

TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,
ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: B. BÖLGER, Theresiastraat 75, Den Haag.
Redactie-adres: Koornmarkt 62, Delft.

Redactie:

J. J. G. VAN HOEK,
P. K. VAN MEURS,
A. BARGEBOER,
W. P. VAN ZON,
J. D. FOKMA,
C. J. H. M. VAN ZEE,
G. E. GERST,
G. D. BOERLAGE,
A. BARGEBOER,
B. BÖLGER,

Civiele faculteit,
Bouwkundige faculteit,
Werktuigkundige faculteit,
Scheepsbouwkundige faculteit,
Electrotechnische faculteit,
Scheikundige faculteit,
Mijnbouwkundige faculteit,
Luchtvaart,
Wis- en Natuurkunde,
Economie,

Jul. v. Stolberglaan 202, Den Haag.
A 419, Overschie.
Vrouwjuttonland 20.
Nieuwe Plantage 74.
Verwersdijk 65 c.
Kanaalweg 17.
Van Leeuwenhoeksingel 3.
Nieuwe Laan 22.
Vrouwjuttonland 20.
Theresiastraat 75, Den Haag.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 5,—.

Druk en Administratie Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

7^e Jaargang. No. 14. 1 Juli 1917.

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

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten
verantwoordelijkheid van de Redactie.

Voor opgaven van abonnement en adresver-
anderingen en voor aanvragen van losse num-
mers richte men zich tot de Administratie:
Binnenwatersloot 33.

Inhoud.

Over slingeren in buizen, II, door A. B.
Photochemie, VIII (slot), door v. Z.
Afscheidscollege Prof. S. G. Everts c.i.
Handleiding-Vereeniging.
Boekbespreking.
Ontvangen tijdschriften.
Rectificatie.
Berichten en mededeelingen.
Technische Hoogeschool.

Over slingeren in buizen. *)

II.

Alvorens tot de verdere behandeling van het
probleem over te gaan, wil ik even doen opmerken,
dat in meerdere formules fouten in de teekens
zijn ingeslopen.

Voor zoover dit noodig zal blijken, zal ik deze
formules in kwestie, gecorrigeerd herhalen.

Na de beschouwing in het vorige artikel van
het geval

$$\frac{p^2}{4M^2} > \frac{p_0 f_3^2}{MV_0} + \frac{p f_3^2}{Mf_4}$$

Gaan we over tot het grensgeval:

$$\frac{p^2}{4M^2} = \frac{p_0 f_3^2}{MV_0} + \frac{p f_3^2}{Mf_4}$$

Kortheidshalve zal ik de oplossing slechts sche-
matisch aangeven:

Stel $y = u \cdot v$.

Substitueeren we dit in onze hoofdvergelijking:

$$(9) \quad y'' + \frac{p}{M} y' + \left(\frac{p_0 f_3^2}{MV_0} + \frac{p f_3^2}{Mf_4} \right) y = \\ = \alpha + \beta a + \gamma a' + \delta a'',$$

waarin α , β , γ en δ hun beteekenis ontleenen aan

*) Voor het eerste deel zie No. 10 „T. S. T.”

de vergelijkingen (10), dan valt deze uiteen in twee vergelijkingen:

$$(\alpha) \quad v'' - 2\mu v' + \varepsilon v = 0 \dots \left(\varepsilon = \frac{p_0 f_3^2}{M V_0} + \frac{\rho f_3^2}{M f_4} \right)$$

en

$$(\beta) \quad v u'' + 2u'v' - 2\mu u'v = \alpha + \beta a + \gamma a' + \delta a$$

uit (x) volgt voor een waarde van v :

$$v = e^{\mu t}$$

Substitueeren we dit in (β), dan resulteert

$$u'' = e^{-\mu t} (\alpha + \beta a + \gamma a' + \delta a'')$$

en hieruit voor u :

$$u = \left\{ \frac{\alpha}{\mu^2} - \frac{V r^2 (\beta - \delta \omega^2)^2 + \omega^2 r^2 \gamma^2}{\mu^2 + \omega^2} \right\} \times \\ \times \sin(\omega t - 2\varphi_1 - \chi) \left\{ e^{-\mu t} + A t + B \right.$$

$$\text{waarin } \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\mu}{\omega} \text{ en } \operatorname{tg} \chi = \frac{r (\beta - \delta \omega^2)}{\omega r \gamma}$$

zoodat

$$(21) \quad y = uv = \frac{\alpha}{\mu^2} - \frac{V r^2 (\beta - \delta \omega^2)^2 + \omega^2 r^2 \gamma^2}{\mu^2 + \omega^2} \sin(\omega t - \\ - 2\varphi_1 - \chi) + A t e^{\mu t} + B e^{\mu t}$$

we zien dus, dat ook hier de periode van y' (dus ook van de slingering in de leiding) dezelfde is, als van de machine en van een amplitude, die geheel bepaald is door de vorm:

$$\frac{V r^2 (\beta - \delta \omega^2)^2 + \omega^2 r^2 \gamma^2}{\mu^2 + \omega^2};$$

dus geheel ongevaarlijk te houden is.

We zullen bij het derde geval een toestand leeren kennen, die ook wat periode betreft, hiermede geheel overeenkomt, doch door zijn groote amplitude zeer gevaarlijk is.

Gaan we dus over tot het 3e geval:

$$\frac{p^2}{4M^2} < \frac{p_0 f_3^2}{M V_0} + \frac{\rho f_3^2}{M f_4}$$

$$\text{noem nu } \sqrt{-\frac{p^2}{4M^2} + \left(\frac{p_0 f_3^2}{M V_0} + \frac{\rho f_3^2}{M f_4} \right)} = \nu \quad (22)$$

dit komt dus overeen met $\nu \sqrt{-1}$ bij het eerste geval). De oplossing van de gereduceerde vergelijking (9) is dan:

$$y = e^{\mu t} (C_1 \cos \nu t + C_2 \sin \nu t)$$

substitueeren we dit in verg. (9), dan resulteert:

$$C_1' = -\frac{\sin \nu t}{\nu} \left\{ \alpha - r (\beta - \delta \omega^2) \cos \omega t + \right. \\ \left. + \omega r \gamma \sin \omega t \right\} \times e^{-\mu t}$$

$$C_2' = \frac{\cos \nu t}{\nu} \left\{ \alpha - r (\beta - \delta \omega^2) \cos \omega t + \right. \\ \left. + \omega r \gamma \sin \omega t \right\} e^{-\mu t}$$

$$\text{daar: } \left. \begin{aligned} a &= r(1 - \cos \omega t) \\ a' &= \omega r \sin \omega t \\ a'' &= \omega^2 r \cos \omega t \end{aligned} \right\} \text{ zie T. S. T. No. 10}$$

$$\text{en } \alpha = \frac{f_3}{M f_2} (H_0 \rho f_3 + q - p_0 f_3) + \\ + y_0 \left(\frac{\rho f_2 f_3}{f_4} + \frac{p_0 f_2 f_3}{V_0} \right) - r \frac{f_1 f_3^2 \rho}{M f_2 f_4}$$

zoodat:

$$C_1 = \left\{ \frac{\alpha}{\nu \sqrt{\mu^2 + \nu^2}} \cos(\nu t + \varphi_1) + \right. \\ \left. + \frac{V \omega^2 r^2 \gamma^2 + (\beta - \delta \omega^2)^2 r^2}{2\nu} \left[\frac{\sin \{(\omega + \nu)t + \varphi_2 - \chi\}}{V(\omega + \nu)^2 + \mu^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\sin \{(\omega - \nu)t + \varphi_3 - \chi\}}{V(\omega - \nu)^2 + \mu^2} \right] \right\} \times e^{-\mu t} + \bar{C}_1$$

en

$$C_2 = \left\{ \frac{\alpha}{\nu \sqrt{\mu^2 + \nu^2}} \sin(\nu t + \varphi_1) - \right. \\ \left. - \frac{V \omega^2 r^2 \gamma^2 + (\beta - \delta \omega^2)^2 r^2}{2\nu} \left[\frac{\cos \{(\omega + \nu)t + \varphi_2 - \chi\}}{V(\omega + \nu)^2 + \mu^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\cos \{(\omega - \nu)t + \varphi_3 - \chi\}}{V(\omega - \nu)^2 + \mu^2} \right] \right\} \times e^{-\mu t} + \bar{C}_2$$

waarin:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\mu}{\nu}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\mu}{\omega + \nu}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{\mu}{\omega - \nu}$$

$$\operatorname{tg} \chi = \frac{\beta - \delta \omega^2}{\omega \gamma}$$

$$\text{en noem } \sqrt{\omega^2 r^2 \gamma^2 + (\beta - \delta \omega^2)^2 r^2} = \Sigma.$$

Substitueeren we dit in de algemeene oplossing voor y , dan vinden we na herleiding:

$$(23) \quad y = \frac{\alpha}{\mu^2 + \nu^2} + \frac{\Sigma}{2\nu} \left\{ \frac{\sin[\omega t + \varphi_2 - \chi]}{V(\omega + \nu)^2 + \mu^2} + \right. \\ \left. + \frac{\sin[(\omega - 2\nu)t + \varphi_3 - \chi]}{V(\omega - \nu)^2 + \mu^2} \right\} + (C_1 \cos \nu t + C_2 \sin \nu t) e^{\mu t}$$

of, een voor ons doel nog betere vorm:

$$(23') \quad y_n = \frac{\alpha_n}{\mu^2 + \nu^2} + \\ + \frac{\Sigma}{2\nu} \left\{ \frac{\sin(\omega t + \varphi_2 - \chi)}{V(\omega + \nu)^2 + \mu^2} + \frac{\sin[(\omega - 2\nu)t + \varphi_3 - \chi]}{V(\omega - \nu)^2 + \mu^2} \right\} + \\ + C_n \cos(\nu t + \psi_n) e^{\mu t},$$

C en ψ zijn integratie-constanten gedurende één slag.

Hierin is dan $\frac{C_2}{C_1} = \operatorname{tg} \psi$

en $C = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$.

Gaan we nu over tot de bepaling der integratieconstanten.

Uit de eisch der continuïteit volgt, dat de waterstand aan het eind van de n^e slag dezelfde is, als aan het begin van de $(n+1)^e$ slag; hetzelfde valt van de snelheid te zeggen, dus:

$$y_{\pi, n} = y'_{0, n+1} \text{ en}$$

$$y'_{\pi, n} = y'_{0, n+1}.$$

Dit gesubstitueerd in vergel. (23) geeft resp.:

$$\frac{\alpha_n}{\mu^2 + \nu^2} + \frac{\sum \left\{ \frac{\sin(-\varphi_2 + \chi)}{\sqrt{(\omega + \nu)^2 + \mu^2}} + \frac{\sin(2\nu \frac{\pi}{\omega} - \varphi_3 + \chi)}{\sqrt{(\omega - \nu)^2 + \mu^2}} \right\} + \left(C_{1, n} \cos \frac{\nu \pi}{\omega} + C_{2, n} \sin \frac{\nu \pi}{\omega} \right) e^{\mu \frac{\pi}{\omega}}}{\mu^2 + \nu^2} = \frac{\alpha_{n+1}}{\mu^2 + \nu^2} -$$

$$- \frac{\sum \left\{ \frac{\sin(-\varphi_2 + \chi)}{\sqrt{(\omega + \nu)^2 + \mu^2}} + \frac{\sin(-\varphi_3 + \chi)}{\sqrt{(\omega - \nu)^2 + \mu^2}} \right\} + C_{1, n+1}}$$

en

$$- \frac{\sum \left\{ \frac{\cos(-\varphi_2 + \chi)}{\omega \sqrt{(\omega + \nu)^2 + \mu^2}} + (\omega - 2\nu) \frac{\cos(2\nu \frac{\pi}{\omega} - \varphi_3 + \chi)}{\sqrt{(\omega - \nu)^2 + \mu^2}} \right\} + e^{\mu \frac{\pi}{\omega}} \left\{ \mu C_{1, n} \cos \frac{\nu \pi}{\omega} + \mu C_{2, n} \sin \frac{\nu \pi}{\omega} - C_{1, n} \nu \sin \frac{\nu \pi}{\omega} + C_{2, n} \nu \cos \frac{\nu \pi}{\omega} \right\}}{2\nu} =$$

$$= \frac{\sum \left\{ \frac{\cos(-\varphi_2 + \chi)}{\omega \sqrt{(\omega + \nu)^2 + \mu^2}} + (\omega - 2\nu) \frac{\cos(-\varphi_3 + \chi)}{\sqrt{(\omega - \nu)^2 + \mu^2}} \right\} + \mu C_{1, n+1} + \nu C_{2, n+1}}{2\nu}$$

Stellen we:

$$\frac{\alpha_{n+1} - \alpha_n}{\mu^2 + \nu^2} = A_{n+1},$$

$$e^{\mu \frac{\pi}{\omega}} = F,$$

$$\frac{\sum \left\{ \frac{\sin(-\varphi_2 + \chi)}{\nu \sqrt{(\omega + \nu)^2 + \mu^2}} + \frac{\sin(\nu \frac{\pi}{\omega} - \varphi_3 + \chi) \cos \nu \frac{\pi}{\omega}}{\sqrt{(\omega - \nu)^2 + \mu^2}} \right\}}{\nu} = P_\pi$$

$$\frac{\sum \left\{ \frac{\cos(-\varphi_2 + \chi)}{\omega \sqrt{(\omega + \nu)^2 + \mu^2}} + (\omega - 2\nu) \frac{\cos(\nu \frac{\pi}{\omega} - \varphi_3 + \chi) \cos \nu \frac{\pi}{\omega}}{\sqrt{(\omega - \nu)^2 + \mu^2}} \right\}}{2\nu} = Q_\pi,$$

dan volgt uit deze twee vergelijkingen:

$$24 \left\{ \begin{aligned} C_{1, n+1} &= -A_{n+1} + P_\pi + \\ &+ F \left(C_{1, n} \cos \frac{\nu \pi}{\omega} + C_{2, n} \sin \frac{\nu \pi}{\omega} \right) \\ \text{en} \\ C_{2, n+1} &= -Q_\pi + \\ &+ \frac{\sqrt{\mu^2 + \nu^2}}{\nu} F \left\{ -C_{1, n} \sin \left(\frac{\nu \pi}{\omega} - \varphi_1 \right) + \right. \\ &\left. C_{2, n} \cos \left(\frac{\nu \pi}{\omega} - \varphi_1 \right) \right\} - \frac{\mu}{\nu} C_{1, n}, \end{aligned} \right.$$

dit zijn dus de recurrente betrekkingen volgens welke we $C_{1, n}$ en $C_{2, n}$ kunnen bepalen.

Daar $-\frac{\mu}{\nu} C_{1, n}$ ten opzichte van C_2 klein is, verwaarloozen we bij de verdere analyse, deze post (graphisch is dit niet noodig).

Verder is $\frac{\varphi_1}{r}$ zeer klein dus we schrijven voor

$$n \frac{\nu \pi}{\omega} - \frac{\varphi_1}{2} = n \theta \cong n \frac{\nu \pi}{\omega}$$

dit komt overeen met de benadering:

$$\frac{\sqrt{\mu^2 + \nu^2}}{\nu} \cong 1.$$

Met deze benaderingen vinden we door ontwikkelingen, die ik hier, wegens hun lengte, weglaat:

$$25 \left\{ \begin{aligned} C_{1, n} &= \left\{ -\{A_n + F A_{n-1} \cos \theta + F^2 A_{n-2} \cos 2\theta + \dots + F^n A_0 \cos n\theta\} + \right. \\ &+ P_\pi \{1 + F \cos \theta + F^2 \cos 2\theta + \dots + F^n \cos n\theta\} + \\ &+ Q_\pi \{F \sin \theta + F^2 \sin 2\theta + \dots + F^{n-1} \sin (n-1)\theta\} + \\ &+ F^n C_{1,0} \cos n\theta + F^n C_{2,0} \sin n\theta \\ \text{en} \\ C_{2, n} &= \left\{ Q_\pi \{1 + F \cos \theta + \dots + F^n \cos n\theta\} + \right. \\ &+ \{A_{n-1} F \sin \theta + A_{n-2} F^2 \sin 2\theta + \dots + A_0 F^{n-1} \sin (n-1)\theta\} - \\ &- P_\pi \{F \sin \theta + F^2 \sin 2\theta + \dots + F^{n-1} \sin (n-1)\theta\} - \\ &- F^n C_{1,0} \sin n\theta + F^n C_{2,0} \cos n\theta \end{aligned} \right.$$

noemen we:

$$S_2 = \sum_{p=0}^{p=n} F^p \cos p\theta$$

en

$$S_3 = \sum_{p=1}^{p=n} F^p \sin p\theta$$

waarin $F = e^{\frac{\mu \pi}{\omega}}$ en μ negatief is $\left(\text{n.l.} - \frac{\rho}{2M} \right)$

we vinden deze sommen als volgt:

$$S_2 \cos \theta = \cos \theta + F \cos^2 \theta + F^2 \cos \theta \cos 2\theta + \dots + F^n \cos \theta \cos n\theta,$$

of

$$2S_2 \cos \theta = 2 \cos \theta + F(1 + \cos 2\theta) + F^2(\cos \theta + \cos 3\theta) + \dots + F^n \{ \cos(n-1)\theta + \cos(n+1)\theta \} = \cos \theta + F \cos 2\theta + F^2 \cos 3\theta + \dots + F^n \cos(n+1)\theta + F \{ 1 + F \cos \theta + F^2 \cos 2\theta + \dots + F^{n-1} \cos(n-1)\theta \} + \cos \theta, \text{ dus:}$$

$$2S_2 \cos \theta = \frac{1}{F} S_2 + F^n \cos(n+1)\theta + F S_2 - F^{n+1} \cos n\theta - \frac{1}{F} + \cos \theta,$$

of

$$(26) \quad S_2 = \frac{-1 + F \cos \theta + F^{n+1} \cos(n+1)\theta - F^{n+2} \cos n\theta}{-1 + 2F \cos \theta - F^2}$$

voor $n = \infty$ is

$$(26') \quad S_{2,\infty} = \frac{1 - F \cos \theta}{-2F \cos \theta + 1 + F^2}.$$

Zoo is

$$(27) \quad S_4 = \sum_{p=1}^{p=n} F_p \sin \theta = \frac{F \sin \theta + F^{n+2} \sin n\theta - F^{n+1} \sin(n+1)\theta}{1 - 2F \cos \theta - F^2}$$

dus voor $n = \infty$

$$(27') \quad S_{4,\infty} = \frac{F \sin \theta}{1 - 2F \cos \theta + F^2}$$

verder wordt voor $n = \infty$

$$F^n C_{1,0} \cos n\theta = 0$$

$$F^n C_{2,0} \sin n\theta = 0$$

$$F^n C_{1,\infty} \sin n\theta = 0$$

$$F^n C_{2,\infty} \cos n\theta = 0$$

dus nadat een stationaire slingering is ingetreden:

$$(28_1) \quad C_{1,n} = - \{ A_n + F A_{n-1} \cos \theta + F^2 A_{n-2} \cos 2\theta + \dots + F^n A_0 \cos n\theta \}$$

$$+ P_\pi \frac{1 - F \cos \theta}{1 - 2F \cos \theta + F^2} + Q_\pi \frac{F \sin \theta}{1 - 2F \cos \theta + F^2}$$

$$(28_2) \quad C_{2,n} = A_{n-1} F \sin \theta + A_{n-2} F^2 \sin 2\theta + \dots +$$

$$+ A_0 F^{n-1} \sin(n-1)\theta + Q_\pi \frac{1 - F \cos \theta}{1 - 2F \cos \theta + F^2} +$$

$$+ P_\pi \frac{F \sin \theta}{1 - 2F \cos \theta + F^2}.$$

We zullen nu form. (23') nader beschouwen. De ordinaat gedurende de n^e slag bestaat uit drie principieel verschillende deelen n.l.

$$1^e \text{ een constante } \dots \frac{\alpha_n}{\mu^2 + \nu^2}.$$

2^e een periodiek veranderend deel met constante, meestal zeer kleine amplitude en een frequenties ω en $\omega - 2\nu$.

