

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING EN VAN
DE VEREENIGING VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE INDUSTRIE

Hoofdredacteur: Dr. W. P. JORISSEN, Leiden, Zoeterwoudsche Singel 18,
(part. adres: Hooge Rijndijk 15, telefoon 1449, postrekening 3569).

Redactie-Commissie: Dr. A. Bloemen, Dr. G. de Bruin, Dr. C. A. Lobry de Bruyn, Dr. G. C. A. van Dorp
en Dr. J. W. Terwen (secretaris).

N.V. D. B. CENTEN's Uitgevers-Maatschappij, Amsterdam C., O.Z. Voorburgwal 115, telefoon 48695,
postrekening 39514.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Contributie 1936. — Oproep voor het Analyst-examen, 2e gedeelte Diploma A (Aug.-Sept. 1936). — Oproep voor het Analyst-examen, 2e gedeelte diploma B, 1936. — Oproep voor gegadigden naar een toelage uit het „van 't Hoff-fonds" ter ondersteuning van onderzoekingen op het gebied der zuivere en toegepaste scheikunde. — Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, enz. — Voordrachten over corrosie: Prof. Dr. A. H. W. Aten, De electrochemische theorie der corrosie. — Dr. L. H. Louwe Kooymans, De methoden van onderzoek voor buisleidingen. — Dr. C. A. Lobry de Bruyn, Eenige corrosieverschijnselen bij metalen onder mechanische spanning. — Dr. C. A. H. von Wolzogen-Kühr, Anaerobe corrosie van ijzeren pijpleidingen. — Dr. J. van Loon, Doel en betekenis van grondverven. — Dr. P. J. Haringhuizen, De corrosie van metalen door olie (onderzocht met behulp van de optische methode). — Boekaankondigingen. — Chemische kringen. — Personalialia, enz. — Ter bespreking ontvangen boeken. — Correspondentie, enz. — Volontairsplaatsen. — Plaatsingen in werkverschaffing door bemiddeling der Commissie voor Tewerkstelling en Crisisfondsen. — Gevraagde betrekkingen. — Ten geschenke aangeboden. — Vraag en aanbod. — Vacantie cursus over „Theorie der chemische binding".

MEDEDEELINGEN VAN HET ALGEMEEN BESTUUR DER NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

Nieuwe leden.

De in het Chemisch Weekblad van 28 Maart 1936 onder 114-116 genoemde candidaat-leden zijn thans aangenomen als gewone of buitengewone leden.

Candidaat-lid:

131: Berkelbach van der Sprenkel (Dr. H.), arts, cons. lab. Embryologie en Histologie, Bilthoven, Rubenslaan 11; voorgesteld door Dr. G. E. van Gils en Drs. C. J. Krom, beiden te Utrecht.

Veranderingen aan te brengen in de ledenlijst.

(Opgaven voor deze rubriek uitsluitend aan het Secretariaat te zenden).

Blz. 25: Baart (Mej. Dra. A. M.), Utrecht, J. v. Ruisdaelstr. 25bis.
„ 26: Beuckens (Dr. J.), Veendam, Ben. Oosterdiep 39.
„ 30: Bruin (Drs. P.), Groningen, Mr. P. J. Troelstralaan 33.
„ 66: Raadsveld (Dr. C. W.), Schiedam, Rembrandtlaan 95B.
„ „ Raalte (Dr. A. van), Amsterdam-Z., Nic. Maesstraat 122.
„ „ Rameau (Dr. J. Th. L. B.), Leiden, Pieterskerkhof 21.
„ 73: Sneathlage (Mej. Ir. W. M. Fuhri), Alkmaar, van Foreestlaan A 88.

Wie kent het adres van:

Dr. Fr. R. Moser, vroeger Amsterdam-Z., Watteaustraat 24 en F. Eenhoorn, chem. stud., vroeger den Haag, Bankastraat 4 H?

Met mededeeling zal men den Secretaris zeer verplichten.

* * *

Contributie 1936.

De leden, die hun contributie voor het loopende jaar nog niet hebben voldaan, worden dringend uitgenoodigd, het verschuldigde bedrag zoo spoedig mogelijk op postrekening

7680 van de Ned. Chem. Ver. te Dordrecht te doen overschrijven. Het uitzenden van postkwitanties kost zeer veel tijd, dien men den penningmeester op deze wijze kan besparen. Bovendien behoeft men bij tijdige giroering geen inningskosten te betalen.

Op verzoek kan uitstel van betaling tot uiterlijk 31 December a.s. worden verleend; hun, die hiervan gebruik wenschen te maken, wordt echter verzocht, dit tijdig — met vermelding van het tijdstip van betaling — aan ondergeteekende mede te deelen. Zijn de kwitanties eenmaal ter inning aan de post afgegeven, dan kan geen uitstel meer worden toegestaan, maar wordt het gewijzigde art. 5 van het Huishoudelijk Reglement van kracht, waarin thans is vastgelegd, dat de contributies van 1 Januari af invorderbaar zijn.

De contributie bedraagt voor gewone leden in Nederland, Ned. O.- en W.-Indië, voor zoover zij geen reductie op de contributie genieten, f 15.—; voor buitengewone leden f 10.—; voor huisgenoot-leden f 5.—; voor leden in het buitenland f 17.—. Een abonnement op het Recueil kost voor al deze leden f 6.— extra.

Dr. G. J. VAN MEURS, Secretaris-penningm.,
Burgem. de Raadsingel 23f, Dordrecht,
giro 7680, telef. (huis) 3867, (lab.) 5231.

Oproep voor het Analyst-examen. 2e gedeelte Diploma A (Augustus-September 1936).

Aanmeldingen voor het analyst-examen 2e gedeelte diploma A, worden zoo *spoedig mogelijk*, doch uiterlijk 13 juni a.s. verwacht door den Secretaris der Centrale Commissie, Dr. J. van der Lee, Adrianalaan 283, Schiebroek.

De aangiften moeten vergezeld gaan van:

- 1e. Het getuigschrift van met goed gevolg afgelegd analyst-examen eerste gedeelte, diploma A en B.
- 2e. Een opgave van de rubriek(en), waarin de candidaat geëxamineerd wenscht te worden.

Hierbij dient een lijst gevoegd te worden van de verrichte analyses, voor zoover deze betrekking hebben op de opgegeven rubrieken, gewaarmerkt door de(n)gene(n), die het dagelijksch en onmiddellijk toezicht op den candidaat heeft uitgeoefend.

Voor iedere analyse moet zijn aangegeven, of zij een enkele maal, eenige of vele malen zelfstandig door den candidaat is uitgevoerd.

De keuze der rubrieken moet geschieden uit het laatst verschenen examenprogramma (zie Chem. Weekblad 31, 84 (1934) en 33, 46 en 50 (1936) ¹⁾).

- 3e. Een als onder 2 gewaarmerkte opgave omtrent den tijd (ten minste 2 jaar) gedurende welken de candidaat *geregeld* in een voor het doel geschikt laboratorium heeft gewerkt.

¹⁾ Afdrukjes van dit programma worden toegezonden na storting van f 0.25 op postrekening 173900 van de Centrale Commissie voor het Analyst-examen te Schiebroek.

- 4e. Storting of overschrijving van f 20.— op postrekening 173900 van de Centrale Commissie voor het Analyst-examen van de Nederl. Chem. Vereeniging te Schiebroek.

Betaling van het examengeld op andere wijze dan hiervoor aangegeven is niet toegestaan.

Het examen zal waarschijnlijk gehouden worden in de laatste week van Augustus en de eerste helft van September.

De kandidaten worden nog speciaal herinnerd aan de bepaling in het programma volgens welke bij het examen het onderzoek op identiteit en zuiverheid van één of meer bij de analyses benodigde chemicaliën kan worden opgedragen.

Bij het examen zal speciaal gelet worden op *laboratorium-routine* (werkindeeling, handigheid, orde op tafel, notities enz.).

De mogelijkheid bestaat, dat bij uitzondering en slechts in bijzondere gevallen, geheel of gedeeltelijk vrijstelling kan worden verleend van het betalen van examengeld. Slechts indien daartoe door den opleider van den candidaat *een met redenen omkleed verzoek* aan de Centrale Commissie wordt gedaan, kan een verzoek in behandeling worden genomen.

Namens de Centrale Commissie
voor het Analyst-Examen,

Dr. J. VAN DER LEE, Secretaris.

Schiebroek, Adrianalaan 283 (in laboratoriumuren: telefoon Rotterdam 35000).

Oproep voor het Analyst-examen 2e gedeelte diploma B, 1936.

Het analyst-examen 2e gedeelte diploma B (analysten in laboratoria van wetenschappelijk chemisch onderzoek) zal in Augustus of September a.s. worden afgenomen.

Aanmelding voor dit examen kan tot uiterlijk 13 Juni geschieden bij den Secretaris van de Centrale Commissie voor het Analyst-examen, Dr. J. van der Lee, Adrianalaan 283, Schiebroek.

De aanmelding moet vergezeld gaan van:

- 1e. het getuigschrift van met goed gevolg afgelegd analyst-examen 1e gedeelte, diploma A en B;
- 2e. een lijst van twintig chemische preparaten, welke door den candidaat gemaakt zijn, gewaarmerkt door hem (hen), die het dagelijksch en onmiddellijk toezicht op den candidaat heeft (hebben) uitgeoefend. (Inplaats van een deel dezer preparaten kan een aantal chemische en/of fysische bewerkingen gesteld worden);
- 3e. een opgaaf van het quantitatief onderzoek, waarin de candidaat geëxamineerd wenscht te worden (a. anorg. analyse, b. org. analyse of c. fysische metingen);
- 4e. een als onder 2e gewaarmerkte opgave omtrent den tijd (ten minste 2 jaar), gedurende welken de candidaat *geregeld* in een voor het doel geschikt laboratorium heeft gewerkt;
- 5e. storting van f 20.— op postrekening 173900 van de Centrale Commissie voor het Analyst-examen van de Ned. Chem. Ver. te Schiebroek. (*Betaling op andere wijze is niet toegestaan*).

De kandidaten moeten op het examen meebrengen:

- a. de voorschriften van de onder 2e. genoemde preparaten enz.;
- b. een of meer eigen werkstukken op het gebied van glasblazen.

Voor alle verdere bijzonderheden wordt verwezen naar het examenprogramma. (Zie Chem. Weekblad 31, 84 (1934) ¹⁾).

De mogelijkheid bestaat, dat bij uitzondering en slechts in bijzondere gevallen, geheel of gedeeltelijk vrijstelling kan worden verleend van het betalen van examengeld. Slechts indien daartoe door den opleider van den candidaat *een met redenen omkleed verzoek* aan de Centrale Commissie wordt gedaan, kan een verzoek in behandeling worden genomen.

Namens de Centrale Commissie
voor het Analyst-Examen,

Dr. J. VAN DER LEE Secretaris.

Schiebroek, Adrianalaan 283 (in laboratoriumuren: telefoon Rotterdam 35000).

¹⁾ Afdrukjes van dit programma worden toegezonden na storting van f 0.25 op postrekening 173900 van de Centrale Commissie voor het Analyst-examen te Schiebroek.

Oproep voor gegadigden naar een toelage uit het „Van 't Hoff-fonds” ter ondersteuning van onderzoeken op het gebied der zuivere en toegepaste scheikunde.

Volgens de statuten van het Van 't Hoff-fonds, opgericht den 28 Juni 1913, wordt het volgende ter kennis van belanghebbenden gebracht.

Het doel van dit fonds, dat beherd wordt door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, is om ieder jaar voor den 1en Maart uit de rente van het kapitaal aan onderzoekers op het gebied der zuivere of toegepaste scheikunde, steun voor wetenschappelijk onderzoek te verleenen. Zij, die voor een toelage in aanmerking willen komen, worden verzocht zich voor den 1en November van dit jaar te richten tot het Comité, dat met de beoordeeling der ingekomen aanvragen en met de vaststelling der uit te keeren bedragen is belast.

Dit Comité bestaat thans uit de volgende leden: A. F. Holleman, voorzitter; F. M. Jaeger, A. Smits, J. P. Wibaut, secretaris. Het Comité is bevoegd nog andere leden te benoemen, indien dit voor de beoordeeling der aanvragen gewenscht is, doch telkens hoogstens voor een jaar.

De namen van hen, die een toelage ontvangen, worden bekend gemaakt. Zij zijn geheel vrij in de wijze waarop, of het tijdschrift waarin zij de onderzoeken willen publiceeren, die met steun van het Van 't Hoff-fonds zijn verricht, indien in deze publicatie slechts melding wordt gemaakt, dat voor het onderhavige onderzoek deze steun is verleend. Het Comité zal er prijs op stellen eenige exemplaren van de betreffende publicaties te mogen ontvangen.

De voor het jaar 1937 beschikbare som bedraagt ongeveer f 1200. Aanvragen behooren per aangeteeend schrijven te worden gericht aan het bestuur der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, bestemd voor de Commissie van het „Van 't Hoff-fonds”, Trippenhuis, Amsterdam. In deze aanvraag moet het doel, waarvoor de toelage moet dienen, worden uiteengezet, alsmede de redenen waarom steun wordt gevraagd, terwijl uitdrukkelijk moet worden vermeld welk bedrag wordt verlangd. De aanvragen moeten voor den 1sten November 1936 ingekomen zijn.

Namens het Comité voor het „Van 't Hoff-fonds”,

A. F. HOLLEMAN, Voorzitter.

J. P. WIBAUT, Secretaris.

Amsterdam, Mei 1936.

Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, enz. **)

N.V. P. F. van Vlissingen & Co.'s Katoenfabrieken te Helmond vragen voor spoedige indiensttreding een jongen chemicus-colorist (diploma Textielschool Enschede of gelijkwaardige opleiding heeft voorkeur). Eenige praktijkervaring strekt tot aanbeveling. Brieven onder motto „Vliskat” aan de Directie.

* * *

Onderneming op het gebied van cosmetische praeparaten vraagt dadelijk een energieke chemicus met academische opleiding en ruime ervaring op genoemd gebied. Zie verder de adv. in No. 20.

* * *

Buitenlandsche firma zoekt een chemicus (bedrijfsleider) voor de bereiding van zinkwit („Tiegelverfahren mit Schlacken”). Brieven onder motto *zinkwit*, te zenden aan het Redactie bureau, Zoeterwoudsche Singel 18, Leiden.

Alleen zij, die *praktisch* met dit proces vertrouwd zijn, komen in aanmerking.

* * *

Studiefonds-Pasteur. Een of twee studiebeurzen beschikbaar voor het bestudeeren van een algemeen microbiologisch, microbiologisch-ziektekundig of biologisch-chemisch onderwerp in een der laboratoria van het Institut Pasteur te Parijs. Sollicitanten gelieven zich, eventueel onder inzending van aanbevelingen, *schriftelijk* aan te melden vóór 14 Juni e.k. bij Prof. Dr. A. J. Kluyver, Nieuwe Laan, Delft.

**) Men raadplege ook steeds de advertenties

VOORDRACHTEN OVER CORROSIE.

In samenwerking met de Sectie voor bedrijfschemie en de Centrale Corrosie-Commissie heeft de Delftsche Chemische Kring een reeks voordrachten georganiseerd over corrosie op de Woensdagavonden 18 en 25 Maart en 1 April 1936. De lezingen vonden plaats in het Gebouw voor Scheikunde, Westvest 9, te Delft, telkens te 8 uur.

Op den eersten avond gaf de Voorzitter van den Delftschen Chemischen Kring, Ir. D. J. van Wijk, allereerst het woord aan den Voorzitter van de Centrale Corrosie-Commissie, den heer W. F. J. M. Krul, directeur van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening. Deze zette *doel en werkwijze van de Centrale Corrosie-Commissie* kort uiteen.

Deze commissie, ingesteld door de Stichting voor Materiaalonderzoek, neemt die onderwerpen in studie, waarvoor in de praktijk belangstelling bestaat. Zij tracht verder door de bevordering van het geregeld contact tusschen verschillende onderzoekers op corrosiegebied te komen tot coördinatie en maakt voor haar werk gebruik van bestaande instellingen, zonder hiermede in concurrentie te treden. Voor elk onderzoek wordt een speciale commissie ingesteld, waarvan de voorzitter een lid is van de Centrale Corrosie-Commissie.

Het secretariaat van de verschillende corrosiecommissies berust bij den secretaris van de Stichting voor Materiaalonderzoek, Ir. W. A. Slinkers, aan wien de ingenieur van de Centrale Corrosie-Commissie, Dr. Ir. H. van der Veen, is toegevoegd.

Tot dusver werden de volgende commissies ingesteld:

- | | |
|------------------------|---|
| Corrosie-Commissie I | voor de organisatie; |
| Corrosie-Commissie II | voor de bestudeering van buisaantasting door bodeminvloeden; |
| Corrosie-Commissie III | voor de bestudeering van kabelaantasting door bodeminvloeden; |
| Corrosie-Commissie IV | voor de bestudeering van beschermende deklagen van ijzerconstructies; |
| Corrosie-Commissie V | voor de bestudeering van de corrosie van staal in zee-water. |

De volgende publicaties verschenen reeds:

Van de Centrale Corrosie-Commissie: Mededeling no. 7, De electrochemische theorie der corrosie, opgemaakt door Dr. Ir. H. van der Veen; van Corrosie-Commissie II: Mededeling no. 5, Eerste verslag van Corrosie-Commissie II voor de bestudering van buisaantasting door bodeminvloeden, onderwerp: asfaltering van buizen; Mededeling no. 10, Tweede verslag van Corrosie-Commissie II voor de bestudering van buisaantasting door bodeminvloeden, onderwerp: aantasting van buizen; van Corrosie-Commissie III: Mededeling no. 3, Verslag van Corrosie-Commissie III voor de bestudering van kabelaantasting door bodeminvloeden.

Voor de onderzoekingen stellen de deskundige

leden hun arbeidskracht en laboratoria ter beschikking. De centrale kosten worden door de belanghebbenden gedragen, aangevuld met een bijdrage van de Stichting voor Materiaalonderzoek.

Daarna verleende de Voorzitter het woord aan Prof. Dr. A. H. W. Aten, Amsterdam.

Prof. Dr. A. H. W. Aten sprak mede namens H. W. Deinum over de *grondslagen van de electrochemische theorie der corrosie*.

De inwerking van chemische agentia op metalen kunnen wij ons op tweeërlei wijze voorstellen.

In de eerste plaats kan een directe inwerking van de moleculen van een reageerende stof met de atomen van een metaal plaats vinden. Zoo is het, bij de inwerking van gasvormig chloor op metallisch tin bij verhoogde temperatuur, waarbij zich gasvormig SnCl_4 vormt, voor de hand liggend aan te nemen, dat de reactie als volgt verloopt:

$\text{Sn} + 2 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$, waarbij eventueel intermediair nog SnCl_2 gevormd kan worden.

Ook in een waterige oplossing kan de omzetting op deze wijze verlopen. Hier kan echter de reactie nog op een andere wijze plaats vinden. Een metaal heeft n.l. een zekere neiging om als ion in oplossing te gaan, en daarbij een aequivalente hoeveelheid electronen in het metaal achter te laten. Deze ionen binden daarbij een aantal moleculen water, ze worden gehydrateerd.

Veel ionen kunnen er echter op deze wijze niet in oplossing gaan, want de positieve ionen in de oplossing en de negatieve electronen in het metaal geven een potentiaalverschil tusschen deze beide, dat een verderen overgang van ionen tegenhoudt. Hoe groot de neiging van het metaal is, ionen in oplossing te zenden, des te grooter is het ontstane potentiaalverschil.

Behalve van deze „oplosneiging” hangt het potentiaalverschil nog af van de concentratie van de metaal-ionen, die zich in de oplossing bevinden en afkomstig zijn van een daarin gebracht zout van het metaal.

Dit verband wordt gegeven door de vergelijking

$$(1) \quad V_{\text{met}} - V_{\text{opl}} = E + \frac{0.059}{n} 10 \log C_i$$

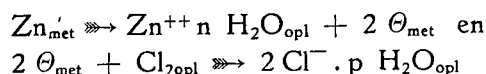
waarin $V_{\text{met}} - V_{\text{opl}}$ het potentiaalverschil tusschen het metaal en de oplossing voorstelt, uitgedrukt in volts.

E is de normaalpotentiaal van het metaal. Deze is een maat voor de neiging van het metaal om ionen in oplossing te zenden. Hoe negatiever E is, des te grooter is deze oplosneiging.

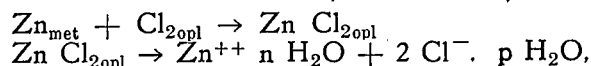
C_i is de concentratie van de metaal-ionen in oplossing, n is de waardigheid van de ionen en 0.059 is een factor, die alleen afhankelijk is van de temperatuur. De waarde 0.059 geldt voor 25°.

Wanneer dit potentiaalverschil zich nu ingesteld heeft dan is de inwerking van het metaal op de vloeistof afgeloopen, want de in het metaal achter gebleven electronen beletten een verdere inwerking.

Het oplossen kan alleen doorgaan, indien deze electronen ook op de een of andere manier worden weggenomen, b.v. door het inleiden van chloor, dat gemakkelijk electronen opneemt en daarmee chloor-ionen levert. De omzetting, die nu verloopt, is, wanneer we als metaal zink nemen, de volgende:



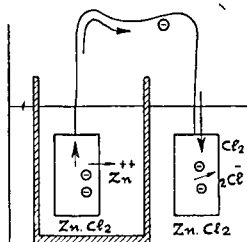
Men zou ook kunnen schrijven:



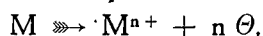
wat zou willen zeggen, dat een zink-atoom van het metaal-oppervlak reageerde met een chloor-molecule uit de oplossing onder vorming van een molecule zinkchloride, dat zich in oplossing splitst in een zink-ion en twee chloor-ionen.

Ofschoon het resultaat hetzelfde is, bestaat er toch een groot verschil tusschen deze beide beschouwingswijzen. Volgens de tweede schrijfwijze ontstaan het zink-ion en de chlorionen op dezelfde plaats in de oplossing. Volgens de eerste behoeft dit niet het geval te zijn. Daar de electronen in het metaal bewegelijk zijn, is het evengoed, als de chloormoleculen op een andere plaats met het metaal in aanraking komen. Als hier electronen worden weggenomen zullen de electronen, die 'er- gens anders in overmaat aanwezig zijn, naar deze plaats toestroomen. Men kan zelfs aan het zink een ander metaal verbinden, b.v. platina, en een galvanisch element opbouwen, dat er uitziet als in figuur 1 aangegeven. Het zink staat in een oplossing van zinkchloride, het platina in een oplossing van zinkchloride, waaraan chloor is toegevoegd. De twee vloeistoffen zijn van elkaar gescheiden door een poreuze wand. De beide metalen zijn door een sluitdraad met elkaar verbonden. Het zink zal nu zink-ionen in oplossing zenden, de electronen gaan door den sluitdraad naar het platina, en vereenigen zich met de chloormoleculen tot chloorionen. Het ladingsverschil, dat ontstaat tusschen de binnen- en de buitenvloeistof, wordt opgeheven door ionenbeweging.

FIG. 1.



Dit nu is het principe van de electrochemische theorie der corrosie. Men neemt aan, dat de aantasting van een metaal primair verloopt volgens



en dat de electronen door een secundaire reactie worden weggenomen, welke kan verlopen op een andere plaats dan de primaire reactie.

Men ziet nu tevens, aan welke voorwaarde voldaan moet zijn, opdat de omzetting in de aangegeven richting verloopt. De negatieve electronen moeten van het zink door den sluitdraad naar de platina-electrode gaan. De positieve stroom gaat dus door den sluitdraad van het platina naar het zink en door de vloeistof van het zink naar het platina. Het platina is de positieve pool van het element, of als men deze combinatie beschouwt als een cel, waarin electrolyse plaats heeft, dan is het zink de anode en het platina de kathode.

Een anodische omzetting is er altijd een, waarbij electronen vrij komen, bij een kathodische reactie verdwijnen electronen. Het eerste is, chemisch gesproken, een oxydatie, het tweede een reductie.

De bovengegeven potentiaalvergelijking geldt niet alleen voor de potentiaal van metalen, maar men

kan voor ieder electromotorisch evenwicht een dergelijke vergelijking opschrijven, en elk evenwicht heeft een bepaalde waarde van E, de normaalpotentiaal, die gemeten kan worden. We kunnen deze omzettingen dan rangschikken volgens afdalende waarden van E, en krijgen dan de z.g. spanningsreeks.

Enkele omzettingen, die voor de corrosie van belang zijn, zijn in Tabel I aangegeven.

TABEL I

		E.
	$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \Theta$ OXYDATIE	+ 1.78 V
	$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \Theta$ MIDDELEN	+ 1.23
	$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \Theta$	+ 0.80
	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \Theta$	+ 0.68
	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{++} + 2 \Theta$	+ 0.34
	$\text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}^+ + 2 \Theta$	+ 0.00
REDUCTIE.	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{++} + 2 \Theta$	- 0.43
MIDDELEN.	$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{++} + 2 \Theta$	- 0.76
	→ OXYDATIE, ANODISCH PROCES.	
	← REDUCTIE, KATHODISCH PROCES.	

Deze spanningsreeks geeft dus de richting aan, waarin de omzettingen verlopen. Wat rechts bovenaan staat oxydeert wat links onder staat, en wat links onderaan staat reduceert wat rechts boven staat. Dus b.v.: metallisch zink kan uit een oplossing van een ferro-zout ijzer afscheiden. Ijzer kan uit zuren, waterstof ontwikkelen. Koper kan in zure oplossing met zuurstof waterstof-peroxyd geven, enz.

Van boven af beginnende: waterstofperoxyde in zure oplossing kan metallisch zilver als ion in oplossing doen gaan. Ook zuurstof in zure oplossing kan dit doen en nog gemakkelijker gaat dan de oxydatie van de andere metalen, die lager staan.

