

CHEMISCH WEEKBLAD.

Orgaan van de Nederlandsche Chemische Vereeniging.

ONDER REDACTIE VAN

Dr. L. TH. REICHER (Amsterdam) en Dr. W. P. JORISSEN (Helder).

Uitgever: D. B. CENTEN, Amsterdam.

Agent voor Ned. Indië: H. VAN INGEN, Soerabaja.

*Het auteursrecht van den inhoud van dit Blad wordt verzekerd volgens
de Wet van 29 Juni 1881, Staatsblad No. 124.*

Nº. 48. Amsterdam, 27 Augustus 1904. 1^e Jaargang.

INHOUD: W. P. JORISSEN, Fysisch-chemisch onderzoek van zeewater. — Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Vacature. — Correspondentie.

Physisch-chemisch onderzoek van zeewater

DOOR

W. P. JORISSEN.

§ 1. Sedert 1 October 1902 is officieel eene internationale samenwerking tusschen een achttal Staten tot stand gekomen, ten doel hebbende een stelselmatig onderzoek van het noordelijk deel van den Atlantischen Oceaan en de Noordzee. Tot deze acht — Denemarken, Duitschland, Finland, Groot-Brittannië, Nederland, Noorwegen, Rusland en Zweden, waarbij al spoedig België zich aansloot, — zal, naar zich laat aanzien, ook Frankrijk wel toetreden.

Hoe deze samenwerking tot stand kwam, zal hier niet besproken worden. Men zij hiervoor verwezen naar de artikelen van DR. P. P. C. HOEK in „Mededeelingen over Visscherij”, Ncv. en Dec. 1901 en Juli 1902, en in de „Verslagen Kon. Akad. van Wetensch.” XI, 400 (1902—'03), naar het opstel van DR. H. C. REDEKE in „Mededeelingen over Visscherij”, Jan. 1903, en naar het onlangs verschenen „Jaarboek van het Rijksinstituut voor het onderzoek der zee, 1903”, dat onder redactie van laatstgenoemden staat.

Het werkprogram omvat onderzoekingen, vallende onder twee hoofdruubrieken, n.l. 1^o. hydrografische of physisch-chemische en 2^o. biologische onderzoekingen, bij welke laatste vooral een aantal zaken, betrekking hebbende op de visscherij, aan de orde zijn.

Begrijpelijkkerwijs zal hier alleen de eerste rubriek ter sprake

kunnen komen, hoewel het voor de hand ligt, dat beide niet scherp te scheiden zijn. De bioloog toch tracht de waarnemingen van den chemicus over zoutgehalte, zuurstofgehalte, temperatuur, enz. te combineeren met de zijne over den aard en de verspreiding van het plankton, het trekken der visschen en dergelijke.

Duidelijk komt hier uit de noodzakelijkheid van samenwerking tusschen bioloog en chemicus, die ook op ander gebied reeds herhaaldelijk bleek. De bioloog is gewoonlijk te weinig chemicus, vooral physico-chemicus; den chemicus zijn meestal ook de eerste beginselen der biologie onvoldoende bekend.

§ 2. Het physisch-chemisch onderzoek geschiedt ten deele aan boord, ten deele in het laboratorium.

De waarnemingen aan boord vinden in hoofdzaak plaats tijdens de zoogenaamde „termijnvaarten”, reizen, die vier malen 's jaars op onderling overeengekomen tijdstippen (begin Febr., Mei, Aug. en Nov.) gehouden worden. Op deze reizen worden op bepaalde plaatsen (stations) watermonsters geschept en wel aan de oppervlakte, bij den bodem en op 5, 10, 15 enz. meters van de oppervlakte. Van deze monsters worden temperatuur, soortelijk gewicht, chloorgehalte en gasgehalte (zuurstof, stikstof en kooldioxyde) bepaald.

Verder worden o.a. richting en kracht van den stroom gemeten en den aard van den bodem nagegaan, terwijl ten slotte een aantal meteorologische waarnemingen, als temperatuur en vochtigheidstoestand der lucht, kracht en richting van den wind, barometerstand, bewolking, enz. verricht wordt.

Het biologisch onderzoek hierbij betreft hoofdzakelijk het onderzoek van het plankton (aard, hoeveelheid, verspreiding). ¹⁾

Aan de verschillende Staten is vrijheid gelaten, hun werk zoo

¹⁾ Wat het biologisch deel van het program betreft — en hier citeer ik hetgeen Dr. HOEK mededeelt in de Versl. Koninkl. Akad. v. Wetensch. ter aangehaalde plaats — „is men er ten slotte toe moeten komen zich, voorloopig althans, tot het bestudeeren van een tweetal hoofdpunten te bepalen. Het eerste hoofdpunt is het probleem van het trekken der visschen, zooals de haring, de kabeljauw, enz., in verband met het voorkomen van verschillende rassen of variëteiten van deze visschen en het optreden daarvan in verschillende jaargetijden op bepaalde punten van het onderzoeksgebied enz. Het andere probleem, waarmede men zich van den aanvang aan met groote energie zal bezighouden, is dat van den z.g. achteruitgang der visscherij, naar men aanneemt als gevolg van de allengs zeer groote uitbreiding van de visscherij, in het bijzonder ten gevolge van het in gebruik stellen van zoovele en zoo groote schrobnetten”.

in te richten, als hun dit wenschelijk voorkomt, behoudens het algemeen voorgeschrevene; gezamenlijk dragen zij de kosten van het te Kopenhagen gevestigde Centraal-Bureau, dat de uitvoerende macht is van den „Internationalen Raad voor het Onderzoek der Zee", waarin elk der genoemde Staten door twee leden vertegenwoordigd is. Voorzitter van dezen raad is Geheimrath DR. W. HERWIG, Hannover, tweede voorzitter PROF. OTTO PETERSSON, Stockholm, eere-penningmeester Haven-Kommandant C. F. DRECHSEL, Kopenhagen, secretaris DR. P. P. C. HOEK, te Kopenhagen

Te Christiania is gevestigd (voor de helft op kosten van de internationale samenwerking) een laboratorium met PROF. FR. NANSEN als directeur, voor het vergelijken en keuren van de werktuigen, die voor het hydrografisch onderzoek dienen.

