

# 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. Stolberglaan 202, Den Haag, Weg- en Waterbouwkunde; . . . . .  
. . . . . Bouwkunde; J. R. SMIT, Maarten Trompstraat 20, Werktuigbouwkunde, Wis- en Natuurkunde;  
A. RIBBENS, Geer 64, Scheepsbouwkunde; P. J. LUX, 2<sup>e</sup> Ant. Heinsiusstraat 85, Den Haag, Electrotechniek;  
L. W. H. VAN OYEN, Piet Heinstraat 58, Delft, en C. J. H. M. VAN ZEE, Kanaalweg 17, Scheikunde; W. H. HETZEL,  
Piet Heinstraat 58, Delft, Mijnbouwkunde; G. D. BOERLAGE, Heemskerkstraat 28, Luchtvaart; B. BÖLGER,  
Economie, Theresiastraat 75, Den Haag; en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T.H.

Abonnementprijs per jaar f 5,—.

Verschijnt minstens 12 maal per jaar.

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

9<sup>e</sup> Jaargang. No. 3. 22 Maart 1919.

Het Arsanilzuur en zijne derivaten.

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 richte men zich tot de Administratie: Binnenwatersloot 33.

Over de abonnementsgelden wordt vóór de Kerstvacantie beschikt.

Opzegging van abonnement moet schriftelijk bij de Administratie vóór 1 October geschieden, gebeurt dit niet, dan wordt men wederom als abonné voor den loopenden jaargang ingeschreven.

## Inhoud.

- Het Arsanilzuur en zijne derivaten*, door Cl. G. Dr.  
*Eenige opmerkingen over éénvoudig statisch onbepaalde vakwerken*, door H. J. Oosterbeek.  
*Het Perpetuum mobile*, door J. W. F. Jansen.  
*Geologische excursie in Zuid-Limburg*, door B.  
*Boekbespreking.*  
*Studiebelangen:*  
*De C. C. en de studie te Delft.*  
*Technische Hoogeschool:*  
*Propaedeutische examens vóór de Zomervacantie 1919.*  
*Afd. der Scheikundige Technologie.*  
*Berichten en mededeelingen.*  
*Vragenrubriek.*

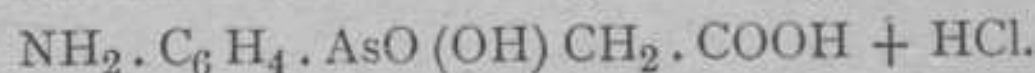
## INLEIDING.

Benda, Berthelm & Karrer, doch voornamelijk Ehrlich, hebben de aromatische arseenverbindingen onderzocht.\*) Het uitgangspunt hunner onderzoekingen was het bepalen van de constitutie van *p*-amino-phenylarsinezuur,  $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{AsO}(\text{OH})_2$ , welk zuur, analoog aan sulfanilzuur, met den naam van arsanilzuur werd bestempeld.

Bij de bereiding uit aniline en arseenzuur, werd de gelijktijdige vorming van een secundair derivaat, het *diaminodiphenylarsinezuur*,  $(\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4)_2 \text{AsO}(\text{OH})$  waargenomen.

Uit de homologen en halogeenderivaten van het aniline werden substitutieprodukten van het arsanilzuur gewonnen. Paraprodukten reageerden meestal moeilijk en gaven derivaten van het *o*-amino-phenylarsinezuur. Het arsanilzuur vereenigt zich met aldehyden, bv. dimethyl-amino-benzaldehyde, tot goed gekarakteriseerde verbindingen; het wordt glad gediazoteerd, en het vervangen van de diazogroep door OH, Cl enz. gelukt zonder dat daardoor de arsinzuurgroep wordt aangetast. Organische zuurchloriden leveren acylverbindingen (arsacetin) en gemakkelijk vormen zich het *p*-arsenophenyl glycine, urethaan carbamine en thiocarbamine. Belangrijk is ook het anthranilarsinezuur (verkregen door oxydatie van methyl-*p*-acetaminophenylarsinezuur) hetwelk overgevoerd kon worden in salicylarsinezuur.

Een ruim arbeidsveld opende zich, toen Ehrlich de reductieprodukten van het arsanilzuur en zijne derivaten onder handen nam. Het eerste feit was de bereiding van een *p*-amino-phenylarsinoxyde,  $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{AsO}$ , waaruit door verdere reductie het *p*-*p*'-diaminoarsenobenzol,  $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 - \text{As} = \text{As} - \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2$  ontstond. Deze reductie-produkten zijn belangrijk reactiever en onbestendiger dan het uitgangsmateriaal. Het arsenobenzol-derivaat addeert zeer gemakkelijk zuurstof, maar ook het aminophenylarseenoxyde addeert zeer gemakkelijk en verbindt zich bv. met chloorazijnzuur tot (+ 1 mol.  $\text{H}_2\text{O}$ ):



\*) „Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft” 1916, 1, 49, 1, pag. 1247.

Onder de talrijke arsenoverbindingen welke men nu maakte, waren belangrijk: *p.p'*-arsenophenyl-glycin, *p.p'*-arsenophenyl-oxyazijnzuur, *p.p'*-arsenophenyl-thioglykolzuur en *p.p'*-dioxy-arsenobenzol. De bereiding dezer verbindingen is buitengewoon lastig, daar ze reeds aan de lucht worden geoxydeerd. Het gelukte Ehrlich, door nitreeren van *oxatylarsanilzuur* een nitrogroep op de orthoplaats t. o. v. de aminogroep in te voeren. Door de oplossing van het nitroaminozuur met kali te verwarmen, werd  $\text{NH}_2$  door  $\text{OH}$  vervangen, en men verkreeg *p-oxy-m-nitrophenylarsinezuur*. Dit levert door intensieve reductie het *p.p'*-dioxy *m.m'*-diamino-arsenobenzol of *salvarsan*. Talrijk is het aantal derivaten van deze verbinding; ook de isomeren werden op verschillende manieren verkregen. De belangrijke, gemakkelijk-oplosbare verbinding, het *neosalvarsan*, wordt verkregen door condensatie van diamino-dioxy-arsenobenzol met *formaldehyde-sulfoxylaet*. Ook een gemakkelijk oplosbaar *salvarsan-dicarbonzuur* is bekend. Van de derivaten van het iso-salvarsan (*p.p'*-diamino-*m.m'*-dioxy-arsenobenzol) verdient de dichloorverbinding onze belangstelling.

Behalve de amino-oxyverbindingen werden ook de polyamino-verbindingen bereid; de hexaaminoverbinding en zijne derivaten hebben therapeutische waarde.

#### Para-amino-arylarsinzuren.\*)

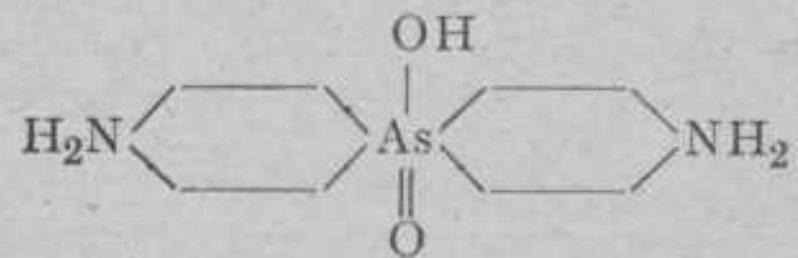
Deze zuren behooren tot de primaire arsinezuren met gesubstitueerde koolwaterstofrest. De groep van de gesubstitueerde primaire arylarsinverbindingen, welke tot ongeveer 1906 slechts weinige vertegenwoordigers telde, is sedert dien belangrijk groter geworden. Den stoot daartoe gaf de systematische chemotherapeutische bewerking van het arseen-gebied door Ehrlich, die voor biologische onderzoekingen altijd nieuwe verbindingen door zijne mede-arbeiders liet vervaardigen. Mogelijk werden de talrijke syntheses echter eerst, nadat Ehrlich en Berthelm de vorming hadden geconstateerd van de reactieve *amino-arylarsinzuren* toen zij *primaire aminen* met *arseenzuur* verhitten. Van hieruit leidde de weg tot talrijke gesubstitueerde arsinezuren.

Ehrlich ontdekte gedurende zijne onderzoekingen, dat de verbindingen met *driewaardig* As therapeutisch gunstiger werkten dan die met het *vijfwaardige* As. De aldus verkregen arsinezuren, grootendeels vervaardigd met behulp van nieuwe methoden, werden overgevoerd in gesubstitueerde arsinen, chloorarsinen, arsinoxyden, zwavelhoudende verbindingen en in arsenoverbindingen, welke laatste uit een biologisch-therapeutisch standpunt, zéér belangrijk zijn geworden. De groote waarde van de gesubstitueerde arsinezuren ligt dus daarin, dat zij het uitgangsmateriaal vormen voor de synthese van andere, therapeutisch meer werkzame substanties. Echter worden ook sommige arsinezuren als zoodanig of in den vorm van zouten, in de geneeskunde aangewend.

De amino-arylarsinzuren in 't bijzonder, verkrijgt men door direkte synthese, wanneer men primaire aminen met arseenzuur smelt. Reeds in het jaar 1863 had Béchamps bij het verhitten van arseenzure aniline een krystallijne massa verkregen, welke hij echter voor *orthoarseenzuur-aniline*,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHAsO}(\text{OH})_2$  hield. Ehrlich & Berthelm toonden aan dat het product van

Béchamps de arseenzurrest zoowel als een primaire aminogroep aan de benzolkern gebonden houdt, dus een *aminophenylarsinezuur*,  $\text{H}_2\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{AsO}_3\text{H}_2$  is. Het proces, dat tot de vorming leidt van het aminophenylarsinezuur, stelden zij parallel met het ontstaan van sulfanilzuur bij het verhitten van zwavelzure aniline, betitelden dan ook dit proces als „arseneering”, de reactieproducten als „arsanilzuren”. De reactie is verder door Benda onderzocht.

Men moet bij het arseneeren een overmaat amine nemen; de reactie verloopt in 't algemeen bij  $170^\circ$  tot  $200^\circ$ . Vervolgens giet men de smelt in water, maakt alkalisch en verwijdert onveranderd amine. Zoo noodig wordt nu vervolgens door barythydraat arseenzuur en gevormd arsenigzuur geprecipiteerd, dan door zoutzuur het ruwe arsinezuur neergeslagen. Dit is nu dikwijls verontreinigd door een secundair arsinezuur, dat er naast ontstaat, doordat 1 mol. orthoarseenzuur met 2 mol. amine reageeren. Dit nevenproduct heeft de constitutie



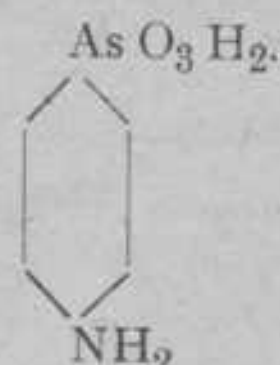
van een diamino-diphenylarsinezuur. Om het ruwe arsinezuur te reinigen, lost men het in zooveel sterke natronloog op, dat de vloeistof juist zwak alkalisch op lakmoes reageert; uit deze oplossing slaat alcohol inderdaad slechts het natriumzout van het primaire aminoarsinezuur neer, terwijl de verontreinigingen, voornamelijk de secundaire verbindingen, in de moederloog achter blijven.

Bij het arseneeren van aniline treedt de arseenzurrest in de *para*-stand t. o. v. de *stikstof*. Dit volgt uit het feit dat het gevormde amino-phenyl-arsinezuur bij verwarming met jood-kalium, en verdund zwavelzuur glad in *para-joodaniline* overgaat. Met behulp van dezelfde reactie kan worden vastgesteld, dat ook bij homologen van aniline (en gesubstitueerde aniline) de arseenzurrest steeds den *para*-stand t. o. v. de *stikstof* opzoekt, in zoverre deze vrij is. Is de *para*-stand bezet, zoo volgt of in 't geheel geen arseneering, of de arseenzurrest treedt in de *ortho*-plaats; *ortho* arsanilzuren worden dan, meestal met slecht rendement, gevormd.

De amino-aryl-arsinezuren, welke de basis voor talrijke syntheses vormen, zijn zeer reactief. Vooral zijn zij buitengewoon goed te diazoteeren, het diazoteeringsproces verloopt dikwijls zoo glad, dat het nitrietverbruik voor de quantitative bepaling van het arsinezuur kan dienen. (Benda).

De *diazo*-arylarsinezuren toonen enerzijds de typische diazoplittingsen, anderzijds kunnen zij met azokleurstof-komponenten tot kleurstoffen gekoppeld worden, die, — zelfs bij 't nemen van basische componenten — door de aanwezigheid van de arseenzurrest, in alkaliën oplosbaar zijn.

Keeren we echter terug tot de *para*-amino-aryl-arsinezuren en in 't bijzonder tot *4-aminophenyl-arsinezuur* of *arsanilzuur*:



\*) Dr. Hans Schmidt: Die aromatischen Arsenverbindungen.  
Dr. M. Nierenstein: Organische Arsenverbindungen und ihre chemotherapeutische Bedeutung.  
Dr. A. Berthelm: Handbuch der organische Arsenverbindungen.

Dit buitengewoon gewichtige amino-aryl-arsinzuur ontstaat door arseneering van aniline. Het werd, zooals in 't voorgaande werd opgemerkt, met eenige zijner zouten reeds in het jaar 1863 door Béchamps bestudeerd, maar voor ortho-arseenzuur-aniline gehouden. De juiste constitutie bepaalden Ehrlich & Bertheim, en zij bewezen in het kort het volgende:

1. De verbinding is *geen anilide*, omdat zij onder omstandigheden, waarbij aniliden, vooral die van anorganische zuren, *verseept* worden, volkomen bestendig is.

2. De verbinding bevat een *primaire aminogroep*, wat zij laat zich gemakkelijk *diazoteeren* en in azokleurstoffen overvoeren en vormt een intensief rood condensatieprodukt met  $\beta$ -naphthochinon-sulfonzuur natrium. Al deze derivaten bevatten nog den *arseenzuurrest*, daarom is:

3. de arseenzuurrest aan de benzolkern verankerd; m. a. w. de verbinding is een aromatisch arsinzuur. Dit volgt ook uit haar gedrag tegenover *magnesia* en *calciumchloride*, evenals uit het feit dat de arseenzuurrest door jodium gemakkelijk vervangen wordt; hierbij ontstaat uitsluitend:

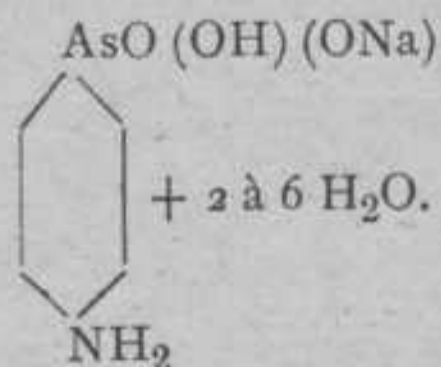
4. *parajoodaniline*, dus staan arseenzuurrest en aminogroep t. o. v. elkaar in den para-stand.