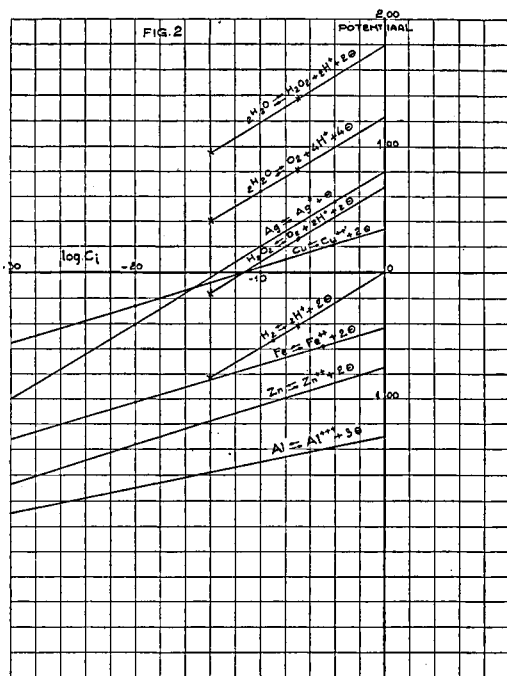
Het blijkt uit de spanningsreeks, dat alle metalen, zelfs zilver, onder deze omstandigheden door zuurstof geoxydeerd kunnen worden. Nu hebben de hier gegeven waarden van E betrekking op oplossingen, waarvan de ionen-concentratie = 1 is. In werkelijkheid zijn de oplossingen, die men gebruikt, dikwijls verdunder. Vooral de waterstof-ionenconcentratie is kleiner, als men werkt in oplossingen, die neutraal of alkalisch zijn. Ook wordt dikwijls de metaal-ionenconcentratie klein, als er een onoplosbaar hydroxyde neerslaat. Nu worden alle potentialen negatiever, als de concentratie van de positieve ionen kleiner wordt. Deze potentialen zijn, volgens vergelijking (1) een lineaire functie van de logarithme van de concentratie, en men kan dus dit verband op een eenvoudige wijze aangeven, als men de potentiaal uitzet als functie van de logarithme van de concentratie, zooals in fig. 2.

De potentiaal wordt nu gegeven door een rechte lijn, die begint bij de normaal-potentiaal, en naar links naar beneden loopt met een helling, die bepaald wordt door de waardigheid van het ion.

Vraagt men nu, of zilver ook in neutrale oplossing door de zuurstof van de lucht geoxydeerd kan worden, dan moet men met elkaar vergelijken de zuurstofpotentiaal en de zilver-potentiaal in een verzadigde oplossing van zilverhydroxyde.

Het oplosbaarheidsproduct van zilverhydroxyde is van de orde van 10^{-8} . De concentratie van de zilver-ionen is dus 10^{-4} , en ook die van de OH-ionen. De concentratie van de waterstof-ionen in

deze oplossing is dus 10^{-10} . Zoekt men nu in fig. 2 de zilverpotentialiaal voor $10 \log C_{Ag^+} = -4$, en de zuurstof-potentialiaal voor $10 \log C_{H^+} = -10$, dan blijkt deze laatste iets positiever te zijn, d.w.z. ook



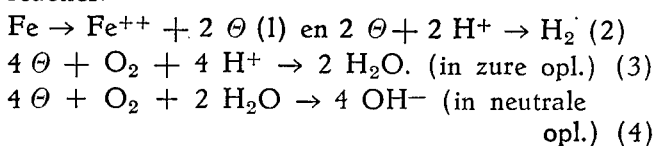
in neutrale oplossing kan zuurstof metallisch zilver-oxydeeren tot zilverhydroxyde.

Voor de vraag, of ijzer uit neutrale oplossingen waterstof zal ontwikkelen moet men rekening houden met het oplosbaarheidsproduct van ferrohdroxyde. Dit is van de orde van 10^{-15} . De concentratie van Fe^{++} en van OH^- is dus van de orde van 10^{-5} , en C_{H^+} is dus 10^{-9} .

Nu blijkt uit fig. 2 de ijzerpotentialiaal bij $\log C_{Fe^{++}} = -5$ iets negatiever te zijn, dan de waterstofpotentialiaal bij $\log C_{H^+} = -9$. Het verschil is klein maar er zou dus nog waterstof ontwikkeld kunnen worden.

Nu geven de getallen in de spanningsreeks of de lijnen in fig. 2 slechts aan, in welke richting de omzettingen zullen verlopen indien ze verlopen. Of dit werkelijk zal gebeuren, en met welke snelheid, hangt nog van verschillende factoren af.

Nemen we als voorbeeld de corrosie van ijzer onder waterstofontwikkeling, of onder inwerking van zuurstof, dan verlopen hier de onderstaande reacties:



Reactie (1) kan vertraagd zijn. Men spreekt dan van passiviteit van het metaal. Tegenwoordig neemt men vrij algemeen aan, dat dit het gevolg is van bedekking met een min of meer afsluitend oxydhuidje.

Reactie (2) is gewoonlijk vertraagd. Over de oorzaak van deze vertraging, de „overspanning” voor waterstofontwikkeling, zijn de meeningen verdeeld. Aan geplatineerd platina is de overspanning practisch nul. Voor waterstofontwikkeling aan

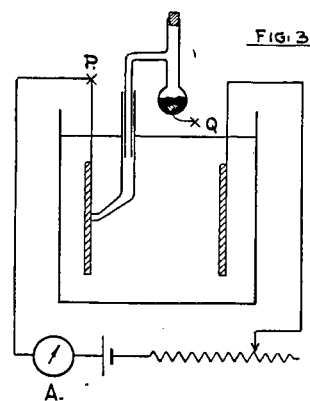
ijzer en nikkel bestaat er een zekere vertraging. Nog grooter is deze overspanning aan zink, cadmium, lood enz.

Ook de derde en vierde reactie is vertraagd. De oorzaak daarvan is onbekend. Het is eenigszins het omgekeerde van de vertraging bij (2). Men spreekt van een „trage electromotorische werkzaamheid” van de zuurstof, of van „overspanning voor zuurstof-reductie”.

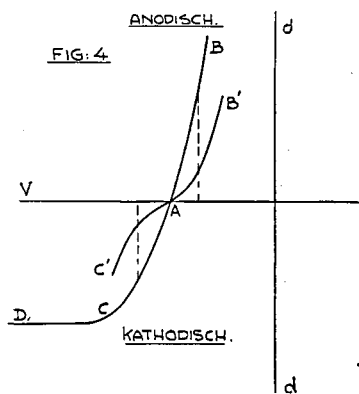
Het is dus noodig, dat men ook de snelheid aangeeft, waarmee de processen verlopen, die te zamen de corrosie vormen. Dit kan men doen met behulp van de stroomspanningslijn van de omzetting. Hieronder verstaat men de lijn, die het verband aangeeft tusschen de stroomdichtheid, waarmee een electrode gepolariseerd wordt, en zijn potentiaalsprong t.o.v. de vloeistof.

Om deze lijn te bepalen wordt een electrode kathodisch of anodisch gepolariseerd. Men meet de stroomsterkte i , en vindt uit deze, en het bekende oppervlak van de electrode O , de stroomdichtheid $d = \frac{i}{O}$.

Tevens meet men het potentiaalverschil tusschen de gepolariseerde electrode en een hulpelectrode, waarvan de punt vlak tegen de gepolariseerde electrode is geplaatst, om spanningsverlies in de vloeistof te vermijden (fig. 3). Men zet nu de stroomdichtheid uit als functie van de gemeten potentiaal, waarbij wij de anodische stroomdichtheid positief rekenen, en de kathodische negatief.



Een normale stroomspanningslijn voor het anodisch oplossen en kathodisch neerslaan van een metaal ziet er uit als in fig. 4 afgebeeld is. Een

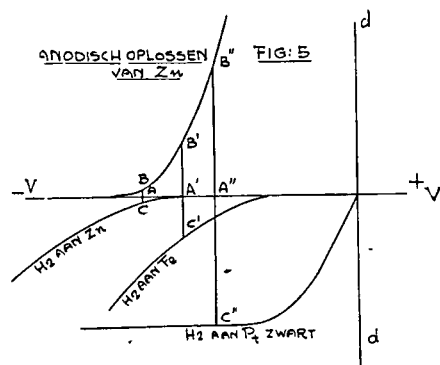


zink-electrode in 1 m $ZnSO_4$ heeft een evenwichtspotentiaal van -0.76 . Gaan we deze anodisch

polariseren, dan wordt de potentiaal positiever, en als alles normaal verliep, zou de anodische stroomspanningslijn door AB worden weergegeven.

Bij kathodische polarisatie wordt de potentiaal negatiever, en de lijn ACD wordt gevolgd, waarbij hij in normale gevallen, bij negatieve potentialen nadert tot een horizontale rechte. D.w.z. dat negatiever maken van de potentiaal geen vergroting geeft van de stroomdichtheid. Hier wordt de zgn. „grensstroom” bereikt. Dat men een dergelijke normale stroomspanningslijn vindt, komt zelden voor (ook niet bij zink). De vertraging, die hier in het spel is, maakt, dat de lijnen minder steil lopen. In werkelijkheid vindt men lijnen als AB' en AC'. Men ziet, dat het vlakkere verloop hier een vertraging van de reactie beteekent, want bij een gelijke potentiaal geeft de steile lijn een grootere stroomdichtheid aan, dan de zwakker hellende, en de stroomdichtheid is een directe maat voor de snelheid van oplossen of neerslaan van het metaal.

Nu is vooral bij de waterstofontwikkeling de vertraging, de overspanning, groot, en zeer sterk afhankelijk van den aard van het metaal. Bij geplatineerd platina is de overspanning practisch 0, hier vinden we een normale stroomspanningslijn. Bij ijzer en nikkel bestaat een vrij groote overspanning, bij cadmium, zink en lood is deze nog grooter. In fig. 5 zijn enkele van deze lijnen schematisch



geteekend, en bovendien is er in geteekend de stroomspanningslijn voor het anodisch oplossen van zink. Brengt men nu een stuk zink in een zuur, dan vindt er waterstofontwikkeling plaats volgens deze vergelijkingen:



Er verloopt dus, electrochemisch beschouwd, een anodisch proces, en een kathodisch proces. Ze verlopen bij eenzelfde potentiaal, omdat ze beide plaats hebben aan het zink, en de stroomsterkte moet ook dezelfde zijn. Bij gelijke oppervlakte, zooals hier vanzelf het geval is, is dus ook de stroomdichtheid van het anodisch en het kathodisch proces gelijk. Men vindt nu dus de stroomdichtheid en de potentiaal, waarbij zink oplost in een zuur door de lijn BAC zóó te trekken, dat $AB = AC$. Heeft men zink in aanraking met ijzer, dan vindt men de snelheid van inwerking door de lijn B'A'C' zóó te trekken, dat $A'B' = A'C'$ en in aanraking met platina moet men de lijn B''A''C'' trekken, want nu ontwikkelt zich de waterstof aan het ijzer, resp. platina.

Men moet de lijnen AB en AC zóó trekken, dat

ze een gelijke stroomsterkte aangeven. Aangezien de stroomspanningslijnen geteekend zijn voor gelijke stroomdichtheden, moet men ook nog rekening houden met de oppervlakte. Is dit voor het platina $n \times$ zoo groot als voor het zink, dan is de stroomdichtheid aan platina $\frac{1}{n}$ van die aan zink, en men moet dus A''C'' gelijk maken aan $\frac{1}{n}$ B''C''. Hierbij

is aangenomen, dat het platina en het zink dezelfde potentiaal hebben t.o.v. de vloeistof. Dit zal veelal bij benadering het geval zijn. Er blijkt dus uit, dat in aanraking met vreemde metalen, (ijzer en platina enz.) zink veel sneller waterstof ontwikkelt, dan aan zink, en bij een positievere potentiaal. Daardoor zal ook een verontreinigd metaal sneller oplossen, dan een zuiver metaal. De verontreinigingen vormen n.l. zgn. locaalelementjes, en zij werken op dezelfde wijze als verbinding van zink met een stuk ijzer of platina. Deze verontreinigingen zullen de waterstofontwikkeling vooral bevorderen, als ze bestaan uit een metaal, dat een kleine overspanning heeft.

Maar er komt hier nog een factor bij. Een fijne verdeeling van een metaal verlaagt de overspanning aanzienlijk. Bijv. platinazwart heeft een veel kleinere overspanning dan blank platina. Nu zijn de verontreinigingen in een metaal als regel in zeer fijne verdeeling aanwezig. Bij het oplossen van het zink blijven deze in sponsachtigen vorm achter, en bezitten daardoor een kleine overspanning voor waterstofontwikkeling.

Dit is in het kort het principe van de theorie van de locaalelementjes, die o. a. door Palmaer zeer uitvoerig behandeld is.

In sommige gevallen moet de werking van verontreinigingen op een andere wijze verklaard worden. Bij aluminium bijv. is de potentiaal zoo negatief, dat ook zonder de medewerking van metalen met kleine overspanning er gemakkelijk waterstof ontwikkeld moet kunnen worden. Toch ziet men ook hier, dat de waterstofontwikkeling sneller gaat bij onzuiver aluminium, het allerzuiverste aluminium is nagenoeg onaanastbaar door zoutzuur.

Waarschijnlijk beletten hier de verontreinigingen de vorming van een volkomen afsluitend huidje van aluminium hydroxyde.

Verontreinigingen van het metaal kunnen dus slechts de waterstofontwikkeling bevorderen.

Daarentegen kunnen verontreinigingen in de vloeistof, hoog-moleculaire of colloïdale stoffen, de waterstofontwikkeling tegengaan. Dit is bijv. van belang bij het beitsen van ijzer, waar men de oxydhuid wil oplossen, maar het ijzer zoo weinig mogelijk wil aantasten. Volgens fig. 5 moet, om dit te bereiken, die anodische lijn voor het oplossen van ijzer, of de kathodische lijn voor waterstofontwikkeling vlakker lopen. Welke van de twee het geval is ziet men daaraan, dat bij een vertraging van het anodisch oplossen van het ijzer de potentiaal positiever wordt door toevoeging van het colloïd, terwijl bij een vertraging van de waterstofontwikkeling de potentiaal negatiever wordt.

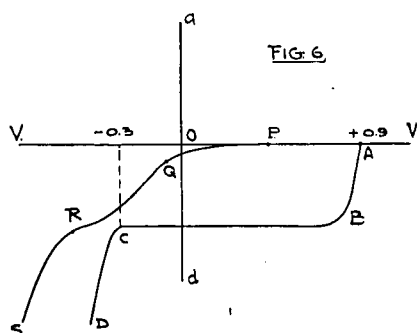
Van meer belang dan de corrosie van metalen onder waterstofontwikkeling is de corrosie onder

inwerking van zuurstof. Hier gaat dus een metaal in oplossing volgens $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{++} + 2 \Theta$, terwijl zuurstof gereduceerd wordt volgens de vergelijking $4 \Theta + \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ in zure oplossing, of $4 \Theta + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{OH}^-$ in neutrale of alkalische oplossing. In dit laatste geval ontstaan OH^- , die met de opgeloste metaal-ionen secundair reageren volgens $\text{Fe}^{++} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ onder vorming van hydroxyd.

Naast de stroomspanningslijn voor het anodisch oplossen van het metaal moeten we hier beschouwen de stroomspanningslijn voor de kathodische reductie van zuurstof. Deze reductie is aan zeer groote vertraging onderhevig. De evenwichtspotentiaal van een zuurstofelectrode van 1 atmosfeer wordt gegeven door:

$$V_{\text{O}_2} - V_{\text{opl}} = 1.23 + 0.059 \log \text{CH}^+$$

en wanneer de reductie zonder vertraging verliep, zou de stroomspanningslijn het beloop moeten hebben van de lijn ABCD in fig. 6.



Hier is de lijn voor de zuurstofreductie getekend in een oplossing van een $p_{\text{H}} = 5$. Deze begint bij ongeveer $+0.9 \text{ V}$, loopt dan steil naar beneden, buigt bij B om, en gaat over in de horizontale lijn BC. Dit is de grensstroom van de zuurstofreductie. Deze hangt af van de snelheid, waarmee de zuurstof wordt toegevoerd, dus van de roersnelheid. Gaat men de potentiaal nog meer verlagen, dan behoort bij ongeveer -0.3 V de waterstofontwikkeling te beginnen, en de lijn loopt dan weer steil volgens CD.

Bepaalt men nu de stroomspanningslijn van de kathodische reductie van zuurstof aan blank platina, dan vindt men een lijn als PQRS.

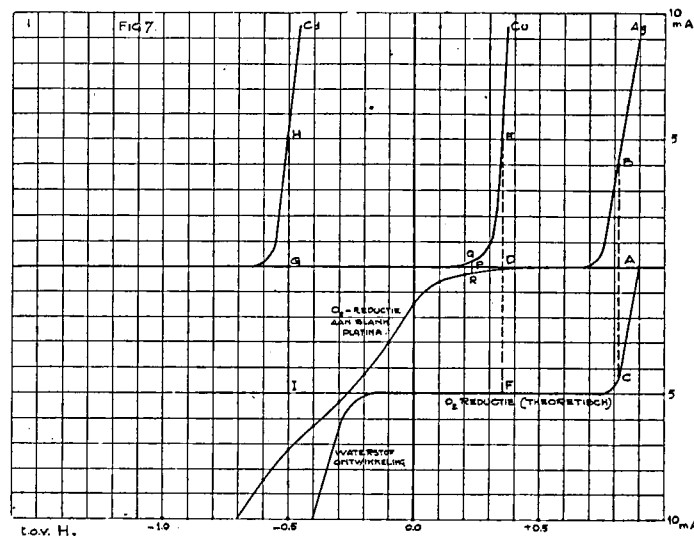
Van P tot Q loopt deze lijn zeer vlak, bij Q begint de zuurstofreductie met een tamelijke snelheid te verlopen. Bij R is een kleine aanduiding van een grensstroom, en op RS heeft men waterstofontwikkeling.

Men ziet hieruit, hoe sterk de reductie van zuurstof vertraagd is. Bij een potentiaal van $+0.8 \text{ V}$, waar de grensstroom reeds bereikt moest zijn, vindt nog geen reductie plaats. De grensstroom, d.w.z. de grootste snelheid waarmee zuurstof onder deze omstandigheden gereduceerd kan worden, wordt eerst bij -0.5 V bereikt, dus 1.4 V lager dan de evenwichtspotentiaal.

Van welken grooten invloed dit is op de aantasting van metalen door zuurstof ziet men uit fig. 7, waar ook de anodische stroomspanningslijnen zijn getekend voor Ag, Cu en Cd.

De snelheid, waarmee een metaal wordt aan-

getast door zuurstof vindt men door een verticale lijn te trekken zoodanig, dat het stuk van de o-as tot de anodische stroomspanningslijn gelijk is aan

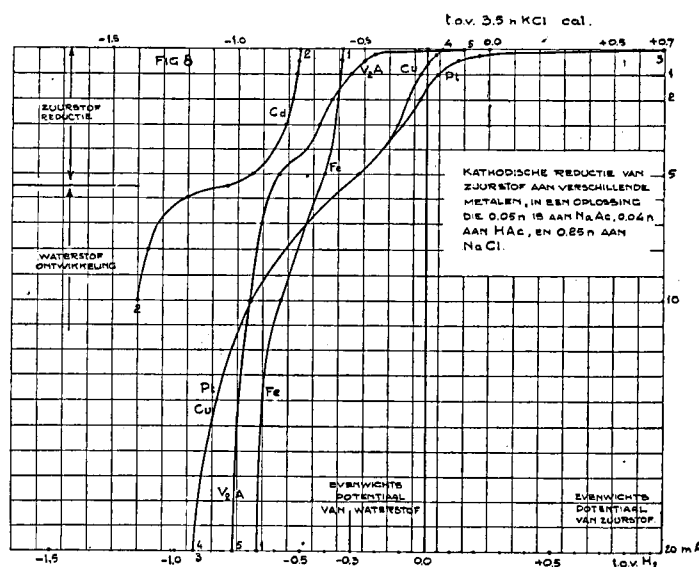


het stuk van de o-as tot de kathodische stroomspanningslijn. Doet men dit voor de theoretische lijn voor de zuurstofreductie, dan ziet men, dat zilver aangetast wordt met een snelheid die evenredig is met AB, koper met DE, cadmium met GH. Onder deze omstandigheden zou dus zelfs zilver nog snel door zuurstof worden opgelost.

Neemt men daarentegen aan, dat de zuurstofreductie aan verschillende metalen ongeveer even snel gaat als aan platina, dan ziet men, dat zilver niet wordt aangetast, koper slechts weinig (PQ) en cadmium sterk (GH).

Nu is het volstrekt niet zeker, dat de zuurstofreductie aan andere metalen even snel gaat als aan platina. Even als de vertraging voor waterstofontwikkeling aan verschillende metalen verschillend is, kan dit voor zuurstofreductie het geval zijn. Men moet dus ook voor andere metalen de lijn voor zuurstofreductie experimenteel bepalen.

Een aantal van deze lijnen is getekend in fig. 8.

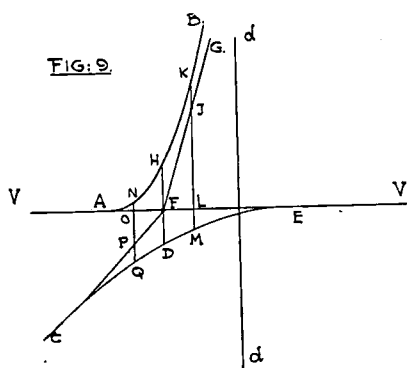


Het gedeelte kleiner dan 5 mA heeft betrekking op zuurstofreductie. In de lijn voor cadmium is bij deze stroomsterkte duidelijk een grensstroom te zien

(door de groote overspanning voor waterstofontwikkeling), in de andere lijnen is slechts een bochtje.

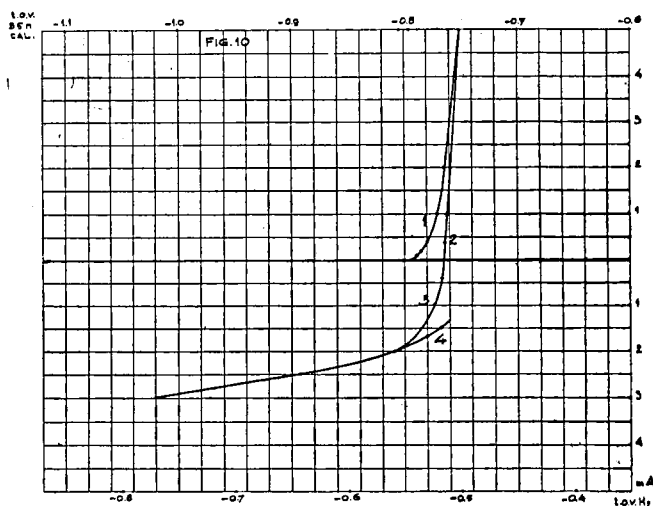
Hierbij moet opgemerkt worden, dat de lijn voor zuurstofreductie bij een metaal, dat aangetast wordt, een andere is dan in fig. 7 is bedoeld. Het verband tusschen deze beide is aangegeven in fig. 9.

Indien de lijn voor het anodisch oplossen zonder inwerking van zuurstof gegeven wordt door de AHB, en de lijn voor kathodische zuurstofreductie, zonder inwerking van het metaal, door de lijn EDC, en men trekt de lijn HFD zóó, dat $FH = FD$, dan is F de potentiaal die het metaal in de zuurstofhoudende oplossing vertoont, als er geen stroom doorgaat. De lijn voor anodische polarisatie FIG, vindt men dan door van de ordinaten van HKB de ordinaten van DME af te trekken. $KI = LM$. De



lijn voor de kathodische polarisatie FPC vindt men door de ordinaten van ANH van die van CQD af te trekken. $NO = PQ$.

De directe stroomspanningslijnen, die men meet, zijn dus FIG en FPC. De lijn ANHKB kan men vinden door analytisch de hoeveelheid metaal te bepalen, die in oplossing is gegaan, en de daarmee corresponderende stroomsterkte te berekenen. Uit deze lijn, en de experimenteel gevonden stroomspanningslijn, vindt men dan de lijn CQDME. Ook kan men de lijn ANHKB direct bepalen, door een stroomspanningslijn te meten in een zuurstofvrije atmosfeer.



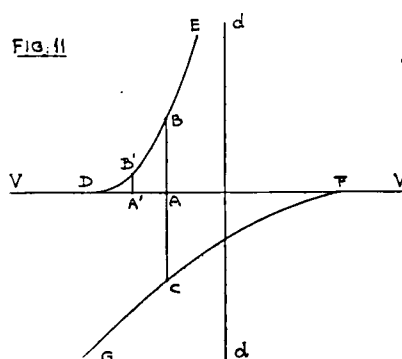
Dit laatste is gedaan bij de lijnen in fig. 10. Hier is 1 de anodische lijn voor het oplossen van cadmium in een vloeistof, waarin stikstof werd geleid;

2 dezelfde lijn bij het inleiden van lucht; 3 is de gevonden kathode-stroomspanningslijn. Hieruit construeert men de lijn 4 voor de kathodische reductie van zuurstof aan cadmium. Deze constructie is niet nauwkeurig, omdat de lijnen 1 en 2 bij grotere stroomdichtheden zoo steil loopen.

Daarom is het beter de lijn ANHKB analytisch te bepalen.

Wanneer nu twee stukken ijzer met elkaar verbonden zijn, en het eene staat in een zuurstofvrije vloeistof, het andere in een zuurstofvrije vloeistof, zooals bij de proef van Evans over „differential aeration”, dan zullen beide stukken oplossen. Uit de teekening ziet men dit als volgt.

In fig. 11 is DB'BE de anodische stroomspanningslijn voor het oplossen van ijzer, FCG de lijn voor kathodische reductie van zuurstof aan ijzer in de zuurstofvrije vloeistof.



Waren de metalen niet met elkaar verbonden, dan zou het ijzer in de zuurstofvrije oplossing de potentiaal D hebben, dat in de zuurstofhoudende vloeistof zou een potentiaal vertoonen, die men vindt op de wijze zooals bij fig. 9 is aangegeven, en die dus positiever is. Daar de elektroden met elkaar verbonden zijn, gaat er een stroom door den sluitdraad en door de vloeistof, de potentiaal van de electrode in de zuurstofvrije vloeistof wordt daardoor positiever, de andere negatiever. De som van de anodische stroomsterkte aan de beide elektroden te zamen moet nu gelijk zijn aan de kathodische stroomsterkte in de zuurstofhoudende vloeistof. Men vindt deze dus door de lijnen B'A' en BAC zoo te trekken, dat $B'A' + BA = AC$, waarbij AA' gelijk moet zijn aan het spanningsverlies in de vloeistof.

AB geeft dus de snelheid, waarmee het metaal in de zuurstofhoudende vloeistof wordt aangetast, A'B' de snelheid, waarmee de andere electrode oplost. Deze laatste is noodzakelijk de kleinste.