§ 3. Met bovengenoemde waarnemingen zijn begrijpelijkerwijs de onderzoekingen, die betreffende het zeewater verricht zijn of kunnen worden, nog lang niet uitgeput. Een aantal zal in eenige der volgende paragrafen nog vermeld worden.

Hier zij in de allereerste plaats behandeld de wijzen, waarop de watermonsters verkregen worden. Terwijl deze voor water van de oppervlakte al zeer eenvoudig is, ligt het voor de hand, dat voor het scheppen van monsters op verschillende, vooral groote diepten, van zoodanige toestellen gebruik gemaakt moet worden, dat ook de minste twijfel buitengesloten is aan vermenging met water van andere diepte, dan de gewenschte. Ook moet de temperatuur van het geschepte monster voldoende langen tijd constant blijven.

Een der meest geschikte waterscheppers is die van PETERSSON. Het voor betrekkelijk geringe diepten ¹⁾ door hem geconstrueerde model, dat o. a. aan boord van het door Nederland gehuurde vaartuig, de zeesleepboot „Wodan", gebruikt wordt, is als volgt ingericht (fig. 1 en 2). ²⁾

In den koperen cylinder *c* bevindt zich een aantal concentrische cylinders, waarvan de binnenste het watermonster zal bevatten, terwijl de andere, die zich tevens met water vullen,

¹⁾ In het door Nederland te onderzoeken gedeelte van de Noordzee is de diepte hoogstens ongeveer 70 M.

²⁾ Meded. over Visscherij 1903, 63. De cliché's der fig. 1, 2, 4, 5, 6 en 7 zijn welwillend afgestaan door den Heer C. DE BOER, uitgever, te Helder.

het monster isoleeren. De cylinder *c* kan op en neer schuiven tusschen twee koperen stangen en waterdicht gesloten worden door het deksel *d* en den bodem *b*.

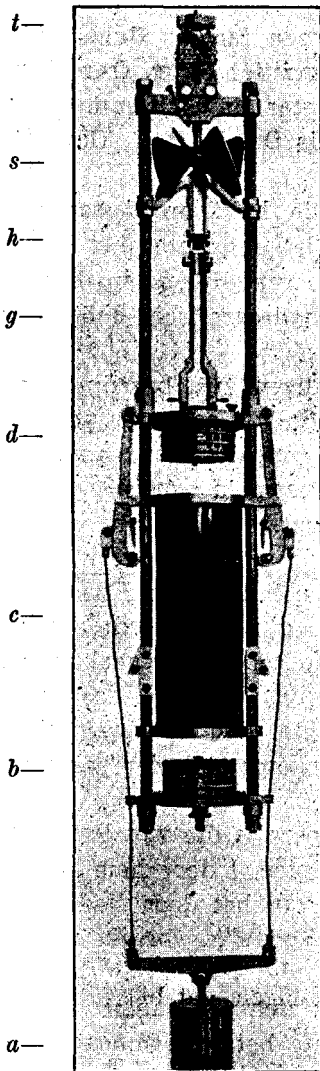


Fig. 1.

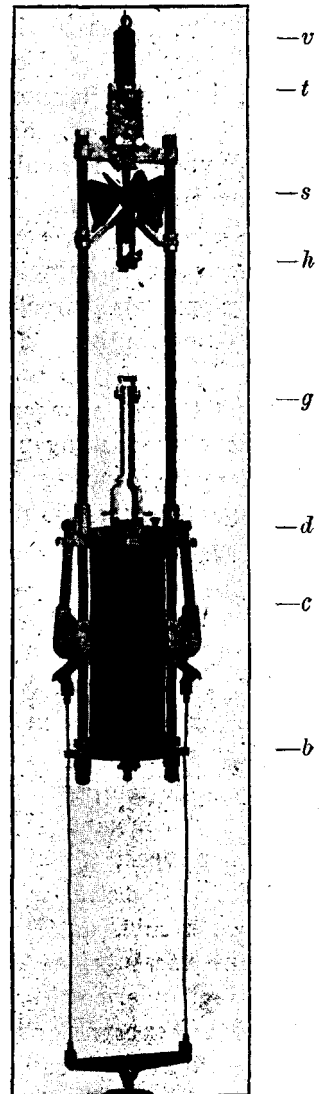


Fig. 2.