Het p-aminophenyl-arsinzuur of arsanilzuur dus, zooals men het door arseneering van aniline verkrijgt, wordt zuiver verkregen als het mononatriumzout; dit ontleedt men dan door de aequivalente hoeveelheid HCl. Het arsanilzuur vormt witte naalden, die in koud water moeilijk, in warm gemakkelijk oplosbaar zijn; de oplossing reageert zuur. Het zuur is gemakkelijk oplosbaar in methylalcohol, moeilijker in aethylalcohol en ijszijn, terwijl aether, aceton, koolwaterstoffen de verbinding nauwelijks oplossen. Als zuur is arsanilzuur in alkaliën gemakkelijk oplosbaar; het vertoont echter ook *basische* eigenschappen, daar het oplost in overmaat verdund mineraalzuur. Van deze eigenschappen kan men dikwijls gebruik maken, om arsanilzuur van diegenen zijner derivaten te scheiden, die minder basisch, dus sterker zuur reageeren, en daarom niet meer oplosbaar zijn in verdunde minerale zuren (bv. acetarsanilzuur, gehalogeneerde arsanilzuren enz.) Bij verhitting is het p-aminophenylarsinzuur bestendiger dan zijne isomeren; het ontleedt zonder feitelijk smeltpunt eerst bij  $300^{\circ}$ .\*)

De chemische eigenschappen van het arsanilzuur zijn inderdaad vervat in bovenvermeld constitutie-bewijs. Nogmaals willen we wijzen op de gladde diazoteerbaarheid, welke zich eigent voor titrimetrische bepalingen.

#### Zouten van het arsanilzuur.

4-aminophenyl-arsinzuur natrium, „arsanilaat”, „*atoxyl*” (in Engeland ook „soamin” genoemd):



Dit reuklooze zout wordt verkregen, wanneer men arsanilzuur in zooveel natron oplost, dat de oplossing op lakmoes neutraal of hoogstens zeer zwak alkalisch reageert; het vormt een wit krystalpoeder of kleurlooze naalden. Al naar de omstandigheden, waaronder de krystallisatie

plaats heeft, voornamelijk of men zuiver of alcoholisch water bezigt, bevat het zout 2—6 mol. krystalwater. In  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{CH}_3\text{OH}$  is het gemakkelijk oplosbaar, bijna onoplosbaar daarentegen in  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Voegt men aan de geconcentreerde waterige oplossing een aequivalente hoeveelheid, mineraal zuur of overmaat  $\alpha$ zijnzuur toe, dan wordt het arsanilzuur bijna quantitatief neergeslagen. Door omzetting met zouten van zware metalen of alkaloïden, kan men uit het natriumzout andere zouten van het arsanilzuur verkrijgen. Het arsanilzuur natrium is eerst in het jaar 1902 onder den naam „*Atoxyl*” door de „Vereinigten chemischen Werken, A.-G., Charlottenburg”, als een weinig giftig arsenikaal in den handel gebracht. In hetzelfde jaar doen Ehrlich & Shiga gewichtige chemotherapeutische proefnemingen om parasitaire ziekten door injectie van chemikaliën te genezen. Bij hun arbeid probeerden beiden de werking van het *atoxyl* ook op trypanosomen, doch hun stam, toenmaals de eenig aanwezige in het instituut, behoorde tot diegenen welke niet met arsenikaliën reageeren. Men kon daarom geen invloed waarnemen.

Een ander resultaat bereikten in het jaar 1905 Thomas en Breinl in het Tropen-Instituut te Liverpool; deze hadden een anderen, tegenover arseen, buitengewoon gevoeligen parasitenstam in handen, en konden daarom een gunstige inwerking op trypanosomiasis constateeren.

Toen Ehrlich zich nu weer met het *atoxyl* ging bezig houden, deed hij in 1905 de verrassende ontdekking, dat het preparaat in mineraalzure-oplossing *salpeterigzuur verbruikte*, en daardoor de eigenschap verkreeg, zich met azokomponenten tot azokleurstoffen te koppelen, die evenwel nog de arseengroep bevatten. Dit feit was nu niet in overeenstemming te brengen met de toenmalige opvatting dat nl. het *atoxyl* een *metaarseenzuur-anilide* was met de formule  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHAsO}_2$ . Ehrlich en Bertheim onderzochten dit en stelden vast. (1906):

1e. dat het *atoxyl* geen anilide, maar het *mononatriumzout* van een zuur is;

2e. dat dit zuur de arseenzuurrest en een primaire aminogroep aan de benzolkern gebonden, bevat en wel in den parastand t. o. v. elkaar; m. a. w. dat aan dit zuur de structuur van het *para-amino-phenylarsinzuur* toekomt. Dit feit werd het uitgangspunt voor de grootsche chemotherapeutische onderzoekingen van Ehrlich en daardoor voor de nieuwere ontwikkeling van de arseenchemie, welke juist ook door de biologie zoo waardevol is geworden. Zoolang men het *atoxyl* had aangezien voor een vertegenwoordiger van de klasse der gemakkelijk splitsbare aniliden was zijne chemotherapeutische waarde onbelangrijk. Nadat men echter tot het inzicht gekomen was dat deze verbinding een bestendig anilinsinzuur was, werden menigvuldige reacties en syntheses door Ehrlich en zijne mede-arbeiders verricht. In de eerste plaats waren deze experimenten biologisch zeer belangrijk. De systematische arbeid van Ehrlich leverde tenslotte op het salvarsaan, een geneesmiddel dat het *atoxyl* verre overtreft.

Zooals we reeds vermelden, kan *atoxyl* *trypanosomiasis* gunstig beïnvloeden. Daarop werd het gebruikt tegen de zooveel verwoesting aanrichtende, door trypanosoma gambiense veroorzaakte *slaapziekte* van den mensch. De proefnemingen hadden in 't begin resultaten, en zoo ging men er toen toe over, *atoxyl* ook bij andere ziekten, nl. de *spirillosen*, en voornamelijk bij *sypilis* in toepassing te brengen. Ging men echter tot werkzame grotere dosen over, dan constateerde men in vele

\*) Bij  $150^{\circ}$  verliest het zuur 1 mol.  $\text{H}_2\text{O}$ , misschien onder vorming van het anhydride.



Een monozilverzout van het arsanilzuur,  $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \text{AsO}_3 \text{AgH} (?)$ , *silveratoxyl* genaamd, wordt aanbevolen tegen *sepsis*.

(Wordt vervolgd).

## Eenige opmerkingen over enkelvoudig statisch onbepaalde vakwerken,

door H. J. OOSTERBEEK.

We zullen aantonen dat het somtijds mogelijk is zulke vakwerken zoo te maken, dat bij een gegeven belasting de normaalspanning  $\sigma$ , afgezien van het teeken, in alle staven dezelfde is (vakwerk van gelijken weerstand).

Afgezien van eenig elementair cijferwerk, is het onderzoek naar die mogelijkheid zéér eenvoudig.

Laat  $AB$  (zie fig. 1) de overtollige staaf zijn. Neem  $AB$  weg. Er ontstaan in het overblijvende hoofdsysteem bekende spankrachten  $S_1 S_2 S_3$  enz.

Breng aan, gericht volgens de lijn  $AB$ , in  $A$  en  $B$  twee gelijke en tegengestelde krachten; elk van 1 Ton; vooraf worden de belastingen verwijderd. In het hoofdsysteem ontstaan nu bekende spankrachten  $s_1 s_2 s_3$ , enz.

Als in de overtollige staaf  $AB$  een statisch onbepaalde kracht  $x$  optreedt, zullen de eindspankrachten dus zijn  $(S_1 + x s_1)$ ;  $(S_2 + x s_2)$ ;  $(S_3 + x s_3)$ ; enz.; en de kracht  $x$  in de overtollige staaf.

De vormveranderingsarbeid  $\mathcal{A}$  is:

$$\mathcal{A} = \sum \frac{(S + x s)^2 l}{2 E F}$$

De sommeering uitstrekken over alle staven, met inbegrip der overtollige staaf, waarvoor  $S = 0$  en  $s = 1$ .

Omdat  $x$  een inwendig statisch onbepaalde is, zal volgens CASTIGLIANO zijn:

$$\frac{\delta \mathcal{A}}{\delta x} = \sum \frac{(S + x s) s l}{E F} = 0$$

Practisch is  $E$  voor alle staven dezelfde en staat hier:

$$x = - \frac{\sum \frac{S s l}{F}}{\sum \frac{s^2 l}{F}} \dots \dots \dots (1)$$

waaruit blijkt dat  $x$  zal afhangen van de staafdoorsneden  $F$ .

We kiezen nu  $F$  zoodanig dat in  $F = \frac{(S + x s)}{\sigma}$  de  $\sigma$  overal dezelfde waarde verkrijgt; de verticale strepen geven aan dat de absolute waarde wordt bedoeld, want  $\sigma$  kan positief en negatief zijn; en  $F$  bezit uiteraard geen teeken.

Overgebracht in (1) valt de toegelaten spanning  $\pm \sigma$  er uit; er komt:

$$x = - \frac{\sum \frac{S s l}{|(S + x s)|}}{\sum \frac{s^2 l}{|(S + x s)|}} \dots \dots \dots (2)$$

Geeft men in het 2<sup>e</sup> lid van (2) aan  $x$  een willekeurige waarde en becijfert men dit lid, dan zal in het algemeen de uitkomst verschillen van de aangenomen  $x$ .

Maar bepaalt men  $x$  zóó dat  $\sum |(S + x s) l|$  zoo klein mogelijk wordt, dan zal er steeds volkomen overeenstemming worden gevonden.

Als men  $x$  zoo kiest dat  $U = \sum |(S + x s) l|$  zoo klein mogelijk wordt, beteekent dit dat  $I = \sum F l$ , dus de ijzerinhoud, zoo klein mogelijk wordt; de aangenomen toelaatbare spanning  $\sigma$  speelt hierbij geen andere rol dan die van een evenredigheidsfactor.

We spreken dan ook uit de stelling:

*Een eenvoudig statisch onbepaald vakwerk is van gelijken weerstand als de statisch onbepaalde een grootte bezit die den ijzerinhoud van het geheele vakwerk zoo klein mogelijk maakt.*

Het bewijs is eenvoudig. Want we kunnen nu schrijven:

$$\mathcal{A} = \sum \frac{(S + x s)^2 l}{2 E \frac{(S + x s)}{\sigma}} = \frac{+\sigma}{2 E} \sum |(S + x s) l| = \frac{+\sigma}{2 E} U$$

Als  $U$  zoo klein mogelijk is gemaakt, zal dus ook  $\mathcal{A}$  zoo klein mogelijk zijn; en dit is juist hetgeen ligt opgesloten in het beginsel van den minimum vormveranderingsarbeid.

De uitdrukking  $U$  is, omdat we te maken hebben met een lineaire functie, doch bovendien met de absolute waarden, niet geschikt voor differentiatie. Het gemakkelijkst vindt men de kleinste waarden door probeeren, waarbij eventueel het gecijfer ondersteund wordt met een gelijktijdig geschetste kromme.

We noemen een waarde van  $x$  die  $U$  zoo klein mogelijk maakt voortaan gemakshalve een „wortel.”

In het algemeen bezit  $U$  meerdere wortels.

Op grond van deze wortels kunnen we de bedoelde vakwerken onderscheiden in twee hoofdsorten.

Vatten we de wortels op als punten van een lijnsegment. Dan kan het geval zich voordoen dat elk punt van dit segment een wortel is. Zulke vakwerken zullen we noemen „ongedwongen statisch onbepaalde vakwerken.”

Wanneer er op het lijnsegment slechts enkele wortels, dus een aftelbaar aantal, liggen, noemen we het vakwerk „gedwongen statisch onbepaald.”

De verklaring dezer benamingen zal weldra duidelijk worden.

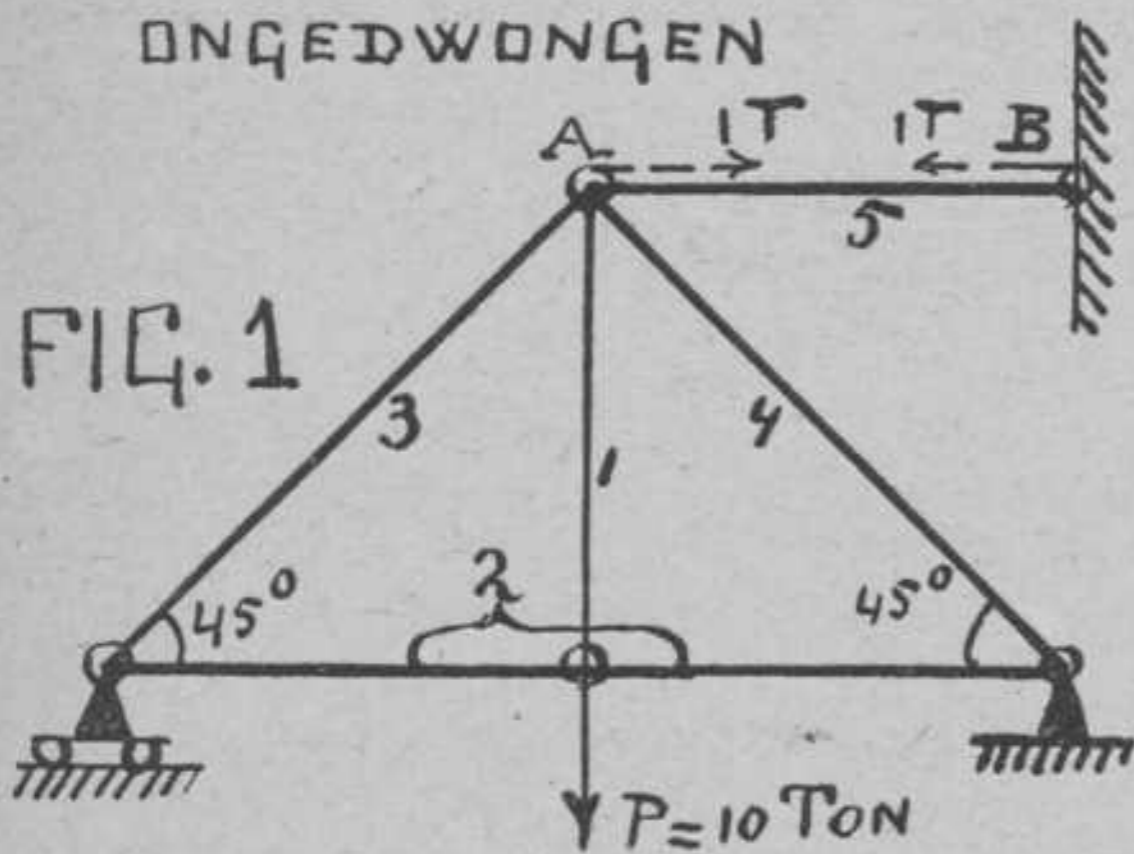
Als een wortel  $x$  zoodanig is dat voor één of meer staven  $(S + x s)$  nul wordt, zal  $F$  van die staaf nul moeten wezen; de staaf zal dimensieloos moeten zijn; ze zal niet stoffelijk aanwezig mogen zijn als men wil handhaven het karakter van een vakwerk van gelijken weerstand. Doch laat men ze weg dan verliest het vakwerk tegelijkertijd zijn statisch onbepaald karakter. Handhaaft men dit karakter door de betreffende staaf of staven niet weg te laten, dan „dwingt” men dus het vakwerk statisch onbepaald te blijven. Zulke „gedwongen” vakwerken kunnen niet zijn van gelijken weerstand.

Vullen de wortels een zeker lijnsegment dan zal het steeds mogelijk wezen voor  $x$  een zoodanige waarde te nemen dat voor geen enkele staaf  $(S + x s)$  nul wordt; geen enkele staaf behoeft weg te blijven; met handhaving van het beginsel van gelijken weerstand wordt het vakwerk „ongedwongen statisch onbepaald”.

Bij gedwongen vakwerken geven de wortels  $x$  de overgangen van statisch onbepaalde in statisch bepaalde vakwerken, zoodra die wortels een der uitdrukkingen  $(S + x s)$  nul maken. We laten hier voorloopig onbesproken de mogelijkheid dat dit niet het geval zou zijn en merken alleen op dat waarden  $x$  die  $(S + x s)$  nul maken onder de wortels moeten voorkomen.