3^e een periodiek veranderend deel met veranderlijke amplitude.

$$C_n = \sqrt{C_{1,n}^2 + C_{2,n}^2} \text{ en}$$

constante, (zooals straks zal blijken, zeer kleine) frequentie $= \nu$, terwijl het gebied van de functie bij iederen slag verschuift, doordat de hoek ψ verandert. De schommelingen in de windketel (dus ook in de buisleiding) zijn voor een zeer eenvoudig geval $\left(\frac{\omega}{\nu} = \text{een geheel getal} \right)$ weergegeven door fig. 1.

Nu is de snelheid van het water in de leiding:

$$x' = \frac{f_1}{f_3} \frac{da}{dt} - \frac{f_2}{f_3} \frac{dy}{dt}.$$

Zooals we zagen, is in het eerste geval de invloed van $\frac{da}{dt}$ overwegend, terwijl in het nu beschouwde 3^e geval de geïnduceerde eigenslinge-



ringen domineeren, en zeer groote amplitude kunnen verkrijgen (gemakkelijk graphisch uit de formule te bepalen, evenals de periode).

Daar het gebied van de slingering afhangt van de grootte van ψ zal bij constante ψ ook dit gebied constant zijn. Is bovendien de amplitude constant, dan zal dus deze slingering gekenmerkt zijn door zeer kleine (zooals we zullen zien oneindig kleine variaties van snelheid: dus *constante* waterlevering) (evenals benaderd wordt door centrifugaal-pomp).

De eischen zijn dus hiervoor:

$$C = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} = \text{constant en}$$

$$\text{tg } \psi = \frac{C_2}{C_1} = \text{constant}$$

dus $C_2 = \text{constant}$ en $C_1 = \text{constant}$.

Dit wordt blijkbaar bereikt door

$$\omega = \infty$$

en $\omega^2 r = \text{constant}$ (maximum versnelling)

(eindig) klein t.o.v. ω

dan is namelijk: $\text{tg } \gamma = -\infty$

$$\text{of } \chi = -\frac{\pi}{2}$$

verder

$$P_\pi = Q_\pi = 0$$

dus

$$C_{2,n} = 0$$

$$C_{1,n} = \text{constant.}$$

Wil men dus, ondanks het feit, dat men in het gebied van geval (3) is, kleine amplitude bereiken, dan moet men een groot toerental toepassen bij kleine slag ($\omega^2 r = a$) en dus groote cyl. diameter.

Wil men dus bepaalde waterlevering L_{min} , dan is:

$$L_{min} \cong 2nS \times \frac{\pi}{4} d^2$$

daar nu $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ en de maximum toe te laten versnelling

$\omega^2 r = a$ en verder $r = \frac{s}{2}$ is

$$n = \frac{30 \omega}{\pi} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{2a}{s}}$$

dus

$$L_{min} \cong \frac{60}{\pi} s \times \sqrt{\frac{2a}{s}} \times \frac{\pi}{4} d^2 = 15 d^2 \sqrt{2as}$$

of ω erin

$$L = \frac{30 d^2 a}{\omega}$$

$$\text{of } d = \sqrt{\frac{\omega L}{30 a}}$$

$$\text{en } s = 2a/\omega^2.$$

Bij groote ω krijgt men echter groote traagheidswerkingen van de kleppen zoodat men spoedig tot een praktisch maximum komt (bovendien krijgt men groote zuiger diameters, dus groote heen en weergaande massa's)

$$\text{is } \omega = 60 (\pm 575 \text{ toeren})$$

$$\text{dan } s = \frac{2a}{3600}, \text{ is } L = 10 \text{ M}^3/\text{min}, a = 200 \text{ M}/\text{sec}^2$$

(normaal)

$$\text{dan } d = 0,319 \text{ M.}$$

$$\text{en } s = \frac{400}{3600} = 0,111 \text{ M.}$$

dus een zeer korte cylinder zal het resultaat zijn op deze gronden.

Voorts is, zoo noodig altijd geval (1) te realiseren door een kunstmatige weerstand (smoorafsluiter) in te schakelen zooals we direct zullen zien. We zullen dus trachten dit 3^e geval zoo mogelijk te vermijden, en in elk geval zooveel mogelijk geval twee naderen, aangezien geval (1) verkregen wordt ten koste van een groote p (groote wrijvingsverliezen), groote f_4 (duur reservoir) en groote V_0 (groote, dus dure windketel).

De eisch van constructie van den windketel wordt dus:

$$\frac{p^2}{4 M^2} \cong \frac{p_0 f_3^2}{M V_0} + \frac{\rho f_3^2}{M f_4}$$

Nu is voor water $p \cong \frac{0,0002}{d^2} \times l \times f \times f$ (volgens tabellen in Hütte) waarin l de lengte van de leiding in meters is. Verder is

$$M = \frac{\rho l f_3}{g} \text{ dus } p = \frac{0,0002}{d^2} M g,$$

dus als $g = 10$

$$\frac{g \times 0,0002^2}{4} = \frac{f_3^2}{\frac{\pi}{4} \rho l} \left(\frac{p_0}{V_0} + \frac{\rho}{f_4} \right)$$

$$\text{of } 10^{-4} = \frac{f_3^2}{\frac{\pi}{4} l} \left(\frac{p_0}{V_0} + \frac{\rho}{f_4} \right)$$

nu is de term $\frac{\rho}{f_4}$ altijd klein ten opzichte van $\frac{p_0}{V_0}$ (bij eenigszins belangrijke opvoerhoogte van de pomp) dus

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{\pi l}{4 f_3^2} 10^{-4}$$

of, als de diameter van de leiding = d dan is

$$\frac{p_0}{V_0} = 10^{-4} \frac{l}{0,8 d^4}$$

waarin dus l = de lengte van de leiding in meters
en d = de diameter van de leiding in meters.

is dus b.v. $p_0 = 6 \text{ atm.} = 6 \times 10^4 \text{ K.G./cM.}^2$

$l = 20 \text{ K.M.} = 20^4 \text{ M.}$

$d = 0,1 \text{ M.}$

dan is de afmeting van de windketel bepaald door:

$$(29) \quad V_0 = 0,8 \wedge 10^4 \frac{p_0 d^4}{l} = 2,4 \text{ M}^3.$$

Dit is bv. voor waterleiding van $\pm 5 \text{ M}^3/\text{min.}$
de weerstand van deze leiding zou bij $x' = 1 \text{ M/sec.}$
zijn $\sim 3 \text{ atm.}$ dus $p_0 = 6 \text{ atm.}$ is hier een goede
waarde voor een waterleidingpomp met een hoog-
reservoir $H = 30 \text{ M.}$

Zooals we zien zou voor een korte leiding de
windketel zeer groot moeten zijn om geval (1) te
realiseeren.

Daartegenover staat, dat bij deze korte leidingen
 Mv^2 betrekkelijk klein blijft door de kleine waarde
van M . Het is hier dus ook van minder belang
dat we geval (1) hebben. Willen we dit reali-
seeren zoo kunnen we de vereischte waarde van
 p bereiken door het inschakelen van een smoor-
afsluiter.

We berekenen dan de benodigde grootte van
 p , concludeeren hieruit tot de stand van den smoor-
afsluiter en berekenen natuurlijk de opvoerhoogte
van de pomp hierna (wordt door grootere wrijvings-
hoogte grooter).

Al deze berekeningen omtrent geval (1) zijn
onafhankelijk van de wet volgens welke α varieert:
gelden dus voor alle dubbelwerkende éencylinder
zuigerpompen (dus ook Simplex-pompen enz).

Voorts valt nog op te merken, dat men bij
kriterium (29) steeds aan de veilige kant is, aan-
gezien ik hier de wrijving proportioneel aan de
snelheid stelde (om de wrijving steeds tegengesteld
aan de snelheid te doen zijn, en de differentiaal
vergelijking oplosbaar te maken). Later hoop ik
in een nog nauwkeuriger behandeling hierop
terug te komen.

A. B.

Photochemie.

VIII (Slot).

Van buitengewoon veel belang, beschouwd zoo-
wel vanuit een meer formeel wetenschappelijk oog-
punt, alsook om redenen van zuiver practisch-hygië-
nischen aard voor de geheele menschheid, zijn de

onderzoekingen, waarbij men zich ten doel stelde
den invloed na te gaan, welke het licht (dit begrip
genomen in den meest algemeenen zin van het
woord) uitoefent op het leven van die plantaardige
organismen, welke op den trap der organische
ontwikkeling het laagste staan, nl. de bacteriën.
Nadat men in zeer vele gevallen het opmerkelijke
feit had kunnen constateeren, dat het zonlicht bij
tal van zieke menschen een in therapeutischen zin
zeer welkome genezenden invloed weet uit te
oefenen, heeft men natuurlijk ook eens na willen
gaan, welken invloed het zonlicht in directen zin
uitoefent op de parasitaire ziekteverwekkende
(pathogene) organismen. En het eensluidend ant-
woord op al deze, in verschillende richting genomen
onderzoekingen, geeft ons te kennen, dat het zon-
licht in het algemeen in vijandigen zin inwerkt
op het leven dezer eencellige organismen, daar
het in staat is zoowel de groei en de ontwikkeling,
alsook de voortplanting (deeling) tegen te gaan,
ja, zelfs op den duur den dood dezer levende
wezens kan bewerkstelligen.

Downes en Blunt waren wel de eersten, die zich
meer in het bijzonder hebben bezig gehouden met
de bestudeering van de inwerking van het zonlicht
op de micro-organismen. Hunne studies werden
verricht in een tijdperk, in hetwelk het moderne
bacteriologisch onderzoek (Robert Koch en Pasteur)
zich nog in een aanvangsstadium bevond, maar
desniettegenstaande zijn hunne met groote zorg-
zorgvuldigheid verrichte onderzoekingen, datee-
rende uit de jaren 1877 en 1878, nog heden ten
dage van fundamenteele beteekenis. Zij konden
aantoonen, dat de rottingsbacteriën door direct zon-
licht, ja zelfs door diffuus daglicht (maar in dat
geval natuurlijk in veel mindere mate) in hunne
ontwikkeling gestoord werden, en dat na langere
inwerking en ook bij sterkere intensiteit van het
licht den dood dezer organismen kon veroorzaakt
worden. Voedingsbodems, welke zij met rottings-
bacteriën geïnfecteerd hadden, konden weer geste-
reliseerd worden, door deze cultures gedurende
eenigen tijd bloot te stellen aan de directe inwer-
king van het zonlicht; en bovendien konden zij
aantoonen, dat bij dit desinfectie-proces de invloed
der warmte slechts een rol van geen of hoogstens
van zeer ondergeschikt belang speelt, en het steriel-
worden der glasdoozen in hoofdzaak te wijten is
aan de inwerking van het licht. Voornamelijk de
sterker breekbare stralen uit het spectrum (de

blauwe en violette stralen) waren in staat deze werking uit te oefenen. Ook den chemischen aard (en de gesteldheid) der voedingsbodems bleek eenigszins van invloed te zijn op den tijd, welke noodig was om al het aanwezige bacteriën-materiaal te dooden. Dezen invloed wordt ons eenigszins duidelijk wanneer we het feit in aanmerking nemen, dat het licht ook in staat is photochemische reacties te veroorzaken in de voedingsbodems zelf, als gevolg waarvan stoffen kunnen ontstaan, welke in meerdere of mindere mate ongunstig zouden inwerken op de ontwikkeling der bacteriën, — maar ondanks dit feit, waarvan de beteekenis natuurlijk in alle gevallen dient nagegaan te worden, kunnen we toch wel gerust aannemen (welke onderstelling door onderzoekingen dienaangaande gesteund wordt), dat de hoofdoorzaak van den dood der bacteriën te wijten is aan de physiologische inwerking van het licht op het lichaamsprotoplasma dezer micro-organismen.

De verschillende onderzoekers (Downes en Blunt, Buchner, Finsen), welke den invloed van het licht op het leven en het weerstandsvermogen der bacteriën nagegaan hebben, konden allen opmerken, dat het bij lichtbronnen van zeer zwakke intensiteit dagen, weken, ja soms maanden lang kon duren eer van eenige stoornis in de ontwikkeling dezer organismen iets te bespeuren viel. Wil het licht van een of andere kunstmatige lichtbron een schadelijke werking op het bacteriën-leven uitoefenen, dan dient het van een zeer bepaalde (minimum-) intensiteit te zijn, de bactericide invloed van het licht neemt dan ook sterk toe met de intensiteit, en eerst door lichtbronnen van zeer hoge intensiteit kunnen bacteriën gedood worden. — Zooals alreeds aangegeven werd oefenen de stralen met de kleinste golflengte (en de grootste breekbaarheid) de meest bactericide werking uit, en in volkomen overeenstemming daarmede heeft men (Marshall Ward, Strebel, Finsen) kunnen aantoonen, dat de onzichtbare ultraviolette stralen in staat zijn binnen zeer korten tijd alle bacteriën te dooden. Finsen (1860—1904) gebruikte daartoe bij zijne experimenten een elektrische booglamp, waarvan het uitgezonden licht — zooals verondersteld mag worden bekend te zijn — buitengemeen rijk is aan ultraviolette stralen. Wanneer hij nu de lichtstralen met behulp van lenzen, vervaardigd uit kwarts of bergkristal (waardoor de ultraviolette stralen immers ongehinderd kunnen passeeren), concentreerde op

een rein-cultuur van *Bacillus prodigiosus* (een aërobe bacterie, welke in staat is een roode kleurstof te produceeren, van welke eigenschap we ons heel duidelijk kunnen overtuigen, wanneer de bacil in kolonies voorkomt), dan bleek het, dat alle bacteriën binnen den zeer korten tijd van een tweetot drietal seconden gedood waren. Werden de kwartslenzen nu echter vervangen door lenzen van gewoon glas (waardoor de ultraviolette stralen dan voor het grootste gedeelte geabsorbeerd worden), zoo duurde het ongeveer 35 minuten eer hetzelfde resultaat bereikt werd. Van het zonlicht weten we, dat het op zijn weg door onze (aardsche) atmosfeer het grootste gedeelte der ultraviolette stralen door absorbtie verliest, maar desniettemin verliest het natuurlijk nog niet geheel en al zijn bactericide werking, hoewel deze toch sterk verminderd wordt. Onderzoekingen naar de werking der afzonderlijke spectraalgebieden werden verricht door Valdemar Bie, een der leerlingen van Finsen, en ook bij dit onderzoek werden rein-cultures van *Bacillus prodigiosus* gebruikt. Voor de belichting beschikte hij over een elektrische booglamp (35 ampères, 44—46 volts, met een lichtsterkte van ongeveer 6000 normaal-kaarsen); bijzondere koelinrichtingen waren aangebracht om alle invloeden van warmtestraling te vermijden. Alvorens het licht de reincultuur bereikte moest het een lichtfilter (zie Nr. 3 van dit Tijdschrift) passeeren, bestaande uit een vat met planparallele glazen wanden, in welk vat verschillende vloeistoffen (oplossingen van organische kleurstoffen) gedaan werden, die ieder voor zich slechts een bepaald gedeelte van het spectrum lieten paseeren en daarentegen de overige stralen moesten absorbeeren. Met behulp van deze opstelling gelukte het Bie aan te toonen, dat ook het zuiver roode licht (stralen met een golflengte van 656 tot 760 $\mu\mu$) in staat is, een schadelijke werking uit te oefenen op het leven der microben. Na een belichting van 90 minuten kon n.l. een merkbare stoornis in de normale levensfuncties dezer organismen aangetoond worden. Uit al deze feiten kan nu de gevolgtrekking gemaakt worden, dat licht van elke spectraalkleur in staat is een bactericide werking uit te oefenen, maar tevens moet men bedenken dat deze inwerking gebonden is aan een zeker minimum van intensiteit, welk minimum hooger te stellen is, naarmate men te doen heeft met stralen van grootere golflengte (gele en roode stralen). Wanneer de bestraling geschiedde met

licht, waarin alle stralen uit het zichtbare spectrum aanwezig waren, dan merkte men een stoornis in den groei der bacteriën na omstreeks $\frac{1}{4}$ minuut, terwijl alle bacteriën gedood werden na een belichting van ongeveer 35 minuten.

Grooten invloed op het verloop der lichtreactie heeft ook de warmtegraad (temperatuur), waaronder de bacteriën gedurende het experiment moeten leven. Sophus Bang, eveneens een leerling van Finsen, merkte op, dat bij hogere temperatuur en gelijktijdige bestraling de bacteriën in veel korteren tijd gedood worden dan bij lagere temperatuur, welk feit volkomen in overeenstemming is met hetgeen ons uit de algemeene chemie bekend is, dat n.l. het verloop eener chemische reactie door verwarming (temperatuursverhoging) begunstigd wordt. Verder kon Sophus Bang aantonen, dat ook de ouderdom van een bacteriëncultuur van invloed is op het resultaat der lichtwerking. Uit onderzoekingen was n.l. gebleken, dat het weerstandsvermogen van de *Bacillus prodigiosus* toenam met de ouderdom der cultuur, terwijl men in sommige gevallen (natuurlijk alleen bij heel zwakke belichtingen) bepaald spreken kon van een zeker aanpassingsvermogen dezer bacteriën aan de uitwendig gewijzigde omstandigheden. — Maar onafhankelijk van de ouderdom der cultures, van de invloeden der temperatuur, en van alle andere uitwendige omstandigheden, merkt men toch ook nog een verschil in weerstandsvermogen op bij ongelijksoortige bacteriën, hetgeen wel hieraan toe te schrijven is, dat het lichaamsprotoplasma der verschillende bacteriën in ongelijke mate gevoelig is voor de lichtwerkingen.