Men laat het toestel geopend neer en sluit het, wanneer het op de gewenschte, niet te groote, diepte is aangekomen, door middel van een valgewicht *v* (fig. 2), dat men langs den staal-

draad, waaraan men het toestel neerliet, laat glijden. Valt dit gewicht n.l. op den top *t*, dan laat de hoek *h*, waaraan het deksel door middel van het verlengstuk *g* hangt, dit los en valt het deksel, dat door het gewicht *a* (fig. 1) verzwaard is, op den cylinder. Deze valt nu eveneens en wel tot op den bodem *b*, waarbij de zijdelingsche haken (fig. 2 tusschen *b* en *c*) hem vastklemmen en daardoor eene waterdichte sluiting tot stand brengen.

Bij grootere diepten (boven 400 M.), waar eene fout van eenige meters niet schaadt, kan men de sluiting veroorzaken door het toestel, nadat het op de gewenschte diepte is gekomen, een paar meters omhoog te trekken. De vleugelschroef *s* geraakt dan in beweging en doet de haak, waaraan het deksel hangt, dit loslaten.

In het verlengstuk *g* met sleuf word een thermometer geplaatst, die mee omlaag gaat en waarop, zoodra het toestel weer aan boord is gebracht, de temperatuur van het watermonster wordt afgelezen.

Uit de kraan, die in den bodem is aangebracht, kan men nu het watermonster aftappen.

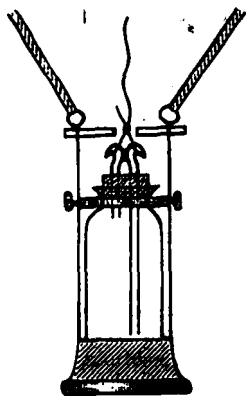


Fig. 3.

Een eenvoudiger toestel, dat gebruikt kan worden, indien men, niet de temperaturen behoeft te kennen, is onlangs beschreven door CLOWES¹⁾. Het komt vrijwel overeen met dat gebruikt door NATTERER²⁾. Eene door lood verzwaarde dikwandige flesch (fig. 3) is gesloten door eene caoutchoucstop. Door deze zijn twee glazen buizen gebracht, waarvan de eene juist beneden de stop uitkomt, de ander tot op den bodem reikt. Beide zijn van boven omgebogen, capillair uitgetrokken en daarna toegesmolten. Om deze aldus

gevormde haakjes heen is een koord geslagen, dat bij het neerlaten van het toestel slap hangt.

Is de gewenschte diepte bereikt, dan worden door een ruk

¹⁾ Journ. Soc. Chem. Ind. 1904, 359.

²⁾ Chem. Untersuch. im östl. Mittelmeer; Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch., math. naturw. Cl. Bd. 59 (1893).

aan dit koord de haakjes afgebroken en vult zich de flesch snel met zeewater daar ter plaatse.

Wordt het toestel spoedig omhoog gehaald, dan is het gevaar voor vermenging met ander water door de buizen heen buitengesloten.

§ 4. Het *soortelijk gewicht* van het zeewater, dat zoowel voor de kennis der zeestroomingen, als voor het bepalen van het zoutgehalte van belang is, kan, volgens besluit van de tweede internationale conferentie ¹⁾ bepaald worden door middel van een hydrostatische balans, een pyknometer ²⁾ of een areometer, waarbij voorzorgen in acht genomen moeten worden voor mogelijke storingen door temperatuursverandering, capillariteit, viscositeit, enz. Gestreefd moet daarbij worden naar eene nauwkeurigheid van 0,00004.

Het met het soortelijk gewicht overeenkomende *zoutgehalte* kan men opzoeken in de hydrographische tabellen van KNUDSEN. ³⁾

Bij het beoordeelen van de waarde van het soortelijk gewicht op groote diepten, moet rekening gehouden worden met de samendrukbaarheid van het water. Door een druk van 500 atmosfeeren neemt het gewicht van een liter zeewater met ongeveer 23 grammen toe. ⁴⁾ Van water, dat aan de oppervlakte een soortelijk gewicht 1,0284 bezit, wordt deze waarde op eene diepte van 100 M. 1,0286.

Wat het *maximum van dichtheid* betreft, zij ten eerste er op gewezen, dat dit door drukverandering verschoven wordt. Voor

¹⁾ 2. conférence internationale pour l'exploration de la mer réunie à Kristiania 1901, première partie, contenant le compte-rendu des séances et les résolutions, Kristiania, STEEN'ske Bogtrykkeri, 1901.

²⁾ KNUDSEN beschrijft in Wissensch. Meeresuntersuch. herausgeg. v. d. Komm. z. Untersuch. d. deutsch. Meere in Kiel und der Biol. Anstalt auf Helgoland, Abth. Kiel, N. F. Bd. 6 (1902), blz. 133 den pyknometer, die gebruikt werd bij de soortelijk-gewicht-bepalingen van zeewater, die later nader genoemd zullen worden bij de behandeling van andere grootheden en gebruikt zijn voor de samenstelling zijner Hydrographical Tables.

³⁾ Hydrographical Tables according to the measurements of CARL FORCH, J. P. JACOBSEN, MARTIN KNUDSEN and S. P. L. SÖRENSEN and with the assistance of BJÖRN-ANDERSEN, H. J. HANSEN, J. N. NIELSEN, B. TROLLE, ALFRED WÖHLK a. o., edited by MARTIN KNUDSEN. (The experimental investigations and the calculations have been undertaken according to the proposals and under the direction of an international committee consisting of H. N. DICKSON, MARTIN KNUDSEN, O. KRÜMMEL, S. MAKAROFF, Sir JOHN MURRAY, FRIDTJOF NANSEN and OTTO PETTERSSON), Copenhagen, G. E. C. GAD, London, WILLIAMS and NORGATE, 1901.