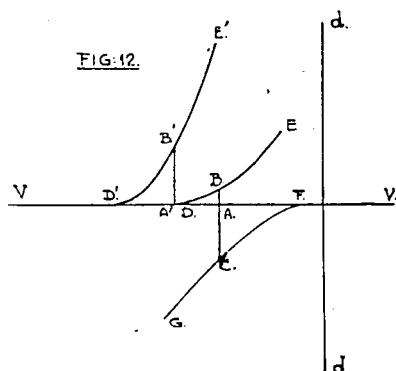
Dit is een verschijnsel, dat men bij elk metaal moet waarnemen, als men de eene helft daarvan plaatst in een oplossing van een electrolyt, en de andere helft in dezelfde oplossing met een oxydatiemiddel, bijv. bij twee zinkelektroden in een oplossing van kaliumchloride, waarbij men in de eene afdeeling van de cel wat broomwater voegt. Het bijzondere van de proef van Evans met ijzer in kaliumchloride is echter, dat, zooals Evans aangeeft, „de electrode in de luchthoudende vloeistof minder aan gewicht verliest, dan die in de lucht vrije vloeistof, wanneer de inwendige en de uitwendige weer-

stand van de cel klein is", d.w.z. wanneer de afstand AA' in fig. 11 klein is.

Dit is alleen mogelijk, wanneer de anodische stroomspanningslijn voor het oplossen van ijzer in zuurstofvrije vloeistoffen bij negatievere potentialen ligt dan in zuurstofhoudende.

Indien in fig. 12 GCF de lijn is voor kathodische reductie van zuurstof aan ijzer, $D'B'E'$ de lijn voor het anodisch oplossen van ijzer in een zuurstofvrije vloeistof, en DBE dezelfde lijn voor een zuurstofhoudende vloeistof, dan ziet men gemakkelijk, dat het door Evans gevonden gedrag van ijzer kan voorkomen. Men moet nu de lijnen zoo trekken, dat $A'B' + AB = AC$, en dat AA' het spanningsverlies in de vloeistof is. In dit geval kan het voorkomen, dat $A'B'$ groter is dan AB.

Een ander geval doet zich voor bij koper in een oplossing van kaliumchloride. Volgens Evans is in dit geval de koperelectrode, die staat in de op-



lossing, waar lucht door geleid wordt, positief, wanneer de luchtstroom zóó door de vloeistof geleid wordt, dat de luchtbellen niet langs de electrode strijken. Voert men echter de luchtbellen langs deze electrode, dan is hij negatiever dan de electrode in de stilstaande vloeistof.

Dit laatste geval komt overeen met een krachtiger roering van de vloeistof. De stroomspanningslijnen voor het anodisch oplossen van koper gaan daardoor steiler lopen, en ook die voor de kathodische zuurstofreductie. De zuurstofreductie verloopt echter, bij deze betrekkelijk positieve potentialen, langzaam, zoodat er een grensstroom bereikt wordt voor de zuurstofreductie, die niet be-

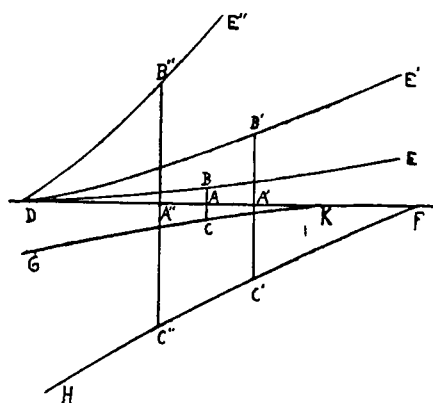


Fig. 13.

paald wordt door de toevoersnelheid van de zuurstof, maar door de snelheid, waarmee deze aan de kathode gereduceerd kan worden.

In fig. 13 is deze lijn aangegeven door $HC''C'F$, en de lijn voor zuurstofreductie bij zeer geringen zuurstoftoevoer door GCKF. De stroomspanningslijnen voor het anodisch oplossen van koper bij toenemende roersnelheid worden gegeven door DBE, $DB'E'$, $DB''E''$. Wanneer nu bij een zeer zwakke vloeistofbeweging (stilstaande vloeistof), de kathodische lijn gegeven wordt door GCKF, en de anodische lijn door DBE, dan zal de potentiaal van de koperelectrode gegeven worden door het punt A ($AB = AC$). Wordt de roering iets versterkt (luchtbellen strijken niet langs de electrode), dan wordt de anodische lijn $DB'E'$, de kathodische $HC''C'F$, en de potentiaal A' ($A'B' = A'C'$).

De electrode is nu positiever. Gaat men nog sterker roeren (luchtbellen strijken langs de electrode) dan verschuift de kathodische lijn niet verder, door beperkte reductie-snelheid van de zuurstof, de anodische lijn wordt nu $DB''E''$, en de potentiaal wordt nu A'' ($A''B'' = A''C''$). De electrode wordt dus weer negatiever. Men ziet op deze wijze dus het verschillend gedrag van ijzer en koper uitgedrukt door de stroomspanningslijnen. Bij ijzer is dit het gevolg van het vertraagd anodisch oplossen door aanwezige zuurstof, bij koper is de oorzaak gelegen in de beperkte snelheid van de kathodische reductie van zuurstof.

Summary. A review is given of the electrochemical theory of corrosion. The factors which should be considered are the molarpotentials of the reactions involved in corrosion, the influence of concentration on the electrode-potentials, and the velocity of the reactions. This latter factor can be taken into account by making use of the current-potential-curves for the anodic process of the dissolving of metals, and for the cathodic process of oxygen reduction or evolution of hydrogen.

This method is illustrated by an application to the behaviour of iron and of copper in an aerated solution of potassium chloride.

Daarna sprak Dr. L. H. Louwe Kooijmans over de methoden van onderzoek van buisbekledingen.

De noodzakelijkheid het vraagstuk van de aantasting van buisleidingen door bodem-corrosie nader te bezien is oorzaak geweest van de vorming van Corrosie Commissie II.

Naast een nauwkeurige bestudering van de oorzaken der aantasting heeft deze Commissie zich ook direkt bezig gehouden met het onderzoek van de gangbare beschermingsmiddelen voor de buizen. Men is er thans in geslaagd enige methoden uit te werken, welke een voldoende duidelijk beeld geven van de waarde van een bepaalde buisbescherming.

Tot voor kort was de enige bescherming die aan gietijzeren buizen werd gegeven een zeer dunne dompellaag uit koolteer, stalen buizen zijn steeds van veel zwaarder bescherming voorzien, daar men voor dit materiaal op grond van de veel geringere wanddikte voor een snelle doorvreting in de grond vreesde.

De giethuid van de gietijzeren buis is veelal als een waardevolle bescherming aangezien, nu echter in de laatste tijd de opvatting steeds meer veld wint,

dat er geen principieel verschil bestaat in de corrosiesnelheid van staal en gietijzer, wordt ook door de fabrikanten van gietijzeren buizen aan een goede bescherming sterker de aandacht geschonken en tegenwoordig is materiaal in de handel, wat al buitengewoon veel beter is dan de produkten van b.v. 10 jaar geleden.

De minimumeis, welke men aan de beschermende laag moet stellen, is wel, dat ze geheel porievrij is en nergens blank ijzer met de agressieve grond in aanraking kan komen.

Om dit na te gaan zijn nu verschillende methoden geprobeerd.

De eenvoudigste was de z.g. Ferroxyloproef. Het te onderzoeken buisstuk wordt omwikkeld met een strook filtreerpapier, welke wordt gedrenkt in een oplossing van ferricyaankalium en verdund zoutzuur. Op plaatsen, waar de vloeistof in aanraking komt met ijzer vormen zich blauwe vlekken.

Hoewel deze ferroxyloproef voor het onderzoek van monsters, speciaal door de fabriek onder de nodige voorzorgen vervaardigd, enige waarde heeft en daarmee direkt een zeer ondichte laag kan worden aangebracht, zijn er toch verschillende bezwaren aan deze proef verbonden.

- 1e. Ze maakt slechts een subjectieve beoordeling mogelijk, men kan de uitkomst niet in een nauwkeurig vastgelegd cijfer opgeven.
- 2e. Er bestaat gevaar, dat zeer fijne poriën niet worden aangebracht, daar de vloeistof niet voldoende snel hierin doordringt. In het bijzonder geldt dit voor dikkere lagen.
- 3e. voor buizen, welke geruime tijd op het fabrieksterrein zijn opgeslagen, dus in de toestand, zoals ze ook de afnemer bereiken, heeft de ferroxyloproef een groot bezwaar. Onder deze omstandigheden zijn de buizen, n.l. veelal bedekt met stof, wat op de deklaag vastkleeft. In de gietrijen is het stof sterk ijzerhoudend en dit ijzer reageert natuurlijk ook met het ferricyaankalium. Door de fabrikanten is dan ook direkt tegen deze keuringsmethode bezwaar gemaakt.

De laatstgenoemde moeilijkheid is nu ondervangen bij een methode van onderzoek, die in de uitvoering enige gelijkenis met de voorgaande vertoont en door Dr. Pfeiffer nader is uitgewerkt. Dit is de z.g. joodkalium-proef. Men legt op het te onderzoeken buisstuk een stukje neteldoek, gedrenkt in joodkaliumstijfseloplossing. De positieve pool van een batterij wordt verbonden met de buis, de negatieve pool met een loden plaatje, dat op het neteldoek rust. Op plaatsen, waar nu de stroom kan doorgaan, worden de jodium-ionen aan de negatieve pool ontladen en geven met de stijfseel een blauwe kleur. IJzerhoudend stof aan de oppervlakte kan dus hierbij niet storen. Buizen, welke een positieve joodkalium-proef geven, kunnen zonder verder onderzoek als on dicht worden gekwalificeerd.

Het bezwaar, dat de uitkomst niet in cijfers kan worden vastgelegd is echter ook aan deze proef inherant, terwijl bovendien het onderzoek van grotere buisgedeelten een vrij omslachtig werk is.

Door wijlen Dr. Massink is nu enige jaren geleden de zoutzuurproef voorgesteld, welke zowel op de inwendige als de uitwendige bekleding kan worden uitgevoerd. Hierbij wordt het buisstuk, nadat de snij-

vlakken zorgvuldig zijn geïsoleerd, omgeven door 0.02 n zoutzuur en na een contacttijd, die ten slotte op 24 uur is gesteld, de hoeveelheid ijzer, welke in oplossing is gegaan, bepaald. Op grond van een aantal onderzoeken is men toen tot de eis gekomen, dat per 500 cm² buisoppervlak onder deze omstandigheden niet meer dan 1.25 mg ijzer in oplossing mocht gaan. Een zeer groot gedeelte der buizen uit de handel voldoen lang niet aan de genoemde eis; door een enkelvoudige dompeling is in geen geval een poriënvrije deklaag te verkrijgen. Bij dubbele dompeling of bij speciale nabehandeling van de buizen zijn de resultaten reeds veel beter.

Een bezwaar tegen deze proef is weer de invloed van ijzerhoudend stof op de buitenzijde. Inderdaad geeft dit een aanmerkelijke complicatie, het ijzerhoudende stof geeft bij de proef niet onbelangrijke hoeveelheden ijzer aan het zoutzuur af. Het is echter gebleken, dat dit grotendeels te ondervangen is door de zoutzuurproef enige dagen voort te zetten; dit oppervlakkig aanklevende ijzer gaat vrij snel in oplossing, na 3—4 dagen wordt een vrijwel konstante waarde verkregen.

Op deze basis, zo nodig de zoutzuurproef enige dagen voortzetten, is dan ook ten slotte met de fabrikanten overeenstemming bereikt.

Enkele uitkomsten zijn in onderstaande tabel I weergegeven.

Tabel I.

Uitkomsten der zoutzuurproef in mg Fe, opgelost per 500 cm²

Bekleding	Aantal uren contact	Inwendig	Uitwendig
Centrifugaal gegoten buis, normaal gedompeld	24	67.0	6.6
	24	53.7	8.2
	24	50.0	6.0
Idem, dubbel gedompeld . . .	24	0.5	—
	24	0.4	—
	24	0.4	—
Stalen buizen „gewälzt“ ± 1.5 mm dikke bitumenlaag . . .	24	6.5	—
	24	2.2	—
	24	1.3	—
	79	2.1	—
	24	0.30	—
	24	0.20	—
	24	0.10	—
Gietijzer, dompellaag	24	—	20.4
	24	—	36.5
	24	—	53.5
Staal, dubbele dompellaag . . .	24	a. 0.13	—
		b. 0.10	—
		c. 0.08	—
		d. 0.10	—
Dompellaag koolteer + 10% bitumen, nabehandeld met bitumenlak	24	0.82	0.70
	48	0.55	0.14
	24	0.22	—

Voor het onderzoek van de binnenbekleding van buizen heeft de zoutzuurproef in de loop der laatste jaren zeer goed voldaan en er is geen reden om in dit opzicht naar andere methoden van onderzoek om te zien.

Anders staat het evenwel met het onderzoek naar de uitwendige bescherming. Zodra n.l. de laag iets dikker wordt, de buizen na de dompeling nog van een omwikkeling (papier of weefsel) voorzien worden, waarin de vloeistof zeer moeilijk kan doordringen, is de kans, dat de zoutzuurproef geringe beschadigingen duidelijk doet uitkomen veel geringer. Ook bij keuring van geleverde partijen, waarbij de buizen bijna steeds in gekalkte toestand aanwezig zijn, ter bescherming tegen de zonnewarmte, komt men in moeilijkheden: de kalk is steeds sterk ijzerhoudend.

Een tweede punt is de vraag of de voorlopig toegelaten hoeveelheid ijzer van 1.25 mg per 500 cm² genoegzame waarborg biedt voor een voldoende dichte laag. Is er een methode waarmee dit nauwkeuriger is na te gaan? Vooropgesteld zij, dat, indien alle buizen in de toestand, zoals ze in de grond komen, aan deze eis zouden voldoen, men al een heel eind in de goede richting was.

In de laatste jaren is nu op het laboratorium van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening met medewerking van de heeren Ir. Westenberg en Beke de conductometrische meting nader uitgewerkt, die wel gunstige perspectieven in dit opzicht opent.

Het principe is zeer eenvoudig. De aan een der uiteinden goed geïsoleerde buis plaatst men in een bak met elektrolyt, bv. 1 % keukenzout-oplossing, verbindt enerzijds de buiswand, anderzijds een in de elektrolyt geplaatste elektrode, bv. een zinkstaaf, met een stroombron en bepaalt met behulp van een galvanometer de stroomdoorgang. De metingen werden steeds met gelijkstroom uitgevoerd met een spanning, die kon variëren van 4 V tot ruim 200 V.

In de eerste plaats moet men nu maatregelen nemen om kruipstromen te vermijden, welke ontstaan, doordat enige krachtlijnen in plaats van door, langs de isolerende laag gaan. Men verkrijgt dit door om de buis een schutdraad aan te brengen. Als meetinstrument kan voor mindere goede isolaties een gewone milliampèremeter gebruikt worden, voor nauwkeuriger metingen bij betere isolaties dient een schoolgalvanometer van Moll, die een stroomgevoelheid bezit van ong. 10⁻⁷ A.

Het schema van de opstelling is in fig. 1 weergegeven. W is een schakelaar, waardoor of de milliampèremeter, of de spiegelgalvanometer kan ingeschakeld worden. S is een shuntbankje, waarmee van de eenheidsstroom 1/10, 1/100, 1/1000 en 1/10000

deel is af te tappen en de gevoeligheid dus zoveel kleiner is te maken. De gevoeligheid kan gemeten

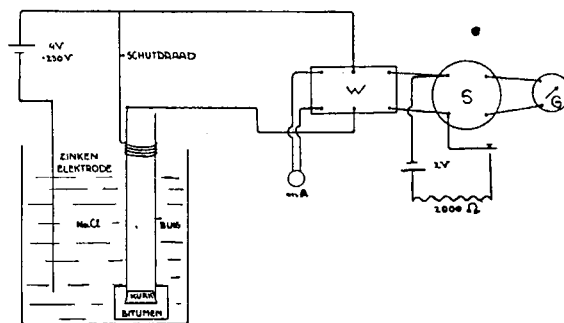


Fig. 1.

worden door een keten te vormen uit een accu van 2 V, een weerstand van 2000 Ohm en de beide polen van het shuntbankje.

Teneinde eventuele lekstroomen in het deel der leiding tussen de galvanometer en de buiswand te voorkomen, zijn verder de galvanometer, het shuntbankje en de schakelaar op metalen platen geplaatst, die in een houten bakje zijn gelegd op paraffine en die op dezelfde potentiaal als de schutdraad worden gebracht.

Bij deze metingen met gelijkstroom zijn er natuurlijk ook enige factoren, die storend kunnen werken, nl. polarisatie en elektroendosmotisch effect. Met het oog op de polarisatie moet men de stroom zo kort mogelijk laten doorgaan en de meter zo snel mogelijk aflezen. Met het oog op het tweede verschijnsel wordt de spanning zo laag mogelijk gehouden.

Enkele uitkomsten zijn in onderstaande tabel II opgenomen.

Uit deze waarnemingen blijkt tevens, dat men op grond van de uitkomsten der zoutzuurproef nog niet tot poriënvrijheid der laag mag besluiten. Indien de ondichtheid door zeer fijne poriën veroorzaakt wordt, komt dit ook duidelijk bij de conductometrische metingen aan de dag. Het uit zich in een toeneming van het geleidingsvermogen tot een konstante waarde bereikt wordt.

De uitkomsten der conductometrische metingen blijken ook een goede correlatie te geven met de joodkaliumproef. Dit wordt in onderstaande tabel III geïllustreerd. De waarnemingen zijn onafhankelijk door 2 laboratoria verricht; het resultaat der joodkaliumproef heeft men getracht in een cijfer uit te

Tabel II.

Conductometrische metingen					
Bescherming:	Dompellaag koolteer + 10 % bitumen, nabehandeld met bitumenlak	Idem dikkere dompellaag	Dompellaag + in bitumen gedrenkte geïmpregneerde jute	Dubbele dompellaag	Bitumenlaag 1—2 mm dik
Zoutzuurproef:	0.22	0.27	—	0.28	—
Spanning:	4 V	4 V	230 V	4 V	230 V
Geleidingsvermogen per 500 cm ² in:	micromho's	micromho's	micromho's	millimho's	micromho's
1/2 dag	28	0.000065	0.012	3.7	< 0.0001
1 dag	33.5	0.0001	0.028	3.2	< 0.0001
2 dagen	83.6	0.000065	—	1.7	< 0.0001
3 dagen	201	—	0.04	—	—
4 dagen	268	0.0001	0.07	2.7	—
7 dagen	230	—	—	—	—

drukken, waarin 0 afwezigheid van „pinholes” betekent, 10 op zeer slechte afdekking duidt.

Tabel III.

Vergelijking conductometrische metingen met kaliumjodideproef
gietijzeren buizen Spanning 4 V

Behandeling	KJ-proef	Geleidingsvermogen in millimho's per 500 cm ²
1 × gedompeld in steenkoolteerpek	8	26 — 45
1 × gedompeld in bitumen	4	5.5—16.8
2 × gedompeld in bitumen	1	2.9— 4.0
1 × gedompeld in en daarna opgegoten met bitumen.	0 ¹⁾	1.0— 1.5

¹⁾ Bij verder onderzoek van grooter oppervlak met KJ-proef ook „pinholes” gevonden.

Onlangs is voorts een onderzoekingsmethode door de Commissie in studie genomen, welke van belang belooft te worden voor een snelle oriënterende keuring, b.v. ook bij het leggen, voorlopig „vonkmethode” gedoopt. De apparatuur is zeer eenvoudig, een bobine van een Ford-auto en 2 droge batterijen worden in een kastje gemonteerd, er wordt een metalen punt aangebracht op bepaalde hoogte, vanwaar de vonk kan overspringen.

Indien dit apparaat over de te onderzoeken buis wordt geschoven of gerold, springen op ondichte plaatsen vonken over. Een en ander moet nog nader gestandaardiseerd worden.

Is het nu voldoende, indien men met behulp van deze metingen, al dan niet in combinatie met elkaar, tot de conclusie is gekomen, dat men een werkelijk poriënvrije laag heeft met een dikte van minstens 1/2 mm? Voor niet of zeer weinig agressieve bodem, ja. Maar zodra de kans op aantasting groter wordt, moet men extra maatregelen nemen. Het essentiële punt is: hoe komen de buizen in de grond; de fabriek kan prachtig poriënvrije monsters ter onderzoek inzenden; indien de bedekking echter zodanig is, dat bij het vervoer of bij het leggen gemakkelijk mechanische beschadigingen optreden, wordt de waarde der bescherming zeer problematisch. Bij stalen buizen is men in dit opzicht nu al vrij ver gekomen. Door een passende omwikkeling houdt men de onderliggende deklaag intact tijdens het transport en bij de verwerking.

Enkele voorbeelden van de buisbeschermingen voor stalen buizen, die de handel levert, zijn:

1. Dompellagen, omwikkeld met geïmpregneerde en in bitumen gedrenkte wolvlit, asbestvlit of jute.
2. Aanbrengen van een 2—3 mm dikke enamel-laag, waaromheen bovengenoemde omwikkeling.
3. Het z.g. „sheathing”, een zeer dikke laag bitumen, welke met zodanige hoeveelheid van bepaalde vulstoffen is voorzien, dat een zeer taaie massa wordt verkregen, welke verder omwikkeling onnodig maakt.
4. Voor zinkers is nog sterker bescherming nodig. Om de dikke enamellaag komt nog kokosdoek, wat weer geheel in bitumen wordt gepakt en uitwendig nog extra tegen beschadiging wordt beschermd.

Nu is het echter tevens zaak, dat voor deze deklagen het juiste produkt gebruikt wordt in verband

met de reeds genoemde gevaren bij transport, leggen en verblijf in de bodem.

De massa moet zo gunstig mogelijke eigenschappen hebben. Voor de beoordeling zijn de volgende eigenschappen van groot belang: 1. Verwekingspunt; 2. Penetratie; 3. Brosheid (breekpunt volgens Fraass, kogelvalproef volgens Pfeiffer); 4. Vloei, gemeten onder een helling van 45°; 5. Kogelindrukproef, die een maat geeft voor de weerstand tegen drukkingen, o.a. bij het verblijf in de bodem..

Hoewel over de aard der bescherming en de te gebruiken produkten het laatste woord nog niet gesproken zal zijn, is men toch reeds een eind op de goede weg en binnenkort zullen ook door de Corrosie Commissie II voorlopige voorschriften kunnen worden gegeven.

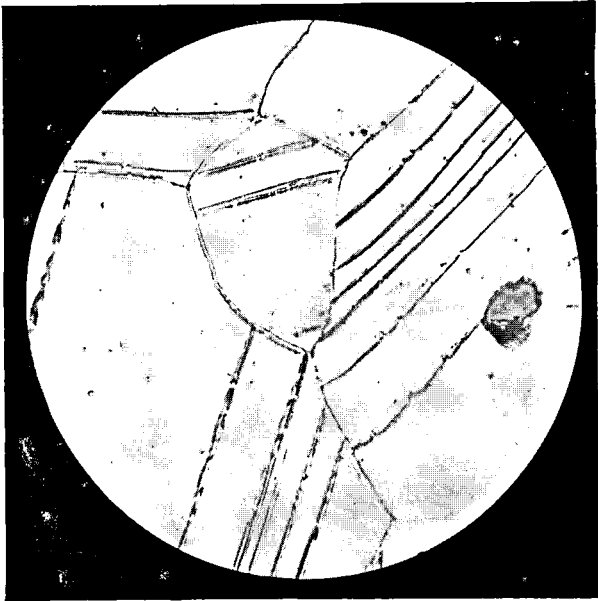
Misschien zal nog blijken, dat er vrij ingrijpende wijzigingen nodig zijn in de eisen, voortgevloeid uit al deze onderzoekingen, wanneer ervaringen over een groter aantal jaren beschikbaar zijn omtrent buizen, waarvan de hoedanigheid der bekleding aldus is vastgelegd en die in min of meer agressieve bodem hebben gelegen.

Men kan thans slechts gaan voorschrijven, wat bij de huidige stand van het onderzoek, wat wel op een groot aantal waarnemingen is gebaseerd, het beste schijnt.

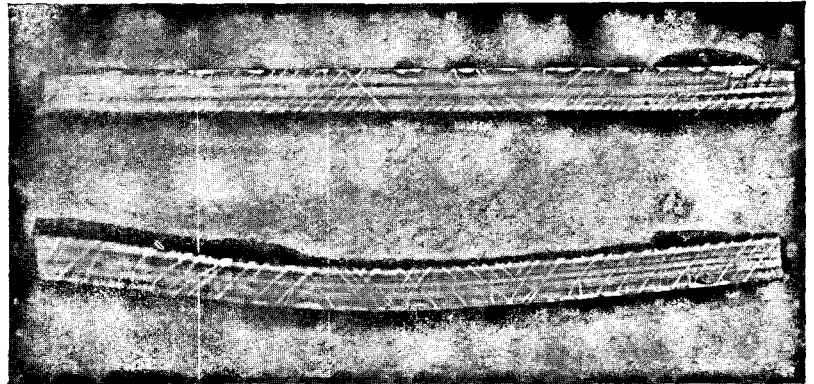
Dr. C. A. Lobry de Bruyn sprak over *eenige corrosie-verschijnselen bij metalen onder mechanische spanning*.

Corrosie-vraagstukken doen zich voor op alle gebieden van de techniek, waar metalen gebruikt worden. Veelal zijn belangrijke geldsommen met het optreden van corrosie gemoeid, zoodat het niet te verwonderen is, dat men reeds sinds tientallen jaren van alle kanten bezig is, dit vraagstuk te onderzoeken, de oorzaken ervan te leeren kennen en de middelen te vinden om de corrosie te bestrijden, althans de schadelijke gevolgen ervan te verminderen. Eenerzijds hebben deze vele onderzoekingen, dikwijls zonder eenigen samenhang en juiste kennis van de invloeden, uitgeoefend door nevenomstandigheden, veel waardeeloos materiaal opgeleverd, anderzijds is toch ook belangrijke vooruitgang te constateeren. Een ander gevolg van de grootere aandacht, allerwegen aan dit onderwerp geschonken, is voorts geweest, dat het aantal processen, waarbij corrosie een rol speelt, sterk uitgebreid is, zoodat men onder corrosie thans veel meer samenvat dan vroeger — 15 tot 20 jaar geleden — het geval was.