Spraken we tot op dit oogenblik steeds over den invloed van het licht op kunstmatig gekweekte bacteriën-kolonies (de z.g. rein-cultures), van meer zuiver practische beteekenis voor de hygiëne is de bactericide werking van het directe zonlicht in de vrije natuur. Het zonlicht is immers in staat, afhankelijk natuurlijk van zijn intensiteit, het leven der bacteriën te beïnvloeden, en daar nu eenmaal in de vrije natuur de uitwendige levensomstandigheden voor deze organismen meestal niet zoo gunstig zijn als in de kunstmatige voedingsbodems (waar alle invloeden, welke het bacteriënleven storend beïnvloeden, geweerd worden), en dus tal van ongunstig werkende factoren hun leven bedreigen, zoo is het wel begrijpelijk, dat hun weerstandsvermogen tegenover lichtwerkingen geringer is,

dan onder bovengenoemde gunstige omstandigheden het geval zou zijn.

Zeer onjuist zou het natuurlijk zijn, te beweren, dat de bacteriën, overal waar ze aan den directen invloed van de zonnestrallen blootgesteld zijn, gedood zullen worden of wel het vermogen zullen verliezen, schadelijk in te kunnen werken op de gezondheid van den mensch! In het algemeen geldt echter wel den gulden regel, dat waar veel licht is, men ook weinig bacteriën aan zal treffen. De gezondste woonplaatsen zullen dan ook die zijn, waar de zon zooveel mogelijk haar invloed kan doen gelden; en in die slaapkamers, waar overdag licht en lucht vrijelijk kunnen binnenstroomen, en het beddegoed aan de bactericide werking van het directe zonlicht blootgesteld wordt, zal men dan ook vrijwel geen bacteriën te vreezen hebben. Von Esmarch was in staat door tal van onderzoekingen aan te toonen, dat de bacteriën, welke zich aan de oppervlakte van beddegoed, linnengoed, kleedingstukken, enz. bevonden, binnen betrekkelijk zeer korten tijd gedood werden, wanneer men deze stoffen blootstelde aan de directe inwerking van het zonlicht. Natuurlijk is het zonlicht niet in staat die bacteriën te dooden, welke zich niet aan de oppervlakte, maar in dieper gelegen lagen dezer stoffen bevinden; uit een practisch-hygiënisch standpunt beschouwd is er echter al betrekkelijk veel gewonnen, wanneer men de ziekteverwekkende kiemen uit de oppervlakte-laag dezer stoffen gedood heeft. Hoe intensiever het zonlicht werkt, des te grooter zal natuurlijk de bacteriëndoodende werking zijn, en de medische practijk leert het ons dan ook, dat het in vele gevallen bij zieke menschen zeer gunstig werkt, wanneer men hen in de buitenlucht blootstelt aan de directe (of ook wel indirecte) inwerking der zonnestrallen, wanneer men hen als het ware zonnebaden laat nemen. En deze gunstige werking treedt het meest voor den dag in de meer zuidelijke landen (Zuidkust van Frankrijk, Italië, enz.), waar de krachtig stralende zon in korten tyd de bacteriën doodt, hen aldus verhindert het leven der menschen te bedreigen, en dientengevolge een meer spoedige genezing natuurlijk ten zeerste in de hand werkt.

Ook in geheel anderen zin blijkt ons de hygiënische beteekenis van het zonlicht, en wel bij het z.g. zelf-reinigingsproces der rivieren. Men heeft opgemerkt dat rivieren, waarin de faecaliën van groote steden geloosd werden, binnen korten tijd

weer grootendeels gezuiverd kunnen zijn van deze afvalstoffen, benevens van het groote aantal (dikwijls pathogene) bacteriën, dat daarin wel altijd aanwezig zal zijn. Dat deze afvalstoffen opgeruimd worden komt ons al dadelijk heel goed mogelijk voor, als we slechts in aanmerking nemen, dat de in de diepte levende algen deze stoffen in opgelosten toestand tot zich kunnen nemen (waarna deze stoffen dan kunnen dienen voor de synthese van die organische verbindingen, welke het plantenlichaam voor zijn instandhouding immers noodig heeft), en terloops wil ik dan hierbij even wijzen op de rol, welke het licht speelt in het leven der groene planten. Deze afvalstoffen kunnen dan verder nog, in zooverre zij onoplosbaar blijken te zijn, wegens hunne zwaarte bezinken. Buchner en ook Bie konden verder proefondervindelijk aantonen, dat het grootendeels verdwijnen der bacteriën wel in hoofdzaak te wijten is aan de désinfecteerende werking van het zonlicht, welke werking zich nog tot aanzienlijke diepten (2 tot 2,5 Meter) onder den waterspiegel gelden laat. Naast deze lichtwerking, kunnen natuurlijk ook nog wel andere factoren (b.v. te lage temperatuur van het water, invloed van de lucht-zuurstof op anaërobe bacteriën, gebrek aan de voornaamste voedingsstoffen, enz.) in ongunstigen zin werken op de bestaansmogelijkheid dezer micro-organismen. Als voorbeeld kunnen we aanhalen de rivier de Rijn, welke 3 kilometer stroomafwaarts van Keulen nog slechts de helft van het aantal bacteriën bevat, dat door het rioolwater in de rivier gebracht is. In overeenstemming hiermede kan gewezen worden op het feit, dat ook het gehalte van het zeewater aan bacteriën, bij heel kalm weer — en dus geringe waterbeweging, aan de oppervlakte zeer veel geringer is dan meer in de diepte, hetgeen natuurlijk wel het duidelijkste tot uiting komt in de tropische zeeën, waar de zonnestraling zooveel intensiever is dan in onze meer gematigde en koudere luchtstreken.

Terwijl nu echter lichtstralingen van zeer groote intensiteit verschijnselen in het leven roepen, welke erop wijzen, dat de lichtwerking een min of meer schadelijken invloed op het organisme der bacteriën uitoefent, vertoonen daarentegen bestralingen met licht van zeer geringe intensiteit (schijnbaar) in het geheel geen inwerking (m. a. w. het organisme toont zich ten opzichte daarvan geheel indifferent), of ook wel kunnen prikkels van bepaalden

aard, prikkels welke het leven onderhouden, opgewekt worden. Dit laatste verschijnsel uit zich nu echter niet alleen bij de bacteriën, maar ook bij andere eencellige organismen, en wel bij de protozoën, ja zelfs bij hooger georganiseerde meercellige planten en dieren.

Deze prikkels vertoonen zich dan meestal in den vorm van bijzondere photo-kinetische verschijnselen (spontane bewegingen), en bewijzen ons aldus de bijzonder groote gevoeligheid dezer organismen tegenover lichtdrukken van slechts zeer geringe intensiteit (Engelmann). Een algeheele verklaring voor deze verschijnselen is natuurlijk nog niet te geven, maar ook hier zal men wel moeten aannemen, dat de stralen, welke deze photo-kinetische verschijnselen (zooals schrikbewegingen bij slechts geringe verandering der lichtintensiteit, enz.) in het leven roepen, door het celprotoplasma of door daarin eventueel aanwezige kleurstoffen (zooals b.v. het geval is bij de purper-bacteriën met het bacterio-purpurine, en bij een bepaalde (onder-)groep dezer bacteriën, de z.g. *Bacterium photometricum*) geabsorbeerd worden.

Langen tijd meende men, dat de lichtgevoeligheid der dieren enkel en alleen toe te schrijven zou zijn aan de aanwezigheid van het oog, of in het algemeen van een daarmede overeenkomend specifiek gebouwd zintuig, maar nadere onderzoekingen hebben ons geleerd, dat deze meening niet geheel en al de juiste is. Het geheele lichaamsoppervlak, in zooverre het natuurlijk voor lichtstralen toegankelijk is, ondergaat namelijk den invloed van het licht; iedere plaats van het lichaam is in staat lichtstralen te absorbeeren, om daarna deze geabsorbeerde lichtenergie op de een of andere wijze weer om te zetten in b. v. chemische energie. Bij tal van dieren, zoo b.v. bij regenwormen en salamanders, waarvan men de oogen afgesloten had van alle lichtinvloeden, kon men toch merken, dat zij in staat waren lichtindrukken (verschillen in lichtintensiteit) door middel van de huid, in zich op te nemen, ja zelfs heeft men bij genoemde dieren kunnen aantonen, dat zij verschil gevoelden tusschen de inwerking van rood en van blauw licht, daar zij de plaatsen waar het roode licht scheen zooveel mogelijk opzochten, om te vluchten voor het blauwe licht (photodermatisch gevoel). Verschillend gekleurd licht oefent ook invloed uit op de ontwikkeling en op het stofwisselingsproces; zoo heeft men b. v. kunnen op-

merken dat kikvorschlarven in een vat met roode wanden (waardoor stralen van kleinere golflengte natuurlijk geabsorbeerd werden) slechts heel langzaam tot ontwikkeling kwamen, in vergelijking met kikvorschlarven onder normale omstandigheden.

Voor den mensch is licht een zeer noodzakelijke levensprikkel, en zelfs in zoodanigen zin, dat een eenigszins langdurige ontbering van licht een zeer nadeeligen en schadelijken invloed op de gezondheid (vooral in de z.g. ontwikkelingsjaren en in de groeiperiode) kan uitoefenen. Maar afgezien nog van de physisch-physiologische inwerking van het licht, zal een ieder er toch ook van overtuigd wezen, dat het licht een zeer grooten psychischen invloed op den mensch uitoefent. Deze invloed uit zich b.v. daarin, dat bij helder zonnig weer de mensch in het algemeen vroolijk gestemd is en zijne bewegingen levendiger zijn, terwijl een donkere bewolkte lucht den mensch somber stemt en in vele gevallen zichtbaar deprimeert. Hetzelfde kan men gemakkelijk opmerken in de ons omringende natuur; wanneer de zon, na langen tijd verscholen geweest te zijn, doorbreekt, dan ontwaakt allerwege als met een tooverslag het leven, de vlinders dartelen van bloem tot bloem, en de vogels jubelen hun schoonste lied.

Al deze merkwaardige invloeden van het licht op de levende wereld hebben er langzamerhand toe geleid, nadat een reeks onderzoekingen dienaangaande op de lagere dieren voorafgegaan waren, de lichtstralen aan te wenden in de medische practijk, zoodat men tegenwoordig te doen heeft met een bepaalde lichttherapie en chromotherapie, beiden vooral toegepast tot genezing van sommige huidziekten. — De algemeene inwerking van het licht op de menschelijke huid uit zich aan ons in twee verschillende opzichten, en wel kan het licht een min of meer hevige ontsteking van de huid veroorzaken, maar ook kunnen de op de huid aanwezige (ziekteverwekkende) bacteriën gedood worden. Dat het zonlicht inwerkt op onze huid mag als bekend verondersteld worden; ik wil er slechts op wijzen, dat de landlieden, die het grootste gedeelte van den dag in de vrije natuur doorbrengen, in de meeste gevallen een gezonder, frisscher en meer donkere gelaatskleur vertoonen dan de stedeling, die zich in zijn maffe huizen en kantoren, waar toch immers zoo weinig mogelijk zonlicht mag doordringen, opsluit; ik wil er op wijzen, dat de huid van onze handen en ons gezicht (voor zoover we ook die

niet beschermen!) er meestal heel anders van kleur uitziet als de huid van het overige lichaam, welke bijna steeds tegen de inwerking van het licht beschut wordt door tal van kleedingstukken, en laat men dan ook eens kijken naar de door en door gezonde blos van de stadskinderen, welke eenigen tijd aan zee mochten doorbrengen en daar als het ware „zonnebaden” namen!

Oorspronkelijk meende men nu, dat die ontsteking van de huid, welke in tal van gevallen zelfs een uitermate pijnlijk verloop kan nemen, toe te schrijven zou zijn aan een te sterke verwarming van de huid door de directe inwerking van het zonlicht. De juistheid van deze veronderstelling moest echter wel geheel in twijfel getrokken worden, nadat gevallen bekend werden van reizigers in de poolstreken en in het sneeuw- en gletschergebied, (waar toch meestentijds een temperatuur heerscht van dikwijls vele graden onder nul), die te kampen hadden met zeer heftige en pijnlijke huidontstekingen. Op de schitterend witte sneeuwvelden wordt de huid van den reiziger niet alleen getroffen door de directe zonnestrallen, maar ook door die stralen, welke door de sneeuw gereflecteerd worden, en het zijn wel voornamelijk deze stralen, welke de onaangenaamste huidontstekingen veroorzaken (ook het bindweefsel van het oog kan daardoor min of meer heftig aangedaan worden, hetgeen tenslotte kan leiden tot de z.g. sneeuwblindheid, waartegen men zich wel het beste beschermt door het dragen van een bril met donkerblauwe glazen). Boven op de bergen is het licht tevens heel wat rijker aan de bijzonder werksame ultraviolette stralen, daar het grootste gedeelte daarvan eerst in de onderste, het dichtste bij het aardoppervlak gelegen lagen onzer atmosfeer geheel geabsorbeerd wordt. Juist deze ultraviolette stralen oefenen de grootste werkzaamheid uit; Finsen en ook Widmark konden daarvan proefondervindelijk het bewijs leveren door het licht van een elektrische booglamp op hun arm te laten inwerken, door tusschenschakeling van kwartslenzen of van glasplaten (van verschillende kleur) konden zij constateeren, dat de eigenschap van het licht om een huidontsteking te veroorzaken, in hoofdzaak berustte op de aanwezigheid van de ultraviolette stralen, minder op de aanwezigheid van de violette en blauwe en vrijwel in het geheel niet op die van de groene, gele en roode stralen. Als we nu dus weten, dat sommige lichtstralen alreeds een ontsteking van

de gezonde huid kunnen veroorzaken, dan is het wel begrijpelijk, dat zij eveneens in staat zijn een bestaand ziekteproces te verergeren, waarom dan ook het onwerkzaam maken van dezen uitgeoefenden nadeeligen invloed van groote therapeutische beteekenis geworden is, en daarom in de chromotherapie toegepast wordt.

Reeds vele eeuwen geleden voelde het volk bij intuïtie den invloed van sommige kleuren op de menschen (en op de dieren). Reeds de wijsgeeren der Alexandrijnsche school (laatste eeuw voor de geboorte van Christus) maken er in hunne geschriften gewag van, en de Chineezers zijn sedert onheuglijke tijden gewoon, de menschen, die door de pokken zijn aangetast met een roode kleurstof te bestrijken. Een dergelijke gewoonte treffen we aan in sommige streken van Australië, waar de inboorlingen het gezicht der mazelen-patiëntjes met hondenbloed insmeerden, tot het geheel rood gekleurd was. De Roemeniërs op het platteland trekken den kinderen, die mazelen hebben, roode hemden aan en in Spanje paste men deze opmerkelijke geneeswijze zoowel in- als uitwendig toe, daar men de patiënten roode kleederen liet aantrekken en daarbij tevens een soort van granaatappelgelei liet verorberen. Deze therapie, hoe primitief ze ook moge wezen, wordt tot zekere hoogte gerechtvaardigd door de uitkomst van de onderzoekingen van onzen tijd. De behandeling van pokkenlijders in rood licht door Finsen dateert reeds van 1893, en het resultaat dezer behandeling is in de hoogste mate bevredigend, daar na de genezing geen erge of in het geheel geen littekens achter bleven, welke anders juist vooral voorkwamen op het gelaat en de handen, de deelen welke het meest aan den invloed van het licht blootgesteld zijn. Dezelfde methode werd, eveneens met goeden uitslag, door tal van geneesheeren toegepast bij gevallen van roodvonk en vooral bij mazelen (erythrotherapie). Ook in psychischen zin werkte men met gekleurd licht bij de behandeling van zielsziekten; in een vertrek, alleen voor rood licht toegankelijk, neemt men bijna altijd een aanmerkelijke verbetering waar in den toestand van lijders aan neurasthenie, zwaarmoedigheid of alcoholisme, in blauw of paars licht worden opgewonden menschen, lijders aan delirium, zelfs waanzinnigen langzamerhand kalm.

Bij de eigenlijke phototherapie stelt men zich ten doel, een groote hoeveelheid, meest ultraviolette

stralen, op de huid te concentreeren, om daardoor de op de huid levende parasieten te kunnen dooden. In de medische praktijk gebruikt men daartoe tegenwoordig meestal geen zonlicht, maar het licht van electriche booglampen, dat bijzonder rijk is aan ultraviolette stralen, of ook wel worden de z.g. kwartslampen gebruikt. De phototherapie vindt vrn. toepassing bij de behandeling van lupus; deze betrekkelijk nogal veel voorkomende vorm van huidtuberculose tast bij voorkeur het gelaat aan, en mismakkt de zieken op den langen duur door afzichtelijke verzweringen (ingewreten gezicht, dikwijls zonder neus). Honderden van deze lijders hebben, terwijl vroeger de ziekte buitengewoon hardnekkig weerstand bood aan alle pogingen om haar te genezen en daardoor den patient den omgang met zijne medemenschen schier onmogelijk maakte, thans genezing gevonden, dank zij de behandelingsmethode van Finsen *) (in Kopenhagen bevindt zich het beroemde lichtinstituut van prof. Finsen). Deze pijnlooze en onschadelijke behandeling vernietigt het zieke lupusweefsel, doodt de bacteriën, en behoudt het gezonde weefsel (als talrijke bijzondere voorzorgsmaatregelen stipt in acht genomen worden), de methode levert voortreffelijke resultaten, dikwijls zonder eenige noemenswaardige blijvende verminking van het gelaat en slechts een 10 % der lupuslijders blijft voor deze lichtbehandeling geheel ongevoelig.

De Photochemie der kleurstoffen:

Een zeer speciaal gebied van het photochemisch onderzoek, van buitengewoon veel belang voor de practijk en de techniek, betreft de min of meer ingrijpende veranderingen, welke de kleurstoffen (anorganische zoowel als organische) ondergaan onder de inwerking van het (zon)licht. Alle kleurstoffen, welke blootgesteld worden aan den invloed van de zonnestraling, ondergaan op den duur een verandering, maar gelukkig is deze verandering voor alle kleurstoffen lang niet even groot, en kent men verschillen, welke ten dien opzichte buitengewoon veel uiteenloopen. Zoo zijn er kleurstoffen, welke in zeer hooge mate lichtechtheid vertoonen, d. w. z. zelfs na tal van maanden, ja dikwijls na jaren een nog nauwelijks merkbare kleursverandering ondergaan hebben, maar omgekeerd kent men natuurlijk ook kleurstoffen, welke door een eenigszins intensieve belichting reeds na eenige minuten (of soms

*) Finsen verkreeg in 1903 den Nobelprijs.

nog wel in veel korteren tijd) heelemaal van kleur veranderen, — en tusschen deze twee uitersten in kent men, zooals wel voor de hand ligt, een practisch oneindig aantal variaties. Het is begrijpelijk, dat de waarde van een kleurstof voor praktische doeleinden (zoo b. v. het verven van gebouwen, kleedingstukken, enz.) geheel en al bepaald wordt door den graad van lichtechtheid; de zeer lichtgevoelige kleurstoffen hebben ondertusschen meer waarde voor heel andere doeleinden, zoo b. v. tot gebruik in photometers (actinometers) en ook voor het vervaardigen van gekleurde lichtbeelden.