⁴⁾ G. SCHOTT, Physische Meereskunde Sammlung Göschel Leipzig, 1903.

zuiver water daalt de temperatuur van het maximum van dichtheid door een druk van 10,5 atm. van $4^{\circ},08$ tot $3^{\circ},04$ ¹⁾. Eene veel grootere verandering brengen opgeloste stoffen te weeg.

Reeds DESPRETZ ²⁾ nam dit waar. Hij vond, dat de verlaging recht evenredig is met de hoeveelheid opgeloste stof. Zeewater met een soortelijk gewicht van 1,0273 bij 20° (vergeleken met water van 20°) bleek een maximum van dichtheid te bezitten bij $-3^{\circ},67$. VON NEUMANN, die een mengsel van water van de Adriatische Zee, van de Middellandsche Zee en van den Atlantischen Oceaan onderzocht, vond als temperatuur van het maximum $-4^{\circ},74$ (s. g. 1,0281 bij 0° , vergeleken met zuiver water van 4°). ROSETTI ³⁾ nam bij water van de Adriatische Zee, in Juni geschept (s. g. 1,0267), een maximum waar bij $-3^{\circ},21$ en in November (s. g. 1,0281) een maximum bij $-3^{\circ},90$. Bij het vermelden van deze getallen, deelt ROSETTI tevens de vriespunten van het hem onderzochte zeewater mede. Deze lagen respectievelijk bij $-1^{\circ},90$ en $-2^{\circ},10$.

Onlangs is door KNUDSEN ⁴⁾ de temperatuur van het maximum van dichtheid van zeewater van verschillend zoutgehalte berekend uit eene empirische formule, die de afhankelijkheid van het soortelijk gewicht van de temperatuur voorstelt.

Deze formule is de volgende:

$$\sigma_t = \Sigma_t + (\sigma_0 + 0.1324)(1 - A_t + B_t(\sigma_0 - 0.1324)).$$

$\Sigma_t = (S_t - 1) 1000$, waarin S_t het soortelijk gewicht is van gedestilleerd water bij t° met betrekking tot gedestilleerd water van 4° .

$$\Sigma_t = -\frac{(t - 3^{\circ}.98)^2}{503,570} \cdot \frac{t + 283^{\circ}}{t + 67^{\circ}.26} \quad ^5)$$

$$A_t = t(4,7867 - 0,098185 t + 0,0010843 t^2) \times 10^{-3}$$

$$B_t = t(18,030 - 0,8164 t + 0,01667 t^2) \times 10^{-6}$$

$\sigma_t = 1000 (s_t - 1)$, waarin s_t het soortelijk gewicht van het zeewater bij t° is. Differentieert men σ_t naar t en stelt men het differentiaal quotient gelijk 0, dan krijgt men eene vergelijking,

¹⁾ Berekend door VAN DER WAAJIS, Beibl. Wied. Ann. 1, 511 (1877).

²⁾ Ann. chim. phys, 70, 5; Pogg. Ann. 41, 58 (1837).

³⁾ Pogg. Ann. Erg. Bd. 5, 273 (1871).

⁴⁾ Wissensch. Meeresuntersuch., Abth. Kiel. N. F. Bd. 6 (1902). Berechnung d. hydrogr. Tabellen und Diskussion der Ergebnisse von MARTIN KNUDSEN, Seite 183.

⁵⁾ THIESEN, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 17, 140 (1897); zie ook K. SCHEEL, zelfde tijdschr. blz. 331.

waaruit, bij oplossing van t , de temperatuur verkregen wordt, waarbij het soortgelijk gewicht van het zeewater het grootst is.

KNUDSEN berekende op deze wijze de volgende tabel:

σ_0	t	σ_0	t
0	3.947	18	— 0.837
1	3.692	19	— 1.107
2	3.435	20	— 1.377
3	3.176	21	— 1.647
4	2.916	22	— 1.915
5	2.654	23	— 2.182
6	2.391	24	— 2.448
7	1.127	25	— 2.712
8	1.861	26	— 2.975
9	1.595	27	— 3.235
10	1.327	28	— 3.493
11	1.058	29	— 3.749
12	0.788	30	— 4.003
13	0.518	31	— 4.254
14	0.247	32	— 4.501
15	— 0.023	33	— 4.746
16	— 0.294	34	— 4.987
17	— 0.566		

Daar deze temperaturen berekend zijn uit eene interpolatie-formule, is geen groote absolute nauwkeurigheid te verwachten, zooals KNUDSEN ook zelf opmerkt.

Wellicht zou eene experimenteele contrôle dezer tabel of van een deel er van, niet van belang onthloot zijn. Tevens zou daarbij de gelegenheid geboden worden, de drie methoden, die ter bepaling van de temperatuur van het maximum van dichtheid gebruikt zijn, onderling te vergelijken, te meer, daar tegen de zogenaaamde „electrische methode” van LUSSANA ¹⁾ bedenkingen in het midden zijn gebracht door DEGUISNE ²⁾.

Volgens LUSANNA krijgt men, bij het teekenen van den electrischen weerstand van zoutoplossingen als functie van de temperatuur, krommen, die bij de temperatuur van de grootste dichtheid

¹⁾ Atti R. Ist. Ven. (7) **4** (1892—93); Atti R. Accad. d. Fisiocritici (4) **7**, 1 (1895) (Ref.: Z. f. phys. Chem. **13**, 570; **19**, 510).