Ter nadere toelichting en aanwijzing volgen hier eenige eenvoudige voorbeelden.

**Voorbeeld I.** Het vakwerk van fig. 1 is „ongedwongen statisch onbepaald”. Dit blijkt uit het volgende onderzoek, waarbij staaf  $AB$  als „overtollig” werd aangenomen.



Analytisch te werk gaande, is opgeschreven de tabel links van de dubbele verticalen. Ter afkorting is ingevoerd:

$$x = -\frac{\sum T}{\sum N}; \quad T = \frac{Ss l}{|S + xs|}; \quad N = \frac{s^2 l}{|S + xs|}$$

Staafn.	lengte $l$	$S$	$s$	$S l$	$s l$	$S s l$	$s^2 l$	$ S + xs $	$T$	$N$
1	1	+ 10	0	+ 10	0	+ 0	0	10	0	0
2	2	+ 5	$-\frac{x}{2}$	+ 10	- 1	- 5	$+\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	- 2	$+\frac{1}{5}$
3	$\sqrt{2}$	$-5\sqrt{2}$	$+\frac{1}{2}\sqrt{2}$	- 10	+ 1	$-5\sqrt{2}$	$+\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{5}{2}\sqrt{2}$	- 2	$+\frac{1}{5}$
4	$\sqrt{2}$	$-5\sqrt{2}$	$-\frac{1}{2}\sqrt{2}$	- 10	- 1	$+5\sqrt{2}$	$+\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{15}{2}\sqrt{2}$	$+\frac{2}{3}$	$+\frac{1}{15}$
5	1	0	+ 1	0	+ 1	0	+ 1	5	0	$+\frac{1}{5}$

$$x = -\frac{\sum T}{\sum N} = + 5 \text{ (controle).}$$

$$\sum T = \frac{-10}{3} \quad \sum N = + \frac{2}{3}$$

$$U = \sum |(S + xs) l| = \sum \begin{matrix} + \\ + \end{matrix} |(S + xs) l| + \sum \begin{matrix} - \\ - \end{matrix} |(S + xs) l| + \sum \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} |(S + xs) l| + \sum \begin{matrix} - \\ + \end{matrix} |(S + xs) l|$$

We beschouwen dus achtereenvolgens de staven met  $+S$  en  $+s$ ;  $-S$  en  $-s$ ;  $+S$  en  $-s$ ;  $-S$  en  $+s$ . Een spankracht nul geven we het teken van de nevenstaande spankracht. We onderstellen eerst  $x$  positief en daarna negatief.

$$U = | + 10 + 0 | + | 0 + x | + | - 10 - x | + | + 10 - x | + | - 10 + x |$$

$$U = + 10 + x + (+ 10 + x) + 2 | + 10 - x | = + 20 + 2x + 2 | + 10 - x |$$

$U$  is constant en zoo klein mogelijk voor alle waarden  $x$

tusschen  $x = 0$  en  $x = + 10$ ; met inbegrip der eindpunten  $x = 0$  en  $x = + 10$ . De positieve wortels beslaan dus een lijnsegment.

Nemen we nu  $x$  negatief, dan komt er  $U = 30 + 3x + | - 10 + x |$  waaruit blijkt dat alleen  $x = 0$  kan voldoen.

De wortels  $x = 0$  en  $x = + 10$  zijn bijzondere wortels. We verwerpen ze, omdat ze het statisch onbepaalde karakter verloren zouden doen gaan.

Zoo moet met  $x = 0$  de staaf 5 dimensieloos worden. Terwijl met  $x = + 10$  zulks het geval zou zijn voor de staven 2 en 3.

Automatisch vinden we hier dus statisch bepaalde vakwerken, die zoo gunstig mogelijk zijn wat betreft den ijzerinhoud. Ze bestaan uit de staven 1, 2, 3, 4; of uit de staven 1, 4 en 5. En ze zijn beiden precies even gunstig. Een vakwerk dat bestond uit de staven 1, 2, 3, 5 zou eveneens nog statisch bepaald en stabiel zijn, doch zou theoretisch meer ijzer vorderen.

We kiezen nu een willekeurig punt op het lijnsegment; bij voorbeeld  $x = + 5$ ; we vullen de tabel verder in rechts van de dubbele verticalen; allereerst de kolom  $|S + xs|$ ; en daarna de andere kolommen. Als controle vinden we inderdaad dat  $x = + 5$  wordt.

Maar we hadden evengoed  $x = 5,1$  of  $x = 8,7$  of zoo iets kunnen nemen; men overtuigt zich dat de ijzerinhoud in beide gevallen dezelfde is en kleiner dan wanneer men voor  $x$  aanneemt, ter bepaling van de profielen  $F = \frac{S + xs}{\sigma}$ , een waarde gelegen buiten het lijnsegment.

Het spreekt vanzelf dat de constructeur, die gebonden is aan andere voorwaarden dan de genoemde — technische en economische eischen beheerschen zijn ontwerp — aan deze theoriën meestal weinig houvast zal hebben, al zijn ze ook niet geheel zonder praktische beteekenis.

**Voorbeeld II.** Een schijnbaar kleine wijziging maakt van het ongedwongen vakwerk van fig. 1 een „gedwongen vakwerk” volgens fig. 2.

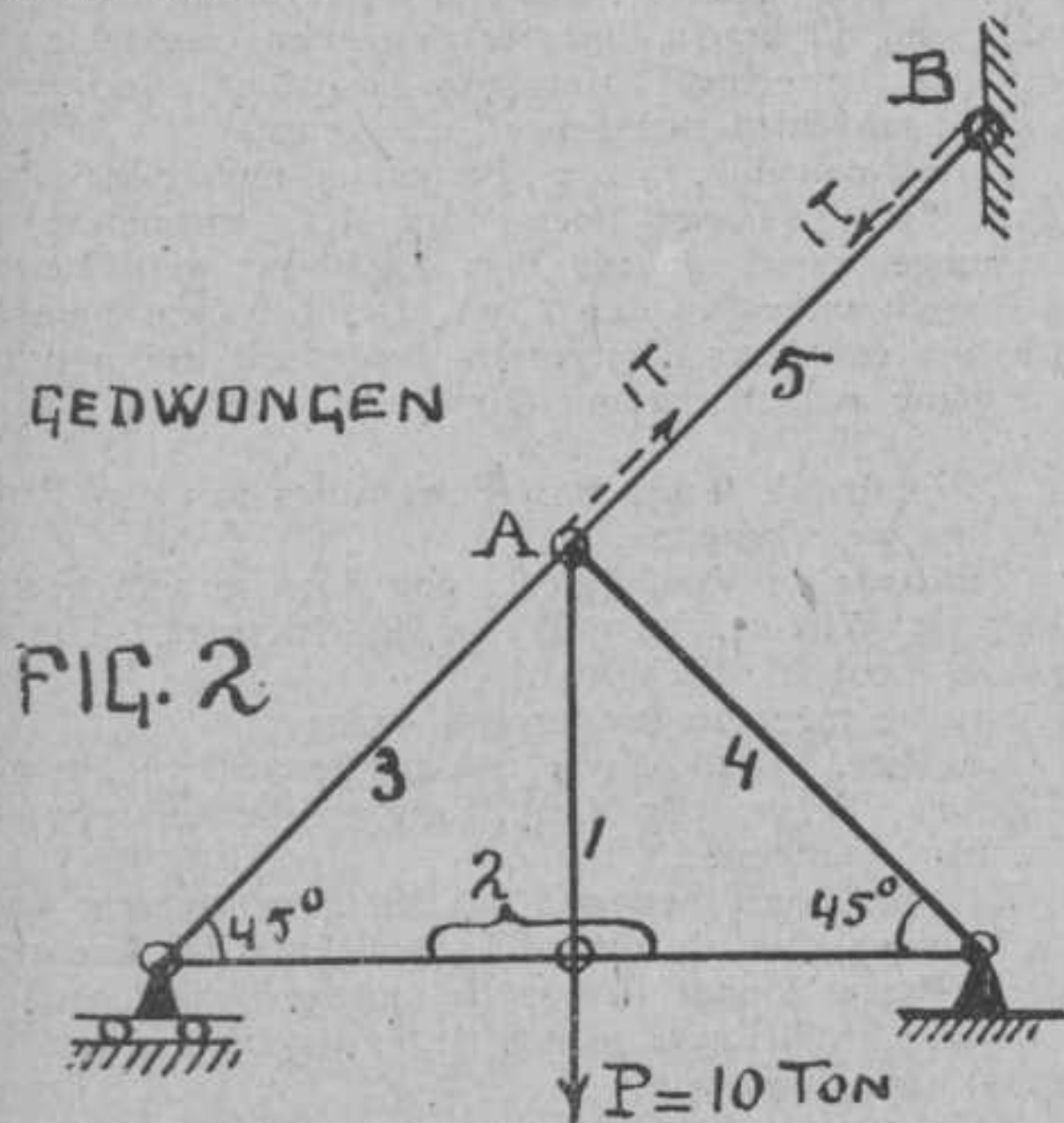
Op dezelfde wijze als hierboven vinden we dat er maar twee wortels zijn:

$$x = 0 \quad \text{en} \quad x = + \frac{10}{\sqrt{2}}$$

Doch voor  $x = 0$  wordt staaf 5 dimensieloos.

En voor  $x = \frac{+10}{\sqrt{2}}$  worden de staven 2 en 3 dimensioneloos.

In beide gevallen ontstaat een statisch bepaald vakwerk met minimum ijzerinhoud; deze is voor beide gevallen dezelfde.



Dwingen we, door geen staven uit te laten, het vakwerk tot statische onbepaaldheid, dan kunnen we het dus niet construeeren als een vakwerk van gelijken weerstand.

Tusschen de vakwerken fig. 1 en fig. 2 is mitsdien een zeer wezenlijk verschil. Dit verschil uit zich ook nog op andere wijze. Zonderen we staaf 1 uit, die steeds aanwezig moet blijven, dan kunnen we in fig. 1 elke staaf weglaten. Maar in fig. 2 kan zulks niet. Daar moet staaf 4 steeds aanwezig blijven; immers als we staaf 4 wegnemen gaan de 3 reactiekrachten door één punt (het linker oplegpunt); ze kunnen  $P$  niet in evenwicht houden; het vakwerk zou labiel worden.

Meer zullen we van dit overigens zeer belangwekkende onderwerp niet zeggen. De belangstellende moet zelf het veld maar verder verkennen. Menig theoretisch bloempje is daar nog te plukken, ook bij meervoudig statisch onbepaalde vakwerken.

### Het Perpetuum mobile.

Dit onderwerp leek mij interessant genoeg, om het eens in het T. S. T. te behandelen.

Ik zou die behandeling dan in eenige gedeelten willen splitsen, nl.

- (a) Wat moeten we verstaan onder een P. m., en hoe dacht men zich dit vroeger.
- (b) Iets omtrent de geschiedenis er van.
- (c) Voorstanders en bestrijders.
- (d) Eenige eigenaardige uitvindingen op dat gebied.

a. Wat is onder een P. m. te verstaan?

Een P. m. is een zoodanige inrichting, die, wanneer ze éénmaal in beweging is gesteld, deze beweging zal behouden, zonder daarvoor ooit eenige nieuwe uitwendige kracht te behoeven.

Volgens deze definitie is dus een werktuig, dat door invloeden uit de natuur voortdurend in beweging wordt gehouden, geen perpetuum. Daarbij denk ik b.v. aan een voorstel, dat vroeger wel eens geopperd is, nl. om een klok voortdurend op te winden door middel van de getij-beweging van het zeeoppervlak; men zou dan wel iets gekregen hebben, dat voortdurend was blijven bewegen, maar daarvoor was ook telkens een uitwendige kracht noodig.

Vroeger was het de bedoeling van hen, die naar een P. m. zochten, een machine te vinden, die niet alleen eeuwig in beweging zou blijven (afgezien van het slijten der materialen), maar die ook nog in staat zou zijn andere werktuigen aan te drijven.

Er waren er echter ook, die zich tevreden stelden met het zoeken naar een werktuig, dat alleen maar in voortdurende beweging zou blijven.

Van welke bijzondere veronderstellingen sommigen hunner uitgingen, zal onder (d) blijken.

b. Wat de geschiedenis van dit onderwerp aangaat, kan opgemerkt worden, dat het al van ouds een dankbaar iets is geweest voor velen, om eens van hun vernuft te doen blijken.

Ondankbaar was het probleem echter in hooge mate, als we zien naar de behaalde resultaten.

Immers, elke uitvinding in de bedoelde richting was voorbestemd om te mislukken; hoe vernuftig ze overigens mocht zijn, de voornaamste tegenwerkende factor, de wrijving, kon nooit opgeheven worden. Bovendien steunden de meeste van die oplossingen op geheel verkeerde begrippen.

Buitengewoon groot is het aantal vermeende uitvinders van een P. m. geweest in de 17<sup>e</sup>, 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw. Dat ook vóór dien tijd al naar oplossingen werd gezocht, leert ons de „Fransche Encyclopaedie” van Diderot en d’Alembert (1765), welke in het artikel over P. m. verklaart, dat dit vraagstuk de wiskundigen van vóór 2000 jaar al bezighield.

Op het groote aantal uitvinders in de bovengenoemde eeuwen is ongetwijfeld van invloed geweest het ontstaan van de tijdschriften in het begin van de 17<sup>e</sup> eeuw — Zoo zien we in ons land b.v. in 1604 al een courant verschijnen te Amsterdam; in 1656 ontstaat de Oprechte Haarlemsche Courant, hoewel toen nog onder anderen naam — In den eersten tijd dragen die tijdschriften het karakter van hedendaagsche nieuwsbladen; later verschijnen ook populair-wetenschappelijke tijdschriften.

Als voorbeeld van de laatstgenoemde tijdschriften kan genoemd worden: „Mechanic’s Magazine”, dat voor het eerst verscheen in 1823.

Couranten en tijdschriften nu droegen veel bij tot verspreiding van allerlei denkbeelden betreffende het P. m., waardoor menigeen, die daarvoor aanleg meende te hebben, ook „ging uitvinden.”

Tot aan de 16<sup>e</sup> eeuw kunnen we niet veel te weten komen over het P. m.

In de 16<sup>e</sup> eeuw echter wordt voor het eerst melding gemaakt van een oplossing van dit probleem, nl. in een brief van Edmund Jentill aan Lord Burghley (October 1594), waarin eerstgenoemde o.a. beweert ontdekt te

hebben: „a perpetual motion of sufficient force to dryve a myll.”

In de 17<sup>e</sup> eeuw vinden we meer ontwerpen; de ontwerpers roepen al van allerlei te hulp, bij voorbeeld de zwaartekracht, atmosferische veranderingen, samengeperste lucht, magnetisme.

Tot deze eeuw hoort de uitvinding van den Markies van Worcester, welke uitvinding voor Karel I en diens hof gedemonstreerd werd.

In deze eeuw werden voorts opgericht de Royal Society te Londen en de Académie Royale des Sciences te Parijs. In de verslagen van beide lichamen komen vele discussies voor over het Perpetuum mobile. Later (1775) verklaarde de Académie Royale, geen verhandelingen over dit onderwerp meer toe te laten.

In de 17<sup>e</sup> eeuw werden verder in Engeland al talrijke patenten verleend voor altijd-bewegende machines.

De 18<sup>e</sup> eeuw is rijk aan artikelen in couranten en tijdschriften over beweerdde uitvindingen. Zoo werd b.v. met ophef gewag gemaakt van de uitvinding van Orffyreus, die de protectie genoot van den Landgraaf van Hessen-Kassel.