Dat sommige kleurstoffen hunne kleur niet behielden, wanneer zij gedurende langeren tijd aan de inwerking van het zonlicht blootgesteld waren, is een feit, waarop men reeds in de oudheid lette; zoo b. v. waarschuwde reeds Vitruvius (eerste eeuw v. Chr.) tegen het gebruik van cinnaber HgS , als roode verfstof, daar deze verbinding na korten tijd zwart werd, en ook in tal van geschriften uit lateren tijd vindt men opmerkingen over het verbleeken en verschieten der kleuren onder den invloed van de werking van het licht. De oorzaken voor deze veranderingen, welke de kleurstoffen op den duur in het licht ondergaan, kunnen van velerlei aard zijn. Er kunnen in den bouw van het kleurstof-molecule veranderingen optreden, welke te rangschikken zijn onder de algemeene verschijnselen van polymerisatie en isomerisatie, de kleurstof kan door de zuurstof van de lucht geoxydeerd worden, verder ook gereduceerd worden door de stof, welke men er mede geverfd heeft, ook kan zij daarmede, of met andere kleurstoffen, een of andere chemische omzetting aangaan, enz., alles reacties, waarvan we het verloop alreeds in hoofdtrekken geschetst hebben (zie Nr. 7, 11, 12 en 13 van dit Tijdschrift). Het onderzoek naar de factoren, welke mede de lichtechtheid van een kleurstof beïnvloeden, daarom van zooveel belang, omdat juist in de laatste tientallen van jaren het aantal kunstmatige kleurstoffen zoo ontzettend toegenomen is, bracht nog meerdere belangrijke resultaten aan het licht. Men merkte b. v. op, dat de lichtechtheid van een kleurstof in de hoogste mate afhankelijk is van den aard der textielvezel, waarop ze uitgeverfd is. Zoo bleek van indigo $C_{16}H_{10}N_2O_2$ de lichtechtheid veel grooter te zijn, wanneer ze op wol uitgeverfd werd, dan op katoen; en methylviolet (behoorende tot de groep der rosaniline-kleurstoffen, derivaten van het triphenylmethaan

$C(C_6H_5)_3H$) verbleekte sneller op stijfelpapier, dan op papier dat gelijmd was met gelatine. Maar ook is de lichtechtheid afhankelijk van de wijze waarop de kleurstof op de vezel gefixeerd is, m. a. w. afhankelijk van de keuze der bijts; zoo verbleeken b. v. de alizarinekleurstoffen (derivaten van het alizarine of dioxyanthrachinon $C_{14}H_8O_4$) veel sneller wanneer als bijts Zn-zouten, dan wanneer Cr-zouten gebruikt worden. Dan ook wordt de lichtechtheid beïnvloed door de gelijktijdige aanwezigheid van andere kleurstoffen; zoo verbleekt een mengsel van fuchsine $C_{19}H_{18}N_3Cl$ (behoorende tot de rosaniline-kleurstoffen) en chrysaniline $C_{19}H_{15}N_3$ (een acridine-kleurstof) veel sneller als ieder der componenten op zichzelf. Een belangrijke factor, waarmede zeer zeker rekening dient gehouden te worden als men de lichtechtheid van een kleurstof wil beoordeelen, is tenslotte ook den aard van het klimaat en den toestand der atmosfeer (vochtigheidsgraad, gehalte aan NH_3 , aan O_3 , aan SO_2 enz.). Ook de bindmiddelen kunnen invloed uitoefenen op de lichtechtheid van een verfstof, vooral wanneer zij zelf bij het drogen een chemische verandering ondergaan, zooals het geval is bij lijnolie (dat aan de lucht onder zuurstofopname verharst) en bij terpentijnolie (waarvan het hoofbestanddeel de onverzadigde koolwaterstof pineen $C_{10}H_{16}$, behoorende tot de groep der terpenen, is; door opname van zuurstof, vooral bij aanwezigheid van veel vocht in de atmosfeer, wordt de terpentijn dikvloeibaar en zuur). Verfstoffen, welke in zuiveren toestand tamelijk lichtbestendig zijn, verliezen dikwijls door vermenging met lijnolie hunne betrekkelijke lichtechtheid. Zooals boven aangegeven werd oefent de vermenging van een kleurstof met een andere in zeer veel gevallen een nadeeligen invloed uit op de lichtechtheid van het mengsel. Wanneer men eens nagaat, wat hiervan de oorzaak kan wezen, dan komt men tot het besluit, dat de verfstoffen in chemischen zin op elkander moeten inwerken, waarvan dan als gevolg ieder voor zich zijne kleur verliest, of ook wel, en dit is waarschijnlijk in dit geval de beste verklaring, moeten we de oorzaak daarin zoeken, dat iedere kleurstof de photochemische ontleding van de andere katalytisch beïnvloedt. Dezen invloed wordt dan aldus uitgeoefend, dat iedere kleurstof voor zich als een optische sensibilisator werkt (zie Nr. 12 van dit Tijdschrift), m. a. w. het mengsel der kleurstoffen sensibiliseert (gevoelig maakt) voor die lichtstralen,

welke zij zelf absorbeert, en op deze wijze de photochemische werking van het „witte” (zon)licht beter uitgebuit wordt (het verschijnsel is dan te vergelijken met de sensibilisatie der Broomzilverplaten voor alle stralen uit het zichtbare spectrum). Ook de meeste metaalzouten oefenen in den regel een nadeeligen invloed uit op de lichteheid der kleurstoffen. De menging met koperzouten is echter een prettige uitzondering op dezen regel, daar in dit geval de lichteheid van de kleurstof verhoogd wordt. Reeds de behandeling van het geverfde weefsel met een oplossing van $CuSO_4$, maakt het minder lichtgevoelig dan het geweest is. Langs indirecten weg kan men ook de lichteheid van een verfstof verhoogen, door vermenging met zouten, welke onder den invloed van het licht een dusdanige verandering ondergaan, dat daarbij verbindingen gevormd worden, welke ongeveer gelijke kleur bezitten als de kleurstof. In het algemeen gelukt het echter niet op deze wijze de lichteheid der kleurstoffen te verbeteren.

Over het algemeen is er nog heel weinig bekend van de photochemische reacties, welke zich op den duur in de verfstoffen afspelen. Natuurlijk geschiedt de verandering ook hier weer door die stralen, welke geabsorbeerd worden, en geldt dus de absorptiewet van Grotthus en Draper. Het is wel na te gaan, dat er een zeer nauw verband zal bestaan tusschen de lichtgevoeligheid en de chemische constitutie der kleurstoffen. Zoo heeft men opgemerkt, dat de indigo-, de congo- (waarvan de hoofdrepresentant het congorood $C_{32}H_{22}N_6(SO_3Na)_2$ is), en de alizarine-kleurstoffen vrijwel allemaal in hooge mate lichtecht zijn, maar daarentegen de cyaninen (welke in de photographie, ondanks den zeer hoogen prijs, als sensibilisatoren een hoogst belangrijke rol spelen), de safraninen (waartoe het mauveïne $C_{27}H_{24}N_4$ behoort, de eerste kunstmatige kleurstof, waarvan de synthese in 1856 door den Engelschman Perkin geschied is) en de fulgiden meestal zeer lichtgevoelig zijn. Verder heeft men ook gevonden, dat vele reeksen van kleurstoffen, zooals de azo-kl.st., de rosanilinen en de phtaleïnen (vertegenwoordigd o. a. door phenolphtaleïne $C_{20}H_{14}O_4$, en door fluoresceïne $C_{10}H_{12}O_5$), zoowel lichtechte als lichtgevoelige kleurstoffen herbergen, hetgeen natuurlijk te wijten is aan fijnere constitutie-verschillen. Zoo verandert n.l. de lichtgevoeligheid der fluoresceïnen door intrede van een halogeen in het molecule, en wel des te meer als deze substitutie optreedt in de

resorcine-groep, en minder als dit geschiedt in de phtaalzuurrest. Geschiedt de substitutie door intrede van jodium, dan krijgen we lichtgevoeliger producten, dan wanneer broomatomen in het molecule getreden waren (en zoo ook broom t. o. v. chloor). Het onderzoek naar de chemische samenstelling en de constitutie der verbindingen, welke als gevolg van de lichtwerking uit de kleurstoffen ontstaan, heeft nog betrekkelijk weinig zekere resultaten opgeleverd, hetgeen wel v.r.n. te wijten zal zijn aan de groote moeilijkheden, waarmede men bij dit onderzoek te kampen heeft.

Enkele theoretische beschouwingen:

Hebben we tot nu toe alleen de meer zuiver chemische zijde van de photochemische reacties beschouwd, waardoor we een onderverdeeling kregen in photochemische polymerisaties en isomerisaties, syntheses en ontleding, oxydaties en reducties, en biedt dan ook deze beschouwingswijze vele voordeelen voor een gemakkelijke en overzichtelijke behandeling der talloos vele lichtreacties, toch kan het geen kwaad er nogmaals de aandacht op te vestigen, dat het ons zeer zeker ook mogelijk is deze verschijnselen te beschouwen vanuit een meer algemeen energetisch standpunt, waarbij we dan nagaan, hoe het met de (vrije) energie van ons stelsel voor en na de bestraling gesteld is, m. a. w. de chemische reactie energetisch onderzoeken en quantitatief vergelijken met de hoeveelheid toegestraalde lichtenergie. Het is wel duidelijk, dat deze laatste wijze van beschouwing geheel theoretisch is, maar zij maakt het ons op deze wijze mogelijk een meer zuivere vergelijking te maken tusschen het verloop der lichtreacties en donkerreacties, der lichteevenwichten en donker-evenwichten, terwijl we bovendien iets meer leeren kennen van het innerlijk chemisme dezer verschillende lichtreacties.

Wanneer een chemisch systeem, dat onder den invloed van de werking van het licht min of meer ingrijpende veranderingen ondergaat, na de bestraling een grootere hoeveelheid vrije energie aanwijst als te voren, dan moet wel een gedeelte dezer toegestraalde lichtenergie na absorbtie omgezet zijn in chemische energie, en als zoodanig, gelijk in een accumulator, opgestapeld zijn. In dit geval hebben we dus te doen met een photochemische reactie, waarbij energie opgenomen en bewaard wordt (endotherme reactie). Maar neemt nu echter

het quantum vrije energie tijdens de bestraling af, dan is de reactie in staat arbeid te verrichten en moet ze dus, strikt genomen (in theoretischen zin), ook geheel vanzelf kunnen verlopen zonder den invloed der lichtwerking, terwijl daarbij het licht, als zoodanig, niets anders doet dan invloed uitoefenen op de reactiesnelheid en op den weg, waarlangs het stelsel naar zijn definitieven eindtoestand streeft. En in dit geval hebben we te doen met een photochemische reactie, waarbij wel is waar ook energie opgenomen wordt, maar toch steeds grotere hoeveelheden energie weer afgegeven worden (exotherme reactie). Er wordt dus alleen lichtenergie geabsorbeerd en omgezet in chemische energie, omdat voor iedere verandering in de reactie-snelheid, benevens voor iedere verandering in den weg, waarlangs het systeem naar zijn eindtoestand streeft, een zekere hoeveelheid energie noodig is, en wordt nu deze verandering veroorzaakt door de lichtwerking, dan moet ook de daarvoor benodigde energie natuurlijk ontleend worden aan de toegestraalde lichtenergie, hoewel bij de reactie op zichzelf ook energie vrijkomt. Als algemeene regel geldt dus, dat bij alle photochemische reacties (endotherme zoowel als exotherme) stralende energie geabsorbeerd wordt, welke dan voor een deel omgezet wordt in chemische energie (Absorbtiewet, — Theodor von Grothuss en Draper). — De exotherme photochemische reacties kunnen nu nog onderverdeeld worden in die, waarbij in chemischen zin de lichtreactie een geheel ander verloop vertoont dan de donkerreactie (specifieke lichtreacties), en in die, waarbij alleen de snelheid van een, ook in het donker verloopende reactie, vergroot wordt, — deze reactiesnelheid kan in het donker bijna onmeetbaar klein zijn, en het licht vervult hier dus als het ware de rol van een katalysator (katalytische lichtreacties).

Reeds Helmholtz (1847) paste bovenstaande beschouwingswijze toe op het verloop der photochemische reacties en verdeelde ze daarom in twee hoofdgroepen, en wel in die, welke verlopen in den zin der chemische affiniteitskrachten, waarbij dus energie vrijkomt, en in die, welke verlopen tegen de werking der chemische affiniteitskrachten in, en de vrije energie van het systeem dus toeneemt. Warburg (1907) gaf hieraan de benamingen: „photochemische reacties van de eerste orde” en „photochemische reacties van de tweede orde.”

Al deze lichtreacties vertoonen in hun verloop

nog een ander merkwaardig onderscheid! Bij de endotherme lichtreacties, welke immers een dusdanig verloop hebben, dat de vrije energie van het systeem toeneemt, kan de reactie in het donker nu in geheel omgekeerden zin (dus exothermisch) verlopen. Men spreekt daarom wel van omkeerbare photochemische reacties. Nu kunnen in dit geval de lichtreactie en de donkerreactie beiden langs denzelfden weg verlopen (hoewel natuurlijk in omgekeerden zin), maar dit kan ook evengoed niet plaats hebben, en dan verloopt de donkerreactie langs thermodynamisch geheel anderen weg en over heel andere tusschenproducten. Daar bij de endotherme photochemische reacties, de lichtreactie tegen de werking der chemische affiniteitskrachten in verloopt, wordt het gewone thermodynamisch evenwicht verschoven; in het licht stelt zich (bij constante bestraling, en dus constante toevoer van lichtenergie) een soort onveranderlijke toestand in, welke dan heel dikwijls ten onrechte den naam krijgt van „photochemisch evenwicht.” Een dergelijke toestand is natuurlijk in het geheel niet te vergelijken met het gewone thermodynamisch evenwicht, daar ze slechts bestaanbaar is onder constante toevoer van lichtenergie, en dus zoowel in het donker, als bij verandering der lichtintensiteit instabiel wordt. In werkelijkheid is het een stationnaire toestand, waarbij een gelijkheid bestaat tusschen de snelheid der lichtreactie in de eene richting en de snelheid der donkerreactie in de andere richting. Hieruit volgt dan, dat de verschuiving van het gewone evenwicht (van een lichtgevoelig stelsel) onder de werking van het licht, afhankelijk zal zijn van de groote van snelheid der donkerreactie. Deze verschuiving zal daarom aanzienlijker zijn, wanneer de donkerreactie een zeer traag verloop heeft. Wanneer nu het verschijnsel in het donker in het geheel niet merkbaar meer verloopt, dan is reeds een bestraling met licht van geringe intensiteit voldoende om een betrekkelijk groote verschuiving in het donker-evenwicht te veroorzaken. Een onderscheid met het gewone chemisch-thermodynamische evenwicht bestaat verder hierin, dat het z.g. photochemische evenwicht door katalysatoren verschoven kan worden.

Evenals bij de gewone chemische reacties neemt ook bij de lichtreacties de reactiesnelheid toe met stijging der temperatuur. De „temperatuurscoëfficiënt”, welke gewoonlijk wordt aangegeven door

de verhouding der snelheden bij twee temperaturen, welke onderling 10° van elkander verschillen, ligt bij de meeste chemische reacties tusschen de waarden 2 en 3 in, bij monomoleculaire reacties is ze nog hooger, maar de photochemische reacties kenmerken zich echter door een kleine temperatuurscoëfficiënt, welke varieert van 1 tot 1,45. De invloed van de temperatuur op het verloop eener lichtreactie is dus vrij gering. In het volgende tabelletje zijn eenige waarden aangegeven:

Oxaalzuur + $FeCl_3$ (Lemoine)	1,02
Styrol \rightarrow metastyrol (Lemoine)	1,34
Anthraceen \rightarrow dianthraceen (Luther)	1,21
Joodwaterstofzuur $\rightarrow H_2 + J_2$ (Plotnikow)	1,40

De afhankelijkheid der reactiesnelheid van de kleur van het (bestralende) licht, staat natuurlijk in nauw verband met het absorbtievermogen (en het absorbtiespectrum) van de lichtgevoelige verbinding, want slechts die lichtstralen kunnen een chemischen invloed uitoefenen, welke volgens de wet van Grothius-Draper geabsorbeerd worden. Zeer duidelijk blijkt ons dit uit het gedrag van sommige fulgiden, welke in blauw licht een verandering ondergaan, terwijl uit de aldus gevormde reactieproducten onder den invloed van geel-rood licht de oorspronkelijke verbindingen weer teruggevormd worden. Voor de oorspronkelijke uitgangproducten was het absorbtiegebied dus in het blauw gelegen, daarentegen voor de daaruit gevormde reactieproducten (welke een andere constitutie bezitten), in het geel-roode gedeelte van het zichtbare spectrum. In een dergelijk geval is de invloed (de chemische werking) van het zuiver witte licht aanzienlijk veel minder, dan van het enkelvoudige blauwe licht. In het algemeen kunnen we wel zeggen, dat het meerendeel der lichtreacties slechts zeer weinig gevoelig is voor roode, daarentegen zeer sterk voor blauwe en violette (benevens ultraviolette) stralen, aan welk feit, de voor deze stralen gegeven benaming van „chemische stralen” (daarom onjuist, omdat ook aan stralen van geheel andere golflengte chemische werkingen zijn toe te schrijven) dan ook wel te danken zijn.

Wanneer een chemische verbinding gedurende eenigen tijd blootgesteld wordt aan den invloed van het licht, waarbij dan absorbtie optreedt, zoo kan in het algemeen de geabsorbeerde lichtenergie de volgende omzetting ondergaan: *a.* in warmte (calorische energie), *b.* in chemische energie, *c.* in licht van andere golflengte (fluorescentie). Wanneer we

in dit geval de fluorescentie-verschijnselen eens geheel buiten beschouwing laten, dan zullen we van de beide andere omzettingen in verreweg de meeste gevallen alleen iets van de eerste omzetting (stralende energie \rightarrow calorische of thermische energie) bemerken (bij een ideaal zwart lichaam, — zie Nr. 3 van dit Tijdschrift —, wordt zelfs alle licht op deze wijze omgezet). Voor het verloop der photochemische reacties interesseert ons in hoofdzaak de sub. *b* genoemde omzetting (stralende energie \rightarrow chemische energie), en gevraagd kan nu worden, hoe groot, bij elke bepaalde lichtreactie, het rendement dezer omzetting is. Dit lichtrendement is echter slechts voor de endotherme photochemische reacties geheel te berekenen. Wanneer we (bij een chemisch stelsel) de toename van de vrije energie aangeven door dE , en het quantum geabsorbeerde lichtenergie door dL , dan krijgen we de volgende eenvoudige betrekking: $dE = k \cdot dL$, waaruit al dadelijk de gevolgtrekking gemaakt kan worden, dat k voor iedere lichtreactie een specifieke grootte is. Slechts voor de endotherme lichtreacties is het mogelijk de waarde van k te berekenen. Als voorbeeld kan hier aangehaald worden het assimilatieproces der groene planten, waarbij van de (voor de assimilatie) geabsorbeerde lichtenergie 98 % benut wordt voor chemisch werk (Pfeffer, Brown). Bij het ozonisatie-proces der zuurstof bleek dit 40 % te zijn. Bij de exotherme lichtreacties kan men de bij deze reactie vrijkomende energie („Wärmetönung”) natuurlijk vergelijken met het quantum geabsorbeerde lichtenergie; maar op deze wijze krijgen we immers slechts een maat voor de gevoeligheid der gegeven reactie, omdat de vergelijking ons niets leert omtrent de eigenlijke omzetting van stralende energie in chemische energie, daar deze reacties immers ook zonder den invloed van het licht in precies dezelfde richting kunnen verlopen.