²⁾ Wied. Ann. **52**, 604 (1894).

een buigpunt vertoonen. Volgens hem zou men op deze wijze met minstens dezelfde nauwkeurigheid en veel gemakkelijker en sneller de bedoelde temperatuur kunnen bepalen dan door de dilatometrische methode.

DEGUISNE nu, die LUSANNA's proeven met oplossingen van kalium-, barium- en strontium-nitraat herhaalde, vond deze niet bevestigd. Hij vermoedt, dat LUSANNA de oplossingen niet zoo goed geroerd heeft als hij.

De dilatometrische methode, die door DESPRETZ ¹⁾ LUSSANA en BOZZOLA ²⁾, e. a. gebruikt is, behoeft hier geene nadere omschrijving. Over de thermometrische methode, die door DESPRETZ ¹⁾, EXNER ³⁾, DE COPPET ⁴⁾ e. a. is toegepast, zij alleen vermeld, dat laatstgenoemde de krommen teekent, die den gang der vijf in de oplossing geplaatste thermometers weergeven, zoowel bij langzaam stijgende als bij langzaam dalende temperatuur, wanneer hij als abscissen de tijdstippen van aflezing en als ordinaten de afgelezen temperaturen neemt.

Hij gebruikt dan, ter bepaling van de temperatuur van het maximum van dichtheid, zoowel de gemiddelden van de snijpunten dezer krommen, als de gemiddelden van de temperaturen, waarbij de krommen plotseling van richting veranderen.

§ 5. In plaats van het soortgelijk gewicht, wordt door KRUMMEL ⁵⁾ en door MANLEY ⁶⁾ voorgesteld den *brekingsindex* te bepalen ten einde verschillen in het zoutgehalte van zeewater vast te stellen.

KRUMMEL gebruikte een ABBE'schen refractometer. Volgens MANLEY zijn echter de volgende bezwaren aan dat toestel verbonden:

1°. de onvoldoende gevoeligheid, 2°. de verdamping van water uit den waterdruppel, op het vaste prisma gebracht, vóórdat hij bedekt kan worden door het tweede beweeglijke prisma, 3°. de onzekerheid in de temperatuur van het water tusschen de prisma's, ook al tracht men de prisma's door middel van water op een bepaalde temperatuur te brengen.

¹⁾ Ann. chim. phys. **70** (1839).

²⁾ Il Nuovo Cimento **35**, 31 (1894).

³⁾ Sitz. Ber. Akad. Wissensch. Wien **68**, 463 (1873).

⁴⁾ Ann. chim. phys. (7) **3**, 246, (1894).

⁵⁾ Ann. der Hydrographie 1894, 241.

⁶⁾ Proc. Roy. Soc. Edinb. **23**, 35 (1899–1900).

MANLEY gebruikte daarom het groote holle kwartsprisma en den spectrometer van de Royal Society. Voor bijzonderheden zij men verwezen naar zijne verhandeling.

Hier volgen alleen de uitkomsten:

No.	Soortelijk gewicht.	Brekingsindex.
1	1,02582	1,33882
2	1,02551	1,33875
3	1,02543	1,33871
4	1,02550	1,33875
5	1,02579	1,33878

Deze methode ter onderscheiding van onderling weinig verschillende zeewatermonsters is dus iets minder gevoelig dan de methode der soortelijkgewichtsbeplating. Bovendien is eene dergelijke nauwkeurige refractometer zeer kostbaar. Komt het er echter op aan een zeer groot aantal monsters te onderzoeken, bijv. in een centraal laboratorium, dan is deze methode wellicht aanbevelenswaardig.

Bij het Internationaal Noordzeeonderzoek wordt echter het zoutgehalte gewoonlijk bepaald door eene *chloortitratie*. Uit het chloorgehalte ¹⁾ kan dan het zoutgehalte berekend worden met de empirische formule van KNUDSEN $S = 0,030 + 1,8050 Cl$, waarin Cl voorstelt het chloorgehalte (gr. chloor is 1000 gr. zeewater).

Deze formule is door hem ²⁾ met de methode der kleinste quadraten afgeleid uit SÖRENSEN'S ³⁾ bepalingen van het zoutgehalte en het chloorgehalte.

Over hetgeen men onder *zoutgehalte* verstaat en de bepaling er van dient het volgende opgemerkt te worden.

FORCHHAMMER ⁴⁾ nam waar, dat bij het indampen van zeewater en verhitten van het achterblijvende zoutmengsel, ten einde al het water uit te drijven, een weinig zoutzuur ontwijkt met de laatste kleine hoeveelheden water.

TORNÖE ⁵⁾ wees er op, dat bij het tot droog indampen en

¹⁾ Inclusief het broomgehalte. Op 100 gew. d. chloor wordt 0,34 gew. d. broom gevonden: DITTMAR, Report of the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger 1873—76; Physics and Chemistry, Vol. 1 (1884). Het jodium komt slechts in uiterst geringe hoeveelheid voor.

²⁾ t. a. p., blz. 155.

³⁾ Wissensch. Meeresuntersuch. Abth. Kiel, N. F. Bd. 6 (1902), 140.

⁴⁾ Om Sövandets Bestanddele og deres Fordeling i Havet (Universitetsprogram i Anledning af H. M. K. Födelsdag 1859, Kjöbenhavn, p. 21.