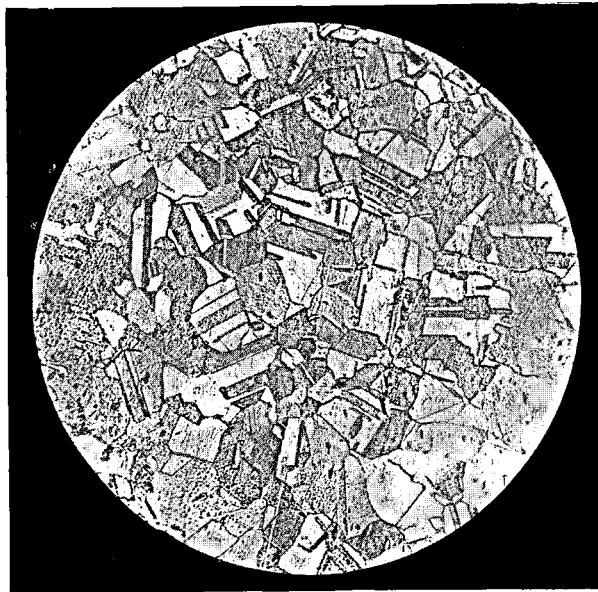
Onder corrosie in den meest algemeenen zin verstaat men alle aantastingen, die metalen kunnen ondergaan onder invloed van een via het oppervlak chemisch of electrochemisch erop inwerkende vreemde stof of mengsel. Deze uitgebreide definitie omvat dus naast de corrosie-verschijnselen in engeren zin — n.l. die aan de lucht en in water bij gewone temperatuur — eveneens alle verschijnselen, welke optreden bij hogere temperaturen, waarbij het inwerkende medium kan zijn een waterige oplossing of een andere vloeistof, b.v. ook gesmolten metaal, of wel een gas. Daar men de corrosie in de eerste plaats moet zien als een door de techniek aan den onderzoeker voorgelegd probleem, is rekening te houden met een groot aantal daarbij optredende neven-



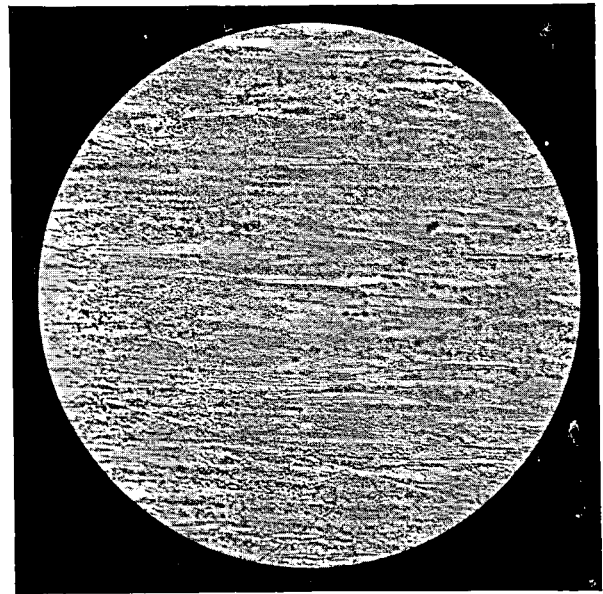
Afb. 1. Glijdlijnen in kristallen tengevolge van gietspanningen. 600 $\times$.



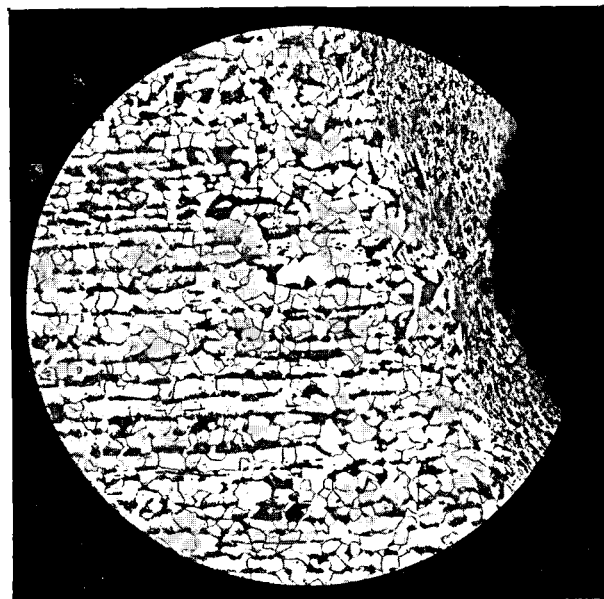
Afb. 2. Walsspanningen in stalen plaat, etsing volgens Fry. 0.7 $\times$.



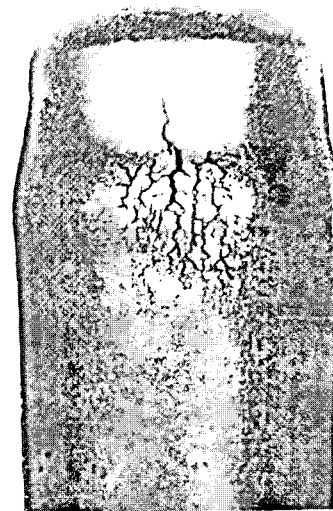
Afb. 3. Microstructuur van uitgegloeid rood koper. 260 $\times$.



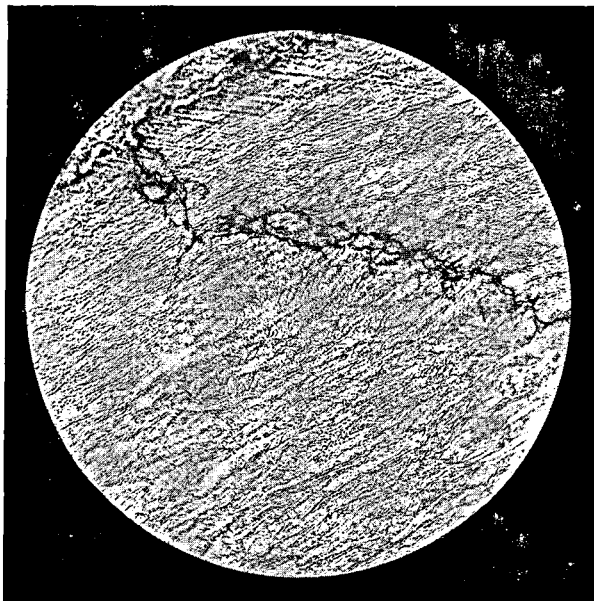
Afb. 4. Microstructuur van koper afb. 3, getrokken. 260 $\times$.



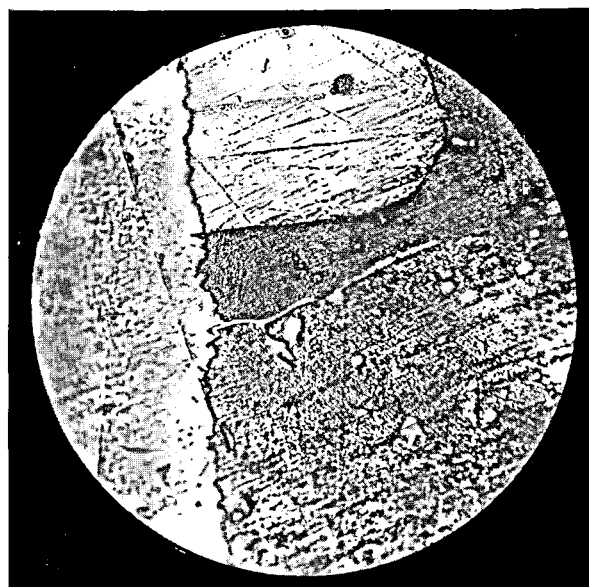
Afb. 5. Deformatie langs zijkant van ruw gesneden schroefdraad in stalen bout. 75 $\times$.



Afb. 6. Season cracking bij geperste messing huls volgens Grimston; J. Inst. Metals 39, t.o. p. 256 (1928).



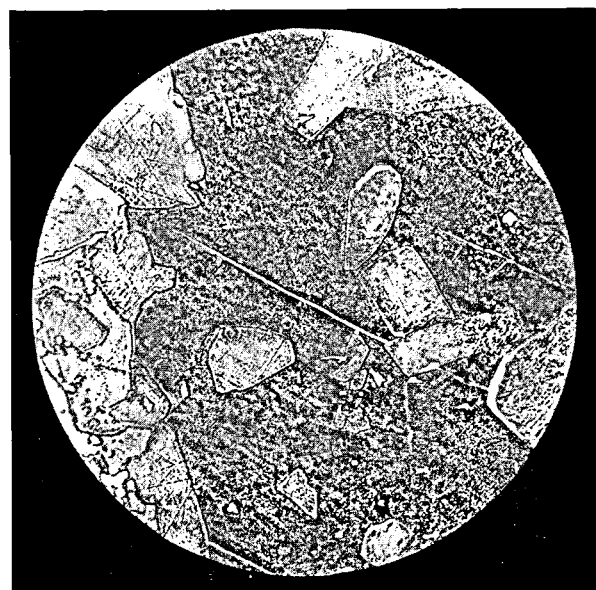
Afb. 7. Vertakt scheurtje in gewalst messing veertje. 260 $\times$.



Afb. 8. Penetratie van gesmolten tin in belaste messing trekstaaf langs kristalgrens. 260 $\times$.



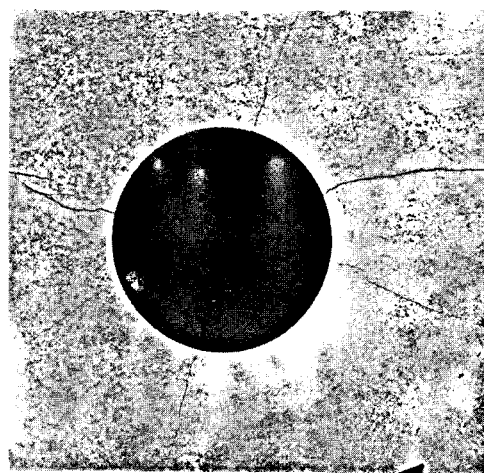
Afb. 9. Penetratie van gesmolten tin in belaste messing trekstaaf door α -kristallen (lichter gekleurde β -kristallen zijn sterker aangetast). 260 $\times$.



Afb. 10. Penetratie van gesmolten tin in belaste messing trekstaaf langs drie evenwijdige vlakken in α -kristal. 260 $\times$.



Afb. 11. Penetratie van gesmolten lood langs kristalgrenzen in speciaalstaal. 260 $\times$.



Afb. 13. Scheuren rond klinknagelgat in door loogbrosheid gescheurde ketelplaat. Ware grootte.

factoren, zooals de heterogeniteit en onzuiverheid van het metaal, de thermische voorbehandeling daarvan, den aard en de onzuiverheid van het inwerkende medium, de aanwezigheid in het metaal van spanningen en deformaties, etc. Daar voor tal van andere eigenschappen bij metalen een sterke afhankelijkheid van deze factoren, o.a. van bijmengselen in kleine hoeveelheden, blijkt, is deze ook voor de corrosie-verschijnselen van te voren te verwachten.

De electrochemische theorie, zooals deze in groote trekken in zijn voordracht door Prof. Aten is uiteengezet¹⁾, gaat uit van een homogene, zuivere metaalphase. Reeds daarbij blijkt, dat van een corrosie-element niet de E.M.K. hoofdzaak is, doch de nevenomstandigheden als overspanning voor waterstofontwikkeling en de vertraging in de electromotorische werkzaamheid van de zuurstof, e.a., den aard van de corrosie en vooral de grootte van het effect bepalen. Deze theorie geeft tevens aan, wat geschiedt als twee metalen in contact gebracht worden of wel het te onderzoeken metaal uit twee fasen bestaat, ook indien deze twee fasen modificaties van hetzelfde metaal zouden zijn. In het laatste geval bestaat de mogelijkheid, zooals Prof. Cohen betoogde, dat daardoor geen juiste basis aanwezig is voor de beoordeling van de grootte van een corrosie-element, hetgeen ertoe zou moeten leiden, dat, alvorens een vooruitgang van onze theoretische inzichten verkregen kan worden, de studie van de fysisch zuivere metalen vooraf zou moeten gaan. Ook bij een volkomen zuiver, homogeen metaal is echter nog te rekenen "met een verschil in oplossingssnelheid aan verschillende georiënteerde kristalvlakken²⁾", zoodat de oplossingssnelheid van een metaal in zuur b.v. steeds de resultante van een aantal verschillende snelheden voorstelt, de grootte van het oplossend oppervlak niet bekend is. T.o.v. een aantastend medium gedraagt derhalve een zuiver homogeen kristal zich als het ware anisotroop, evenals het geval is, zoo men een één-kristal, ook een regulair gekristalliseerd, onderwerpt aan uitwendige mechanische of magnetische krachten.

Zooals gezegd, is het corrosievraagstuk in de eerste plaats te beschouwen als een door de techniek gelegd probleem, waarbij de meeste en economisch belangrijkste gevallen betrekking hebben op staal en andere legeringen, alle bestaand uit twee of meer componenten en fasen. Bij staal is daarbij gebleken, dat geen groote invloed wordt uitgeoefend door de grootte van het koolstofgehalte, noch door het praktisch ontbreken van koolstof, hetgeen in hoofdzaak verklaard moet worden door den overheerschenden invloed van de nevenomstandigheden. Een interessant voorbeeld hiervan is het gedrag van gekoperd staal. Hierin is naast ijzer het in de spanningsreeks aanmerkelijk hooger staande koper vrij aanwezig. In overeenstemming hiermede vertoont het gekoperd staal een sterkere aantasting in zouthoudend water. Blootgesteld aan de inwerking van de atmosfeer is de uitwerking van het koper juist omgekeerd, niet omdat de electrochemische corrosie-theorie daar niet doorgaat, want evenzeer treedt aanvankelijk een

grootere roestsnelheid op, die echter successievelijk afneemt en daalt beneden die van kopervrij ijzer. De oorzaak hiervan is gelegen in de vorming van een beschermende, goed hechtende deklaag. Hier zien wij dus, dat een resultaat in tegenstelling met de theorie verkregen wordt door de overheersching van een neven-omstandigheid, die buiten het bereik van de theorie valt. Zoo wordt op allerlei gebied het bestudeeren van de corrosie een studie van den invloed van de nevenomstandigheden.

Eveneens zal dit sterk naar voren komen in de als onderwerp van deze voordracht gekozen corrosiegevallen, waarbij een bij-omstandigheid, de materiaalspanning, als nevenoorzaak voor het tot stand komen van de corrosie zal worden beschouwd en waarbij het zal blijken, dat dientengevolge aantastingen kunnen optreden, b.v. langs bepaald georiënteerde vlakken in een kristal en langs kristalgrenzen. Door het mede beschouwen van mechanische spanningen wordt het gebied van de als corrosie op te vatten processen uitgebreid, een verklaring wordt wederom moeilijker en is bij den tegenwoordigen stand van onze kennis op dit gebied nog niet te geven. Aangezien de mogelijkheid van deze processen echter aanleiding is geweest tot ernstige schade-gevallen in de techniek, leek het mij gewenscht van deze een kort overzicht te geven, temeer daar ik meermalen ondervonden heb, dat deze processen bij de chemici over het algemeen slechts weinig bekend zijn en derhalve een bespreking in dit symposium op zijn plaats is te achten.

Als regel zijn in de metalen, zooals deze in de techniek worden toegepast, spanningen aanwezig (zie afb. 1—5). In gegoten metalen: gietspanningen, in gewalste: walsspanningen, bij bewerkte metalen: spanningen tengevolge van de bewerking. Als gevolg van de bewerkingen, die het metaal ondergaan heeft, kunnen voorts blijvende deformaties zijn opgetreden, die steeds gepaard gaan met inwendige materiaalspanningen. In het bedrijf wordt nu bovendien dit materiaal blootgesteld aan belasting, waardoor boven de inwendige spanning nog een uitwendige wordt aangebracht, zooals in ketelplaten, machine-onderdeelen etc.

Dat spanningen en deformaties invloed hebben op het in oplossing gaan van een metaal, is reeds lang bekend; het blijkt o.a. uit het beeld, dat men verkrijgt, als men een spijker met afgeknepen punt en opgestuiken kop legt in een z.g. ferroxyl-indicator, waarbij blijkt, dat het ijzer oplost op de gedeformeerde plaatsen.

Als eerste voorbeeld is te noemen de *seizoens-ziekte* (season-cracking), die speciaal wordt waargenomen bij uit messing vervaardigde voorwerpen, waarin door bewerking, walsen, persen, spanningen veroorzaakt zijn. De naam season-cracking dankt zijn ontstaan aan het feit, dat dit verschijnsel voor het eerst is waargenomen bij patroonhulzen, die in de natte moesson in Engelsch-Indië in sterke mate scheurvorming vertoonden (zie afb. 6). Deze scheuring treedt niet op, als niet een zekere corrosieve inwerking aanwezig is, evenmin als de inwendige spanning ontbreekt³⁾.

¹⁾ Zie ook H. van der Veen, Stichting v. Materiaal-Onderzoek. Mededeeling no. 7 v. d. Centrale Corrosie-Commissie, 1934.

²⁾ Glauner, Korrosion III, Bericht über die Korrosionstagung 1933, Berlin, V. D. I. — Verlag.

³⁾ Moore, Beckinsale & Mallison, J. Inst. Metals 25, 35 (1921). Masing, Z. Metallkunde 16, 257 en 301 (1924), 17, 183 (1925). Sachs, Ibid. 19, 352 (1927). Grimston, J. Inst. Metals 39, no. 1, 255 (1928). Morris, Am. Inst. Mining Met. Eng., Techn. Publ. no. 270, 1 (1930). Crampton, ibid. no. 297, 1

Bij microscopisch onderzoek blijkt, dat de gevormde scheuren interkristallijn zijn en zich daarbij veelal sterke vertakkingen voordoen. In afb. 7 is weergegeven een scheur, opgetreden in een vernikkeld messing veertje, waarbij de corrosieve inwerking het gevolg was van restanten van zouten, gebruikt bij het vernikkelen.

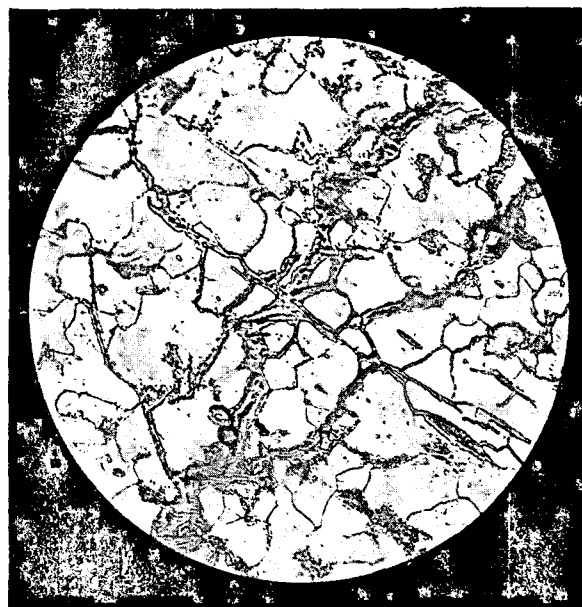
De mogelijkheid van scheurvorming kan worden opgeheven door gloeiing, waarbij de spanning verdwijnt en een rekristallisatie intreedt. Door een onderzoek van Seikichi Satô⁴⁾ werd langs calorimetrischen weg vastgesteld, dat de bij deformatie opgenomen energie bij verwarming in étappes wordt afgegeven en wel treedt eerst een warmte-ontwikkeling op, waarbij de spanningen verdwijnen, deformatie en hardheid behouden blijven, terwijl eerst bij hogere temperatuur rekristallisatie optreedt en dan deformatie en hardheid eveneens verdwenen zijn. De mogelijkheid van season-cracking blijkt nu reeds te worden opgeheven, als het materiaal bij de laagste temperatuur, dus met behoud van de hardheid, gegloeid wordt. Hieruit volgt, dat niet de deformatie, doch de dientengevolge aanwezige spanning de omstandigheid is, die de mogelijkheid van scheurvorming door corrosie bepaalt. Ook bij andere metalen zijn dergelijke verschijnselen bekend, waarvan zijn te noemen: nikkel, koper, monelmetaal, terwijl de inwerking van ammoniak op staal daarvan ook een voorbeeld vormt. Het onderzoek op gevaar voor season-cracking bij messing geschiedt door dompelen in een 2—3 % mercuronitrat-oplossing, waarbij in korten tijd barstvorming optreedt, als de neiging tot season-cracking aanwezig is.

Aansluitend aan het zoo juist besproken verschijnsel is te noemen de penetratie van gesmolten metalen in onder spanning staande andere metalen. Reeds lang is bekend, dat een dergelijke penetratie optreedt bij staal in contact met gesmolten koperlegeringen bij hoge temperatuur. In den laatsten tijd zijn echter een aantal dergelijke gevallen, optredend bij veel lagere temperaturen, bekend geworden. Te noemen zijn in dit verband de penetratie van tin, lood en mengsels daarvan in messing⁵⁾, soldeer in gelegerd staal bij temperaturen beneden 250° C, zelfs bij 100° C van Lipowitz-metaal in staal⁶⁾. Volgens de literatuurgegevens zou deze penetratie in hoofdzaak langs de kristalgrenzen geschieden. Bij door mij genomen proeven met inwerking van gesmolten tin op messing bleek dit inderdaad veelvuldig voor te komen. Penetratie deed zich echter ook voor willekeurig door de kristallen of langs evenwijdige vlakken, vermoedelijk glijdvlakken, zie afb. 8—10. Opmerkelijk was hierbij de invloed van de spanning, die, doordat de proeven met in de trekbank ingespannen trekstaven werden verricht, nauwkeurig zijn aan te geven, in tegenstelling met hetgeen bij season-cracking op-

treedt, waar de spanningen in het algemeen niet bekend zijn. Het blijkt dan, dat de penetratie gaat optreden op of juist beneden het moment, waar de spanning leidt tot blijvende deformatie, dus bij de z.g. strekgrans van het metaal. Bij een slechts weinig lager liggende belasting kan men het metaal onveranderd b.v. gedurende 30 minuten in het gesmolten tin laten; verhoogt men de spanningen met één of twee kg/mm², dan treedt momentaan breuk op. Merkwaardig is de waarneming, dat bij gerekristalliseerde metalen de penetratie soms plaats vindt langs de oude, niet meer als zodanig bestaande, kristalgrenzen.

Een tweede geval, mij uit eigen onderzoek bekend, levert de penetratie van gesmolten lood afgezet uit tetra-aethyllood-bevattende benzine in de uitlaatpijpen van vliegtuigmotoren. Afbeelding 11 geeft een beeld van de hierbij opgetreden in hoofdzaak interkristallijne penetratie.

Dichter bij de corrosie-gevallen in engeren zin staat de z.g. loogbrosheid van ketelmateriaal. Hier heeft men te maken met de inwerking van een waterige, sterk looghoudende vloeistof bij 200° C of hoger, inwerkend op staal. Ook hier treedt deze inwerking



Afb. 12. Met corrosieproducten gevulde scheuren, in hoofdzaak verloopend langs kristalgrenzen, in materiaal van ketel. 260 X.

alleen op bij deelen van den ketel, die onder verhoogde spanning staan, terwijl er tevens een hoge concentratie van NaOH voor noodig is. Door Parr en Straub, later ook door anderen (Ulrich, Schroeder) zijn deze verschijnselen nader onderzocht⁷⁾. Uit hun onderzoekingen is te besluiten, dat:

1. loogbrosheid alleen optreedt bij contact van

1930; abstracts van beide: J. Inst. Metals 43, 466 (1930). Ostermann, Metallwirtschaft 10, 329 (1931). Davidenkov & Vitman, Vestnik Met. 7, 71 (1931) (Russisch), abstract: J. Inst. Metals 53, 299 (1933). O'Malley, Commonwealth Eng. 19, 375 (1932), abstract: J. Inst. Metals 53, 243 (1933).

⁴⁾ Seikichi Satô, Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. 20, 140 (1931).

⁵⁾ Miller, J. Inst. Metals 37, 183 (1927); Hartlëy, ibid. 37, 193 (1927); Genders, ibid. 37, 215 (1927); Schottky, Arch. Eisenhüttenw. 4, 541 (1930).

⁶⁾ v. Ewyk, J. Inst. Metals 56, 241 (1935); Goodrich, J. Iron Steel Inst. 132, no. II, 43 (1935); Austin, J. Iron Steel Inst. 1936.

⁷⁾ Parr, Bull. no. 94, Eng. Exp. Stat. Univ. Illinois 1917; Parr & Straub, Proc. Am. Soc. Testing Materials 26, II, 52 (1926), 27, II, 52 (1927). Straub, Bull. No. 216, Eng. Exp. Stat. Univ. Illinois 1930; Baumann, Z. bayer Revisions-Ver. 1925, 161; Applebaum, Ver. der Grosskesselbesitzer Berlin 1927, 139; Ulrich, Werkstofffragen des heutigen Dampfkesselbaues, Stuttgart; Z. bayer Revisions-Ver. 1930; Berl & van Taack, Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens; V. D. I. - Verlag, Berlin, 1930; Hundeshagen, Chem. Ztg. 1932, 18; Schroeder & Partridge, Metals & Alloys 6, 145, 187, 253, 311 (1935); Trans. Am. Soc. Mech. Eng. 1936, 223.