Een in alle opzichten volkomen afdoende en tevens bevredigende theorie, ter verklaring van het wezen en het verloop der talloze photochemische reacties, welke daarbij alle bijzondere gevallen eveneens geheel in zich weet te omvatten, is tot heden ten dage nog niet gegeven kunnen worden. Dit vindt wel hoofdzakelijk daarin zijn oorzaak, dat nog slechts een betrekkelijk gering aantal photochemische reacties (in verhouding van het zeer groote aantal, sinds lang reeds bekende lichtreacties) in alle opzichten, voornamelijk in energetischen zin, grondig-wetenschappelijk bestudeerd zijn, en

daarom nog te weinig de factoren bekend zijn, welke invloed uitoefenen op het verloop der lichtreacties, waardoor dus de leer der photochemie nog in het geheel niet de vrije beschikking heeft over een behoorlijk quantum wetenschappelijk-waardevol feitenmateriaal, zonder hetwelk het natuurlijk ten eenen male onmogelijk is een eenigszins bevredigende theorie, ter verklaring dezer verschijnselen, op te bouwen. En bovendien bevinden zich tal van theorieën op nauw-verwant gebied nog te zeer in een stadium van gedurige ontwikkeling, dan dat het nu reeds mogelijk zou wezen een algeheele verklaring te kunnen geven van het innerlijke wezen (het mechanisme) der talloze, zoo zeer uiteenlopende, photochemische verschijnselen. Zoo zou ik dan naar aanleiding daarvan kunnen noemen de verschillende theorieën omtrent den bouw van het molecule en het atoom, omtrent het wezen der chemische binding (affiniteit), omtrent het wezen van het licht en der lichtabsorbtie, benevens over het verband tusschen chemische structuur en constitutie eenerzijds en lichtabsorbtie anderzijds, alles vraagstukken, welke heden ten dage in het middelpunt der algemeen-wetenschappelijke belangstelling staan, en ons dan ook in de toekomst uitsluitel zullen kunnen geven over veel, wat tot nu toe onverklaarbaar bleef bij de talrijke photochemische reacties.

Met behulp van de electronentheorie en de moderne opvattingen omtrent den bouw van het atoom (J. Stark) maakt men zich tegenwoordig de volgende voorstelling (waarvan de juistheid natuurlijk nog geenszins bewezen is) in zake het (innerlijke) mechanisme der photochemische reacties. In de allereerste plaats gaat men van de veronderstelling uit dat de stof (de materie) uit moleculen bestaat, welke ieder op hun beurt uit atomen zijn opgebouwd, waartusschen dan electronen een electricisch veld veroorzaken, als gevolg waarvan de samenhang van het molecule verkregen wordt. Men kan namelijk tegenwoordig aannemen, dat een atoom negatieve electriciteitskwanta van onderling gelijke lading en massa, de z.g. electronen, bevat, welke samenhangen met een positieve restkern, waarvan de hoeveelheid electriciteit gelijk en tegengesteld is aan die van de som van de ladingen der electronen. Deze electronen kunnen door verschillende oorzaken uit hun evenwichtsstand gebracht worden. Men kan nu de moleculen als resonatoren, en de lichtabsorbtie als een zuiver resonantieverschijnsel

beschouwen. Valt er licht op een of andere chemische verbinding (waarbij het licht immers op te vatten is als een electromagnetische evenwichtsverstoring) dan zullen daarbij die electronen tot synchrone medetrilling gedwongen worden, waarvan het trillingsgetal (de frequentie) met dat der lichtgolven overeenkomt. Des te sterker nu het intramoleculaire electricische veld is, des te steviger is ook de innerlijke bouw der atomen, de eigen periode (trillingstijd) der electronen moet dan klein zijn, en de strepen in het absorbtiespectrum zullen ver in het ultraviolet gelegen zijn (op de onderlinge samenhang dezer zaken kan in dit artikel natuurlijk niet verder ingegaan worden). Naarmate de stof in kinetischen zin chemisch instabieler wordt, verschuiven de absorbtiestrepen steeds meer naar het zichtbare spectrum, in de richting van het rood. Onder den invloed van het licht treden nu chemische veranderingen op, wanneer tengevolge van de resonantie de electronen in zoo heftige trilling geraken, dat er electronen weggeslingerd worden, en daardoor dus de achterblijvende atoomresten in een onverzadigden toestand komen. Volgens Planck en Einstein is de energie, noodig voor de afsplit van een electron, $e = h \times n$, waarin h een universele constante is voorstellende het elementaire energie-quantum van Planck $= 3,3 \times 10^{-27}$ erg, terwijl n het trillingsgetal voorstelt. Hieruit blijkt ten duidelijkste, dat de benodigde hoeveelheid (licht)energie stijgt met de frequentie, en kan verwacht worden, dat men de chemische omzettingen meer ontmoet, naarmate men verder in het ultraviolette gedeelte van het spectrum komt, hetgeen ons de practijk dan ook leert. Komen de atoomresten ook in beweging (hetgeen wel altijd in mindere of meerdere mate het geval zal zijn), dan kan de resonantie-energie niet in het oneindige toenemen, en treedt er demping op, tengevolge waarvan de stralende energie gedeeltelijk omgezet wordt in warmte (calorische energie). Stoffen, waarbij deze demping gering is, zullen dan ook het meest lichtgevoelig zijn. Uit deze opvatting der photochemische reacties is ook een fraaie verklaring voor de fluorescentie-verschijnselen te voorschijn gekomen, waarbij men zich voorstelt dat door de stralende energie uitsluitend de electronen in trilling worden gebracht (doch de atoomresten niet in beweging geraken), en daardoor de lichtenergie weer gedeeltelijk wordt teruggegeven, maar daarbij als lichtgolven van lagere frequentie. Ook

kunnen wij ons voorstellen dat door een krachtige chemische reactie electronen in heftige trilling worden gebracht, als gevolg waarvan electro-magnetische golven uitgezonden worden, en we dus lichtverschijnselen zullen waarnemen, zonder dat de temperatuur plaatselijk verhoogd behoeft te zijn (chemo-luminescentie). In dit artikel kan hier niet verder op deze theorieën ingegaan worden, en ik wil dan ook volstaan met te verwijzen naar: J. Stark-Prinzipien der Atomdynamik.

Luminescentie-verschijnselen:

De photochemie houdt zich nu niet alleen bezig met de chemische reacties, welke zich afspelen onder den invloed van de werking van het licht, maar omgekeerd ook met die verschijnselen, welke gepaard gaan met een emissie van stralende energie, de z.g. luminescentie-verschijnselen. Ter wille der volledigheid, maar in anderen zin gebonden door gebrek aan de noodige plaatsruimte, wil ik hieraan dan toch nog een enkel woord wijden.

Men noemt (in navolging van E. Wiedemann, — 1888) luminescentie die lichtstraling, waarbij het niet het arbeidsvermogen der warmtebeweging is, dat tot deze straling aanleiding geeft, maar de bron van het hiertoe benodigde arbeidsvermogen een geheel andere is (mechanische energie, licht-energie, elektrische energie), zoodat we dan ook niet te doen hebben met een zuivere calorische of temperatuurstraling. In den regel toch, zal een stof lichtgevend worden door een aanmerkelijke verhooging zijner temperatuur (want ieder lichaam, waarvan de absolute temperatuur stijgt boven $-273,09^{\circ}\text{C}$, zendt stralen uit van iedere frequentie). Wanneer het lichaam daarbij in chemischen zin geen enkele verandering ondergaat, er van buitenaf geen elektrische of mechanische krachten op inwerken, en bovendien geen belichting daaraan voorafgegaan is, dan noemt men de aldus uitgezonden straling een zuivere temperatuurstraling. Het lichaam zendt dan stralende energie uit, maar ontvangt (absorbeert) tegelijkertijd stralende energie van de hem omringende lichamen. Wanneer deze lichamen alle dezelfde temperatuur hebben, dan kan de temperatuur van het geheele systeem (ondanks deze gelijktijdige emissie en absorbtie van stralende energie) niet veranderen, hetgeen direct volgt uit de tweede hoofdwet der thermodynamica. De door het lichaam uitgestraalde energie moet in dit geval gelijk zijn aan de geabsorbeerde

energie, is dus afhankelijk van het absorbtievermogen en varieert daarom voor ieder lichaam. Het (menschelijke) oog is eerst dan in staat iets van deze zwarte (of donkere) straling, uitgezonden bij temperatuursverhoging boven het absolute nulpunt, te bemerken, wanneer het lichaam verhit is tot op minstens 360°C . — Alle andere gevallen, waarbij stoffen op de een of andere wijze lichtgevend worden, hebben nu dit met elkander gemeen, dat de wet van Kirchhoff, waarin het verband tusschen emissie en absorbtie vastgelegd wordt (zie Nr. 3 van dit Tijdschrift), daarvoor niet meer geldt. Deze luminescentie-verschijnselen schijnen zoo op het eerste gezicht iets zeer bijzonders, om dat bij ons nu eenmaal aan het begrip licht, dat van hooge temperatuur ten nauwste verbonden is, maar waarom zou het licht (ook het „onzichtbare” ultrarode en ultraviolette licht), als vorm van energie, bij chemische reacties niet evengoed vrij kunnen komen als warmte en electriciteit, welke beide toch immers ook bijzondere vormen van energie zijn. — Het aantal luminescentie-verschijnselen is bijzonder groot, en men heeft ze daarom ondergebracht in talrijke groepen, waarvan ik hier de volgende noem:

1^o. Photoluminescentie (phosphorescentie en fluorescentie). — Onder phosphorescentie verstaat men de eigenschap van sommige lichamen (v.r.n. wanneer men geen chemisch zuivere stoffen heeft, maar deze door sporen van andere verbindingen verontreinigd zijn) om licht uit te stralen, nadat ze zelf gedurende eenigen tijd aan een bestraling hebben blootgestaan. Deze eigenschap komt vrij algemeen voor, in de meeste gevallen is echter de lichtuitstraling nog maar betrekkelijk korten tijd na de voorafgaande bestraling merkbaar. Reeds in het jaar 1602 vond Vincentius Casciarolus (een schoenmaker, die zich in z'n vrijen tijd wijdde aan de beoefening der alchemie), dat een zekere steensoort (zwaarspaath — Ba SO_4), welke hij in de omstreken van Bologna vond, na gloeing de eigenschap verkreeg, om na voorafgaande bestraling in het donker te lichten (Lapis Boloniensis — Bologneser Phosphorus). Omstreeks het midden der 19^e eeuw begon Edmond Becquerel zijn schitterende onderzoekingen op dit gebied, en talrijke phosphoresceerende stoffen werden dan ook door hem gevonden, zoo bijv. zinkblende (hexagonale kristallen van ZnS — Sidot'sche Blende), vloeispaath, diamant, korund, kwarts, robijn, safier, topaas, etc. De lichtuitstraling duurt vrij lang

bij de sulfiden der aardalkalimetalen, wanneer men hen samengesmolten heeft met geringe hoeveelheden *Mn*-, *Cu*-, *Bi*- en *Co*-verbindingen, zoodat men ze in de practijk wel toepast als lichtgevende verf (b.v. ter verlichting van horlogeplaten, enz.).

De fluorescentie is een lichtverschijnsel, dat zich slechts laat waarnemen, zoo lang de bestraling plaats heeft. Het licht, dat wordt uitgezonden, is licht van een andere golflengte (altijd van grootere golflengte) als dat, hetwelk door het lichaam werd ontvangen. De kleur van het lichaam is dan ook anders bij doervallend licht dan bij opvallend licht. Fluorescentie komt bij talloze stoffen voor (Stokes), alhoewel dikwijls in geringe mate (wit papier, kurk, de huid, enz.) Voorbeelden van sterke fluorescentie leveren o.a. oplossingen van zwavelzure chinine en aesculine (blauw), chlorophyl-oplossing (donkerrood), vloeispaath (groenachtig violet) en bariumplatinacyanide (groen-geel). De fluorescentie der cyclische organische verbindingen is, volgens onderzoekingen van R. Meyer, H. Kaufmann en J. Stark, hoofdzakelijk te zoeken in het aanwezig zijn van bepaalde atoom-groepen, de z.g. fluorophore groepen, benevens in een bepaalde structuur van het molecule. Een bevredigende verklaring der phosphorescentie- en fluorescentieverschijnselen heeft men nog niet kunnen vinden, en het is dan ook nog lang geen uitgemaakte zaak of er chemische veranderingen bij in het spel zijn, dan wel of het verschijnselen van zuiver physischen aard zijn.

2°. Electroluminescentie. — Wanneer een elektrische ontlading door een verdund gas wordt gevoerd, zendt dit gedurende die ontlading, en vaak ook wel daarna, licht uit. Kathodoluminescentie treedt op wanneer kathodestralen de oorzaak zijn (zij heeft geleid tot de ontdekking van eenige metalen van de zeldzame aarden).

3°. Triboluminescentie en kristalloluminescentie. Onder het eerste worden die lichtverschijnselen verstaan, welke op kunnen treden bij wrijving en verbrekking van kristallen, welk verschijnsel men o. a. waar zal nemen bij suikerkristallen, welke in het donker fijn gewreven worden. Onder kristalloluminescentie verstaat men de lichtverschijnselen, welke op kunnen treden bij het uitkristalliseeren van verzadigde oplossingen, zoo b.v. bij As_2O_3 (opgelost in sterk HCl), bij *Ba*-, *Sr*- en *Ca*-bromaat, bij K_2SO_4 , *NaCl*, *NaFl*, en bij saccharine (bij uitkristalliseeren uit aceton $CH_3.CO.CH_3$).

4°. Chemoluminescentie. — Dit is het lichten

gedurende chemische reacties, en behoort als zoodanig gerekend te worden onder de verschijnselen der photochemie. Hiervan zijn talrijke voorbeelden bekend. Een luminescentie-verschijnsel, dat reeds sedert lang de aandacht getrokken heeft, is het lichten van phosphorus, dat alleen bij aanwezigheid van zuurstof plaats heeft, en dus een oxydatie-reactie is (het verschijnsel werd reeds waargenomen door Brand en Kunkel in het jaar 1669). Het is gebleken, vooral dank zij de schitterende onderzoekingen van M. Trautz, dat de meeste dezer lichtverschijnselen het gevolg zijn van oxydatieprocessen. Zoo lichten b. v. bij sterke oxydatie bijna alle aldehyden, phenolen en alcoholen, hetgeen men wel het beste kan waarnemen, wanneer deze verbindingen vermengd worden met sterke oxydatiemiddelen, zooals H_2O_2 , chloor- en broomwater, en alcoholische jodiumoplossing. Zeer sterk lichtend is Lophine (α - β - μ -triphenylglyoxaline, een heterocyclische verbinding), hetgeen deze eigenschap alreeds vertoont bij het schudden der alcoholische oplossing aan de lucht. Pyrogallol en formaldehyde in alcalische oplossing met H_2O_2 vermengd, zenden een oranje-rood licht uit, bij inwerking van chloorpikrien op phenyljood-magnesium in aetherische oplossing (Wedekind) wordt een groen-geel luminescentie-licht uitgezonden.

Nog talrijke reacties zouden op te noemen zijn, maar dit zou ons hier te ver voeren. Nadere onderzoekingen hebben geleerd, dat de lichtsterkte afhangt van de reactiesnelheid, m. a. w. des te grooter die snelheid is, des te meer licht wordt per tijds-eenheid uitgezonden. Alle factoren, welke deze reactiesnelheid vergrooten, zooals verhooging van de temperatuur, verhooging van de concentratie der reageerende stoffen, toevoeging van katalysatoren, enz., hebben dus invloed op de intensiteit van het uitgezonden luminescentie-licht.

Ook in de ons omringende natuur kunnen we tal van luminescentie-verschijnselen waarnemen. Reeds in het grijze verleden merkte men de phosphorische glans op; welke uitstraalt van rottend hout in een donker, eenzaam woud of in een donkeren, vochtigen kelder. Maar niet alleen het rotten van hout en bladeren, maar ook van talrijke voedingsstoffen, zooals aardappelen, vleesch, enz. is reeds lang bekend, waaraan dan in vroegere tijden, toen het bijgeloof nog allerwege den scepter zwaaide, allerhande phantastische voorstellingen verbonden werden. En wie zag nooit in een prachtigen zomernacht

talooze, op diamanten gelijkende, glimworpjes glinsteren in het mos, of kleine lichtkevers als vallende sterren door de lucht zweven en schitteren tegen den duisteren achtergrond? En wie eindelijk op een mooien stillen zomeravond de zee heeft zien lichten, zal werkelijk niet spoedig uitgepraat geraken over het phantastische schouwspel, dat ons dan geboden wordt. Het lichten der zee was reeds in de oudheid bekend, en wordt in de zuidelijke tropische zeeën veroorzaakt door bacteriën (v.r.n. door de *Photobacterium Indicum*), terwijl het lichten der zee op onze kusten moet toegeschreven worden aan enkele infusoriën (o. a. de *Noctilucor miliaris*). Ook het lichten van vleesch of visch, bij rotting, wordt veroorzaakt door lichtbacteriën, en wel v.r.n. door de *Photobacterium Phosphorescens*. Deze bacteriën lichten echter alleen bij aanwezigheid van zuurstof, en vele dezer microben zijn zoo uitermate gevoelig voor de geringste hoeveelheden zuurstof, dat men ze zeer geschikt kan gebruiken als reagens op dat gas (proef van prof. Beijerinck). Verder heeft men opgemerkt, dat een groot aantal (agere zoowel als hoogere) diersoorten het vermogen bezitten, te kunnen lichten (tal van insecten, tal van zeedieren, infusoriën, en bacteriën); hierop kan echter in dit kleine bestek niet verder ingegaan worden. De luminescentieverschijnselen zijn daarom zoo belangrijk, omdat we hier te doen hebben met gevallen, waarin het arbeidsvermogen bijna geheel wordt uitgezonden als „zichtbare” straling. Bij onze lichtbronnen, waar we te doen hebben met een calorische- of temperatuurstraling, gaat een zeer groot gedeelte van het uitgezonden arbeidsvermogen verloren in den vorm van infrarode straling, en deze lichtbronnen zouden heel wat economischer in gebruik zijn, wanneer dit, zooals bij de luminescentie, niet het geval was.