⁵⁾ Den norske Nordhavs-Expedition, 1876—78, Chemi II og III.

daarna verhitten tot roodgloeihitte naast zoutzuur ook kooldioxyde ontwijkt. Hij verichtte de bepaling van het zoutgehalte als volgt. In een porceleinen kroes met goed sluitend deksel werd 30 tot 40 gr. zeewater afgewogen. Na indamping op het waterbad, werd ongeveer vijf minuten met de Bunsensche vlam verhit, en vervolgens afgekoeld en gewogen. De hoeveelheid magnesiumoxyde, die bij het indampen en gloeien gevormd was, werd nu door titreeren bepaald, waarbij rosolzuur als indicator dienst deed en omgerekend op magnesiumchloride.

Deze methode was echter SÖRENSEN niet nauwkeurig genoeg. Hij wil onder zoutgehalte verstaan: „de gewichtshoeveelheid van de in 1 K.G. zeewater aanwezige vaste stoffen, waarbij het broom door eene aequivalente hoeveelheid chloor vervangen is, al het carbonaat in oxyde is overgevoerd en al de organische stof verbrand is”.

Dit „zoutgehalte”, dat zeer nauwkeurig kan bepaald worden, is nu wel geringer dan het werkelijke, maar het verschil is gering.

Stel dat 1 K.G. zeewater 65 mgr. broom en 52 mgr. neutraal gebonden kooldioxyde bevat, dan vindt men bij het bepalen van het zoutgehalte volgens SÖRENSEN $35\frac{0}{100}$ in plaats van 35,088 (de carbonaten als normale carbonaten gerekend); het verschil is slechts $\frac{1}{400}$ van de geheele zouthoeveelheid. Zijne methode is nu de volgende. Naar gelang van het zoutgehalte worden 150 tot 300 cM³. zeewater afgewogen, met zoutzuur zwak aangezuurd, op het waterbad in een porceleinen kroes ingedampt, ten slotte onder herhaalde toevoeging van chloorwater, ten einde het broom uit te drijven en de organische stof te oxydeeren.

Na tot eene brei te zijn ingedampt, wordt de massa overgebracht in een weegfleschje met goed sluitenden stop, waarbij met gedestilleerd water wordt nagespoeld. Daarna wordt in een drogen luchtstroom ingedampt bij 90° in een door electriciteit verwarmd droogkastje, vervolgens wordt in een tweede droogkastje 24 uur langzamerhand verhit tot 380° en daarna in een derde 24 uur tot 480°. Na het deksel gesloten te hebben wordt eerst afgekoeld in het droogkastje, daarna in den exsiccator. Bij het wegen dient een tweede weegfleschje als tarra.

De wijze, waarop SÖRENSEN de chloorbepalingen verrichtte, is de volgende. Bij de gewogen hoeveelheid zeewater of het bij de zoutgehaltebepaling verkregen residu, wordt iets meer zilver-

nitraatoplossing gevoegd dan noodig is voor het neerslaan van het aanwezige chloor. Deze oplossing wordt gemakshalve zoo sterk genomen, dat 1 cM³. ongeveer noodig is voor 1 cM³. zee-water van 35‰ zoutgehalte. De toegevoegde hoeveelheid zilver-nitraatoplossing wordt gewogen, daarna wordt geschud en laat men een nacht staan in donker. Bij rood licht wordt afgefiltreerd en het zilverchloride gewasschen met gedestilleerd, zoo noodig een weinig salpeterzuur bevattend, water.

Filtraat en waschwater worden op het waterbad ingedampt tot een klein volume en getitreerd met een $\frac{1}{20}$ -normale rhodaan-ammonium-oplossing en $\frac{1}{20}$ -normale zilvernitraatoplossing. De grootste afwijking tusschen twee bepalingen van hetzelfde monster bedraagt niet meer dan $\frac{1}{2000}$ en blijft gewoonlijk onder $\frac{1}{3000}$ van de geheele hoeveelheid.

De chloorbepaling geschiedt vlugger en met voldoende nauwkeurigheid op de volgende wijze ¹⁾: Met een pipet, die hiernevens is afgebeeld (fig. 4) en die juist 15 cM³. inhoudt, wordt afgemeten zoogenaamd „normaalwater” ²⁾, dat is gefiltreerd zee-water, waarvan chloorgehalte en soortelijk gewicht nauwkeurig zijn bepaald (bijv. resp. 19,380 en 1,028142).

Uit een buret van nevenstaanden vorm (fig. 5) laat men eene zilvernitraatoplossing toevloeien van zoodanige sterkte, dat ongeveer evenveel buretverdeelingen worden verbruikt, als de hoeveelheid chloor van het normaalwater is ‰ bedraagt. Kaliumchromaat dient daarbij als indicator.

Met deze zilvernitraatoplossing onderzoekt men nu op dezelfde wijze de monsters zeewater.

Daar men minstens 16 cM³. der zilvernitraatoplossing noodig heeft, is de buret tusschen 0 en 16 niet onderverdeeld en is, ter verkorting van de buis, deze daar tot een bol uitgeblazen.

De nauwkeurigheid, die volgens de besluiten van de tweede internationale conferentie (1901) geëischt wordt, is 0,05‰, d.w.z. 0,05 op 35. ³⁾

In procenten van het zoutgehalte uitgedrukt, bedraagt de nauwkeurigheid dus ongeveer 0,15%.

¹⁾ The Danish Ingolf Expedition I, 2, Hydrography by M. KNUDSEN, Copenhagen, 1899.