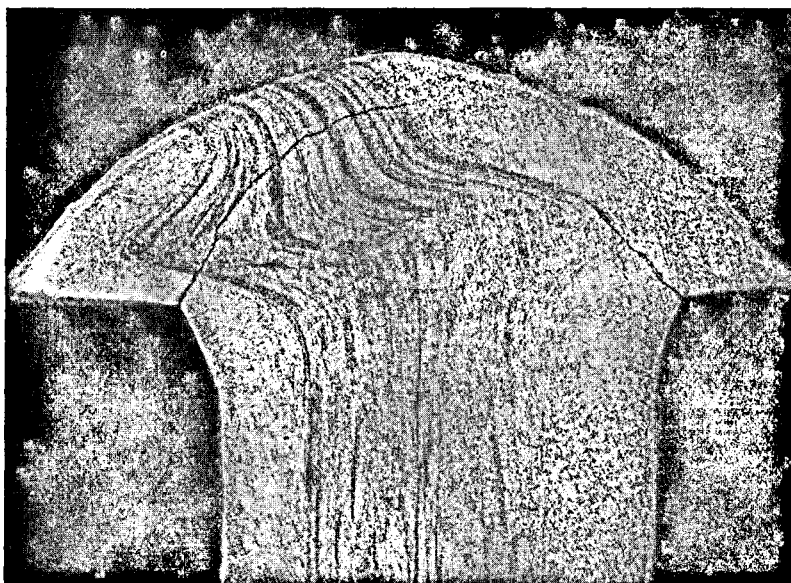
staal met een oplossing, die ten minste ca. 300 g NaOH per liter bevat;

2. dat ervoor nodig is de aanwezigheid van een spanning ten naaste bij of boven de strekgrens van het staal;

3. een groot deel van de scheuren interkristallijn loopt (zie afb. 12);

4. geen loogbrosheid optreedt als voldoende sulfat aanwezig is.

Deze condities kunnen alle optreden in naden van ketels, waar door lekkage en verdampen, concentratie van het ketelwater plaatsvindt, zoodat de scheuren dan ook uit blijken te gaan van de „droge” zijde van de platen en nagels (zie afb. 13 en 14). Of de hoedanigheid van het staal van invloed is op het al of niet optreden van de loogbrosheid, vormt nog een der verschilpunten tusschen Duitse en Amerikaansche onderzoekers. Het schijnt intusschen wel vrij zeker te zijn, dat bij gebruik van bepaalde staalsoorten de kans op het optreden van loogbrosheid aanmerkelijk kleiner is. Een aannemelijke verklaring voor het optreden van loogbrosheid is nog niet gegeven. Bij voortgezet onderzoek is gebleken, dat ook andere zouten dan sulfaten een beschermende werking uitoefenen, zooals



Afb. 14. Scheuren in kop van klinknagel tengevolge van loogbrosheid. 2 ×

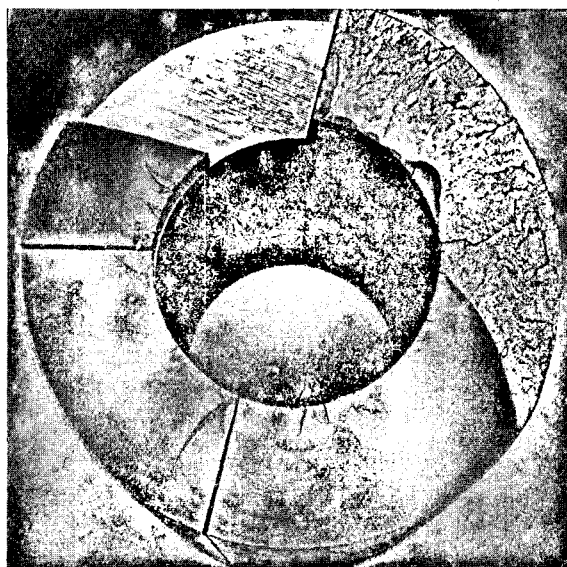
phosphaten, tannaten, chromaten, nitraten, acetaten.

In een juist verschenen publicatie van Straub⁸⁾ wordt voorts een verklaring gegeven van verschillen, die bestonden tusschen de in verschillende laboratoria genomen proeven. Er waren n.l. proeven, waarbij ondanks voldoende hoge loogconcentratie en in stand houden van alle voorwaarden, toch geen loogbrosheid optrad. Het is nu gebleken, dat zuivere loog dit verschijnsel ook niet teweeg brengt, doch dat daarnaast silicaat aanwezig moet zijn, zoodat de gevonden verschillen op rekening van de zuiverheid van de gebruikte loog zijn te stellen. Het zal duidelijk zijn, dat hierdoor de verklaring van het verschijnsel er niet gemakkelijker op wordt.

Tot dusverre heb ik slechts gesproken over statische

belastingen en daarbij eenige gevallen behandeld, waarbij de spanning steeds nabij de z.g. strekgrens, dus buiten het elastische gebied lag. Statische elastische spanningen hebben betrekkelijk weinig invloed op de corrosiesnelheid. Uit een kort geleden gepubliceerd onderzoek van Müller en Buchholtz⁹⁾ blijkt, dat de corrosie van beneden de strekgrens belast staal (90 % van de strekgrens-belasting) bij expositie in de lucht slechts weinig verandert. Zelfs is gemiddeld

⁹⁾ Müller & Buchholtz, Arch. Eisenhüttenw. 9, 41 (1935). de corrosie sterker bij het onbelaste, dan bij het belaste materiaal. In stroomend water is het verschil eveneens klein, overweegt echter de aantasting van de belaste staalmonsters. Anders wordt dit echter, indien men met z.g. wisselspanningen te maken heeft. Het is sinds jaren bekend, dat een bewegend of wisselend belast machinedeel zonder eenigerlei uitwendige vervorming kan breken, als het aantal spanningswisselingen maar groot genoeg is en de spanning boven een bepaalde veilige grens ligt. Dit verschijnsel is bekend onder den naam vermoeiing en is de oorzaak van 80 à 90 % van de optredende machinebreuken. Ook hier kan de corrosie een rol spelen en wel blijkt, dat de veilige vermoeiingsgrens door een gelijktijdig optredende corrosieve inwerking sterk verlaagd kan worden¹⁰⁾. In afb. 15 is weergegeven de breuk van



Afb. 15. Corrosie-vermoeiingsscheur in met water gekoelde zuigerstang van Dieselmotor. 1/5 ×.

een inwendig met water gekoelde zuigerstang van een dubbelwerkenden, tweetact-dieselmotor, gebroken tengevolge van *corrosievermoeiing*. Het resultaat van de gelijktijdige inwerking van corrosie en spanningswisseling is grooter dan de som van beide. Wordt

¹⁰⁾ Gough, The Fatigue of Metals, London 1924; Congrès intern. essai matériaux, Zürich I, 1931, 207; J. Inst. Metals 11th Autumn Lecture, Dec. 1932 (bevat een uitvoerig literatuuroverzicht); Proc. Am. Soc. Testing Materials 33, (II), 3 (1933); Gough & Sopwith, Proc. Roy. Soc. A 135, 392 (1932); J. Inst. Metals 49, 93 (1932); Mc Adam, Proc. Am. Soc. Testing Materials 26 (II), 224 (1926); Congrès intern. essai matériaux, Amsterdam 1927, 305; 3 Intern. Congr. Applied Mechanics 1930; Congrès intern. essai matériaux, Zürich, I, 228 (1931); Proc. Am. Soc. Testing Materials 29, II 250 (1929); Mac. Adam & Clyne, Bur. Standards J. Research 13, 527 (1934); Haigh, Trans. Inst. Chem. Eng. 7, 29 (1929).

⁸⁾ Straub, Power, Dec. 1935 (Ref.).

b.v. staal belast met een wisselende belasting van $\pm 20 \text{ kg/mm}^2$, dan treedt breuk op na b.v. 10^6 wisselingen. Laat men dezelfde staaf van te voren gedurende langen tijd door zout water aantasten, dan gaat door de aantasting van het oppervlak en vermindering van de doorsnede deze waarde terug b.v. tot 18 kg/mm^2 . Treden echter corrosie en spanningswisseling gelijktijdig op, dan breekt de staaf bij een belasting van 8 kg/mm^2 of minder eveneens na 10^6 spanningswisselingen.

Het verloop dezer corrosie-vermoeiingsscheuren is intrakristallijn. Door Gough en Sopwith¹¹⁾ is aangetoond, dat zij een zekere neiging hebben z.g. glijdvlakken te volgen. Door hen werd een uit twee kristallen bestaande ronde aluminium proefstaaf onderworpen aan wisselende torsiebelasting. Hierbij is langs het gehele oppervlak een uniforme spanning aanwezig, die echter op ieder punt langs den omtrek een anderen hoek met de kristalvlakken maakt. De corrosie-vermoeiingsscheur trad nu op, daar, waar de ontbondene langs het glijdvlak de hoogste waarde vertoonde. Op het punt, waar de scheur de scheidingslijn tusschen de twee kristallen overschreed, veranderde de richting overeenkomstig de glijdvlakrichting in het tweede kristal.

Het kan nog voorkomen, dat penetratie en vermoeiing samenwerken. Dit is b.v. het geval bij chroom-nikkelstalen krukassen van motoren, waarbij een vermoeiingsbreuk kan optreden na voorafgaand contact met gesmolten witmetaal, gevormd bij het warmlopen van een der lagers. De penetratie vormt dan de inleiding tot de later ontwikkelde vermoeiingsbreuk.

Ten slotte zou ik nog willen wijzen op een geval, waarbij men tot voor korten tijd meende met een zuiver mechanisch proces te doen te hebben, n.l. de *afslijting van metalen*. Het is n.l. gebleken, dat ook hierbij corrosie een groote rol speelt. (Reiboxydation). Fink en Hofmann¹²⁾ hebben den wrijvingsweerstand gemeten bij het op elkander loopen van twee koperen rollen, zowel in stikstof- als in zuurstof-atmosfeer. In stikstof is de weerstand klein, het metaal wordt glimmend gepolijst. Vervangt men de stikstof door zuurstof, dan treedt verhooging van den weerstand, oxydevorming en afslijting op. Fink verklaart dit verschijnsel, dat ook bij andere metalen (Ni, Fe) is waargenomen, zoo, dat allereerst deformatie in het oppervlak optreedt. Dit wordt bij aanwezigheid van zuurstof geoxydeerd, waarbij het metallisch verband verbroken en afslijststof gevormd wordt. Dit blijkt steeds in hoofdzaak uit oxyde te bestaan. Bij motoren worden overeenkomstige verschijnselen geconstateerd. De cylinder-afslijting hangt b.v. samen met de mogelijkheid van vochtneerslag uit het gasmengsel en is eveneens een corrosieverschijnsel.

Met de gegeven voorbeelden is wel gedemonstreerd, dat corrosie een verschijnsel is, dat nog veelvuldiger optreedt dan betrekkelijk kort geleden werd vermoed. Bij de hier beschreven verschijnselen kan voor de verklaring vermoedelijk betrekkelijk weinig steun verleend worden door de electrochemische theorie van de corrosie, zeker in het geheel niet voor die verschijnselen, waarbij geen waterige vloeistof aanwezig is. De beschreven processen hebben gemeen

de aanwezigheid van spanningen, die voor het optreden daarvan een noodzakelijke bijomstandigheid vormt. Verschillende theorieën zijn opgesteld om deze verschijnselen te verklaren, echter voorlopig niet met succes, zoodat ik ervan af heb gezien om theoretische beschouwingen in te lasschen. Deze theorieën zouden een verklaring moeten geven, waarom de opgetreden aantastingsprocessen speciale wegen in het metaal volgen, zooals kristalgrenzen of glijdvlakken en dit verschijnsel eerst mogelijk wordt door het aanbrengen van een spanning, die leidt tot een begin van blijvende vervorming, of zooals bij vermoeiing, tot ten hoogste een plaatselijke verschuiving langs glijdvlakken.

Het tot nu toe beschikbare materiaal is er trouwens in hoofdzaak op gericht geweest, de verschillende verschijnselen en de factoren, die daarbij een rol spelen, te beschrijven en te leeren kennen. Zoo is b.v. in de uitgebreide literatuur over corrosie-vermoeiing nog slechts voornamelijk sprake van informatorisch werk, waardoor men in staat is te bepalen, welke wisselbelastingen nog veilig door een of ander materiaal worden weerstaan onder bepaalde corrosieve invloeden, door welke toevoegingen verbeteringen zijn te verkrijgen, enz. Onder deze talrijke onderzoekingen is de genoemde publicatie¹¹⁾ van Gough & Sopwith vrijwel de eenige, die dieper in het wezen van de zaak tracht door te dringen en waarbij althans een beeld van het verloop van de scheurvorming verkregen wordt. Het is wel waarschijnlijk, dat bij een verklaring van al deze onder spanning verloopende processen de bouw van het metaal, zowel in het kristal, als langs de kristalgrenzen, een rol zal moeten spelen.

Al heeft dus het onderzoek nog niet geleid tot een verklaring van de genoemde verschijnselen, toch zijn daardoor reeds een aantal gegevens verkregen, die in staat stellen het optreden daarvan te voorkomen resp. de mogelijkheid te beperken. Een verder gaande studie, die tot een algeheele verklaring leidt is echter zeker noodig, daar het alleen dan mogelijk zal zijn de ernstige gevolgen, die in de techniek door deze corrosieprocessen veroorzaakt kunnen worden, geheel te ondervangen.

Dr. C. A. H. von Wolzogen Kühr sprak over de *anaërobe corrosie van ijzeren pijpleidingen* en begon zijn voordracht met er op te wijzen, dat volgens Speller in de Vereenigde Staten van Amerika jaarlijks 4 à 8 miljoen ton aan ijzeren pijpen door corrosie verloren ging. Daar vernieuwing van 1 ton ijzer 4 à 5 ton steenkolen vereischen, is het duidelijk, dat men door de opsporing van de oorzaak der corrosie de middelen tracht te vinden om de ijzer-aantasting zooveel mogelijk te beperken. Daar het ijzercorrosievraagstuk ook voor Nederland van beteekenis is, heeft de Stichting voor Materiaalonderzoek in Den Haag sinds 1931 de bestudeering van de aantasting van ijzeren pijpleidingen systematisch ter hand genomen. De hierbij verkregen eerste resultaten werden reeds in het vorige jaar als Mededeeling No. 10 gepubliceerd.

De oudere onderzoekingen over ijzeraantasting sedert de 2e helft van de 18e eeuw tot op heden, behandelen slechts de corrosie in tegenwoordigheid van lucht of de z.g. *aërobe corrosie*. Nu is het een feit, dat ijzer ook kan worden aangetast buiten toetreding van lucht, de z.g. *anaërobe corrosie*. Brengt

¹¹⁾ Gough & Sopwith, J. Inst. Metals 52, 57 (1933).

¹²⁾ Fink & Hofmann, Arch. Eisenhüttenw. 6, 161 (1932); Z. Metallkunde 24, 49 (1932).

men een afgewogen stukje ijzer in lucht vrij water, waarin mierenzuuraldehyde, natriumoxalaat, een oxydatiemiddel of vrije zwavel aanwezig is, in geheel gevulde en gesloten stopflesschen, dan blijkt na verloop van tijd, het ijzer in gewicht te zijn afgenomen. De verklaring hiervan is, dat de waterstof, die bij de primaire electrochemische reactie van het ijzer corrosieproces ontstaat, door de toegevoegde stoffen gebonden wordt, zoodat het „corrosie-element” werkzaam blijft. De bedoelde stoffen doen dus dienst als *waterstofacceptoren*. Het meerendeel hiervan neemt geen moleculaire waterstof op, zoodat zij bij het ijzer corrosieproces de waterstof vermoedelijk in atomischen toestand opnemen, waardoor hun groote activiteit beter begrijpelijk wordt. Bij de aërobe-aantasting van ijzeren pijpen verkeert het corrosieproduct in den ferritoestand (de bekende geelbruine ijzerroest), bij de anaërobe ijzer corrosie in den ferrotoestand.

In gesteriliseerden grond kon geen anaërobe corrosie van massief ijzer worden vastgesteld, tenminste wanneer geen chemische waterstofacceptoren aanwezig zijn. Wel werd deze corrosie in den regel in natuurlijke grond aangetroffen, omdat het gebleken is, dat hierin biologische waterstofacceptoren kunnen voorkomen. Als zoodanig zijn reeds twee processen te noemen, n.l. het *sulfaatreductieproces*, veroorzaakt door *Vibrio desulfuricans*, in 1895 door Prof. Dr. M. W. Beijerinck ontdekt en het *koolzuurreductieproces*, in 1906 door Prof. Dr. N. L. Söhngen gevonden. Beide processen zijn volslagen anaëroob, zoodat dus de ijzeraantasting, die door deze biologische processen veroorzaakt wordt, eveneens anaëroob verloopt. De ijzer corrosie met sulfaatreductie als waterstofacceptor is reeds in hoofdzaak bekend. De voorwaarden van dit biologische proces zijn: a. geheele afwezigheid van zuurstof der lucht, b. het voorhanden zijn van assimileerbare organische stof, c. sulfaat en d. minerale verbindingen (physiologische elementen). Wanneer deze zijn vervuld, kan dit proces dus zelfs op zeer groote diepte in den bodem voorkomen, zooals bij een grondboring in Bennebroek in 1931 op 71 m diepte kon worden aangetoond. Pijpleidingen, welke diep in een dichten en vochtigen grond zijn verborgen, vertoonen dikwijls een aantasting, welke door sulfaatreductie is bewerkt en wel op die plaatsen, waar door het transport of het leggen der pijpen, de isolatie hiervan is beschadigd, zoodat aldaar metallisch contact met den grond is gevormd. Op deze plekken is in het, dicht bij het ijzer, afgezette corrosieproduct, gemakkelijk zwavelijzer — als gevolg van de sulfaatreductie — aantoonbaar. Merkwaardig is, dat dit dikwijls zeer ernstige ijzer corrosieproces in een nagenoeg neutraal milieu verloopt, hetgeen echter verklaarbaar is uit het feit, dat de gevormde corrosieproducten FeS en $\text{Fe}(\text{OH})_2$ van neutraal karakter zijn.

Van het koolzuur-reductieproces van Söhngen, dat in onderzoek is genomen, is te verwachten, dat dit zal voorkomen in moeras- en veenstreken. Al dadelijk moet opgemerkt worden, dat dit proces samen met de sulfaatreductie kan worden aangetroffen.

Behalve de genoemde biologische processen zijn er wellicht nog andere mogelijkheden, die de ijzer corrosie kunnen veroorzaken en die ten deele door de „nasleep” van het sulfaatreductieproces worden bewerkt. Onderzoekingen hieromtrent zijn ingesteld.

Ter onderscheiding van de zuiver electrochemische

wijze van ijzeraantasting, kan men de anaërobe ijzer corrosie in verband met de reeds genoemde biochemismen, als een *electrobiochemisch proces* aanduiden.

In het algemeen zal bij de corrosie van gietijzeren pijpen, welke omstreeks 3.5 % koolstof bevatten, door het uittreden van ijzer het grafietgehalte op de gecorrodeerde plekken toenemen, zoodat een gegrafiteerd uiterlijk ontstaat. Vooral bij anaërobe corrosie kan dit zeer sterk uitgesproken zijn en men spreekt dan van grafiteering van het gietijzer. Bij waterleidingpijpen kan deze tot een z.g. buisbreuk aanleiding geven. Ernstige aantasting van stalen pijpen leidt tot gatcorrosie en niet tot grafiteering, daar het koolstofgehalte van het ijzer hierbij te gering is. Wat het anaërobe corrosieproces zelf betreft, is de wijze, waarop dit geschiedt, voor beide ijzersoorten volkomen dezelfde.

De corrosieprocessen van ijzeren pijpen in den grond, zoowel aëroob als anaëroob, vertoonen naast uiterlijke verschillen van milieu en chemisme, een opmerkelijke overeenkomst. Bij alle is steeds de noodzakelijke waterstofacceptor aan te wijzen en hierin openbaart zich de *eenheid* der genoemde corrosieprocessen.

Tenslotte valt van de anaërobe ijzeraantasting nog op te merken, dat uit het bovenstaande gebleken is, dat de onderdeelen van het mechanisme allermint nieuw zijn. Wel is dit het geval met den band, die het geheel samenbindt, waardoor een nieuw inzicht in het anaërobe ijzer corrosieproces wordt verkregen.

Daarna hield Dr. J. van Loon de volgende voordracht over *doel en beteekenis van grondverven*.

Ik wil mijn voordracht aanvangen met U enkele cijfers te noemen, waardoor U duidelijk zal worden, waarom een uiteenzetting over het doel en de beteekenis van grondverven op een symposium over „Corrosie” van belang kan worden geacht.

Volgens betrouwbare schattingen bedraagt in de U.S.A. het jaarlijksch corrosie-verlies bij in de aarde liggende buisleidingen f 250.000.000 en gaat per jaar van in gebruik zijnde ijzerconstructies door roest 4 tot 8 miljoen ton aan materiaal verloren, d.w.z. 1 tot 2 %. Deze zware verliezen ontstaan voornamelijk, omdat onvoldoende zorg wordt gedragen voor het aanbrengen van beschermende deklagen, wat b.v. direct volgt uit het feit, dat aldaar jaarlijks slechts $6\frac{1}{4}$ miljoen gulden aan roestwerende verf wordt besteed.

Het jaarlijksch corrosie-verlies ter wereld in de z.g. zware industrie moet op f 4.000.000.000 geschat worden; in Duitschland alleen gaat per jaar voor meer dan een miljoen gulden aan materiaal tengevolge van roestschade verloren.

Wanneer men tenslotte tegenover elkaar stelt, dat van 1890 tot 1923, dus in 33 jaar, de wereldproductie aan ijzer 1766 miljoen ton bedroeg, maar dat daarvan 718 miljoen ton (d.i. ruim 40 %) door corrosie verloren gingen, dan vraagt men zich met verwondering af, hoe het mogelijk is, dat iets dergelijks kan bestaan.

Het betreurenswaardige daarbij is, dat een en ander voornamelijk aan zorgeloosheid, onkunde en conservatisme toe te schrijven is. Zeer juist merkte Liebreich eens op: „Voor een bedrijfsleider is een roestwerende verf, wat inkt is voor den bureau-

chef"; zij is voor hem iets secundairs. Het is nu eenmaal gebruik iets geleverd af te leveren, want roest staat niet fraai; dus brengt men een verflaag aan, zonder er voldoende acht op te geven of deze met goed materiaal, na goede voorbehandeling van het te verven object en op de juiste wijze wordt aangebracht, zoodat het metaal ook *blijvend* en niet voor een zeer korten poos erdoor beschermd wordt.

Toch is verf een heel belangrijk iets; zoo zelfs, dat de loop der wereldgeschiedenis vaak door de doelmatigheid van een verflaag bepaald werd. Het meest sprekende voorbeeld is wel de vernietiging van het Baltisch eskader tijdens den Russisch—Japanschen oorlog. Dit eskader toch verbleef op zijn tocht van de Oostzee naar Oost-Azië geruimen tijd in de wateren rond Madagaskar, alwaar, tengevolge van de minder juiste samenstelling van de huidverf, de schepen onder den waterspiegel zoodanig met plant-aardige en dierlijke organismen begroeid raakten, dat hun snelheid en manoeuvreerbaarheid zeer sterk afnamen. De vermindering in snelheid had mede tot gevolg, dat het kolenverbruik enorm toenam en de schepen met kolen zoo zwaar beladen moesten worden, dat de pantsering niet meer tot boven den waterspiegel reikte. Deze nadeelen waren voldoende om bij het treffen met de Japansche vloot in korten tijd het pleit ten gunste der Japanners te beslechten.

Overigens kan zonder meer gezegd worden, dat schrikbarende corrosieverliezen, zooals de zooveen genoemde cijfers aangeven, niet behoeven voor te komen en dus materiaal, geld en tijd bespaard kunnen worden.

Aan die verliezen moet dus een einde komen. Men zal zich echter allicht afvragen, waarom eerst in de laatste jaren deze eisch zoo sterk naar voren is gekomen en dit niet reeds veel eerder is geschied. Hiervoor zijn verschillende argumenten aan te voeren: 1. De tegenwoordige economische toestand dwingt, dat men zich meer dan te voren rekenschap geeft, waar verliezen aan tijd, materiaal en geld optreden en hoe deze op afdoende wijze kunnen worden tegengegaan. 2. Het aantal ijzerconstructies neemt in steeds sterker mate toe. 3. Door de toenemende industrialiseering is het gehalte aan corrosie-bevorderende bestanddeelen in den atmosfeer aanmerkelijk grooter dan vroeger.

Hoe zal men aan den eisch, de corrosie-verliezen zooveel mogelijk te beperken, kunnen voldoen?

Voor groote constructie-werken, waarop wij hier speciaal het oog hebben, is er maar één oplossing: men bedekke ze met een doeltreffende verflaag, die ervoor zorgt, dat de corrosie-bevorderende invloeden zoo weinig mogelijk tot het onderliggende metaal kunnen doordringen.

Het is dus noodig te weten, welke verflagen doeltreffend zijn en onder welke voorwaarden en voorzorgen men ze moet aanbrengen.

Deze kennis kan op tweeërlei wijze verkregen worden. Men kan zich wenden tot de menschen van de praktijk, de schilders e.a., en hun naar hun ervaring op dit gebied vragen. Waar het verfambacht al heel oud is, zal men op deze wijze heel wat materiaal kunnen verzamelen, maar omdat het vak zich grootendeels langs zuiver empirischen weg ontwikkeld heeft, toch onvoldaan blijven, omdat het „hoe en waarom” niet of onvoldoend beantwoord kan worden. Daarbij komt, dat terwijl vroeger de schilder zijn materialen

zelf grootendeels vervaardigde en daardoor een groote warenkennis verkreeg, hij, door de industrialiseering ook op dit gebied, deze ervaring en kennis niet alleen voor een aanzienlijk deel verloor, maar ook tevens min of meer gedwongen werd, door anderen vervaardigde produkten, van onbekende samenstelling en met „aangeprezen” eigenschappen, te verwerken. Telkens komen bovendien nieuwe pigmenten, oliën, kunstharsen, enz., van wisselende samenstelling en eigenschappen, aan de markt; aan den anderen kant zijn, tengevolge van economische of andere factoren, vaak bepaalde produkten niet of in onvoldoende hoeveelheden verkrijgbaar (b.v. met Chineesche houtolie is dit nogal eens het geval), waardoor men van werkwijze dient te veranderen en uit andere materialen een produkt van bepaalde gewenschte eigenschappen moet bereiden. Ook worden steeds hooger eischen in deze gesteld en vragen voortdurend nieuwe problemen en toepassingen de aandacht. Men komt niet meer uit met te zeggen, dat men moet werken, zooals de „legendarische grootvader”, waarop men in zoo'n geval gewoonlijk teruggrijpt, placht te doen; en dit om de eenvoudige reden, dat men zoo niet meer werken kan (b.v. door economische oorzaken), of omdat diens terrein van experimenteren te klein was (plaatselijke atmosferische invloeden spelen bij het al of niet voldoen van een verf een groote rol; hiër zal een verf zich jaren lang goed houden, ginds zal dezelfde verf in korten tijd te gronde gaan), of, omdat men zich door het arbeiden op kleine schaal niet voldoende aan het nieuwe kan aanpassen, en men de steeds grooter wordende gebieden, waarop men bekend zou moeten zijn, onvoldoende beheerschen kan. Dat men daardoor in de klein-industrie soms tot eigenaardige opvattingen kan komen, bleek mij onlangs uit het feit, dat een fabrikant een witte lakverf, bestaande uit zegge vijftien bestanddeelen, die elk voor zich een speciale eigenschap aan het product zouden geven, als het beste van het beste aanpreeft. Anders staat het natuurlijk met de wetenschappelijk geleide groote bedrijven in deze opzichten, al heeft men ook daar uit den aard der zaak ook niet gelegenheid alle voorkomende vraagstukken tot in de puntjes uit te werken en heeft men evenzeer als de kleinere fabrikant met zijn moeilijkheden te kampen; waarbij dan nog die komen, welke elk groot bedrijf aankleven, niet in het minst in dezen tijd. „Wij hebben meer te doen dan verleden jaar, maar wij verdienen minder en zijn allemaal door de noodzakelijke inkrimpingen overwerkt”, verzuchtte een fabrikant, dien ik onlangs naar zijn bevinden vroeg.