De toekomst der Photochemie:

Men kan het zich zeer goed voorstellen dat het menschelijk geslacht, benevens alle dieren en planten op onze aarde, eenmaal ten onder zullen gaan, wanneer de zon, zooals reeds met vele andere hemellichamen voor haar geschied is, na verloop van tijd afkoelt; eindelijk zal er dan een oogenblik komen, waarop de warmte, die zij ons toezendt, vrijwel niet meer toereikend zal wezen om op aarde die temperatuur te onderhouden, welke een eerste voorwaarde is voor het behoud van het organische leven. Dit is nu slechts een zorg voor de verre toekomst, maar er is echter ook nog een heel

andere omstandigheid, die het voortbestaan van het mensdome ten zeerste in gevaar brengt, en dat is het toekomstige gebrek aan steenkolen (de fossiele zonne-energie). Sinds de stoommachine (midden der vorige eeuw) in gebruik kwam, nam het steenkolenverbruik steeds toe, en de mijnontginning, welke zich jaarlijks meer en meer moest uitbreiden, leverde rusteloos deze voor de techniek en voor de verwarming zoo onmisbare stof in steeds grootere hoeveelheden, zoodat het wiskundig zeker is, dat eens een tijd zal moeten aanbreken, waarop men aan kan nemen, dat onze steenkolenmijnen niet langer meer in de steeds toenemende behoeften der menscheid zullen kunnen voorzien. Er moet dus in de plaats der steenkolen een andere bron van arbeidsvermogen gevonden worden, en deze zullen we wel v.r.n. moeten zoeken in de onmetelijke hoeveelheden energie, welke ons immers dagelijks van de zon toestroomen, afgezien dan nog van de hoeveelheden energie, welke we zouden kunnen ontleenen aan de verschillende watervallen, en heel misschien ook wel aan de waterbewegingen van ebbe en vloed, hoewel deze ontzaglijke waterhoeveelheden technisch wel moeielijk te beheerschen zullen zijn. Directe omzetting der zonne-energie in mechanische energie zou natuurlijk in de allereerste plaats het meest gewenscht zijn, en ik kan er dan ook hier op wijzen, dat deze zaak reeds omstreeks het einde der vorige eeuw in Frankrijk in studie werd genomen, en eenige jaren later ook in Amerika, en daarna pogingen gedaan zijn een „zonne-motor” te construeeren. In Californië, het land der eeuwige zonneshijn, werd zelfs een maatschappij opgericht, welke tot doel had de exploitatie der zonnewarmte; door deze maatschappij werd in het plaatsje Pasadena een zonnemotor opgesteld, welke in vele tijdschriften beschreven is. De motor werkte echter met een zeer gering nuttig effect, en het nadeel is bovendien altijd, dat een dergelijk werktuig voornamelijk beperkt zou blijven tot de keerkingslanden, hoewel natuurlijk electriche overbrenging van het gewonnen arbeidsvermogen ons in vele opzichten te hulp zou kunnen komen. De toekomst zal ons in deze zaak nog veel moeten leeren, en zeker is het, dat in dien zin naar een oplossing gezocht zal moeten worden. — Misschien zal het ook mogelijk blijken de toegestraalde zonne-energie voor een groot deel te absorbeeren en daarna om te zetten in chemische energie, welke op deze endotherme wijze opgestapeld, later langs exothermen weg weer

vrij zal kunnen komen, om vervolgens op de een of andere wijze omgezet te worden in mechanische energie. We weten immers dat de phototrope stoffen (zie Nr. 11 van dit Tijdschrift) werken als een accumulator voor lichtenergie, doch tot heden kon nog niet nagegaan worden in welken vorm deze opgezamelde lichtenergie op den duur weer vrijkomt. Naar dergelijke reacties zal dus in de allereerste plaats gezocht moeten worden, om daarna het vraagstuk ter hand te nemen, op welke wijze deze opgezamelde lichtenergie tenslotte voor de maatschappij rendabel gemaakt zal kunnen worden in photo-accumulatoren en in photo-centrales. Het is aan geen redelijken twijfel onderhevig, dat het arbeidsvermogen der zonnestrallen (men kan n.l. berekenen, dat de zon per minuut aan de aarde afstaat 25×10^{14} groote caloriën (= K.G.-caloriën), overeenkomende met een vermogen van 220 biljoen = 220 milj. \times milj. H. P.) ruimschoots toereikend zou zijn om in de geheele energie-behoefte der aarde te voorzien, de rooibouw der steenkolen zou dan geheel gestaakt kunnen worden, en deze voorhands nog betrekkelijk groote hoeveelheden fossiele zonne-energie zouden bespaard kunnen blijven voor nog moeilijker tijden, wanneer n.l. het zonneleven ook langzamerhand zou uitblussen!

Zonne energie wordt echter ook opgestapeld in de levende groene planten; onder den invloed van het zonlicht speelt zich n.l. in de groene planten het assimilatieproces af, waarbij langs endo-energetischen weg belangrijke organische verbindingen opgebouwd worden. Ook de planten werken dus als een zeer geschikte accumulator voor de zonne-energie. Een intensieve cultuur der planten zou nu in de allereerste plaats gewenscht zijn, omdat zij den mensch de noodige voedingsstoffen verschaffen (en daardoor voor den mensch fungeeren als de bron van zijn arbeidsvermogen). Maar ook tal van industrieën berusten op het landbouwbedrijf. De textielindustrie heeft de katoen-, vlas-, hennep- en jutevezels noodig, de destillatie van hout levert talrijke nuttige producten, verder zou te noemen zijn de suikerindustrie, de industrieën welke het zetmeel der planten verwerken, de papierindustrie, welke in den tegenwoordigen tijd de houtcellulose nu eenmaal niet kan ontberen, de lederindustrie, welke het niet kan stellen zonder de plantaardige looistoffen, en nog vele andere. De planten zijn tevens onovertroffen in de photochemische synthese van talrijke belangrijke organische verbindingen, w. o. te noemen zijn de

alkaloïden (welke groote toepassing vinden in de medische wetenschap), de glucosiden, de aetherische oliën (gebruikt in de parfumerie-industrie), campher, caoutchouc en verschillende kleurstoffen. Uit velerlei oogpunt zou het dus zeer zeker bevorderlijk zijn, van de onmetelijke hoeveelheden zonne-energie, welke ons dagelijks toestroomen, in de landbouw, door intensieve cultuur, meer gebruik te maken. Het zou misschien mogelijk wezen de productie aan organische materie in belangrijke mate te vergrooten, door de concentratie van het CO_2 te verhoogen tot een meer werkzame maximaal-waarde, verder door toepassing van daartoe geschikte katalysatoren, en onder gelijktijdig gebruik van anorganische meststoffen. Wanneer men voor deze cultures bovendien nog de in klimatologischen zin het meest geschikte landstreken uitzocht, dan zou het zeer zeker mogelijk zijn telken jare een enorme oogst binnen te halen. De belangrijkste organische verbindingen konden dan eerst aan het plantenmateriaal onttrokken worden, de plantenresten zouden in de zon gedroogd kunnen worden, om ze daarna langs economischen weg te „vergassen” (b.v. door middel van het Mond-gasproces). Bij dit proces zal men er zorg voor moeten dragen de stikstof in den vorm van NH_3 terug te winnen, zoodat het ammoniumsulfaat, benevens de in de plantenasch aanwezige minerale bestanddeelen, daarna weer als meststoffen in den bodem gebracht kunnen worden (volledige kringloop der minerale bestanddeelen). Het verkregen gas kan benut worden in motoren, zoodat op deze wijze de zonne-energie tenslotte nog weer gedeeltelijk omgezet wordt in mechanische energie. Het CO_2 , dat bij de verbranding ontstaat, mag dan eveneens niet verloren gaan, maar zou in de broeikas teruggevoerd kunnen worden, om door grotere concentratie de groei der planten te bevorderen. De photochemie en de phytochemie gaan dan hand aan hand om de practische omzetting der zonne-energie zoo rendabel mogelijk te maken. „Haben wir rechtzeitig gelernt, die Sonnenenergie besser zu verwenden, den entropischen Tot der Erde und das Verschwinden des Menschengeschlechtes auf Millionen von Jahren hinauszuschieben, dann haben wir unsere Pflicht gegenüber den kommenden Generationen erfüllt. Es ist unsere Pflicht, rechtzeitig die Waffen im Kampfe um unsere Existenz zu prüfen und zu schleifen, damit unsere Enkel und Urenkel wohl vorbereitet in den Kampf gehen!” (Luther). De photochemie is dus niet alleen een

wetenschap van het heden, maar nog meer een wetenschap voor de toekomst. Een ruim en dankbaar arbeidsveld ligt er dus nog voor de toekomstige tijden open en het is zeer zeker te wenschen, dat het niet te lang meer zal duren eer we de praktische, voor de geheele menschheid zoo hoogst belangrijke resultaten zullen mogen aanschouwen!

C. J. H. M. VAN ZEE.

Afscheidscollege Prof. S. G. EVERTS c.i.

Dames en Heeren!

Ik stel mij voor in mijn laatste college als hoogleeraar aan deze inrichting eenige beschouwingen ten beste te geven over de opleiding van den civiel-ingenieur aan de Technische Hoogeschool, welke — in verband met de definitie omtrent hooger onderwijs, die Minister Dr. A. Kuiper gegeven heeft in de Memorie van Toelichting bij het wetsontwerp tot wijziging en uitbreiding van de wet op het hooger onderwijs — ten doel heeft, den civiel-ingenieur de wetenschappelijke vorming bij te brengen, welke hij behoeft voor de uitoefening der werkzaamheden, die van hem gevorderd kunnen worden.

De keuze zal U vreemd schijnen, de bespreking toch van het gekozen onderwerp geeft U de gelegenheid mijnē woorden van heden te vergelijken met mijn arbeid, wat wellicht mijnerzijds min of meer gewaagd is, ook kan zij den schijn hebben dat ik mijne collega's een ongevraagd advies wil geven op 't oogenblik, dat ik mijzelf aan de medewerking onttrek, wat ongepast zou zijn. Tot mijne verdediging voer ik aan, ten eerste, dat ik mijne voordracht heb genoemd een college en ik het woord dus, niet tegenstaande mijne erkentelijkheid voor het uitgelezen gehoor, in de eerste plaatst richt tot de studeerenden, derhalve meer op 't oog heb de studie dan 't onderwijs, al valt niet te ontkennen, dat de leiding bij de studie en de studie zelve bezwaarlijk te scheiden zijn, en ten tweede, dat het onderwijs of liever de opleiding aan de T. H. in de laatste jaren aan een critiek is onderworpen, die doet vermoeden, dat er slechts weinig is overgebleven van de groote ingenomenheid, waarmede de stichting der T. H. in 1905 is begroet. Toch zal ik in mijn voordracht die critiek niet bestrijden ik zal mij beperken tot een aanwijziging, hoe naar mijne persoonlijke meening de studie moet worden opgevat, waaruit dan zal kunnen blijken, dat ik het niet eens ben met hen, die het onderwijs aan de Technische Hoogeschool eene minder theoretische richting wenschen te geven.

Tusschen den ambachtsman, die zijne opleiding geniet op het ambacht of aan een ambachtsschool, en den ingenieur, opgeleid aan de Technische Hoogeschool, bestaat een breede schaar van technici, als de onderbaas, de werkmeester, de opzichter, de ingenieur van de middelbare school, de ontwerper en uitvoerder van speciale werken of onderdeelen daarvan, en nog vele anderen. Zeker ware het eene interessante studie, om de verschillende eischen voor de opleiding dier

categoriën te onderzoeken en na te gaan, hoe men zich uit het eene stadium tot een volgend zal kunnen ontwikkelen, een vraagstuk op zich zelf, dat ik niet zal behandelen, omdat ik slechts spreken wil over de opleiding aan de T. H. dus over de studie van hem die aan deze opleiding behoefte heeft.

Ik wensch dadelijk voorop te stellen, dat uit het feit, dat er uit den aard der zaak meer lagere dan hoogere werkkrachten en van de hoogste slechts weinige gevraagd worden, niet mag worden afgeleid, dat de T. H. moet worden ingericht voor eene andere categorie dan oorspronkelijk de bedoeling was.

De eerste vraag, die wij ons te stellen hebben is dus deze: Welke is de positie, die de civiel-ingenieur in de maatschappij heeft te bekleeden, aan welke eischen zal hij moeten voldoen?

In mijn verder betoog zal ik veelal spreken van den „ingenieur”, hoewel ik den civiel-ingenieur speciaal op het oog heb; het verder aan mijne hoorders overlatende om te beoordeelen in hoeverre mijne beschouwingen meer algemeen geldend zijn; wat gedeeltelijk het geval moet zijn, want de civiel-ingenieur betreedt herhaaldelijk het gebied van zijnen broeder uit eene andere faculteit gelijk deze op het gebied van den civielen zal werkzaam zijn; die gebieden toch zijn niet streng te scheiden. In de hoogste positiën treedt zelfs de speciale vakkennis op den achtergrond, daar zal de breedst ontwikkelde den voorrang verdienen.

De naam *civiel-ingenieur*, of in 't Hollandsch overgebracht de *burgelijke ingenieur* geeft ons geen begrip omtrent zijnen werkkring. Hij beteekent oorspronkelijk *niet-militair ingenieur*, zooals uitdrukkelijk is bedoeld in het Kon. Besl. van 8 Januari 1842 tot stichting van de Koninklijke Academie te Delft, ter opleiding van burgerlijke ingenieurs, zoo voor 's lands dienst als voor de nijverheid en kweekelingen voor den handel.

De voor 's lands dienst bestemde, de aanstaande ingenieurs van den Waterstaat, kregen onderwijs in de waterbouwkunde en in de constructies voor publieke werken; zij zijn de eigenlijke civiel-ingenieurs; de burgerlijke ingenieurs voor de nijverheid zijn dan de werktuigkundige, de scheepsbouwkundige, de scheikundige enz.

De daaruit af te leiden omschrijving *ingenieur voor de waterbouwkunde en voor publieke werken* is in zekeren zin nog geldig, men houde dan echter in 't oog, dat dergelijke werken niet alleen voorkomen in 's landsdienst maar ook in die van provinciën, gemeenten, spoorwegmaatschappijen en andere groote particuliere inrichtingen en men dus liever moet spreken van werken, zooals die bij publieke werken voorkomen, daarbij bedenkende, dat de aard dier werken in den loop der jaren belangrijk is uitgebreid om te voldoen aan de oeconomische en hygiënische eischen der samenleving, men denke aan riooleering en reiniging, aan watervoorziening en verlichting, aan de toepassing van hinder- en woningwet en dat tenslotte de opperste leiding van den publiek technischen dienst is gekomen in handen van den ingenieur en derhalve is aan te nemen, dat de civiel-ingenieur moet voldoen aan de eischen, zooals die voor een publiek technischen dienst gesteld kunnen worden.

Was vroeger in publieken dienst de uitvoering van werken in eigen beheer een uitzondering en werden

schier alle werken, groot en klein, publiek aanbesteed, zoodat de ingenieur meer speciaal was belast met het maken van een ontwerp met bestek en begroting en met het toezicht op de uitvoering; men komt daarvan terug voor werken die geregeld voorkomen en waarvoor een blijvend, goed geoefend en geschoold personeel gevorderd wordt, zoodat hij thans in menig geval ook is belast met de leiding der uitvoering.

De uitvoering van groote, belangrijke werken vraagt meer dan technische vaardigheid, omdat zij alleen oeconomisch mogelijk is bij de toepassing van de nieuwere vindingen der techniek, zoodat de aannemer van zoodanige werken — dikwijls, vooral buitenslands ook de ontwerper — zich voorziet van de medewerking van een ingenieur; de ingenieur wordt aannemer. Van hier tot de positie van ingenieur of leider aan groote constructiewerkplaatsen is een stap in dezelfde richting.

Deze leiders moeten niet alleen technische bekwaamheden bezitten, zij moeten ook doorgronden de oeconomische vraagstukken, die zich voordoen op het gebied van handel en financiewezen.

Resumeerende moet men van den ingenieur eischen, behalve technische kennis, een breede algemeene ontwikkeling, kennis van, althans inzicht in de groote oeconomische vraagstukken van handel en industrie en daarenboven die plooibaarheid en tact in den omgang met menschen, die bestempeld wordt met den naam van menschenkennis.

Hoe nu alles in den tijd van 5 jaar aan de T. H. bij te brengen aan een algemeen ontwikkeld jongmensch van 18 à 19 jaar, wetende dat hij veelal voorkomt uit niet technischen kring en hij derhalve van huis uit weinig technische kennis medebrengt?

Hoewel deze vraag schijnbaar voor de hand ligt, is zij toch te eenenmale onjuist gesteld, zij zal belangrijk beperkt moeten worden.

Bedenken wij toch, dat de strijd des levens eerst begint na het verlaten der school; dat de mensch zich in dien strijd ontwikkelt en sterkt en dat hij zich in de 40 jaar van werkzaamheid, die vóór hem liggen meer zal kunnen en moeten eigen maken dan in de 5 jaren van voorbereidende studie.

De gediplomeerde ingenieur wordt niet dadelijk na de voltooiing zijner studiën in een leidende maar integendeel in eene ondergeschikte positie geplaatst, waarin hij het geleerde kan toepassen en verwerken, waarin hij zoogenaamde praktijk zal opdoen, dat wil zeggen, waarin hij zelf scherp moet waarnemen en zich het waargenomene ten nutte moet maken, waarin hij kennis zal maken, aanvankelijk met elementaire, spoedig met meer ingewikkelde vraagstukken.

Gelukkig hij, die — zooals hier te lande met den civiel-ingenieur veelal 't geval is — werkzaam wordt gesteld onder een chef, die dezelfde opleiding heeft genoten, die beseft, wat zijn jongere collega kan weten, voelt, waar zijn kennis te kort schiet. Hij zal hem aanmoedigen door hem eenerzijds werk op te dragen, waartoe hij met de noodige inspanning in staat is, hem anderzijds in de gelegenheid stellen met het ontbrekende kennis te maken.

Langzamerhand zal hij in staat zijn geheel zelfstandig op te treden, zich zelfstandig in te werken in de hem

voorgelegde vraagstukken en zal hij rijp worden voor de hooge taak, die hem wacht.

Dit in het oog houdende moeten wij ons de vraag stellen: „Hoe moet de opleiding van den civiel-ingenieur aan de T. H. zijn, hoe moet hij voorbereid worden, opdat hij in staat zij zich door eigen studie en eigen waarneming te ontwikkelen ten einde eene leidende positie in de maatschappij te kunnen innemen.

Naar mijn meening moet de opleiding eene streng theoretische zijn.

Praktijk is aan de school niet te leeren.

