenschappelijke talenten bezitten, zich tot het hoogeronderwijs zullen wenden; de meer practisch aangelegden zullen met de betrekkelijk geringe theoretische kennis hun weg in 't maatschappelijk leven wel vinden. Verderop zal ik aan de hand van de ervaringen der drie eerste leerjaren, hierop nader terugkomen.

Ik ben nu gekomen tot een bespreking van het verband tusschen het middelbaar onderwijs en de T. H. Het is ons allen bekend, dat het grootste deel der Delftsche studenten hun vooropleiding hebben genoten aan de H. B. S. met 5-jarige cursus. De gewone gang van zaken is, dat men direct na de zomervacantie na het eindexamen zich als student laat inschrijven. Zonder de minste voorkennis betreffende de technische onderwerpen — het eenige wat geleerd wordt op de Natuurkunde les is een zeer mysterieuze verklaring van de stoomschuif, dikwijls nog totaal onbegrepen — ontvangt de T. H. haar leerlingen. Wij zien dus, dat de T. H. onder onze hoogeschoolen een uitzondering vormt en zijn leerlingen ontvangt van scholen, waar geen technische ondergrond gelegd wordt, waarop aan de T. H. zou kunnen worden voortgebouwd. Het technisch hoogeronderwijs mist zijn natuurlijke grondslag, daar „voor ieder langs bredere lijnen opgezet

onderwijs, deugdelijk en aansluitend voorbereidend onderwijs het onmisbaar fundament vormt”.

Het lijkt mij niet moeilijk daarvoor een verklaring te geven. De polytechnische school is jaren lang de eenige technische onderwijs inrichting in Nederland geweest en ieder was dus daarop aangewezen, indien hij zich de elementaire beginselen der technische wetenschappen wilde eigen maken. Zeer terecht kon de polytechnische school dan ook niet gerekend worden tot de hoogeschoolen, want zij moest haar leerlingen nog de algemeene technische vorming bijbrengen, en dat was, zooals ik voorop gesteld heb, juist het kenmerk van middelbaar onderwijs. De breede grondslag, waarop het onderwijs gegeven werd, maakte het alleszins verklaarbaar, dat deze inrichting, op initiatief van Dr. A. Kuyper in 1905 in de Hoogeronderwijs-wet werd ondergebracht. Ik besef volkomen welke groote moeilijkheden er destijds aan verbonden zijn geweest, deze omvorming tot stand te brengen. Het karakter der onderwijs-inrichting is echter door deze manipulatie niet gewijzigd, omdat bij de omvorming geen rekening is gehouden met den natuurlijken gang van zaken, zooals wij die hebben gezien bij de Rotterdamsche Hoogeschool. De reële basis, waarop technisch hoogeronderwijs kan worden opgezet was afwezig of niet erkend, en wordt nog steeds niet erkend, zoolang nog uitsluitend het eindexamen der H. B. S. met 5-jarige cursus en daarmee gelijkgestelde onderwijs-inrichtingen, waartoe de Middelbaar Technische Scholen *niet* gerekend worden, toegang geeft tot de examens aan de T. H.

Het onderwijs aan de T. H. moet daarom en in dit opzicht ben ik het met Th. A. S. volkomen eens noodzakelijker wijze hinken op twee gedachten. Het theoretisch onderwijs vindt een vruchtbaren bodem en kan dus geheel het karakter van hoogeronderwijs, voor zoover een technische hoogeschool daartoe gelegenheid biedt, aannemen, terwijl de technische college's den studenten moeten geven wat men op een goed ingerichte ambachtschool, den jongens met heel wat minder theoretisch inzicht kan voorzetten.

Bij de vaststelling der werkwijze aan de verschillende faculteiten is dit blijkbaar duidelijk gevoeld, want bij zoo goed als alle afdelingen wordt het technisch onderwijs gedurende de eerste 2 jaren volkomen op den achtergrond gedrongen vergeleken bij de theoretische vakken en dikwijls tot een minimum beperkt, hetgeen ook bij het prop. ex. tot uiting komt, waar het examen in de Technische Vakken algemeen als een te verwaarloozen grootheid wordt beschouwd. Het maakt den indruk of men bevreesd is de studenten met technische kennis te overladen, waar met het oog op hun vooropleiding alle reden voor bestaat.

— Dat het onderwijs hier volkomen het karakter draagt van M. O. zal een ieder duidelijk worden uit hetgeen ik hier overneem van het „examenblad” waarop de eischen vermeld staan der hoogleeraren in de werktuigbouwkunde.

„Het ontwerpen in het 3^e en 4^e studie jaar beoogt evenals de studie in die jaren, de algemeene ontwikkeling in de werktuigbouwkunde”.

Hoe het in dezen met de andere faculteiten staat is mij onbekend, maar het artikel van Th. A. S. vestigt de meening, dat het bij de civiele afdeling hetzelfde gesteld is, hetgeen ook uit de groote overeenkomst, waarin beide afdelingen tot de praktijk staan, gemakkelijk is af te leiden.

Trachten we nu de vraag te beantwoorden, hoe de verhouding van de T. H. tot het M. O., die volgens het voorgaande niet deugt, moet zijn, en hoe dan vervolgens de inrichting der T. H. moet wezen opdat zij in de Nederlandsche techniek, die plaats kan innemen, die zij verdient.

Het feit, dat studeerenden met einddiploma der Middelbaar Technische Scholen bij het prop. examen betreffende de Technische Vakken, dezelfde of nagenoeg gelijke verplichtingen worden opgelegd, moet er ons al van overtuigen, dat de verhouding tusschen deze beide onderwijs-inrichtingen absoluut verkeerd is.

De laagste vorm, waarin wij technisch onderwijs kennen is het ambachts-onderwijs, dat zijn leerlingen een zoodanig uitgebreid lager onderwijs geeft, dat het zoo dicht mogelijk bij het te geven vakonderricht, dat uit den aard der zaak, waar het niet direct betrekking heeft op het te leeren ambacht, slechts zeer elementair moet zijn. Het karakter is echter dat eener middelbare school, waartoe zij dan ook volgens de wet gerekend worden. Het is zonder meer duidelijk, dat deze scholen niet de vooropleiding kunnen geven, die voor Delft noodzakelijk is.

Meer komen daarvoor in aanmerking de in den laatsten tijd zoo in bloei en aanzien toegenomen Middelbaar Technische Scholen, die blijkbaar in een reeds lang gevoelde behoefte hebben voorzien, hetgeen valt af te leiden uit hun snelle opkomst en voortdurende groei van leerlingen. Deze scholen zijn mijn inziens de inrichtingen, van waar de T. H. haar studenten moet trekken.

Het M. T. O. heeft dezelfde lijdens-geschiedenis doorgemaakt als het handelsonderwijs, wat op 't oogenblik in die richting tot stand is gebracht, hebben wij grootendeels te danken aan het particulier initiatief. Het M. T. O., dat gegeven wordt ten behoeve van die groep van personen, in de techniek werkzaam, die geplaatst zijn tusschen de werklieden en den ingenieur met de wetenschappelijke leiding van het bedrijf belast, werd het eerst ter hand genomen door Minister Kuyper in 1904. Tegen diens systeem, één groote M. T. S. rezen echter zulke ernstige bezwaren, dat hij de uitwerking van dit plan weer liet varen en voor zijn verdere bloei was het M. T. O. weder op 't particulier initiatief aangewezen. Onmiskenbaar neemt deze tak van onderwijs in beteekenis toe.

Ons land kent op 't oogenblik de volgende instellingen voor M. T. O.

De Middelbaar Technische School tevens Kweek-school voor Machinisten te Amsterdam, De Middelbaar Technische School te Dordrecht, beide opleidingsscholen voor werktuigbouwkundige, electrotechnicus, suikertechnicus, en te Dordrecht bovendien voor scheepsbouwkundige; De Academie voor Beeldende Kunsten en Technische Wetenschappen te Rotterdam, met opleiding voor werktuigbouwkundige, electrotechnicus en bouwkundige; De Middelbaar Technische Scholen te Utrecht en Sneek voor bouwkundigen en waterbouwkundigen; de Textielschool te Enschedé en de School voor Mijnopzichters te Heerlen.

Pogingen worden in 't werk gesteld om een M. T. S. op te richten te 's-Hertogenbosch en te Haarlem.

Met uitzondering van de machinist-leerlingen telden deze scholen ultimo 1913 1118 leerlingen.

De M. T. S. te Amsterdam en te Dordrecht zijn voor mij de meest bekende; men houde 't mij ten

goede, dat ik de inrichting dezer beide scholen in 't kort wil bespreken, zij, die zich met het studieplan en de werkwijze der M. T. S. beter op de hoogte willen stellen, verwijs ik naar „De Ingenieur” jaargang 1913 pag. 1048.

In 't algemeen kan gezegd worden, dat de eischen van toelating gelijk gesteld zijn aan het eind-diploma der 3-jarige H. B. S. Het onderwijs is gewoonlijk verdeeld over 6 halfjaarlijksche klassen en beperkt zich tot het geven van die theoretische kennis, die voor den technicus onontbeerlijk is; bovendien brengen deze onderwijs-inrichtingen haar leerlingen de eerste beginselen der technische en constructieve wetenschappen bij, zoodat de gediplomeerden der M. T. S., die over het algemeen, en dat feit dienen wij niet uit het oog te verliezen, veel jonger zijn dan de hier afgestudeerde ingenieurs, de praktijk binnentreden met een voldoende kennis en geen hoge eischen betreffende salaris en positie, die door de ingenieurs dikwijls en zeer terecht van overwegend gewicht geoordeeld worden.

Behoudens de 3-jarige H. B. S.ers tellen onze middelbare scholen nog een groot aantal jongelieden, die reeds op jeugdigen leeftijd met de praktijk van hun vak hebben kennis gemaakt en plaatsen wij daarnaast het feit, dat de gediplomeerden, één jaar praktisch gewerkt moeten hebben, (te Amsterdam komt het praktische leerjaar aan het eind van den cursus en te Dordrecht is het tusschen het 2^e en het 3^e studiejaar gevoegd, wat mij met het oog op het doel eener M. T. S. het meest aanbevelenswaardige lijkt) dan is het niet te verwonderen, dat deze arbeidskrachten, die in den aanvang nog goedkoop, later van groote waarde kunnen blijken te zijn, door de technische ondernemerswereld bij voorkeur worden gezocht, met achterstelling dikwijls van de Delftsche Ingenieurs, die hun technische en constructieve geschooldheid in de meeste gevallen nog als afgestudeerd ingenieur moeten opdoen. Het praktisch werken in de zomervacaties mits met toewijding volbracht, hetgeen voor 20 jarigen een groote zelfbeheersching vereischt, moge zijn nut afwerpen, beter is het één jaar achtereen zich praktisch te bekwamen dan 4 x 3 maanden. De groote teleurstellingen, die de eerste jaren van hun werkkring den ingenieurs bezorgen zijn volgens mij slechts daaraan toe te schrijven, dat zij de praktische moeilijkheden van hun vak te gering schatten.