Onder de patentaanvragers zien we haast alle klassen uit de maatschappij vertegenwoordigd, b.v. timmerlieden, werktuigkundigen, kooplieden en zelfs doctoren in de godgeleerdheid.

In Amerika, Frankrijk en Engeland werden in de 19<sup>e</sup> eeuw vele patenten verleend op z.g. „verbeteringen in het verkrijgen van beweegkracht”, een titel, die in de meeste gevallen synoniem is met: „het maken van een P. m.”

Ongeveer in het midden der 19<sup>e</sup> eeuw werd het beginsel van behoud van arbeidsvermogen voor het eerst in zijn geheel uitgesproken (Robert Mayer, 1842), waarmee eigenlijk het bestaan van een P. m. ten eenenmale voor onmogelijk verklaard was.

Dat het P. m. ook wel eens beschouwd is als een geschikt middel om geld te maken, blijkt wel daaruit, dat in de 2<sup>e</sup> helft van de 18<sup>e</sup> eeuw, in den dwazen tijd der Bubble's, in Engeland een maatschappij werd opgericht „for a wheel for perpetual motion.”

Twee namen vallen bijzonder op in de geschiedenis van het Perpetuum, n.l. die van den Markies van Worcester en van Orffyreus. Beider vindingen hebben veel opzien verwekt. Karakter en maatschappelijke positie van beiden loopen zeer uiteen; de eerste, van hooge geboorte, was een trouw aanhanger van Karel I, aan wiens hof hij in 1648 zijn vinding vertoonde; de laatste was iemand van nederige afkomst, met veelzijdige bekwaamheden, maar wispelturig, onbestendig en eerezuchtig. Zijn eigenlijke naam was Johann Ernst Elias Bessler; zooals reeds gezegd, genoot hij de gunst van den Landgraaf van Hessen-Kassel. In 1712 had hij, na tien jaar werken, een P. m. verkregen; het toestel kon eenige K.G. heffen. Hem werd echter gezegd, dat een grooter toestel niet zou werken.

Als antwoord daarop kwam hij met een grootere machine, in 1713, deze was 5 Leipziger ellen hoog, 15 cM. breed en draaide met een snelheid van 50 omwentelingen per seconde, daarbij 40 pond opheffend.

Vervolgens kwam hij naar Merseburg, later naar Kassel; daar construeerde hij weer zoo'n machine, die volgens zijn verklaring, 8 weken achtereen bleef loopen in een verzegeld vertrek van den Landgraaf. Deze machine kon een zwaren bak, vol steenen, opheffen (Zedler's Groot algemeen Lexikon voor alle kennis en kunst, Leipzig en Halle, 1741).

In de historische novelle: Een Alkmaarder te Praag, van Mevrouw Bosboom-Toussaint, vind ik nog iets vermeld, dat er op zou wijzen, dat ook Cornelis Drebbel zou behooren tot de zoekers van een P. m. De schrijfter laat n.l. Gijsbrecht, den dienaar van Drebbel, beweren tot de gemalin van den Winterkoning, dat zijn meester o.a. wist te maken „zekere glazen bollen, in welke hij uit kracht der vier elementen daarstelde een eeuwige beweging.” Mevrouw Bosboom-Toussaint is daarin misschien niet geheel juist geweest.

Dircks namelijk, in zijn „Perpetuum mobile or Search for Self-motive Power” noemt onder de tegenstanders van de mogelijkheid van een P. m. o.a. Peresc, welke Peresc niemand anders is dan Corn. Drebbel (van Peresc), die zijn gevoelens daaromtrent mededeelt in zijn briefwisseling met zijn vriend Camden.

c. Onder de bekendste voorstanders van een P. m. kunnen we rekenen:

Leonarda da Vinci (die er nog naar gezocht heeft), Bishop Wilkins, Jean Bernouilli, Sauveur, 's-Gravesande, Leupold, Nicholson.

Besliste tegenstanders er van waren:

La Hire, Parent, Papin, Desaguliers, Sturm, Stevin, Leibnitz, Peresc (Drebbel), Keppler. Verder nog de Parijzer Academie.

In 1700 werd beweerd, dat het P. m. ontdekt was. Sauveur verklaarde dit in de Académie des Sciences, doch Parent toonde daarop de onmogelijkheid aan.

Stevin en Leibnitz namen de onmogelijkheid van het P. m. als axioma aan.

's-Gravesande beschreef in een van zijn brieven aan Newton de machine van Orffyreus en beweerde o.a. overtuigd te zijn, dat een P. m. niet tot de onmogelijkheden behoorde en dat het hem toeleek, dat Leibnitz ongelijk had, met de onmogelijkheid ervan als axioma te aanvaarden. Het mag verwondering wekken, dat een man als 's-Gravesande zoo iets beweert; een feit is het, dat hij in dat opzicht niet alleen stond; ook Jean Bernouilli geloofde aan het succes van de ontdekking van Orffyreus.

In zijn „Dictionary of Mathematics” van 1716 geeft Wolf de argumenten van Sturm, Lorini, Stevin en Leibnitz tegen de verwezenlijking van een P. m. en betwijfelt of het niet een of andere onzichtbare vloeistof was in de machine van Orffyreus, welke de beweging veroorzaakte.

Ook Peresc en Keppler waren nogal ongeloovig in dit opzicht; de eerste schreef er tegen in 1691, de laatste in 1607 (uitgegeven 1718).

In 1775 sprak de Académie Royale des Sciences haar overtuiging uit omtrent het al of niet mogelijk zijn van een P. m.

Die uitspraak werd neergelegd in een besluit, waarin vermeld stonden de onderwerpen, die voortaan niet meer in aanmerking zouden komen voor behandeling in de bijeenkomsten der Académie.

Tot die onderwerpen behooren o.a.: het in drieën deelen van een hoek, de quadratuur van den cirkel, de verdubbeling van den kubus (het construeeren van een kubus met den dubbelen inhoud van een gegeven kubus) en verder: „werktuigen, bedoeld als vertegenwoordigende een eeuwigduurende beweging” („Histoire de l'Académie Royale des Sciences, 1775, Paris 1778, pag. 61—66).

De Académie voelt zich dan gedrongen de redenen



voor dat besluit op te geven. Met betrekking tot het P. m. doet zij dat op pag 65.

Haar conclusies zijn: „het verkrijgen van een eeuwigdurende beweging is onmogelijk. De beweging tengevolge van de oorspronkelijke kracht wordt n.l. vernietigd tengevolge van de wrijving en de weerstand van de lucht. Indien wrijving en luchtweerstand konden worden opgeheven, zou de eerste beweging van den toestel altijd moeten voortduren. Maar deze beweging zou volstrekt geen nut hebben ten opzichte van andere werktuigen, en de eeuwigdurende beweging welke zou kunnen bestaan bij deze veronderstelling — veronderstelling welke in de natuur nooit kan opgaan — zou dus volkomen onbruikbaar zijn voor het doel, dat de uitvinders beoogen, n.l. het in beweging brengen van andere werktuigen.

Verder noemt de „Histoire” als keerzijde van al dat zoeken: „dat het zoo uiterst kostbaar is en reeds meer dan een huisgezin heeft geruineerd; dat vele knappe wiskundigen en werktuigkundigen, die zich in andere richting zeer verdienstelijk hadden kunnen maken, nu hun middelen, tijd en genie verspillen.”

Ziedaar de voornaamste redenen, die de Academie tot dat besluit leidden.

In het reeds genoemde „Mechanic's Magazine” vinden we ook nog vele bestrijdingen van dat onderwerp.

B.v. in deel 11 (1829) meent iemand, dat het zoeken naar een P. m. op godsdienstige gronden te veroordeelen is; dit bewijst hij dan in een redeneering met tal van bijbelteksten.

Tevens echter beweert hij, dat hem de ware oplossing is geopenbaard, doch dat hij geen vrijheid heeft gekregen, die oplossing bekend te maken. Het slot van zijn betoog getuigt van niet weinig zelfverheffing. „Wie is de geleerde man”, zoo vraagt hij, „die dit kan begrijpen? Indien er geen geleerde is, die dat kan, dan is er een ongeleerde man, en die man is...” (volgt onderteekening). Niet mis dus! Het is alleen maar jammer, dat die ware oplossing is verloren gegaan, of liever, nooit bekend gemaakt is.

In een anderen brief in datzelfde tijdschrift (deel 27, 1837) komt ook een bestrijding voor, met de volgende leuke typeering van wat de uitvinders eigenlijk verwachten van hun geestesproducten. De schrijver van dien brief laat een achtjarigen knaap tot zijn vader zeggen: „Vader, ik heb een altijdurende beweging gevonden. Ik zou een heel groot wiel willen maken. Bovenaan zou dan één groot gewicht moeten hangen, onderaan een menigte kleine gewichtjes. Het groote gewicht zou dan het wiel een halven slag ronddraaien, omdat het zoo groot is; de kleine gewichtjes zullen dan boven komen en dan op hun beurt het wiel nog een halven slag draaien, omdat het er zoo veel zijn. Zoo zal het wiel steeds door maar blijven draaien!”

Pa's antwoord op die vernuftige ontboezeming van zoonlief staat er niet bij!

d. Uit de meeste projecten blijkt dat de uitvinders al heel eigenaardige denkbeelden hadden, omtrent het onderhouden van de eens verkregen beweging. Van welke eigenaardige onderstellingen ze daarbij soms uitgingen, wordt wel aangegeven door de voorgaande anecdote.

De uitvinders veronderstelden n.l. maar dat een kracht of een beweging afwisselend groot en klein, snel of langzaam zou zijn, al naarmate hun toestel er behoefte aan had, zonder zich van de natuurwetten iets aan te trekken.

Montucla b.v. karakteriseert in zijn „Histoire des Mathématiques” (1802) het zoeken naar een P. m. als het zoeken naar een gewicht, zwaarder dan het zelf is, of naar een kracht, die zich zelf overtreft, enz.

Als voorbeelden van eenige wijzen, waarop sommige uitvinders hun doel trachtten te bereiken, kunnen volgende voorstellen dienen.

A. b.v. wilde een scheprad bewegen door middel van een afgepaste hoeveelheid water. Welnu, redeneerde hij, laat dat water vallen uit een bak op het scheprad; verbind aan het scheprad een pomp door een kruk op de as; geef aan de pomp dan zulke afmetingen, dat steeds evenveel water wordt opgepompt naar den bak boven, als uit dien bak op het wiel is neergestort. Het idee was heel aardig, de machine ook; ze had echter het groote gebrek van te blijven stilstaan.

Nog aardiger wil B. het maken:

Op de as van een wiel met schoepen is een kruk bevestigd; daardoor beweegt het het wiel een blaasbalg, zoodra het zelf beweegt. Wat ligt nu meer voor de hand, dan het wiel te bewegen door de lucht, die de blaasbalg uitblaast; gaat dit niet, wel dan is de hoeveelheid lucht te gering; dan moeten er maar wat meer blaasbalgen op die as! Ook deze machine liep niet!

Toch zou B heel verbaasd zijn geweest als men had voorgesteld, een zeilschip voort te bewegen, door den schipper tegen den mast te laten duwen, en als dat niet hielp, ook nog den knecht mee te laten helpen!

Van de inrichting van het Wiel van den Markies van Worcester is niet veel bekend; wel weet men, dat hij de oplossing daarin zocht, dat hij een aantal gewichten zóó langs den omtrek van het wiel bevestigde, dat steeds aan de eene zijde van het wiel de gewichten aan een grooter hefboomsarm werkten, dan aan de andere zijde, om zoo te veroorzaken, dat de machine ging draaien.

Op een dergelijk beginsel berust ook de inrichting zooals fig. (1) dat laat zien; de figuur is de doorsnede van een cylinder; de gebogen spaken stellen voor de doorsneden van het vlak van teekening met gebogen schotten in den cylinder.

In elk compartiment ligt bv. een knikker. Aan de eene zijde werken de gewichten van de knikkers

aan grootere hefboomsarmen, dan aan de andere zijde. Makkelijk ziet men echter in, dat, als het geheel 360° gedraaid is, zoodat elke knikker weer in zijn oorspronkelijken stand terug is, de geheele arbeid, door een knikker verricht, hoogstens gelijk is aan de er op verrichte arbeid. Nooit kan gedurende de beweging energie gewonnen worden; integendeel: slechts verlies is mogelijk door wrijving.

Van de inrichting van de machines van Orfyreus is evenmin veel bekend.

Zijn laatste wiel (omstreeks 1719) had een middellijn van 12 voet, was ruim 35 cM. breed en was bedekt met wasdoek, waardoor het inwendige van het wiel aan het oog onttrokken werd.

Berichten uit dien tijd beweren, dat men aan dit wiel maar een lichten stoot had te geven, om het in beweging te brengen.

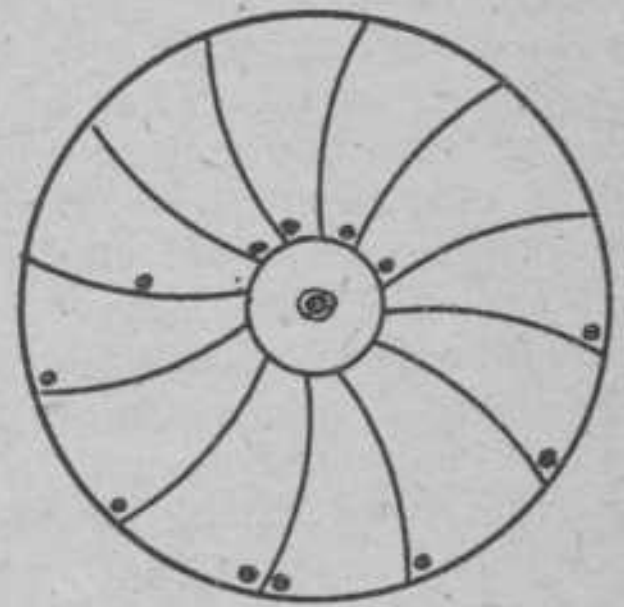


Fig. 1.

Het rad begon dan te wentelen, welke wenteling zoodanig versnelde, dat na 2 of 3 omwentelingen een snelheid bereikt werd van 25 ronddraaiingen per minuut. Die berichten zeggen dan verder nog, dat het wiel die beweging 2 maanden volhield, waarna men het stilzette, om slijten van het materiaal te voorkomen!

Al dien tijd was de toestel opgesloten in een verzegeld vertrek van den Landgraaf van Hessen-Kassel.

Dit merkwaardige wiel is helaas niet voor het nageslacht bewaard gebleven. Orfyreus vernietigde zijn toestel.

Volgens sommigen deed hij dat, liever dan de belasting te betalen, die het landsbestuur van Hessen-Kassel er voor eischte. Anderen echter zeggen, dat die vernietiging gebeurde uit woede over een onderzoek van zijn toestel door 's Gravesande. Volgens de verklaringen van 's Gravesande had de vernietiging plaats nog op denzelfden dag van het onderzoek en zou Orfyreus op den muur geschreven hebben, dat de onbeschaamde nieuwsgierigheid van 's Gr. hem er toe noopte, de machine te vernietigen.

Het lijkt dus wel, alsof Orfyreus een nader onderzoek van zijn werktuig vreesde. Toch blijkt nergens, dat 's Gr. — die den toestel alleen uitwendig onderzocht — ook maar in eenig opzicht werd teleurgesteld bij dat onderzoek. Tenminste, in zijn correspondentie met Newton, spreekt hij met veel lof van het wiel van Orfyreus, (zie onder *c*).