Wij zijn hiermede als vanzelf tot ons tweede uitgangspunt gekomen, namelijk: wat leert ons de wetenschap met betrekking tot de eigenschappen van de verven en die hunner componenten, in verband met het corrosie-vraagstuk? Hierbij is op te merken, dat de wetenschappelijke ontwikkeling van de verftechniek eerst van de laatste jaren dateert en dus nog in een beginstadium verkeert. Wel is men met de bestudeering intensief begonnen, doch moet men momenteel nog erkennen, dat ondanks velerlei ervaring en vermeerderde kennis toch enorm veel vragen van primair belang tot nu onbeantwoord moesten blijven. Dit komt enerzijds, doordat deze vraagstukken zeer gecompliceerd zijn en samenwerking van verschillende gebieden van wetenschap

vereischen, anderzijds, dat de noodige uitgebreide en systematische onderzoeken ontbreken of nog steeds niet uitgebreid en systematisch genoeg bleken om alle verschijnselen, of een klein deel ervan, te kunnen verklaren. Intusschen is de wetenschap, dat er nog veel onverklaarde verschijnselen zijn en waar deze zich bevinden, reeds van veel belang, al is het dan niet mogelijk een spoedige oplossing in uitzicht te stellen. Als met alle wetenschappelijk werk moet men, zich ten deele baseerend op door ervaring verkregen gegevens, tastenderwijs beginnen en het onderzoek langzamerhand zoo uitbouwen tot alle niet- of onvoldoend gekende invloeden tenslotte onderkend zijn. Zoo'n wetenschappelijk begin is moeilijk, vereischt veel volharding, ook veel tijd en geld, en wordt vooral in verband met het laatste niet altijd juist gewaardeerd.

Voor de bestrijding van de corrosie komt men dus tot ons met twee vragen: 1. Help ons zoo spoedig mogelijk, want de corrosie-verliezen zijn zeer groot! 2. Wat zijn de oorzaken der corrosie en hoe zijn deze in hun werking afdoende tegen te gaan?

Zooals reeds hiervoor werd aangestipt, is het niet zoo eenvoudig op de tweede vraag te antwoorden; daarvoor is ons wetenschappelijk nog veel te weinig bekend. Hieruit volgt, dat voor spoedig helpen bij de bestrijding der corrosie men het vooralsnog grootendeels moet hebben van een snelle oriëntering, op grond van verkregen ervaringen; hierbij zal heel vaak de „gelukkige greep” een gewichtige factor blijken, doch ook het resultaat van „ongelukkige grepen” kan van veel nut en leering zijn, niet in het minst bij het zoeken naar een antwoord op de tweede vraag.

Het is daarom, dat de Stichting van Materiaal-onderzoek te 's-Gravenhage en wel in het bijzonder de daaronder ressorteerende Commissie IV van de Centrale Corrosie Commissie, zich tot taak gesteld heeft, te trachten op beide zooveel genoemde vragen te antwoorden, voorloopig wat betreft de bescherming van ijzerconstructies te lande in de open lucht. Mij is verzocht van het daarvoor opgezette onderzoek, dat door den ingenieur der C.C.C., Dr. H. van der Veen, in samenwerking met het Laboratorium voor de Technologie der Oliën en Vetten der Technische Hoogeschool te Delft (beheerder Prof. Dr. A. Steger) en enkele andere laboratoria, werd verricht (in Delft waren daarvoor achtereenvolgens werkzaam: Ir. J. Dooren, Mej. Ir. E. F. M. Schrijver, Mej. Ir. P. M. van Zon en Mej. Ir. F. M. Denekamp), iets mede te deelen. Ik zal hierbij niet direkt den nadruk leggen op de bereikte resultaten, maar veel meer trachten U de wijze, waarop de vraagstukken worden aangepakt, te schetsen.

Bij het onderzoek gaat het er dus om, na te gaan, op welke wijze het roesten van ijzerconstructies in de open lucht door het aanbrengen van verflagen kan worden voorkomen. Tegen welke invloeden zal zoo'n verflaag dus bestand moeten zijn en welke verdere speciale eigenschappen moet zij bezitten?

De aan te brengen verf zal een zoodanige oppervlaktespanning ten opzichte van den ondergrond dienen te bezitten, dat zij deze volkomen bevochtigt en aldus een volledig gesloten laag erover heen vormt, die na het „drogen” der verf goed daarop hecht en ook bij verouderen een zoodanige elasticiteit blijft behouden, dat de film de bewegingen van den ondergrond tengevolge van temperatuursveranderingen kan

blijven volgen zonder scheuren en afbladderen. Voorts mag inwerking van zonlicht niet een zoodanige destructie van den verffilm tengevolge hebben, dat deze den ondergrond reeds na korten tijd niet voldoende meer afdekt, waardoor de atmosferische invloeden gemakkelijk tot het ijzer zouden kunnen doordringen en dit zouden doen roesten. Verder mag de verffilm niet te zeer doorlaatbaar zijn voor vocht en voor gassen (b.v. zuurstof), waardoor juist de gunstige conditie voor roesten wordt geschapen, en geen in water oplosbare of sterk zwellende bestanddeelen bevatten. De waterdoorlaatbaarheid en het waterabsorptievermogen (de z.g. zwelling) van verffilmen moet dus gering zijn. Er is echter geen verf, die vocht en zuurstof geheel tegenhoudt of niet opneemt, zoodat een zuiver mechanisch afsluitende verflaag het roesten dus alleen kan verhinderen door haar eigenschappen, de indringende roestverwekkers zooveel mogelijk tegenstand te bieden. Wij bezitten echter bovendien nog een middel om roestvorming te voorkomen in het gebruik van pigmenten, die het ijzer in den z.g. passieven toestand, waarin het niet of in verminderde mate voor roesten vatbaar is, brengen, al dringen in dit geval vocht en zuurstof door den verffilm tot op het ijzer door (vergelijk de electrochemische theorie van de corrosie). Voorts moet een verf weerstand kunnen bieden tegen de inwerking van zure of alkalische producten (rookgassen en stofdeeltjes) en moet ze vaak ook een zekere bestendigheid bezitten tegen hitte of tegen bepaalde mechanische invloeden als: slag, druk, schuring.

Een ideale verf zou dus aan tal van vereischten moeten voldoen. Haast onnoodig te zeggen, dat zij niet bestaat en ook niet behoeft te bestaan. De genoemde invloeden toch treden praktisch nooit alle tegelijkertijd op, en bovendien kan men door het aanbrengen van eenige verflagen, die, elk voor zich tegen bepaalde invloeden in het bijzonder bestand zijnde, tesamen een laag vormen, welke aan zeer uiteenlopende eischen voldoet. Zoo kan men b.v. in het geval, als waarover het hier in het bijzonder gaat, op het ijzer eerst een grondverf aanbrengen, die in het bijzonder bestand is tegen vocht- en gasinwerking, daarna één of meer lagen, die aan andere vereischten speciaal voldoen.

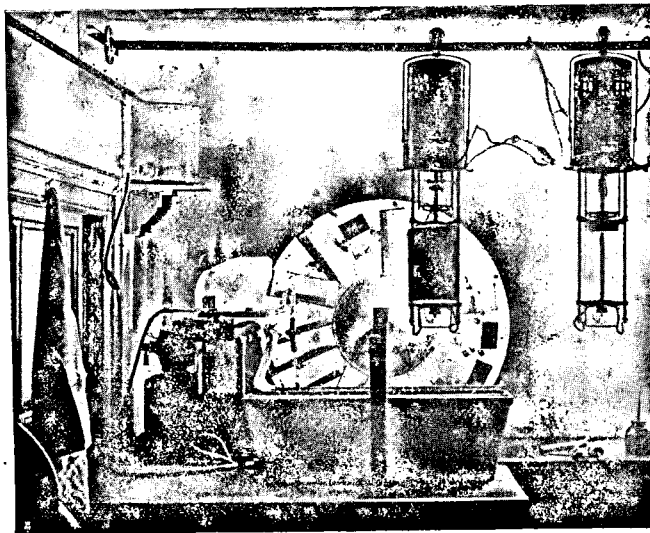
De voor het onderzoek der Corrosie-Commissie gebruikte verven bestaan tot nu, om het vraagstuk niet dadelijk al te ingewikkeld te maken, uit pigment, olie-bindmiddel, verdunner en eventueel siccatief. Als verdunner werd lakbenzine gekozen, omdat dit bij de droging geheel vervluchtigt en dus niet tot den filmopbouw bijdraagt. De siccatief was een mangaanlood-droger van volkomen bekende samenstelling; zij werd in zoodanige hoeveelheid toegevoegd aan de verven, dat deze binnen 12 uur stofdroog zijn, welke eisch in verband met het nogal wisselende weer hier te lande moest worden gesteld, omdat regen pas geschilderde en nog niet voldoende droge objecten vaak bederft.

Als pigmenten werden voor het onderzoek gekozen: 3 soorten loodmenie, en wel met 28, 31 en 34 % loodperoxyde; 3 soorten ijzermenie, resp. met 85 (natuurlijke), 90 en 96% (kunstmatige) ferrioxxyde; en wel als zoodanig of in verschillende verhoudingen onderling gemengd; ook werd nog nagegaan wat een toeslag van zinkchromaat aan ijzermenie in deze voor invloed kon hebben.

Als *bindmiddelen* werden na eenige voorproeven aangewezen: laklijnolie (I), lijnoliestandolie, viscositeit 49 poises, zuurgetal 7 (II), een mengsel van lijnoliestandolie en houtoliestandolie in de verhouding drie op een (III), watervaste vernis (IV), die volgens opgedane ervaringen of opgave van den fabrikant (IV) in de aangegeven volgorde in toenemende mate filmen van grooter bestendigheid zouden geven.

Noodzakelijk was nu om vooraf na te gaan, in welke verhouding pigment en bindmiddel gemengd moeten worden, om 'de meest doelmatige grondverf te leveren. Immers een pigment, hoewel op zichzelf zeer bestendig, is als zoodanig of met zeer weinig olie niet als verf te gebruiken, omdat het niet op den ondergrond hecht en niet aan het vereischte voldoet, een samenhangende afschermende laag op het ijzer te vormen, daar het te loskorrelig is. Het bindmiddel alleen, of met zeer weinig pigment gemengd, geeft geen of onvoldoende dekking en kleur en is onvoldoende bestand tegen atmosferische invloeden. Het was daarom noodig te zoeken naar een dusdanig gunstige combinatie van pigment en bindmiddel, dat de voordeelen van beide maximaal en de nadeelen minimaal daarin tot uiting komen. Daartoe werd als volgt te werk gegaan. Van een pigment of combinatie van pigmenten werden verven gemaakt met toenemend bindmiddelgehalte. De aldus verkregen producten werden na opbrengen in één en twee lagen, en al of niet voorzien van een dekverf, op ijzeren plaatjes (staal 37); na voldoende droogtijd op hun houdbaarheid beproefd en wel, 1°. in een door ons geconstrueerd snelverweeringsapparaat en 2°. door blootstelling aan den atmosfeer op het dak van het laboratorium te Delft.

In het snelverweeringsapparaat, dat de natuurlijke verweeringsinvloeden op de verven op intensievere

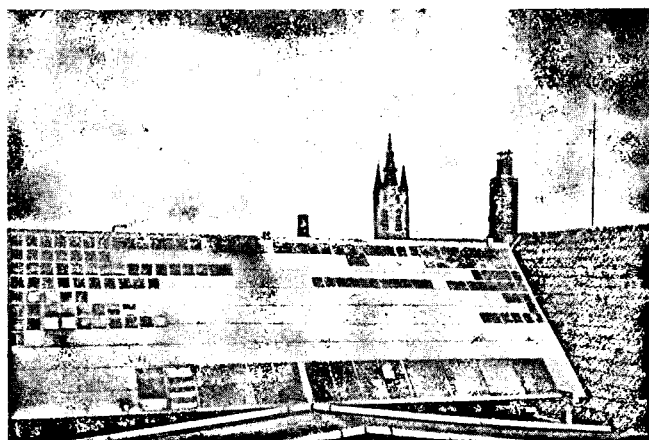


Snelverweerings-apparaat.

wijze nabootst, wordt binnen enkele weken een resultaat verkregen, dat in de natuur, i.c. het dak, eerst na één of meer jaren waarneembaar is. Door het nemen van uitgebreide proefreeksen is gebleken, dat aldus met de snelverweering resultaten worden bereikt, die inderdaad ook met de natuurlijke behoorlijk overeenstemmen. Hierbij moet onmiddellijk opgemerkt worden, dat in de natuur door optredende verschillen

in het klimaat van jaar tot jaar de resultaten niet steeds gelijk uitvallen. Bovendien hangen deze, zooals door proeven op verschillende plaatsen in ons land met gelijktijdig en met dezelfde verven behandelde plaatjes bleek, zeer sterk af van de plaatselijke omstandigheden. Daarom moet men bij de beoordeeling van verven door snelverweering de wijze van verweeren dus regelen naar den atmosferischen toestand ter plaatse, waar de verf uiteindelijk zal worden gebruikt. In ons geval werd de verweeringscyclus ingesteld op de zeer corrosieve Delftsche atmosfeer, waar o.a. de invloed van de zee zich nog merkbaar doet gelden. Ongetwijfeld zullen op andere plaatsen in Nederland minder sterke (zuiver landklimaat) en ook nog wel sterkere (bepaalde industriële centra) aantastingen bij dezelfde verven waargenomen worden; dit wordt o.a. eveneens door de Corrosie-Commissie in studie genomen.

De geschilderde plaatjes op het dak werden aldaar onder een hoek van 45° geplaatst, naar het zuiden



Dakproeven te Delft.

gericht; men verkrijgt aldus, door de sterkere belichting van de zon, een natuurlijke snelverweering.

Tevens werd bij het vooronderzoek nagegaan, wat de elasticiteit en de trekvastheid van de verffilmen waren.

Op grond van de verkregen resultaten werden de volgende conclusies getrokken:

1. loodmenie-verven zijn in het algemeen beter dan ijzermenie-verven;

2. een combinatie van 9 deelen loodmenie op 1 deel ijzermenie als pigment in een verf geeft bij gemakkelijke en goede uitstrijkbaarheid een film van minstens even goede hoedanigheid als bij gebruik van loodmenie alleen; verhoogt men echter in loodmenie-verven het ijzermenie-gehalte boven 10 %, zoo beschermt een dergelijke combinatie minder goed tegen corrosie. Ook toevoeging van krijt aan loodmenie is niet aan te bevelen.

3. Gebruik van lijnoliestandolie en meer nog van bindmiddel III geeft den verffilm een grotere anticorrosieve werking, tenzij bij de loodmenie-verven de invloed van de vrije vetzuren dezer bindmiddelen de vorming van loodzeepen te sterk bevordert. Loodmenie met een gehalte van slechts 28 % loodperoxyde gaf zelfs te zamen met standoliën na enkele dagen een volkomen harde massa. Bij de twee andere loodmeniën was zulks wel in mindere mate het geval, maar

TABEL 1.

Verf no.	Bindm. no.	Pigment	Beoord.				Kwalificatie
			vdV	De	vL	gem.	
I	I	ldm. 28	4	3	3	3.3	matig
II	I	ldm. 31	5	4	5	4.7	goed
III	I	ldm. 34	4	4	4	4	vrij goed
IV	I	$\frac{1}{2}$ ldm. 34 + $\frac{1}{2}$ ldm. 28	4	4	5	4.3	vrij goed
V	I	ldm. 31 + 10% krijt	3	3	2	2.7	matig
VI	I	ijzm. nat.	1	1	1	1	zeer slecht
VII	I	ijzm. 95	1	1	2	1.3	zeer slecht
VIII	I	ijzm. 90	1	1	1	1	zeer slecht
IX	I	ijzm. 95, ldm. 28, 1:9	5	5	6	5.3	goed
X	I	ijzm. 95, ldm. 28, 3:7	4	5	5	4.7	goed
XI	I	ijzm. 95, ldm. 28, 1:1	4	5	5	4.7	goed
XII	I	ijzm. 95, ldm. 31, 1:9	4	4	6	4.7	goed
XIII	I	ijzm. 95, ldm. 31, 3:7	1	2	1	1.3	zeer slecht
XIV	I	ijzm. 95, ldm. 31, 1:1	2	1	2	1.7	vrij slecht
XV	I	ijzm. nat., ldr. 31, 1:1	2	1	2	1.7	vrij slecht
XVI	I	ijzm. 90, ldm. 31, 1:1	1	1	1	1	zeer slecht
XVII	I	ijzm. 95, ldm. 34, 1:9	5	5	6	5.3	goed
XVIII	I	ijzm. 95, zinkchr., 2:1	2	1	2	1.7	vrij slecht

verf no.	Bindm. no.	Pigment	Beoord.				Kwalificatie
			vdV	De	vL	gem.	
XIX	II	ldm. 28	5	4	6	5	goed
XXI	IV	ldm. 28	3	4	3	3.3	matig
XXII	II	ldm. 31	4	4	6	4.7	goed
XXIII	III	ldm. 31	3	3	5	3.7	vrij goed
XXIV	IV	ldm. 31	1	2	1	1.3	zeer slecht
XXV	II	ldm. 34	4	4	6	4.7	goed
XXVI	III	ldm. 34	4	4	5	4.3	vrij goed
XXVII	IV	ldm. 34	2	2	2	2	vrij slecht
XXVIII	II	ijzm. nat.	2	2	3	2.3	vrij slecht
XXIX	III	ijzm. nat.	1	1	1	1	zeer slecht
XXX	IV	ijzm. nat.	1	1	1	1	zeer slecht
XXI	II	ijzm. 95	2	2	2	2	vrij slecht
XXIII	III	ijzm. 95	1	2	2	1.7	vrij slecht
XXIII	IV	ijzm. 95	1	1	1	1	zeer slecht
XXIV	II	ijzm. 95, ldm. 28, 1:1	3	2	2	2.3	vrij slecht
XXV	III	ijzm. 95, ldm. 28, 1:1	2	2	3	2.3	vrij slecht
XXVI	IV	ijzm. 95, ldm. 28, 1:1	1	1	1	1	zeer slecht
XXVII	II	ijzm. 95, ldm. 31, 1:1	2	2	3	2.3	vrij slecht
XXVIII	III	ijzm. 95, ldm. 31, 1:1	2	2	3	2.3	vrij slecht
XXIX	IV	ijzm. 95, ldm. 31, 1:1	1	1	1	1	zeer slecht
XL	IV	ijzm. 95, zinkchr., 2:1	1	1	2	1.3	zeer slecht

bleken de filmen toch zeer bros. De watervaste vernis is als bindmiddel voor grondverven onbruikbaar.

4. Loodmenie met 32 % loodperoxyde is ongetwijfeld beter dan loodmenie met slechts 28 % daarvan en schijnt zelfs ook iets beter dan die met een gehalte van 34 % loodperoxyde, bij gebruik in verven; wellicht moet dit worden toegeschreven aan het feit, dat de eerste minder loodzeep vormt dan de tweede soort, maar juist voldoende meer dan de derde, om een film te leveren, die tenslotte de beste anti-corrosieve eigenschappen vertoont.

5. Natuurlijke ijzermenie (85 % ferrioxysde) geeft iets betere verven dan de beide kunstmatig bereide producten van hoger ijzeroxyd gehalte. Dit moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan de aanwezigheid van wat calciumoxyde in het natuurlijke product, waardoor indringend vocht in den film een alkalische reactie zal aannemen; hierdoor, aldus de electrochemische theorie der corrosie, zal het te beschermen ijzer in den passieven toestand worden overgevoerd. Opmerkelijk is dan ook, dat die pigmenten, welker waterige suspensies een p_H grooter dan 7 vertoonen (bepaald met de glaselectrode) als anti-corrosief bekend staan, tenzij ze andere minder gewenschte eigenschappen als verfpigment vertoonen (zie bijgaande tabel).

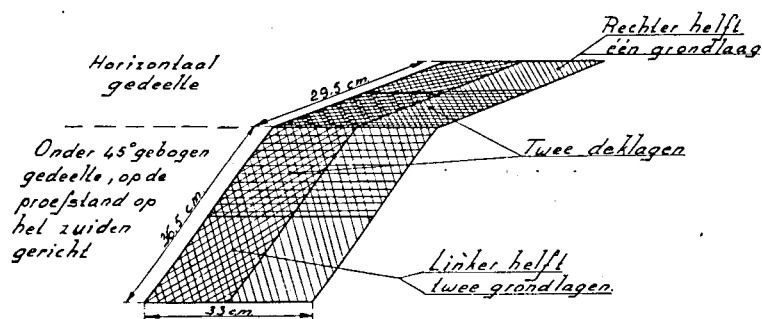
6. Toevoeging van zinkchromaat aan ijzermenie-erven geeft een iets betere grondverf, dan bij gebruik van ijzermenie alleen.

p_H -waarden van pigmenten.

3.60	gasroet	7.3	indisch rood
4.40	Berl. blauw	7.4	titaanoxyd
5.3	chromaatgroen licht	7.5	chrom. oranje m.
5.55	aluminium	7.6	ijzermenie 80 %
5.6	koperoxyduul	7.7	ijzerzwart
5.75	chromaatgroen middel	8.0	oker
5.8	chromaatgroen donker	8.0	omber
5.82	chromaatgeel middel	8.4	asbest
5.9	chromaatoranje licht	8.5	blanc fixe
5.91	loodwit	8.6	krijt
6	60 %-ige ijzermenie	8.7	loodmenie 95 %
6.20	sulfoloodwit	8.7	lithopoon 50 % ZnS
6.2	chromaatoranje donker	9.1	talk
6.55	zinksulfide	9.2	beenderzwart
6.65	chromoxydgroen		
6.70	98 %-ige ijzermenie		
6.70	lenzin		
6.78	carbonblack		
6.8	kaolin		
6.90	zwaarspaath		
6.90	chromaatgeel licht		
7	lithopoon 30 % ZnS		
7	cadmiumgeel		

Uit elke serie verven, bestaande uit een pigment (of pigmentmengsel) met wisselend gehalte aan bindmiddel, werd voor het verder onderzoek de combinatie gekozen, die zich bij de verweeringsproeven het beste gehouden had.

Van de aldus aangewezen 40 beste combinaties werden nu grotere hoeveelheden verf bereid (door de firma Vettewinkel & Zonen te Amsterdam) en daarmee platen van bepaalden vorm op een bepaalde wijze beschilderd en ten deele ook voorzien van een dekverf. Deze worden nu buiten op een zestal plaatsen in verschillende omgeving geëxposeerd: 1. Terrein van den Rijkswaterstaat te Weurt; zuiver landklimaat; 2. Terrein bij het stikstofbindingsbedrijf te Lutterade; zuiver landklimaat met industriële omgeving; 3. Terrein bij de cokesfabriek „Emma” te Treebeek; zuiver landklimaat met industriële omgeving; 4. Terrein van de N.V. Hoogovens te Velsen; zeeklimaat met industriële omgeving; 5. Terrein van de Amsterdamsche



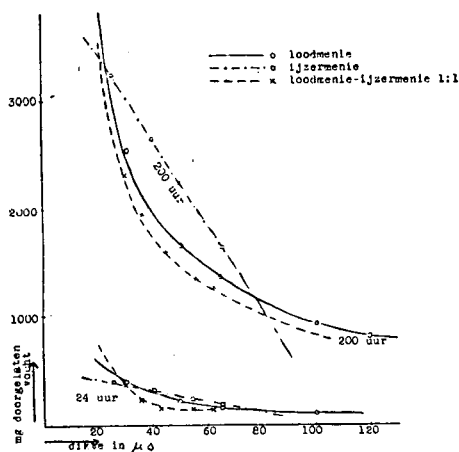
Waterleiding te Vogelenzang; zeeklimaat; 6. Terrein van de B. P. M. te Balik-Papan; tropisch klimaat en industriële omgeving.

Deze veldproeven worden van tijd tot tijd gecontroleerd: een juist geschiede controle geeft een goede overeenstemming met de voorproeven te Delft. Vooral te Lutterade bleek een sterke corrosieve atmosfeer aanwezig te zijn, terwijl te Weurt de verven zich tot nu het best hielden.

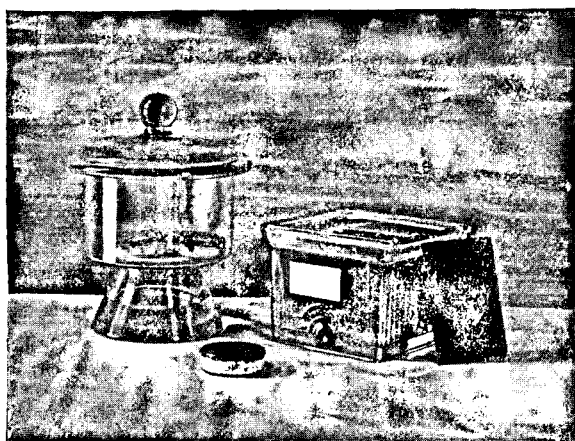
Te Delft en in enkele andere samenwerkende laboratoria (Spoorwegen te Utrecht, B. P. M. te Amsterdam en N.V. Sikkens' Lakfabrieken te Groningen) werden deze verven nog nader onderzocht.