Ik voel dat ik bezig ben het hooge voetstuk, waarop de Delftsche student zich na volbrachte studie geplaatst denkt, af te breken en reeds hoor ik mij toevoegen: „Ja, maar de technici der middelbare scholen zijn in theoretisch en technisch opzicht toch minderwaardig aan de Delftsche ingenieurs, hun langere opleiding kan ons daar borg voor zijn.”

Mijn meening is, dat dit slechts ten deele waar is. Theoretisch zijn de Delftsche studenten zeer zeker beter onderlegd, en deze meerdere theoretische kennis kan hun later, in hun werkkring onschatbare diensten bewijzen, maar of de technische kennis van een pas afgestudeerd ingenieur zooveel meer bedraagt dan die van een gediplomeerde der M. T. S. meen ik te moeten betwijfelen, ondanks onze langere opleiding, omdat ons vak nu eenmaal niet te leeren is op de studeerkamer, dat is in zijn waren omvang slechts te omvatten, men begrijpe mij goed, in het volle bedrijf.

Zoals ik reeds terloops mededeelde, worden er onder

de technici een betrekkelijk groot aantal gevonden, die een uitsluitend praktische vooropleiding hebben genoten. De inrichting der M. T. S. maakt het mogelijk dat in de eischen van toelating een groote mate van vrijheid kan bestaan, zoodat naast de 3-jarige H. B. S.ers jongelui kunnen worden toegelaten met een meer theoretische vooropleiding, b. v. H. B. S. 5-jarig, die dan minder [theorielessen krijgen, maar meer technische lessen; bij meer praktisch ontwikkelden, wordt meer aandacht besteed aan het opvoeren der theoretische kennis. Reeds bestaan er ambachtscholen, die den leerlingen de vooropleiding voor de M. T. S. kunnen verschaffen.

Ter illustratie mogen de volgende cijfers dienen, ontleend aan de „Algemeene Beschouwingen” bij de Staatsbegroting voor 1915.

Aan de M. T. S. te Dordrecht werden toegelaten 39 leerlingen, waarvan 4 een overwegend praktische opleiding hadden genoten. Te Utrecht werden 10 jongelieden toegelaten met overwegend praktische opleiding en 15 met overwegend theoretische opleiding. Voor de leerlingen, die het eindexamen behaalden bedroegen deze getallen 9 en 11. Te Sneek werden toegelaten 19 leerlingen, allen met een overwegend praktische opleiding.

Dat de M. T. S. minder goed geschoolde technische krachten zou afleveren is een meening, die door meer personen wordt bestreden. De suikerindustrie, die haar werkkrachten voor zulk een groot deel ontvangt van de M. T. S.'en, kan hiervoor het bewijs leveren.

Voor nadere toelichting ontleen ik het volgende aan het „Verslag van de gedelegeerden van het K. I. van Ingenieurs bij het eindexamen 1916 der M. T. S. te Dordrecht.

„Ondergeteekenden meenen hieraan nog wel te mogen toevoegen, dat zij de opleiding aan deze school van dien aard achten, dat hier personen gevormd worden, die voor de Techniek van zeer groote bruikbaarheid zullen blijken te zijn en aan welke in ons land naar hun meening nog groote behoefte bestaat”.

In dit verband komt het mij niet ondienstig voor even te memoreeren, met welke woorden Prof. Steger zijn gemengd college voor de T's en W's inleidde. Na zijn bespreking, dat van beide faculteiten de wensch was uitgegaan, om de Scheikundige Technologie voor de betreffende studenten te doceeren, ten einde hen beter klaar te maken voor de taak, die hen als ingenieur in het bedrijf wachtte, sprak Prof. Steger ongeveer als volgt: „Indien wij niet op onze hoede zijn, dan leveren binnen korten tijd de M. T. S.'en dergelijke goed geschoolde menschen, die bij de Delftsche ingenieurs zullen voorgaan, ondanks het bezit van hun diploma.”

Men ziet, er bestaat blijkbaar een soort vrees, dat de T. H. overvleugeld zal worden en om dat te voorkomen neemt men maatregelen om het gedoede te vermeerderen, in dit geval zonder de exameneischen te verzwaren, en wel op die manier, dat het onderwijs beter bij de praktijk aanpast, zonder echter bij de collegianten een diepe theoretische kennis te onderstellen. Men vraagt zich af, waarom niet de consequentie van deze gedachte aanvaard, en wel de M. T. S.'en te beschouwen als de voorloopers van de T. H. inplaats van, als gevolg van een soort ijverzucht, het verschil tusschen beide soorten technici te doen ontaarden in een quantiteitsgraad.

Ik ben in mijn besprekingen nu genaderd tot het aangeven van de veranderingen, die er in de door mij besproken onderwijs-instellingen moeten worden gebracht, opdat zij zich zoo goed mogelijk voor het gestelde doel leenen. Ik vestig er de aandacht op, dat ik mij uitsluitend bemoei met die onderwijs-inrichtingen, die het burgerrecht verkregen hebben, met nog op te richten Lycea. e. d., laat ik mij hier niet in. Naar aanleiding van de rapporten der Inenschakelingscommissie heeft de Senaat der T. H. reeds te kennen gegeven, dat het zeer wenschelijk zou zijn o. a. de gediplomeerden der M. T. S.'en toegang te geven tot de examens aan de T. H.

Tot op 't oogenblik is de H. B. S. met 5-jarige cursus wat het bijbrengen van algemeene ontwikkeling betreft in ons land zonder weerga, waar vooral gedurende de 2 laatste jaren aan de algemeene ontwikkeling veel ten goede komt door het onderwijs in de staats- en handelswetenschappen, de nieuwere geschiedenis en literatuur-geschiedenis. Deze opleiding na 3 jaar te onderbreken schijnt mij voor ieder een groote schade en daarom zou ik het diploma H. B. S. 5-jarig als voorwaarde willen verbinden voor het toelaten tot de M. T. S. voor hen die later hun studie aan de T. H. wenschen te voltooien. De grondslag voor zelfstandige ontwikkeling is dan gelegd, en het hangt verder totaal van de betrokken persoon af in hoe verre hij in staat is daarop voort te bouwen; examens kunnen daaraan niets verhelpen. Wij hebben reeds gezien, dat de M. T. S. dergelijke jongelieden ontvangen en hen gedurende een 2 jarige cursus tot techniker opleiden en hen voor de praktijk bruikbaar maken. In plaats van één jaar praktisch werken zooals aan de M. T. S. verplichtend is gesteld, zou men dit tot b. v. 2 jaar kunnen uitbreiden en gedurende dezen tijd heeft men zichzelf in zijn eigen vak voldoende leeren kennen en bovendien het vak zelve, om te weten of een hoogere meer diepgaande studie gewenscht is en zijn vruchten zou kunnen opleveren. Dan komt pas de beurt aan de T. H., dan is, hetgeen mij eens door een professor werd meegedeeld, de T. H. niet middel, zooals het nu is, maar doel, dan ontvangt de T. H. een aantal leerlingen, die met een groote mate van technisch inzicht met vrucht de studie kunnen voortzetten, ter vervolmaking van de techniek en tot eigen vreugde. Hoeveel anders zou het dan zijn als nu, waar een professor zelf verklaarde, dat men hier slechts enkele procenten van de technische kennis opdoet. Met dit feit voor oogen, zou ik willen vragen, kan er dan van hooger-onderwijs nog sprake zijn; het houden van colloquia is immers een onmogelijkheid, hoewel en hier ben ik het met Th. A. S. eens, beperking der leerstof een geweldige stap naar voren zou beteekenen.

Hoe moet de T. H. ingericht zijn, indien de leerlingen met een dergelijke vooropleiding zich als student laten inschrijven? In de eerste plaats een 3-jarige inplaats van een 5-jarige cursus. Gedurende de eerste 2 jaar zou de theoretische opleiding, betreffende de wiskunde en mechanica voltooid kunnen worden en daarnaast goede degelijke colleges betreffende de technische onderwerpen, die voor de professoren ook veel aangener kunnen zijn, omdat ze weten, dat ze een auditorium voor zich hebben, bij wie een dergelijke technische vaardigheid aanwezig is, dat zij zelf dieper op de technische bijzonderheden kunnen ingaan, zoodat de belangstelling der hoorders geboeid blijft en het

gehoor niet vervalt in een aantal gedachteloze dic-taatmakers.

Het technisch onderwijs moet in dezelfde verscheidenheid, ja misschien nog grooter verscheidenheid gegeven worden door zeer bekwame hoogleeraren, die dien ten gevolge een zoo hoog salaris moeten genieten, dat zij zich zonder geldelijke nadeelen uit de praktijk kunnen losmaken. Verder kunnen m.i. talrijke vakken als examenvakken geschrapt worden, daar bij afwezigheid van ambitie voor het betreffende vak, een examen die toch niet kan aanwakkeren en bijgevolg noodeloze krachtverspilling is. Op dit punt gekomen verval ik bijna in dezelfde verbeteringen als reeds door Th. A. S. aangegeven; men leze dit artikel hier nog eens op na indien men er belang in stelt.

Beschouwen we ten slotte eens de finantieele kant van dit onderwerp. Daarbij kan men 2 standpunten innemen, men kan dit bezien van de zijde der ouders en van de zijde der betrokkenen. Men zal opgemerkt hebben, dat ik mij voor de opleiding van ingenieurs na hun H. B. S. tijd nog een 7-jarige studie voorstel. Voorop zij gesteld, dat dit slechts weinig langer is dan den studietijd van het meerendeel der studenten en bovendien heeft men het voordeel, dat de kans van slagen m.i. grooter is en dat het bezit van het diploma M. T. S. bij onverhoopt staken van de studie een kostbaar bezit kan zijn. Is deze studiewijze nu zooveel duurder of misschien nog goedkooper? Het schoolgeld der M. T. S.'en varieert nogal sterk; f 150 is het maximum f 60 het minimum maar bij goed ingericht M. T. O. van rijkswege, zou het misschien wel mogelijk zijn, dit bedrag aanmerkelijk te verminderen; het is toch zonder meer duidelijk, dat het M. T. O. nog een groote uitbreiding moet ondergaan voor het voor ons doel geschikt is. Het groot aantal geschoolde krachten, dat de techniek ongetwijfeld nodig zal hebben, zal het mogelijk maken, dat een voldoende aantal M. T. S.'en zal ontstaan en dan bereiken wij tevens, dat men in of nabij de plaats zijner inwoning technisch onderwijs kan ontvangen, hetgeen natuurlijk voor de ouders veel minder bezwaarlijk is. Na het volgen der M. T. S. komen de praktische leerjaren en ik geloof, dat velen uit de inkomsten van hun werkzaamheden ten minste voor een groot deel in hun eigen onderhoud kunnen voorzien, zoodat per slot van rekening, slechts de 3 laatste jaren de grootste finantieele offers van de ouders zullen vragen en ik meen dan ook gerust de conclusie te mogen trekken, dat het voor de ouders goedkooper uit zou komen. Voor de belanghebbende komt mij deze werkwijze in verband met zijn finantieele positie ook veel gunstiger voor. In de eerste plaats valt het groote voordeel niet te ontkennen, dat hij op \pm 20 jarige leeftijd in het leven treedt en gedurende de twee praktische leerjaren in staat is de zoo noodige menschenkennis op te doen op een leeftijd, dat hij er het meest vatbaar voor is. Het salaris moge gedurende deze twee jaar niet hoog zijn, daar staat tegenover, dat hij na volbrachte studie met veel meer recht dan tegenwoordig kan eischen, dat zijn werkkracht met een goed honorarium beloond wordt.