²⁾ Zie M. KNUDSEN, On the Standard Water used in the Hydrographical Research until July 1903, conseil perman. internat. pour l'expl. de la mer, publications de circonstance no. 2, Copenhagen, 1903.

³⁾ Bij een chloorgehalte van 19,38‰ behoort n.l. een zoutgehalte van 35,01‰.

Gebruikt men de Hydrografische Tabellen van KNUDSEN, dan kan men zeer snel uit de buretaflezingen het chloorgehalte van het water vinden. Hier wordt volstaan met eene verwijzing naar die tabellen.

Wil men alleen verschillen in het zoutgehalte vaststellen, dan kan ook dienen de bepaling van de *electrische geleidbaarheid*. Deze werd reeds door VAN DER PLAATS ¹⁾ gebruikt voor het nagaan

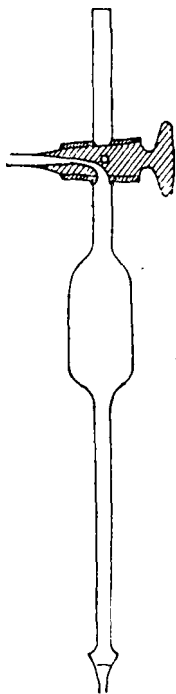


Fig. 4.

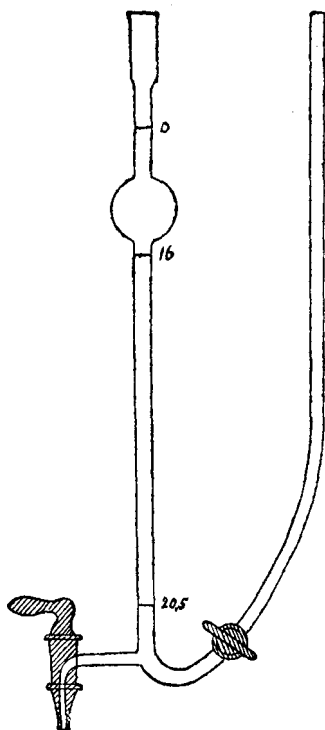


Fig. 5.

van de verandering van het zoutgehalte van gracht- en drinkwater.

Door mij werden eenige voorloopige bepalingen met zeewater verricht²⁾ waarbij de meest gebruikelijke methode, n.l. die met de „brug van WHEATSTONE" (methode-KOHLRAUSCH), gevolgd werd, en wel in den vorm, zooals zij door ÖSTWALD ³⁾ aangera-

¹⁾ Verslag omtrent de verrichtingen van de Gezondheidscommissie der gemeente Utrecht, 1900; Scheikundig Jaarboekje 1903.

²⁾ Mededeelingen over Visscherij 1904, *55.

³⁾ W. ÖSTWALD und R. LUTHER, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko chemischer Messungen, Leipzig, 1902.

den wordt. De draden van de telefoon waren verbonden met de uiteinden *a* en *b* van de meetdraad, terwijl het inductorium ingeschakeld was tusschen *c* en *d* (zie fig. 6).

Ter vergelijking diende eene 0,1-normale chloorkaliumoplossing, van welke de specifieke geleidbaarheid 0,01289 bij 25° is. Het vat, waarin zoowel den weerstand van deze oplossing als dien van het zeewater gemeten werd, had den vorm, die in fig. 7 weergegeven is ($\frac{1}{2}$ ware grootte). A en B zijn geplatineerde platinaplaatjes; de buisjes C en D worden met kwik gevuld. De zijbuisen E en F kunnen met caoutchoucstoppen, die vastgebonden worden aan het toestel, afgesloten worden. Zij dienen voor het vullen en reinigen en veroorloven bovendien de geleid-

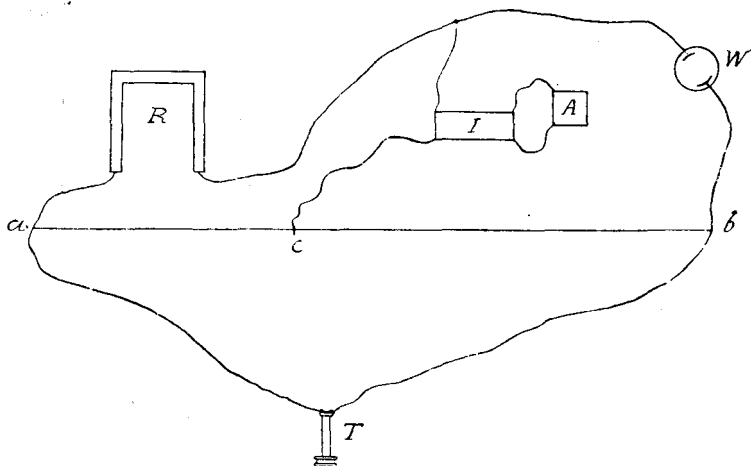


Fig. 6.

baarheid van doorstroomend water te bepalen. Het toestel werd opgehangen in een thermostaat, die met behulp van een totuol-regulator nauwkeurig op 25° werd gehouden.

Van de chloorkaliumoplossing bleek de weerstand te zijn 234,0 ohm, van water uit de Noordzee (53° 14' N.B., 4° 15' O.L., geschept 6 Febr. 1904) 56,1 ohm, van water, geschept bij vloed op de reede van Nieuwediep 63,1 ohm. De specifieke geleidbaarheid der beide monsters water was dus respectievelijk 0,0538 en 0,0478.