1. *Waterdoorlaatbaarheid.* Hiertoe werden filmen, uit enkele verflagen bestaande, op met calcium-

chloride gevulde kristalliseerschaaltjes gekit. Deze werden vervolgens in een met water gevulde exsiccator bij 25° weggezet en om de 24 uur gewogen. De waterdoorlaatbaarheid per cm² filmmoppervlak, per uur werd als gebruikelijk omgerekend op een filmdikte van 50 μ , aannemende dat de waterdoorlaatbaarheid O.E. met de filmdikte zou zijn. In de eerste plaats bleek uit deze proeven, dat de waterdoorlaatbaarheid van de verschillende verffilmen niet zeer sterk uiteenloopt en bovendien niet parallel loopt met de anti-corossieve werking; namelijk werden geen sterk sprekende verschillen gevonden tusschen loodmenie- en ijzermenie-erven. Veel meer schijnt hier de passiverende werking van het pigment een belangrijke rol te spelen. Overigens bleek wel bij ijzermenie-erven de waterdoorlaatbaarheid O.E. te zijn met de dikte der filmen (de dikteverschillen werden verkregen door meerdere lagen verf over elkaar heen aan te brengen), niet echter was dit het geval bij die met loodmenie of combinaties daarvan met ijzermenie, zooals de bijgevoegde grafiek laat zien (hoeveelheid doorgelaten water na 24 en na 200 uur). Opmerkelijk is voorts hierbij, dat de verf, die beide pigmenten bevat, minder vocht doorlaat, dan die, in welke slechts een der twee pigmenten aanwezig is.



Met het bindmiddelgehalte neemt ook de waterdoorlaatbaarheid toe en wel ongeveer recht even-



Bepaling der waterdoorlaatbaarheid en der zwelling.

redig; het is dus aan te bevelen in grondverven zoo weinig mogelijk bindmiddel te gebruiken. Dit laatste is mede van belang in verband met het feit, dat de

vetheid van verflagen, die na elkaar worden opgebracht, moet toenemen, om scheuren en schuiven van de bovenste lagen te voorkomen.

Verschillende vraagstukken, die zich hierbij voordoen, zijn nog nader in studie genomen.

2. *Zwelling.* Hieronder verstaat men het percentage water, dat een verffilm vermag op te nemen, wanneer deze in water gedompeld is. Het maakt groot verschil, of leidingwater, gedestilleerd water, zeewater, e. d. wordt gebruikt. Het bleek, dat ijzermenie-lijnnolie-erven zich snel, die met loodmenie zich langzaam met water verzadigen. Ook indien standoliën als bindmiddel gebruikt zijn, verloopt de zwelling langzaam.

Een complicatie bij deze proeven is, dat zoowel van het pigment (b.v. zinkchromaat in sterke mate), als van het bindmiddel (vooral lijnnolie) belangrijke hoeveelheden in oplossing kunnen gaan. Met het bindmiddelgehalte neemt ook de zwelling en de hoeveelheid opgeloste stof toe en wel ongeveer recht evenredig, zoodat ook in dit opzicht aan grondverven met gering bindmiddelgehalte de voorkeur dient gegeven te worden (zie boven).

In het algemeen kan gezegd worden, dat met het zwelvermogen en de hoeveelheid oplosbare bestanddeelen, de kans op roestvorming toeneemt. Zeepvorming, zooals bij loodmenie-erven, gaat de zwelling tegen en verbetert ook de hechting, zoodat zich minder snel water tusschen verflaag en ondergrond kan dringen (blaasvorming). Bij dit vraagstuk is van gewicht, of het water snel of langzaam wordt opgenomen, resp. weer wordt afgestaan; evenzeer of het herhaald opnemen en weer afstaan van vocht een nadeeligen invloed heeft op de structuur van den film. Van zelf spreekt, dat hierbij, evenals trouwens bij de vochtdoorlaatbaarheid, de ouderdom van den verffilm een belangrijke rol speelt; immers bij veroudering der filmen ontstaan in water oplosbare en gasvormige ontledingsproducten uit het linnoxyn, dat daardoor poreuzer wordt.

Ook ten aanzien van de zwelling wachten nog vele problemen op een oplossing.

3. *Zandslijtweerstand.* Deze proef dient om na te gaan, hoe de verven, na voldoende doordroging, weerstand bieden tegen van bepaalde hoogte erop neervallend normaalzand. Hierbij bleek, tegen de verwachting in, dat niet de meest harde, maar daardoor broze, verven de grootste hoeveelheid zand verdragen, maar de zachte, elastische verven. Een dubbele verflaag verbruikt veel meer dan de dubbele hoeveelheid zand, als noodig is voor het doorslijten van een enkele laag; soms vier tot vijf maal zooveel. Ongetwijfeld zal hier de hechting van de verf op den ondergrond ook een faktor van belang zijn, waarvan niet zoo eenvoudig is uit te maken, welk aandeel zij bij de proef heeft.

4. In verband met de verwerking der verven is ook een begin gemaakt met het onderzoek naar de plasticiteit (*viscositeit*), alsmede naar de vloeibaarheid van de bindmiddelen en de verven. De gebruikte verven waren alle plastisch (meer of minder groote „yield value”). Bij de vloeibaarheid werd een karakteristiek verschil geconstateerd tusschen met lijnnolie of wateivaste vernis aangemaakte verven en die, waarin standolie werd gebruikt; de laatste vertoonen

namelijk, in tegenstelling met de eerste, een groote navloeiing, zoodat bij het opstrijken geen kwaststreken ontstaan. Ook bij dit onderzoek worden verschillende problemen nog nader uitgewerkt¹⁾.

Hiermede heb ik getracht in het kort aan te geven, op welke wijze door de Corrosie-Commissie het vraagstuk der grondverven bestudeerd wordt. Uit den aard der zaak heb ik in dit kort bestek niet te diep kunnen ingaan op de verschillende problemen, die zich hierbij voordoen. Trouwens tijdens het onderzoek komen telkens weer nieuwe te voorschijn. Toch mogen wij zeggen, dat reeds belangrijke gegevens, mede dank zij de uitgebreide opzet der proeven, zijn verkregen en mocht de juistheid of onjuistheid van vele meeningen en conclusies aan de hand van het verkregen materiaal worden aangetoond. In het belang van de corrosie-bestrijding is het daarom te hopen, dat de Corrosie-Commissie van de Stichting van Materiaalonderzoek in de gelegenheid mag blijven met haar nuttig werk voort te gaan.

Als laatste spreker hield P. J. Haringhuizen een voordracht over *de corrosie van metalen door olie* (onderzocht met behulp van de optische methode).

Over het proces van de aantasting van metalen door olie zijn nog weinig onderzoeken verricht. Dit komt, doordat de gebruikelijke methode (gravimetrische bepaling van de metaalhoeveelheid in een zekeren tijd van een proefstukje in oplossing gegaan) hier ongeschikt is; de kleine snelheid van oplossen maakt hetzij zeer lange waarnemingstijden, hetzij hooger temperaturen noodzakelijk. Zoo bepaalde K. Leo¹⁾ de corrodeerende werking van teerolie door meting van het gewichtsverlies van lange spiralen van ijzer, die gedurende eenige uren op 135° C in olie verhit werden; bij deze hooge temperatuur zal echter een kraking van de olie optreden, zoodat een vergelijking met de praktijk gevaarlijk wordt.

Om aan de bovengenoemde bezwaren te ontkomen, ontwikkelde Dr. W. R. van Wijk²⁾ een optische methode: dunne, door verdamping in hoogvacuum verkregen, metaallagen van meetbare lichtdoorlating worden door olie aangetast; de afmeting der laagdikte veroorzaakt een toeneming der lichtdoorlating, en als het verband van laagdikte en lichtdoorlating bekend is, kan de corrosiesnelheid bepaald worden. Dr. v. Wijk paste deze methode toe bij de bestudering van de aantasting van de injectie-pompen van dieselmotoren; hiertoe vergeleek hij de aantasting van ijzer door verschillende dieselolie-soorten.

Deze optische methode is door spreker, in samenwerking met den heer D. A. Was, toegepast bij een onderzoek van het proces van de corrosie van tin, lood en koper door minerale oliën³⁾. Dit onderzoek geschiedde in het Phys. Laboratorium der Rijks-Universiteit te Utrecht, ingevolge een opdracht van de International Tin Research and Development Council.

De metaallagen werden in hoogvacuum verdampt op stukjes spiegelglas door een wolframspiraal, die

het metaal bevatte, te verhitten door middel van een electrischen stroom. De glasplaatjes hadden een oppervlakte van 2.5×3.6 cm; slechts de helft van de oppervlakte werd met metaal bedekt. Om homogene metaallagen te verkrijgen moest het glasoppervlak zeer zorgvuldig gereinigd worden.

De doorlatingsmeting geschiedde met de opstelling weergegeven in fig. 1. De glasplaat ligt in den glazen bak B, gevuld met olie en geplaatst op de plank D, die als diafragma dient. De gloeilamp L, gevoed met constanten stroom, is afgebeeld op het vacuum-thermoëlement V; de uitslag van galvanometer G is evenredig met de intensiteit van het op V vallend licht. Eerst wordt de lichtintensiteit I_M gemeten door de metaallaag, dan de glasplaat verschoven, zoodat het licht valt door het onbedekte deel van de plaat (intensiteit I_G). De doorlating van de metaallaag (in %) is nu gegeven door $\frac{I_M}{I_G} \times 100$.

Deze methode heeft het groote voordeel alle invloeden van de doorlating of terugkaatsing van de olie te elimineeren.

Het verband tusschen de laagdikte en de lichtdoor-

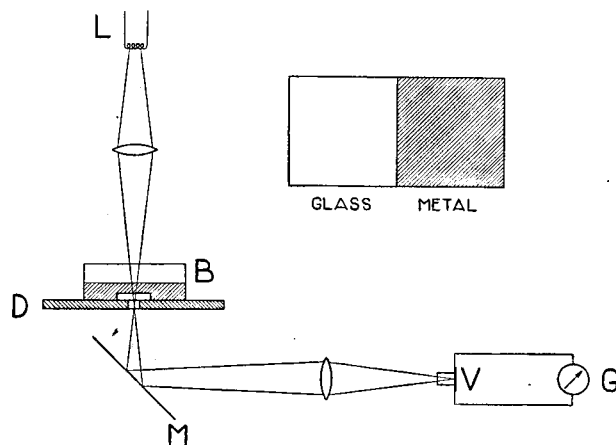


Fig. 1.

lating is voor elk metaal experimenteel bepaald; het bleek dat, uitgezonderd bij zeer dunne lagen, de logaritme van de doorlating een lineaire functie van de hoeveelheid metaal per cm^2 was.

Uit röntgenfoto's van de dunne metaallagen bleek, dat deze lagen dezelfde kristalstructuur bezitten als het normale metaal; de kristallen hebben echter zeer kleine afmetingen.

De metaallagen werden gecorrodeerd in 50 cm^3 olie in een glazen bak (diameter 9 cm), verhit in een electrische oven. Gebruikt zijn 3 verschillende soorten transformatorolie: Olie A vormt veel drab, weinig zuur; olie B vormt weinig drab, veel zuur; olie C vormt weinig drab, weinig zuur.

Bij koper is de aantasting gemeten bij temp. 20° C, 60° C en 90° C; zooals te verwachten was, neemt de corrosie sterk toe met de temperatuur. Als functie van den tijd is de aantasting sterk in het begin, en wordt later veel minder; dit geeft het idee, dat een beschermende laag gevormd wordt. Deze onderstelling wordt versterkt door het feit, dat na eenigen tijd wederom een plotselinge versnelling van de aantasting optreedt. Dit verschijnsel, dat bij alle proeven met koper gevonden is, wijst op een doorbraak van de beschermende laag.

¹⁾ Vergelijk voorts de jaarverslagen en rapporten van de Stichting van Materiaalonderzoek en de Verfkroniek van 15 Maart 1935.

²⁾ K. Leo, Gas und Wasserfach 68, 484 (1925).

³⁾ W. R. van Wijk, J. Ind. Eng. Chem. 7, 48 (1935).

⁴⁾ P. J. Haringhuizen and D. A. Was, Versl. Akad. Wetenschappen Amsterdam 39, 201 (1936).

Bij tin en lood (op 90° C) trad nooit een dergelijke doorbraak op; de beschermende laag is op deze metalen veel resistenter. De curve, die het verband tusschen de opgeloste hoeveelheid metaal en den tijd aangeeft, is lineair, behalve in het begin als de beschermende laag opgebouwd wordt. Later is de diffusiesnelheid van de corrodeerende stof door deze laag de factor die de corrosiesnelheid bepaalt.

De metingen in olie A leverden voor de waarden van de helling van de rechte lijnen bij: tin 0.0021 γ/cm^2 per uur; lood 0.0044 γ/cm^2 per uur.

Dit maakt het waarschijnlijk, dat, hoewel in het beginproces tin sneller corodeert dan lood, gedurende de lange tijden van contact, die in de praktijk voorkomen de totale corrosie van tin minder zal zijn dan die van lood.

Ook de metingen in olie B en C leverden dezelfde typen van curve; hoewel olie B veel zuur vormt door de veroudering gedurende de duur der meting (na 1000 uur is het zuurgetal 5.0), bleek de waarde van de helling der rechte lijn nog iets kleiner te zijn dan bij de olie A en C (met zuurgetal ± 0.05). Na een uitvoerige beschouwing van de mogelijke verklaring van dit verschijnsel, komt spr. tot de conclusie, dat de concentratie van de corrodeerende stof klein is in vergelijking met die van het beschikbare zuur.

De verkregen curven kunnen beschreven worden met de volgende experimenteele vergelijking:

$$Q_t = \frac{\alpha t}{1 + \beta t} + \eta t$$

waarin: t is de tijd, Q_t de opgeloste hoeveelheid op tijd t , α , β en η constanten zijn.

Als $Q'_t = Q_t - \eta t$, dan volgt:

$$\frac{1}{\alpha} (1 + \beta t) = \frac{t}{Q'_t}$$

Inderdaad, geeft t/Q'_t uitgezet tegen t een rechte; langs grafischen weg zijn dus ook α en β te bepalen.

Om een mathematische beschrijving van het proces te verkrijgen, is uitgegaan van de door de experimenteele resultaten gegeven ideeën.

Onderstellen we een heterogene reactie tusschen een metaaloppervlak en een zuur van constante concentratie c_0 . Op het oppervlak wordt een laagje van reactieproducten gevormd; is de diffusiesnelheid door dit laagje klein t.o.v. de reactiesnelheid, dan zal de concentratie van het zuur aan het oppervlak (c_s) afnemen, en ten slotte constant worden als het gehele proces bepaald wordt door de diffusiesnelheid.

Bij verwaarloozing van de terugvorming van zuur uit de reactieproducten wordt:

$$\frac{dQ_t}{dt} = A c_s \dots \dots \dots (1)$$

Bij de berekening van afneming van c_s is ondersteld, dat de beschermende laag een constante dikte δ heeft; deze benadering is noodig om een oplosbare differentiaalvergelijking te krijgen.

Dan volgt:

$$-\frac{dc_s}{dt} = A c_s - \frac{D}{\delta} (c_0 - c_s) \dots \dots \dots (2)$$

waarin D de diffusieconstante is.

Uit deze vergelijkingen is af te leiden:

$$Q_t = \frac{A^2}{(A + D/\delta)^2} c_0 \left[1 - e^{-(A + D/\delta)t} \right] + \frac{A D/\delta}{A + D/\delta} c_0 t.$$

Door reeksontwikkeling volgt hieruit:

$$Q_t = \frac{A^2}{A + D/\delta} c_0 \frac{t}{1 + \frac{A + D/\delta}{2} t} + \frac{A D/\delta}{A + D/\delta} c_0 t,$$

welke van dezelfde vorm is als de experimenteele formule.

Uit de constanten α , β en η is dus A , c_0 en D/δ te berekenen.

De resultaten geeft tabel I.

Tabel I.

Metaal	Olie	$\alpha \cdot 10^4$	β	$\eta \cdot 10^5$	A	$\frac{D}{\delta} \cdot 10^4$	C_0 mol/cm ³ in γ mol/cm ³	Zuurconc. in γ mol/cm ³	Zuurgetal
Sn	A	18.5	0.027	1.8	0.054	4.9	0.035	1.8 —4.5	0.02 —0.05
Sn	B	16.8	0.022	1.4	0.044	3.7	0.038	0.9 —450	0.01 —5
Sn	C	16.8	0.032	2.4	0.064	9.2	0.026	0.9 —1.8	0.01 —0.02
Pb	A	6.3	0.050	2.1	0.10	34	0.006	1.8	0.02

Ter vergelijking is in de bide laatste kolommen het zuurgetal van de olie en de hieruit berekende zuurconcentratie opgenomen. Het feit, dat de berekende concentratie c_0 van de corrodeerende stof zeer veel kleiner is dan de concentratie van het zuur, bevestigt de vroeger gemaakte onderstelling.

Experimenteel is getoetst dat de resultaten niet beïnvloed zijn door een eventuele uitputting van de corrodeerende stof.

Spr. eindigde met nogmaals te wijzen op de voordelen, die deze optische methode bezit en deelde mede, dat in Utrecht ook metingen geschieden over de corrodeerende werking van smeeroilen op metalen.

BOEKAANKONDIGINGEN.

Sprecher von Bernegg, Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen, III. Teil: Genusspflanzen, 3. Band: Der Teestrauch und der Tee, Die Mate- oder Paraguay-tee-pflanze. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1936, 432 pp., 88 Abb., 16 $\times$ 24 cm, geheftet RM. 31.—, geb. RM. 33.—.

Den schrijver, en ook den uitgever, mag een compliment niet onthouden worden voor het zoo spoedig doen volgen van den derden band op twee vorige, die op cacao en kola, koffie en guaraná betrekking hebben. Na het verschijnen van tabak zal het derde deel van dit standaardwerk: Genusspflanzen compleet zijn. Opzet en uitvoering van dezen band zijn gelijk aan die van de twee eerste; de cultuur, in den meest uitgebreiden zin, staat ook nu weer op den voorgrond. De lezer, die zich voor de details van de chemie van de thee interesseert, moge naar het ook onlangs uitgekomen, overigens op veel minder hoog wetenschappelijk peil staande, werk „All about Tea”, van Ukers, verwezen worden, die de bewerking van dit hoofdstuk aan een theechemicus toevertrouwd.

Ook deze band zal niemand, die zich over een of ander

onderdeel van het betreffende gewas wil oriënteren, teleurstellen. Als wij mededeelen, dat een bij uitstek deskundige, Dr. Ch. J. Bernard, oud-directeur van het proefstation voor thee te Buitenzorg, zich in een woord vooraf vol lof over dit boek uitlaat, kan een verdere aanbeveling onzerzijds gerust achterwege blijven. A. J. Ultée.

* * *

H. Bach, Die Grundlagen und Verfahren der neuzeitigen Abwässerreinigung. Sonderdruck aus Ergebnisse der angewandten physikalischen Chemie, IV. Band. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., 1936, 178 blz., 16 × 24 cm, RM. 16.—.

Eenigen tijd geleden besprak ik te dezer plaatse een ander boekje van denzelfden schrijver, n.l. Die Abwässerreinigung (Oldenbourg, 1934). Dit nieuwe werkje is op nagenoeg denzelfden leest geschoeid, doch gaat iets dieper op de verschillende theoretische zijden der afvalwater-vraagstukken in en belicht ze dus van een anderen kant. Ook hier treft de duidelijke uiteenzetting (doch ook hier geeft die der bacteriestofwisseling, blz. 233, aanleiding tot critiek), de vele en goede afbeeldingen, de „fachmännische“ indeeling der stof en de uitvoerige litteratuurverwijzing.

Een leerzaam en aanbevelenswaardig werkje!

Jan Smit.

CHEMISCHE KRINGEN.

Chemische Kring Breda. Op 13 Mei l.l. hield deze kring een excursie naar de Teolin-Verf- en Vernisfabriek der Firma Wage-makers en Zn. te Breda. Tijdens het bezoek aan de verschillende afdelingen als grondstofmagazijnen, oliestokerij, laboratorium, de eigenlijke fabricatie-afdelingen enz. werden vele vragen gesteld, die getuigden van de belangstelling der bezoekers. Tenslotte werd nog een welgeslaagde demonstratie gegeven, waarbij het practisch onbrandbaar zijn van hout, bestreken met de door deze firma gefabriceerde brandwerende verf Teocote, duidelijk bleek.

* * *

Haarlemsche Chemische Kring. De Kring besloot dit seizoen met een excursie naar de N.V. Pieter Schoen-Verffabrieken te Zaandam op 20 dezer, onder leiding van Dr. J. Rinse. Van deze hoogst interessante bedrijven op lak- en verfgebied kregen de bezoekers de meest aangename en nuttige indrukken.

PERSONALIA, ENZ.

Dr. S. van Velzen Camphuis † Op den 1sten Mei 1936 overleed, in den ouderdom van 61 jaar, Dr. S. van Velzen Camphuis, directeur der N.V. Amsterdamsche Kininefabriek.

Dr. S. van Velzen Camphuis werd 3 September 1874 te Sneek geboren, volgde de H.B.S. aldaar en studeerde aanvankelijk aan de Universiteit van Amsterdam in de pharmacie; later ging hij voor zijn opleiding tot militair apotheker bij het O.I.L. naar de Universiteit te Utrecht, alwaar in Januari 1899 het praktisch apothekersexamen door hem werd afgelegd. Vervolgens bekwaamde hij zich te Utrecht onder leiding van Prof. Eykman als bacterioloog en vertrok einde 1899 naar Indië als militair apotheker.

In 1902 werd hem op verzoek eervol ontslag verleend uit dezen dienst. Hij ging toen over naar de Bandoengsche Kininefabriek, waarvan hij in 1903 tot beheerder werd aangesteld.

Sedert dien tot aan zijn overlijden heeft Dr. Camphuis zich steeds aan de belangen van de kinine-industrie gegeven en eveneens veel werk gedaan om een samengaan van de kina-producenten met de kininefabrikanten te bevorderen.

In 1916 repatrieerde hij om de belangen van de Bandoengsche Kininefabriek in Holland te behartigen. Toen in 1920 een nauwere samenwerking tot stand kwam tussen de Amsterdamsche, de Bandoengsche en de Nederlandsche Kininefabriek, werd Dr. Camphuis bestuurslid van deze combinatie.

In het jaar 1922 aanvaardde hij tenslotte het directeurschap van de N.V. Amsterdamsche Kininefabriek.

Tusschen zijn veelvuldige werkzaamheden op industrieel gebied heeft Dr. Camphuis gelegenheid gevonden om den 9en November 1920 te promoveeren tot doctor in de artseneijbereikunde aan de Universiteit van Amsterdam op een proefschrift, getiteld „Het

vraagstuk der verbetering van de Inlandsche copra in Nederlandsch-Indië”.

* * *

Aan de Universiteit te Leiden is bevorderd tot doctor in de wis- en natuurkunde, op proefschrift „Derivaten der oxydatie-producten van glycerine”, de heer H. P. den Otter, geboren te 's-Gravenhage.

* * *

Aan de Universiteit te Groningen zijn geslaagd: voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak chemie, de heer W. Stevens; voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde L de heer B. J. Graatsma.

* * *

Aan de Universiteit te Leiden zijn geslaagd: voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak chemie, mejuffrouw C. R. van den Handel; voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak pharmacie, mejuffrouw G. van Rij; voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde L de dames F. G. Bakker, F. E. Droogleever en N. Hoedemaker.

* * *

Aan de Universiteit te Utrecht zijn geslaagd: voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak chemie, de heer M. van der Waarden; voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde F de dames M. K. Anton en J. Smid en de heeren F. S. Pels, G. J. Snaauw (met lof) en G. van Veersen; voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde L mejuffrouw H. van Aken.

* * *

Aan de Universiteit van Amsterdam is toegelaten als privaat-docent voor capita selecta der organische chemie Dr. J. Overhoff.

* * *

Dr. W. van Rijn is benoemd tot eerlid van het Rotterdamsch Natuurkundig Genootschap.

* * *

Bij Kon. besluit van 6 Mei zijn, met ingang van 15 Mei 1936, aan de inspecteurs van de Volksgezondheid bij den dienst, welke in het bijzonder is belast met de handhaving van de wettelijke bepalingen op de uitoefening van de artseneijbereikunde en van de Warenwet en met de zaken, rakende de hygiëne van bodem, water en lucht, nader als ambtsgebieden aangewezen:

aan Dr. J. W. de Waal, te Leeuwarden, het gebied van de keuringsdiensten voor waren Friesland, Groningen, Drenthe en Alkmaar;

aan Dr. W. H. Bloemendal, te Arnhem, het gebied van de keuringsdiensten voor waren Enschede, Nijmegen, Zutphen en van Utrecht, voor zoover gelegen ten zuiden van Rijn en Lek;

aan den heer A. H. v. d. Velde, te Breda, het gebied van de keuringsdiensten voor waren Goes, 's-Hertogenbosch en Maastricht en van Dordrecht, voor zoover gelegen in de provincie Noord-brabant;

aan den heer C. G. Baert, te 's-Gravenhage, het gebied van de keuringsdiensten voor waren 's-Gravenhage en Rotterdam en van Dordrecht, voor zoover gelegen in de provincie Zuidholland;

aan Dr. C. L. de Fouw, te Amsterdam, het gebied van de keuringsdiensten voor waren Amsterdam en Haarlem en van Utrecht, voor zoover geleden ten noorden van Rijn en Lek.

* * *

In den cursus te Zwolle georganiseerd door de Nederlandsche Vereeniging voor Luchtbescherming, heeft Ir. J. W. Meuser Bourgognion, adjunct-directeur van de gemeentelijke gasfabriek en waterleiding te Nijmegen, op 22 Mei gesproken over gas- en brandbommen.

* * *

Dr. R. Houwink (Eindhoven) zal in September a.s. te Dresden, op uitnodiging van de Kolloid-Gesellschaft, een voordracht houden over „Kolloidchemie und Kolloidphysik der plastischen Massen” ter gelegenheid van de algemeene jaarvergadering dier vereeniging.