Als nadeel zou men kunnen aanmerken, dat men, na het onderwijs aan de M. T. S., dat als een afgerond geheel beschouwd kan worden en daardoor in staat stelt een positie te verkrijgen, niet veel lust meer gevoelt zijn loopbaan weder te onderbreken ten bate van de studie. Dat dit nadeel bestaat wijzen de drie

eerste leerjaren der N. H. H. te Rotterdam uit, waar het aantal ingeschrevenen afkomstig van de handelscholen, die haar leerlingen ook voor de praktijk opleiden, voortdurend achteruit gaat, vergeleken bij het aantal ex H. B. S.'ers en gymnasiasten. Mijn meening is echter, dat dit in hoofdzaak aan de waarde van mijn betoog niets afdoet en dat deze kwestie in de arbeidsmarkt haar natuurlijke oplossing zal vinden.

In zijn afstreefde „De ingenieur als bedrijfsleider” sprak prof. de Vooy als zijn meening uit, dat de toekomst aan den ingenieur is. De ingenieur zal hoe langer hoe meer een belangrijke plaats gaan innemen en ik geloof, dat er teekenen zijn, die er op wijzen, dat prof. de Vooy gelijk heeft, als hij beweert dat de ingenieur adviezen zal hebben te verstrekken inzake rechtspraak, wetgeving, onderwijs, handel enz. maar ik betwijfel of de T. H., zooals die op het oogenblik is ingericht, in staat is menschen te bekwamen voor deze veel omvattende taak, ondanks de goede theoretische opleiding, waarvan prof. de Vooy zooveel heil verwacht.

Het is toch duidelijk, dat in de hierboven aangegeven richtingen, den ingenieur zijn theoretische kennis weinig te studee komt, daarvoor heeft hij nodig een goed inzicht inzake de verhouding tusschen kapitaal en arbeid en daarvoor is het leven de beste leerschool. De technici zouden alleen dan daartoe in staat zijn, indien het technisch onderwijs ingericht was, op de door mij geschetste wijze.

Het moet mij van 't hart, dat niet alle schuld bij de T. H. berust; ook de practici, de fabrikanten, de industrieelen dragen een gedeelte daarvan, omdat zij de T. H. niet beschouwen als het brandpunt van het technisch intellect, maar veel eer met een soort minachting op haar neer zien. Over het algemeen staat de praktijk de T. H. weinig ten dienste met haar gegevens en raadgevingen. De band tusschen de school en de praktijk is zeer los en kan door enkele maanden praktisch werken en enkele excursies niet voldoende aangeknoopt worden. De laboratoria der hoogeschool moesten voor de fabrikanten de plaatsen zijn, waar zij de wetenschappelijke proefnemingen voor hun bedrijf konden uitvoeren.

Is het technisch onderwijs volgens bovenstaande beschouwingen ingericht, dan zal ook de band, tusschen wetenschap en praktijk veel hechter zijn, omdat de leerlingen beter beseffen, welke groote belangen zij hebben bij een toenadering van de school en de praktijk, omdat zij zelf het bedrijfsleven reeds hebben leeren kennen.¹⁾

De scheikundige afdeeling vertoont misschien de grootste afwijkingen op het in dit artikel besproken onderwerp, omdat deze afdeeling op de scheikunde kennis der H. B. S. kan voortbouwen.

Ik hoop dat velen dit stuk onder oogen mag komen en dat het iets zal mogen bijdragen, om de zoo hoog noodige hervormingen tot stand te brengen, waartoe wij studenten als eerst belanghebbenden verplicht zijn mede te helpen.

L. V.

¹⁾ Het gezelschap „Leeghwater” bezit thans in het uit te geven Leeghwaterboekje een goed middel om nauwere betrekkingen tusschen de school en de praktijk aan te knopen, door ruime beschikbaarstelling onder de practici.

Buffer Systemen.

Wanneer men de K.W.-Krommen van een electricch krachtbedrijf b.v. een centrale, nagaat, dan blijkt, dat op verschillende dagen van het jaar en gedurende diverse uren van den dag belangrijke belastingsschommelingen optreden: voor een lichtcentrale is natuurlijk het verbruik gedurende de maanden Dec.—Jan. aanzienlijk hooger dan in Juni—Juli, terwijl bovendien nog gedurende den dag belastingstoe- en afnamen zijn te constateeren, waarbij het grootst gebruik in den avond optreedt.

Voor de optredende maxima moet de centrale worden ontworpen, zoodat dus op oogenblikken van geringere belasting het bedrijf oneconomisch werkt: óf de generatoren werken bij geringer vermogen, dus slechter rendement, óf eenige staan geheel stil dus: renteloos.

Daarom wordt er steeds naar gestreefd om de grondbelasting zoo gelijk mogelijk over den dag te verdeelen, men kan dit bereiken door:

a) Het optellen bij de consumenten van z.g. „Ausschlussbatterien". Deze worden gedurende den tijd van geringe belasting geladen (overdag) terwijl in de drukke uren ontlading plaats vindt.

b) Het laten samenwerken van centrale's, waar de dag-maxima gedurende verschillende uren van den dag optreden. In districten waar slechts één centrale is, kan deze oplossing natuurlijk niet aanmerking komen, maar in uitgestrekte gemeenten in het buitenland, die meerdere stadscentrales bezitten, ziet men wel, dat een krachtbedrijf een lichtbedrijf in de drukke avonduren bijspringt en omgekeerd.

Naast deze dagelijksch terugkeerende belastingsveranderingen, treden er echter nog andere op, meer kortstondig van aard, die den naam van „piekbelastingen" dragen. Vooral in electriche krachtbedrijven, welke dienen voor de energielevering aan walswerken, tramnetten, groote hijsmotoren, etc., kunnen gedurende enkele minuten zeer groote belastingen optreden, welke even daarna tot veel geringere bedragen terugloopen.

Voor het ontlasten van de generatoren of de aandrijfmachines gedurende het optreden van deze pieken dienen de buffersystemen. Deze worden nimmer ontworpen voor de grondbelastingsveranderingen, daar anders door de reusachtige afmetingen die inrichting uit finantieel oogpunt onuitvoerbaar ware. Alle bufferinrichtingen kenmerken zich door een opzamelen van energie gedurende den tijd van geringe belasting, om dit bij stijgend vermogen weer aan het net af te staan; 't zij dat in het eerste stadium electriche energie in kinetische wordt omgezet (vliegwielen) 't zij in electrochemische (accu-batterijen). De buffersystemen worden verdeeld in natuurlijke en regelbare, terwijl óf de generator óf de aandrijfmachine door de buffering worden ontlast.

NATUURLIJKE SYSTEMEN.

Bij deze systemen wordt geen gebruik gemaakt van bijzondere regelinrichtingen (regulatoren), die de vereffening in de hand werken. Onderstaande schakeling moge dit verduidelijken:

Op de verzamelrails wordt parallel aan den generator G de batterij B geschakeld. Neemt nu het gebruik toe, dan zal de spanning van den generator dalen, de span-

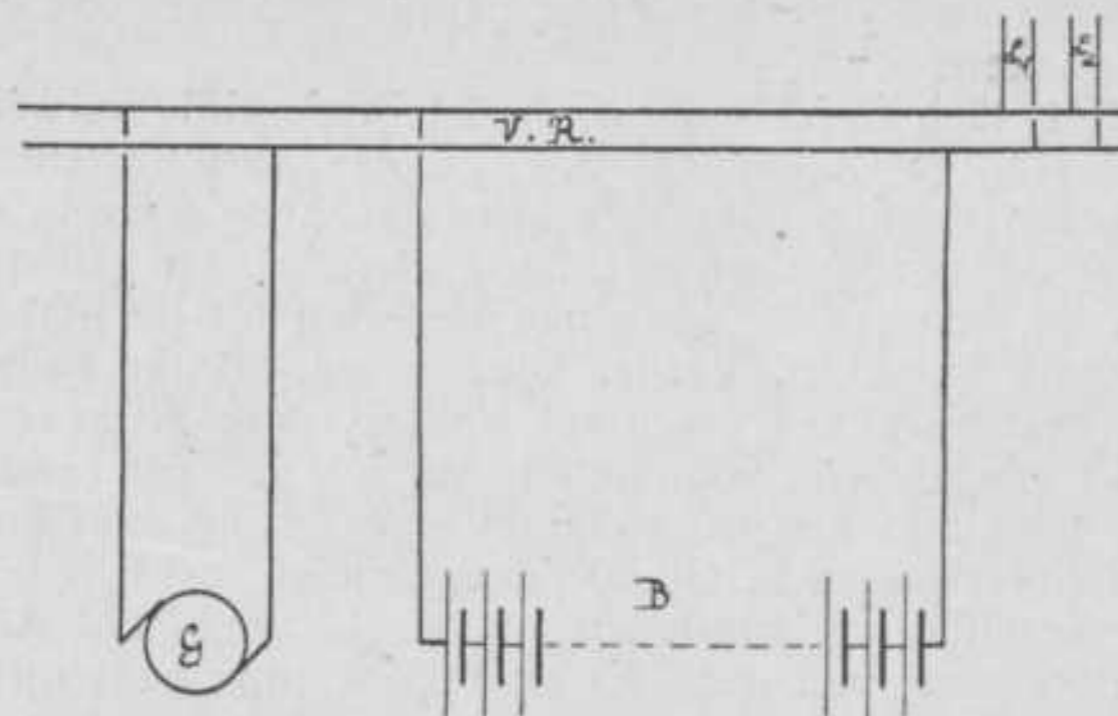


Fig. 1.

ning van de batterij is nu hooger dan de netspanning en de batterij zal een zoodanige stroom leveren, totdat door het inwendig Ohmsche spanningsverlies IR_b , de klemspanning gelijk aan de netspanning wordt. Er treedt dus een ontlasting van den generator op, waarvan de grootte te bepalen is uit de nullast karakteristiek.