Wat verstaan wij toch onder praktijk voor den ingenieur, zeker niet het zelf timmeren, of metselen of smeden of in 't algemeen het uitoefenen van een ambacht, wel echter het zich volkomen rekenschap geven van de wijze, waarop het ambacht wordt uitgeoefend ten einde de goede uitvoerbaarheid en de uitvoering eener constructie te kunnen beoordeelen, opdat voldaan worde aan de eischen omtrent stabiliteit en soliditeit, welke aan het bouwwerk gesteld moeten worden; daartoe bestudeere men die eischen, die te kennen is echter geen praktijk doch theorie. Verder verstaat men onder praktijk het ondervinden en het overwinnen van de moeielijkheden die zich, soms onverwacht, bij de uitvoering van een werk kunnen voordoen, als ook eene zekere geoefendheid in scherp waarnemen van de wijze, waarop eene constructie zich houdt onder de invloeden, waaraan zij is blootgesteld, ten einde zich rekenschap te geven van de gebreken welke zij blijkt te hebben en van de wijze waarop die zijn te voorkomen of te herstellen.

Door de bestudeering van de uitvoering van tot stand gekomen werken en de daarbij ondervonden moeielijkheden en door de bestudeering van vroegere constructievormen van de daaraan waargenomen gebreken en van de verbeteringen, die daaraan in den loop der tijden zijn aangebracht kan men zich veel eigen maken, kan men profiteeren van de praktijk van anderen, daarmede betreedt men echter het gebied der theorie. Ik zou hier kunnen verwijzen naar mijn intreerede.

Maar juist omdat de praktijk niet aan de T. H. kan worden opgedaan en het deelnemen aan het tot stand brengen van een bouwwerk zoo bevordelijk is om de te stellen eischen te doorgronden, te beseffen wat al of niet bereikbaar is en het waarnemingsvermogen te oefenen, hecht ik groote waarde aan praktische werkzaamheid in de vacantiën en onmiddelijk na het verkrijgen van het diploma.

Het nut der praktische werkzaamheden is in hooge mate afhankelijk van de wijze, waarop de student zijn tijd besteedt, maar zeker ook van de leiding, die hij daarbij geniet, van den aard van het werk, dat hem wordt opgedragen. Ik ben hier vrij uitvoerig geweest, opdat men mij niet kunne verwijten, dat ik geen waarde aan de praktijk zou hechten. De praktijk staat echter buiten de T. H. Keeren wij tot de studie aan de T. H. terug.

In de eerste plaats wordt de aandacht gevraagd voor de propaedeutische wetenschappen, noodig voor het bevatten en gebruiken der technische vakken, de wiskunde en de natuurkunde, welke in zoo uitgebreiden zin zijn te beoefenen, dat als later problemen van theoretische- of toegepaste mechanica zijn teruggebracht tot de oplossing van een wiskundig vraagstuk, dit geen

bijzondere moeilijkheid meer biede, dat respectievelijk een quaestie van physischen aard, zooals die in de techniek voorkomt, kan worden doorgrond. Steeds houde men bij de beoefening dier wetenschappen in het oog, dat zij, gelijk Tetmayer reeds opmerkte bij de aanvaarding van het rectoraat aan de T. H. te Weenen, zijn middel geen doel, en dat men haar derhalve voldoende moet beheerschen om haar later met raadpleging van speciale werken te kunnen toepassen. Men bedenke toch vooral, dat het examen zeker geen doel kan zijn, doch helaas is een noodzakelijk kwaad. Een kwaad, omdat in elk examen, hoe voortreffelijk ook afgenomen, de kiem ligt tot examenstudie, tot africhting dat is tot een verkeerde richting of tot gebrek aan richting in de studie.

Dadelijk, reeds bij den aanvang der studie legge de student zich toe op de technische vakken, vooreerst op de voorbereidende, op de elementen der constructie, tot het leeren kennen van constructievormen. Hij neme die in zich op door ze te teekenen, liefst naar modellen op ware grootte, opdat hij begrip van afmetingen krijgje. Het teekenen naar platen is uit den boeze, het geeft aanleiding tot copieeren zonder verwerken en heeft vooral bij den beginner nog het groote nadeel, dat hij moet trachten zich uit de teekening de werkelijkheid voor te stellen, in plaats van de werkelijkheid in teekening te brengen, gelijk hij ook later moet doen als het voorstellingsvermogen meer ontwikkeld is, als hij weet wat hij maken wil en hij het object, dat hij dan in gedachten vóór zich ziet, in beeld zal brengen.

Doch ook hier ga het om het begrip, geen groote hoeveelheid van kleine afwijkende details, geen overlading. Een helder begrip van het doel, dat bereikt moet worden en van de middelen om daartoe te geraken, zullen den ingenieur in staat stellen om later ook aan bijzondere eischen te voldoen; hij zal dan begrijpen waarom afwijkingen of bijzondere details, die hij op zijn weg zal tegenkomen, zijn aangebracht; hij zal — als hij eenmaal geleerd heeft zich van alles, wat hij ziet, rekenschap te geven — ook in staat zijn, zelf voor bijzondere gevallen afwijkende vormen aan te geven. Zoo zij het onderwijs en de zelfstudie ook hier theoretisch.

Na de beoefening dier voorbereidende kennis komt de eigenlijke vakstudie. Daaronder zijn te verstaan; de theoretische en de toegepaste mechanica, de verschillende technische vakken in engeren zin, de oeconomie met inbegrip van het handelsrecht en de bedrijfsleer.

Niet ieder ingenieur wordt bedrijfsleider, deze hangt zelfs min of meer de techniek aan den kapstok, maar toch zal ook deze in den regel — als reeds opgemerkt — ingenieur geweest zijn alvorens leider te worden. Daarom moet de studie der mechanica en der technische vakken in engeren zin aan de T. H. op den voorgrond staan. Van de andere vakken beoefene hij de beginselen, dat kan van ieder ingenieur geëischt worden, opdat er eenige grondslagen zijn, waarop hij later zijne studiën zal kunnen opbouwen. In het werkelijk leven, in de „Struggle for life” zal hij den omvang der vraagstukken op dit gebied beter doorgronden, zal de beoefening van dien tak van wetenschap hem meer aanlokken en zal zij ook vruchtbaarder zijn.

Eenige rechtskennis, meer speciaal die, waarmede de ingenieur dagelijks in aanraking kan komen, zooals

hinderwet, woningwet, arbeidswetgeving, onteigeningswet, spoorwegwet en waterstaatsrecht, moet hij bezitten. Men eische echter van hem geen details, geen reeks van wetsartikelen, die hij kan naslaan als hij ze nodig heeft. Hij bestudeere ook hier de bedoeling, de strekking, het wezen der wet, opdat hij haar in de toepassing begrijpe. Ik zou den student hier — evenals overall elders — willen toeroepen: Wacht U voor geheugenwerk!

Intusschen besta aan de T. H. de gelegenheid over deze onderwerpen meer uitvoerige voordrachten te hooren, zoo voor studenten als voor hen, die reeds in het werkdadige leven verkeerden, maar hieraan voor hunne vorming behoefte hebben. Ik voel hier het verband, dat er bestaat tusschen techniek en handel dat er behoorde te bestaan tusschen de technische- en de handelshoogeschool, die in dezelfde plaats behooren gevestigd te zijn en dat naar ik hoop ook zal gebeuren als de Regeering te eeniger tijd tot de stichting van een Handels Hoogeschool mocht besluiten. Noch beter ware het, dat alle hooge scholen ter beoefening van toegepaste wetenschap in ééne hoogeschool vereenigd waren, gelijk de verschillende faculteiten het zijn aan één universiteit. Een vrome wensch, welker vervulling niet meer mogelijk is.

Alle voordeelen, die genoemd worden voor de stichting van de landbouw-hoogeschool in eene universiteitsstad gelden in nog meerdere mate voor de door mij gewenschte combinatie en bovendien stel ik mij veel nut voor van den dagelijkschen omgang tusschen de docenten dier verschillende faculteiten en de jeugdige beoefenaren dier toegepaste wetenschappen, die in het maatschappelijke leven herhaaldelijk met elkander in contact komen, elkander noodig hebben en moeten samenwerken. Een beter elkander begrijpen en waardeeren en een gemakkelijker samenwerken zou handel en industrie en techniek en landbouw in hare ontwikkeling bevorderen.

Tot de T. H. terugkeerende, herinner ik er aan, dat ik de mechanica's in de eerste plaats heb genoemd onder de technische vakken.

De theoretische mechanica is de leer omtrent het evenwicht en de beweging, en wordt dan ook onderscheiden in 2 hoofdafdeelingen de Statica en de Dynamica.

Onder toegepaste mechanica wordt in de techniek verstaan de leer der elasticiteit, toegepast op vraagstukken tot het leeren kennen van de vervormingen, die bouwconstructies ondergaan door de op haar werkende krachten, en van de inwendige spanningen, welke diensgevolge optreden in de samenstellende deelen der constructie. Zij wordt daarom wel de *theorie der bouwconstructie's* genoemd.

Zij berust in hoofdzaak op het meer eenvoudige onderdeel der theoretische mechanica, op de leer der statica. De hoofdmoeilijkheid is hierin gelegen, om de vraagstukken onder zoodanigen vorm te brengen, dat zij met eene voor de practijk voldoende benadering zijn op te lossen. Daartoe worden voor de elasticiteits-eigenschappen der materialen vereenvoudigde voorwaarden aangenomen, terwijl de uitkomsten der opgezette theorie vergeleken zijn met die van tal van proefnemingen, teneinde zich van hun voldoende betrouwbaarheid te vergewissen. Daardoor heeft de toegepaste mechanica zich kunnen ontwikkelen tot eene zelfstandige wetenschap, welke de civiel-ingenieur

voldoende moet beheerschen, opdat hij in staat zij, nieuwe vraagstukken zelfstandig op te lossen. Ik wijs hier op constructies in gewapend beton die niet te ontwerpen zijn zonder zich rekenschap te geven van de verdeeling der inwendige spanningen.

Ook bedenke men dat de civiel-ingenieur voor zijne bouwwerken groote hoeveelheden materiaal verbruikt, waaraan betrekkelijk — althans in vergelijking met andere constructiën zooals samengestelde werktuigen — weinig arbeid wordt besteed, zoodat besparing van materiaal, verkregen door logische constructievormen, van groot financieel belang kan zijn.

De toepassing van de theoretische mechanica op de in de practijk voorkomende vraagstukken omtrent beweging, behoort niet tot de toegepaste, zij wordt in de techniek geacht tot de theoretische mechanica te behooren. Ten opzichte van deze kan niet geëischt worden, dat de ingenieur haar beheersche, omdat het eene onmogelijkheid is, dat elk ingenieur naast de zorgen, die de practijk met zich brengt, in staat zou zijn de groote mathematische moeilijkheden te overwinnen, die daaraan verbonden zijn. Wel echter kan geëischt worden, dat de ingenieur, die in theoretische richting werkzaam is, zich met vrucht op haar gebied kunnen bewegen.

Het is den ingenieur steeds om de toepassing te doen, daarom toetse men reeds in den studietijd de opgenomen kennis door haar toe te passen op niet te moeilijke technische vraagstukken, zooals die zich in de practijk kunnen voordoen.

Onder de technische vakken in engeren zin noem ik de kennis der bouwstoffen, de waterbouwkunde, de wegbouw, de brugbouw, de bouwkunde, de kennis van werktuigen en de electrotechniek, een nomenclatuur, die eenigszins afwijkt van die, gebezigd in de wet op het hooger onderwijs en dus ook gebezigd in het programma der T. H., een afwijking, door mij gekozen, omdat zij de bedoeling beter weergeeft.

De kennis der bouwstoffen ware wellicht te noemen onder de propaedeutische vakken, omdat zij tot zekere grens gewenscht is bij de beoefening van de elementen der bouwconstructie anderzijds echter eischt hare beoefening een vrij uitgebreide kennis omtrent constructievormen en omtrent de theorie der bouwconstructiën, reden waarom zij aan de T. H. onder de eigenlijke vakstudie is opgenomen.

Het is onmogelijk van den student te eischen, dat hij aan de school de materialen op het gezicht leere keuren, de gelegenheid om ze te zien of te bewerken is daartoe te beperkt in verband met de daaraan verbonden moeilijkheden en de jaren lange practijk, die daarvoor gevorderd wordt. Daarom ben ik van meening, dat men deze eisch den jong gediplomeerden ingenieur niet mag stellen, en dit moet worden overgelaten aan anders gevormde technici. Men eische echter meer van hem, n.l. theoretische kennis omtrent hunne voornaamste eigenschappen, in de eerste plaats van die, waaraan zij hun waarde als bouw materiaal ontleenen, van de gebreken, die voorkomen en de oorzaken van hun ontstaan; voor kunstproducten de wijze van fabricatie. Met deze kennis kan de ingenieur beoordeelen, welke eischen in elk bijzonder geval aan een materiaal te stellen zijn, op welke eigenschappen hij daarvoor in de eerste plaats moet letten, of hij de eerste qualiteit moet verlangen of met eene mindere kan volstaan, of hij met een keuring op het gezicht

kan genoegen nemen of dat hij een speciaal onderzoek naar de deugdelijkheid moet laten instellen. Hij zal ook naar de resultaten der proefnemingen de waarde, de deugdelijkheid van het materiaal kunnen beoordeelen zonder daarin te hoeven afgaan op het oordeel van het proefstation. Deze kennis is aan de school op te doen.

Als de student zijne vacantie's in de practijk werkzaam is, zal hij — zoo de gelegenheid er eenigszins toe bestaat — zijne kennis omtrent dit vak moeten trachten uit te breiden door zich de voorkomende gebreken te doen aanwijzen, door te letten op de bewerking van het materiaal; dat wil zeggen hij moet waarnemen, dat is praktijk opdoen, wat hij spoediger zal kunnen dan een ander omdat hij à priori weet, waarop hij zijne aandacht zal moeten vestigen.

De waterbouwkunde, de weg- en brugbouw en de bouwkunde grijpen te veel in elkander — al stellen zij elk hunne bijzondere eischen — om ze elk afzonderlijk te behandelen.

De elementen der constructie door de voorbereidende studie bekend zijnde, zullen nu meer samengestelde constructie zijn te behandelen, die vervolgens tot één geheel als een sluis, een brug, een fabrieksgebouw, een ijzeren loods zijn saam te voegen om ten slotte over te gaan tot het maken van een grooter ontwerp, waarin de vorige constructie's als onderdeelen kunnen voorkomen.

Steeds geve men zich nauwkeurig rekenschap, van de eischen, waaraan het werk zal hebben te voldoen, van de krachten, waaraan het weerstand zal hebben te bieden van de omstandigheden, waaronder het zijn bestaan zal slijten. Aan al dezen toch ontleent het zijn vorm, daarnaar zijn ook de afmetingen der samenstellende deelen te bepalen. De eenvoudige kaaimuur b. v. ontleent zijn vorm aan den met de hoogte evenredig toenemenden gronddruk, aan de eigenschap van het materiaal, dat 't niet in staat is een eenigszins in aanmerking komende trekspanning op te nemen, aan de inwerking van het water, van den vochtigen grond en van de atmosfeer, den aard der schepen, die er voor zullen lossen enz. Bij kleine, weinig hoge muren kiest men den trapeziumvorm, bij hoge muren komt men ter besparing van kosten tot een muur met gebogen voorvlak, omdat het meerdere arbeidsloon wordt opgewogen door de materiaalbesparing; de meer of mindere beweging, welke de schepen in 't water veroorzaken, zal invloed hebben op de keuze der fundeering o. a. met 't oog op gevaar voor ontgronding.

Men behoeft de geschiedenis van het puntstuk van een wissel slechts na te gaan om in te zien dat zijne constructie niet is te doorgronden zonder de werking van den spoorwegwagen op het spoor te bestudeeren en heeft men deze werking goed ingezien, dan zal men ook zelf verbeteringen weten aan te brengen, waar gebreken blijken aanwezig te zijn, mits men zich rekenschap zal hebben gegeven van de oorzaken van hun ontstaan, waartoe in de eerste plaats gevorderd wordt een nauwkeurig waarnemen.

Voor de opleiding aan de T. H. vraag ik ook hier eene theoretische, geen groote hoeveelheid van details, wat verwarring geeft, maar een helder inzicht, opdat men wete waarom het te doen is, zoo noodig toegelicht door een beknopt historisch overzicht van de ontwikkeling der constructievormen in verband met de

in den loop der jaren gewijzigde eischen en in verband met een ander constructiemateriaal.

Men kan de vraag stellen, hoe ver is hiermede te gaan en ik zou er mij af kunnen maken met een mact-spreuk: „Zooveel tot Uwe belangstelling is gewekt”. Toch ligt daarin een diepen grond van waarheid, want vóór gij zóó ver zijt moet gij de grondslagen doorgronden om welke het te doen is; dien ten gevolge zult gij wenschen dieper in het wezen der zaak door te dringen, en dit te doen is studeeren. De waterbouwkunde schijnt mij van deze vakken de belangrijkste en ook de moeilijkste, omdat de anderen meer steunen op de toegepaste mechanica, zoodat de meesten uwer daarvoor een vasten bodem gevoelen en dat niet ten onrechte, mits men niet verwaarlooze de constructieve eischen, die buiten het gebied der berekening vallen.

De waterbouwkunde ligt meer op 't gebied der physica en der hydraulica. Door vergelijking van in verschillende gevallen verkregen resultaten, door te zoeken naar de oorzaken daarvan komt men tot de oplossing voor overeenkomstige of afwijkende gevallen, dat vereischt dikwijls een diepgaande studie om in 't wezen der zaak door te dringen. Dit eenmaal voor enkele gevallen gedaan hebbende heeft men zich den weg geopend om ook andere gevallen tot oplossing te brengen.

Het is onmogelijk, de tijd ontbreekt om alle onderdeelen der waterbouwkunde even diepzinnig te bestudeeren of te behandelen, wat m. i. ook volstrekt onnoodig is, mits men van de meest voorkomende de grondslagen goed te pakken heeft.

Komt men later voor andere gevallen te staan, men zal ook die weten te doorgronden; ik heb 't reeds gezegd, daarvoor zijn de 40 jaar, die voor u liggen, mits men aan de T. H. heeft leeren studeeren.

Ik vraag grondslagen, niet meer dan dat, want de tijd ontbreekt om meer te geven of te verwerken.

Hiermede is mede veroordeeld het verlangen — soms uitgesproken — dat buitengewone hoogleeraren colleges zullen geven omtrent hunne speciale ervaringen en bijzondere studiën en de student zullen inlichten omtrent de nieuwste toepassingen op het door hen beoefend gebied der techniek. Dit ligt m. i. buiten het gebied der grondslagen. Daarmede wil ik niet ontkennen het groote nut van losse voordrachten in de faculteits-vereëning, waarin gewezen wordt op de wijze waarop een speciaal werk is tot stand gekomen, bijzondere moeilijkheden zijn opgelost, en op de eischen, waaraan in 't gegeven geval waren te voldoen. Vooral als deze worden gevolgd door excursie's en dus in de voordracht beter dan op 't terrein de hoofdlijnen van het ontwerp kunnen worden aangegeven, terwijl de kleinere details op 't werk zelf zijn uit te leggen. Met groote erkentelijkheid herdenk ik de medewerking, daarin ondervonden van verscheidene ingenieurs, uitvoerders of ontwerpers van belangrijke werken, die aan zoodanige voordrachten hunnen tijd en veel moeite hebben besteed. Zij, die ook zelf hunne opleiding te Delft hadden genoten, beseften steeds zoo volkomen, wat zij hier moesten geven. Zij hebben ook uwerzijds steeds kunnen rekenen op een aandachtig en dankbaar gehoor.