Weten we nu van de vindingen van den Markies van Worcester en van Orfyreus maar weinig, meer weten we van oplossingen van andere vernuftigen, die minder karig waren met mededeelingen omtrent hun ontwerpen.

Van zoo'n vermeende oplossing is figuur 2 een voorbeeld. De ontwerper dacht zich de werking als volgt:

In het vat links zit een grooter gewicht aan vloeistof dan in de buis rechts. Dit zou te voorschijn moeten roepen een naar boven persen van de vloeistof in de buis *b*, door het grootere gewicht van de vloeistof in *v*! De vloeistof zou dan uit *b* in *v* overstroomen en zoo zou dezelfde hoeveelheid vloeistof steeds maar in dien kring blijven bewegen!

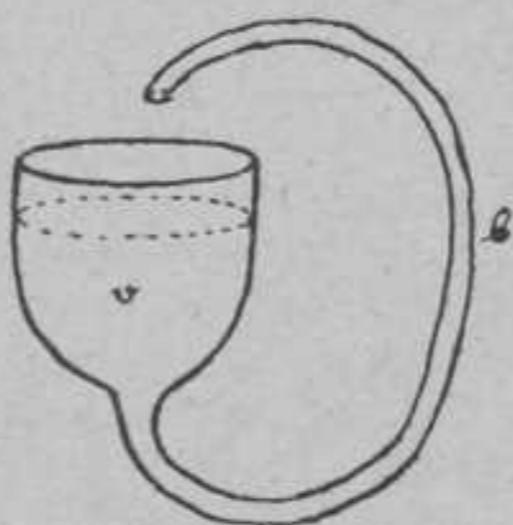


Fig. 2.

Een in onze oogen even naïeve opvatting vertegenwoordigt een artikel in „Le Journal des Sçavans, Paris 1686”, van de hand van Abbé de la Roque. Deze stelde namelijk voor om te maken een U-vormige buis met beenen van ongelijke lengte; het langste been moest van ijzer zijn, het korte van was; het lange been zou omgebogen moeten zijn tot boven het korte. In de U-buis moest dan wat vloeistof worden gedaan en nu schijnt de Abbé zich te hebben voorgesteld, dat in de ijzeren buis de vloeistof meer zou worden samengeperst, dan in de buis van was (immers ijzer is veel zwaarder!!) In de ijzeren buis zou de vloeistof dan stijgen, overloopen in het korte been en ziedaar een perpetuum mobile verkregen!

Iemand, die eens gezien had, hoe sommige stoffen, als ze in water hangen, tot ver boven den waterspiegel nat worden doordat ze het water opzuigen, dacht zich een perpetuum mobile als volgt (fig. 3):

Over het wiel *a* hangt een reep katoen b.v. Hierin wordt het water opgezogen; bij *c* wordt de reep echter samengeknepen door 2 rollen *d*; alleen links kan dus maar het water hoog opstijgen, veel hoger dan rechts.

Het gevolg zou dan zijn, dat de reep links veel zwaarder werd dan rechts en links dus naar beneden zou gaan, op deze wijze

het wiel *a* tot draaien brengende. Veel succes zou een dergelijke perpetuum mobile, dunkt mij, niet gehad hebben; daarvoor waren de hulpmiddelen te alledaagsch, het publiek staat liever stom-verbaasd voor een heel ingewikkeld mechanisme!

De aangehaalde anecdote aan het slot van (*c*) kon al een denkbeeld geven van de opvattingen der zoekers, ook de figuren (4) en (5) illustreeren die opvattingen aardig.

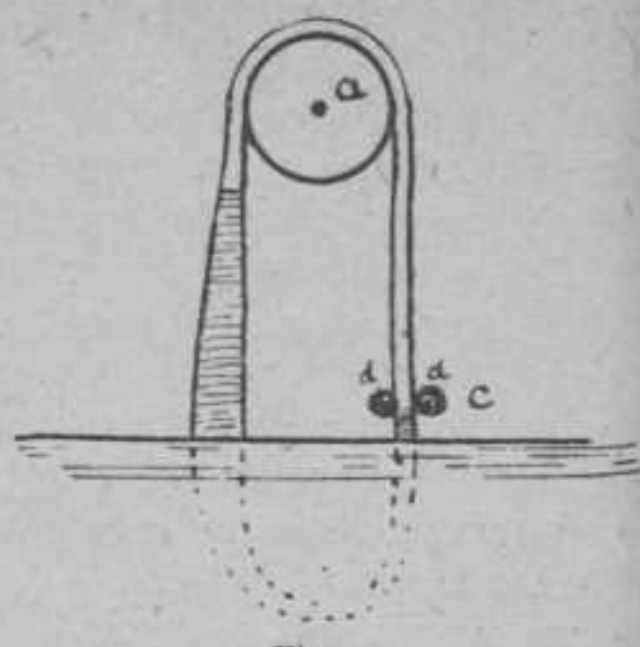


Fig. 3.

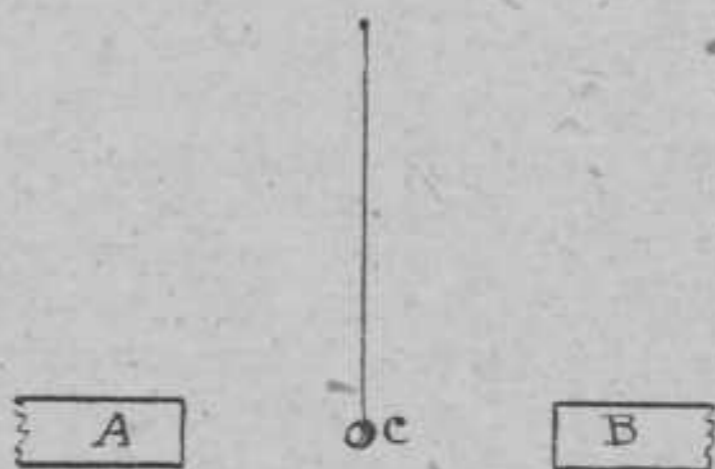


Fig. 4.

Fig. (4) stelt voor 2 sterke magneten *A* en *B*, die het ijzeren bolletje *C* kunnen aantrekken. Verondersteld werd nu, dat *A* het eerst *C* zou aantrekken en dat, naarmate *C* dichter bij *A* kwam, de invloed van *B* op

*C* zich sterker zou doen gelden. *B* zou dus *C* van *A* terug moeten trekken; dan moet *A* het weer van *B* winnen, enz. Aardig uitgedacht, als nu de magneten maar zoo wilden werken!

De oplossing van fig. (5) berust ook op magnetisme: de 4 spaken *a* ondersteunen een tot een cirkel gebogen stalen band, die bovendien nog telkens zaagvormig geknikt is.

Op een wijze, die de fig. aangeeft, zijn 3 magneten *M* geplaatst. Die 3 magneten zouden dan op deze manier werken: hun volle kracht oefenden ze op het oppervlak van een tand, als dat oppervlak loodrecht op de richting van de magneet stond, en, volgens

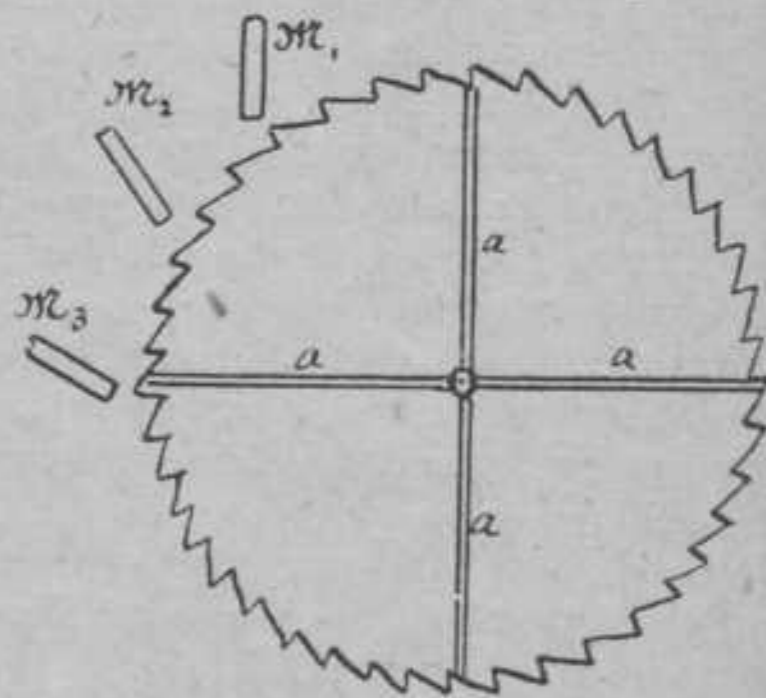


Fig. 5.

den ontwerper, hield hun werking op een tand op, zoodra deze de betreffende magneet voorbij was. *M*<sub>1</sub>, *M*<sub>2</sub> en *M*<sub>3</sub> waren nu zóó geplaatst, dat de werking van de eene niet zou ophouden, vóórdát een van de andere juist zijn volle aantrekkingskracht uitoefende.

Aldus zou het gewicht van het wiel aan de linkerzijde constant minder zijn dan rechts; het wiel zou gaan draaien en zou blijven draaien. Ook dit is weer niet uitgekomen.

Hiermede zou ik deze beschouwingen willen eindigen; op volledigheid maken ze geen aanspraak, ook heb ik niet getracht, aan te toonen, waarom de besproken oplossingen steeds mis waren. De lezer die daar plezier in vindt, kan dat zelfdoen.

Tot besluit nog dit:

Het perpetuum mobile heeft tegenwoordig uitsluitend nog maar historische beteekenis. Het zoeken naar den steen der wijzen werd de grondslag der chemie, interessante takken van de moderne wiskunde kwamen voort uit de quadratuur van den cirkel; zoo was de formuleering van het beginsel van behoud van arbeidsvermogen een gevolg van het zoeken naar een perpetuum mobile.

Vroeger, toen nog niet aangetoond was, dat energie niet te scheppen en niet te vernietigen is in de natuur, werd dit vraagstuk de aandacht van filosofen waardig gekeurd. Zooals er namelijk een tijd was geweest, dat men dacht geesten uit de aarde te kunnen oproepen om een of ander groot werk te verrichten, zoo dacht men toen, dat een constructie van hout of ijzer zoo iets zou kunnen doen.

De meeste uitvindingen zijn alleen merkwaardig geweest door de buitengewone verwachtingen, die de ontwerpers zelf er van hadden. Meestal waren hun toestellen kinderlijk eenvoudig; zij, die ingewikkelde werktuigen bedachten, raakten doorgaans verward in hunne denkbeelden en verbeteringen.

Toch is menige werkelijke ontdekking het gevolg geweest van het zoeken naar een perpetuum mobile.

Reeds Montucla echter beweerde in 1802, dat het voor iemand meer een beleediging is, dan wel lofspraak, van zich te hooren zeggen, dat hij zoekt naar het perpetuum mobile.

Het is zooals de Académie Royale al in 1775 uitsprak, jammer, dat zoovele knappe koppen al hun kunnen en kennen in dienst hebben gesteld van dit hopelooze vraagstuk.

Mocht ik er in geslaagd zijn, de lezers van T. S. T. eenig denkbeeld te geven van het interessante van de geschiedenis van dit vraagstuk, dan is mijn doel bereikt.

DEN HAAG, Februari 1919.

J. W. F. JANSEN.

## Geologische excursie in Zuid-Limburg.

De landschapsvormen, die zich in voortdurende afwisseling aan ons oog voordoen, ontlokken den aandachtigen beschouwer onwillekeurig de vraag naar het hoe en het waarom van hun ontstaan.

Hooge bergketens wisselen af met diepe dalen; hier steile en spitse bergkammen, ginds zacht golvende terreinvormen. Wilde bergbeken storten schuimend omlaag en vormen gedurende eeuwen en eeuwen het voedingswater van rivieren, die zich in diepe ravijnen een kronkelenden weg gebaad hebben of langs lage oevers traag zeewaarts stroomen. Steile, rotsige kliffen rijzen uit zee op, eidelooze duinenrijen ontrollen zich voor onze oogen. Uitgestrekte, vruchtbare kleigronden; woeste, onherbergzame zandwoestijnen.

Vanwaar die nooit ophoudende, in schoonheid en grootsheid met elkander wedijverende vormen der natuur?

De kennis der gesteenten waaruit de bodem bestaat;

hun ontstaanswijze en de opeenvolging der verschillende lagen; de mechanische en scheikundige krachten, die hebben samengewerkt om dat alles een duizendvoudig aanzicht te geven, zullen u antwoorden.

Zoo zal ook een ieder die wel eens in Z.-Limburg gereisd heeft, zeker getroffen zijn door het schoone landschap, dat zich hier aan zijn oog vertoont; een landschap, dat in zijn voorkomen zoo geheel verschilt van hetgeen het overige gedeelte van ons land te zien geeft. De steile en rotsachtige wanden tusschen Maastricht en Valkenburg, de vruchtbare heuvels die zich tot meer dan 200 M. boven den zeespiegel verheffen, de vele grotten, mijnen en steengroeven, dit alles zal bij hem onwillekeurig de vraag hebben doen opkomen, hoe het toch komen mag, dat juist hier zich deze eigenaardige verschijnselen voordoen.

Ons doel is in dit kort bestek een beknopt overzicht te geven van den geologischen bouw van dit gedeelte van ons land, om tevens nog eenige practische belangen op den voorgrond te stellen.

Het zal den lezer waarschijnlijk bekend zijn, dat de ontzaglijke tijden die noodig zijn geweest om de aardkorst te maken tot wat ze nu is, in verschillende geologische tijdperken verdeeld worden, welker volgorde in groote trekken in onderstaand lijstje gegeven wordt.

Neozoïcum	Kwartiair	Alluvium Diluvium	Veevorming Kleiafzettingen Mensch Ijstijd
	Tertiair	Pliocéen Mioceen Oligoceen Eoceen	Ontstaan der groote ketengebergten Reuzenzoogdieren
Mesozoïcum	Krijt	Boven-krijt Onder-krijt	Krijtafzettingen in Z.-Limburg e.a.
	Jura	Malm Dogger Lias	Eerste vogels Reptielen
	Trias	Kuiper Musschelkalk Bontzandsteen	Eerste zoogdieren Woestijnvorming
Palaeozoïcum	Anthra- colithicum	Perm	Steenzout
		Karboon	Steenkool
	Devoon		Koralen Zandsteenen Marmer
	Siluur		Leisteenen Kalksteenen
Oerschiefer	Cambrium		Wervellooze zeedieren.
			Gneis Graniët.

In het Carboontijdperk strekte zich een groote, ondiepe komvormige zee uit dwars door Engeland, Holland, Denemarken en midden Duitschland, ten N. en ten Z. begrensd door bergmassieven van het tegenwoordige Schotland, Zweden, Zuid-Duitschland en midden-Frankrijk, waarin zich, zooals op onderstaande schets staat

slotte de bodem te diep werd om plantenleven mogelijk te maken en hoe in die perioden het door rivieren aangevoerde slib en zand die plantenresten toedekte en den bodem ophoogde, totdat wederom eenzelfde flora kon ontstaan en het verveningsproces weer een aanvang kon nemen. De slib heeft zich door den tijd en door

mechanische krachten tot leisteen verdicht, de zandkorrels zijn tot harden zandsteen geworden; takken en bladeren der toenmalige planten hebben in het fijne slibdek hun beeltenis geprent en verhalen ons nu, millioenen jaren later, op sprekende wijze hun levensgeschiedenis.