* * *

Verlichtingskunde. Aan de Rijksuniversiteit te Utrecht wordt in de laatste week van Augustus een vacantie-leergang georganiseerd, welke ten doel heeft voor afgestudeerden (physici, chemici, ingenieurs enz.), enkele onderwerpen betreffende licht en verlichting nader te behandelen, die voor deze afgestudeerden in hun praktijk van leeraar of bedrijfsphysicus, gemeente-ingenieur of technisch journalist e.d. van belang zijn, terwijl hun vroegere opleiding uit den aard der zaak aan deze onderwerpen destijds minder aandacht besteedde. Licht, lichteenheden, theoretische en

toegepaste lichtmeting, gasontladingsvers-hijnselen, gasontladingslampen en lichttoepassing zullen o.a. worden behandeld.

Als docenten hebben zich reeds tot medewerking bereid verklaard: Prof. Ornstein, Prof. van de Werfhorst, Dr. Brinkman, Dr. Elenbaas, Ir. de Jongh, Dr. Uytterhoeven en Dr. Vermeulen. Een klein prospectus met nadere bijzonderheden wordt op aanvraag aan belangstellenden toegezonden door de administratie van het Fysisch Laboratorium, Bijlhouderstraat Utrecht. Voor dekking van kleine onkosten is voor inschrijving voor dezen vacantieleergang een bedrag van f 2.50 vastgesteld.

* * *

Ter herdenking van den sterfday van den beroemden natuurkundige André Marie Ampère (1775—1836) hebben het bestuur en de directie van het Nederlandsch Historisch Natuurwetenschappelijk Museum te Leiden een samenkomst van corresponderende leden en verdere belangstellenden georganiseerd, die zal plaats vinden den 6den Juni e.k. In deze samenkomst, mede ter gelegenheid van het 5-jarig bestaan van het Museum (voor het publiek geopend 6 Juni 1936) zal Dr. E. J. Dijksterhuis een voordracht over Ampère houden; na afloop hiervan zal een bezoek aan het Museum worden gebracht.

Zij die in deze bijeenkomst belangstellen, kunnen zich voor introductie wenden tot den directeur van het Museum, Dr. C. A. Crommelin, Wasstraat 60, Leiden.

* * *

Institution of Petroleum Technologists. Op Vrijdag 8 en Zaterdag 9 Mei vergaderde het Engelsche Institution of Petroleum Technologists in den Haag in het gebouw van het Kon. Inst. v. Ingenieurs. De leiding van de technische vergaderingen was in handen van Prof. Dr. H. I. Waterman, die met Prof. van Royen en Ir. Wouter Cool de commissie van voorbereiding voor deze vergadering vormde. De vergaderingen op Vrijdag- en Zaterdagmorgen waren geheel gewijd aan de behandeling van vraagstukken op het gebied van den dieselmotor. Ir. G. D. Boerlage gaf een overzicht van organisatie en werkwijze van het Proefstation van de Bataafsche Petroleum-Mij. te Delft. Onder het motto „Ask the engine” is hier het onderzoek naar hetgeen in den motor geschiedt, welke brandstof voor een dieselmotor het meest geschikt is, hoe het gesteld is met motor-slijtage in verband met de gebruikte brandstof en smeermolie, etc., aangevat door een aantal motoren in te richten als beproevingsapparaat, waarbij het verloop der verbranding het moment van ontsteking en wat verder van belang is, wordt vastgelegd. Uit een volgende mededeeling „The correlation of tests on the ignition quality of diesel fuels, carried out at Delft and Sunbury” door Ir. Boerlage, Ir. Broeze, Le Mesurier en Stansfield bleek, dat door samenwerking en uitwisseling van methoden men er reeds in geslaagd is tusschen deze beide laboratoria met zeer uiteenlopende dieselmotorbrandstoffen een redelijke overeenstemming in resultaten te verkrijgen. Behalve met Engeland wordt ook met Amerika en Frankrijk samengewerkt om te komen tot internationale overeenstemming betreffende de methoden van beoordeeling, hetgeen voor een internationaal handelsproduct als minerale olie een eerste vereischte is. In den loop van de vergadering werd ook nader contact verkregen met de op dit gebied werkende Duitschers.

Nadat in den namiddag excursies waren gehouden, waarbij die naar het Proefstation van de B.P.M. begrijpelijkerwijs verreweg de meeste belangstelling trok, volgde op Zaterdagmorgen een tweede reeks voordrachten. Naast twee mededeelingen over andere onderwerpen (Ir. Hupkes, „Diesel rail transport in the Netherlands” en Ir. Lugt, „The design of pumps and injectors for diesel engines”) volgden drie voordrachten over onderzoek en specificatie van Dieselmotorbrandstofolie.

Een overzicht van de onderzoek-methoden gaf Dr. Garner, waarna C. H. Barton de specificatie van dieselo lie behandelde. Tot slot gaf Dr. Hagemann een overzicht van hetgeen tot dusverre in Duitsland, waar men eerst sinds betrekkelijk kort met dit onderzoek is aangevangen, bereikt is. Voor de weinige chemici onder het gehoor was het in zekeren zin teleurstellend het algemeene standpunt te constateeren, dat met behulp van analytische gegevens geen kwaliteitsbeoordeeling met voldoende zekerheid mogelijk is. Het sterkst kwam dit tot uiting bij de discussie, waar Ir. Broeze een aantal grafieken toonde, waarin de slechte correlatie van de in de machine bepaalde ontstekingsqualiteit met de analyse-gegevens werd gedemonstreerd. Uit de verschillende uit de analysecijfers afgeleide getallen, zooals het Boiling Point Gravity Number, Viscosity Gravity Number, Viscosity Index en Diesel Index Number kunnen berekende ceteen-getallen verkregen worden, die niet voldoende met de in de machine verkregen resultaten overeenstemmen, om daarop een conclusie te kunnen baseeren. De minst slechte overeenstemming leverde nog het Dieselindexgetal, een grootte, waarin soort, gewicht en aniline-

punt gecombineerd zijn en waarin derhalve een, van de chemische samenstelling sterk afhankelijke, grootte voorkomt. Bij de discussie wees ook Prof. Waterman op de mogelijkheid, wellicht verder te komen door meer fysische eigenschappen, afhankelijk van de chemische samenstelling, zooals b.v. de refractie in de beschouwingen te betrekken.

De tweede dag van de vergadering werd besloten met een geanimeerd diner in Hôtel de Witte Brug. Op Zondag en Maandag volgden excursies naar de afsluitdijk en bezoeken te Amsterdam aan het Laboratorium van den B.P.M., Werkspoor en de Kromhout-Motoren-Fabrieken. Een in aansluiting aan de vergadering in Nederland voorgenomen driedaagsch bezoek aan Duitschland ging wegens gebrek aan deelneming niet door.

TER BESPREKING ONTVANGEN BOEKEN

(aanvragen te richten tot de redactie).

- G. Peters, *Chemie und Toxicologie der Schädlingbekämpfung*. Verlag F. Enke, Stuttgart, 1936, 120 pp., 22 fig., RM. 9.20.
 M. Ulmann, *Molekülgrößen-Bestimmungen hochpolymerer Naturstoffe*. Verlag Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1936, 194 pp., 55 fig., RM. 14.—, geb. RM. 15.—.
 H. Brederick, *Vitamine und Hormone und ihre technische Darstellung*. I. Teil. Verlag S. Hirzel, Leipzig, 1936, 101 pp., RM. 6.—.
 E. J. Russell, *Boden und Pflanze*, 2. Aufl., uit het Engelsch. Verlag Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1936, 446 pp., 60 fig., RM. 30.—, geb. RM. 32.—.
 H. Balcke, *Wärme- und Kältetechnik*. Verlag W. Knapp, 1936, 168 pp., RM. 11.50, geb. RM. 12.—.
 Symposium on industrial fuels held at a meeting sponsored jointly by the American Society for Testing Materials and the Engineers Club of Philadelphia at Philadelphia, January 21, 1936. A.S.T.M., 1936, 70 pp., \$ 0.75.
 Annual report of the board of regents of „The Smithsonian Institution” for the year ending June 1933. U.S. Government Printing Office, Washington, 1935, 476 pp., \$ 0.70.
 L. W. Janssen, *Over mond- en klauwzeervirus; II. Zuivering van het virus door neerslaan; III. De bereiding van zeer zuiver virus*. Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage, 1936, 36 pp.
 Neusilber, Nickel-Informationsbüro G. m. b. H., Frankfurt a. Main, 1936, 22 pp.
 Canned Beer, Information Circular No. 1 of the International Tin Research and Development Council, 1936, 14 pp.
 Index to A. S. T. M. Standards and Tentative Standards. American Society for Testing Materials, January 1, 1936, 160 pp.
 Verslag over het jaar 1934 van de Vereeniging tot Exploitatie eener proefzuivelboerderij te Hoorn, A. Hondijk, Hoorn, 1935, 293 pp.
 Prof. Dr. G. Grijs' researches on vitamins 1900—1911 and his thesis on the physiology of the N. Opticus translated and reedited by a committee of honour on occasion of his 70th birthday. Gorinchem, J. Noorduyn en Zoon N.V., 1935, 254 pp.
 Beroepsuitoefening en toekomstmogelijkheden van Delftsche ingenieurs en Landbouwkundig ingenieurs. Deel V van het rapport van de commissie ter bestudeering van de toenemende bevolking van universiteiten en hoogeschoolen en de werkgelegenheid voor academisch gevormden. J. B. Wolters, Groningen, Batavia, 1936, 141 pp., f 1.50.
 I. M. Heilbron and H. M. Bunbury, *Dictionary of organic compounds*. Vol. II. Ecaine-Myrtillin chloride. Eyre and Spottiswoode, London, 1936, 846 pp., geb. £ 6.6.0 (3 vols. £ 15.15.0).

CORRESPONDENTIE, ENZ.

J. te A. Inderdaad zou het „stelsel van isotopie” of, zooals het bij de bestrijding van de werkloosheid onder de jeugd heet, „het stelsel van twee op één”, ook kunnen worden toegepast voor jeugdige chemici. Men vindt het trouwens reeds in menig laboratorium van universiteit of hoogeschool in den vorm van halve en kwart assistentschappen. Maar het denkbeeld is ook wel elders voor uitvoering vatbaar.

* * *

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, herausgegeben von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. De hoofdredacteur, Dr. Pietsch, Berlin W 35, Sigismundstrasse 6, ontvangt gaarne overdrukjes op het gebied der anorganische chemie. Hij hoopt het handboek in 1943 te kunnen voltooiën.

* * *

Men vraagt literatuur over de bereiding en eigenschappen van synthetische harsen en kunsthoorn.

* * *

Men vraagt literatuur over het bestrijden van motten. Tevens wenscht men een voorschrift voor het duurzaam motvrij-maken van kleeden, enz.

* * *

Correctietekens en Symbolen voor eenheden. Bij het persklaarmaken van handschriften gebruike men de symbolen voor eenheden, vastgesteld in Febr. 1927 door de Hoofdcommissie voor de normalisatie in Nederland (Normaalblad 333). Bij de correctie van drukproeven bezige men de correctietekens, vastgesteld in Nov. 1932 door genoemde commissie (Normaalblad 632).

Exemplaren van normaalbladen zijn verkrijgbaar voor f 0.15 per stuk bij den boekhandel en bij het Centr. Normalisatiebureau, Willem Witsenplein 6, 's-Gravenhage, postrekening 25301.

* * *

Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. In de eerste 5 afleveringen van jaargang 1936 zijn de volgende verhandelingen opgenomen:

- J. A. M. van Liempt, Die Verdampfungsgeschwindigkeit der Metalle in einer Gasatmosphäre.
 H. I. Waterman, J. J. Leendertse and W. A. A. Blanche Koelensmid, Polymerisation of pinene.
 E. M. Bruins, Einfache lyotrope Effekte (Viskosität).
 H. J. Backer, Sulfones hexavalentes de l'hexaméthylbenzène (Composés planradières III).
 H. J. Backer et G. Dijken, Éthers radières du pentaérythrol.
 M. G. ter Horst, The Spreading of Ovalbumin.
 K. Holwerda, P. E. Verkade und A. H. A. de Willigen, Vergleichende Untersuchungen über die Verseifungsgeschwindigkeit einiger einsäuriger Triglyceride unter Einfluss von Pankreasextrakt. I. Der Einfluss des Verteilungszustandes der Triglyceride auf die Verseifungsgeschwindigkeit.
 H. C. S. Snethlage, Oxidimetric analysis of binary mixtures of organic compounds.
 G. van Iterson Jr., Kurt H. Meyer und W. Lotmar, Ueber den Feinbau des pflanzlichen Chitins.
 J. van Heiningen, Explosion-Limits. I. On the influence of argon, nitrogen, helium and carbon dioxide on the explosion-limits of hydrogen, carbon monoxide, methane and butane in air.
 H. Gilman and K. E. Marple, Relative reactivities of organometallic compounds. VI. Boron.
 J. H. C. Merckel, Die Viskosität und die lyotropen Zahlen. Bemerkungen zu einer Abhandlung von E. M. Bruins.
 J. van Heiningen, Explosion-Limits. II. Theoretical part I: the occurrence of explosion-limits, their dependence on the pressure and the influence of dilution with an inert gas.
 Ch. C. P. Pacilly, The action of aliphatic isocyanates on hydrazine derivatives.
 H. J. den Hertog and J. P. Wibaut, On the reactivity of bromine atoms in brominated pyridines. Preparation of some 2:6-disubstitution products of pyridine.
 H. Gilman and K. E. Marple, Relative reactivities of organometallic compounds. VII. Aluminum and zinc.
 J. Böeseken, P. Cohen Henriquez and J. J. van der Spek, Interaction of groups in the same molecule.
 L. J. Curtman and A. A. Polachek, The systematic detection of acetate.
 J. A. M. van Liempt, Die Dampfdrucke des Caesiums.
 P. Terpstra and W. J. van Weerden, On the symmetry of the benzene molecule.
 P. C. Blokker, Viscosity of methyl alcohol and acetone above their boiling points.
 W. P. M. Matla, Dust explosions.
 P. Bruin, The total base exchange capacity of the soil and its relation to the humus and clay content.
 F. A. H. Schreinemakers and J. P. Werre, On osmotic complexes in which the pressure can differ on the two sides of the membrane. I.
 E. A. Pauw, Carbon suboxide and its reaction with amines.
 H. J. C. Tendeloo, The adsorption of calcium by gum arabic. Mineral electrodes. III.

F. H. Getman, Cryoscopic studies of solutions in formamide. I.

W. B. van Horssen, Nitration of benzanilide and its derivatives.

C. J. van Nieuwenburg and R. H. Dewald, The geochemical frequency of barium.

P. E. Verkade und J. van der Lee, Synthese von Glyceriden mit Hilfe von Trytilverbindungen. II. Zweisäurige Diglyceride.

B. Flaschenträger und K. Bernhard, Ueber β -Oxydation und ω -Oxydation.

T. van der Linden, Die Addition und die Additionsprodukte der Halogene und Benzenderivate. IV. Die Addition von Chlor und Brom an Monohalogenbenzen.

J. Overhoff, J. Boeke und A. Gorter, Das 2-(2-Pyridyl)-Alanin.

E. M. Bruins, Die Viskosität und die lyotropen Zahlen, Erwiderung auf J. H. C. Merckels Bemerkungen.

F. A. H. Schreinemakers and J. P. Werre, On osmotic complexes in which the pressure can differ on the two sides of the membrane. II.

T. van der Linden, Die Addition und die Additionsprodukte der Halogene und Benzenderivate. V. Die Addition von Chlor an die drei Trichlorbenzene.

W. Gaede, The interaction of diethyl oxalate and ethane diamine.

A. E. van Arkel, E. J. W. Verwey, M. G. van Bruggen, Ferrites. I.

E. J. W. Verwey, A. E. van Arkel, M. G. van Bruggen, Ferrites. II.

A. G. Oosterhuis and J. P. Wibaut, The pyrogenic rearrangement of 3-(2-pyridyl)-pyrrole.

J. H. de Boer and J. D. Fast, The α - β transition in zirconium in the presence of hydrogen.

H. J. Backer et C. H. K. Mulder, Les acides arsoncarboxyliques.

H. J. Backer et N. Benninga, L'acide disulfoacétique.

W. P. Jorissen and A. H. Belinfante, On induced oxidation in which ascorbic acid among others is the inductor.

J. W. Boehmer, Aliphatic isocyanates and their conversion into α -aryl- β -alkylureas.

Jan K. Podlewski und Jerzy Suszko, Zur Kenntnis der Hydrobromchinine.

Voor leden der Ned. Chem. Vereeniging kost een geheele jaargang slechts f 6.—. Men geve abonnementen op aan den secretaris-penningmeester Dr. G. J. van Meurs, Burgem. de Raadsingel 23f, Dordrecht.

VOLONTAIRSPLAATSEN DOOR BEMIDDELING DER COMMISSIE VOOR TEWERKSTELLING EN CRISISFONDS.

Zie voor de rubrieken B—X blz. 300.

De Commissie voor Tewerkstelling en Crisisfonds, Keizersgracht 732, Amsterdam C (spreekuur: Maandag en Donderdag van 1 tot 2 uur) maakt afstudeerende chemici opmerkzaam op de gelegenheid tot overleg met haar voor het vinden van een volontairsplaats in werk op door hen gewenscht gebied.

Verscheidene laboratoria hebben zich reeds bereid verklaard een of meer volontairsplaatsen beschikbaar te stellen, vele anderen zullen dit vermoedelijk doen, wanneer de Commissie daarom ten behoeve van een werklozen chemicus zou verzoeken. Zoo noodig kan de Commissie in de door volontairs gemaakte onkosten bijdragen of zelfs een bescheiden tegemoetkoming in levensonderhoud geven.

Het aantal practicanten bedroeg in April 29, van wie werkzaam in Hoogeschoollaboratoria 17, in praktijklaboratoria 9, in fabrieken 3.

Aan leiders van laboratoria, die plaatsen voor practicanten beschikbaar hebben, wordt verzocht dit aan de Commissie te melden onder inzending van een bericht ter opneming in deze rubriek.

**Plaatsingen in werkverschaffing door bemiddeling der
Commissie voor Tewerkstelling en Crisisfonds.**

Voor werklooze chemici, die over eenige jaren ervaring na hun laatste examen beschikken, worden werkobjecten van technische strekking gezocht. Over organisatie en voorwaarden zie men het Chem. Weekblad van 21 Maart 1936, pag. 179.

Het werk kan beloond worden met f 1.300 à f 1.700 per jaar.

Aan vereenigingen en industrieelen, die in het algemeen bereid zouden zijn een chemicus onder nader te omschrijven voorwaarden te laten werken, wordt verzocht, zich aan de Commissie T. & C. voorloopig bekend te maken, terwijl ook werklooze chemici, afgestudeerd aan Universiteit of Hoogeschool, die meenen voor deze plaatsingen in aanmerking te kunnen komen, schriftelijk bericht kunnen inzenden aan het Bureau van genoemde Commissie, gevestigd Keizersgracht 732, te Amsterdam-C.

Gevraagde betrekkingen*) (plaatsing gratis voor leden).

No. 276. Dr. in de scheik., bacterioloog, 36 jaar, oud-ass. R. univ., 4 jaar praktijk petroleumindustrie (tropen), 4 jaar praktijk pharm. industrie, alg. commercieele en industriele ervaring, vlot spreker en goed stylist, leidende functies bekleed hebbende, bekend met Spaansch, zoekt betrekking hier, in het buitenland of in de tropen.

No. 43. Dr. in de scheik., 30 jaar (org. chemie, levensmiddelen) met 2 jaar praktijk op het gebied der oliën en vetten, (onderzoek en scheiding van mengsels van oliën en/of vetten) en 1 jaar praktijk op pharmaceutisch-chemische fabriek (research-werk) zoekt anderen werkkring.

No. 87. Scheik. ing., diploma Delft 1926, met praktijk in zeepfabriek en analytisch laboratorium, zoekt betrekking. Eventueel later financieele deelneming.

No. 94. Dr. in de scheikunde te Amsterdam is bereid lessen te geven in scheik. en natuurkunde bij het gymnasium en middelbaar onderwijs en met studenten te repeteeren: anorg., organ., fysische en physiol. chemie.

No. 105. Dr. in de scheikunde, 33 jaar, gehuwd, organicus, laboratoriumpraktijk levensmiddelenleer en textielchemie, praktijk conservenindustrie, theoretische en practische photographie, chem. pharmac.-industrie, volledige practische handelsopleiding, zelfstandig correspondent in de moderne talen, leidende commercieele positie bekleedend, wenscht van betrekking te veranderen. Eventueele latere financieele deelneming niet uitgesloten.

No. 136. Chem. drs., physico-chemicus, kristallograaf, ook analytisch en anorganisch-chemisch goed onderlegd, met tweejarige ervaring in pharmaceutisch bedrijf, zoekt anderen werkkring.

No. 361. Scheik. ing., 35 jaar, 5-jarige veelzijdige ervaring, o.a. als chef van het contrôle-lab., technoloog petrol. fabr., paraffine- en smeeroliefabr., kraakinstallatie, in het bezit van boekhouddiploma, economisch geschoold, zoekt werkkring.

No. 397. Scheik. ing., 27 jaar, met algemeene technische ontwikkeling, fysisch en electrotechnisch geïntereerd, binnen- en buitenlandse ervaring op commercieel gebied, zoekt passende werkkring of relatie's met firma's voor het geven van adviezen of het verrichten van technisch propaganda-werk.

TEN GESCHENKE AANGEBODEN:

Vierteljahresschr. Fortschr. Geb. d. Chem. d. Nahr.-Genussm. 8—11 (1893—1896).

Jahrb. Chem. (R. Meyer) 1—4 (1891—'94).

Techn.-chem. Jahrb. (Biedermann) 16—19 (1893—'97).

Jahresber. Untersuch. Zuckerfabrikation (Stammer), 33—34 (1813—'94).

B. v. Possanen, Chem. Technologie d. landwirtsch. Gewerbe u. s. w. 1893.

R. Frühling u. J. Schulz, Anl. z. Untersuch. d. Materialien u. s. w. f. d. Zucker-Ind., 1891.

G. Lotman, Handb. b. h. onderz. der stoffen enz. der suiker-industrie, 1874.

v. Wagner-Fischer, Handb. chem. Technol. I, II (1886).

Ostwald, Grundriss allgem. Chem. 1890.

L. Ser, Traité physique industr. II (1890).

v. Miller—Kiliani, Kurzes Lehrb. anal. Chem. 1884.

*) Brieven te richten tot de Chem. Arbeidsbeurs Keizersgracht 732. Amsterdam (met ingesloten porto voor doorzending).

Zur Erinnerung an R. Fresenius, 1897.

Bujard-Baier, Hilfsb. Nahrungsmitt. Chemiker, 1894.

Hartleben, Kartoffel- u. Getreidebrennerei, 1885.

W. Herzberg, Papierprüfung, 1888.

D. J. Coster—R. J. Opwyrd, Handl. b. h. gebruik v. d. Pharmacop. neerl., III (1886).

E. Salkowski, Praktikum d. physiol. u. pathol. Chem. 1893.

Ali Cohen, Openb. Gezondheidsregeling, I, II (1872).

H. Albrecht, Prakt. Gewerbehygiene, 1896.

K. B. Lehmann, Methoden prakt. Hygiene, 1890.

Dissertaties van W. J. C. Kooper (1927), H. E. Th. v. Sillevoldt (1899), G. W. P. van Maarseveen (1897), J. J. Bovin (1917), A. E. Korveze (1930).

Aanvragen te zenden aan het Redactie-Bureau met ingesloten porto voor doorzending.

VRAAG EN AANBOD.

Correspondentie wordt over deze rubriek niet gevoerd: de Redactie zendt alleen brieven door, waarvoor men porto insluit.

Ter overneming gevraagd:

Treadwell-Treadwell, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie II. Quant. Analyse.

Codex „Water”.

Chem. Weekblad, compleet tot 1934, geb.

Rec. trav. chim., compleet tot 1934, geb.

Cellulose-Chem., 1920 tot heden.

Kolloid-Z., compleet tot heden, geb.

Ter overneming aangeboden:

Chemical Abstracts 1933, 1934 (geb.) en 1935 (in afl.).

Intern. Critical Tables I t/m VI.

Lewis, A System of Physical Chemistry I—III, 1923/24.

Van der Waals-Kohnstamm, Thermodynamik, 1912/1923.

Waeser, Der Betriebschemiker, 1929.

Findlay, The Phase-rule, 1923.

Le Blanc, Elektrochemie, 1921.

Strassburger, Botanik, 1923.

Küster-Thiel, Rechentafeln, 1929.

Lorentz, Natuurkunde I/II, 7e druk, 1919.

Tschermak, Mineralogie, 1921.

Arndt, Physikalisch-chemische Technik, 1923.

Journal of the American Chemical Society, 1931/1932.

Exner, Vorlesungen ü. d. physik. Grundlagen d. Naturwiss. 1922.

Adams, Elementary labor. exper. in organ. chemistry, 1928.

Planck, Thermodynamik, 1921.

Ostwald, Grundriss allgem. Chemie, 1920.

Reindersma en v. Lohuizen, Natuurkunde I, 1929.

Vanino, Präparative Chemie I en II, 1913/1914.

Biltz, Übungsbeispiele anorg. Chemie, 1920.

Runpf, Der Gasschutz, 1928.

Kruijdt, Inleiding fysische chemie, 4e druk, 1929.

Adams/Marvel, Organic Chemical Reagents I—IV, 1920/22.

Doppelrefractometer van Zeiss, compleet met temperaad.

Ultraloupe met voorwerpbelijting.

Stel van vier areometers (s.g. 0.7—2.0) en thermometer (gecontroleerd) en cylinderglas in etui.

Stel alcoholmeters met thermometer in etui en bijbehorende tafels van Baumhauer.

De opgaaf van het aangeboden en gevraagde wordt driemaal geplaatst. Wenscht men daarna nog plaatsing, dan is daarvoor een nieuwe opgaaf noodig. Men wordt dringend verzocht, dadelijk kennis te geven, indien plaatsing niet meer noodig is.

Vacatiecursus over „Theorie der chemische binding”.

Prof. Dr. A. E. van Arkel (Leiden) zal op 5 à 6 avonden in Juni een vacatiecursus houden te Roozendaal (N.Br.) over de „Theorie der chemische binding”.

Deelnemers kunnen zich aanmelden bij den Heer C. P. A. van Eck, Ludwigstraat 5 te Roozendaal, die aan de deelnemers nader de data en plaats van den cursus zal melden. De deelnemers moeten f 10.— storten op postgiro 111913 van het Pharmaceutisch Laboratorium te Groningen.

Namens de Commissie voor
Vacatiecursussen,

D. VAN OS, Voorzitter.