Neemt daarentegen de belasting af, dan zal de spanning van den generator toenemen en wordt de batterij geladen.

Deze buffering is in eenigszins gewijzigden vorm ook te bezigen bij wisselstroom (fig. 2). Behalve de twee

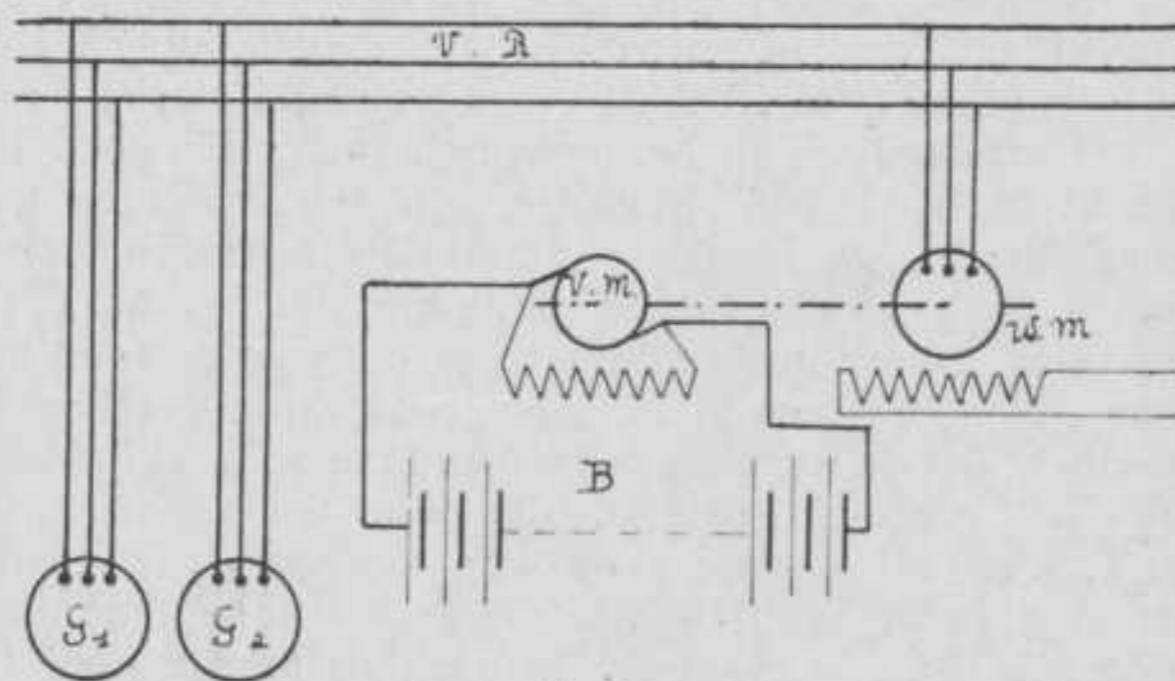


Fig. 2.

geteekende generatoren wordt op het wisselstroomnet een wissel-gelijkstroom-omvormer aangesloten. Bij geringe belasting werkt de wisselstroommachine als motor, drijft den gel.str. gen. aan, die voor lading van de batterij zorgt; terwijl ontlading, dus energie-levering aan het wisselstroomnet bij grooter belasting dan de gemiddelde plaats vindt. Er zij nog opgewezen dat de bekrachtiging van den motor (WM) niet op de batterij maar op een aparte gelijkstroombron met constante spanning moet worden aangesloten.

De twee beschreven buffer-inrichtingen berusten principiël op de spanningsdaling bij toenemende belasting, we kunnen echter ook de snelheidsverandering der generator te hulp roepen volgens onderstaand schema.

Op dezelfde as zitten twee machines gespiegd:

G = gelijkstroom of wisselstroom generator.

VM = vereffeningmachine.

Voor den opjager geldt:

$$E_a = \frac{p}{a} \frac{n}{60} \Phi N 10^{-8} \text{ Volt.}$$

$$E_a = C n \Phi.$$

Daar Φ als constant is te beschouwen, blijkt dat bij constante n E_a een onveranderlijke waarde heeft, die

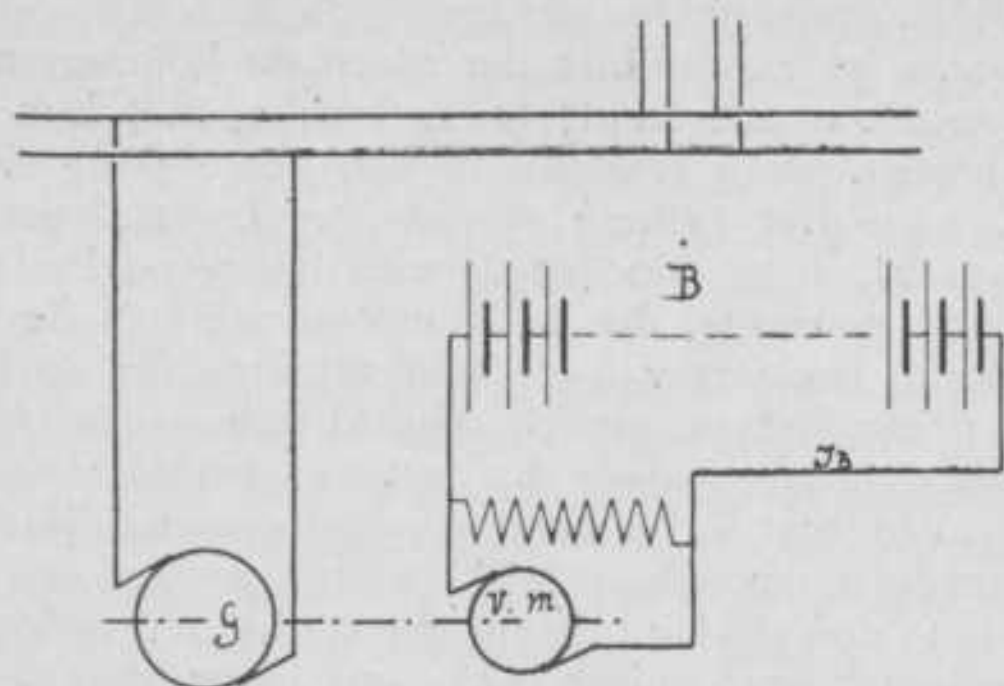


Fig. 3.

zoo wordt gekozen, dat hij het normale toerental (normaalvermogen) juist de spanning van B wordt opgeheven, terwijl bij af- of toename de KW , dus toe- of afnemend toerental respectievelijk lading en ontlading plaats vindt. Voor wisselstroom is aan deze methode een bezwaar verbonden: door het veranderlijk toerental is tevens per. variabel, dit kan het bezwaar hebben dat onze meetinstrumenten niet meer juist aanwijzen, als zij voor een bepaald periodental zijn geconstrueerd.

Zooals uit de werking blijkt, zal door de sterke verandering van de I_B (twee verschillende richtingen!) de neutrale zône van VM gedurende het bedrijf telkens van plaats veranderen, het aanbrengen van hulppolen of compensatiewikkelingen is dus (zooals trouwens bij bij alle opjaagmachines) noodzakelijk.

Naast het voordeel van bijzondere eenvoud hebben de natuurlijke systemen eenige groote nadeelen, waardoor tegenwoordig bijna uitsluitend de regelbare worden uitgevoerd: voor de juiste werking moet een vrij aanzienlijke verandering van de spanning of het toerental optreden, terwijl juist ons streven was deze zoo constant mogelijk te houden, bovendien is in vele gevallen spanningsverandering zelfs ontoelaatbaar (licht-installaties). In de generatoren treden wel degelijk nog aanzienlijke belastingsschommelingen op, zoodat er naar gestreefd is door bijzondere hulpmiddelen de belastingstooten zooveel mogelijk van de generatoren af te houden en deze geheel aan de bufferinrichtingen op te dragen. Deze inrichtingen vallen onder de rubriek: regelbare systemen.

(Wordt vervolgd).

Een en ander over de stijl van Van der Mey.

Het wordt zoo langzamerhand duidelijk, dat de stijl die we bij van der Mey het duidelijkst leeren kennen, en die de stijl is van een geheele jonge, Amsterdamsche generatie, een uitgebreid verschijnsel wordt van zeer uitgesproken karakter. In uitgevoerde handelsgebouwen, bioscopen, winkels en huizen, in ontwerpen voor een schouwburg en andere — zelfs utiliteitsgebouwen, in kunstnijverheidsvoortbrengselen, meubels en ornament vinden we den nieuwen geest, den nieuwen vorm. En een waardeschatting van die kunst, en nadenken erover, nu al, liggen maar al te zeer voor de hand, zijn in een tijd als de onze verklaarbaar en noodig.

Een apprecieerend, — goedkeurend of afkeurend — oordeel over een stijl is niet mogelijk. Een stijl is de

wijze van uitdrukken van zijn tijd. Daar tijd was, is stijl geweest, steeds volmaakt, steeds de gevonden wijze van uitdrukking. Maar voor stijl uit onzen eigen tijd willen we toch anders. En dit komt natuurlijk omdat wij in onzen eigen tijd niet van stijl kunnen spreken. Er kunnen steeds verschijnselen komen die een nieuwe wijze van uitspreken toonen, die het eerstgeziene de plaats van stijl ontnemen. Vóórdat een reeks van jaren de vorm heeft doen stellen is ze voor ons een richting, waaraan te veranderen valt, waarin we ons zelf al of niet terugvinden, waarmee een deel van de levenden meeleeft of waartegen het strijdt, tot strijd nutteloos, of medeleven volmaakt harmonisch geworden is, en de richting tot stijl werd. Hier gaat het dus over de *richting* van een jongere generatie.

Een algemeene beteekenis heeft het verschijnsel nog niet. De belangrijkheid van tegenwoordigen arbeiderswoningbouw, landhuisbouw, schoolbouw wordt erdoor in geen geval verminderd. Maar een streven naar algemeenheid kan worden opgemerkt, dat maakt, dat het verschijnsel besproken kan worden als een gebeurtenis in de stijlhistorie van den tegenwoordigen tijd. Het lijkt wel alsof het zoo'n gebeurtenis zijn *wil*, alsof het zich bewust is van een universeele beteekenis. Het is van oordeel, dat het een verschijnsel is, in volgorde komende na het rationalisme. Het rationalisme is grootendeels te beschouwen als een reactie op bewuste inspiratie op historische stijlen, en als een middel tot het voorbereiden voor een nieuwen, volwassen stijl. De bewuste gedachte, die sinds rococo en Lodewijk XVI de bewegingen in bouwkunst voorafgaat, heeft het denkbeeld van dien nieuwen stijl wat al te zeker voorgespiegeld. Men is dien stijl gaan zoeken, gaan maken. Dit is niet de wijze waarop een stijl, een kunst ontstaat. Maar het is noodig eerst de gebouwen uit dien stijl te bekijken en daarna conclusies te trekken.