Zoo weten wij bijv. ook uit de meer dan 1000 soorten fossielen, die gevonden zijn o.a. in het steenkolenbekken van Comentry, dat te midden van dien weelderigen plantengroei, slakken, hagedissen, kreeften, duizendpooten, schorpioenen en insecten geleefd hebben en dat de zee was bevolkt met scheldieren en visschen, waaronder al haaien van aanzienlijke afmeting aangetroffen werden.

Dat ondanks die voortdurende bodemdaling de koollagen in Zuid Limburg toch op exploitabele diepte liggen, vindt zijn verklaring in het feit, dat de zeebodem, zooals reeds terloops

werd opgemerkt, naar de landzijde langzaam opliep.

Wanneer we dan ook in figuur 1 even letten op de verbreiding der steenkool, zullen we zien, dat de kolenbekkens, die tegenwoordig ontgonnen worden, juist langs de kusten van het toenmalige vaste land en van het massief van Brabant liggen.

De hierboven beschreven wijze van afzetten zou doen vermoeden, dat de lagen horizontaal op elkander liggen, hetgeen echter in strijd is met de werkelijkheid, welke ons een plooiing der koollagen te zien geeft, die vanuit het sterk gestoorde gebied van België naar ons land toe langzamerhand minder wordt.

Deze plooiing is een gevolg van tangentiële drukkrachten in de bovenste lagen der aardkorst, die in het laat-Carboontijdperk de vorming van een van Z.-W. naar N.-O. richting geplooid ketengebergte (het z.g. Armoriaansch Varissisch ketengebergte) tengevolge had. Dit gebergte strekte zich uit van de Alpen tot aan een lijn die van Zuid-Ierland over Zuid-Engeland, België, Zuid-Limburg naar Westfalen verliep. Het reeds bij een vroegere (Siluur) gebergtevormende beweging ontstane massief van Brabant heeft als het ware als een stootblok gewerkt op deze plooiingsbeweging. We zien dan ook, dat de koollagen in ons land weinig gestoord zijn, terwijl in het Belgische kolengebied, waar de uitloopers van de Hereynische beweging als golven tegen de kust, tegen het massief van Brabant opliepen, de lagen sterk geplooid zijn.

Nadat door latere erosie (afslijping) een groot gedeelte der plooiën genivelleerd werd, zonk het land door

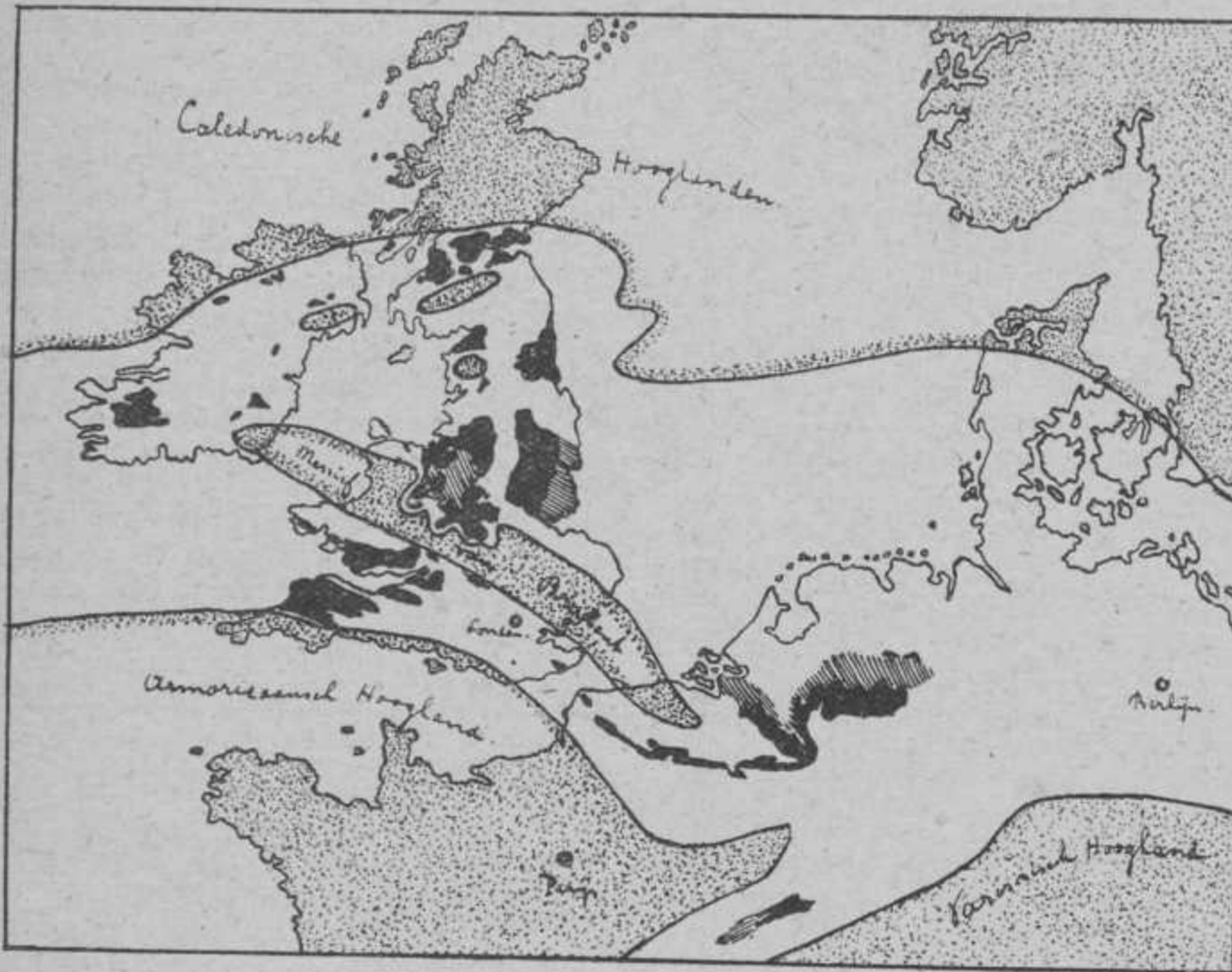


Fig. 1.

aangegeven, het z.g. massief van Brabant als een langgerekt eiland boven den zeespiegel verhief.

Aan de zachtglooiende randen van dit massief en langs de kusten van die uitgestrekte ondiepe, drassige zee, tierde een weelderige vegetatie van reusachtige varens, paardestaarten en wolfsklauwen, die na voortdurend afsterven door water werden bedekt en zoodoende onder afsluiting van de lucht een langzaam verrottingsproces hebben doorgemaakt. En in den loop der tijden is daar stam op stam, stronk op stronk neergevallen, verteerd, verkoold en zijn aldus in die oertijden de koolbeddingen gedeponneerd, waarvan heden ten dage nog een gedeelte in ons Zuid-Limburg wordt geëxploiteerd.

Grootsche gedachte, dat die boomen uit dien oerouden tijd, die daar geleefd en gegroeid en gebloeid hebben, toen van hooger organisch leven op aarde nog geen sprake was, heden ten dage door den denkenden mensch honderden meters diep weer worden opgedolven, ten nutte van zijn geslacht!

Die voortdurend zich ophoepende plantenresten zouden echter het moeras moeten vullen en ten slotte boven den waterspiegel uitsteken, waarmede echter tevens de vervening een einde zou hebben genomen.

Hoe komt het dan, dat onze koollagen door dikke steenlagen gescheiden, zich over een diepte van wel honderden meters uitstrekken?

Door de aannahme van een geleidelijke bodemdaling kunnen wij verklaren hoe die plantenresten na hun afsterven steeds door water bedekt bleven, hoe ten

geleidelijke daling langzamerhand onder den zeespiegel, mariene afzettingen bezonken over het vereffende gebied en achtereenvolgens werden daarover afgezet: het Perm, Trias, Jura en Krijt, Tertiair en Kwartair.

De afzettingen van het Perm-, Trias- en Jura-tijdperk zijn echter in Zuid-Limburg geheel weggeërodeerd. Dat ze inderdaad wel afgezet zijn blijkt uit boringen, b.v. in de Peel en den Achterhoek, die Perm en Trias aantoonde.

Daar er nu na het Carboon-tijdperk geen bergvormende bewegingen in ons land meer hebben plaats gehad, vinden we onze krijtlagen horizontaal op het zwak geplooid Carboon liggen.

In Epe, waar men het geplooid Carboon aan de oppervlakte kan waarnemen, is dus zelfs al het krijt en tertiair aan de erosie ten prooi gevallen.

Zoals we reeds zeiden is de oudste formatie, welke we in Zuid-Limburg op het Carboon aantreffen, het Seneon (hoven-krijt).

Wat er precies in de tusschenliggende tijdperken geschied is, weten we niet. Eén ding is echter zeker, dat, voordat het Senoon zich begon af te zetten, de zee het land bedekte en wel met eene ongeveer langs de Limburg-Duitsche grens verlopende kustlijn. Het was dus hier een ondiepe zee, waar het krijt zich begon te vormen en we zullen beginnen met na te gaan, hoe men zich deze afzetting hier moet denken.

In die oerzee leefden ontelbare uiterst kleine organismen, die door kalkpanters, opgebouwd uit de door rivieren aangevoerde koolzure kalk, tegen hun vijanden en tegen den golfslag bescherming zochten.

Wanneer deze diertjes afsterven, bezinken hun kalkpanters op den bodem der zee, en zoo heeft hier gedurende langen tijd als het ware een voortdurende regen van microscopisch kleine kalkskeletten plaats gehad, die zich in den loop der tijden tot dikke, compacte lagen hebben opgehoopt en zich door hoogen druk, scheikundige omzetting en uitzweting van kiezelzuur tot die harde krijtlagen hebben verdicht, zooals we ze nu in Zuid-Limburg aantreffen.

Echter is het voorkomen van het krijt niet op alle diepten dezelfde.

Banken, uitsluitend bestaande uit fossielen, die onder bijzonder gunstige omstandigheden zijn bewaard gebleven, wisselen af met homogene krijtlagen, waarin weer op sommige niveau's talrijke zwarte, grijze of blauwe vuurstenen voorkomen. Deze laatsten danken hun ontstaan aan concentratie van het in de kalk aanwezige kiezelzuur om bepaalde kernen, zooals fossiele sponsnaalden e. d. en vertoonen de meest grillige vormen.

Er zij hier op gewezen, dat men tengevolge van bovengenoemde ontstaanswijze zelden die bekende helderwitte substantie krijgt, die wij schrijfkrijt noemen en die uitsluitend afkomstig is van de krijtrotten van Dover en Rügen. De zee vermengt door haar stroomingen de miljoenen kleine schelpresten met de minerale bestanddeelen, die zij van de rivieren ontvangt. Wij moeten dus het geologisch begrip krijt uitbreiden tot zandig krijt, leemhoudend krijt, zelfs zandgronden en leemgronden, die tusschen en dus gelijktijdig met het krijt zijn bezonken.

Voor de aanname dat de zee juist tot in ons Zuid-Limburg gestaan heeft, pleit het voorkomen van de vele half stuk geslagen fossiele schelpresten, hetgeen door de

branding, welke alleen nabij de zee kust voorkomt, veroorzaakt moet zijn. Ook de laag van ronde steenen, die op sommige plaatsen bij de stuk geslagen schelpen voorkomen en welke uit hetzelfde materiaal bestaan als het omliggende krijt, leveren een bewijs voor het bijlandsche karakter. Die steenen dan stelt men zich voor als door de branding van het land afgeslagen en afgeronde stukken. Daar deze rolsteenen voorkomen op een groote afstand van de toenmalige kust moet men wel aannemen, dat zich daar ter plaatse een eilandje bevond, hetgeen ook op een bijlandsch karakter wijst.

Wij behoeven natuurlijk niet aan te nemen, dat gedurende de lange perioden waarin de verschillende krijtlagen zijn afgezet, dezelfde klimatologische omstandigheden geheerscht hebben; aardig is het dan ook er op te wijzen, dat verschillende fossiele resten voor bepaalde krijtlagen kenmerkend zijn.

Zoo weten wij uit de gevonden versteeningen dat er in de krijtperiode talloze schelpdieren, sponzen en zee-eegels geleefd hebben. Kreeften, krabben, kraakbeen-visschen en zeeslangen waren aanwezig en reusachtige reptielen (o. a. *Inguanodon*) bewoonden de moerassen.

Tusschen loofboomen, die hier het eerst optreden (eiken, beuken, eschdoorns, wilgen, vijgen- en laurierboomen) leefden als hoogst georganiseerde wezens, vogels en buideldieren.

Tenslotte zijn uit dit tijdperk nog overblijfselen gevonden van de reusachtige hagedissen, die in de Trias het eerst op aarde verschenen. We denken hier aan de beroemde *Ichthyosaurus* (vischzoogdier) met den langen getanden snavel, aan den *Plesiosaurus* en *Mosasaurus*, waarvan de afbeeldsels met vaardige hand in de grotten van Limburg zijn nagebootst.

Dit gebonden zijn van fossielen aan bepaalde lagen stelt ons o. a. in staat te constateeren, dat dezelfde laag die wij in het N.-W. op tamelijke diepte aantreffen, meer naar het Z.-O. aan den dag komt, hetgeen op een langzaam naar N.-W. hellende laagrichting wijst en dus bijzonder strookt met een dicht bij de kust zijnde zeebodem.

Tusschen het krijt en de daarop volgende formatie die we aantreffen, n.l. het tertiaire zand, is een duidelijke afscheiding merkbaar, bestaande uit een dun laagje bruine ijzerhoudende kleefgrond, welke kleine rolsteentjes bevat.

Om het ontstaan van deze rolsteentjes te verklaren, neemt men aan, dat de beide elkaar rakende sedimenten (afzettingen) van zeer verschillenden ouderdom moeten zijn; want tusschen de vormingsperioden van de oudere en de jongere lagen moet een tijdruimte liggen, die lang geweest is om de oudere complexen boven den zeespiegel te verheffen en gedeeltelijk te doen verweeren, zoodat haar verweeringsproducten het materiaal voor de rolsteentjes aan de basis van de jongere laag konden leveren.

De kleefgrond is het residu van hetgeen onopgelost, met het grondwater door het oligoceene zand heen-siepde en door het krijt werd tegengehouden. IJzer is hier een voornaam bestanddeel van, en hieraan is de bruine kleur der kleefgrond voornamelijk te danken.

Tengevolge van de erosie der opgeheven krijtlagen en een tegelijkertijd optredende bodemdaling kreeg het zeewater weer toegang over het genivelleerde gebied en waar voorheen de krijtlagen werden afgezet, is nu een landschap ontstaan met binnenmeertjes en brakwater,

waar hier en daar de oude krijtrotsen als eilandjes boven uitstaken en waartusschen rivieren stroomden, die het door haar meegevoerde zand en grind hierin deponeerden. Zoo ontstonden de tertiaire zanden. En uit de fossielen die daarin gevonden worden en de wijze van gelaagdheid der verschillende afzettingen, kunnen we duidelijk zien hoe die zanden gedeeltelijk in ondiepe zee, gedeeltelijk in brak- en rivierwater ontstaan zijn.

Zooals reeds werd opgemerkt, is deze periode gekenmerkt door heftige beroeringen in de aardkorst, waaraan o.a. de Alpen, Himalaja, de Andes, Karpathen, Balkan, Harz en Thüringer Wald hun ontstaan te danken hebben.

Tevens begon het klimaat langzamerhand kouder te worden, waardoor de sauriërs van het vorige tijdperk uitstierven, terwijl placentale reuzenzoogdieren, van wel meer dan 40 M. lengte op den aardbodem verschenen. Wij noemen slechts de Reuzenluiaard (*Megatherium*), het Schrikdier (*Dinotherium*) en den Mastodonolifant met zijn reusachtige slag tanden.