Om zich goed rekenschap te geven van de verschillende constructies is het noodig teekeningen te vervaardigen, dat wil zeggen, dat de student ontwerpen make, waarbij hij moet trachten, zich het object voor te stellen en dan in tekening te brengen, dat is: het

in de tekening op te bouwen; hij teekene geen lijn, zonder zich omtrent hare beteekenis rekenschap te geven. Zóó opgevat zal het teekenen rijpe vruchten afwerpen.

Het zoogenaamd practisch werken in de vacantie, het deelnemen aan excursie's, zeker ook het aandachtig beschouwen van bestaande werken, en vooral van werken in uitvoering, die men bij toeval op zijn weg ontmoet of beter nog die men met voordacht opzoekt, allen kunnen zij strekken om het voorstellingsvermogen te ontwikkelen, de kennis te vermeerderen.

Onder de technische vakken heb ik genoemd de bouwkunde, want de bouwkunst valt buiten het directe arbeidsveld van den civiel ingenieur; heeft hij voor deze eenigen aanleg, hij is er te beter om, die kan hem een machtige steun zijn in zijn latere werkzaamheid. Een helder technisch inzicht moge leiden tot een logisch doordachte oplossing, die in abstracto niet leelijk kan zijn; de aanleg doet de meest geschikte vormen voelen, geeft daaraan een bezieling, die de bekoring wekt.

Eindelijk heb ik genoemd de kennis van werktuigen en de electrotechniek; ik heb expresselijk het woord werktuigbouwkunde vermeden, want de civiel-ingenieur is geen werktuigbouwer doch een werktuiggebruiker, dikwijls zal hij bij het outilleeren van een haven, bij het inrichten van een groot werkterrein de keuze moeten doen omtrent de te bezigen werkkraft, omtrent de soort van te bezigen werktuigen, in ieder geval hun vermogen moeten vaststellen. Hij moet kunnen opmaken een program van eischen voor de levering der werktuigen, daarvoor wordt vereischt een uitgebreide kennis omtrent de inrichting der verschillende werktuigen, die in aanmerking kunnen komen, een theoretisch inzicht, dat niet licht te tellen is.

In 't algemeen wordt m. i. door de studenten voor civiel-ingenieur voor deze vakken te weinig belangstelling betoond, zij worden — houdt mij de opmerking ten goede — verlaagd tot examenstudie, dat wil zeggen het examen wordt doel, de kennis tot een minimum gereduceerd.

Ook het hier ontbrekende zal later kunnen worden ingehaald en behoeft dus geen haast te blijven, men bedenke echter dat de T. H. bezocht wordt, ten einde de grondslagen te leggen, en het eene buitengewone inspanning vereischt, die later te verkrijgen na een vermoeienden arbeid voor den dagelijkschen dienst; de studie van bijzondere machines, evenals de studie, noodig om de eischen voor een speciaal geval te leeren kennen, blijven uit den aard voor later weggelegd.

Ik ben gekomen aan het einde mijner beschouwingen omtrent de studie voor civiel-ingenieur. De studie aan de T. H. te doen, zooals zij behoort te worden gedaan en daarvan niet alleen datgene op te nemen wat ook — misschien zelfs beter — aan een inrichting van middelbaar onderwijs ware te bereiken, is een zware taak, die een ingespannen en ernstige studie vereischt.

Toch kan de boog niet altoos gespannen blijven er is ook tijd noodig voor ontspanning, voor rust. Besteedt ook dezen nuttig door omgang met uwe tijdgenooten, om door de wrijving, die gij zult ontmoeten de tact op te doen tot omgang met menschen met zeer verschillende opvattingen, tot het opdoen van menschenkennis.

Voor u en voor hen, die u vóór zijn gegaan heb ik, wat betreft de mij opgedragen vakken U den weg gewezen *wat* Gij te bestudeeren hebt, U daartoe althans een leiddraad gegeven; ik dank u voor de aandacht, welke Gij thans hebt willen schenken aan mijne beschouwingen *hoe* Gij moet studeeren.

Grootedelachtbare Heeren Curatoren. Voor Uwe belangstelling in mijn werk en voor mijn persoon, waarvan Uwe tegenwoordigheid hier ter plaatse wederom eene uiting is, die ik niet hoog genoeg kan waardeeren, ook voor de steun, waarop ik steeds heb mogen rekenen, ben ik U — en in 't bijzonder den Voorzitter, U, hooggeachte dr. Cluysenaer, in hooge mate erkentelijk.

Hooggeleerde Professoren. U in zoo grooten getale hier tegenwoordig te zien is mij een vernieuwd bewijs voor Uwe vriendschappelijke gezindheid. Voor onze aangename wijze van samenwerken in 't bijzonder met de leden der afdeeling der weg- en waterbouwkunde, zal ik steeds de meest aangename herinneringen behouden. Sta mij toe, hieraan thans niet meer toe te voegen, ons samenwerken is nog niet afgelopen, zoodat ik later de gelegenheid zal hebben hierop terug te komen.

Hooggeachte heer Helweg. Aan U in dezen oogenblik een woord van waardeering en van erkentelijkheid voor de hulp, welke Gij mij gedurende 15 achtereenvolgende jaren hebt verleend. Gij hebt steeds getracht mijne bedieling te begrijpen en de studenten in de door mij gewenschte richting behulpzaam te zijn; hunne waardeering moet U gebleken zijn uit hun verlangen naar Uwe aanwijzingen. Laat ik U thans mededeelen, dat het mij volstrekt niet is ontgaan; hoe het menigmaal is voorgekomen dat zij Uw hulp, Uwe toelichtingen nog eens vroegen, onmiddellijk nadat ik meende hen voldoende te hebben ingelicht, maar daarin blijkbaar niet was geslaagd. Gij hebt U daarop nooit laten voorstaan, U integendeel bescheiden teruggetrokken als Gij meendet, dat dit pas had. Zonder Uwe medewerking zou mijn arbeid niet de resultaten hebben gehad, die ik meen te hebben bereikt.

Dames en Heeren Studenten. Nu het oogenblik gekomen is, waarop ik mij voorgenomen had mij terug te trekken kost dat meer moeite dan ik mij had voorgesteld, want ik had liefde voor mijn werk, maar vooral ook omdat ik mij aangetrokken gevoel tot den omgang en het werken met U, omdat ik mijne studenten van allen landaard een warm hart toedraag, gesteund door het besef dat Gij in mij vertrouwen stelt, dat onze genegenheid wederkeerig is.

Die moeite is echter niet onoverkomelijk, omdat zij ligt in de lijn onzer verhoudingen. Gij wordt door anderen vervangen als Gij U rijp gevoelt eene positie in de maatschappij te gaan innemen; ik word vervangen als de tijd nadert, maar nog niet aangebroken is, dat ik mij uit mijne maatschappelijke positie zou moeten terugtrekken. Ik weet dat de tijd binnenkort, misschien onverwacht, kan aanbreken, dat de kracht mij zou ontbreken om mijn werk te doen met de opgewektheid, die daarvoor gevorderd wordt, die Gij het recht hebt van mij te verlangen.

Uit volle overtuiging zie ik mijn ambt overgaan

op een kracht, die beziel met nieuwe energie zijn taak beter zal vervullen, dan het mij, althans binnen korten tijd, zou mogelijk zijn. Ik verklaar oprecht, dat ik mijn heengaan beschouw te zijn in het belang der T. H., dat is in uw belang. Ik doe dat zonder valsche nederigheid, want ik ben hoogmoedig genoeg om te weten, dat ik binnen zekere grenzen nuttig ben werkzaam geweest.

Deze overtuiging en het bewustzijn, dat wij elkander tot den huidigen dag hebben weten te begrijpen maken, dat ik ten slotte met dit mijn afscheid volkomen vrede heb.

VERSLAG van de Vereeniging tot het uitgeven van beknopte Handleidingen bij het Onderwijs aan de T. H. over de jaren 1914—1917.

In Augustus 1914 werden drie leden van het Bestuur der Handleiding-Vereeniging onder de wapens geroepen. Van de twee die overbleven studeerde er een in Jan. af.

Daar het eenig overgebleven lid dit eerst in Juni 1914 geworden was, trachtten de gemobiliseerde leden van het Bestuur de Vereeniging zoo goed mogelijk te beheeren.

Daar dit echter op den duur vele moeilijkheden met zich bracht werd besloten een nieuw Bestuur te organiseeren. Het werd als volgt samengesteld:

W. Maas Geesteranus,	President.
J. Muysken Jr.,	Secretaris.
E. J. Gratama Szn.,	Penningmeester.

De actie van dit Bestuur bepaalde zich voornamelijk tot het weer benoemen der commissies voor de verschillende afdeelingen en het herdrukken der uitverkochte handleidingen. Door de abnormaal hoge drukkosten werd voorloopig afgezien van het uitgeven van nieuwe handleidingen.

Nu te voorzien is dat deze kosten binnen afzienbaren tijd niet weer zullen dalen, kan weer in die richting worden voortgewerkt.

Zooals gebruikelijk was, werd van elk der commissies slechts een lid benoemd, den Secretaris.

De samenstelling werd als volgt:

Civiele Commissie,	J. C. Deknatel.
Werktuigk. „	J. Muysken Jr.
Scheepsbouwk. „	E. van Dieren.
Electrotechn. „	H. A. Molenbroek.
Seheikundige „	C. J. H. M. van Zee.
Mijnbouwk. „	A. A. G. Schieferdecker.
Comm. der Alg. Wetensch.,	J. Muysken Jr.

Van de uitverkochte Handleidingen werden verschillende niet herdrukt, sommige op verzoek van den betreffende hoogleeraar of volgens afspraak bij de eerste uitgave (12, 22, 20), andere omdat de stof dermate veranderd was, dat geheel nieuwe bewerking noodzakelijk was (17, 15).

Herdruckt werden Handleiding 38, 33, 40 en 30, waarvan Handleiding 33 belangrijk werd uitgebreid en Handleiding 40 bijgewerkt tot 1916. In bewerking zijn nog herdrukken van handl. 15 en 26. De herdruk van Handl. 6 en 7 wordt voorbereid.

Het aantal bestuursleden is intusschen weer op vijf gebracht en nu de commissies benoemd zijn kan het werk der uitgave van nieuwe Handleidingen weer zijn gewonen loop nemen.

Goedgekeurd op de Algemeene Vergading van 25 Juni 1917.

De President, De Secretaris,
w.g. W. MAAS GEESTERANUS. w.g. J. MUYSKEN Jr.

FINANTIEEL VERSLAG der Vereeniging tot het uitgeven van beknopte Handleidingen bij het Onderwijs aan de T. H.

Hierbij gaan Balans en Verlies- en Winstrekening per 31 December 1916.

Het finantieel beheer is door de mobilisatie zeer beïnvloed. Zoowel de President als de Thesaurier waren onder de wapenen en deden in hun verloftijd het noodige werk af, zoodat het veel moeite gekost heeft voor de balans, die sinds November 1913 niet meer was opgemaakt de noodige bescheiden bijeen te brengen. Dit is dan ook niet geheel gelukt: de rekening *Kas* bleek niet sluitend gemaakt te kunnen worden; er was een teveel van *f* 82.85, dat als zoodanig op de rekening Verlies en Winst geboekt is.

De financieele toestand is een zeer goede. Door het afschrijfsysteem dat sinds den heer Tellegen in gebruik is geweest en waarbij de netto opbrengst van de Handleidingenverkoop voor afschrijving op den aanwezigen voorraad werd gebruikt — zoodat winst in de vorige jaren alleen bestond uit contributie verminderd met kosten — kon reeds thans de geheele voorraad voor *f* 1.— op de balans worden gebracht.

Als men bedenkt dat de verkoopwaarde van de op 31 Dec. aanwezige voorraad bedroeg $\pm f$ 9156.— verminderd met 25% provisie dus $\pm f$ 6867.—; dat er 31 Dec. van de Technische Boekhandel J. Waltman Jr. nog *f* 2648.95 te vorderen was, — sinds dien binnen gekomen en in deposito en rekening-courant gegeven, — en dat er zeer groote bedragen in rekening-courant en deposito bij Scheurleer & Zn. staan, dan komt men tot de conclusie dat de Vereeniging finantieel zeer sterk staat en men in dit opzicht niets behoeft te vreezen. Waarschijnlijk zal dan ook voor nieuwe handleidingen tot lagere prijzen worden overgegaan, voor zoover dit mogelijk is met de verhooging der provisie en drukkosten.

Nog eenige opmerkingen over de bijgevoegde Verlies- en Winstrekening en de Balans, die gaan over het tijdsverloop van 27 November 1913 tot 31 December 1916.

Schadeloosstelling van Dongen. Daar het verschijnen van het boek van Prof. Van Royen een Handl. IJzer en Staal, die reeds in bewerking was, niet noodig maakte, moest aan de bewerker deze som betaald worden.

Interest. Dit saldo is credit, omdat in het begin er, van het bij het oprichten der Vereeniging bij W. Waltman opgenomen bedrag nog een gedeelte onbetaald stond. Deze schuld is 16 Oct. 1916 geheel vereffend en komt dus nu niet meer op de balans voor.

Provisie. Deze is voor de verkoop aan de Techn. Boekhandel verschuldigd en bedraagt 25% van het bruto bedrag.

Winst Saldo. Dit bedraagt *f* 1961.83 dus meer als 100% van het kapitaal op 26 Nov. 1916, d.i. dus een winst van 30% per jaar. Dit komt doordat de opbrengst van de verkoop der handleidingen vroeger niet als winst werd geboekt, maar als afschrijving op de voorraad. Thans kon dit maar gedeeltelijk daar de voorraad reeds voor *f* 1.— op de balans kwam. In 1912 was er een winst *f* 622,96⁵, in 1913 een verlies *f* 172,99⁵.

Kas te veel. Hierop werd reeds gewezen.

Crediteuren. Deze zijn sinds 1 Jan. 1917 betaald.

VERLIES EN WINST. 31 Dec. 1916.

Debet.	
Schadeloosstelling v. Dongen	<i>f</i> 75.—
Interest	„ 168.99
Provisie verkoop	„ 2733.23 ⁵
Afschrijving voorraad,	„ 6839.97 ⁵
Onkosten	„ 143.30
Winstsaldo	„ 1961.83
	<u><i>f</i> 11922.33</u>

Credit.	
Kas te veel	<i>f</i> 82.85
Opbrengst verkoop	„ 10936.93
Contributie	„ 902.55
	<u><i>f</i> 11922.33</u>

BALANS op 31 Dec. 1916.

Actief.		Passief.	
Kassaldo	f 53.04 ⁵	Crediteuren	f 421.55
Deposito	„ 1000.—	Kapitaal	„ 3914.51 ⁵
Rekening Courant	„ 633.07		
Waarde Handl	„ 1.—		
J. Waltman Jr.	„ 2648.95		
	<u>f 4336.06⁵</u>		<u>f 4336.06⁵</u>

Goedgekeurd op de Algemeene Vergadering van 25 Juni 1917.

De President,
w.g. W. MAAS GEESTERANUS.

De Penningmeester,
w.g. N. H. VAN DOORNINCK.

BOEKBESPREKING.

„HET STOOMBEDRIJF”, III,
door NANNO A. IMELMAN.
(Æ. E. KLUWER, Deventer).
f 5,60.

Het lijvige boekdeel omvat een mooie verzameling uitgevoerde moderne machines, met beproevingsresultaten, zoodat het zeer zeker aanbeveling verdient. De theoretische gedeelten staan echter verre beneden het Delftsche peil. Wat deze betreft, zal het een zeer goede handleiding voor machinisten zijn. A. B.

„COMPLEXE GETALLENSTELSELS”.
Inaugurale rede van Dr. J. WOLFF.
(Uitg. P. NOORDHOFF). f 0,50.

In deze mooie rede toont Prof. Wolff aan, van hoe groot belang de studie van de moderne getaltheorie is. Ieder liefhebber der zuivere Mathesis is de lezing ervan zeer aan te bevelen. A. B.

BRANDSTOFFENLEER VOOR
MACHINE-TECHNICI, door
GERLOF KALMA.
(Uitg. VAN MANTGEM & DE DOES).
f 0,90.

Schrijver stelt zich hierin de taak, „de kloof te overbruggen tusschen machine-techniek en chemie”, waarin hij, de bescheiden afmetingen van het werkje in aanmerking genomen, heel al aardig slaagt, al mogen ook de chemische wijsheden erin verkondigd, voor den eenigszins ingewijden geen noviteiten zijn.

Het is een aardige samenvatting van de technische brandstoffen en hun toepassing. A. B.

ONTVANGEN TIJDSCHRIFTEN.

De Ingenieur, 32^e jrg. N^o. 17—25.
De Waterstaatsingenieur, jrg. 1917, N^o. 2 en 3.
De Watersport, 6^e jrg. N^o. 5 en 6.
Architectura, 25^e jrg. N^o. 16—25.
Beslissingen inzake bouwwetgeving, 1^e jrg. No. 4 en 5.
Vuur en Water, 1^e jrg. N^o. 5 en 6.
B. B. C. Mitteilungen, 4^e jrg. N^o. 1, 2, 3 en 4.
De Oorlog in Beeld. April en Mei 1917.
Die Hohenzollern durch Deutsche Augen gesehen.

RECTIFICATIE.

In Nr. 13 (pag. 275, § 20, 3^e regel) staat:
„Hoofdlijntraagheidsas”, inplaats van „Hoofdtraagheidsas”.

BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

Abusievelijk was gemeld, dat de Electrotechnische Vereeniging een excursie naar het Zuiden organiseerde.

Deze excursie gaat niet uit van de Electrotechnische Vereeniging, maar van de Sub-Afdeeling Electrotechniek van de Technische Hoogeschool.

Het Bestuur van de E. T. V.

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 14 Juni 1917 No. 9175 afdeeling O. is te rekenen van 5 Juni 1917 aan C. J. Evers, c.i. op zijn verzoek eervol ontslag verleend als assistent voor de waterbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft.

TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

Examens gehouden voor de Zomervacantie.

CANDIDAATS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Mijningenieur.

E. B. van der Marck.

INGENIEURS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Scheikundig Ingenieur.

Mej. A. H. Brons, (met lof.) J. H. van der Have.
„ J. J. J. Dingemans. H. A. J. Hietink.
J. P. Dudok van Heel. H. W. Hofstede.
L. A. van der Ent. J. P. N. Jullien.
A. N. Glazener. S. L. Langendijk, (met lof.)
P. van Groningen. C. van Loon.
Mej. H. W. Grotendorst.