Wellicht kan deze methode ook dienen ter bepaling van het zoutgehalte op verschillende diepten der zee, zonder monsters water omhoog te halen. Eene bepaling van de temperatuur op

die diepten, bijv. langs electrischen weg, zou dan tevens moeten geschieden.

Het zou dan noodig zijn vooraf eene groote reeks bepalingen te doen van de geleidbaarheid van zeewater bij verschillende temperaturen, al of niet na verdunning met bekende hoeveelheden gedestilleerd water.

Wat de nauwkeurigheid der geleidbaarheidsbepaling in het algemeen aangaat, zij gewezen op de uitkomsten, die VAN DER PLAATS ¹⁾ en KRAMERS ²⁾ verkregen.

Eerstgenoemde komt daarbij tot het besluit: „De onzekerheid der electrische bepaling is minder dan $\frac{1}{300}$ van het geheele bedrag, of $\frac{1}{100}$ van de variatie”, terwijl KRAMERS opmerkt: „Een duizendste van den te meten weerstand kan zonder eenig bezwaar worden waargenomen”.

Door mij werd ook getracht te komen tot eene bepaling van den gemiddelden ionisatiegraad van de zouten in zeewater.

Daarvoor werd in een weerstandsvat van ARRHENIUS-OSTWALD bij 25° den weerstand van onverdund zeewater en van zeewater, verdund met verschillende hoeveelheden gedestilleerd water, gemeten.

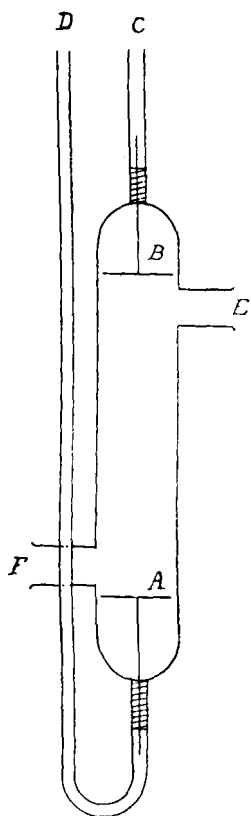


Fig. 7.

Gevonden werd bij 25°

Weerstand.

Onverdund zeewater

8,70 ohm.

10 cM³. verdund tot 500 cM³.

316,5 „

10 „ „ „ 1 L.

612,1 „

De weerstanden, betrokken op eene zelfde hoeveelheid opgeloste zouten, verhouden zich dus als 8,70 : 6,33 : 6,12.

Daar de gebruikte reostaat niet toeliet het meten van een grooteren weerstand, kon geen grootere verdunning onderzocht worden.

Nu is echter van keukenzoutoplossingen de geleidbaarheid

¹⁾ l. c. ²⁾ J. C. H. KRAMERS S. J., De electrische geleidbaarheid van kaliumnitraat, dissertatie, Leiden, 1897, blz. 27.

ook bij groote verdunning onderzocht en daaruit de geleidbaarheid bij oneindig groote verdunning afgeleid. Daaruit blijkt, dat de geleidbaarheid per zekere hoeveelheid keukenzout, gaande van eene oplossing van 0,224 gr. per L. tot eene van oneindig groote verdunning, nog ongeveer 5% toeneemt.

Rekenen wij, dat in het zeewater alleen keukenzout voorkomt, dan was in de oplossing, die $\frac{1}{100}$ zeewater bevatte, 0,34 gr. daarvan per L. aanwezig. Bij benadering kunnen wij nu ook wel bij het zeewater eene toename van de geleidbaarheid (per zekere hoeveelheid opgeloste zouten) verwachten van 5%, gaande van de verdunning 1 : 100 tot oneindig groote verdunning.

In dat geval zou het bovenvermelde getal van 6,12 ohm bij verdunning nog dalen tot 5,82 ohm en komen wij dan tot het besluit, dat $\frac{5,82}{8,70} \cdot 100 =$ ongeveer 67% van de in het onverdunde zeewater voorkomende moleculen in ionen gesplitst zijn.

(Wordt vervolgd.)

Nederlandsche Chemische Vereeniging.

AANGENOMEN ALS LID:

DR. W. SPALTEHOLZ, lid der firma SPALTEHOLZ & AMESCHOTT, Amsterdam, wonende Bloemendaalsche Weg 32, Overveen.

JAN RUTTEN, *Secretaris*.
Stationsweg 84, 's-Gravenhage.

Vacature.

De Minister van Waterstaat brengt ter kennis van belanghebbenden, dat voor het tijdvak van 1 October tot en met 31 December aan het Rijkslandbouwproefstation te Maastricht te vervullen is de betrekking van assistent, tegen eene belooning, berekend naar eene jaarwedde van f 1000.— (Voor bijzonderheden zie men de Stct. No. 193).

Correspondentie.

Het in deze aflevering opgenomen opstel over „fysisch-chemisch onderzoek van zeewater” is geschreven naar aanleiding van een verzoek, iets mede te willen deelen over het Internationaal Noordzee-onderzoek. Door de boekaanbidding in de voorgaande aflevering was hieraan slechts in geringe mate voldaan. De plaatsruimte in de nu verschijnende aflevering liet eene uitvoerigere behandeling toe.

N. T. te R. — Spelter (Hollandsch: spiauter, piauter of peauter) is een Engelsche handelsnaam voor ruw zink.

 Het adres der redactie is tot 20 September alleen 10 Dijkstraat, Helder.