Naar de voor verschillende lagen kenmerkende eigenschappen en fossielen wordt dit tertiair zand verdeeld in Oligoceen, Mioceen en Plioceen.

In het oligoceene zand, dat ook weer onder te verdeelen is, wordt een laagje aangetroffen, dat door zijn waterkeerende eigenschappen van de andere lagen afwijkt. Het is een laagje klei, dat weer door een bepaald fossiel (*Cerythium*) gekenmerkt is. Een dergelijke waterkeerende laag is, wanneer zij hare oorspronkelijke horizontale ligging heeft behouden, steeds als een isohypse (lijn van gelijke hoogte) in het terrein te vervolgen, daar waar deze laag aan den dag treedt, een groote vochtigheid van den bodem valt waar te nemen. (Zie fig. 2).

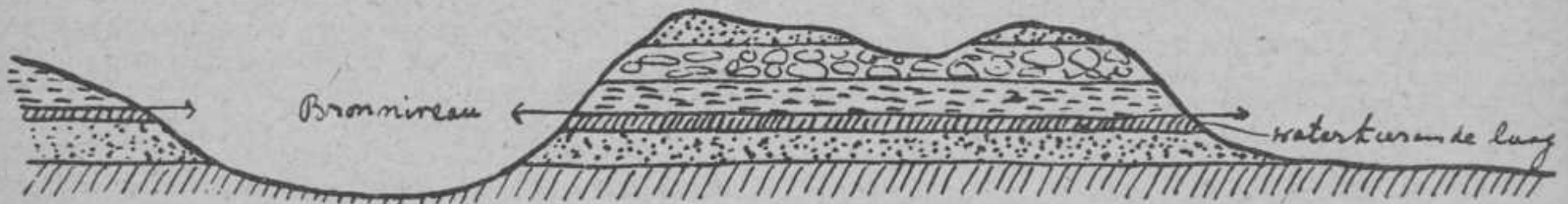


Fig. 2.

In de mioceene zanden treffen we de in den laatsten tijd zoo populair geworden bruinkoollagen aan, die in ons land op een diepte van  $\pm 7$  M. onder de oppervlakte liggen. De dikte der bruinkoollaag overtreft op sommige plaatsen 6 M. en daar zij uitsluitend in het mioceene zand wordt aangetroffen, is zij slechts daar ontginbaar, waar dit zand voor erosie gespaard bleef of niet te diep ligt om een rendabele exploitatie mogelijk te maken. Over de uitbreiding van de mioceene zanden zal naderhand in verband met de verschuivingen nog gesproken worden.

We zullen hier nog wat nader op het verveningsproces ingaan, aangezien de tegenwoordige gebieden, waar het beginstadium van het wordingsproces van bruinkool en steenkool bestudeerd moet worden, de venen zijn.

Als uitgangspunt van de vervening moeten we ons een ondiepe zoetwaterplas denken, veelal een door duinen afgescheiden, ondiep gedeelte van de zee, waaruit door de hierin uitmondende rivieren het zoute water werd verdrongen en de vegetatie van de landzijde het haf binnendrong.

De in zoetwaterplassen levende fauna en flora bestaat uit kortlevende individuen, die na hun dood op den bodem zinken, daar tot rottingslik ontbonden worden en tezamen met van buitenaf aangevoerde minerale bestanddeelen (b.v. duinzand) het z.g. sappro-peliet vormen.

Daar bij dergelijke plassen van stilstaand water de onderste waterlagen nagenoeg geen zuurstof bevatten, heeft daar een onvolledige ontbinding (verrotting) plaats en een geleidelijke opvulling van het meertje is hiervan het gevolg.

Tijdens dit proces hebben zich aan den oever, waar de bodem het eerst minder drassig begint te worden, verschillende rietsoorten en boomen kunnen nestelen: de plas begint te verlanden. Door de afvallende bladeren en afgestorven boomstammen wordt de bodem automatisch opgehoogd en ontstaat langzamerhand het z.g. laagveen.

De boomen en planten die dit veen vormen, bestaan voor een groot gedeelte uit koolhydraten van ongeveer de volgende samenstelling:  $C_m(OH)_n$ .

Wanneer vrij aan de lucht liggende planten verrotten gaan zij, onder medewerking van bacteriën, die O uit de lucht opnemen, in gassen van eenvoudige samenstelling (vrnl.  $CO_2$  en  $H_2O$ ) over.

Bij afsluiting van de lucht echter, dus bijv. wanneer de plantenresten door water bedekt zijn, ontstaat behalve  $CO_2$  en  $H_2O$  ook nog moeras- of methaangas ( $CH_4$ ). En daar nu bij dit proces H en O vlugger afgescheiden worden dan C, zal de overblijvende rest voortdurend rijker worden aan vrije koolstof, totdat tenslotte uitsluitend deze substantie overblijft.

Dit verkolingsproces nu begint met de omzetting der Cellulose in humus, verder turf, bruinkool, steenkool en tenslotte anthraciet.

Onderstaand lijstje geeft de samenstelling der verschillende stadia van het inkolingsproces.

	C.	H.	O.
Cellulose (houtvezels) . . . . .	50	6	44
Turf . . . . .	{ 55	— 6	{ 39
	{ 60	—	{ 44
Bruinkool . . . . .	{ 66	— 5	{ 29
	{ 70	—	{ 25
Steenkool . . . . .	{ 88	— 6	{ 14
	{ 90	— 4	{ 6
Anthraciet . . . . .	{ 94	— 3	{ 3
	{ 96	—	{ 2
Grafiet . . . . .	100		

We zien hieruit, dat bij de turf de omzetting het meest onvolledig heeft plaats gehad, terwijl die regelmatig opklimt tot het laatste en oudste lid, de anthraciet.

De graad van verkoling hangt echter niet altijd uitsluitend van den ouderdom af. Wanneer wij onze bruinkool kalm in hare bedding hadden laten rusten, dan zouden onze nazaten daar misschien pas miljoenen jaren later een rijke voorraad steenkolen gevonden hebben. Hun geduld zou echter niet zoo lang op de proef gesteld behoeven te worden wanneer er in dien tusschentijd vulkanische of gebergtevormende bewegingen plaats grepen: Want wij weten dat door verhooging van temperatuur en druk, die dergelijke processen steeds vergezellen, het inkolingsproces versneld wordt. Daardoor wordt het feit verklaard, dat wij dikwijls in contact met eruptiefgesteenten de bruinkoollagen plotseling in anthraciet zien omgezet.

Wij begrijpen nu, hoe het ontstaan der steenkool door de tegenwoordig nog waar te nemen veen- en turfvorming verduidelijkt wordt.

Men nam nu vroeger steeds aan, dat de bruin- en steenkool ontstaan waren uit planten die op de plaats zelf gegroeid waren (autochtoon). Sinds men echter bij sommige rivierinhammen de groote ophooping van drijfhout gezien heeft en met bewondering heeft gadeslagen hoe heele wouden dikwijls van steile berghellingen naar beneden komen storten, heeft men erkend dat bruinkool en steenkoolbeddingen ook ontstaan konden zijn uit van elders aangespoelde plantenresten (allochtoon). Toch kunnen wij door de groote uitgestrektheid der meeste kolenlagen en hun over het algemeen constant blijvende dikte wel aannemen dat de meeste koollagen autochtoon zijn. Zoo ook in ons land, waar we bovendien in onze bruinkoollagen vele nog rechtopstaande boomstronken vinden, die dus nu nog op de plaats zelf staan waar ze eenmaal deel uitmaakten van een lommerrijk bosch.

Voordat wij van het miocene zand afstappen, willen we nog even wijzen op het opvallend verschil in kleur tusschen het zand boven en onder de bruinkool. Het bovenliggende zand is door een rijk gehalte aan opgeloste humuszuren geel gekleurd, terwijl het onderliggende zoo wit is als sneeuw.

De dichte, compacte bruinkool oefent op het doorsiepelende water een sterk filtreerende werking uit; alle daarin opgeloste bestanddeelen worden door de bruinkool opgenomen, zoodat het vlak hieronder liggende zand ter dikte van meer dan 8 meter zijn oorspronkelijk helderwitte kleur behouden heeft. Dit zg. kristal zand wordt in enkele groeven in Limburg ontgonnen en gebruikt voor de glasfabricage. (Louise-groeve).

Het plioceene zand is in Zuid-Limburg grootendeels weggeërodeerd. Behalve in 't noord-oostelijk gedeelte, waar het een vrij aanzienlijke uitbreiding heeft, treffen we het in 't zuiden nog slechts op enkele hoogten (Hulsberg, Ubachsberg) aan, waarover later nog gesproken zal worden.

Kenmerkend voor dit pliocene zand is het voorkomen van kiezeloolithen; kleine steentjes met zwarte spikkels welke omgeven zijn door concentrische ringen van kiezelzuur, en die veel lijken op vischkuit. De verkiezeling geschiedde, doordat kiezelringen zich vormden om zandkorreltjes of andere kernen.

We zien dus ook hier weer hoe bepaalde kenmerken het mogelijk maken den ouderdom van een afzetting vast te stellen.

(Wordt vervolgd).

## BOEKBESPREKING.

SCHEIKUNDE IN DIENST VAN DEN MENSCH, door Dr. G. DOYER VAN CLEEFF. Uitgave: H. D. Tjeenk Willink & Zoon (Haarlem) — 1918. Prijs: f 5.90 (benevens 10% duurtetoelag).

Het is werkelijk met buitengewoon veel genoegen dat wij in dit blad het verschijnen van dit boekwerk (275 bladz. met 23 figuren, benevens een aantal portretten van bekende figuren op het gebied der zuivere en toegepaste scheikunde) kunnen aankondigen, daar het zeer zeker in een bestaande behoefte hier te lande voorziet! In een twaalftal prettig geschreven en zeer gemakkelijk leesbare hoofdstukken wordt hier een beknopt overzicht gegeven van de groote beteekenis die de scheikunde en de scheikundige techniek in de laatste jaren, ook voor ons land, gekregen hebben, en waarbij schrijver dan ook op zeer te waardeeren wijze de aandacht heeft gevestigd op speciaal Nederlandsche toestanden. Hier volge een kort overzicht van den inhoud: Inleiding in twee hoofdstukken (chemische grondbegrippen etc.), dan volgen: De stikstof in de dampkringslucht (w. o. de bereiding van luchtsalpeter, kalkstikstof, ammoniak en salpeterzuur); Stoffen die voor verlichting dienen (gas, petroleum en kaarsen); Scheikundige werkingen en omzetting van arbeidsvermogen; Koolhydraten (suikers, zetmeel, dextrine, cellulose); Vetten, oliën en zeepen; Scheikunde en electriciteit (technische electrochemie en electrothermie); Radioactiviteit (natuurkundige-, scheikundige- en physiologische werkingen der radioactieve stoffen); Colloïdale toestand der stoffen; Synthetische bereidingen (koolteerproducten, kunstmatige kleurstoffen en reukstoffen, kamfer, geneesmiddelen, looistoffen, enz. enz.). De schrijver geeft verder onder aan den tekst nog talrijke literatuuropgaven. De figuren zijn over het algemeen duidelijk! Aan druk en uitgave zijn natuurlijk door de tijdsomstandigheden eenige beperkingen opgelegd. De lezing en aanschaffing van dit boekje is een ieder overigens ten zeerste aan te bevelen, en zeer zeker wel aan hen, die zonder eenige speciale kennis op het gebied der scheikunde te bezitten, toch wat meer wenschen te weten omtrent de waarde dezer wetenschap in onzen huidigen tijd!

v. Z.

DIE PHYSIK DER VERBRENNUNGS-ERSCHEINUNGEN, von prof. Dr. H. MACHE (Weenen). Uitgave: Veit & Comp, (Leipzig) — 1918. Prijs: Mk. 6.— benevens 25% „Teuerungsaufschlag.“

Werkelijk buitengewoon talrijk zijn de onderzoekingen betreffende de chemische kwesties die zich voordoen bij de verbrandingsprocessen (we behoeven hier slechts namen te noemen als Bunsen, Berthelot, Le Chatelier, Mallard, Nernst, Bunte, Haber en enkele anderen), het onderzoek naar de verschillende physische verschijnselen die zich daarbij kunnen voordoen is daarentegen maar zeer beperkt gebleven (behalve den auteur is hier alleen den Russischen natuurkundige Michelson te vermelden). Bovengenoemd werkje houdt zich nu eens alleen met deze kwesties bezig (zulks in 130 pagina's met 43 figuren, benevens twee uitslaande

platen), waarbij de schrijver de te bespreken stof in twee groote gedeelten gesplitst heeft, namelijk de verbrandingsverschijnselen in gassen, waarna dan de verschijnselen die zich voordoen bij de verbranding van vaste stoffen eveneens in den breede behandeld worden. Voor het eerste gedeelte worden voorn. behandeld de verschijnselen die zich bij den gewonen Bunsenbrander en in explosiemotoren voordoen, bij het tweede gedeelte wijdt schrijver zijn aandacht aan de verbranding van explosiestoffen en de verschillende kwesties die zich voordoen tijdens en direct na de verbranding van de geschutlading. Behalve zijn eigen onderzoekingen worden ook in den breede het theoretische en praktische werk van anderen besproken; het zwaartepunt is wel gelegen in de theoretische discussie der verschijnselen en in de uitvoerige berekeningen (waarbij nog al heel wat hoogere wiskunde in het spel komt). De talrijke figuren zijn duidelijk, de afbeeldingen op de platen werkelijk fraai te noemen! v. Z.

LEHRBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE von prof. Dr. A. F. HOLLEMAN (Amsterdam). — Vierzehnte Auflage (1918) — Uitgave: VEIT & Comp. (Leipzig). Prijs: Mk. 12.50 + 25% Teuerungsauflschlag.

In een der nummers van den vorigen jaargang werd van deze uitgave alreeds het organische deel besproken, zoodat hier nu wel met een korte aankondiging van den nieuwen druk van het anorganische deel (ca. 460 pag. met 77 fig. benevens uitgebreid register) volstaan kan worden. Enkele hoofdstukken zijn eenigszins omgewerkt, terwijl ook voor verschillende onderzoekingen van de laatste jaren eenige plaatsruimte is afgestaan, zoo werden onder meer nieuw opgenomen: de onderzoekingen van Morse over de meting van den osmotischen druk; de methoden van Nernst ter bepaling van den evenwichtstoestand in gassen bij hooge temperaturen; een kort overzicht over de werking der ultraviolette stralen; en verder is ook het hoofdstuk over de radioactieve elementen op vele plaatsen aanzienlijk verbeterd en geheel op de hoogte gebracht van de resultaten van de onderzoekingen van den laatsten tijd. Het feit, dat de verschillende drukken van dit boek elkander regelmatig binnen een tijdsverloop van ca. anderhalf jaar opvolgen, terwijl nu reeds den veertienden druk bereikt werd, wijst er wel op, dat ook in het buitenland het werk van den Amsterdamschen hoogleeraar in alle opzichten gewaardeerd wordt. De uitgave zelf is eenvoudig een vertaling van het gelijknamige Hollandsche deel, maar heeft ten opzichte van dit laatste voor, dat het in een veel handiger en dunner formaat is uitgegeven. De oorlogsomstandigheden hebben natuurlijk hun stempel gedrukt op papier en omslagband. Eenige aanbeveling heeft dit bekende leerboek natuurlijk niet nodig. v. Z.

## STUDIEBELANGEN.

### De C. C. en de studie te Delft.

In den laatsten tijd is er een verhoogde belangstelling waar te nemen inzake verbetering van het onderwijs en de studeermethoden aan de T. H. S.