Het is mogelijk, voor het typisch karakter speciaal naar het Scheepvaarthuis te Amsterdam te zien, en later na te gaan in hoeverre de rest van de stijl met dit gebouw overeenkomt. Zoo durven we ook waar het noodig is de Beurs te Amsterdam aanhalen als voorbeeld van het rationalisme.

We kunnen de gedachten splitsen in die over:

- 1^e de Techniek, de wijze van gebruik van materiaal;
- 2^e de architectonische vorm, van de hoofdvorming tot de detailvormen;
- 3^e de geest der architectuur; de gemaakte indruk en gewekte gedachte.

Wel duidelijk is, dat geen scherpe grens de verschillende punten scheidt.

In het gebruik nieuw, en dus in vorm nieuwe materialen zijn het beton en zijn bekleeding — van steenbakker en stucadoor — en de afdekkende materialen, vooral metalen. IJzer is op een ruime schaal gebruikt en op een wijze die de aandacht vraagt. Het is verwerkt op een wijze die treft door de juiste visie der eigenschappen, en verkrijgt ook daardoor een ornament van dikwijls sympathieken eenvoud. Dat is een feit van niet geringe beteekenis. De overheersing van de ijzersterkte door vuurhitte ligt meer dan men vroeger ooit zag in den vorm; de wendingen en buigingen van het staafijzer zijn zeer eenvoudig zonder overdaad van bewerking. De gedachte, die er ligt in 't ornament — de slingerende lijn of golflijn — past heel gelukkig bij dit materiaal.

In alle details, ook in het binnenwerk, is deze stijl

geheel volgehouden. Hamerslag en vuurhitte zijn in alle smeedwerk aan te voelen.

Het gebruik van terra-cotta, aansluitend met den gevelsteen, is nieuw en goed, technisch volwassen en aesthetisch geheel bevredigend. De eenigszins stroeve — soms scherpe, soms weekere vormen van dit materiaal, zijn prachtig tot ornament verwerkt. De kleur is, evenals die van 't ijzer, geheel overwogen en zeer geslaagd.

Van lood en zink treffen meer de keuze van de grondstoffen, dan hun bewerking. Het beelden in gedreven lood lijkt ons kostbaar en gezocht. De technische, afdekkende functie alleen is goed en bruikbaar.

Het gewapend beton en de techniek der bekleding zijn hoofdzaak in 't Scheepvaarthuis, de vormgeving daarin is nieuw en daarom karakteristiek. Het is duidelijk, dat alleen constructie deze vormgeving niet kan verklaren. Het gevelsysteem is dat van pilasters, met vulling van vlakken daartusschen. De vloeren zijn meer homogeen dan de vroeger gebruikte balkvloeren, die tegenwoordig min of meer op den achtergrond geraken. Maar èn in de meer ingewikkelde vormen der pilasters èn in de vorm der balklagen èn in de vorm-versiering van het betonwerk schuilt een factor van sterke fantasie die niet meer met 't materiaal klopt. Het gebruik van kleine sprongen, fijnere hoeken, kleine uitspringingen aan vlakke velden, 't vermijden van vlakke zolders maar het daarvoor in de plaats gebruiken van andere, bewogen vormen als onderkant van een balklaag, doet de eerste, bekiste vorm vergeten. Een ontleenen van vormen aan gedachte en fantasie gaat hier niet samen met een mooi materiaal-karakter, zooals dat in rationalistisch werk het geval zou zijn, maar werkt het beslist tegen.

Nog sterker is dit in 't houtwerk. Men heeft zich niet tevredengesteld met de bekende vormen, maar zich, onder andere, geïnspireerd op vormen uit andere materialen. Vlakke schaven hebben soms plaats moeten maken voor speciaal vervaardigde gebogene, de rechtehoekige vormen der muren sluiten daarbij gebrekkig aan. Golflijnen vindt men soms minder mooi in 't hout overgebracht. Een eenvoudige houten rib krijgt, tot meerder uitdrukking van zijn functie, een vorm die voor hout èn voor die functie gezocht is.

De bewerking van de natuursteen is goed, in aansluiting met de eigenschappen van het materiaal. De beeldhouwer heeft zich heel sterk naar hen gericht en overdrijft soms een beetje.

Het geheel van het materiaalgebruik maakt een indruk van groote technische vaardigheid, groote gebondenheid der vormen daaraan; aan de andere zijde van overvloedig gebruik der vaardigheid, een spelen daarmee tot vormzoeken, en een begin van wisselwerking en ondoordachtheid.

Zoo langzamerhand komt men nu al tot de beschouwing van de vorm, afgezien van de invloed der techniek. Uit het gebruik van de betonpilaster- en kolombouw, en in verband met een gedachte die in de architectuur haar uitdrukking zocht, is in 't Scheepvaarthuis een verticaliseerend lijnsysteem ontstaan dat sterk is doorgevoerd tot in vele onderdeelen, zeer weinig horizontaal is doorbroken, maar in zekeren zin zelfs onbekroond gebleven en eindigend in 't silhouet. Dat verticalisme is „onderstreept” door bandlijnen in terra-cotta die hoog opgaan, profilen in baksteen en een enkel horizontaal, laag motief.

Zoedoende is echter de gevel bedekt met een net van lijnen tot aanduiding der assen en kolommen, dat die kolommen zelf en de muurvlakken, met hun werking, breekt. Sterk treft dit in een vergelijking met de Beurs, waar het rythme van de gevel overal machtig zelf spreekt, niet door opgelegde lijnen verduidelijkt. Het is de gedachte, die in 't scheepvaarthuis de vorm beheerscht, inplaats van de samenstelling die dit bij de Beurs doet; het is een denkbeeld van den architect, inplaats van een zuiver bouw-werk. Inplaats van het toonen van wat is gedaan tot doelverwezenlijking en tot bestreven der schoonheid, is hier getoond een principe van den bouw alleen, versterkt en verideëeld. Het gebouw doet minder aan als bouw alleen, maar reeds als architectonische compositie in academischen zin. Voor een enkele gedachte zijn de zuivere feiten als de omsluiting der lange kantoorruimten, vergeten; ze zijn ondergeschikt geacht. Voor het maken van den indruk van 't verticalisme is de samenhang van 't innerlijk en 't uitwendige, die het rationalisme zoo noodig vond, in den steek gelaten, dat is dus ongeveer; eenige innerlijke waarde, voor uiterlijk schoon. Tenslotte is voor het lijnsysteem meer opgeofferd dan in eenigen historischen stijl het geval is. Als voorbeelden van doordrijving der teekening tot in 't onjuiste kan men beschouwen de dragers van de vlaggestokken in de breede hoofdpartij van den grooten gevel. Het zijn pilasters der gevelordonnantie, geheel in 't zelfde profiel doorgetrokken door een zwaar fronton.

Het detail neemt deel aan dit verticalisme evenals veel ornament, waardoor beide zeer sterk actief en overheerschend zijn geworden. Vooral valt dit op bij vergelijking met het rationalisme, dat eenvoud en ondergeschiktheid zoo scherp in 't oog heeft gehouden.

Tenslotte treffen we aan een typisch gebruik van enkele geometrische vormen als zigzag en lijnen van flauwe helling — op 't oog zoowat 1:5, en de daarmee samengaande hoeken, voor welke gebruik we geenerlei aanleiding vinden en die toch een te groote plaats innemen om onverklaard te kunnen blijven. In één gebouw kan het misschien als richting doorgevoerd zijn, in meerdere gebouwen is dan toch een verklaring noodig, wanneer die ditzelfde overnemen. En we kunnen hiervoor geen andere vinden dan de wil om 't typische, dat door die vormen bereikt is, te behouden en voort te planten. Dit geeft dan echter een eenheid in uiterlijkheden, die we niet gaarne stijl zouden noemen.

Vanuit 't standpunt van hem, die van noodzakelijkheid en belangrijkheid van het rationalisme overtuigd is, beschouwd, zou men dus in het scheepvaarthuis vele verkeerde gedachten en methoden moeten vaststellen. Buiten dit standpunt beschouwd, zullen de indruk van het gebouw en de aesthetische beschouwing moeten oordeelen. Het derde punt der beschouwing is dan ook het totale, meest belangrijke; maar daardoor allicht: 't persoonlijkste. Ons initiatief oordeel gaat niet meer over 't visuele alleen, maar is ook al gebonden aan onbewust geworden overwegingen, aan doorvoelde gedachten. Daarom kan kritiek alleen zijn: 't uitspreken van een opinie.

De hoofdzaak in de geheele architectuur van v. d. Mey is de geprononceerde wil om een droom in wezen te brengen. Door accentueering en verdubbeling is een verticalisme van sterke actie bereikt en wordt een speciaal karakter sterk uitgesproken. Dit doet ons echter aan als 't opdringen van een individueel inzicht van

den architect, dat slechts in betrekkelijke mate met het wezen van den bouw samenhangt. Het zoeken van kleur in het buitenwerk en in de wijze van afdekking toont een wil tot uitspreken van een onvergankelijkheid, die in 't rationalisme steeds ongezocht voorhanden is en niet door het neerleggen dier gedachte versterkt wordt.

In dat rationalisme is het gebouw meer zichzelf, en minder de gedachte van een individu, daar is 't geen middel, alleen maar doel. En dit doel geldt toch voor alles, zelfs bij een grootsche opzet als die der Scheepvaartmaatschappijen die ook tot representatie dient. Bij het rationalisme zoekt men niet naar een opvatting die aan den vorm ten grondslag kan liggen, en dat is wel 't onzekere resultaat van deze opgelegde bouwwijze. Weinig samenhang van den gevel met de hoofdzaak van 't inwendige maakt het gebouw tot een uiterlijkheid inplaats van tot een organisch geheel. Daarom is 't, dat de Beurs oneindig veel meer aandoet als een breeder, ruimer gezien geheel van volkomen eerlijkheid, zonder bijgedachte. Nog iets anders verhindert dit bij 't Scheepvaarthuis. Dikwijls zijn groote feiten voor details veronachtzaamd, in hun uiting tegengehouden. Het karakter van 't plakwerk zou veel sterker moeten worden doorgevoerd dan in de enkele stukjes vlakke muur. De sprekende strekvorm verliest ook alle gedachte aan bekleeding. Hij is ook weer een expressieve vorm voor iets, wat alleen in gedachte bestaat. Door de geringe beteekenis, aan groote feiten gehecht, doet 't gebouw aan als een moeilijk raadselvol geheel, tegenover een werk van zuivere innerlijke verhouding als de Beurs. Een vergelijking van de torentypen van beide gebouwen, hoewel die natuurlijk verschillend van aard moeten zijn in die verschillende werken, illustreert de vergelijking treffend. Het zoeken naar opstrevende vormen in een dergelijk verticaliseerend gebouw geeft aanleiding tot onzuiverheden als de hellende beëindiging der muurvlakken van den toren, waarachter de spits weer op een horizontaal vlak geplaatst is en duidelijk het gezochte in 't oog doet vallen.

De hoofdwerking van 't inwendige is niet een zoeken naar ruimteontwikkeling. Een ontstaansgedachte — de scheepsvorm — treedt hiervoor in de plaats, met eenige voorbijtrekking van 't feit dat dit toch ook een gebouw, niet alleen een plastische fantasie is. De kleurcombinatie van 't inwendige is zeer knap, b.v. die van 't glas- in lood en ijzer tegenover de zuivere pleisterkleur en 't marmer. De stemming zit zeer vast aan die van ons Noordelijk, waterrijk klimaat. Hier tegenover is de kleurkeuze van 't rationalisme, b.v. van de groote beurshal, een binnen technische grenzen veel meer zinnelijke vrije, van buitengewoon weldadige werking. Het is treffend hoeveel 't rationalisme meer heeft aan warmte van gevoel dat dit sterk-gewilde, sterk expressieve. Het wortelt zooveel dieper in de beschavingsgeschiedenis der 19^e eeuw en haar stijl-vormen, dan dit sterk verlangen naar werking en vorm in den tegenwoordigen tijd. De groote noodzakelijkheid van 't rationalisme heeft deze stijl niet begrepen, ze beschouwt het meer als een middel om uit constructiviteit vormen te putten, om die in ruime mate te kunnen gebruiken. Die constructieve vorm is gebruikt daar waar de constructie ontbreekt, b.v. de ophangingsmotieven in het ijzer tusschen de betonblokken, waaraan de trapborden heeten te hangen. Dit is geen rationalisme, noch een bespotting, noch een verkeerd

gebruik, maar een totale afwezigheid van begrijpen, en een gedachtespel in de plaats van iets ernstigs.

Ieder, die denkt dat 't rationalisme voorlooper kan zijn van een groter stijl, moet ook in de eerste plaats bekennen dat rationalisme in beton-ijzerbouw dan zeker nog noodig is, en dat naar een nieuwen stijl, die met een groeiende cultuur komen kan, niet moedwillig gegrepen moet worden.

Want wat toont de bouwkunst, die met die uit het Scheepvaarthuis parallel gaat? Zij ziet dingen van onaanvechtbare waarde, vooral deugden der techniek, voorbij, maar ontleent uiterlijke vormen. Wat in 't Scheepvaarthuis een aanleiding heeft zien we elders zonder die aanleiding, als mode. Maar als modezucht die niet kijkt naar traditie in den geest, maar in den uiterlijken vorm. Tevens nadert men iets wat in veel moderne, Deutsche kunst voorkomt, een zoeken naar sprekende verhoudingen en kleur van sterk effect, zonder meer. Een persoonlijke kunst kan door de wijze van styleeren — bij andere kunsten van natuur of vizioen, bij bouwkunst styleeren van doelverwezenlijking en gedachte — een groote waarde hebben. Maar wanneer anderen dit uiterlijk streven gaan veralgemeenen vervalt men tot ongevoelde copie en vorm-ontleening. Dat dit gevaar hier bestaat is aantal van voorbeelden duidelijk, die tot uiterlijken schijn en tot absurditeit gaan.

Waar een kunst zóó weinig uit de rustige gedachte of uit den geest voortkomt, vooral waar ze volgt op een periode die wél hierdoor gekenmerkt is, loopt ze gevaar of den naam van kunst te verliezen of dien naam neer te halen tot een beteekenis die minder is dan ze is geweest. Dat verder vele goede factoren blijven en waarde hebben, verandert hieraan bij deze kunst niet veel.

v. M.

Wij ontvingen dit stuk reeds in December doch konden door plaatsgebrek niet eerder dan nu tot openeming overgaan. Het lijkt ons te meer interessant dit stuk op te nemen omdat in het Januari-nummer van Elsevier's Maandschrift een, over 't zelfde onderwerp loopend stuk werd opgenomen van Ir. A. Boeken en men zoo een vergelijking tusschen deze twee beschouwingen kan trekken.

RED.

De oeconomie van de automatische telefooncentrales in verband met de gespreksduur.

Lezing gehouden voor de E.T.V., door den heer H. Ph. Lely, e i. op Dinsdag 27 November 1917.

Als inleiding geeft spreker een uiteenzetting van de inrichting van de automatische telefooncentrale.

Bij een groot aantal abonné's is splitsing in ondercentrale's noodzakelijk hetgeen gepaard gaat met groote technische moeilijkheden, terwijl het handbedrijf niet meer voldoende is. Daardoor kan het wenschelijk zijn om over te gaan tot de automatische centrale.

Met het oog op de kosten is het van groot belang het aantal schakelaars, dat noodig is in de nieuw in te richten centrale, ongeveer te kunnen vaststellen.

Dit aantal is natuurlijk afhankelijk van het aantal abonne's, maar ook heeft hierop een grooten invloed de gemiddelde gespreksduur. Dit maakt spreker duidelijk door de volgende globale berekening.

Volgens gegevens kan men aannemen dat de kosten per abonné ongeveer f 100 bedragen, en dat ongeveer de helft van dit bedrag evenredig is met de gemiddelde spreekduur. Blijkt nu deze $\frac{1}{4}$ minder te bedragen dan aanvankelijk aangenomen, dan kon dit per abonné een besparing geven van f 12.50. Voor 10.000 abonne's zou dit dus een besparing beteekenen van f 125.000. Hierbij komt dan nog de besparing aan trunkkabel. Veronderstelt men per abonné ongeveer f 20 aan trunkkabel noodig, welk bedrag ongeveer evenredig is met de gemiddelde gespreksduur, dan kan in het onderstelde geval f 5 per abonné aan trunkkabel worden bespaard. Voor 10.000 abonne's zou dit een bedrag zijn van f 50.000 en de totale besparing bedroeg dan f 175.000. Hieruit blijkt dus, dat het van belang is de gemiddelde spreekduur te kennen, wanneer men er toe overgaat de centrale automatisch in te richten, zooals in Den Haag het geval is. Spreker behandelt nu de wijze waarop in de Haagsche telefooncentrale de gemiddelde gespreksduur langs fotografischen weg is bepaald.

In het kort komt het hierop neer: Een brandend ampje word gefotografeerd door een draaiend fotografietoestel op de fotografische plaat ontstaat dus een beeld in den vorm van een kortere of langere streep al naar dat de lamp korter of langer brandt.

De geheele toestel bevat 400 van deze meetlampen. Om de fotografie echter onverzichtelijker te maken is om de 4 meetlampen een indexlamp aangebracht, die stippelijnen op de foto doen ontstaan. In 't geheel zijn er dus 500 lampen van de 100 indexlampen worden er 10 gebruikt als tijdlampen. Deze worden om de minuut in- en uitgeschakeld, zoodat deze een tijverdeeling op de foto aangeven.

De schakeling van de meetlampen is zoodanig, dat deze parallel liggen aan het scheidingsrelais, zoodat de lampen gaan branden, als de betreffende abonne's aan de telefoon zijn. De duur van het gesprek valt nu af te leiden uit de lengte van de streep, die op de fotografische plaat ontstaat.

Aan de hand van talrijke lichtbeelden behandelt spreker verder de verkregen resultaten van zijn metingen waarbij hij zich bepaalt tot de uiteenzetting van de wijze, waarop het aantal beantwoorde oproepen en de gespreksduur wordt vastgesteld.

BOEKBESPREKING.

GAREN EN GOED., warenkennis van textielproducten uit het dagelijksch gebruik door S. A. VAN HOYTEMA.

Uitgaven: A. E. E. KLUWER (Deventer).

Prijs, gebonden: f 4.75.

Bij deze op technisch gebied zoo zeer bekende uitgeverijfirma is voor eenige maanden (November 1917) een keurig en uitermate nuttig werkje verschenen, dat in alle opzichten een aanwinst mag genoemd worden voor onze algemeen-technische literatuur. Dit handige boekje zal zeker in een lang gevoelde behoefte voorzien, daar tot heden toe in onze eigen taal geen enkel werk geschreven was ten dienste van de warenkennis

op het zoo belangrijke en veel omvattende gebied der textielproducten. Wel is voor eenigen tijd als onderdeel van het groote werk over Mechanische Technologie door Prof. van Royen en Prof. De Vooy's een deel verschenen over de textielindustrie, maar dit mag dan meer beschouwd worden als een beschrijving en een algemeene theorie van de vervaardiging der textielproducten (terwijl het bovendien meer in het bijzonder geschreven is ten dienste van de studenten der T. H.). Het hier voor ons liggende werkje is echter bij uitstek gewijd aan de practijk, aan de kennis en herkenning van het textielproduct, is daarom echter niet uitsluitend geschreven ten behoeve van textielabrikanten, textiel-scholen etc. maar wendt zich in het algemeen tot allen, die in meerdere of mindere mate met dezen tak van warenkennis iets te maken hebben (Manufacturiers, kleermakers, meubel- en tapijtzaken, wasscherijen en ververijen, etc.). De schrijfster, Mej. van Hoytema, is sinds tal van jaren wetenschappelijk assistente aan het laboratorium (der Techn. Hoogeschool) tot onderzoek van vezels, garens en weefsels, en kan dus in alle opzichten bogen op een ruime ondervinding op dit gebied, zoodat het geheel met kennis van zaken geschreven is. Het boekje is voorzien van een inleidend woord van prof. I. P. de Vooy's. Om eenig idee van het behandelde te geven, volge hier een zeer verkorte inhoudsopgave: „Inleiding (Beteekenis, nut en bezwaren van de warenkennis). De aard der textielproducten en hun structuur (Losse vezels, garens, weefsels); Sijptematiek der benamingen; Beteekenis van de kwaliteit (De grondstof, de bewerking); Overzicht van de voornaamste bewerkingen van de vezelstoffen in verband met de kwaliteit (Spinnen, weven, appreteeren, bleeken, verven, katoendruk, etc.); Eenvoudige proeven en gebruikelijke onderzoekingsmethoden ter beoordeeling van den aard en de kwaliteit van textielproducten; Indeling en eigenschappen van de meest voorkomende garen- en weefselsoorten uit het dagelijksch gebruik (Huishoudgoed, kleedingstoffen, meubelstoffen, speciaal geweven stoffen, speciale garens, etc.) Het werkje wordt dan besloten met een litteratuuropgave, benevens met een handig en zeer uitvoerig alphabetisch register (tevens verklarende naamlijst der textielproducten)!