Ik verwijs naar:

1. T. S. T. 1 Nov. 1917. De studie in Delft door Th. A. S.
2. T. S. T. 20 Dec. 1917. De studie in Delft door J. van Zijll met onderschrift van B. Bölger.
3. T. S. T. 20 Jan. 1918. De studie in Delft, afdeeling W, door J. G. Ouwehand.
4. T. S. T. 9 Febr. 1918. De studie in Delft door I. V.
5. T. S. T. 10 Mei 1918. De studie te Delft door B. Bölger.

De vele waardevolle opmerkingen, daarin vervat, zijn door de C. C. ter harte genomen. Er moet worden opgemerkt, dat verscheidene dezer kwesties reeds lang een punt van overweging vormen, zoowel bij eenige professoren als bij de C. C.

De laatste zocht voortdurend naar middelen ter verwezenlijking van het wenschelijke in deze plannen. Het lijkt haar niet ongeschikt nú uiting te geven aan eenige latere zienswijzen.

Men moet in het oog houden, dat zij door deze publikatie in geenen deele toont in te stemmen met alles wat hieronder gezegd wordt, maar zij acht de zaak nu rijp voor een nauwere samenwerking met de studenten.

Zij verwacht dan ook, dat velen zooveel interesse voor hun studie toonen te bezitten, dat zij eventuele bezwaren zullen kenbaar maken, of nuttige opbouwende kritiek zullen uitoefenen.

**Al die personen worden dus verzocht zoo mogelijk gedetailleerde plannen, ieder voor zijn eigen faculteit, aan de C. C. te doen toekomen.**

Wij hopen op flinke medewerking!

Zooals reeds is aangekondigd, houdt de C. C. zich reeds geruimen tijd bezig met reorganisatie der propaedeuse. Stappen in deze richting werden en worden gedaan. Ook in verband daarmee ontvangt de C. C. op- en aanmerkingen van de zijde der studenten of anderszins. Over het algemeen is het contact tusschen de C. C. en de studenten niet zoo als deze wel gewenscht moet worden met het oog op een goede en geregelde behartiging der studiebelangen.

Namens de Centrale Commissie  
voor Studiebelangen,  
C. P. M. FRIJLINCK, Voorz.  
D. C. SCHUMM, Secr.

*Aan de Centrale Commissie ter Behartiging  
van Studiebelangen te Delft.*

Mijne Heeren,

Het systeem waarop te Delft de studenten verwacht worden te werken, heeft bij ondergeteekenden bezwaren gewekt. Zij meenen dat het zeer uitgebreide aantal college-uren een te groot deel van den beschikbaren tijd in beslag neemt, om naast den noodzakelijke arbeid (practica, verslagen, examenwerk), nog voldoende tijd over te laten voor zelfstandig werk.

Zij stellen zich voor, dat in deze verbetering te verwachten is, wanneer de docenten de, op de tegenwoordige colleges behandelde stof in boekvorm uitgeven; terwijl op de, dan in aantal zeer beperkte college-uren slechts de nadruk wordt gelegd op grondbeginselen en actualiteiten.



Zij verzoeken Uw college hun te willen mededeelen of het met de voorgestelde wijzigingen accoord gaat, en in hoeverre het zou willen meewerken om het gestelde doel te bereiken.

Met de meeste hoogachting,

W. O. JULIUS.

B. G. v. D. HEGGE ZIJNEN.

J. P. K. v. D. STEUR.

## De studie te Delft.

De ontevredenheid over de studie is groot. Het is wenschelijk dat de studenten hunne meening uiten over gewenschte hervormingen aan de T. H. Voor het voorstellen van de meest ingrijpende hervormingen zijn de studenten niet geheel de aangewezen personen, doch een eventueel gebleken algemeene overtuiging kan de aanleiding zijn, dat er van meer bevoegde zijde stappen tot de noodige hervormingen worden gedaan. Het is verblijdend dat ook de S. T. V. dit heeft ingezien en reeds plannen van actie heeft opgesteld. Buiten haar zijn nog andere stroomingen. Ik hoop dat zij zich zullen vereenigen onder leiding van de C. C., het aangewezen lichaam om de studiebelangen te behartigen. Men houde in het oog dat ik voor w. i. studeer en dus voornamelijk over deze afdeeling oordeel.

Mijn bezwaren zijn drieërlei:

- 1<sup>e</sup>. studie te theoretisch;
- 2<sup>e</sup>. schrijven van dictaten;
- 3<sup>e</sup>. gebrek aan hulp buiten de colleges.

1<sup>e</sup>. *De te theoretische studie* is een algemeene klacht, vooral voor het prop. examen. Precies aan te geven wat vervallen kan, eischt een uitvoerige studie, die niet geheel op ons terrein ligt, doch wel door de studenten begonnen kan worden. Ik wil hier slechts zeggen dat m. i. vele theoretische vakken te veel als een zelfstandig vak behandeld worden en er onvoldoende rekening gehouden wordt met de eischen, aan een ingenieur te stellen. Dit is reeds van meer bevoegde zijde erkend, blijkens het rapport voor de op te richten Indische T. H., waarin voor de opleiding tot civ. ing. met slechts  $\frac{2}{3}$  van de wiskundige propaedeuse te Delft wordt volstaan, zonder te kort te doen aan de wetenschappelijke waarde van die ingenieurs. Daarbij is het standpunt ingenomen, dat die beperkingen toelaatbaar zijn, welke geen bezwaar opleveren voor de studie van de mechanica's zooals die hier worden gegeven. Mij dunkt dat dit de richting is die de T. H. in Delft ook uit moet en het is de vraag of er niet nog andere vakken zijn, die eveneens een beperking in de te behandelen stof toelaten.

2<sup>e</sup>. *Schrijven van dictaten.*

Jaarlijks worden door eenige honderden studenten steeds opnieuw opgeschreven wat een docent te zeggen heeft. Bijna alle vakken behandelen een stof, die in hoofdzaken hetzelfde blijft. Dan is het eenvoudiger, dat die stof neergelegd wordt in een boek — het collegeboek. Wat de docent vertelt, is voor den hoorder meestal geheel nieuw en het kost bij vele theoretische vakken reeds moeite genoeg den docent te volgen.

Daarbij moet nog dictaat gehouden worden, d. i. het gehoorde in eigen taal neerschrijven! Het resultaat is,

dat de meesten of slecht dictaat houden, of als schrijfmachine fungeeren en het begripen voor later uitstellen. (Om het laatste te beproeven heeft een hoogleeraar een geheel onjuist college gegeven. Het werd door niemand opgemerkt!). In beide gevallen is het succes van het veel geroemde gesproken woord nihil. Kan de aandacht echter geconcentreerd worden op het gesprokene, dan zal de waarde daarvan zeer groot zijn. In het collegeboek heeft de hoorder de stof dan voor de verdere studie beschikbaar.

Bovendien is het dictaat onbetrouwbaar. Vooral bij de technische vakken worden vele gegeven verteld, die zonder meer opgeschreven moeten worden. Daarbij worden tegelijkertijd teekeningen gemaakt, die moeten worden overgenomen. Zoo worden den hoorder zware eischen gesteld om het college bij te houden. Het blijkt dan ook, dat de beste dictaten onvolledigheden en tegenstrijdigheden bevatten. Een goed collegeboek lijdt hieraan niet.

In het collegeboek moet alles opgenomen zijn wat verlangd wordt, dat de student voor zijn examen zal kennen, niets meer, ook niets minder. Het moet dengene, die in staat is zelfstandig te kunnen studeeren, alle gegevens verschaffen, die hij noodig heeft. Daarom worden in het boek vele verwijzingen naar de literatuur gegeven, niet slechts een opgave van werken op de voorste of achterste bladzijde, doch bij elk belangrijk onderdeel of hoofdstuk een noot onder aan de pagina, die verwijst naar blad zoo- en zooveel van dit of dat werk, handboek of tijdschrift. Wie het bewuste gedeelte van dit collegeboek niet begrijpt of er meer van wil weten, heeft dan direct gegevens voor verdere studie. Een ander voordeel er van is, dat de student spoedig thuis raakt in de literatuur van zijn vak, iets waaraan de T. H. m. i. weer te weinig aandacht besteedt.

Er is een nog ander voordeel: de docent kan zich bij het college op het boek baseeren. Bij de theoretische vakken kunnen bijv. bewijzen langs anderen weg gegeven worden dan in het coll. boek staan. Daardoor wordt het inzicht verdiept. Zelfs zou ik wenschen, dat telkens aangegeven werd, welk gedeelte op het volgend college zal worden behandeld. Zij, die in het vak belangstellen, kunnen dan tevoren de te behandelen stof doorlezen. Bij de technische vakken kan de docent vóór alles wat slechts gegevens zijn uit de praktijk (afmeting e. d.), naar het collegeboek verwijzen. Dan is er veel meer tijd beschikbaar voor bespreking van teekeningen, beschouwingen over tegenstrijdige opvattingen, ervaringen uit de praktijk, vroeger gemaakte fouten, enz. Kortom alles wat technisch *inzicht* geeft, dat hoort op een technisch college thuis.

Zij moeten ook *in waarheid* collegeboeken zijn, d. z. geen prachtwerken, maar *goedkoope* handige boekjes, in den vorm van een dictaat, met slap linnen omslag en in meerdere delen als ze dikker zouden worden dan b. v. 200 pag. De goedkoopte eischt voor de technische vakken, dat de teekeningen op autographieën verkrijgbaar zijn. De uitgave zou kunnen geschieden door de T. H. of de Handl. Vereeniging, in samenwerking met de T. H.; het schrijven van het collegeboek door, of onder toezicht van den betrokken docent.

3<sup>e</sup>. *Gebrek aan hulp buiten de colleges.*

Buiten de colleges komen pas de moeilijkheden. Daar zijn teekeningen te maken, proeven te doen, theorie te bestudeeren, vraagstukken op te lossen,

kortom daar is pas de eigenlijke studie. Voor teekeningen en proeven verleen hoogleraren en assistenten hulp, voor al het andere niemand. Nu wordt er van vele zijden, en terecht, dikwijls aanmerking gemaakt op het repetitoren-stelsel, maar wij kunnen niet ontkennen, dat die repetitoren de plaats vervullen, die de T. H. niet heeft bezet. Zij zijn voor velen de aangewezen, door den nood der omstandigheden aangewezen leiders bij de vorming tot ingenieur. Ook daarin moet verandering komen.

Ik zou daarvoor wenschen de aanstelling van goed bezoldigde lectoren voor de technische vakken; lectoren, omdat zij onderwijzers moeten zijn, wat men pas na jaren leert en die dus tengevolge van hunne bezoldiging niet een dergelijk vlottende bevolking mogen vormen als de assistenten doen. Zij moeten hunne middagen beschikbaar houden voor „vraaguren” waarop de studenten met hunne moeilijkheden kunnen komen. De lector kan tevens de schakel zijn tusschen hoogleraar en student, door het opgeven van de meest voorkomende moeilijkheden, zoodat de hoogleraar daaraan bij zijn college meer aandacht kan besteden.

Een groote toeloop van studenten (indien de lector aan zijn bestemming voldoet), behoeft niet bezwaarlijk te zijn indien de vragen een of twee dagen te voren schriftelijk worden ingeleverd. Deze kunnen in een soort repetitor-college worden verwerkt, en gedeeltelijk op papier worden beantwoord. Aan de invoering hiervan zijn vele bezwaren verbonden, doch ik geloof dat ze niet onoverkomelijk zullen zijn, indien het de wensch van de meerderheid der studenten is om van de T. H. dergelijke hulp te ontvangen.

Het is niet mijn illussie te denken, dat de repetitoren zouden verdwijnen. Er zijn te velen, die het zonder hen niet kunnen stellen, doch de studie aan de T. H. zou er m.i. belangrijk door worden verbeterd.

F. E. EIJKEN.

## TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

### Propaedeutische examens vóór de Zomervacantie 1919.

Zij, die wenschen deel te nemen aan een der propaedeutische examens, genoemd in Artt. 8—14 van het Kon. Besl. van 4 Juli 1905, Stbl. No. 227, of aan eenig deel dier examens — zooals deze gedeelten zijn vastgesteld bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 3 Februari 1908, afd. Onderwijs — worden uitgenoodigd uiterlijk 12 April 1919 van hun voornemen schriftelijk kennis te geven aan den Secretaris der Afdeeling der Algemeene Wetenschappen, per adres den Ambtenaar van Administratie der Technische Hoogeschool, door de aangifte in de daartoe bestemde enveloppe te werpen in een daartoe geplaatste bus in het Hoofdgebouw der Technische Hoogeschool, (Oude Delft 95).

Zij, die voor het eerst aan het examen deelnemen, moeten de aanvraag vergezeld doen gaan van het eindexamen-diploma der Hoogere Burgerschool, van het getuigschrift van bekwaamheid tot de studie aan Technische Hoogeschool (zie art. 122 Hooger-Onderwijs-wet), of van eenig ander gelijkwaardig getuigschrift.

Zij, die wegens geldige redenen wenschen vóór een bepaalden datum, of op bepaalde data te worden geëxamineerd, behooren dit op een afzonderlijk en bij hunne aangifte in te sluiten formulier te vermelden.

Desverlangd worden nadere inlichtingen verstrekt door den Secretaris der Afdeeling, of door de Administratie der T. H.

Aangifte formulieren, formulieren voor wenschen en afdrukken van bovengenoemd Koninklijk Besluit, alsook de daarop betrekking hebbende Ministerieele beschikking (Staatscourant No. 30 van 5 Februari 1908) zijn verkrijgbaar bij den Technischen Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR.

DELFT, 12 Maart 1919.

Namens de Afdeeling der Algemeene Wetenschappen,  
de Secretaris: J. A. SCHOUTEN.

—o—

### AFD. DER SCHEIKUNDIGE TECHNOLOGIE.

De Voorzitter van de Afdeeling der Scheikundige Technologie van de Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan het examen voor Scheikundig Ingenieur, dat zal worden afgenomen in Juni 1919, zich daartoe schriftelijk moeten aanmelden vóór den 1<sup>sten</sup> April e. k.

De aanmelding behoort vergezeld te gaan van het Candidaats-diploma, en te worden geadresseerd:

„Den Heere Secretaris van de Afdeeling der Scheikundige Technologie, Westvest 24, Delft.”

Formulieren voor aanmelding zijn verkrijgbaar bij den Technischen Boekhandel van J. WALTMAN JR. te Delft.

### Berichten en Mededeelingen.

Het nieuwe Bestuur van het Gezelschap „Leeghwater” heeft zich, na uitreding van twee leden van het Bestuur, als volgt samengesteld:

P. A. G. Asselbergs,	President.
C. H. Bouvy,	Secretaris
L. J. P. Smulders,	Penningmeester.
G. D. Boerlage,	Comm., afgevaardigde C.C.
J. G. Ouwehand,	Archivaris.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, d.d. 12 Maart 1919 No. 911, Afd. H. O. is benoemd tot assistent voor de waterbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft voor het tijdvak van 16 Maart tot en met 31 Augustus 1919 de heer W. Valderpoort c.i. te Rotterdam.

### VRAGENRUBRIEK.

Een onzer lezers vraagt de algebraische oplossing (dus niet langs graphischen weg!) van  $x$  uit de volgende vergelijkingen:

1.  $x = \ln x.$
2.  $x = {}^{10}\log x.$
3.  $x = -{}^{10}\log x.$
4.  $x = -\ln x.$

Antwoorden worden gaarne ingewacht bij de redactie (Kanaalweg 17 — Delft).