De tekst omvat een 165-tal paginas, voorzien van ruim 70 werkelijk keurig uitgevoerde illustraties. Het boekje zelf is uitgegeven op fraai kunstdrukpapier en zeer duidelijk en overzichtelijk gedrukt. Voor onze studenten lijkt het me zeer geschikt om naast het bovengenoemde werk van prof. de Vooy's ook dit werkje eens te bestudeeren, en overigens ben ik overtuigd dat ook in alle andere kringen, die behoefte hebben aan dergelijke literatuur, dit werkje z'n weg wel zal weten te vinden.

v. Z.

—o—

LEIDDRAAD DER NATUURLIJKE HISTORIE, naar „Leitfaden der Naturgeschichte" von Dr. K. HASSACK, door S. VAN DISSEL.

Uitgaven: P. NOORDHOFF (Groningen) — 1914.

Prijs: f 2,50.

Dit boek is geschreven ten dienste van het onderwijs in de natuur- en warenkennis aan handelsscholen, industriescholen en H.B.Scholen met 3-jarigen cursus.

Het doel van den schrijver is, het onderwijs in de Plant- en Dierkunde, en de Delfstofkunde dienstbaar te maken aan het onderwijs in de Warenkennis. Schrijver bereikt dit doel dan, door de Natuurlijke Historie te behandelen met betrekking tot de herkomst van die grondstoffen, welke tot de belangrijke handelswaren behooren. Zonder in te veel kleinigheden te vervallen geeft dit boek een ruim overzicht over de verschillende mineralen (vorm en bouw, natuurkundige eigenschappen, voorkomen in de natuur, benevens een beschrijving der verschillende soorten, alles verduidelijkt door een 33 tal afbeeldingen, benevens een gekleurde en 2 groote ongekleurde platen). Het tweede deel van het boek is dan gewijd aan de behandeling van de plantkunde (morphologie, anatomie, physiologie en sijptematiek). Vooral het gedeelte dat handelt over den inwendigen bouw der planten (cellenleer enz.) is zeer goed te noemen. In het derde deel wordt vervolgens de dierkunde besproken, waarvan het gedeelte, handelende over den mensch, wel het belangrijkste te noemen is. Een zeer uitvoerig register besluit vervolgens dit werk, dat in het geheel een 270-tal paginas omvat en van talloze (ruim 300) illustraties is voorzien, waarvan vooral de groote en fraai uitgevoerde gekleurde platen te roemen zijn. Aan het beoogde doel zal dit boek zeer zeker heel goed kunnen beantwoorden. Het is duidelijk en prettig geschreven en bovendien in alle opzichten heel goed uitgegeven.

v. Z.

—o—

HET BOEK DER 1000 WONDEREN, door
FÜRST en MOSZKOWSKY.

Uitgaven: A. W. SIJTHOFF (Leiden) — 1917.

Prijs: f 2,95.

Dit boek is zeer zeker niet te rangschikken onder de leerboeken, maar behoort tot die categorie van werken welke talloze personen zullen lezen, niet alleen ter ontspanning, maar ook tevens ter algemeene ontwikkeling, want wat hier in ruim 360 bladzijden aan allerlei algemeene wetenswaardigheden bijeengevonden wordt, is werkelijk in zeker opzicht wel verrassend te noemen. De inhoud van dit dikwijls interessante boek beweegt zich op velerlei gebied, hetgeen zal blijken, wanneer ik hier even een inhoudsopgave volgen laat: Wonderen der bouwkunst, (zoo b.v. de zeven wereldwonderen der ouden), der techniek (telephotographie, telephonograaf, etc.), wonderen uit de menschen- en dierenwereld, wonderen van waan (zoo b.v. het perpetuum mobile), mystische wonderen (b.v. de spiritistische experimenten van de beide geleerden Flammarion en William Crookes), getallenwonderen (priemgetallen, raadsel van Fermat, etc.) wonderen op het gebied der natuur- en scheikunde (Spectraalanalyse, verschijnsel van Zeeman, Brownsche beweging, radioactiviteit, relativiteitstheorie, etc.), de wonderen der aarde en van het uitspannel (afstand der sterren, ontdekking van Neptunus door Leverrier, meting van de lichtsnelheid m.b.v. de manen van Jupiter door Olaf Römer, etc.), wonderen der taal en wonderen van schoonheid. De inhoud is dus zeker wel veelzijdig te noemen. Het geheele boek is natuurlijk in populairen vorm geschreven en wendt zich zeer zeker niet in de allereerste plaats tot de meer gestudeerde menschen, maar is toch omgekeerd niet zoodanig geschreven (zoo

b.v. de wonderen op het gebied der natuur- en scheikunde), dat men het geheel en al zonder de algemeene ontwikkeling van een H.B.S. zou kunnen stellen. De schrijvers hebben wonderwel de kunst verstaan hun te behandelen stof in een aangenaam leesbaar gewaad te steken, maar hebben hun verzamelzucht soms wel wat te ver gedreven, en daardoor tal van dingen opgenomen, die wat belangrijkheid aangaat, beter achterwege hadden kunnen blijven. Verklaringen behoeft men natuurlijk niet te verwachten en zooals de inleiding aangeeft, reikt de bevoegdheid van dit boek ook niet verder dan tot een duidelijke aanwijzing van het geval. De titel is wat sensationeel, en dient men natuurlijk niet letterlijk op te vatten (zooals ook in de inleiding gezegd wordt). Voor alles leert men door het lezen van dit boek een menigte wondere feiten kennen, die zullen verrassen, en die anders veelal aan de aandacht zullen ontsnapt zijn, en hier dus als het ware, gerangschikt en wel, tentoongesteld worden.

R.

—o—

LEERBOEK DER SCHEIKUNDE,
door Prof. Dr. J. BÖESEKEN, Vijfde
herziene druk.

Uitgave: J. B. WOLTERS, (Groningen—
Den Haag) — 1917. Prijs: f 3,50.

Dit leerboek omvat in een 350 tal pagina's zoowel de anorganische als de organische chemie, en is geschreven ten dienste van de leerlingen der H. B. S., en beantwoordt dan ook als zoodanig goed aan de eischen die m.i. aan een dergelijk leerboek te stellen zijn. Zooals ook uit de voorrede bij den eersten druk (1902) te lezen valt, is schrijver uitgegaan van de overweging, dat het wenschelijk is op de H. B. Scholen (met 5-jarigen cursus) het onderwijs in de scheikunde zoodanig te geven, dat het als voorbereiding kan dienen voor de studie aan de universiteiten zoowel als aan de Techn. Hoogeschool, maar tevens ook zoo, dat het onderwezene voor diegenen, die na het bezoek van de H. B. S. de maatschappij intreden, een afgerond geheel zal vormen. Een dergelijke eisch bergt natuurlijk vele moeilijkheden in zich daar twee belangen gediend moeten worden, terwijl tevens het gevaar geloopt wordt te uitvoerig te worden, zeer ten nadeele natuurlijk voor het onderwijs, daar het eindexamen-programma al genoeg overladen is. Dit leerboek wijdt dan ook alle aandacht aan die technisch-chemische processen, waarvan de kennis van algemeen belang beschouwd kan worden, maar tevens worden, in het licht der moderne wetenschap, die theoretische onderwerpen behandeld, welke als basis zullen moeten dienen voor alle verdere studie. In sommige opzichten is schrijver wel wat uitvoerig geweest door verbindingen (b.v. chloor- en joodstikstof, zwavelhalogeenv. verb., phosphorzwavelverb., de koolstof-zuurverb. $C_3 O_2$ en $C_{12} O_9$ enz.) te behandelen, waarvan de bespreking, vooral in verband met het valentiebeprijp der leerlingen misschien beter achterwege had kunnen blijven, hoewel juist in die gevallen een kleineren drukvorm gekozen is, zoodat de docent deze gedeelten gemakkelijk zal kunnen overslaan. Echter nog enkele opmerkingen: van de kristalstelsels wordt feitelijk niets gezegd, bij de koolwaterstoffen $C_n H_{2n+2}$ had het bewijs van hun verzadigdheid gegeven kunnen worden, bij het artikel zeep had even aangeduid kunnen worden

het verschil tusschen harde en zachte zeep. Ook is het register niet geheel en al volledig, zoo miste ik b. v. chloroform, jodoform, wijnsteen zuur, enz. Dit zijn echter kleinigheden! Bij de behandeling van de verschillende elementen wordt zoo noodig de technologie even aangestipt en verder wordt het theoretisch gedeelte heel helder uiteengezet, terwijl de gedeelten over het periodiek systeem en over de radioactieve elementen tot op heden zijn bijgewerkt. Bijzondere aandacht verdienen die gedeelten, gewijd aan de electrochemie, het glas, de aardewerfabricatie, de aggregaatstoestanden, de kleurstoffen. Verdere aanbeveling lijkt me bij dezen vijfden druk onnoodig!

E. S.

—o—

DE BROOMVERFDruk IN DE PRAKTIJK, door W. H. IDZERDA.

Uitgaven: Maatschappij van Goede en Goedkoope lektuur (A'dam) 1917. Prijs f 0,95.

In dit boekje — op de bekende goede „W. B.” wijze uitgegeven — behandelt de heer Idzerda ten eerste de oudere en meer omslachtige indirecte methode van de broomverfdruk („broomoliedruk”). Daarna wordt uiteengezet de directe methode, welke veel minder tijdroovend en ingewikkeld is, zoodat iedere amateur, die zich met dit interessante procedé wil gaan bezighouden hierin de aangewezen werkwijze vindt. Het boekje geeft talrijke door den schrijver beproefde badsamenstellingen, ook is heel nuttig de aanwijzing van de fouten en hunne oorzaken. We kunnen dit boekje zeer aanbevelen in de belangstelling van allen, die het broomverfdrukprocedé al gebruiken, of wel kennis willen maken met deze artistieke reproductie-methode.

E. S.

BOEKAANKONDIGING.

HET BEREKENEN DER WISSELWIELEN, 3e druk, door D. DE VRIES.
Uitgave: Æ. KLUWER, Deventer. Prijs: f 1,—.

—o—

BESCHRIJVENDE MEETKUNDE. I, 3e druk door W. A. PIETS.
Uitgave: J. BOOTSMA, Den Haag.

In dezen nieuwen druk zijn eenige nieuwere examen-vraagstukken ingelast en eenige teekeningen door duidelijker vervangen, waardoor zeer zeker de bruikbaarheid van het boek toegenomen is.

—o—

GRAFISCHE VOORSTELLINGEN, 2e druk, door F. J. VAES.
Uitgave: P. VISSER, Haarlem. Prijs: f 1,25.

—o—

BEGINSELEN DER DIFFERENTIAAL EN INTEGRALREKENING, 2e druk, door F. J. VAES.

Uitgave: P. VISSER, Haarlem. Prijs: f 2,50.

Deze twee werkjes zijn een splitsing en een uitbreiding van den eersten druk.

—o—

Van de firma P. NOORDHOFF te Groningen ontvingen we de volgende werken:

GONGGRIJP & WIJDENES. ANTWOORDEN OP DE VRAAGSTUKKEN VAN HET LEERBOEK DER GONIOM. EN TRIG. Pr. f 0,60.

GONGGRIJP & WIJDENES. ANTWOORDEN OP DE VRAAGSTUKKEN BEKNOPTEDRIEFHOEKSMETING. Prijs: f 2,50.

—o—

Prof. Dr. G. SCHOUTEN. DE BEGINSELEN VAN DE LEER DER CONGRUENTIËN. Prijs: f 1,25.

Dit werkje geeft een helder inzicht in dit zoo belangrijke deel der Mathesis.

—o—

WIJDENES. UITGEWERKTE MONDELINGE EXAMENSHOOGEREALGEBRA. Pr.: f 5,—

WIJDENES. ALGEBRAISCHE VRAAGST. II. 2e druk. Prijs: Geb. f 1,90.

P. DE LANGE. REKENBOEK VOOR H.B.S. I. 6e druk. Prijs: Geb. f 1,90.

P. DE LANGE. REKENBOEK VOOR H.B.S. II. 4e druk. Prijs: Geb. f 1,20.

P. DE LANGE. VLAKKE MEETKUNDE I, MET GRADENBOOG. 2e onverand. druk. Prijs: Geb. f 1,40.

A. B.

—o—

Wij ontvingen van den uitgever L. J. Veen: Van Gendt's Bouwkalender met Bijlage voor 1918. Dit boekje bevat als gewoonlijk veel nuttige wenken en gemakkelijke tabellen voor den architect, benevens vele wetten en bepalingen op 't bouwvak betrekking hebbende.

B. K.

ONTVANGEN TIJDSCHRIFTEN.

De Ingenieur. Nrs. 42—52.

TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

Examenopgaven.

Candidaats-examen 1918.

WERKTUIGBOUWKUNDE I.

1a. Welke eischen zijn te stellen aan de rem van een hijschwerktuig met handbeweging? In hoeverre voldoen de lastdrukremmen aan deze eischen? Het antwoord toe te lichten met duidelijke schetsen.

1b. Hoe wordt voor eene locomotief met vier H. D. cilinders de kracht gevonden, die bij het in beweging stellen van een trein aan den omtrek van de drijfwielen voor versnelling beschikbaar is.

2. Welke beginselfout is oorzaak van de onbruikbaarheid van den zoogenaamden „Leistungs"-reguleur van Weiss? Hoe zou men, bij pompwerktuigen met onveranderlijke opvoerhoogte, automatisch de snelheid kunnen regelen naar een veranderlijk verbruik?

3. Geef een duidelijke beschrijving, toegelicht door eenvoudige schetsen, van de inrichting en werkingwijze van een zuiggasgenerator met bijbehorende reinigings- en drooginrichtingen. Onder welke omstandigheden bestaat er een evenwichtstoestand in den generator?

Een der vragen 1a en 1b naar keuze en de vragen 2 en 3 op een afzonderlijk blad te beantwoorden.

Een gunstig tentamen geeft vrijstelling van de betrokken vraag.

Tijd drie uren.

WERKTUIGBOUWKUNDE II.

1. Teekenen een Trickschuif met overstroming en het daarbij behoorend stoomschuif-diagram.

2. Is de Ljungström-stoomturbine een gelijk-druk turbine of een overdruk-turbine en waarom? Welke is de reden dat de afmetingen van deze turbine belangrijk kleiner zijn dan die van andere stoomturbines van overeenkomstig vermogen?

3. Welken invloed oefent de meer of minder groote vervormbaarheid van een fundatieplaat uit op de materiaalspanningen in een door die plaat gedragen krukas?

De vragen op afzonderlijke bladen te beantwoorden.

Een gunstig tentamen geeft vrijstelling van de betrokken vraag.

Tijd drie uren.

Examens gehouden in Januari 1918.

CANDIDAATS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Bouwkundig Ingenieur.

P. H. N. Briët. P. A. M. Siebers.
D. Jansen.

Werktuigkundig Ingenieur.

A. Bargeboer. F. W. Janssen.
E. A. Becker. W. C. Kool.
F. W. C. Blom. A. J. M. Ledeboer.
C. J. Bouten. W. Maas Geesteranus.
J. J. P. Cattel. F. Michielsen.
B. Dorhout Mees. G. J. Schott.
W. A. Harte. W. L. van Voorst Vader.
W. F. E. van Hasselt.

Scheepsbouwkundig Ingenieur.

G. de Rooy. M. W. Voogt.
L. Troost.

Electrotechnisch Ingenieur.

G. d'Aulnis de Bourouill. P. K. J. Leendertz.
H. F. Baart de la Faille. P. J. Lux.
B. H. Blankenberg. J. Noordhoek Hegt.
B. W. A. Bijvoet. F. C. Th. Schuver.
D. Coster. H. J. H. Swart.
N. Kloots. C. Vroon van Gestel.

Scheikundig Ingenieur.

H. H. Buss. J. J. Rinkes.
J. Coops (met lof). Mej. C. E. Rouffaer.
C. N. van Dis. J. H. Vermeulen.
F. P. P. van Groningen. Th. Wemmers.
Ph. J. de Kadt. E. L. Wermuth.
H. L. Matthijsen. C. J. de Wolff.
Th. P. L. Petit.

Mijn-Ingenieur.

Be Tiat Tjong. C. ter Haar.
W. C. Benschop Koolhoven. P. M. Matthijsen
W. F. C. Engelbert van G. Pott.
Bevervoorde (met lof). M. P. E. H. Thywissen.

INGENIEURS-EXAMEN.

Geslaagd voor:

Civiel-Ingenieur.

M. F. Adams. R. Klaij.
Mej. E. F. van den Ban. V. L. de Lannoy.
E. J. van der Beek. O. R. Maier.
G. A. de Boer. J. D. Mulder.
Jhr. F. E. C. Everts. H. Popping (met lof).
Jhr. A. E. Goldman. F. H. van Rijn.
G. B. R. de Graaff. F. Schuylenburg.
J. J. Groenema. J. Th. A. Stubbe.
J. W. L. Habraken. J. J. H. M. Verlinden.
F. J. van Haften. E. A. Voorneman.

Werktuigkundig Ingenieur.

J. Bos Azn.	J. Muysken (met lof).
W. Clignett.	N. P. Pel (met lof).
J. Janszen.	E. W. F. Schut.
C. Koning.	

Scheepsbouwkundig Ingenieur.

L. Asjes.	G. Cool.
-----------	----------

Electrotechnisch Ingenieur.

J. Th. van Asperen.	A. A. Lagaay.
C. M. Cool.	A. L. de Kok.
G. van der Harst.	J. Salm.
S. H. A. Hölzenspies.	W. Chr. M. J. Snijders.
L. van den Honert.	T. J. Tilma.

Scheikundig Ingenieur.

Chr. J. C. Aarts.	Mej. G. C. Krayenhoff
Mej. W. M. Deerns.	v. d. Leur.
Mej. E. Driessen.	H. W. Mauser Jr.
Cl. C. Driessen.	G. M. Mulder.
F. H. Esser.	Mej. M. M. J. Posthumus.
J. G. J. H. Ex.	J. H. W. Rost v. Tonningen.
J. van Giffen.	A. F. Rijken.
G. Goetbeek (met lof).	E. J. G. Schermerhorn.
Mej. H. W. de Groot.	E. H. Schippers.
W. Hoogendijk Jr.	J. S. Schippers.
J. W. Kessler.	J. F. Straatman (met lof).
Mej. J. C. Koopman.	Mej. J. Weisfelt.

Mijn-Ingenieur.

A. C. D. Bothé.	A. van Hoek.
A. Cosijn.	E. B. van der Marck.
G. H. Edixhoven.	O. Z. van Sandick.
G. J. Geursen.	J. H. W. Schäfer.
C. F. A. de Groot.	A. A. G. Schieferdecker.
A. Harting.	J. C. L. J. Seelig (met lof).

Berichten en Mededeelingen.

De Senaat van de Technische Hoogeschool te Delft heeft het doctoraat in de technische wetenschap honoris causa verleend aan Prof. dr. H. A. Lorentz. Op de receptie, die Prof. Lorentz te zijner huize te Haarlem hield ter gelegenheid van zijn 40-jarig hoogleeraarschap aan de Leidsche Universiteit, deed de Rector van de Technische Hoogeschool den jubilaris mededeeling van dit besluit van den Delftschen Senaat.

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 18 Januari 1918 No. 684¹ Afdeeling O. is voor het tijdvak van 18 Januari tot en met 31 Augustus 1918 benoemd tot assistent voor de microscopische anatomie aan de Technische Hoogeschool te Delft buiten bezwaar van 's Rijks schatkist E. Rosseels, tijdelijk Agnetapark Delft.

—0—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 25 Januari 1918 No. 1128 afdeeling O, is voor het tijdvak van 1 Februari tot en met 31 December 1918 benoemd tot bediende bij het laboratorium voor technische botanie aan de Technische Hoogeschool te Delft K. Wijnmalen Graswinkelstraat 56 te Delft.

Algemeen Nederlandsch Verbond.
Studenten-Afdeeling Delft.

Lezing: op Donderdag 14 Februari a.s., des avonds te half acht uur, in de Bibliotheek der T. H. (ingang Verwersdijk).

Spreker: de heer B. Stephan, w.i., privaat-docent aan de T. H. (Schrijver van: „Een dreigend gevaar: . . . De verduitsching van Nederland's handel, nijverheid en techniek”).

Onderwerp: „Een Nederlandsche toekomst voor Nederland”.

De toegang is vrij voor eerstejaars.

Dat wij dezen keer in het T. S. T. de aandacht vestigen op een lezing van de Stud.-Afd. Delft van het A. N. V., vindt zijn oorzaak in het feit, dat het hier een onderwerp betreft, dat voor de Nederlandsche techniek van het hoogste belang is. De lezing bedoelt, ons een inzicht te geven in het vreedzaam binnensluipen van Duitschen invloed in ons land en van de noodzakelijkheid, ons hiertegen krachtig te verzetten, willen we ons eigen nationaal karakter en onze zelfstandigheid niet prijsgeven. Onze spreker stelt zich hierbij voor, meer uitgebreid te behandelen het gebied van onzen toekomstigen werkkring in de Maatschappij.

Ieder Nederlander zal de groote beteekenis van het bedoelde vraagstuk beseffen.